ISSN 2181-158X

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

MEXANIKA VA TEXNOLOGIYA ILMIY JURNALI

Научный журнал механика и технология
Scientific Journal of Mechanics and Technology



2025 №4

NAMANGAN

ISSN 2181-158X

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

MEXANIKA VA TEXNOLOGIYA ILMIY JURNALI



№ 4 (21), 2025

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
МЕХАНИКА И
ТЕХНОЛОГИЯ

SCIENTIFIC JOURNAL OF
MECHANICS AND
TECHNOLOGY

NAMANGAN-2025

MEXANIKA VA TEXNOLOGIYA ILMIY JURNALI

2020-yildan nashr etiladi.
Yiliga 4-marta chop qilinadi.

O'zR Oliy attestatsiya komissiyasi
Rayosatining 2022-yil 01-fevraldagi
№311/6 qarori bilan jurnal OAK ning ilmiy nashrlari ro'yxatiga
kiritilgan

Bosh muharrir: SH.T.ERGASHEV
Bosh muharrir o'rinbosari: J.Z.XOLMIRZAEV
Mas'ul kotib: S.K.QO'CHQOROV

T a h r i r h a y ' a t i

Mexanika:

1	Ganiev R.X. akademik.	-	(IMASH RAN, Rossiya)
2	Djuraev A. t.f.d., prof.	-	TTESI
3	Yuldashev SH.S. t.f.d., prof.	-	NamMQI
4	Kenjaboev SH. t.f.d., prof.	-	NamMQI
5	Umurzaqov A.X t.f.d., dots.	-	NamMQI
6	Meliqulov N t.f.n., dots	-	SamDAQI
7	Muxamedov J. t.f.n., prof.	-	NamMQI
8	Demidenko O.F. t.f.n., k.i.x.	-	NAS of Belarus
9	Rogachev A.F. t.f.d., prof.	-	S F, VGTU, Rossiya
10	Filin A.A. t.f.d., prof.	-	Ruhr-Universitat Bochum, Germany
11	Chapligin A.V. f-m.f.n., prof.	-	Institut problem mexaniki. RAN, Rossiya
12	Rudovskiy P.N. t.f.d., prof.	-	Kostroma State University, Rossiya
13	Zhaludkevich A.L. f-m.f.n., dots	-	NAS of Belarus
14	Lian Jijian ass. prof.	-	Tianjin University of Technology, China

Texnologiya:

1	Negmatov S. akademik	-	TDTU "Fvt" DUK
2	Ergashev Sh.T. t.f.n., prof.	-	NamMQI
3	Ganiev M.M t.f.d., prof.	-	KFU, Rossiya
4	Shamsiddinov I. t.f.d., prof.	-	NamMQI
5	To'raqulov A.A. f-m.f.d., dots.	-	NamMTI
6	Xamidov A t.f.n., prof	-	NamMQI
7	Abduvaxobov D. A. t.f.f.d., dots	-	NamMQI
8	Sarimsaqov O.SH. t.f.d., prof.	-	NamMTI
9	Murodov M.H. t.f.n., dots.	-	NamMQI
10	Ristavletov R.A. t.f.n., dots.	-	JQDU, Qozog'iston
11	Iztleuov G.M. k.f.k., prof,	-	JQDU, Qozog'iston
12	Golubev V.A. k.x.n. prof,	-	IXR RAN g. Ivanovo, Rossiya

Avtomobilllar va qishloq xo'jalik mashinalari:

1	Uspenskiy I.A. t.f.d., prof.	-	RGATU, Rossiya
2	To'xtaqo'ziev A. T.f.d., prof.	-	QXMITI
3	Alimuxamedov Sh. T.f.d., prof.	-	TAYLQEI
4	Bayboboev N. T.f.d., prof.	-	NamMQI
5	Maxmudov B. J. I.f.d. dots	-	NamMQI
6	Soliev R. T.f.d. prof.	-	NamMQI
7	Kapskiy D.V. t.f.d., prof.	-	BNTU
8	Kolesnikov A.S. t.f.n, prof.	-	JQDU, Qozog'iston
9	Baymaxanov K. t.f.n, prof	-	JQDU, Qozog'iston
10	Xalilov M.M. t.f.f.d., dots.	-	AndQXAI
11	Boydadaev M.B. t.f.f.d., dots	-	NamMQI
12	Imomqulov U.B. t.f.f.d., dots.	-	NamMQI

Qisqa xabarlar:

1	Naumkin N.I.p.f.d., prof.	-	NI MGU, Rossiya
2	Dadamirzaev M. G'. F.m.f.d., dots.	-	NamMQI
3	Rustamov R. T.f.d., prof.	-	NamMQI
4	Turdaliev V. T.f.d., prof.	-	NamMQI
5	Imomqulov Q.B. t.f.d., prof.	-	QXMITI
6	Mansurov M.T. t.f.d., prof.	-	NamMQI
7	Mirzaumidov A.Sh.t.f.d., dots.	-	NamMTI
8	Xakimov A.F. t.f.n., dots.	-	NamMQI
9	Chen Shengyong PhD., prof.	-	Tianjin University of Technology, China
10	Liseitsyev Y. L. t.f.n., prof.	-	AGU. Rossiya
11	Samal Sirlibek qizi PhD, prof.	-	KGUTI. Aktau. Qozog'iston
12			

Muharrirlar: t.f.f.d (PhD)., dots. M.To'xtaboyev, p.f.f.d (PhD). D.Shermatova, p.f. f.d dots. S.Abdullayeva, f.f.f.d (PhD)., S.M.A'zamov.
Texnik muharrir: t.f.f.d (PhD). K.S.Xaydarov, t.f.f.d (PhD)., dots A.Qosimov, t.f.f.d (PhD) O'.A. Xakimov.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Издаётся с 2020 года.
Выходит 4 раза в год.

Постановлением Президиума Высшей аттестационной комиссии
РУз №311/6 от 01 февраля 2022 г. журнал включен в список
научных изданий ВАК.

Главный редактор: Ш.Т.ЭРГАШЕВ
Зам главного редактор: Ж.З.ХОЛМИРЗАЕВ
Отв. секретарь: С.К.КУЧКОРОВ

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Р.Х. Ганиев, А.Джураев, Ш.С. Юлдашев, Ш.Ш. Кенжабоев, А.Х. Умурзаков, Н. Меликулов, Ж. Мухамедов, О.Ф. Демиденко, А.Ф. Рогачев, А.А. Филин, А.В. Чаплыгин, П.Н. Рудовский, А.Л. Желудкевич, Лянь Цзицзянь, И.А. Успенский, А. Тухтакузиев, Ш.П. Алимухамедов, Н.Г. Байбобаев, Б.Ж. Махмудов, Р.Х. Солиев, Д.В. Капский, А.С. Колесников, К.Баймаханов, М.М. Халилов, М.Б. Бойдадаев, У.Б. Имамкулов, С.Негматов, Ш.Т. Эргашев, М.М. Ганиев, И.Т. Шамсиддинов, А.А. Туракулов, А.И. Хамидов, Д.А. Абдувахобов, О.Ш. Саримсаков, М.Х. Муродов, Р.А. Ристављетов, Г.М. Изтлеуов, В.А. Голубев, Н.И. Наумкин, М.Г. Дадамирзаев, Р.М. Рустамов, В.М. Турдалиев, К.Б. Имамкулов, М.Т. Мансуров, А.Ш. Мирзаумидов, А.Ф. Хакимов, Чэнь Шэнъюн, Ю.Л. Лисейцыв, Самал Сирлибек кызы.

Редакторы: М. Тухтабоев, Д.Шерматова, С.Абдуллаева, С.М.Аъзамов.
Техник редактор: К.Хайдаров, А.Косимов, У.Хакимов

SCIENTIFIC JOURNAL OF MECHANICS AND TECHNOLOGY

Published since 2020.
Published 4 times a year.

The decision of Presidium of the Supreme Attestation Committee of
the RUz №311/6 from february, 01th, 2022 Journal is included in the
list of scientificeditions of the SAC.

Editor-in-chief Sh.T. ERGASHEV
Editor-chief deputy: ZH.Z.KHOLMIRZAEV
Executive secretary: S.K. KUCHKOROV

E d I t o r I a l b o a r d m e m b e r s:

R.Kh. Ganiev, A. Dzhuraev, Sh.S. Yuldashev, Sh.Sh. Kenzhaboev, A.Kh. Umurzakov, N. Melikulov, Zh. Mukhamedov, O.F. Demidenko, A.F. Rogachev, A.A. Filin, A.V. Chaplygin, P.N. Rudovsky, A.L. Zheludkevich, Lian Jijian, I.A. Uspensky, A. Tukhtakuziev, Sh.P. Alimukhamedov, N.G. Baibobaev, B.Zh. Makhmudov, R.Kh. Soliev, D.V. Kapsky, A.S. Kolesnikov, K. Baimakhanov, M.M. Khalilov, M.B. Boydadaev, U.B. Imamkulov, S. Negmatov, Sh.T. Ergashev, M.M. Ganiev, I.T. Shamsiddinov, A.A. Turakulov, A.I. Khamidov, D.A. Abduvakhobov, O.Sh. Sarimsakov, M.Kh. Murodov, R.A. Ristavletov, G.M. Iztleuov, V.A. Golubev, N.I. Naumkin, M.G. Dadamirzaev, R.M. Rustamov, V.M. Turdaliev, K.B. Imamkulov, M.T. Mansurov, A.Sh. Mirzaumidov, A.F. Khakimov, Chen Shengyun, Yu.L. Liseitsyv, Samal Sirlibek kyzy.

Editors: M. Tukhtaboev, D. Shermatova, S. Abdullaeva, S. M. Azamov.
Technician editor: K. Khaidarov, A. Kosimov, U. Khakimov

MEXANIKA

Давидбаев Б. Н., Джураев А. Д. Разработка и исследование эффективной конструкции цепной передачи..... 9
Isomiddinov A. I. Mikroges inshootlarida oqim tezligi va suv sathi o‘zgarishining tizim samaradorligiga ta’siri: boshlang‘ich matematik tahlil..... 13
Maxmudova SH. A., Mamayev SH. I., Avazova G. G‘., A’zamov A. X. Poliuretan qoplamali podshipnikli tizimning planar dinamikasini raqamli modellashtirish..... 18
Ахмедов Х. И. Формирование микроструктуры высокохромистых белых износостойких чугунов под воздействием литейных холодильников..... 23
Ахмедов Х. И. Комплексное сравнительное исследование структуры и фазового состава отливок из высокохромистых износостойких белых чугунов..... 29
Улугов Г. Д. Результаты исследований эволюции микроструктуры и механических свойств высокомарганцовистой износостойкой стали 110Г13Л..... 37
Karabayeva M. U. Elastik to’lqinlarni tarqalishida chastota va chegara shart koeffitsientlari orasidagi bog’liqlikni tadqiq etish..... 44
Jo‘rayev N. N. To‘kiluvchan materiallarni tashish uchun vintli konveyerning yangi konstruksiyasining parametrlarini asoslash..... 49
Davidbaev B. N., Davidbaeva N. B. Совершенствование конструкции и обоснование параметров хлопкового сепаратора..... 56
Bozorov O. O., Yuldashev I. K., Xudoyqulov SH. S. Yo‘naltiruvchi apparatli reaktiv gidravlik turbina..... 62
Mamaxonov A. A., Xikmatillayev I. A. Avtomatik taranglovchi qurilmali zanjirli uzatma parametrlarini aniqlash..... 67
Yusupov A. A. Yigiruv jarayonida qo‘shimcha zichlovchi moslamalarni ipning mustahkamligi va tekisligiga ta’siri..... 77
Mamashayev M. A. Qayishqoq elementli mushtumchali mexanizmi bo‘lgan saralash mashinasining to‘rli yuza parametrlariga tashqi kuchni ta’siri..... 83
Mamadaliyev I. R. Chizel-kultivatorda majburiy tebranish hosil qiluvchi mexanizmning konstruksiyasi va uning kinematik taxlili..... 88
Imomqulov SH. Paxta tozalash mashinasi arra valining burchakli harakatini aniqlash..... 94
Холмирзаев Ж. З. Исследование периодического движения летучек в пильном барабане хлопкоочистительной машины..... 101
Имомкулов Ш. Б. Методы расчета изгибных колебаний уравнений движения в частных производных вращающихся валов..... 107
Исомиддинов А. И. Моделирование процессов деформирования и повреждаемости стержней при пространственно-повторно-переменном нагружении..... 113

AVTOMOBIL VA QISHLOQ XO‘JALIK MASHINALARI

To‘xtaqo‘ziev A., Yuldasheva M. A., Nazirjonov I. A. Kombinatsiyalashgan mashina pushta olgichning tuproqqa botish chuqurligi va tomonidan hosil qilingan pushta o‘lchamlari..... 118
Muxamedov Dj., Abduvaxobov D. A., Ismatullayev K. K. Tuproqqa ishlov beradigan rotatsion borona parametrlarini tuproqning uvalanish darajasiga ta’sirini o‘rganish bo‘yicha dala-tajriba sinov natijalari..... 124
Xudoyarov A. N., Abdimominov I. I., Yuldasheva M. A. Yerlarni ekishga tayyorlashda qo‘llaniladigan mashina yumshatkichining parametrlarini asoslash..... 128
Yo‘ldoshev D. F. Aholining jamoat transporti bilan qamrov darajasi baholash usullari..... 132
Yusufxonov Z. Y. Avtomobil transportlarida konteyner tashishga ta’sir etuvchi omillar muhimlik darajasini baholash usullari..... 136
Yusufxonov Z. Y. Logistika tamoyillari asosida yuklarni konteynerlarda tashishni tadqiq qilish..... 143
Barotov J. S. Temir yo‘l transportida yuklarni yetkazib berishda intelektual tizimni yaratish chora-tadbirlari... 147
Urazov B. A.Analysis of practical calculation methods of external speed characteristics of engine..... 153
Эрназаров А. А., Уразов Б. А. Исследование влияния пассажиропотоков на пропускную способность транспортных пересадочных узлов..... 159
Yuldashev M. A. Nov ko‘rishidagi urug‘ o‘tkazgich parametrlarining maqbul qiymatlarini matematik rejalashtirish usulida aniqlash..... 166
Maxmudov N. M. Saksovul urug‘ini ultrabinafsha nur ta’sirida avjlantirish usuli va natijasi..... 173
Vaxobova S. K. Arpa urug’ini elektrotexnologik qurilma yordamida saralashning nazariy asoslari..... 181
Imomqulov U. B. Ko‘chma qobiqlash qurilmada ekishga tayyorlangan tukli chigitlarning fizik-mexanik xossalari..... 186
Boydadaev M. Influence of the technical condition of vehicles on road safety..... 190

TEXNOLOGIYA

Rustamov K. J. O‘zbekiston sharoitida texnologik mashinalarning ekspluatatsiya samaradorligini baholash mezonlari va ularni optimallashtirish yo‘llari..... 196
Kurbanbaeva M. SH., Bekimbetov M. N., Umarov I. B., Hamidjonov M. Q. Ko‘mir yoqilg‘isining issiqlik berish qobiliyatini oshirish metodlarining tahlili..... 203
Dedaxanov A. Paxtani quritish jarayonida quritish barabanidagi temperaturani nazorat qiluvchi scada tizimini rostlash qonunini tanlash..... 211
Murodov M. X., Axmedov A. B. Parrandachilik fermalarida biogaz texnologiyasini qo‘llashning texnik va biznes jihatlarini tahlil qilish..... 216
Toshpulatov I. A., Polvonov O. X., Mamadaliyev B. M. Study of a regenerative indirect evaporative cooler for cooling of buildings in hot climates..... 222
Muhammadjonova I. A., Qayumov A. X. Infraqizil nurlar yordamida paxta xomashyosini quritish jarayonining ilmiy asoslarini isboti..... 233
Isayev D. T., Ravshanov J. R., Ataullayev A. O., Jurayev N. N., Oripov D. R. Increasing the hardness of metallic alloys through laser and magnetic influence..... 239
Abdurahmonov O. SH., Artikova D. I., Qurbonov A. B. Urug‘lik chigit delinterlash mashinasini takomillashtirish bo‘yicha tadqiqotlar yo‘nalishini asoslash..... 243
Rajabov J. M., Mirzayev O. T., Atajanova S., Masharibov A., Ismoilov R.Effect of scanning strategy on surface deviation, displacement, and residual stress in selective laser melting of simple geometries..... 248
Сабирова О. Ш. Исследование влияния порошкообразного эластомера на прочностные и демпфирующих свойства композиционных материалов..... 256
Dadakhodjaev A., Kadirov S., Bobomurodova M. Study of technology of producing iron (III) chloride from spent medium-temperature catalysts..... 260
Худайбердиев А. А. Расчет теплообмена при конденсации паров фракций нефтегазоконденсатной смеси в кожухотрубчатом аппарате..... 268
Худайбердиев А. А. Экспериментальная установка и методика проведения опытов по изучению процесса гидрирования и гидроочистки пиродистиллята..... 276
Худайбердиев А. А. Изучение вязкости пиродистиллята в изменение температуры при давлениях от 0,1 МПа до 3,5 МПа..... 282
Ташбулатов Ш. Б. Научное обоснование процессов образования шлаков в чёрных сплавах и их влияния на литейные свойства..... 289
Ахунов Д. Б. Изучение минералогического состава базальтовых порфиритов и методы определения свойств полученных ситаллов на основе базальтов..... 294
Abdurahmonov J. B. Lint tozalash moslamasining to‘rli yuzasini tozalash samaradorligiga ta’sirini o‘rganish. 300
Асатиллаев Й. М. Прогрессивная технология повышения стойкости режущего инструмента..... 304
Aliyev B. T. Paxta chiqindilari tarkibidagi yigiruvga yaroqli tolalarni ajratish qurilmasini ishchi sxemasini yaratish va uni samarali ishlashini asoslash..... 310
Aliyev B. T. Paxta chiqindilarini ajratib olish qurilmasini arrali garnituraning ushlab turish qobiliyatini tekshirish sinovi va natijalarini taxlili..... 316
Aliyev B. T. To‘rli silindrsimon qurilma yordamida paxta xom ashyosi tarkibidagi ifloslik zarrachalarini ajratishni nazariy tadqiqoti..... 320

QISQA XABARLAR

Haydarov B. A. Harakat turlariga bog‘likli rostlanuvchi bo‘g‘in konstruksiyasining nazariy va amaliy asoslari..... 326
Сативалдиев А. К. Разработка и внедрение стандартов для обеспечения качества данных при измерениях загрязняющих веществ в окружающей среде..... 329
Атауллаев А. О. Оценка характеристик качества цифровых систем слежения с волновыми каналами.... 335
Mahmudov Z. S. Talabalar bilim darajasini aniqlashning samarali usuli..... 341
Xuramova X. M. Yoshlarni shaxsiy himoya vositalardan foydalanish ko’nikmalarini shakllantirish..... 346
Qidirov A. R. Takomillashtirilgan tuproq frezasining konustruktiv sxemasini ishlab chiqish..... 350

МЕХАНИКА

Давидбаев Б. Н., Джураев А. Д. Разработка и исследование эффективной конструкции цепной передачи..... 9
Исомиддинов А. И. Влияние изменения скорости потока и уровня воды на эффективность систем микрогэс: начальный математический анализ..... 13
Махмудова Ш. А., Мамаев Ш. И., Авазова Г. Г., Азамов А. Х. Цифровое моделирование планарной динамики системы с полиуретановым покрытием подшипника..... 18
Ахмедов Х. И. Формирование микроструктуры высокохромистых белых износостойких чугунов под воздействием литейных холодильников..... 23
Ахмедов Х. И. Комплексное сравнительное исследование структуры и фазового состава отливок из высокохромистых износостойких белых чугунов..... 29
Улугов Г. Д. Результаты исследований эволюции микроструктуры и механических свойств высокомарганцовистой износостойкой стали 110Г13Л..... 37
Карабаева М. У. Изучение соотношения между частотой и коэффициентами граничных условий при распространении упругих волн..... 44
Жураев Н. Н. Обоснование параметров новой конструкции шнекового конвейера для транспортировки сыпучих материалов..... 49
Davidbaev B. N., Davidbaeva N. B. Совершенствование конструкции и обоснование параметров хлопкового сепаратора..... 56
Бозоров О. О., Юлдашев И. К., Худойкулов Ш. С.Реактивная гидравлическая турбина с направляющим аппаратом..... 62
Мамаханов А. А., Хикматиллаев И. А. Определение параметров цепной передачи с автоматическим натяжным устройством..... 67
Юсупов А. А. Влияние дополнительного уплотняющего устройства на прочность и равномерность пряжи в процессе прядения..... 77
Мамашаев М. А. Влияние внешней силы на параметры сетчатой поверхности сортировочной машины с кулачковым механизмом, снабженным упругим элементом..... 83
Мамадалиев И. Р. Конструкция механизма принудительного возбуждения колебаний в чизель-культиваторе и его кинематический анализ..... 88
Имомкулов Ш. Определения углового перемещения пильного вала хлопкоочистительной машины..... 94
Холмирзаев Ж. З. Исследование периодического движения летучек в пильном барабане хлопкоочистительной машины..... 101
Имомкулов Ш. Б. Методы расчета изгибных колебаний уравнений движения в частных производных вращающихся валов..... 107
Исомиддинов А. И. Моделирование процессов деформирования и повреждаемости стержней при пространственно-повторно-переменном нагружении..... 113

АВТОМОБИЛЬ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

Тухтакузиев А., Юлдашева М. А., Назиржонов И. А. Исследование величины заглубления комбинированного грядообразующего агрегата и геометрических параметров сформированной гряды. 118
Мухамедов Ж., Абдувахобов Д. А., Исматуллаев К. К. Результаты полевых испытаний по изучению влияния параметров ротационной бороны для обработки почвы на степень её рыхления..... 124
Худояров А. Н., Абдимоминов И. И., Юлдашева М. А. Обоснование параметров рыхлителя, применяемого при подготовке почвы к посеву..... 128
Юлдашев Д. Ф. Методы оценки уровня охвата населения общественным транспортом..... 132
Юсуфхонов З. Ю. Методы оценки степени важности факторов, влияющих на перевозку контейнеров автомобильным транспортом..... 136
Юсуфхонов З. Ю. Исследование перевозки грузов в контейнерах на основе принципов логистики..... 143
Баротов Ж. Мероприятия создания интеллектуальной системы при доставке грузов на железнодорожном транспорте..... 147
Уразов Б. А. Анализ методов практического расчета внешних коростных характеристик двигателя..... 153
Эрназаров А. А., Уразов Б. А. Исследование влияния пассажиропотоков на пропускную способность транспортных пересадочных узлов..... 159
Юлдашев М. А. Определение оптимальных значений параметров семяпровода в виде лотка путем математического планирования экспериментов..... 166
Махмудов Н. М. Способ и результат обработки семян саксовула под воздействием ультрафиолетового света..... 173
Вахобова С. К. Теоретические основы сортировки семян ячменя с помощью электротехнологического устройства..... 181

Имомкулов У. Б. Физико-механические свойства пуховых семян хлопчатника, подготовленных к посеву на переносной обсеменяющей установке..... 186
Бойдадаев М. Влияние технического состояния транспортных средств на безопасность дорожного движения..... 190

ТЕХНОЛОГИЯ

Рустамов К. Ж. Критерии оценки эксплуатационной эффективности технологических машин в условиях Узбекистана и пути их оптимизации..... 196
Курбанбаева М. Ш., Бекимбетов М. Н., Умаров И. Б., Хамиджонов М. К. Анализ методов повышения теплоэнергетической способности угольного топлива..... 203
Дедаханов А. Определение расхода топлива на сушку хлопкового сырья..... 211
Муродова М. Х., Ахмедов А. Б. Анализ технических и бизнес-аспектов применения биогазовых технологий на птицеводческих фермах..... 216
Тошпулатов И. А., Полвонов О. Х., Мамадалиев Б. М. Исследование регенеративного косвенно-испарительного охладителя для охлаждения зданий в жарком климате..... 222
Мухаммаджонова И. А., Каюмов А. Х. Доказательство научной обоснованности процесса сушки хлопкового сырья с использованием инфракрасного излучения..... 233
Исаев Д. Т., Равшанов Ж. Р., Атауллаев А. О., Жураев Н. Н., Орипов Д. Р.Повышение твёрдости металлических сплавов с помощью лазерного и магнитного воздействия..... 239
Абдурахмонов О. Ш., Артикова Д. И., Курбанов А. Б. Обоснование направления исследований по совершенствованию машины для делинтерования посевных семян..... 243
Раджабов Ж. М., Мирзаев О. Т., Атажанова С., Машарибов А., Исмоилов Р. Влияние стратегии сканирования на отклонение поверхности, перемещение и остаточные напряжения при селективном лазерном плавлении простых геометрий..... 248
Сабирова О. Ш. Исследование влияния порошкообразного эластомера на прочностные и демпфирующих свойства композиционных материалов..... 256
Дадаходжаев А., Кадиров С., Бобомуродова М. Исследование технологии получения хлорида железа (III) из отработанных среднетемпературных катализаторов..... 260
Худайбердиев А. А. Расчет теплообмена при конденсации паров фракций нефтегазоконденсатной смеси в кожухотрубчатом аппарате..... 268
Худайбердиев А. А. Экспериментальная установка и методика проведения опытов по изучению процесса гидрирования и гидроочистки пиродистиллята..... 276
Худайбердиев А. А. Изучение вязкости пиродистиллята в изменение температуры при давлениях от 0,1 МПа до 3,5 МПа..... 282
Ташбулатов Ш. Б. Научное обоснование процессов образования шлаков в чёрных сплавах и их влияния на литейные свойства..... 289
Ахунов Д. Б. Изучение минералогического состава базальтовых порфиритов и методы определения свойств полученных ситаллов на основе базальтов..... 294
Абдурахмонов Ж. Б. Изучение влияния устройства для очистки ворса на эффективность очистки сетчатой поверхности..... 300
Асатиллаев Й. М. Прогрессивная технология повышения стойкости режущего инструмента..... 304
Алиев Б. Т. Создание рабочей схемы устройства для отделения пригодных для прядения волокон из хлопковых отходов и обоснование эффективности его работы..... 310
Алиев Б. Т. Испытание и анализ результатов проверки удерживающей способности пильных гарнитур устройства для отделения хлопковых отходов..... 316
Алиев Б. Т. Теоретическое исследование отделения частиц загрязнений в хлопковом сырье с помощью сетчатого цилиндрического устройства..... 320

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Хайдаров Б. А. Теоретические и практические основы проектирования регулируемых суставов в зависимости от видов движения..... 326
Сативалдиев А. К. Разработка и внедрение стандартов для обеспечения качества данных при измерениях загрязняющих веществ в окружающей среде..... 329
Атауллаев А. О. Оценка характеристик качества цифровых систем слежения с волновыми каналами.... 335
Махмудов З. С. Эффективный метод определения уровня знаний студентов..... 341
Хурамова Х. М. Обучение молодежи навыкам использования средств индивидуальной защиты..... 346
Кидиров А. Р. Конструктивная схема усовершенствованной почвенной мельницы..... 350

MECHANICS

Davudbaev B. N., Juraev A. D. Development and investigation of an efficient chain drive design..... 9
Isomiddinov A. I. Impact of flow velocity and water level variations on the efficiency of micro-hpp systems: a preliminary mathematical analysis..... 13
Makhmudova SH. A., Mamayev Sh. I., Avazova G. G., Azamov A. Kh. Digital modeling of the planar dynamics of a polyurethane-coated bearing system..... 18
Akhamedov H. I. Formation of the microstructure of high-chromium white wear-resistant cast irons under the influence of casting chills..... 23
Akhamedov H. I. Comprehensive comparative study of the structure and phase composition of high-chromium wear-resistant white cast iron castings..... 29
Ulugov G. D. Research results on the microstructural evolution and mechanical performance of high-manganese wear-resistant steel 110G13L..... 37
Karabayeva M. U. Study of the relationship between frequency and boundary condition coefficients in the propagation of elastic waves..... 44
Jurayev N. N. Justification of the parameters of the new constructionof the screw conveyor for the transport of loose materials..... 49
Davidbaev B. N., Davidbaeva N. B. Improvement of the design and justification of the parameters of a cotton separator..... 56
Bozorov O. O., Yuldashev I. K., Khudoyqulov SH. S. Reactive hydraulic turbine with guide apparatus..... 62
Mamaxonov A. A., Xikmatillayev I. A. Determination of the parameters of a chain drive with an automatic tensioning device..... 67
Yusupov A. A. The influence of additional compaction device on the strength and uniformity of yarn in the spinning process..... 77
Mamashaev M. A. The influence of external force on the parameters of the mesh surface in a sorting machine with a cam mechanism equipped with an elastic element..... 83
Mamadaliev I. R. Design of a forced-vibration generating mechanism in a chisel cultivator and its kinematic analysis..... 88
Imomqulov SH. Determining the angular displacement of the saw shaft of a cotton gin machine..... 94
Xolmirzayev J. Z. Investigation of the periodic motion of beaters in the saw cylinder of a cotton cleaning machine..... 101
Imomkulov SH. B. Methods for calculating bending vibrations of partial differential motion equations of rotating shafts..... 107
Isomidinov A. I. Modeling the deformation and damage processes of rods under spatially repeated variable loading..... 113

AUTOMOBILE AND AGRICULTURAL MACHINERY

Tukhtaquziev A., Yuldasheva M. A., Nazirjonov I. A. Investigation of the soil penetration depth of the combined ridge-forming machine and the geometrical parameters of the ridge formed by it..... 118
Muxamedov Dj., Abduvaxobov D. A., Ismatullayev K. K. Results of field tests on the effect of the parameters of a rotary harrow on the degree of soil loosening..... 124
Khudoyarov A. N., Abdimominov I. I., Yuldasheva M. A. Scientific justification of the parameters of the soil loosening machine used in land preparation for planting..... 128
Yo‘ldoshev D. F. Methods for assessing the level of public transport coverage of the population..... 132
Yusufxonov Z. Y. Methods for assessing the importance level of factors affecting container transportation in road vehicles..... 136
Yusufxonov Z. Y. Research on transporting cargo in containers based on logistics principles..... 143
Barotov J. S. Measures for the creation of an intelligent system for the delivery of goods by rail transport..... 147
Urazov B. A. Analysis of practical calculation methods of external speed characteristics of engine..... 153
Ernazarov A. A., Urazov B. A. Investigation of the impact of passenger traffic on the capacity of transport transfer hubs..... 159
Yuldashev M. A. Theoretical study of the movement of seeds of small-seeded vegetable crops on the slope..... 166
Maxmudov N. M. The method and the result of the proceeding of saksovul seed under the influence of ultraviolet light..... 173
Vakhobova S. K. Theoretical foundations of sorting barley seeds using an electrotechnological device..... 181
Imomqulov U. B. Physical and mechanical properties of fuzzy cotton seeds prepared for sowing using a mobile coating device..... 186
Boydadaev M. Influence of the technical condition of vehicles on road safety..... 190

TECHNOLOGY

Rustamov K. J. Criteria for evaluating the operational efficiency of technological machinery under Uzbekistans conditions and approaches to their optimization..... 196
Kurbanbaeva M. SH., Bekimbetov M. N., Umarov I. B., Hamidjonov M. Q. Analysis of methods for increasing the heat-generating capacity of coal fuel..... 203
Dedakhanov A. Determination of fuel consumption for drying cotton raw material..... 211
Murodov M. Kh., Akhmedov A. B. Analysis of the technical and business aspects of applying biogas technology in poultry..... 216
Toshpulatov I. A., Polvonov O. X., Mamadaliyev B. M. Study of a regenerative indirect evaporative cooler for cooling of buildings in hot climates..... 222
Mukhammadjonova I.A.,Kayumov A.X. Proof of the scientific basis of the drying process of cotton raw material using infrared lights..... 233
Isayev D. T., Ravshanov J. R., Ataullayev A. O., Jurayev N. N., Oripov D. R. Increasing the hardness of metallic alloys through laser and magnetic influence..... 239
Abdurahmonov O. SH., Artikova D. I., Kurbonov A. B. Justification of the research direction on improving the seed delintering machine..... 243
Rajabov J. M., Mirzayev O. T., Atajanova S., Masharibov A., Ismoilov R. Effect of scanning strategy on surface deviation, displacement, and residual stress in selective laser melting of simple geometries..... 248
Sabirova O. SH. Investigation of the effect of powdered elastomer on the strength properties of damping composite materials..... 256
Dadakhodjaev A., Kadirov S., Bobomurodova M. Study of technology of producing iron (III) chloride from spent medium-temperature catalysts..... 260
Xudayberdiyev A. A. Calculation of heat transfer during condensation of vapor fractions of oil-gas-condensate mixture in a shell-and-tube apparatus..... 268
Xudayberdiyev A. A. Experimental setup and methodology conducting experiments to study the process of hydrogenation and hydrotreatment of pyrodistillate..... 276
Xudayberdiyev A. A. Study of viscosity of pyrodistillate in temperature changes at pressures from 0.1 MPa to 3.5 MPa..... 282
Tashpulatov SH. B. Scientific justification of slag formation processes in ferrous alloys and their influence on casting properties..... 289
Akhunov D. B. Study of the mineralogical composition of basalt porphyrites and methods for determining the properties of basalt-based glass-ceramics (sitals)..... 294
Abdurakhmonov J. B. Studying the impact of a lint cleaning device on the cleaning efficiency of a net surface.. 300
Asatillaev Y. M. Advanced technology increasing the lifetime of cutting tools..... 304
Aliyev B. T. Creation of a working scheme for a device to separate spinnable fibers from cotton waste and justification of its operational efficiency..... 310
Aliyev B. T. Testing and analysis of the results of checking the retention capacity of the saw harnesses of the device for separating cotton waste..... 316
Aliyev B. T. Theoretical study of separating contamination particles in raw cotton using a mesh cylindrical device..... 320

SHORT COMMUNICATIONS

Khaydarov B. A. Theoretical and practical foundations of adjustable joint design depending on the types of movement..... 326
Sativaldiyev A. K. Development and implementation of standards to ensure data quality in measurements of environmental pollutants..... 329
Ataullayev A. O. Analysis of the criteria as a digital servo systems with wave channels..... 335
Makhmudov Z. S. An effective method for determining students' knowledge level..... 341
Khuramova Kh. M. Training youth in the use of personal protective equipment..... 346
Kidirov A. R. Design diagram of an improved soil mill..... 350

УДК 621-01

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ ЦЕПНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Давидбаев Б.Н.
ФГТУ, профессор

Джураев А.Д.
ТИТЛП, профессор

Аннотация. В данной работе приводится литературное исследование цепной передачи. Разработана новая конструкция цепной передачи, которая обеспечивающая передачу движения в трехрядных цепных передачах при передаче больших мощностей и обеспечение равномерности движения ведомых звездочек, приводятся схемы и принципы работы.

Abstract. This paper presents a literature review of chain drives. A new chain drive design has been developed that ensures motion transmission in three-row chain drives when transmitting high power and ensures uniform motion of the driven sprockets. Schematic diagrams and operating principles are provided.

Аннотация. Ushbu ishda zanjir uzatmasi bo‘yicha adabiyotlar tahlili keltirilgan. Katta quvvatlarni uzatishda uch qatorli zanjir uzatmalarida harakatni uzatishni ta’minlaydigan va yetaklanuvchi yulduzchalarning harakatidagi bir tekislikni taminlovchi yangi konstruksiya ishlab chiqilgan. Unda sxemalar va ishlash prinsiplari bayon etilgan.

Ключевые слова: конструкции, ведущий, ведомый, отверстия, смещения, равномерность, движения, мощность, передача, звездочки, валик, цепь, нагрузка, спаренный, скорость, трение, износ, звенья, крутящий момент, машина, натяжной ролик,

Key words: design, leading, driven, holes, offsets, uniformity, movement, power, transmission, sprockets, roller, chain, load, paired, speed, friction, wear, links, torque, machine, tension roller,

Kalit so‘zlar: konstruksiyalar, yetakchi, yetaklanuvchi, teshiklar, siljishlar, bir tekislik, harakat, quvvat, uzatma, yulduzchalar, valik, zanjir, yuklama, juftlashtirilgan, tezlik, ishqalanish, yeyilish, bo‘g‘inlar, aylantiruvchi moment, mashina, taranglagich rolik.

В машиностроении цепи по характеру выполняемой ими работы делятся на три основные группы: приводные, тяговые и грузовые. Приводные цепи имеют наибольшое распространение. Они передают движение от источника энергии к приемному органу машины; работают как при малых, так и при больших скоростях (до *30-35м/сек)* и при различных расстояниях между осями (центрами) звездочек. Одной цепью можно приводить в движение одновременно несколько валов [1]. Практически во всех видах конструкции цепей в передачах возникают шум за счет ударных взаимодействий зубьев звездочек с поверхностями роликов цепи, а также увеличивается трение, тем самым и износ, как роликов цели, так и зубьев звездочек.

В известной конструкции цепной передачи содержится ведущий и ведомый звёздочки и гибкий элемент-цепь передающий движение от ведущей звездочки к ведомой [2]. Недостатком данной цепной передачи является то, что в процессе работы уменьшение угла обхвата цепью звездочек, значительное провисание ведомой (холостой) ветви цепи, проводит к снижению КПД, а в некоторых случаях разрыву или выходу из зацепления цепи со звездочками. Кроме того, при передачи значительных нагрузок на высоких скоростных режимах движения возникают шум и за счет ударных

взаимодействий зубьев звездочек с поверхностями роликов цепи, увеличивается трение, тем самым и износ, как роликов цепи, так и зубьев звездочек.

В другой известной конструкции цепной передачи содержится ведущий и ведомый звездочки, охватывающих их цепь и натяжная звездочка [3]. Основным недостатком данной конструкции цепной передачи является то, что при длительной эксплуатации из-за износов натяжное устройство не обеспечивает необходимое натяжение и появляется излишний шум, а также могут разрыв цепи в процессе работы за счет изменения шага цепи (из-за износа в шарнирах цепи). Кроме того, происходит поперечные колебания цепи отрицательно влияющие па работу передачи (шум, износ и др.). Конструкция не позволяет передачу равномерного движения при больших нагрузках.

В следующей известной конструкции цепная передача содержит ведущую и ведомую звездочки, цепь, натяжной ролик, выполненный составным, состоящим из основания и надетой на него упругой втулки, рабочая поверхность которой выполнена синусоидальной формы, при этом радиусы впадин выступов синусоиды совпадают с размерами звеньев [4]. Недостатком данной конструкции является отсутствие автоматического поддержания натяжения цепи натяжным роликом при переменной загруженности цепной передачи. Кроме того, и в данной конструкции возникает шум и за счет ударных взаимодействий зубьев звездочек с поверхностями роликов цепи также увеличивается трение, тем самым и износ, как роликов цепи, так и зубьев звездочек. Конструкция не позволяет передачу при больших мощностях.

В другой известной конструкции цепной, содержащей спаренные, параллельно установленные три одинаковые ведущие и три ведомые звездочки, и охватывающую их трёхрядную цепь включающая наружные и внутренние звенья, валик, втулку и ролик, при этом валик цепи проходящий через все три ряды цепи. В данной конструкции несколько увеличивается ресурс передачи, который позволяет передавать большие крутящие моменты с высокой скоростью. Недостатком данной конструкции также являются значительный шум и износ роликов цепи и зубьев звездочек, быстрый выход из строя цепи передачи. Кроме того, за счет параллельной работы всех трех рядов цепи (единая цепь) при зацеплении с зубьями звездочек параллельно одновременно отсутствует плавная передача движения ведомых звездочек, и не обеспечивается равномерное вращение ведомых звездочек.

Задачей исследовании является обеспечение передачи движения в трехрядных цепных передачах при передачи больших мощностях, и обеспечение равномерности движения ведомых звездочек.

Поставленная задача решается тем, что совершенствуются конструкции цепной передачи путем установки спаренных звездочек со сдвигом по фазе и выполнением цепей всех трех рядов раздельными.

Сущность конструкции заключается в том, что цепная передача содержашая три параллельные жестко соединенные между собой ведущие и ведомые звездочеки, охватывающие их три цепи, включающий единый валик, проходящий через три ряда цепи, запрессованный в отверстие внешнего звена, втулку, запрессованную в отверстие внутреннего звена цепи натяжной ролик, ведущие и три ведомые звездочеки, смещены по фазе на угол 1/3 (где, t-шаг между зубьями ведущих и ведомых звездочек, а цепи всех трех рядов выполнены раздельными.

Предлагаемая конструкция ценной передачи (рис.1), включает три спаренные ведущие I 2 3 и ведомые 4,5,6 звездочки, в которых соединение звездочек 1 и 2, 2 и 3, 4 и 5, 5 и 6 сдвинуты по фазе равным 1/3 (где t-шаг между зубьями звездочек или шаг цепи), охваченные тремя идентичными цепями 7,8,9 в отдельности. Жестко соединенные

между собой ведущие звездочки 1, 2, 3 установлены на ведущем валу 10, а звездочки 4,5, 6 на валу 11.

При ном одинаковые но конструкции цепи 7,8 и 9 включают валик 12 запрессованный в отверстие внешнего звена 13 а втулка 14 в отверстие внутреннего звена 15. Зацепления цепей 7, 8, 9 с соответствующими зубьями звездочек 4, 5, 6 проходит через ролики 16.(рис.1б)

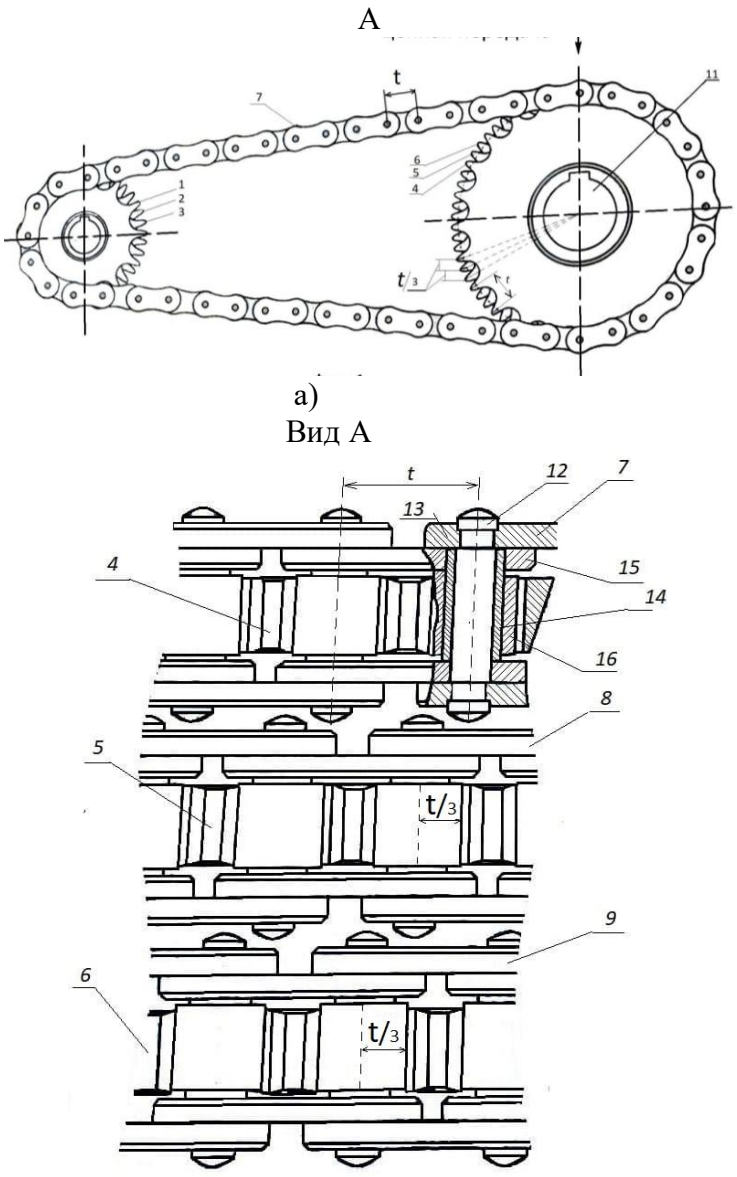


Рис.1 Общий вид цепной передачи. а-общий вид с переди цепной передачи.б-вид А трехрядная цепь.

Конструкция работает следующим образом. Вращательное движение от ведущего вала 10 к ведомому валу 11 осуществляется посредством спаренных ведущих звездочек I. 2, 3, цепи 7, 8, 9 через ведомых спаренных звездочек 4, 5, 6. При этом за счет сдвига по фазе равным t/3 спаренных ведущих 1,2,3 и ведомых звездочек 4, 5, 6 зацепления цепей 7, 8, 9 с зубьями 1, 2, 3, 4, 5, 6 происходит постепенно. Поэтому нагрузка на каждый зуб и ролики 6 цепей будут распределятся в три раза меньше, чем общей передаваемой нагрузки. Эго обеспечивает равномерность распределения не только передаваемого крутящего момента, но и к равномерности вращения ведомого вала 11 при высоких

скоростных режимах работы цепной передачи. Усовершенствованная конструкция цепной передачи обеспечивает перераспределение нагрузки на зубья звездочек по трем ветвям спаренных звездочек по фазе и ролики цепей,а также передачу больших мощностей.

Выводы. Разработана эффективная конструктивная схема цепной передачи со спаренной тремя звездочками смещением шагов между зубьями. Конструкция позволяет передачу больших мощностей,обеспечивает равномерность движения ведомых спаренных звездочек, значительно снижается нагрузка на каждые зубьев звездочек. Предназначена для передаточных механизмов технологических машин, в частности текстильной и легкой промышленности, а также в сельскохозяйственных машинах и автомобилестроении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Детали машин. Изд. “Машиностроение” М., 1969 г, с. 278-295
2. Детали машин. Под редакцией -Н.С. Ачеркан, МашГИЗ, М., 1953 г, с.317-325.
3. Н. В. Воробьев. Цепная передачи, изд. Машиностроение, М., 1986 г, е.39-42.
4. Джураев Д., Ортиков Р., Турдалиев В. Цепная передача, Патент U2 FAP №00413. 11.10.2008. Бюл.№10.
5. М.II. Иванов. Детали машин. Учебник. Изд. «Высшая школа», М., 1984,
6. Зулпуев С.М, Давидбаев Б.Н.,Джураев А., Зулпуев А.М, Давидбаева Н.Б. Цепная передача. Патент Киргизской Респ. № 2341 28.04.2023
7. Джураев А.Д., Давидбаев Б., Мамахонов А. Қайишқоқ элементли ва таранглаш қурилмали занжирли механизмларни кинематик ва динамик тахлили\\ Монография Ташкент 2014,139стр.

UDK: 621.311.21:532.5:519.6

MIKROGES INSHOOTLARIDA OQIM TEZLIGI VA SUV SATHI O‘ZGARISHINING TIZIM SAMARADORLIGIGA TA’SIRI: BOSHLANG‘ICH MATEMATIK TAHLIL

Isomiddinov Anvarjon Inomjonovich
NamDTU, PhD, dotsent.

Annotatsiya. Ushbu maqolada Shimoliy Farg‘ona kanali sharoitida suv oqimining tezligi va suv sathining o‘zgarishi mikroGES tizimlarining energiya samaradorligiga qanday ta’sir ko‘rsatishi tahlil qilinadi. Boshlang‘ich matematik model Bernulli tenglamasi va gidravlik quvvat formulasiga asoslangan holda ishlab chiqilgan. Modellash natijalariga ko‘ra, oqim parametrlaridagi kichik o‘zgarishlar elektr quvvatining sezilarli darajada o‘zgarishiga olib kelishi aniqlangan. Tadqiqot natijalari mikroGESlarni optimal loyihalashda muhim ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Аннотация. В данной статье анализируется влияние изменения скорости потока воды и уровня воды в условиях Северо-Ферганского канала на энергетическую эффективность систем микроГЭС. Начальная математическая модель разработана на основе уравнения Бернулли и формулы гидравлической мощности. Согласно результатам моделирования, небольшие изменения параметров потока приводят к значительным колебаниям вырабатываемой электрической мощности. Полученные результаты служат важной научно-практической основой для оптимального проектирования микроГЭС.

Annotation. This article analyzes the impact of changes in water flow velocity and water level under the conditions of the North Fergana Canal on the energy efficiency of micro-hydropower systems. The initial mathematical model was developed based on the Bernoulli equation and the hydraulic power formula. According to the modeling results, small variations in flow parameters lead to significant changes in the generated electric power. The research findings serve as an important scientific and practical basis for the optimal design of micro-hydropower plants.

Kalit so‘zlar: mikroGES, Shimoliy Farg‘ona kanali, turbina, Darcy–Weisbach, gidravlik yo‘qotishlar, viskozlik, gidravlik diametr.

Ключевые слова: микроГЭС, Северо-Ферганский канал, турбина, Дарси–Вейсбах, гидравлические потери, вязкость, гидравлический диаметр.

Keywords: micro-hydropower plant (micro HPP), North Fergana canal, turbine, Darcy-Weisbach, hydraulic losses, viscosity, hydraulic diameter.

Kirish. So‘nggi yillarda global energetika tizimida kuzatilayotgan muammolar, xususan, iqlim o‘zgarishi, tabiiy resurslarning cheklanganligi va atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan energiya manbalariga bo‘lgan talabning ortishi natijasida, qayta tiklanuvchi energiya manbalariga bo‘lgan e’tibor sezilarli darajada kuchaydi. Ayniqsa, kichik quvvatli gidroelektr stansiyalar-mikrogidroelektrostansiyalar (MikroGES)-ekologik toza, texnologik jihatdan oddiy va iqtisodiy samarador bo‘lgan energiya manbai sifatida alohida o‘rin egallamoqda. Bu stansiyalar, odatda, kichik daryo va kanallarning tabiiy oqimlaridan foydalangan holda mahalliy ehtiyojlarni qondirishga mo‘ljallangan bo‘ladi.

O‘zbekistonning gidroenergetik salohiyati, ayniqsa tog‘oldi hududlarida va suv resurslari mavjud bo‘lgan mintaqalarda, kichik GESlar qurish imkonini beradi. Shu nuqtai nazardan, Shimoliy Farg‘ona kanali-sun’iy gidroinshoot bo‘lishiga qaramay-mikroGESlar uchun istiqbolli obyektlardan biri hisoblanadi. Ushbu kanalning oqim hajmi va suv sathi yil davomida turlicha bo‘lishi sababli, u yerda joylashtiriladigan GESlarning samaradorligi bevosita oqim parametrlariga bog‘liq bo‘ladi.

Amaliy tajriba shuni ko‘rsatadiki, mikroGESlarda ishlab chiqariladigan elektr energiyasi hajmi nafaqat turbina va generatorlarning texnik holatiga, balki oqimning tezligi va suv sathining aniq o‘lchamlariga ham bevosita bog‘liqdir. Ammo loyihalash va baholash jarayonlarida bu parametrlar ko‘pincha soddalashtirilgan yoki empirik yondashuvlar bilan olinadi, bu esa tizimning umumiy samaradorligini pasayishiga olib keladi.

Ushbu maqolada Shimoliy Farg‘ona kanali sharoitida suv oqimining tezligi va suv sathining o‘zgarishiga asoslangan holda, mikroGESning energiya ishlab chiqarish samaradorligini baholashga yo‘naltirilgan boshlang‘ich matematik model ishlab chiqiladi. Modellash jarayonida Bernulli tenglamasi, energiya muvozanati va gidravlik quvvat formulasidan foydalaniladi. Olingan natijalar parametrlarning samaradorlikka ta’sirini chuqur tahlil qilishga, shuningdek, real sharoitlarda loyihalash uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Maqola natijalari, amaliy jihatdan, O‘zbekiston sharoitida mikroGESlarni optimallashtirish, suv resurslaridan foydalanishda samaradorlikni oshirish hamda kichik quvvatli elektr energiyasi ishlab chiqarish tizimlarining ishonchliligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

MikroGES samaradorligiga oqim tezligi va suv sathining ta’sirini matematik tahlil qilish (Shimoliy Farg‘ona kanali misolida). Gidravlik muhitdagi energiya o‘zgarishlarining mohiyati. MikroGES tizimlarida gidravlik energiyani elektr energiyaga aylantirish jarayoni asosan suv oqimining kinetik va potensial energiyasiga asoslanadi. Ushbu energiyalar turbina kirishidagi bosim va oqim tezligi orqali aniqlanadi. Suv oqimining tezligi va chuqurligi o‘zgarib borishi natijasida turbina kirishidagi foydali energiya darajasi (net head) ham doimiy bo‘lmaydi. Bu esa real sharoitda elektr quvvat ishlab chiqarish samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Modellashtirishda biz quyidagi elementlarni e’tiborga olamiz:

- Oqimning gidravlik kesimi va uning shakli (trapezoidal kanal),
- Tezlik gradienti va turbulent oqimdagi viskoz yo‘qotishlar,
- Mahalliy yo‘qotishlar: turbina oldi va chiqishida oqim buzilishi,
- Kanal sathidagi mavsumiy chuqurlik tebranishlari va oqim tezligi.

Suv oqimi bo‘yicha umumiy Bernulli tenglamasi quyidagicha yoziladi[1,3]:

$$\frac{p_1}{\rho g}+\frac{v_1^2}{2g}+z_1=\frac{p_2}{\rho g}+\frac{v_2^2}{2g}+z_2+h_{yo'q} \quad (1)$$

bu yerda:

- p -bosim (Pa),
- ρ -suv zichligi (kg/m³),
- g -erkin tushish tezlanishi (m/s²),
- v -oqim tezligi (m/s),
- z -geometrik sath (m),
- $h_{yo'q}$ -tizimdagi umumiy yo‘qotishlar (m).

Turbina kirishidagi foydali bosim balandligi quyidagicha aniqlanadi:

$$H_{net}=H_{brutto}-h_{yo'q}=(z_1-z_2)-h_f-h_m \quad (2)$$

bu yerda:

- h_f -ishqalanish tufayli yo‘qotish (Darcy–Weisbach orqali),
- h_m -lokal (mahalliy) yo‘qotishlar.

Ishqalanish yo‘qotish(gidravlik yo‘qotishlar): Suv oqimi kanalda yoki quvurda harakatlanayotganda ichki ishqalanish (viskozlik) va sirt bilan ishqalanish natijasida energiya yo‘qotiladi. Bularni umumiy holda Darcy–Weisbach tenglamasi (3) orqali ifodalash mumkin:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D_h} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

bu yerda:

- h_f -ishqalanish yo‘qotish balandligi (m),
- f -ishqalanish koeffitsiyenti (Darcy koeffitsiyenti),
- L -quvur yoki kanal uzunligi (m),
- D -gidravlik diametr (m),
- v -oqim tezligi (m/s),
- g -erkin tushish tezlanmasi (9.81 m/s²).

Ishqalanish yo‘qotishlari suv tezligi va quvur uzunligi ortishi bilan kuchayadi. Shuning uchun mikroGES loyihalashda kanallarni optimal uzunlikda, quvurlarni esa yetarlicha diametrda tanlash zarur. Aks holda, samaradorlik keskin kamayadi.

Mahalliy yo‘qotishlar. Suv oqimi kanal yoki quvur bo‘ylab harakatlanayotganda, faqatgina devor bilan ishqalanish natijasida emas, balki oqimning yo‘nalishi yoki kesimi o‘zgarganda ham energiya yo‘qotiladi. Bunday yo‘qotishlar mahalliy yo‘qotishlar deyiladi.

Ular quyidagi hollarda yuzaga keladi:

- Quvurda burilish mavjud bo‘lsa,
- Oqim keskin torayganda yoki kengayganda,
- Klapan, panjara, turbina kirish qismi kabi inshootlardan o‘tganda.

Mahalliy yo‘qotishlar odatda quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$h_m = \sum K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Bu komponentlar Shimoliy Farg‘ona kanalidagi real sharoitlarga mos ravishda baholanadi.

1-jadval

Kanal parametrlarini o‘rtacha va chegaraviy qiymatlari

Parametr	Qiymatlar	Izoh
Kanal chuqurligi h	1.0 – 1.6 m	Mavsumiy farq
Oqim tezligi v	0.8 – 1.5 m/s	Yozda yuqori
Kanal eni b	6 m	O‘zgarmas
Kanal uzunligi L	40 m	GES qurilishi oralig‘i
Foydali bosim H	2 – 4 m	Sun’iy farq yaratiladi
Treniya koeffitsiyenti f	0.03 – 0.06	Beton kanal
Mahalliy yo‘qotishlar ∑K	1.5 – 2.5	Qiya kirish va chiqish uchun

Matematik tahlil: o‘zgaruvchilar ta’siri

Aytaylik:

$$\eta = 0.75$$
$$\rho = 1000 kg/m^3$$
$$g = 9.81 m/s^2$$

Holat A: Past oqim — kam sath, sekin tezlik

$$h = 1.0m,\ v = 0.9m/s,\ H_{br} = 2m$$
$$A = b \cdot h = 6 \cdot 1.0 = 6m^2$$
$$Q = A \cdot v = 6 \cdot 0.9 = 5.4m^3/s$$

Yo‘qotishlar:

$$h_f = 0.05 \cdot \frac{40}{1.2} \cdot \frac{0.9^2}{2 \cdot 9.81} \approx 0.07m$$

$$h_m = 2.0 \cdot \frac{0.9^2}{2 \cdot 9.81} \approx 0.083m$$

$$H_{net} = 2 - 0.07 - 0.083 = 1.847m$$

$$P \approx 0.75 \cdot 1000 \cdot 9.81 \cdot 5.4 \cdot 1.847 \approx 73400 = 73.4kW$$

Holat B: O‘rtacha oqim — yuqori sath, o‘rtacha tezlik

$$h = 1.4m,\ v = 1.2m/s,\ H_{br} = 3m$$

$$A = b \cdot h = 6 \cdot 1.4 = 8.4m^2$$

$$Q = A \cdot v = 8.4 \cdot 1.2 = 10.08m^3/s$$

Yo‘qotishlar:

$$h_f \approx 1.1m,\ h_m \approx 0.147m,$$

$$H_{net} = 2.47m,$$

$$P \approx 0.75 \cdot 1000 \cdot 9.81 \cdot 10.08 \cdot 2.74 \approx 203000 = 203kW$$

Holat C: Eng yaxshi holat — maksimal oqim

$$h = 1.6m,\ v = 1.5m/s,\ H_{br} = 4m$$

$$A = b \cdot h = 6 \cdot 1.6 = 9.6m^2$$

$$Q = A \cdot v = 9.6 \cdot 1.5 = 14.4m^3/s$$

$$h_f \approx 0.17m,\ h_m \approx 0.229m,$$

$$H_{net} = 3.6m$$

$$P \approx 0.75 \cdot 1000 \cdot 9.81 \cdot 14.4 \cdot 3.6 \approx 381000 = 381kW$$

Ushbu tadqiqot doirasida Shimoliy Farg‘ona kanalining real gidravlik parametrlariga asoslangan holda mikroGES tizimlarida suv oqimi tezligi va suv sathining o‘zgarishlari elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligiga qanday ta’sir ko‘rsatishi chuqur tahlil qilindi. Matematik modellashtirish orqali quyidagi asosiy ilmiy xulosalar olindi:

Asosiy xulosalar. Oqim tezligi va chuqurligi o‘zgarishi ishlab chiqariladigan quvvatga bevosita ta’sir qiladi. Tadqiqotda tezlik 0.9 m/s dan 1.5 m/s gacha, chuqurlik esa 1.0 m dan 1.6 m gacha o‘zgargan holatlarda ishlab chiqarilgan elektr quvvati 73 kW dan 381 kW gacha oshdi. Bu shuni ko‘rsatadiki, oqim parametrlarini boshqarish orqali samaradorlikni bir necha baravarga oshirish mumkin.

Energiya yo‘qotishlarining (ishqalanish, mahalliy yo‘qotishlar) ta’siri sezilarli bo‘lib, ularni inobatga olmaslik loyihaning noto‘g‘ri baholanishiga olib keladi. Hisob-kitoblarga ko‘ra, ushbu yo‘qotishlar foydali bosim balandligini 8–10% gacha kamaytirgan.

Shimoliy Farg‘ona kanali sharoitlarida mikroGES qurilishi uchun mavsumiy o‘zgarishlar muhim ahamiyatga ega. Masalan, yoz oylarida oqim kuchliroq bo‘lishi energiya ishlab chiqarish hajmini sezilarli oshiradi, qish oylarida esa bu kamayadi. Shu bois yil davomida optimal samaradorlikni ta'minlash uchun turli ish rejimlari ishlab chiqilishi zarur.

Matematik modellashtirish usuli – barqaror gidravlik tahlil asosida mikroGES loyihasini samarali boshqarishga imkon beradi. Bu esa nafaqat energiya ishlab chiqarish hajmini, balki iqtisodiy samaradorlikni ham oshiradi.

ADABIYOTLAR

1. Назаров А. А., Абдуллаев Ш. Ж. Гидравлика. – Т.: «Fan va texnologiya», 2016. – 320 б.

2. Ибрагимов И. И., Ахмедов А. Ш. МикроГЭСлар ва сув турбиналари. – Тошкент:

“TATU nashriyoti”, 2019. – 245 б.

3. Ҳамидов А. Ш., Юнусов У.Р. Энергетика объектларининг математик моделлари. – Т.: “Fan”, 2014. – 284 б.

4. Қосимов А.Қ., Юсупов Ш.Х. Гидротехник иншоотлар ва улардаги сув окимлари. – Т.: “O‘zbekiston”, 2021. – 230 б.

5. Kumar, A. et al. Hydropower: Status and Future Prospects. // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011, Vol. 15(8), pp. 4722–4736. https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.021

6. Chapallaz, J.M., Eichenberger, P., Fischer, G. Manual on the Development of Micro-Hydro Power Plants. – Switzerland: SKAT, 1992. – 300 p.

7. Ministry of Water Resources of Uzbekistan. Annual Hydrological Report of North Fergana Canal (2020–2024). – Namangan, 2024. – 118 p.

UDK 621.822

POLIURETAN QOPLAMALI PODSHIPNIKLI TIZIMNING PLANAR DINAMIKASINI RAQAMLI MODELLASHTIRISH

Maxmudova Shaxnoza Abduvaliyevna
Toshkent davlat transport universiteti, PhD, dosent, maxmudovash88@gmail.com

Mamayev Sherali Ibrohimovich
Toshkent davlat transport universiteti, PhD, professor v.b., mamayevsherali@gmail.com

Avazova Gulnoza G‘ayratjonovna
Toshkent iqtisodiyot va pedagogika universiteti, gulnozanoza99@gmail.com

A'zamov Abdulaziz Xusniddin o‘g‘li
Toshkent davlat transport universiteti, magistri, azamovazizbek297@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada “korpus–podshipnik–val” tizimining planar (tekis) dinamik modeli ishlab chiqilgan. Modelda podshipnikning inertsiya, bikirlik va dempferlik xususiyatlari bilan bir qatorda, tayanch bilan korpus orasida joylashgan poliuretan qoplamaning elastik-dempfer ta’siri ham hisobga olingan. Lagranj tenglamalari yordamida tizimning harakat tenglamalari tuzildi. Poliuretan qatlamining qalinligi tizimning rezonans chastotasiga va tebranish amplitudasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan.

Аннотация. В данной статье разработана планарная (плоская) динамическая модель системы «корпус–подшипник–вал». В модели, наряду с инерционными, жёсткостными и демпфирующими свойствами подшипника, учтено также упруго-демпфирующее воздействие полиуретанового слоя, расположенного между опорой и корпусом. С помощью уравнений Лагранжа были составлены уравнения движения системы. Установлено, что толщина полиуретанового слоя оказывает значительное влияние на резонансную частоту и амплитуду вибраций системы.

Abstract. This article presents a planar dynamic model of the “housing–bearing–shaft” system. The model takes into account not only the inertial, stiffness, and damping characteristics of the bearing, but also the elastic–damping effect of the polyurethane layer located between the support and the housing. The equations of motion of the system were derived using Lagrange’s equations. It was found that the thickness of the polyurethane layer significantly affects the resonance frequency and vibration amplitude of the system.

Kalit so‘zlar: rotor tizimi, podshipnik, poliuretan qoplama, dinamik model, rezonans chastota, tebranish.

Ключевые слова: роторная система, подшипник, полиуретановое покрытие, динамическая модель, резонансная частота, вибрация.

Keywords: rotor system, bearing, polyurethane layer, dynamic model, resonance frequency, vibration.

Texnologik mashinalar ish jarayonida bo‘lganida, ularning vallari turli xil tashqi kuchlar va yuklanishlarga duch keladi. Ushbu ta’sirlar natijasida podshipniklarda kuchlanishlar va reaksiya kuchlari hosil bo‘ladi. Podshipniklar esa butun mexanizmning ishonchliligi hamda uzoq muddatli barqaror ishlashi uchun muhim konstruktiv element hisoblanadi. Ularning to‘g‘ri ishlashi mashinaning energetik samaradorligini ta’minlashda, ish unumdorligini oshirishda va xizmat muddati davomiyligini uzaytirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Agar podshipniklarga tushadigan yuklanishlar hisobga olinmasa, ularning samaradorligi kamayadi, bu esa

mexanizmning umumiy mexanik holatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi [1–3].

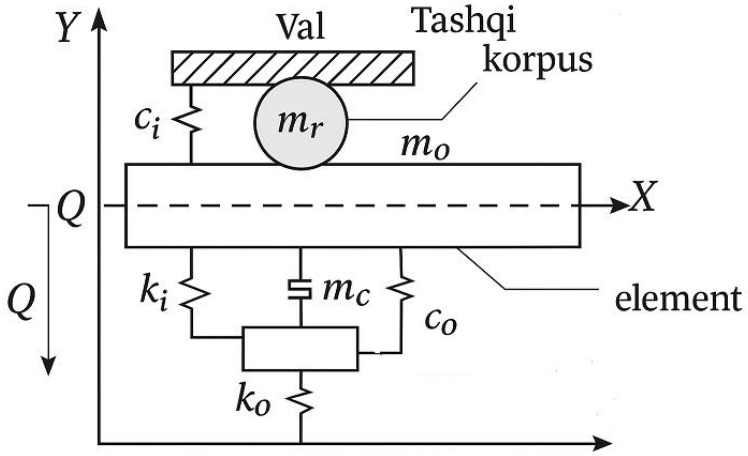
Val–podshipnik tizimida hosil bo‘ladigan kuchlar ko‘plab omillarga bog‘liq bo‘lib, ularga valning geometrik o‘lchamlari va konstruktiv tuzilishi, podshipniklarga ta’sir qiluvchi kuchlarning miqdori, yuklanish turi hamda podshipnikning konstruktiv turi kiradi. Shuning uchun val–podshipnik juftligidagi podshipnik reaksiya kuchlarini o‘rganish texnologik mashinalarning barqaror va ishonchli ishlashini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

Bunday tadqiqotlar yangi energiya tejamkor va innovatsion mexanizmlarni yaratishda, mavjud texnologik jarayonlarni takomillashtirishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi. Shu sababli bu yo‘nalishdagi izlanishlar mashinasozlik sohasidagi mutaxassislar uchun dolzarb masala sanaladi.

So‘nggi yillarda ko‘plab tadqiqotchilar tarkibli roliklarga ega uzatmalarning mustahkamlik darajasini baholash, ishchi sirtlarda yuz beradigan yeyilishni kamaytirish hamda val konstruksiyasining optimal shaklini aniqlash bo‘yicha metodik yondashuvlarni taklif etishmoqda [4–6]. Ular, shuningdek, hisoblash natijalari asosida valning har bir bo‘g‘in o‘lchamlarini tahlil qilish va ularni mustahkamlik nuqtayi nazaridan optimallashtirish imkoniyatlarini ilmiy jihatdan asoslab bermoqdalar [5–7]. Texnologik vallarda hosil bo‘ladigan kuchlanishlarning deformatsiyaga ta’siri va natijada podshipniklarda yuzaga keladigan reaksiya kuchlarini aniqlashga qaratilgan nazariy tadqiqotlar ham faol olib borilmoqda [8–10].

Asosiy nazariy qism. Rotorli mashinalarda yuqori massali aylanuvchi vallarning tebranish holatini to‘g‘ri aniqlash ishonchlilik uchun muhim ahamiyatga ega. Bunda podshipnikli tayanchlarning qattiqligi va dempferligi hal qiluvchi rol o‘ynaydi. So‘nggi yillarda xorijiy adabiyotlarda “planar dynamic model” atamasi keng qo‘llanilmoqda. U podshipnikning barcha asosiy elementlarini-ichki va tashqi yo‘laklar, roliklar, separator-hamda ularning elastik va inertsiya xususiyatlarini hisobga olgan tekis modelni bildiradi. Z. Shi va hammualliflar tomonidan ishlab chiqilgan model rolikli podshipnik tebranishlarini yuqori aniqlikda hisoblash imkonini beradi. Shuningdek, D. Jaramillo va boshqalar radial yuklanishdagi podshipniklarning ko‘p tanali dinamik modelini ishlab chiqib, yuk taqsimlanishini va kontakt qattiqligini aniqlashga imkon bergan. Mahalliy olimlar ham bu yo‘nalishda izlanishlar olib borishmoqda [11].

Tizim tavsifi va model tuzilishi.Tadqiqot obyekti sifatida poliuretan qoplamali podshipnikli tayanchga ega rotor tizimi tanlandi. Poliuretan qatlam korpus bilan podshipnik orasida joylashgan bo‘lib, u tizimga qo‘shimcha elastiklik va energiyani so‘ndirish qobiliyatini beradi. Tizimning asosiy elementlari quyidagicha modellashtirildi: mi–ichki yo‘lak (val) massasi; m_o–tashqi yo‘lak (korpus) massasi; K_b, C_b–podshipnikning bikirlik va dempferlik matritsalari; K_{pu}, C_{pu} – poliuretan qatlamining elastik va dempfer parametrlari.



1-Rasm. “Korpus–podshipnik–val” tizimining planar (tekis) dinamik modeli.

Asosiy amaliy qism. Matematik model. Lagrange tenglamalarining ikkinchi turi asosida tizimning umumlashgan harakat tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$M\ddot{x} + C\dot{x} + Kx = Q(t) \quad (1)$$

bu yerda M, C, K–massa, dempferlik va bikirlik matritsalari. Poliuretan qatlami uchun bikirlik va dempfer koeffitsiyentlari:

$$K_{pu} \approx GA/t,\ G = E/[2(1+\nu)],\ C_{pu} \approx 2\eta(k_{pu}/\omega_n) \quad (2)$$

bu yerda t–poliuretan qalinligi, A–tayanch maydoni, E–elastiklik moduli, ν–Puasson koeffitsiyenti, η–yo‘qotish koeffitsiyenti.

Agar (1) va (2) tenglamalarni inobatga olsak, u holda tenglamalar sistemasini quyidagi ko‘rinishda yozib olamiz:

$$\begin{gathered} m\cdot\ddot{y} + 2\cdot c_s\cdot\dot{y} + 2\cdot k_s\cdot y + 2\cdot c_s\cdot e\cdot\dot{\phi} + 2\cdot c_s\cdot e\cdot\phi = F_y(t) \\ I\cdot\ddot{\theta} + \frac{c_s\cdot L^2}{2}\cdot\dot{\theta} + \frac{k_s\cdot L^2}{2}\cdot\theta = a\cdot F_y(t) + M_\theta(t) \\ J_p\cdot\ddot{\phi} + (2\cdot c_s\cdot e^2 + C_\phi)\cdot\dot{\phi} + (2\cdot k_s\cdot e^2 + K_\phi)\cdot\phi + 2\cdot c_s\cdot e\cdot\dot{y} + 2\cdot k_s\cdot e\cdot y = \tau(t) \end{gathered} \quad (3)$$

Differensial tenglamani yechish orqali, bizni qiziqtirgan kattaliklar pouliretan qatlamining o‘zgarishi chastota va amplitudaga qanday ta’sir o‘tqazishini ko‘rish maqsad qilingan edi.

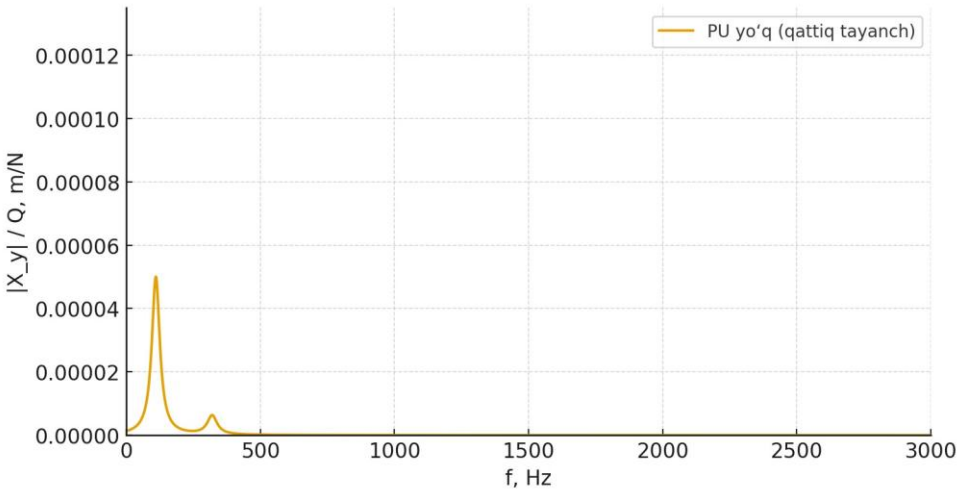
Natijalar tahlili.

Tizimning chastota javob funksiyasi (FRF) poliuretan qatlamining 2, 3 va 4 mm qalinliklari uchun hisoblandi. 1-jadvalda rezonans chastotalar va amplitudalar solishtirilgan.

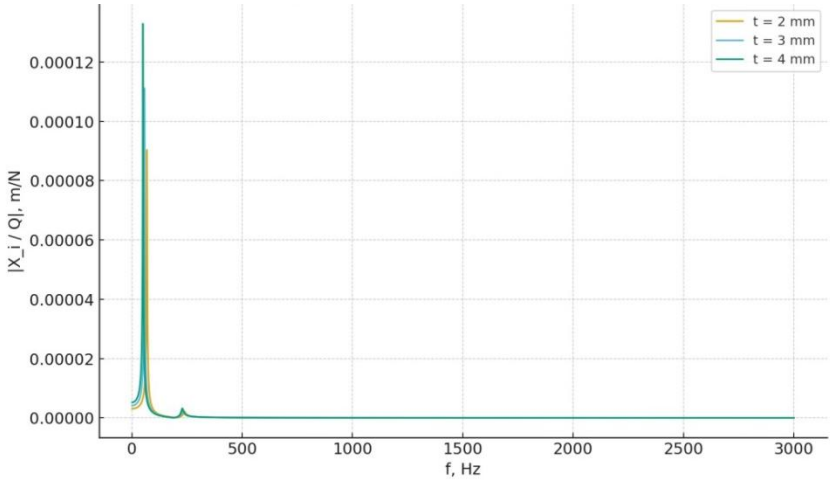
1–jadval

Poliuretan qatlamining qalinligiga qarab rezonans xususiyatlari

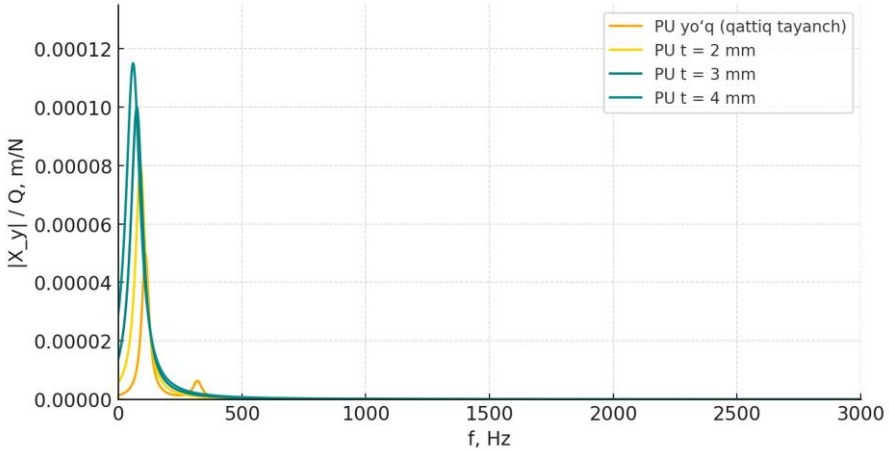
Variant	Rezonans chastota (Hz)	Amplituda (m/N)	Chastota o‘zgarishi (%)	Amplituda o‘zgarishi (%)
Poliuretansiz	140	$5.4\cdot10^{-5}$	–	–
PU 2 mm	68	$9.0\cdot10^{-5}$	−51	+67
PU 3 mm	57	$1.11\cdot10^{-4}$	−59	+106
PU 4 mm	50	$1.33\cdot10^{-4}$	−64	+146



1-rasm. Rotor–podshipnik–korpus tizimi qattiq tayanch sharoitida tebranish amplitudasining chastotaga bog‘liqligi ko‘rsatilgan



2-rasm. Rotor–podshipnik–korpus tizimi PU=2, 3, 4 mm bo‘lgan holatida tebranish amplitudasining chastotaga bog‘liqligi ko‘rsatilgan



3-rasm. PU yo‘q va PU t = 2, 3, 4 mm holatlari uchun solishtirma grafik.

Ko‘rinib turibdiki, PU yo‘q holatda rezonans chastotasi eng yuqori, ammo amplituda nisbatan kichik. PU mavjud holatlarda (ayniqsa t= 3–4 mm) rezonans chastotasi pasaygan, lekin tebranish amplitudasi ortgan. Demak, PU qatlami tizimning qattiqligini kamaytirib, so‘nish xususiyatini oshiradi. Shu sababli tizim past chastotada rezonansga kiradi, biroq zarba energiyasi qisman yutiladi. Olingan natijalar poliuretan qatlami tizimning rezonans chastotasini pasaytirishini, ammo tebranish amplitudasini oshirishini ko‘rsatdi. Qatlam qalinligi oshgani sayin, tizimning elastikligi ortadi, natijada yuqori chastotali tebranishlar samarali so‘ndiriladi. 2 mm qoplama eng maqbul yechim bo‘lib, u rezonans chastotasini kamaytiradi va tizimning barqaror ishlashini ta’minlaydi.

Hulosa

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, podshipnik tayanchiga poliuretan (qovushqoq) element kiritilishi rotor–podshipnik–korpus tizimining tebranish xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Qattiq tayanch (PU yo‘q) holatda rezonans chastotasi yuqori qiymatlarda kuzatiladi, biroq amplituda nisbatan kichik bo‘ladi. Bu holat tayanchning qattiqligi katta ekanligini, lekin tebranish energiyasining yutilish darajasi pastligini bildiradi.

Poliuretan elementi qo‘llanganda tizimning umumiy qattiqligi kamayadi, natijada rezonans chastotasi pasayadi va amplituda ortadi. Qalinlik ortib borishi (2 mm → 4 mm) bilan rezonans chastotasi 50–60 % gacha kamayib, tebranish amplitudasi esa 1,3–1,5 baravar ortgani kuzatiladi. Bu esa poliuretan qatlamning energiyani yutish (dempferlash) xususiyati oshishini ko‘rsatadi.

PU t=2 mm holatda rezonans chastotasi va amplituda o‘rtasida muvozanat saqlanib, tizim uchun eng maqbul dinamik javob kuzatilgan. 3 va 4 mm qalinlikdagi holatlarda esa tizim yanada yumshoq bo‘lib, yuqori chastotali tebranishlar samarali so‘ndiriladi, biroq amplituda ortishi sababli deformatsiya xavfi kuchayadi.

Shunday qilib, poliuretan (qovushqoq) elementdan foydalanish tizimning tebranish izolyatsiyasi samaradorligini oshiradi, biroq uning qalinligini tanlashda konstruksiyaning barqarorligi va deformatsiyaga chidamliligi o‘rtasida optimal muvozanatni ta’minlash zarur.

ADABIYOTLAR

1. Djurayev A. va boshq. Mashina va mexanizmlar nazariyasi // Toshkent-2004, 582 b.

2. Kumaran V. U. va boshq. Analytical flat belt drive model considering bilinear elastic behaviour with residual strains // Mechanism and Machine Theory, vol.190, December 2023.

3. Hamasaki Y.Energy saving technology of flat belts: Meandering control of belts. Toraibarojisuto Journal of Japanese Society of Tribologists, 63(8), pp.532 - 538. (2018).

4. Yunusov, S. Z., Kenjayev, S. N., & Makhmudova, S. A. (2023). Shafts of technological machines with combined supports. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 01059). EDP Sciences..

5. Kirilovskiy V.V., “Резервы совершенствования конструкций валов”, 2016-yil.

6. Gluxenkiy A.I. “Оптимизация параметров валов и осей”, 2015-yil.

7. Lashkov V.A., Kondrasheva S.G., Ganin E.A., “Расчет прочности валов машин с помощью расчетно-графического модуля APM Shaft”, 2016-yil.

8. Ovchennikov N.P., “Прочностной расчет вала насоса с изношенным рабочим колесом”, 2017-yil.

9. Shi Z., Cao H., Chen X., Wang J., He Z. An improved planar dynamic model for calculating vibrations of a CRB // Journal of Sound and Vibration. – 2020. – Vol. 482. – P. 115463.

10. Lei, Y.; Yang, B.; Jiang, X.; Jia, F.; Li, N.; Nandi, A. K. Applications of machine learning to health monitoring and fault diagnosis of rolling element bearings — A review // *Mechanical Systems and Signal Processing.* 2020. Vol. 138. Art. 106587.

11. Yunusov S.Z., Kenjayev S.N., Makhmudova S.A., Islamova G.X. (2023). Full factorial experiment in research the parameters of a combined shaft of technological machines. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 03043). EDP Sciences.

УДК 669.131.2

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ВЫСОКОХРОМИСТЫХ БЕЛЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ЧУГУНОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛИТЕЙНЫХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Ахмедов Хасан Исломович
Навоийский государственный горный и технологический университет, т.ф.н., доцент, kh_akhmedov@mail.ru

Аннотация. Высокохромистые белые износостойкие чугуны являются важными материалами для повышения надежности и продления срока службы деталей, работающих в горнодобывающей, металлургической и цементной промышленности. Их эксплуатационные свойства тесно связаны с формированием структуры, где скорость кристаллизации и локальный теплоотвод играют ключевую роль. В данной работе исследовано влияние литейных холодильников на микроструктуру и фазовое состояние высокохромистых белых чугунов. По результатам оптической и сканирующей электронной микроскопии установлено, что под воздействием холодильников наблюдается измельчение карбидов, их более равномерное распределение, а также изменение соотношения аустенитной и мартенситной фаз. Эти эффекты способствуют повышению износостойкости и механической прочности чугуна. Полученные результаты подтверждают эффективность применения литейных холодильников как технологического средства управления структурой высокохромистых чугунов.

Annotatsiya. Yuqori xromli oq yeyilishga chidamli cho‘yanlar konchilik, metallurgiya va tsement sanoatida ishlovchi detallarning ishonchliligi va xizmat muddatini uzaytirishda muhim qotishmalar hisoblanadi. Ularning ekspluatatsion xususiyatlari tuzilma shakllanishi bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, kristallanish jarayonidagi sovish tezligi va lokal issiqlik almashinuvi hal qiluvchi omillardan biri sanaladi. Ushbu tadqiqotda quyma sovutkichlar ta’sirida yuqori xromli oq cho‘yanlarning mikrostrukturasi va fazaviy holatidagi o‘zgarishlar tahlil qilindi. Optik va skaner elektron mikroskopiya natijalariga ko‘ra, sovutkichlar ta’sirida karbidlarning maydalanishi, ularning birxil taqsimlanishi hamda austenit va martensit fazalar nisbatining o‘zgarishi kuzatildi. Bu esa cho‘yanlarning yeyilishga chidamliligi va mexanik mustahkamlik ko‘rsatkichlarini oshirishi bilan ahamiyatlidir. Olingan natijalar yuqori xromli cho‘yanlar tuzilmasini boshqarishda quyma sovutkichlarni samarali texnologiyaviy vosita sifatida qo‘llash imkoniyatlarini asoslab berdi.

Abstract. High-chromium white wear-resistant cast irons are critical materials for improving the reliability and service life of components used in the mining, metallurgical, and cement industries. Their performance is strongly dependent on microstructure formation, where the solidification rate and local heat extraction play a decisive role. This study investigates the effect of casting chills on the microstructure and phase state of high-chromium white cast irons. Optical and scanning electron microscopy analyses revealed carbide refinement, more uniform distribution, and changes in the ratio of austenite to martensite under the influence of chills. These structural modifications enhance the wear resistance and mechanical strength of the cast irons. The findings demonstrate the effectiveness of casting chills as a technological approach for controlling the structure of high-chromium white cast irons.

Ключевые слова: карбидная фаза, абразивное изнашивание, высокохромистый чугун, химический состав, микроструктура, износостойкость, твердость, кристаллизация.

Kalit so‘zlar: karbid faza, abraziv yeyilish, yuqori xromli oq cho‘yan, kimyoviy tarkib, mikrostruktura, yeyilishga bardoshliligi, qattiklik, kristallanish.

Key words: carbide phase, abrasive wear, high chromium cast iron, chemical

composition, microstructure, wear resistance, hardness, crystallization.

Высокохромистые белые чугуны представляют собой одну из наиболее востребованных групп износостойких сплавов, которые находят широкое применение в различных отраслях тяжелой промышленности, в частности в горнодобывающей, металлургической, энергетической и цементной отраслях. Их востребованность обусловлена уникальным сочетанием свойств: высокая твердость, значительная износостойкость в условиях абразивного воздействия, а также сравнительно низкая себестоимость производства по сравнению с легированными сталями и другими дорогостоящими сплавами. Именно поэтому высокохромистые чугуны используются для изготовления футеровочных плит, дробильных щек, шаров мельниц, лопаток, защитных кожухов и других ответственных деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного и ударного износа [1-3].

Эффективность работы изделий из высокохромистых чугунов напрямую зависит от их структуры, которая формируется в процессе кристаллизации и охлаждения. Как известно, ключевым фактором, определяющим микроструктуру сплава, является скорость охлаждения, поскольку именно она влияет на распределение карбидной фазы, размеры эвтектических колоний, морфологию аустенита и последующее образование мартенсита при закалочном охлаждении. В высокохромистых белых чугунах основной упрочняющей фазой выступают эвтектические карбиды типа $(Cr,Fe)_7C_3$, количество и характер распределения которых оказывают решающее влияние на механические и эксплуатационные свойства [4-5].

Одним из наиболее действенных способов управления кристаллизацией и, соответственно, структурой является применение литейных холодильников. Литейные холодильники представляют собой специальные вставки из металла или графита, которые вводятся в форму с целью локального ускоренного отвода тепла. В результате вблизи холодильника формируется направленная мелкодисперсная структура с измельчёнными карбидами, что повышает износостойкость и снижает склонность к образованию хрупких структур. В то же время чрезмерное ускорение охлаждения может вызвать появление термических напряжений и трещинообразования, что требует оптимального подбора параметров технологии [6-7].

Таким образом, исследование влияния литейных холодильников на формирование микроструктуры высокохромистых белых чугунов является актуальной научной задачей, имеющей не только теоретическое, но и прикладное значение. С одной стороны, это позволяет углубить понимание процессов фазообразования и эволюции структуры при кристаллизации сложнолегированных чугунов. С другой стороны, результаты работы открывают возможности для совершенствования литейных технологий, направленных на получение изделий с повышенной надежностью и долговечностью.

Научная новизна исследования заключается в комплексном анализе структурных преобразований высокохромистых белых чугунов под воздействием литейных холодильников, с использованием современных методов металлографического, рентгеноструктурного и электронно-микроскопического анализа. Практическая значимость работы заключается в обосновании технологических решений, позволяющих регулировать морфологию и дисперсность карбидной фазы, обеспечивая повышение износостойкости и механической прочности изделий без существенного удорожания производства [8-10].

В связи с этим основная цель настоящей работы заключается в изучении процессов формирования микроструктуры высокохромистых белых износостойких чугунов под воздействием литейных холодильников, а также в выявлении взаимосвязи между условиями охлаждения, фазовым составом и эксплуатационными характеристиками

материала.

Методы исследований и использованные материалы. Для исследования образцы размерами 25х20х20 мм были отлиты из белых износостойких чугунов марок 280Х29НЛ и 300Х32Н2М2ТЛ в индукционной печи ИЧТ-2,5 (производство Россия). Кроме того, третий образец был получен путем разрезания компонентов из «подложки нижнего пандуса» С7316R.

Химический состав проб анализировали эмиссионным спектральным методом на спектрометре Spectro-Lab – M (производство Германия). Этот метод обеспечивает точное определение элементарных компонентов, присутствующих в образцах, предоставляя подробные данные о составе, необходимые для оценки свойств и характеристик их материалов [11-13].

Микроструктурную подготовку проводили на шлифовально-полировальной машине NERIS (производство Латвия). Подготовка заключалась в последовательном шлифовании наждачной бумагой с зернистостью от 180 до 1500 мкм. Затем поверхность была отполирована методом микрошлифовки с использованием пасты Diamond WC. Этот тщательный процесс обеспечивает высококачественную обработку поверхности, необходимую для точного металлографического анализа и оценки микроструктурных характеристик материала.

Для выяснения микроструктурных характеристик образцы подвергали травлению раствором реагента, состоящим из 15 мл азотной кислоты, 15 мл соляной кислоты и 15 мл глицерина. Процедура травления проводилась в течение 10 минут при температуре реагента 60-65 °C. Такая химическая обработка способствует усилению структурных особенностей, делая их более отчетливыми и заметными при микроскопическом исследовании [14-15].

Результаты исследования и их анализ. В качестве исследуемого материала были выбраны износостойкие белые чугуны 280Х29НЛ и 300Х32Н2М2ТЛ и ASTM A532 II Class, химический состав которых приведен в таблице 1.

Марка	Элементы, %									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu
280Х29НЛ	2,92	0,51	0,57	0,067	0,032	28,86	1,54	0,057	-	0,2
300Х32Н2М2ТЛ	2,67	1,13	0,57	0,043	0,018	31,58	1,93	0,37	0,3	0,07
ASTM A532 II Class	2,87	0,32	1,38	0,031	0,012	28,31	0,54	0,49	V = 0,06, W = 0,035	

Основным источником высокой износостойкости высокохромистых белых чугунов является присутствие в их микроструктуре легированных карбидов железа и карбидообразующих элементов. Эти фазы обеспечивают долговечность материала при абразивном воздействии, формируя прочный упрочняющий каркас. При увеличении концентрации легирующих добавок возрастает объемная доля карбидных фаз, что существенно улучшает сопротивление износу и эксплуатационные характеристики чугуна. Вид карбидов, формирующихся в сплаве с высоким содержанием хрома, определяется соотношением хрома и углерода, которое контролирует процесс карбидообразования и влияет на их морфологию и распределение в структуре.

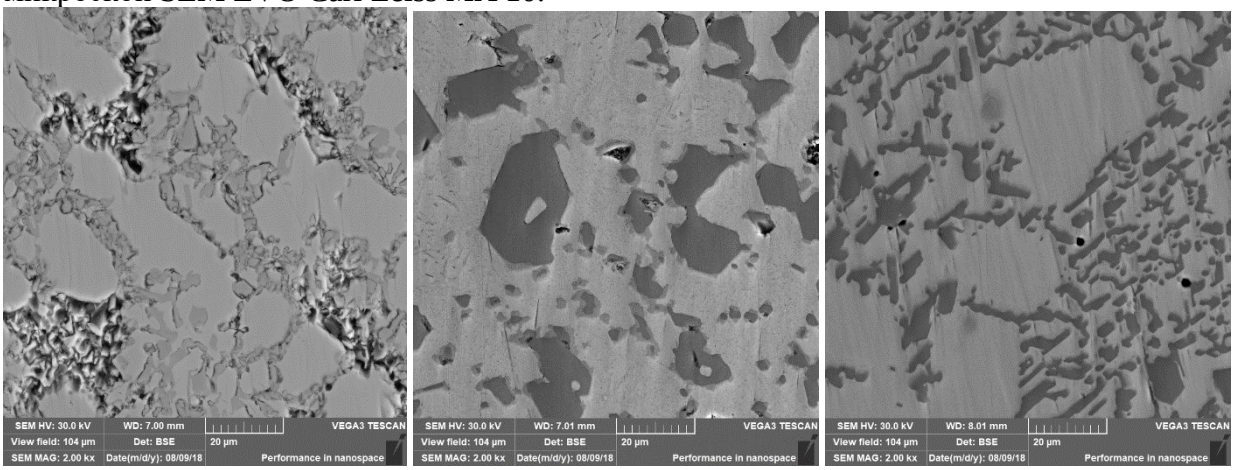
Максимальная стойкость к абразивному износу у высокохромистых белых чугунов достигается при углеродном содержании, близком к эвтектическому. В этих условиях оптимальное соотношение Cr/C способствует образованию карбидов типа (Cr,Fe)7_77 C3_33, отличающихся высокой твердостью и устойчивостью к износу. Одновременно предотвращается формирование карбидов типа (Cr,Fe)3_33C, которые, напротив, снижают

работоспособность материала. Объемная доля карбидной фазы (Кобщ_\text{общ}общ) в исследованных образцах составила: К1 = 34,61 %, К2 = 37,56 % и К3 = 40,86 %, что прямо коррелирует с улучшением их эксплуатационных и механических характеристик.

Крупные карбидные включения, напротив, оказывают отрицательное влияние на износостойкость. Эффект зависит от конкретных условий трения и характера абразивной среды. Увеличенные карбиды становятся концентраторами напряжений, что способствует зарождению микротрещин и их последующему распространению. В условиях интенсивного абразивного воздействия локальная концентрация напряжений в карбидных включениях нарушает равномерность распределения нагрузки между карбидами и металлической матрицей. Это приводит к снижению общей прочности и ускоренному износу материала.

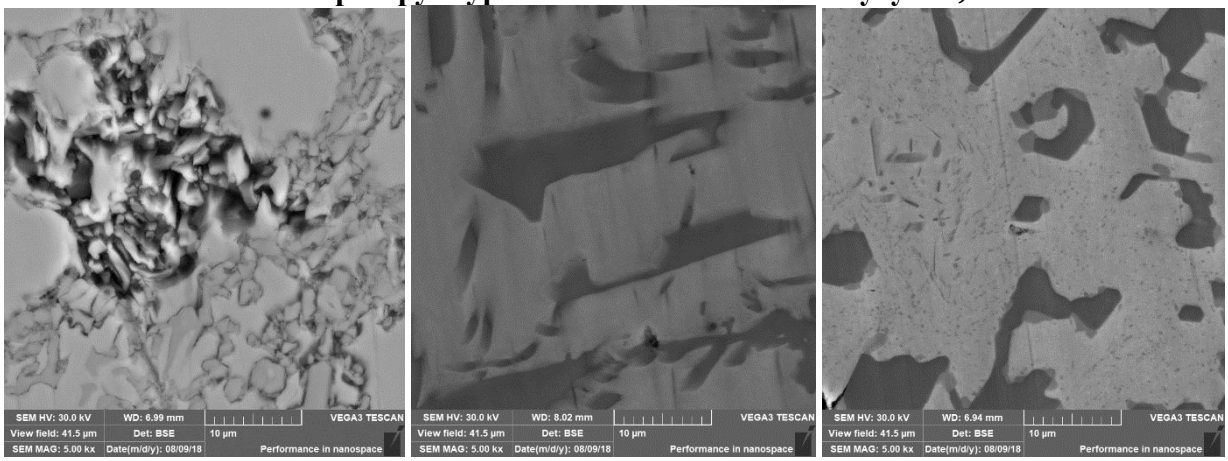
Следовательно, при высоком содержании хрома наличие крупных карбидов в относительно пластичной матрице может значительно снизить износостойкость. Под действием абразивных частиц такие карбиды склонны к растрескиванию и скалыванию, что ускоряет разрушение поверхностных слоев и уменьшает срок службы деталей. Локализованные напряжения в этих включениях вызывают их преждевременное разрушение и ухудшают структурную целостность сплава, снижая его долговечность в условиях эксплуатации.

Для изучения микроструктуры образцов применён электронный микроскоп SEM EVO Carl Zeiss MA 10.



а) 280Х29НЛ, б) 300Х32Н2М2ТЛ, в) ASTM A 532 II Class

Рис.1. Микроструктура износостойких белых чугунов, х2000



а) 280Х29НЛ, б) 300Х32Н2М2ТЛ, в) ASTM A 532 II Class

Рис.2. Микроструктура износостойких белых чугунов, х5000

В отличие от крупных карбидов, более дисперсные включения проявляют иное поведение. Они способствуют более равномерному распределению возникающих напряжений по металлической матрице, что снижает вероятность хрупкого разрушения. Мелкие карбиды частично передают нагрузки на окружающую матрицу, сохраняя её целостность и предотвращая ускоренный износ.

Оптимальные размеры карбидных фаз определяются эксплуатационными условиями. В сравнительно «мягких» абразивных средах, характеризующихся меньшей скоростью движения частиц, их низкой твердостью и закруглённой формой, присутствие более крупных карбидов не оказывает значительного негативного влияния на износостойкость. Однако при работе в более агрессивных условиях, когда абразивные частицы отличаются повышенной твёрдостью, остротой и массой, требуется уменьшение размеров карбидных включений. Это обеспечивает материалу способность выдерживать интенсивные нагрузки и абразивное воздействие без разрушения и чрезмерного износа.

Особое внимание заслуживает сплав марки 280Х29НЛ, в структуре которого отмечено повышенное содержание серы. Образование сульфидов железа вследствие высокой концентрации серы вызывает охрупчивание материала. Данный эффект приводит к механизму изнашивания, включающему выкрашивание карбидных фаз с поверхности.

В условиях ударно-абразивного изнашивания решающее значение приобретает размер, распределение и пространственная ориентация карбидов в матрице. Прочность границ раздела между карбидами и металлической основой, а также их способность поглощать и перераспределять энергию абразивных частиц напрямую определяют долговечность материала. Кроме того, исследования показали, что на износостойкость высокохромистого чугуна влияет не только его общая твёрдость, но и кристаллографическая ориентация карбидов типа (Cr,Fe)7_77C3_33 относительно поверхности трения. Именно правильное распределение и ориентация этих фаз обеспечивают эффективное сопротивление абразивным силам и увеличивают ресурс работы материала в сложных условиях эксплуатации.

Выводы.

1. Износостойкость высокохромистого белого чугуна достигает оптимального уровня при таком соотношении хрома и углерода, которое способствует формированию карбидов типа $(Cr,Fe)_7C_3$. Эти соединения обеспечивают рост твердости и сопротивления абразивному износу, одновременно снижая вероятность образования менее устойчивых карбидов типа $(Cr,Fe)_3C$.
2. Крупные карбидные включения ухудшают износостойкость, так как создают очаги концентрации напряжений и ускоряют распространение трещин, особенно при наличии пластичной матрицы. Напротив, мелкодисперсные карбиды способствуют равномерному распределению напряжений и повышают надежность материала.
3. Оптимальные размеры карбидных фаз зависят от эксплуатационных условий: при умеренных нагрузках допустимы более крупные включения, тогда как для интенсивных абразивных и сложных условий необходима мелкодисперсная карбидная структура.
4. Повышенное содержание серы, характерное для чугуна марки 280Х29НЛ, приводит к хрупкости и разрушению карбидов. Дополнительно установлено, что пространственная ориентация карбидов $(Cr,Fe)_7C_3$ относительно поверхности трения оказывает заметное влияние на износостойкость и долговечность сплава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарбер М. Е. Износостойкие белые чугуны: свойства, структура, технология, эксплуатация. — М.: Машиностроение, 2010. — 280 с.
2. Барановский К.Э., Мансуров Ю.Н., Жумаев А.А., Дувалов П.Ю. Повышение

ресурса работы деталей из износостойких хромистых чугунов // Металлургия: республиканский межведомственный сборник научных трудов. – Минск: БНТУ, 2019. – Вып. 40. - С. 78-83.

3. А. А. Жумаев, Ю. Н. Мансуров, Дж. Дж. Маматкулов, К. С. Абдуллаев. Фазовые превращения в сплавах железа с углеродом, легированных редкоземельными и переходными металлами. // Черные металлы, № 11 (1067). 2020. – С.22 – 29.

4. А. А. Жумаев, Ю. Н. Мансуров, Дж. Дж. Маматкулов, Г. Д. Улугов. Оптимизация состава и структуры износостойких белых чугунов, используемых в горнодобывающей промышленности. // Черные металлы, № 12 (1068). 2020. – С.4 – 10.

5. Kopyciński, D., Piasny, S. Influence of tungsten and titanium on the structure of chromium cast iron // Archives of Foundry Engineering. 2012, No 12(1), - P 57-60.

6. U. Pranav, M. Agustina, F. Mücklich. A Comparative Study on the Influence of Chromium on the Phase Fraction and Elemental Distribution in As-Cast High Chromium Cast Irons: Simulation vs. Experimentation. // Metals. 2020, No 12, - P 4-17.

7. Ponomareva A. V., Ruban A. V., Mukhamedov B. O., Abrikosov I. A. Eff ect of multicomponent alloying with Ni, Mn and Mo on phase stability of bcc Fe–Cr alloys // Acta Materialia. 2018. Vol. 150. - P. 117–129.

8. Mukhamedov B. O., Ponomareva A. V., Abrikosov I. A. Spinodal decomposition in ternary Fe–Cr–Co-system // Journal Alloys Compd. 2017. Vol. 695. P. 250–256.

9. Ali K., Ghosh P. S., Arya A. A DFT study of structural, elastic and lattice dynamical properties of Fe2Zr and FeZr2 intermetallics // Journal Alloys Compd. 2017. Vol. 723. - P. 611–619.

10. Konar B., Kim J., Jung I. Critical Systematic Evaluation and Thermodynamic Optimization of the Fe-RE System: RE = La, Ce, Pr, Nd // Journal Phase Equilibria and Diffusion. 2016. Vol. 37, Iss. 4. - P.

УДК 669.131.2

КОМПЛЕКСНОЕ СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФАЗОВОГО СОСТАВА ОТЛИВОК ИЗ ВЫСОКОХРОМИСТЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ БЕЛЫХ ЧУГУНОВ

Ахмедов Хасан Исломович
Навоийский государственный горный и технологический университет, т.ф.н., доцент, kh_akhmedov@mail.ru

Аннотация. В данной работе исследованы особенности формирования микроструктуры и фазового состава высокохромистых белых износостойких чугунов. Проведен сравнительный анализ структуры образцов, полученных при различных технологических режимах, и установлено влияние морфологии карбидной фазы на износостойкость. Полученные результаты подтверждают корреляцию между распределением структурных компонентов и эксплуатационными свойствами исследуемых чугунов.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda yuqori xromli oq yeyilishga chidamli cho‘yan quymalaridagi mikrostruktura va fazaviy tarkibning shakllanishi tahlil qilindi. Turli texnologik shart-sharoitlarda xosil bo‘lgan struktura elementlari o‘rganilib, ularning yeyilishga bardoshlilikka ta’siri aniqlandi. Qiyosiy tahlil natijalari struktura-faza o‘zgarishlari bilan mexanik va ekspluatatsion xossalar o‘rtasidagi uzviy bog‘lanishni ko‘rsatdi.

Abstract. This study investigates the formation of microstructure and phase composition in high-chromium wear-resistant white cast iron castings. A comparative analysis of samples produced under different technological conditions was carried out, highlighting the influence of carbide morphology and distribution on wear resistance. The results demonstrate a strong correlation between structural-phase transformations and the mechanical as well as operational performance of the alloys.

Ключевые слова: карбидная фаза, абразивный износ, высокохромистый чугун, химический состав, микроструктура, износостойкость, твёрдость, кристаллизация, металлическая матрица, степень дисперсности, морфология карбидов, диффузионные процессы, термодинамическая стабильность, фазовые превращения, легирующий элемент, жаростойкость, вязкость, кинетика затвердевания чугуна, температура плавления, модифицирование, кристаллическая решётка, металлургические дефекты, фрактографический анализ, трибологические свойства.

Kalit so‘zlar: karbid fazasi, abraziv yeyilish, yuqori xromli cho‘yan, kimyoviy tarkib, mikrostruktura, yeyilishga bardoshlilik, qattiqlik, kristallanish, metall matritsa, disperslik darajasi, karbidlarning morfologiyasi, diffuziya jarayoni, termodinamik barqarorlik, faza o‘zgarishlari, qotishma elementi, issiqlikka chidamlilik, qovushqoqlik, cho‘yan qotishi kinetikasi, suyuqlanish harorati, modifikatsiyalash, kristall panjarasi, metallurgik nuqsonlar, fraktografik tahlil, tribologik xossalar.

Key words: carbide phase, abrasive wear, high-chromium cast iron, chemical composition, microstructure, wear resistance, hardness, crystallization, metallic matrix, degree of dispersion, carbide morphology, diffusion processes, thermodynamic stability, phase transformations, alloying element, heat resistance, toughness, solidification kinetics of cast iron, melting temperature, modification, crystal lattice, metallurgical defects, fractographic analysis, tribological properties.

Высокохромистые белые чугуны относятся к числу наиболее перспективных и широко применяемых износостойких материалов, которые находят практическое использование в ключевых секторах тяжёлой промышленности — горнодобывающей,

металлургической, энергетической, цементной и строительной отраслях. Популярность и высокая востребованность этих сплавов объясняется их уникальным сочетанием эксплуатационных характеристик: они обладают значительной твёрдостью, высокой стойкостью к абразивному износу, устойчивостью к воздействию динамических нагрузок, а также сравнительно низкой себестоимостью производства, что выгодно отличает их от легированных сталей и дорогостоящих композиционных материалов. Благодаря такому комплексу свойств высокохромистые чугуны нашли применение при изготовлении деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного и ударного воздействия: футеровочных плит, дробильных щек, шаров для мельниц, лопаток, защитных элементов и других конструктивных узлов, определяющих долговечность и надёжность оборудования [1–3].

Эффективность функционирования изделий из высокохромистого чугуна в значительной мере определяется их структурой, которая формируется в процессе кристаллизации и последующего охлаждения расплава. Ключевым фактором в этом случае выступает скорость отвода тепла, оказывающая решающее влияние на распределение и морфологию карбидных фаз, размеры эвтектических колоний, строение аустенитной матрицы и вероятность образования мартенсита при термическом охлаждении. В структуре белых высокохромистых чугунов основным упрочняющим компонентом выступают эвтектические карбиды типа $(Cr,Fe)_7C_3$, количество, форма и характер их распределения напрямую влияют на твёрдость, износостойкость и общие механические свойства сплава [4–5].

Одним из наиболее эффективных методов управления кристаллизацией и, соответственно, структурным состоянием чугуна является использование литейных холодильников. Эти технологические элементы представляют собой специальные металлические или графитовые вставки, размещаемые в литейной форме для локального ускоренного отвода тепла. Их применение способствует формированию в прилегающих зонах направленной мелкодисперсной структуры, характеризующейся измельчёнными и равномерно распределёнными карбидами. Такая микроструктура обеспечивает повышение износостойкости и уменьшает вероятность образования хрупких фаз. Однако чрезмерное ускорение охлаждения может сопровождаться возникновением внутренних термических напряжений и развитием микротрещин, что требует тщательной оптимизации параметров литейной технологии и режима охлаждения [6–7].

В этой связи исследование влияния литейных холодильников на процессы структурообразования в высокохромистых белых чугунах приобретает особую актуальность. Оно имеет как теоретическое, так и прикладное значение: с одной стороны, позволяет глубже понять механизмы фазовых превращений и закономерности эволюции микроструктуры в ходе кристаллизации сложнолегированных чугунов; с другой — открывает перспективы совершенствования литейных процессов для получения изделий с улучшенными характеристиками прочности и долговечности.

Научная новизна проведённого исследования заключается в комплексном подходе к анализу структурных изменений, происходящих в высокохромистых белых чугунах под воздействием литейных холодильников. Для этого использованы современные методы металлографического, рентгеноструктурного и электронно-микроскопического анализа, обеспечивающие многоплановое рассмотрение процессов структурной эволюции. Практическая значимость работы состоит в разработке и обосновании технологических приёмов, позволяющих регулировать морфологию, размер и дисперсность карбидной фазы. Это обеспечивает улучшение износостойкости и механической прочности деталей без значительного увеличения себестоимости их производства [8–10].

Таким образом, основная цель настоящего исследования состоит в изучении

механизмов формирования микроструктуры высокохромистых белых износостойких чугунов при использовании литейных холодильников, а также в установлении взаимосвязи между режимами охлаждения, фазовым составом и эксплуатационными свойствами материала. Реализация данной цели позволит как расширить фундаментальные знания в области физико-металлургических процессов, так и разработать практические рекомендации для литейного производства, направленные на повышение надёжности и долговечности изготавливаемых изделий.

Материалы и методы исследования. В качестве исследуемого материала были выбраны износостойкие белые чугуны 280Х29НЛ, 300Х32М2Н2ТЛ и 330Х17Л. Данные чугуны применяются для отливок горно-обогатительного оборудования, работающих в условиях интенсивного абразивного износа (питающие диски, подложки, плиты для дробилок).

Для проведения исследований изготовлены отливки и образцы из белых износостойких чугунов марки 280Х29НЛ и 300Х32Н2М2ТЛ и 330Х17Л, плавку проводили в индукционной печи ИЧТ-2,5. Химический состав отливок и образцов (рис. 1.), приготовленных в промышленных условиях, определен эмиссионным спектральным методом [11-13].



1-280Х29НЛ, 2-300Х32Н2М2ТЛ, 3-330Х17Л

Рисунок-1. Образцов белых износостойких чугунов

Для выявления структуры образцы подвергнуты травлению реактивом следующего состава: 15 мл азотной кислоты, 15 мл соляной кислоты и 15 мл глицерина. Микроструктуры образцов изучали на микроскопе марке OLYMPUS BX53.

Результаты исследования и их анализ.

Усредненные результаты изучения химического состава белых чугунов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав исследуемых сплавов

Марки сплавов	Элементы, %									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu
280Х29НЛ	2,82	0,51	0,57	0,067	0,032	28,8	1,54	0,057	-	0,2
300Х32Н2М2ТЛ	2,67	1,13	0,57	0,043	0,018	31,6	1,93	0,37	0,2	0,07
330Х17Л	3,30	0,65	0,47	0,042	0,032	17,0	0,56	0,50	-	0,15

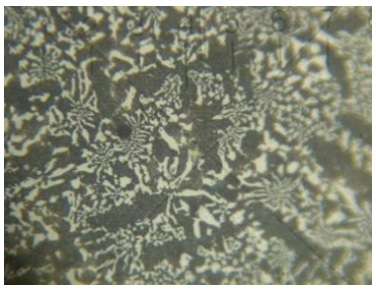
Анализ представленных в таблице 1 результатов химического анализа полученных сплавов свидетельствует о том, что их составы в полной мере соответствуют нормативно-техническим требованиям и паспортным данным, регламентированным для данных марок чугунов на предприятии. Содержание основных легирующих элементов – углерода, хрома, марганца, молибдена, никеля и других компонентов – находится в пределах допустимых концентраций, что подтверждает правильность выбранного режима плавки и соответствие применённых шихтовых материалов заданным маркам сплава. Таким

образом, можно констатировать, что процесс выплавки и подготовка расплава были выполнены в строгом соответствии с технологическими регламентами, обеспечив получение чугунов с требуемыми химико-металлургическими характеристиками.

Следует отметить, что химический состав оказывает определяющее влияние на формирование структуры и эксплуатационных свойств материала. В частности, соотношение хрома и углерода в данных чугунах предопределяет образование карбидной фазы типа (Cr,Fe)7C3, которая играет ключевую роль в обеспечении высокой твёрдости и износостойкости. Дополнительные элементы (Mn, Mo, Ni, Ti и др.) стабилизируют аустенит, повышают прокаливаемость и способствуют измельчению структуры, что в комплексе положительно отражается на рабочих характеристиках отливок. Соответствие химического состава нормативам является базовым условием для получения микроструктуры, удовлетворяющей требованиям к износостойким материалам.

На **рисунке 2** представлены микроструктуры исследуемых чугунов, полученных при литье в земляные формы. Наблюдается типичная картина строения высокохромистых белых чугунов: металлическая матрица аустенитного типа, внутри которой равномерно распределены эвтектические колонии на основе карбида (Cr,Fe)7C3 с характерной розеточной морфологией. Следует подчеркнуть, что размеры карбидов в исследуемых образцах практически одинаковы, что объясняется идентичными условиями кристаллизации в земляной форме. Общее количество карбидной фазы прямо коррелирует с содержанием углерода в сплаве, при этом наблюдается зависимость износостойкости материала от оптимального соотношения хрома и углерода.

Таким образом, результаты анализа таблицы 1 и сопоставление их со структурными данными (рисунок 2) позволяют сделать вывод о корректности проведения экспериментов и достоверности полученных результатов. Данные показывают, что исследуемые чугуны представляют собой доэвтектические сплавы с приблизительно одинаковым содержанием эвтектических карбидов, что создаёт предпосылки для дальнейшего анализа влияния условий кристаллизации на морфологию карбидной фазы, твёрдость и износостойкость материалов.

а)  б)  в) 

а – 280Х29НЛ; б – 300Х32Н2М2ТЛ; в –330Х17Л, при увеличении ×500

Рисунок-2. Структура чугунов

Поскольку кристаллизация происходила в идентичных условиях в земляных формах, морфология и размеры карбидных включений оказались близкими во всех сплавах. В литом состоянии высокохромистые чугуны имеют матрицу аустенитного типа, в которой располагаются эвтектические колонии карбида хрома состава M_7C_3, обладающие характерной розеточной морфологией (рис. 2). При этом установлено, что увеличение содержания углерода в сплаве приводит к росту доли карбидной фазы, тогда как тип карбидов определяется соотношением концентраций хрома и углерода. Максимальной износостойкостью обладают чугуны, состав которых близок к эвтектическому, при этом соотношение Cr/C обеспечивает преимущественное образование карбидов типа $(Cr,Fe)_7C_3$ и исключает появление карбидов типа $(Cr,Fe)_3C$.

Особое значение имеет размер карбидных включений. Известно, что измельчение карбидов способствует повышению износостойкости за счёт более равномерного распределения напряжений в системе «карбид – металлическая матрица». Мелкие карбиды эффективно перераспределяют нагрузку на аустенитную основу и не подвергаются разрушению под действием абразивных частиц. Напротив, крупные карбидные включения, особенно при их локализации в относительно пластичной матрице, склонны к растрескиванию и выкрашиванию, что снижает эксплуатационные характеристики материала. Таким образом, морфология и дисперсность карбидной фазы являются ключевыми факторами, определяющими долговечность чугунных деталей при абразивном изнашивании.

Из указанных чугунов в условиях промышленных плавок в земляных формах были изготовлены детали типа «Питающий диск» (масса 35 кг, диаметр 380 мм, толщина 38 мм). Производство данных деталей осуществляется на Навоийском машиностроительном заводе для эксплуатации в составе центробежных дробилок. Для комплексной оценки эксплуатационных характеристик отливок, выполненных из различных марок чугунов, были определены показатели твёрдости, микротвёрдости и исследована их микроструктура. При этом твердость по Роквеллу измерялась как на поверхности, так и в сердцевине деталей, поскольку их крупные габариты предполагают наличие различий в скорости охлаждения по сечению и, как следствие, в локальных структурных характеристиках.

Результаты экспериментов представлены в табл. 2. Согласно полученным данным, наибольшие значения твердости (56–57 HRC на поверхности и 52–53 HRC в сердцевине) и микротвёрдости матрицы (595 HV_{50}) характерны для высоколегированного чугуна марки 300Х32Н2М2ТЛ, обладающего комплексом прочностных и эксплуатационных преимуществ. Экономнолегированный чугун 330Х17Л демонстрирует несколько более низкие показатели (53–54 HRC на поверхности, 50–51 HRC в сердцевине и 575 HV_{50}), однако остаётся весьма конкурентоспособным. Минимальные значения твёрдости (50–51 HRC и 45–46 HRC соответственно) и микротвёрдости (550 HV_{50}) зафиксированы у чугуна марки 280Х29НЛ.

Для дальнейшего повышения эксплуатационных характеристик (твердости и износостойкости) предложено использовать методы направленного воздействия на процессы кристаллизации, прежде всего путём измельчения структуры при увеличении скорости охлаждения. В рамках исследования были отлиты дополнительные образцы из рассмотренных сплавов с применением металлических холодильников, после чего их структуры были изучены с использованием оптического микроскопа OLYMPUS BX53 при увеличениях ×200 и ×1000 (рис. 3–5).

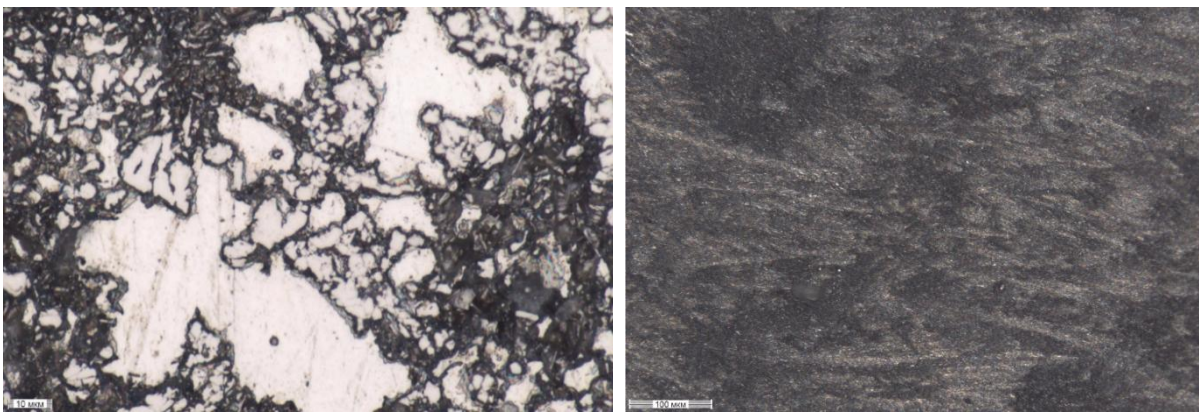


Рисунок-3. Структура чугуна 300Х32Н2М2ТЛ, ×200, ×1000

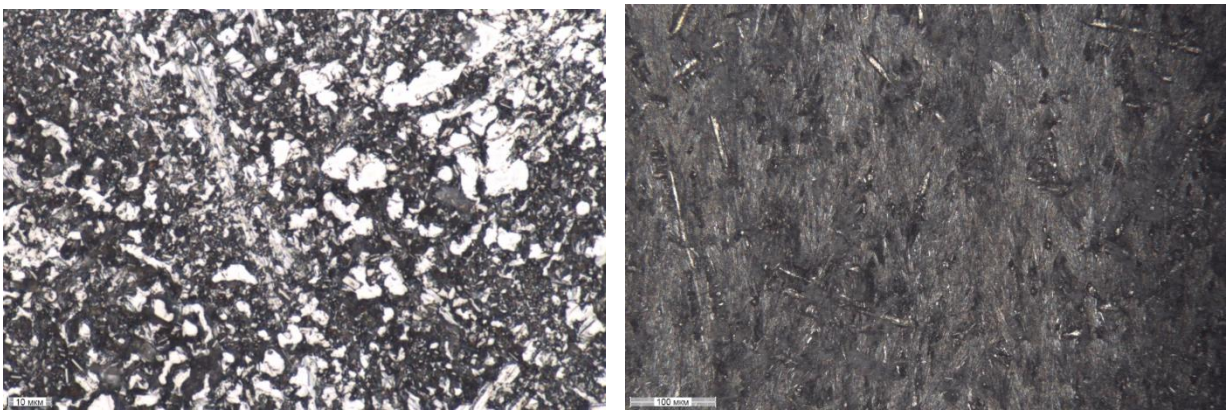


Рисунок 4 - Структура чугуна 280Х29НЛ, ×200, ×1000

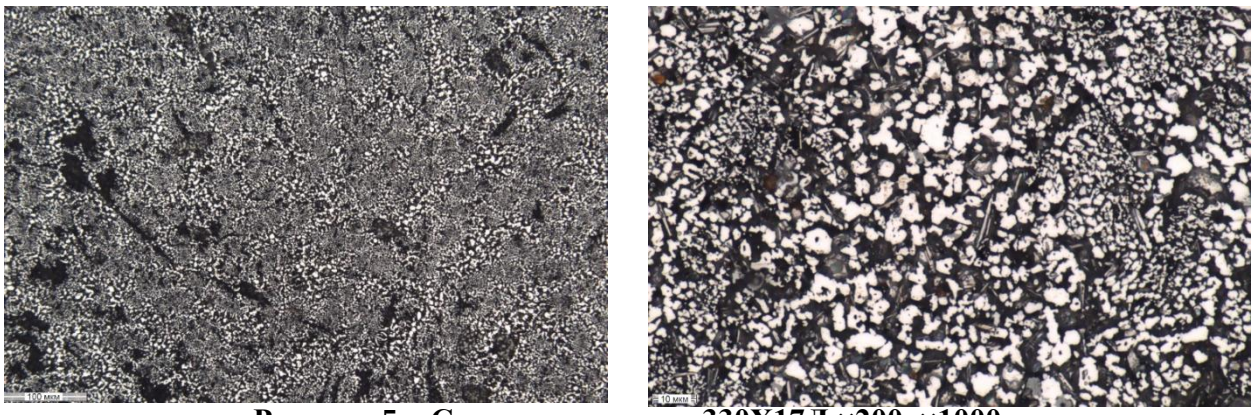


Рисунок 5 – Структура чугуна 330Х17Л ×200, ×1000

Таким образом, проведённые исследования подтверждают высокую перспективность применения экономнолегированного чугуна 330Х17Л при одновременном совершенствовании литейной технологии для обеспечения оптимального соотношения «стоимость–свойства» и повышения долговечности изделий, эксплуатируемых в тяжёлых абразивных условиях.

Как показали результаты металлографических исследований, применение металлических форм при литье способствует интенсификации теплоотвода, что ведет к ускоренной кристаллизации и формированию структуры, зернистость которой в 2–3 раза меньше по сравнению с отливками, полученными в земляных формах. Вследствие такого структурного измельчения наблюдается повышение твёрдости: для сплава 330Х17Л твёрдость достигает 59–61 HRC, для 300Х32Н2М2ТЛ – 58–59 HRC, тогда как у сплава 280Х29НЛ данный показатель ограничивается значениями 54–55 HRC.

Ключевым фактором, определяющим эксплуатационные характеристики высокохромистых чугунов, является не только количество и размеры карбидов, но и их пространственная ориентация в металлической матрице. Особенно это проявляется при эксплуатации в условиях ударно-абразивного износа, где важнейшую роль играет прочность связи карбидных включений с матрицей, а также их способность равномерно перераспределять энергию ударных нагрузок от абразивных частиц. Таким образом, именно более мелкозернистая и равномерная структура, формирующаяся в сплаве **330Х17Л** при литье в металлические формы (рис. 5), отвечает требованиям к повышенной надёжности и долговечности материала.

Практический опыт применения деталей из износостойких белых чугунов в условиях эксплуатации на предприятиях Узбекистана и Республики Беларусь показал, что использование металлических форм или литейных холодильников обеспечивает повышение твёрдости деталей до уровня 60–61 HRC, а их износостойкость возрастает в

среднем на **20 %** по сравнению с деталями, отлитыми в земляных формах. Полученные результаты подтверждают высокую эффективность технологии ускоренного охлаждения при производстве литых изделий, работающих в условиях интенсивного абразивного и ударного воздействия.

Выводы.

Проведённый сравнительный анализ износостойкости белых высокохромистых чугунов марок 280Х29НЛ, 300Х32Н2М2ТЛ и 330Х17Л показал, что традиционно применяемый на ПО «Навоийский машиностроительный завод» (НГМК) чугун 280Х29НЛ характеризуется более низкими показателями твёрдости и сопротивления абразивному износу по сравнению со сплавами 330Х17Л и 300Х32Н2М2ТЛ.

Установлено, что повышение эксплуатационной стойкости деталей при одновременном снижении себестоимости литейного производства возможно за счёт применения экономнолегированного чугуна 330Х17Л, обладающего благоприятным сочетанием механических свойств и структурных характеристик. Дополнительно использование металлических литейных форм обеспечивает формирование мелкодисперсной структуры, что способствует дальнейшему росту твёрдости и износостойкости готовых изделий по сравнению с традиционным литьём в земляные формы.

На основании полученных данных рекомендуется внедрение в серийное производство деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного и ударного изнашивания, чугуна марки 330Х17Л, что позволит не только увеличить срок службы изделий, но и снизить затраты на их изготовление.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарбер М. Е. Износостойкие белые чугуны: свойства, структура, технология, эксплуатация. — М.: Машиностроение, 2010. — 280 с.

2. А. А. Жумаев, К.Э. Барановский, Ю. Н. Мансуров, Х.И. Ахмедов. Результаты исследования структуры отливок из белых износостойких чугунов. // Черные металлы, № 2 (1082). 2022. – С.4 – 10.

3. Барановский К.Э., Мансуров Ю.Н., Жумаев А.А., Улугов Г.Д. Повышение ресурса работы деталей центробежных дробилок «CEMKO KEV 96» за счет ускоренного охлаждения отливок / Сборник трудов XV Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительство и энергетики. Том 1. – 2019, Минск, БНТУ – С. 72-75.

4. А. А. Жумаев, Ю. Н. Мансуров, Дж. Дж. Маматкулов, К. С. Абдуллаев. Фазовые превращения в сплавах железа с углеродом, легированных редкоземельными и переходными металлами. // Черные металлы, № 11 (1067). 2020. – С.22 – 29.

5. А. А. Жумаев, Ю. Н. Мансуров, Дж. Дж. Маматкулов, Г. Д. Улугов. Оптимизация состава и структуры износостойких белых чугунов, используемых в горнодобывающей промышленности. // Черные металлы, № 12 (1068). 2020. – С.4 – 10.

6. Kopyciński, D., Piasny, S. Influence of tungsten and titanium on the structure of chromium cast iron // Archives of Foundry Engineering. 2012, No 12(1), - P 57-60.

7. U. Pranav, M. Agustina, F. Mücklich. A Comparative Study on the Influence of Chromium on the Phase Fraction and Elemental Distribution in As-Cast High Chromium Cast Irons: Simulation vs. Experimentation. // Metals. 2020, No 12, - P 4-17.

8. Ponomareva A. V., Ruban A. V., Mukhamedov B. O., Abrikosov I. A. Eff ect of multicomponent alloying with Ni, Mn and Mo on phase stability of bcc Fe–Cr alloys // Acta Materialia. 2018. Vol. 150. - P. 117–129.

9. Mukhamedov B. O., Ponomareva A. V., Abrikosov I. A. Spinodal decomposition in ternary Fe–Cr–Co-system // Journal Alloys Compd. 2017. Vol. 695. P. 250–256.

10. Ali K., Ghosh P. S., Arya A. A DFT study of structural, elastic and lattice dynamical properties of Fe2Zr and FeZr2 intermetallics // Journal Alloys Compd. 2017. Vol. 723. - P. 611–619.

11. Konar B., Kim J., Jung I. Critical Systematic Evaluation and Thermodynamic Optimization of the Fe-RE System: RE = La, Ce, Pr, Nd // Journal Phase Equilibria and Diffusion. 2016. Vol. 37, Iss. 4. - P. 438–458.

12. Kolokoltsev V. M., Petrochenko E. V., Molochkova O. S. Influence of boron modification and cooling conditions during solidification on structural and phase state of heat- and wear-resistant white cast iron // CIS Iron and Steel Review. 2018. Vol. 15. - P. 11–15.

13. Барановский К.Э., Мансуров Ю.Н., Жумаев А.А., Дувалов П.Ю. Повышение ресурса работы деталей из износостойких хромистых чугунов // Металлургия: республиканский межведомственный сборник научных трудов. – Минск: БНТУ, 2019. – Вып. 40. - С. 78-83.

14. Abrikosov I. A., Ponomareva A. V., Steneteg P., Barannikova S. A., Alling B. Recent progress in simulations of the paramagnetic state of magnetic materials // Current Opinion Solid State Materials Science. 2016. Vol. 20. - P. 85–106.

15. Ahmad J. K. Melting of a new carbon –free waxed sponge iron in Electric Arc Furnace (EAF) for steelmaking // International Journal of Materials Science and Applications. 2015. Vol. 4. No. 1-2. - P. 1–6

16. Shamelkhanova N. A., Uskenbayeva A. M., Volochko A. T., Korolyov S. P. The Study of the Role of Fullerene Black Additive During the Modification of Ductile Cast Iron // Materials Science Forum. Switzerland. 2017. Vol. 891. - P. 235–241.

17. Кудря А. В., Соколовская Э. А., Ахмедова Т. Ш., Пережогин В. Ю. Информативность морфологии структур твердых сплавов для прогноза качества наплавок // Цветные металлы. 2017. № 12. - С. 78–83.

18. А.А. Жумаев, К.Э. Барановский, Ю.Н. Мансуров. Анализ микроструктуры износостойких хромистого чугунов после термической обработки // Литье и Металлургия. -Минск, 2021. -№ 1. -С. 142-148.

УДК 669.131.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭВОЛЮЦИИ МИКРОСТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫСОКОМАРГАНЦОВИСТОЙ ИЗНОСОСТОЙКОЙ СТАЛИ 110Г13Л

Улугов Голибжон Давлатович
Навоийский государственный горный и технологический университет, PhD, доцент, d_golibjon@mail.ru

Аннотация. В статье представлено всестороннее исследование, посвящённое разработке и производству высокомарганцовистой износостойкой стали марки 110Г13Л, включая исторические предпосылки её создания и особенности плавки в условиях Навоийского машиностроительного завода. Проведён детальный анализ влияния различных режимов термической обработки на эволюцию микроструктуры, фазовый состав и эксплуатационные свойства сплава. Особое внимание уделено взаимосвязи между структурными превращениями, происходящими в процессе аустенитизации и последующего охлаждения, и их воздействию на износостойкость и долговечность стали 110Г13Л в условиях эксплуатации. Полученные результаты позволяют оптимизировать технологические параметры для обеспечения рационального сочетания прочности, вязкости и эксплуатационной надёжности высокомарганцовистых сталей.

Annotatsiya. Maqolada yuqori marganetsli yeyilishga chidamli 110G13L po‘lat turining yaratilish tarixi, uning metallurgik xususiyatlari va Navoiy mashinasozlik zavodi sharoitidagi qotishni amalga oshirish jarayoni keng qamrovda yoritilgan. Tadqiqotda turli issiqlik bilan ishlov berish rejimlarining po‘latning mikrostrukturasi, fazaviy tarkibi va ekspluatatsion xossalariga ta’siri chuqur tahlil qilingan. Ayniqsa, austenitlanish va so‘nggi sovitish jarayonlarida kechadigan strukturaviy o‘zgarishlar hamda ularning 110G13L po‘latining yeyilishga chidamliligi va ishonchliligiga ta’siriga alohida e’tibor qaratilgan. Olingan natijalar yuqori marganetsli po‘latlar uchun kuch, qattiqlik va ishonchlilikning muvozanatlashgan majmuasini ta’minlaydigan texnologik parametrlarni optimallashtirish imkonini beradi.

Abstract. The article presents a comprehensive study on the development and production of high-manganese wear-resistant steel grade 110G13L, focusing on its historical background, metallurgical characteristics, and smelting technology under the conditions of the Navoi Machinery Plant. The research provides an in-depth analysis of the effects of various heat treatment regimes on the evolution of the microstructure, phase composition, and mechanical performance of the alloy. Particular attention is paid to the relationship between the structural transformations occurring during austenitization and subsequent cooling processes and their influence on the wear resistance and durability of 110G13L steel in service. The obtained results contribute to optimizing the technological parameters for achieving a balanced combination of strength, toughness, and operational reliability in high-manganese steels.

Kalit so‘zlar: 110G13L po‘lati, yuqori marganetsli po‘lat, yeyilishga chidamlilik, issiqlik bilan ishlov berish, mikrostruktura, austenit, fazaviy o‘zgarishlar, mexanik xossalar, chidamlilik, texnologik optimallashtirish

Ключевые слова: сталь 110Г13Л, высокомарганцовистая сталь, износостойкость, термическая обработка, микроструктура, аустенит, фазовые превращения, механические свойства, долговечность, технологическая оптимизация

Key words: 110G13L steel, high-manganese steel, wear resistance, heat treatment, microstructure, austenite, phase transformation, mechanical properties, durability, technological optimization

Более ста лет назад, в 1878 году, выдающимся английским металлургом Робертом

Гадфильдом была запатентована высокомарганцовистая аустенитная сталь, известная под обозначением Г13, которая впоследствии получила название сталь Гадфильда**.** Эта сталь характеризуется уникальной комбинацией свойств-высокой способностью к наклёпу при пластической деформации, исключительной износостойкостью и устойчивостью против ударных нагрузок. Благодаря совокупности данных характеристик, сталь Гадфильда стала основой для последующего развития нового класса аустенитных износостойких сталей, применяемых в тяжёлых эксплуатационных условиях машиностроения и горнодобывающей промышленности [1].

Особый интерес марганец представляет как легирующий элемент в составе нестабильных аустенитных сталей, склонных к деформационному упрочнению**.** Именно Гадфильд впервые обнаружил и экспериментально подтвердил этот эффект, заключающийся в превращении аустенита в мартенсит под воздействием пластической деформации, что приводит к росту твёрдости и износостойкости без потери вязкости. Высокоуглеродистая марганцовистая сталь (около 1,1-1,4 % C и 11-14 % Mn) сразу получила широкое распространение благодаря своей способности совмещать пластичность, ударную вязкость и способность к самоупрочнению в процессе эксплуатации. До настоящего времени она остаётся незаменимым материалом для деталей, работающих в условиях интенсивного ударного и абразивного износа [2].

С активным развитием горнодобывающей промышленности в Центральных Кызылкумах в середине 1960-х годов на Производственном объединении «Навоийский машиностроительный завод» (ПО НМЗ) была внедрена технология выплавки и литья изделий из высокомарганцовистой стали марки 110Г13Л**,** которая является промышленным аналогом стали Гадфильда, адаптированной к современным условиям литейного производства. Первые отливки из этой стали успешно применялись в мельницах типов МШР и ММС-70, где материал продемонстрировал высокую надёжность, устойчивость к ударным нагрузкам и превосходные показатели износостойкости при длительной эксплуатации.

В настоящее время объём литейного производства изделий из стали 110Г13Л на ПО НМЗ превышает 15 тысяч тонн в год**,** что подтверждает её востребованность и высокую технологическую эффективность. Из данного материала изготавливают широкий спектр ответственных деталей, работающих при повышенных динамических нагрузках: футеровки шаровых мельниц, зубья ковшей экскаваторов и землечерпалок, траки гусеничных машин, крестовины и сердечники стрелочных переводов железнодорожных путей, а также сменные элементы дробильного оборудования. Высокая способность стали 110Г13Л к поглощению энергии удара и последующему самоупрочнению в процессе работы обеспечивает её исключительную долговечность и надёжность [3,4].

Благодаря многолетнему опыту и инженерным разработкам специалистов литейного производства ПО НМЗ, была отработана технология литья крупногабаритных деталей**,** включая конусы и чаши дробилок массой свыше 7 тонн каждая. При этом оптимизация химического состава, усовершенствование режимов термической обработки и внедрение современных методов контроля качества обеспечили стабильность микроструктуры и равномерность свойств по сечению крупных отливок. Образцы таких изделий, выполненных из стали 110Г13Л, представлены на рисунках 1 и 2, демонстрируя высокую технологическую культуру и потенциал отечественного литейного производства в области высокомарганцовистых износостойких сталей.

Согласно требованиям технических условий TS 07621395-038.2015**,** высокомарганцовистая износостойкая сталь марки **110Г13Л** характеризуется следующим химическим составом (в массовых процентах): 0,9–1,1 % C; 11,5–14,5 % Mn; 0,2–0,6 % Si; S≤0,05 %; P≤0,10 %**.** Такое соотношение углерода и марганца является принципиально

важным для формирования устойчивой аустенитной структуры при комнатной температуре. Высокое содержание марганца стабилизирует аустенитную фазу, понижая температуру мартенситного превращения и предотвращая переход аустенита в феррит или перлит при охлаждении после кристаллизации. Благодаря этому сталь 110Г13Л сочетает в себе высокую пластичность, ударную вязкость и способность к деформационному упрочнению, что обеспечивает её выдающуюся износостойкость в условиях динамического нагружения.



Рис 1. Продукция ЛП ПО НМЗ



Рис 2. Чаша дробилки весом 7,2 тонн. отлитая из стали 110Г13Л

Наличие углерода в пределах 0,9–1,1 % способствует формированию достаточного количества карбидных фаз типа $(Fe,Mn)_3C$, которые при затвердевании распределяются преимущественно по границам зёрен аустенита. Эти карбиды выполняют роль упрочняющих включений, но при избыточном содержании могут вызывать локальную хрупкость, поэтому оптимальное соотношение углерода и марганца является ключевым фактором при производстве отливок из стали данного класса.

В исходном литом состоянии структура стали 110Г13Л характеризуется аустенитной матрицей, содержащей вторичные карбиды марганца и железа $(Fe,Mn)_3C$, распределённые в виде дисперсных выделений по границам дендритов (см. рис. 3). Такая структура обеспечивает материалу сочетание высокой вязкости и умеренной прочности, однако не обладает максимальной износостойкостью. Для достижения оптимального сочетания свойств необходимо проведение термической обработки, направленной на растворение карбидных фаз и стабилизацию аустенита.

При нагреве до температуры около 1100 °C происходит постепенное растворение карбидов $(Fe,Mn)_3C$ в твёрдом растворе γ-Fe(Mn), что способствует выравниванию химического состава и устранению микросегрегации по границам зёрен. После закалки в **воде** с указанной температуры формируется чисто аустенитная структура без карбидных выделений (см. рис. 4). Полученный металл обладает сравнительно низкой твёрдостью-порядка НВ≈200, однако сохраняет высокую пластичность и способность к самоупрочнению в процессе пластической деформации. В результате в условиях эксплуатационной нагрузки поверхность изделия упрочняется до твёрдости НВ ≈ 500–600, что обеспечивает исключительную износостойкость без необходимости дополнительной термообработки в эксплуатации [5].

Таким образом, сочетание оптимального химического состава и корректно подобранного режима термообработки является основой формирования аустенитной структуры, способной обеспечивать высокий уровень эксплуатационной надёжности стали 110Г13Л. Эта особенность делает её незаменимой для деталей, подвергающихся интенсивным ударным и абразивным нагрузкам-таких как футеровки мельниц, дробильные конусы, зубья экскаваторных ковшей и другие элементы горно-металлургического оборудования.

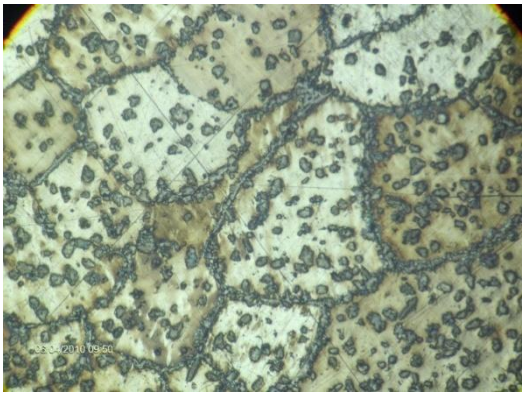


Рис. 3 Микрофотография стали 110Г13Л. Литое состояние. (х 100) Аустенит и избыточные карбиды марганца и железа $(Fe, Mn)_3C$.

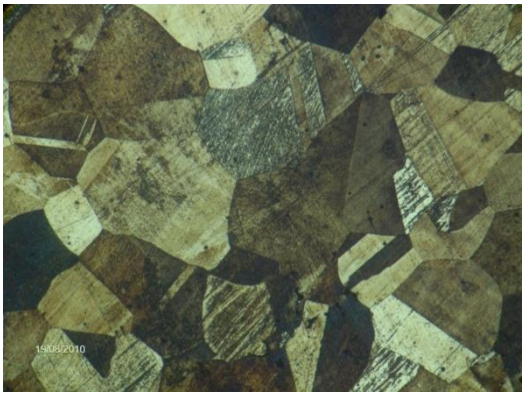


Рис. 4 Микрофотография стали 110Г13Л после закалки, Т*зак* = 1100 ^oC. (х 100)

После закалки структура аустенита считается оптимальной и наиболее стабильной для высокомарганцовистой стали 110Г13Л. Основная цель закалочного процесса заключается в полном растворении вторичных карбидных фаз**,** выравнивании химического состава по объёму зерен и фиксации однородной аустенитной структуры путём быстрого охлаждения. Высокая скорость охлаждения предотвращает распад пересыщенного твёрдого раствора и сохраняет термодинамически неустойчивый, но кинетически стабильный аустенит, который обладает повышенной пластичностью и способностью к деформационному упрочнению в процессе эксплуатации.

В реальных литых деталях, помимо основной аустенитной фазы, наблюдается некоторое количество карбидных включений**,** преимущественно располагающихся по границам зерен и дендритным ячейкам, где происходит локальное обогащение углеродом и марганцем. Эти карбиды представляют собой соединения типа $(Fe,Mn)_3C$**,** играющие роль структурных концентраторов напряжений, но при этом оказывающие ограниченное влияние на общую пластичность при их дисперсном распределении.

При медленном охлаждении отливок из стали 110Г13Л формируется более сложная микроструктура, включающая наряду с аустенитом и карбидами $(Fe,Mn)_3C$ также участки перлита и тройную фосфидную эвтектику**,** что указывает на неполное растворение примесных элементов и наличие зон ликвации (см. рис. 5). Подобная неоднородность снижает износостойкость и ударную вязкость, поэтому для обеспечения эксплуатационной стабильности рекомендуется проведение термической обработки с контролируемым нагревом и ускоренным охлаждением.

В процессе первичной кристаллизации стали 110Г13Л наблюдается крупнозернистое строение с чётко выраженной столбчатой (дендритной) структурой**,** обусловленной направленным тепловым градиентом в объёме отливки (см. рис. 6). Такая структура неблагоприятна для последующей механической обработки и эксплуатации, так как крупные зёрна аустенита снижают ударную вязкость.

Проведение предварительного отпуска способствует измельчению зерна и частичной рекристаллизации структуры [6,7]. При отпуске происходит выделение карбидов из пересыщенного твёрдого раствора, в результате чего аустенит обедняется углеродом и марганцем. Это способствует частичному превращению аустенита в мартенсит и троостит**,** что повышает твёрдость и создаёт благоприятные условия для последующего закалочного нагрева. В зонах, где формируются мартенсит и троостит, при дальнейшем нагреве под закалку наблюдается появление мелких зерен вторичного аустенита**,** что приводит к значительному измельчению микроструктуры и повышению

совокупности механических свойств (см. рис. 7).

Таким образом, контролируемая термическая обработка-включающая предварительный отпуск, нагрев до температуры растворения карбидов и последующую закалку-обеспечивает формирование мелкозернистой равновесной аустенитной структуры с оптимальным балансом твёрдости, вязкости и износостойкости.

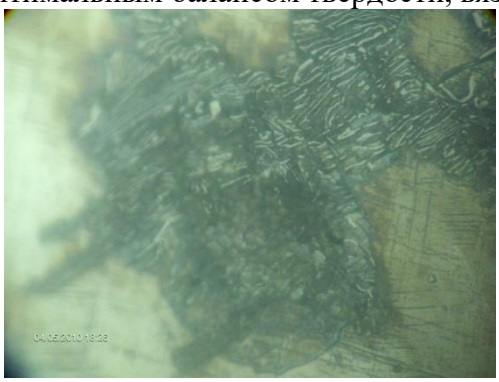


Рис 5. Перлит и тройная фосфидная эвтектика в стали Гадфильда. (х 500)

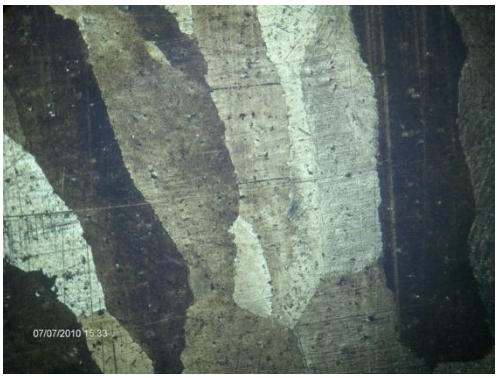


Рис 6. Крупнозернистое строение с явно выраженной столбчатой структурой. (х 100)

Оптимальной температурой закалки, обеспечивающей максимальную износостойкость, является 1100 ^{o}C. После термообработки сталь обладает следующими свойствами: σ_{02}=250-400МПа; σ_{b}=800-1000МПа; δ=35-40%;ψ =40-50%; НВ170-230.

При температуре выше 1100 ^{o}C в стали 110Г13Л наблюдается рост зерна, а по границам и внутри зерна появляются крупные карбиды (См. рис 8). Это приводит к значительному снижению механических свойств и износостойкости.

Способность стали 110Г13Л к упрочнению в процессе пластической деформации ограничивает ее использование в качестве конструкционного материала из-за чрезвычайно трудной обработки резанием.

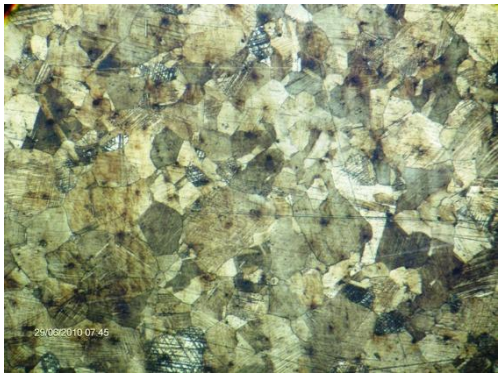


Рис 7. Мелкие зерна аустенита стали 110Г13Л после предварительного отпуска. Т*отп.* = 600 ^{o}C. (х 100).

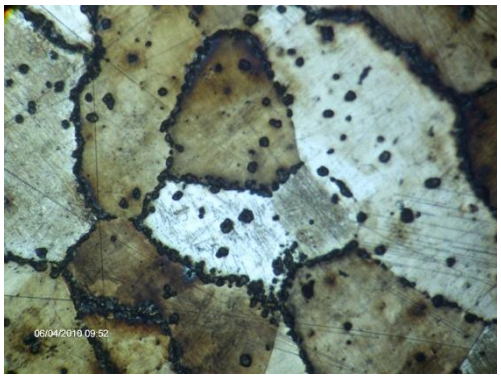


Рис 8. Рост зерно аустенита и появление карбидов в теле и по границам зерен аустенита стали 110Г13Л. (х 100).

С момента создания стали Гадфильда выполнено значительное количество исследований, направленных на установление закономерностей влияния химического состава и технологических факторов на структуру и свойства высокомарганцовистых аустенитных сталей. Основное внимание в этих работах уделялось взаимосвязи между содержанием углерода и марганца, термической обработкой и эксплуатационными характеристиками стали 110Г13Л, применяемой в условиях ударно-абразивного износа [8,9]. Несмотря на более чем столетнюю историю изучения, до настоящего времени не

существует единой общепринятой точки зрения, объясняющей природу самоупрочнения высокомарганцовистой стали типа 110Г13Л [10].

Анализ литературных источников и экспериментальных данных показывает, что высокая износостойкость и способность к самоупрочнению стали обусловлены совокупным действием трёх основных факторов:

1. Образование мартенсита деформации. На ранних этапах изучения механизма упрочнения именно этот фактор рассматривался как основной. Образующийся под действием пластической деформации мартенсит (так называемый мартенсит деформации) действительно способствует увеличению твёрдости, однако его доля, как показывают современные исследования, обычно не превышает незначительных количеств. При этом установлено, что максимальное упрочнение не всегда соответствует максимальному количеству образовавшейся мартенситной фазы. Следовательно, данный механизм не является определяющим в общем процессе упрочнения.

2. Изменение тонкой кристаллической структуры. В процессе интенсивной пластической деформации наблюдаются фрагментация зерен и измельчение блоков мозаичной субструктуры, что приводит к возникновению внутренних микронаряжений и увеличению плотности дислокаций в микро-и субмикрообъёмах. Наиболее выраженное упрочнение совпадает с наибольшей степенью дислокационного уплотнения и измельчения блоков. При этом в структуре выделяются сверхмелкие карбидные частицы, которые создают препятствия для движения дислокаций и тем самым способствуют дальнейшему упрочнению. Этот механизм-дислокационно-карбидный-в настоящее время рассматривается как ведущий фактор упрочнения стали Гадфильда и её аналогов.

3. Интенсивное образование дефектов упаковки в аустените. Под действием внешней нагрузки и пластической деформации в решётке аустенита возникают дефекты упаковки и микродвойники, плотность которых существенно возрастает при химическом составе, близком к классическому для стали Гадфильда (≈12–13 % Mn и ≈1 % C). Формирование дефектов упаковки сопровождается увеличением энергетического барьера для скольжения, что существенно повышает сопротивление пластической деформации и, как следствие, износостойкость материала.

Следует отметить, что в процессе деформации все три перечисленных механизма действуют одновременно, однако их относительный вклад в общее упрочнение зависит от температурно-скоростных параметров деформации, степени и характера приложенного внешнего напряжения, а также от исходного состояния микроструктуры [11,12].

Таким образом, природа упрочнения стали 110Г13Л носит комплексный характер, где решающую роль играют субструктурные изменения в аустените, сопровождаемые увеличением плотности дислокаций, образованием дефектов упаковки и частичным развитием фазовых превращений. Глубокое понимание этих взаимосвязей имеет принципиальное значение для оптимизации режимов термической и термомеханической обработки, направленных на повышение эксплуатационной стойкости высокомарганцовистых сталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Редтеченски М. Р., Черепанов А. Н., Тухто О. М. и др. Плазмохимический синтез нанопорошков тугоплавких соединений и их применение для модификации конструкционных сталей и сплавов // *Литейщик России.* -2010. -№ 3. -С. 28-29.

2. Feiler S.V., Cherepanov A.N., Protopopov E.V., Kalimullin R.F. The rationale for the selection of inoculants and the techniques of presenting the material during the treatment of steel in continuous casting process Izvestiya. Ferrous Metallurgy, 2012, 12, 64-65.

3. Krushenko G.G., Iamskikh I.C., Bochenkov A.A., Mishin A.S. Improving the quality of iron castings with the help of nanopowders, Metallurgy of Machinery Construction, 2002, 2(9), 20-21.

4. Pinkin V.F., Karengin A.G., Osinenko S.A. Modification of high-chromium cast iron COE ultrafine powder, Liteinoye proizvodstvo, 1994, 3, 7.

5. Khrychikov V.E., Kalinin V.T., Krivosheev V.A. at al. Ultrafine modifiers to improve the quality of castings, Liteinoye proizvodstvo, 2007, 7, 2-5.

6. Jian-wei Lia, Mei-ling Chenb, Hong Gaob, Ying-hua Zhaoc Structures and Properties of Cast Irons Reinforced by Trace Addition of Modified SiC Nanopowders, Chinese journal of chemical physics, 2007, 20, 625-631.

7. Vlas M.I., Kalinin V.T., Khrychikov V.E. at al. Modification of wear-resistant cast iron ultra – and nanodispersed materials, System technologies, 2010, 1(66), 150-162.

8. Protopopov E.V., Seleznev Yu.A., Cherepanov A.N. etc. Properties of Cast and Rolled Steel after Nanopowder Inoculation, External fields processing and treatment technology and preparation of nanostructure of metals and alloys, Book of the International seminar articles. Ed. by V. Gromov, 2014, 190-195.

9. Krushenko G.G., Voevodina M.A. The effect of the type of modifier and filtering on the machinability of nodular cast iron, Tekhnologiia metallov, 2015, 1, 26-30

10. Komushkov V.P., Foigt D.B., Cherepanov A.N., Amelin A.V. Modification of continuously cast steel nanopowders of refractory compounds, Stal', 2009, 4, 65-68.

11. Vlasov V.I. Litaya margansovistaya stal. – M.: Metallurgiya, 1963.

12. Filippov M.A. Razrabotka novix iznosostoykix i nemagnitnix staley na osnove issledovaniya fazovix prevpasheniy v margansovisom austenite. Dokt. Dissertasiya Ekateriburg: UPI.-1993

UO‘T. 539.3

ELASTIK TO‘LQINLARNI TARQALISHIDA CHASTOTA VA CHEGARA SHART KOEFFITSIYENTLARI ORASIDAGI BOG‘LIQLIKNI TADQIQ ETISH

Karabayeva Munira Usmanovna
NamDTU dotsenti PhD., karabaevamunira27@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada temir yo‘l poezdlarining harakati davrida yuzaga keladigan tebranishni gruntda tarqalish chastotasiga chegaraviy shart koeffitsiyentlarining (a va b) bog‘liqligi bo‘yicha tadqiqot natijalari keltirilgan. Masala elastiklik nazariyasining tekis masalasiga keltirilib, chekli elementlar usuli bilan yechilgan.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по определению значений коэффициентов (a и b) условий исследований на границах в зависимости от частоты распространения волны колебаний в грунтах, возникающих при прохождении железнодорожных поездов. Задача сведена к решению плоской динамической задачи теории упругости. Для решения задачи применен метод конечных элементов.

Abstract. The article presents the results of studies on certain values of the coefficients (a and b) of the conditions of studies at the boundaries, depending on the frequency of the propagation of the wave of vibration in the soils arising during the passage of railway trains. The problem is reduced to solving a plane dynamic problem of the theory of elasticity. To solve the problem, the finite element method is applied.

Kalit so‘zlar: tebranish, differentsial tenglama, chekli elementlar usuli, grunt, chastota, elastiklik nazariyasi, to‘siq, amplituda, poezd, chegaraviy shartlar, metropoliten.

Ключевые слова: вибрации, дифференциальное уравнение, метод конечных элементов, грунт, частота, теории упругости, преграда, траншея, амплитуда, поезд, граничные условия, метрополитен.

Keywords: vibrations, differential equation, finite element method, soil, frequency, elasticity theory, obstacle, trench, amplitude, train, boundary conditions, metro.

Tadqiqotchilar ko‘plab dinamik masalalarni nazariy yechishda, ya’ni to‘lqinlarni cheksiz yoki yarim cheksiz muhitda tarqalishini yechishda bir qator muammolarga duch keladilar.

Materialning murakkab geometrik shakli va bir jinsli emasligi masala yechimini aniqlashda qiyinchilik tug‘diradi. Shu sababli turli hisoblash usullaridan foydalaniladi. Sonli usullarni qo‘llash uchun tadqiq etilayotgan cheksiz muhitdan ma’lum soha ajratib olinib, soha chegarasiga to‘lqinni akslanmay, cheksiz muhitga tarqalib ketishini ta’minlovchi chegaraviy shartlar qo‘yiladi. So‘nggi 30 yilda bir qator bunday chegaraviy shartlar taklif etilgan bo‘lib, ular tadqiqotlarda turli darajalarda foydalanilgan.

Abtsorbirlovchi chegaralar ikki katta guruhga bo‘linadi: mahalliy va mahalliy bo‘lmagan abtsorbirlovchi chegaralar.

Mahalliy bo‘lmagan chegaralar aniq, ustivor va bir tekis hisoblansada, ayrim masalalarni yechishda xususiy hollarda qo‘llanilishi mumkin. Bularning ayrimlari amaliyotga yaqin bo‘lishi uchun aniq shartlar qo‘llash mumkin emas yoki juda ham murakkablashib qoladi. Shu sababli bir qator mahalliy energiyalarni yutuvchi chegaralar taklif etilgan. Mahalliy yutuvchi chegaralar energiyani yaxshi yutsada, ular mukammal hisoblanmaydi. Shuning uchun masala yechimida qoldiq aks qo‘shilishi mumkin. Biroq ayrim mahalliy yutuvchi chegaralarning aniqligini chegaraviy shartlarni yuqori tartibda yaqinlashtirish orqali amalga oshirish mumkin. Qovushqoq chegaraviy shartlar mahalliy chegaraviy shartlarning bir turi hisoblanib, chekli elementlarni tahlili uchun qulay hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda qovushqoq chegaraviy shartlarni yaxshilash uchun tadqiqotlar olib borilgan. Muhitga tushuvchi va akslanuvchi to‘lqinlar energiyasi nisbati

tushunchasidan foydalanib, qovushqoq chegaraviy shartlarning samaradorligini to‘lqinni tushush burchagi va materiali uchun aniqlash imkonini beradi [1].

Qovushqoq chegaraviy shartlar quyidagicha:

$$\sigma = a\rho V_p \dot{u} \tag{1}$$

$$\tau = b\rho V_s \dot{v} \tag{2}$$

Bunda σ va τ-chegaradagi chegaradagi normal va urinma kuchlanishlar; $\dot{u}$ va $\dot{v}$ - chegaradagi qismning normal va urinma tezligi; V_P va V_S -*p* va *s* to‘lqinlarning tezligi; a va b - o‘lchamsiz parametrlar; ρ -material zichligi.

Izotrop muhit uchun ko‘chishlar Gelmgolts ifodasi ikkita potensial ϕ va ψ orqali ifodalash mumkin. Ikki o‘lchamli sanoq sistemasida tekis deformatsiya potensiali quyidagicha yozish mumkin:

$$u_x = \frac{\partial \phi}{\partial x} - \frac{\partial \psi}{\partial z} \tag{3}$$

$$u_z = \frac{\partial \phi}{\partial z} + \frac{\partial \psi}{\partial x} \tag{4}$$

1-2-rasmda *L* to‘lqinning θ burchak ostida tushayotgan tasviri ko‘rsatilgan.

$$\phi = \rho^{ik_L(V_L t + z\cos\theta - x\sin\theta)} + A\rho^{ik_L(V_L t - z\cos\theta - x\sin\theta)} \tag{5}$$

$$\psi = B\rho^{ik_S(V_S t - z\cos\beta - x\sin\beta)} \tag{6}$$

Bunda

$$k_L = \frac{\omega}{V_L}, \quad k_S = \frac{\omega}{V_S}$$

A va B- akslangan *L* va *S*-to‘lqinlarning amplitudasi

$$\sigma = \sigma_{zz} = \rho\left(V_L^2 - 2V_S^2\right)\frac{\partial u_x}{\partial x} + \rho V_L^2 \frac{\partial u_z}{\partial z} \tag{7}$$

$$\tau = \sigma_{zx} = \frac{1}{2}\rho V_S^2\left(\frac{\partial u_z}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial z}\right) \tag{8}$$

(3) - (8) tenglamalarni (1) va (2) tenglamaga qo‘yib, quyidagi ko‘rinishga ega bo‘lamiz:

$$\left(1 - 2S^2\sin^2\theta + a\cos\theta\right)A + \left(\sin 2\beta + a\sin\theta\right)B = 2S^2\sin^2\theta - 1 + a\cos\theta \tag{9}$$

$$\left(b\sin\beta + S^2\sin 2\theta\right)A - \left(\cos 2\beta + b\cos\theta\right)B = S^2\sin\theta - b\sin\beta \tag{10}$$

Bunda

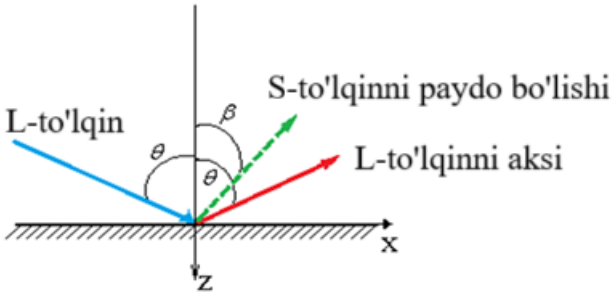
$$S = \frac{V_S}{V_L} \qquad \frac{\sin\theta}{V_L} = \frac{\sin\beta}{V_S}$$

Agar A=B=0 deb olsak, quyidagiga ega bo‘lamiz:

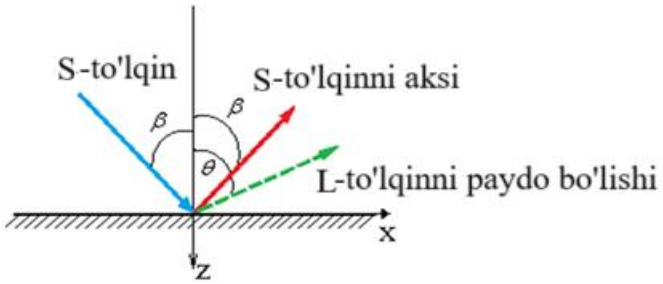
$$a = \frac{1 - 2S^2\sin^2\theta}{\cos\theta} \tag{11}$$

$$b = \frac{S^2\sin 2\theta}{\sin\beta} \tag{12}$$

Bu ideal yutuvchi muhit uchun zaruriy shart hisoblanadi.



1-rasm. *L*-to‘lqinning chegara muhitida sinishi



2-rasm. *S*-to‘lqinning chegara muhitida sinishi

Tushuvchi *S* to‘lqinni β burchak ostida tushsa, uning uchun ideal yutuvchi muhit sharti quyidagicha bo‘ladi:

$$a = \frac{\sin 2\beta}{\sin \theta} \tag{13}$$

$$b = \frac{\cos 2\theta}{\cos \beta} \tag{14}$$

Bunda β - 2-rasmda ko‘rsatilgan to‘lqinning tushish burchagi.

Shuni ta’kidlash kerakki, a va b kattaliklar chastotaga bog‘liq bo‘lmaydi. Ma’lum bir holatlarda yuza to‘lqinlarda Lismer va Kuxlemeyer [2] tomonidan olingan ifodalarda a va b kattaliklar chastotaga bog‘liqligi ko‘rsatilgan. Bu shuni ko‘rsatadiki, yuza to‘lqinlar uchun ideal yutuvchi chegaraviy shartlarni olish mumkin emas. $a = b = 1$ holat uchun ideal yutuvchi chegaraviy shartlarni o‘rganish to‘lqinlarni muhitga tushish burchaklari to‘g‘risida ma’lumotlar xususiy holatlar uchun standart bo‘lmaganligi uchun yetarli hisoblanmaydi. (11) - (14) tenglamalar Lismer va Kuxlemeyer tomonidan taklif etilgan standart qovushqoq chegaralar butunlay yutuvchi bo‘ladi, qachonki, quyidagi shartlar bajarilsa: $V_S = 1/2 V_L$ va tushuvchi to‘lqin yuzaga normal bo‘lganda, izotrop muhit uchun birinchi approksimatsiya o‘zgarmaslari *a* va *b* quyidagicha baholanishi mumkin:

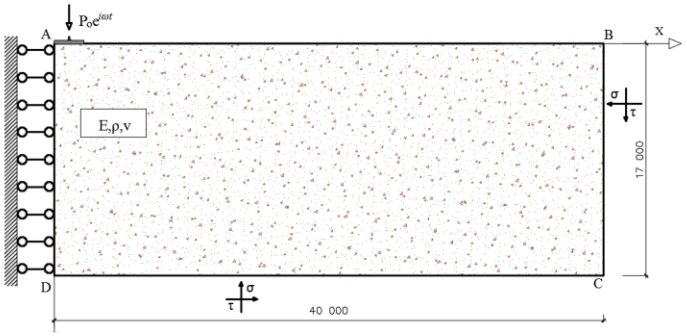
$$a = \frac{8}{15\pi}\left(5 + 2S - 2S^2\right) \tag{15}$$

$$b = \frac{8}{15\pi}\left(3 + 2S\right) \tag{16}$$

Bu ifodadan shuni ko‘rish mumkinki, bu kattaliklar chastota va tushish burchagiga bog‘liq emasligini. a va b kattaliklarni yakuniy ahamiyati qovushqoq chegaralarni samaradorligini maksimallashtirish orqali optimallashtiriladi. Bu esa tushuvchi va yutiluvchi energiyalarning o‘rtacha nisbati orqali aniqlanadi. a va b parametrlar nafaqat tushish burchaklari bog‘liq holda o‘zgarmay, balki muhit material xossalariga ham bog‘liq bo‘ladi. $a = b = 1$, kattalik «standart qovushqoq chegara» deb nomlanib, Lismer va Kuxlemeyer (1969)

[2-6] tomonidan barcha diapazondagi tushish burchaklari uchun o‘rinli hisoblanadi. Yuqoridagi fikr barcha muhit materiallarining xossalari uchun o‘rinli hisoblanmaydi. Qovushqoq chegaraning elastik to‘lqinlarni yutish xususiyatini baholashning eng yaxshi usuli tushuvchi va akslanuvchi to‘lqin energiyalar munosabati orqali ifodalanadi [3].

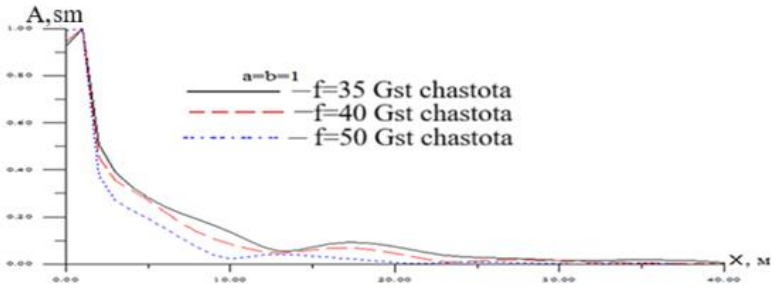
Bu tadqiqotda a va b kattaliklarni qiymatlarini temir yo‘l polotnosida poezd harakatidan hosil bo‘ladigan to‘lqinlarni gruntda tarqalishi bog‘liqligi o‘rganildi. Masalani yechish uchun chekli elementlar usulidan foydalanildi. O‘rganilayotgan soha 1360 ta uchburchakka ajratilib, 738 tugun orqali birlashtirilgan. Masalani yechishda Yung moduli $E = 2 \cdot 10^7$ Πa va Puasson koeffitsiyent *v=0,35* foydalaniladi.



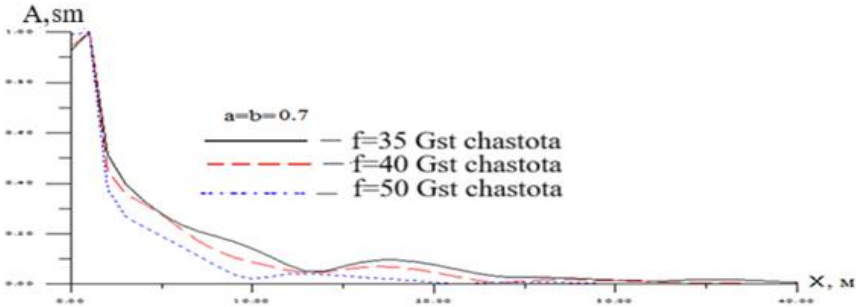
3-rasm. Hisob sxemasi

Tadqiqotlar a va b koeffitsiyentlar chastotaga va tebranish tarqalayotgan muhitning fizik-mexanik xususiyatlariga bog‘liqligini ko‘rsatadi. Misol uchun bu koeffitsiyentlarning $a = b = 0.5$, $a = b = 0.7$ va $a = b = 1$ ikki qiymati tanlandi. Quyida ko‘rsatilgan grafiklarda ajratib olingan sohaning erkin yuzasida xarakterli nuqtalarning ko‘chishining o‘zgarishi keltirilgan.

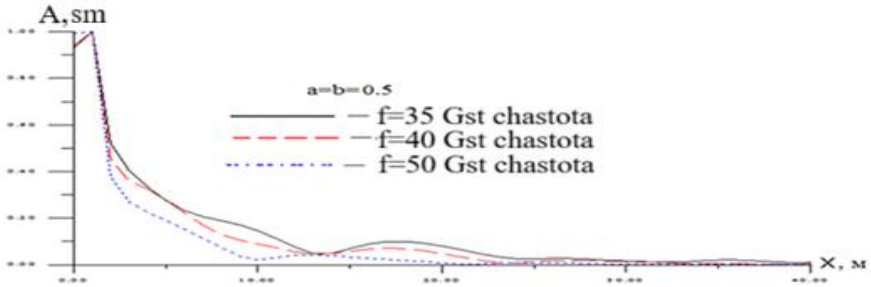
Olingan natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, yuqori chastotalarda chegaradagi qiymatlar amplitudalari orasidagi proportsionallik saqlanadi, past chastotalarda bu tendentsiya kuzatilmaydi, bu esa a va b qiymatlarni o‘rganish uchun qo‘shimcha tadqiqotlar olib borish zarurligini ko‘rsatadi.



4-rasm. Koeffitsiyent qiymatlari *a=b*=1 bo‘lganda vertikal to‘lqinlarni absolyut qiymatlarini erkin chegara nuqtalarida o‘zgarishi



5-rasm. Koeffitsiyent qiymatlari *a=b*=0.7 bo‘lganda vertikal to‘lqinlarni absolyut qiymatlarini erkin chegara nuqtalarida o‘zgarishi



6-rasm. Koeffitsiyent qiymatlari *a*=*b*=0.5 bo‘lganda vertikal to‘lqinlarni absolyut qiymatlarini erkin chegara nuqtalarida o‘zgarishi

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, masalani cheksiz sohadan ajratib olingan chekli sohada chekli elementlar usuli bilan yechish uchun qo‘yiladigan o‘tkazuvchi chegaraviy shartlar koeffitsiyentlari soha materialiga bog‘liq ekanligi isbotlangan va ayrim materiallar uchun ularning qiymatlari aniqlangan.

ADABIYOTLAR

1. Kim H.S. Finite Element Analysis with Paraxial & Viscous Boundary Conditions for Elastic Wave Propagation, Structural Engineering Research Division, Korea Institute of Construction Technology, Ilsan, South Korea, Email: lagoon@kict.re.kr, Received October 8, 2012; revised November 9, 2012; accepted November 19, 2012.

2. Lysmer J., Kyhlemeyer L. "Finite Dynamik Model for Infinite Media" Jour Engineering Mechanics Division, ASCE, Vol 95, No EM 4, August, 1969, p. 859-887.

3. You Z., Lord W. Elastic wave propagation in an infinite media, Department of Electrical Engineering and Computer Engineering, Iowa State University, Ames, Iowa 50011, Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation, Vol.9, Edited by D.O. Thompson and D.E. Chimenti, Plenum Press, New York, 1990.

4. Lysmer J., Waas G. "J. of the Engineering Mechanics Division", 1972, p. 85-105.

5. SH.S.Yuldashev, M.U.Karabaeva Metropoliten poezdlari harakatidan vujudga keladigan vibratsiyalarni kamaytirishga qaratilgan transheyalar samaradorligi // FarPI ilmiy texnika jurnali. 2020. Farg‘ona. №2. 114-117 b.

6. M.U.Karabaeva, Propagation of vibrations in soils from subway tunnels taking into account open tranches constructed to reduce vibration level // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 2021, India, Vol. 8, Issue 9, p. 18291-18295 Vol. 8, Issue 9, p. 18291-18295

UO‘T 621.02

TO‘KILUVCHAN MATERIALLARNI TASHISh UCHUN VINTLI KONVEYERNING YANGI KONSTRUKSIYASINING PARAMETRLARINI ASOSLASH

Jo‘rayev Nodirbek Normurodovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, PhD, dotsent, Nodirjura@mail.ru

Annotatsiya. To‘lqinsimon yuzali ikki kirimli vintli konveyerda mahsulotni tashishda aylanma harakatni amalga oshirib beruvchi mexanizmi shnek hisoblanib, uning takomillashtirilgan konstruksiyasini loyihalash ishlari amalga oshirilib, ilmiy tadqiqot ishlari olib borish natijasiga ko‘ra, ishlab chiqarishga muhim bir yangilik sifatida tavsiya etiladi. To‘lqinsimon yuzali ikki kirimli vintli konveyerning ish unumdorligi, uning kirimlari soni va to‘lqinsimon yuzalarida harakat qiladigan material bilan konveyer koprusi orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti, dvigatel tortish kuchlariga bog‘liq va bu bilan odatdagi vintli konveyerga nisbatan o‘rtacha 15-20% yuqori ish unumdorligiga ega.

Аннотация. Двухзаходный винтовой конвейер с волновой поверхностью считается шнеком, механизмом, осуществляющим вращательное движение при транспортировке продукта. Проводятся проектные работы по его усовершенствованной конструкции и по результатам научно-исследовательских работ, рекомендуется как важное новшество в производстве. Производительность работы двухзаходного винтового конвейера с волновой поверхностью зависит от количества его входов и коэффициента трения между материалом, движущимся по волновой поверхности, и корпусом конвейера, тяговыми силами двигателя, и таким образом он имеет в среднем на 15-20% большую производительность работы, чем обычный винтовой конвейер.

Abstract. The two-beam screw conveyor with a waveform surface is considered a shnek, the mechanism that carries out the rotational motion in the transportation of the product, the design work of its improved construction is carried out and, according to the results of scientific research work, is recommended for production as an important innovation.The work productivity of a two-stroke screw conveyor with a waveform surface depends on the number of its inputs and the coefficient of friction between the material moving on the waveform surfaces and the coprus of the conveyer, the engine pulling forces, and in this way it has an average 15-20% higher work productivity than the usual screw conveyor.

Kalit so‘zlar: ikki kirimli vint, to‘lqinsimon yuza, konveyer, shnek, ish unumi, mashina mexanizmlari, detal, konstruksiya, ishqalanish koeffitsiyenti, ta’sir etuvchi kuchlar.

Ключевые слова: двухзаходный винт, волновая поверхность, конвейер, шнек, производительность работы, механизмы машин, деталь, конструкция, коэффициент трения, влияющие силы,

Keywords: two-stroke screw, waveform surface, conveyer, cord, work unit, machine tool, detail, construction, friction coefficient, impact forces.

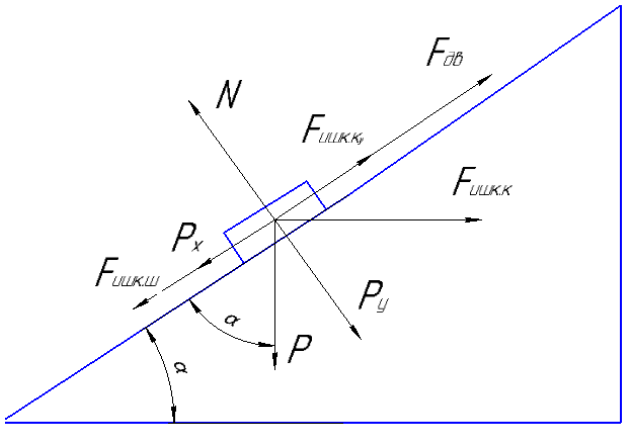
KIRISH

Ko‘rinishi jihatdan soddaligi va boshqa tashuvchi konveyerlarga nisbatan arzonroq, ularning ishlab chiqarishda keng qo‘llanilishi, zarur holda atrof-muhit ifloslanishdan saqlanishi, tovarlarni tashish va tushurish imkoniyati, xavfsiz ish sharoitlarini ta’minlash,barcha xizmat va kommunal korxonalarida, oziq ovqat sanoati, qishloq xo‘jaligida, sanoatning ko‘plab sohalarida vintli konveyerlar keng foydalanilmoqda. Vintli konveyerlar ma’lum texnologik jarayonlarni bajarish uchun mo‘ljallangan uskunalar to‘plamlarining ajralmas qismi hisoblanadi. Bozor iqtisodiyoti rivojlanishining hozirgi bosqichida yuklash-tushirish va saqlash operatsiyalarini mexanizatsiyalash jarayoniga qo‘yiladigan talablar o‘zgarmoqda. Bunday sharoitda har bir

qurilma tomonidan bir tonna yukni tashish, tushurish xarajatlarini kamaytirishga intilish lozim va bunga operatsion xarajatlarni kamaytirish, uskunalarning soddaligi, ishonchliligi, harakatchanligini oshirish orqali erishiladi. Bu ko‘rsatkichlarning barchasi qurilma konstruksiyasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi, lekin bugungi kunda vintli konveyerlarning konstruksiyasi bir xil bo‘lib, ularning parametrlari bilan farqlanmoqda. Yuk ortish-tushirish ishlari asosiy ishlab chiqarish jarayonlarning barcha bosqichlarida amalga oshiriladi. Ushbu operatsiyalarni mexanizatsiyalash uchun yuk ko‘tarish, tashish va tushurish uchun turli xil uskunalar qo‘llaniladi [1].

Ishlab chiqarish va xizmat ko‘rsatish sohasidagi korxonalarda xom ashyoni qabul qilish va saqlash paytida yuklarni tushirish, korxona ichida xom ashyoni ko‘chirish, chiqindilarni yig‘ish ishlarini amalga oshirish uchun vintsimon konveyerlardan keng foydalaniladi.Bugungi kunda vintli konveyerlar juda keng tarqalgan. Bu qurilmaning soddaligi bilan bir qatorda uning ishonchliligi ham etiborlidir. Asosiy qismi tashiladigan materialni shnek bo‘ylab harakatlantiradigan vint bilan ifodalanadi. Vintsimon shnekda ma’lum bir shakl va materiallarni tashish uchun qulay sharoitlar yaratilgan. Konveyer korpusi truba yoki yarimoysimon truba bo‘lib, uning pastki qismi silindrga o‘xshaydi. Qirralarning yo‘qligi, tashilayotgan materialni to‘planib qolmasligidan asraydi. Vintli konveyerlarning afzalligi shundaki, materiallarni germetik yopiq mexanizmlarda chang hosil bo‘lmasdan va yo‘qotmasdan tashish imkoniyatlari mavjud. Vintli konveyerlar texnologik funksiyalarni ham bajarishi mumkin, masalan, ularni materiallar harakati bilan bir vaqtning o‘zida aralashtirish uchun xizmat qiladi. Bunga qo‘shimcha ravishda, vintlar ham oziqlantiruvchi sifatida ishlatiladi.

Vintli konveyer mexanizmlarining konstruksiyalari xilma-xilligi, shuningdek ularning asosiy geometrik va konstruktiv parametrlari turli xil fizik-mexanik xususiyatlarga ega bo‘lganligi bilan farqlanadi. Tashiladigan materiallar shunchalik xilma-xil bo‘lib, vintli konveyerlarning ishchi organlari bilan o‘zaro aloqada har xil materiallar harakatining mexanikasi va kinematikasi turli xil nazariyalar bilan tavsiflanishi mumkin. Ko‘pgina ishlarda tashilgan materiallar vintli spiralning spiral yuzasi bo‘ylab harakatlanadigan yagona moddiy nuqta sifatida qaraladi.Ushbu yondashuvni asosli deb hisoblash mumkin, chunki katta hajmdagi materiallarni qisqa masofaga tashish, yuklash jarayoni hali yetarlicha o‘rganilmagan. Gorizontal va qiya holatdagi vintli konveyerlar orqali materiallarni tashish bo‘yicha ko‘plab nashrlarga qaramasdan, ular yukni o‘rnatish moslamasidan vint pichog‘iga o‘tkazish jarayonlarini deyarli ko‘rib chiqmadilar, ammo bu zonada sodir bo‘lgan jarayonlar vintli konveyerning ish samaradorligini pasayishiga olib keladi. Agar yuklash moslamasining konstruksiyasi muvaffaqiyatsiz bo‘lsa, aylanuvchi shnek materialni ushlamasligi mumkin, ushlaganda ham uni tashlab yuborishi, bu esa shubhasiz transportni ish samaradorligi va energiya sarfiga salbiy ta’sir qiladi [2].



1-rasm. Spiral bo‘ylab material zarrachasiga ta’sir qiluvchi kuchlar sxemasi

Bundan kelib chiqadiki, vintli konveyerni yuklash, yuklash zonasidagi materialni vint bilan harakatlantirish muammolarini hal qilish kerak. Shu bilan birga, nazariy nuqtai nazardan, vintning spiralga nisbatan material zarrachasini bosish kuchiga ta'siri, vint aylanishining kritik chastotasi, materialni yuklash zonasida vint bilan ilashishi, vintli konveyer korpusidagi yuk bunkerlari maydonining uning ish unumdorligiga ta'siri, yuk ko'tarishda bunkerning yon devorining qiyalik burchagini aniqlashmasalalari ko'rib chiqildi. Vintning spirali bo'ylab material zarrachasini harakatlantirish jarayonining fizik mohiyatidan kelib chiqib, spiral ko'tarilish burchagi oshishi bilan zarracha harakatiga qarshilik kuchlari ham oshib boradi [3].

Spiral bo'ylab moddiy zarrachaga ta'sir qiluvchi kuchlar diagrammasidan (1-rasm) shuni aytish mumkinki, material zarrachasining spiral bo'ylab harakatlanishiga yordam beradigan kuch zarrachaning korpusga qarshi ishqalanish kuchi, ishqalanish kuchi vintga qarshi va zarracha og'irligi kuchining tarkibiy qismi zarrachaning harakatlanishiga to'sqinlik qiladi. Birinchi kuch va ikkinchisining yig'indisi orasidagi farq material zarrachasini spiral bo'ylab yuqoriga harakatlanganda quyidagicha ifodalanadi.

$$F_{dv} = m\left[\omega_{sh}^2 \cdot R \cdot \cos\alpha \cdot f_k - g(\sin\alpha + \cos\alpha \cdot f_{sh})\right]^2 \quad (1)$$

bu yerda ω_{sh}, R-burchak tezligi va shnek radiusi;

m-tashiladigan yukning massasi;

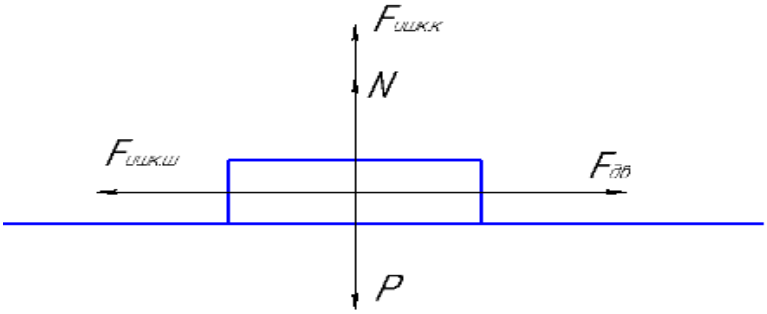
α-spiralning qiyalik burchagi;

f_k, f_{sh}-korpus va shnekka nisbatan materialning ishqalanish koeffitsiyenti.

Spiral ko'tarilish burchagiga qarab, harakatlantiruvchi kuchning o'zgarishini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, bu parametr o'zgaruvchan qiymat bo'lib, eng past harakatlanuvchi kuch spiralning gorizontal holatida sodir bo'ladi, spiralma'lum burchakdan boshlab harakatlantiruvchi kuch mutanosib ravishda ortadi.

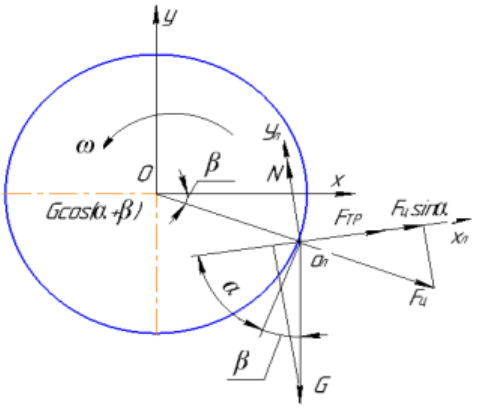
$$F_{np} = \left[g(\sin\gamma - \cos\gamma \cdot f_{sh}) + \omega_{sh}^2 R \cdot (\cos\gamma + \sin\gamma \cdot f_{sh})\right] \cdot m \quad (2)$$

bu yerda γ-vintning yadrosiga nisbatan spiralning qiyalik burchagi.



2-rasm. Gorizontal spiral bo'ylab material zarrachasiga ta'sir qiluvchi kuchlar sxemasi

Vintli konveyerlarni tuzilishini soddaligi va texnik xizmat ko'rsatishni murakkab emasligi, nisbatan katta bo'lmagan, gabarit o'lchamlari kichikligi bilan boshqa tashuvchi mashinalardan ajralib turadi [26].Vintli konveyerlarda mahsulotni harakatga keltiruvchi mexanizmi spiral bo'lib, yarim ochiq yoki yopiq qobiqqa mahkamlangan bo'ladi. Unga bir yoki bir necha joyidan yuklanadigan material sirpanish ishqalanish bilan harakatlanadi [27]. Bunda harakatlanuvchi material spiral o'qi bo'ylab joylashgan aylanuvchi vintni ishchi yuzasi bo'ylab aylanma harakatga keladi. Vint aylanganda tashiladigan materialga og'irlik, ishqalanish, reaksiya, markazdan qochma va boshqa kuchlar ta'sir etadi (3-rasm). Vintli konveyer mexanizmlarining konstruksiyalari xilma-xilligi, shuningdek, ularning asosiy konstruktiv parametrlari turli xil fizik-mexanik xususiyatlarga ega bo'lganligi bilan farqlanadi.



3-rasm. To‘kiluvchan materiallarni tashish jarayonida ta‘sir etuvchi kuchlar diagrammasi

Spiralning qiyalik burchagining moddiy zarrachani korpusga bosish kuchiga ta’sirini o‘rganayotganda uning qiymati markazdan qochma kuchga, moddiy zarrachaning og‘irlik kuchiga va material zarrachasining vintdagi ishqalanish kuchiga bog‘liqligi aniqlandi. Spiral bo‘ylab material zarrachasiga ta’sir qiluvchi kuchlar sxemasini tahlil qilish asosida zarrachani vintga bosish kuchini hisoblash uchun bog‘liqlik olingan [1,2]:

Yuklab olish zonasida qiya holatda turgan shnek bilan materialni olish shartlarini o‘rganayotganda, ushbu jarayonning samaradorligini oshirish uchun shnekning pastki qismida ikkita pichoq bilan qisqa uchi va bitta bo‘lishi kerak. Vintsimon konveyer korpusidagi yuklash bunkeriningishchi yuzasi uning ish unumdorligiga bilan bog‘liqligi, yuk ko‘tarish bunkeridan shnekga yetkazib beriladigan material hajmi shneklar soni va spiral yuzasiga bog‘liq ekanligi aniqlandi.

Agar spiral gorizontal holatda joylashgan bo‘lsa, dvigatelning tortish kuchi quyidagicha topiladi.

$$F_{dv} = f_{sh}(mg - \omega_{sh}^2 R f_k) \quad (3)$$

bu yerda ω_{sh}, R-burchak tezligi va shnek radiusi;

m-tashiladigan yukning massasi;

f_k, f_{sh}-korpus va shnekka nisbatan materialning ishqalanish koeffitsiyenti.

Tashilgan materiallar bilan qiya holatda joylashgan vintli konveyerni samarali yuklash uchun yuk ko‘tarish bunkerining yon devorlarining qiyalik burchagini oqilona tanlash kerak. Ushbu burchak qiymatiga nafaqat materialning bunkerga ishqalanish kuchi, balki vintni burish paytida materialga ta’sir qiluvchi markazdan qochma kuch ham ta’sir qilishi mumkin.

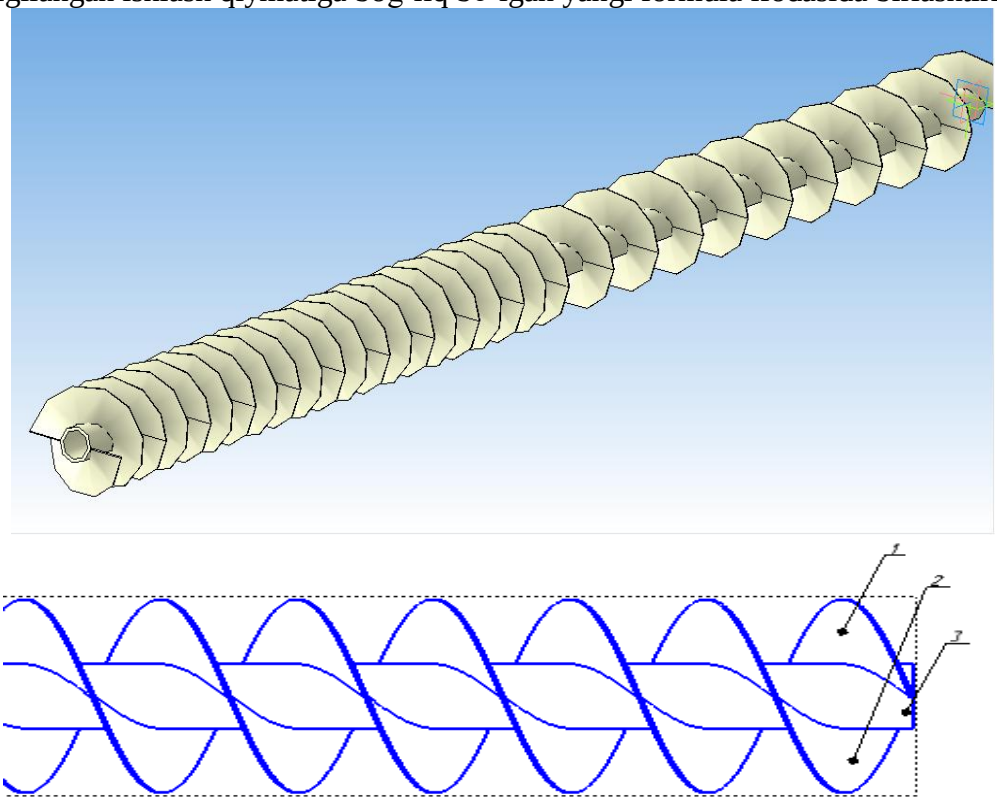
Bugungi kunda ishlatiladigan vintsimon konveyerlarning kamchiligi shundaki, ish unumi pastligi bilan ajralib turadi. Shuning uchun ishlab chiqarishga odatdagidan farqli ularoq, ikki kirimli to‘lqinsimon yuzali vintsimon konveyerlar taklif bilan kiritildi. Buning afzalligi shundaki, tashiladigan yoki tushuriladigan material odatdagi konveyerga nisbatan ikki barobar kuproq yukni harakatlantirishga olib keladi.

Vintli konveyerning ishlash ehtimoli va unumdorligini oshirishga moslashuvchan ishchi korpus sifatida ikki kirimli to‘lqinsimon yuzali shnekdan foydalanish orqali erishiladi, bu esa konveyerning ish unumini sezilarli o‘sishini ta’minlaydi, vintli konveyer ishchi korpusining egilish qattiqligi va parallel ishchi elementlardan iborat yuklangan zahira paydo bo‘lishi sababli, ishdan chiqish ehtimolligi pasayishi bilan ifodalanadi.Tarkibiy, texnologik va ekspluatatsion omillarning ta’sirini, mahkamlash usullarining farqini va uning uzunligi bo‘yicha yukning o‘zgaruvchanligini hisobga olgan holda, spiral ishchi qismining kuchlanish holatini hisoblash usuli, vintli konveyerning ratsional geometrik parametrlari va konstruksiyasini to‘g‘ri tanlash konveyerning ish unumdorligini oshishiga olib keladi. Spiral ishchi qismining kuchlanish holatining umumlashtirilgan ko‘rsatkichi sifatida uning turli xil mahkamlash sxemalari,

konstruktiv, texnologik parametrlari, mustahkamlik xususiyatlari, yukning o‘zgaruvchanligi va uzunligini hisobga olgan holda, uning dum qismining burilish deformatsiyasi hisobga olinadi.

Dum qismining erkin o‘qlararo harakati bilan egiluvchan ishchi spiralning konstruksiyasi va texnik parametrlarini to‘g‘ri tanlash eng maqbul yechimdir, chunki dum qismini o‘qlararo harakatidan egiluvchan ishchi spiralning maksimal kuchlanishlari 2-3 baravar yuqori bo‘ladi.

Ishning maqsadi vintli qurilmaning ishlash formulasini qayta ko‘rib chiqish va vintning aniq parametrlarini aks ettiruvchi va matematik ifodalar bilan tasvirlanadigan qismlarni tanlash; ularni belgilangan ishlash qiymatiga bog‘liq bo‘lgan yangi formula ifodasida birlashtirish.



1-birinchi to‘lqinsimon spiral sirt, 2-ikkinchi to‘lqinsimon spiral sirt, 3-to‘lqinsimon spiral mahkamlanadigan val

4-rasm. Ikki kirimli to‘lqinsimon yuzali vintsimon spiral.

Asosiy o‘zgaruvchan parametr vintning tashqi diametri, u orqali o‘lchamsiz koeffitsiyentlarni kiritish orqali boshqa vint o‘lchamlarini ifodalaydi. Formulalarni ifodalashni o‘zgartirish jarayoni tashiladigan materialning zichlik parametrlarini (turli xil materiallar uchun turli xil) hisobga olgan holda amalga oshiriladi.

Ma’lumki vintli konveyerning ish unumi quyidagi formula orqali aniqlanadi, m^3/s [1,2]:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}(H - \frac{b}{\cos\alpha})nK_{sh} \quad (4)$$

yoki

$$Q = \frac{\pi}{4}(D-d)(D+d)\frac{B}{\cos\alpha}nK_{sh} \quad (5)$$

bu yerda D va d shnekning tashqi va ichki diametrlari, m; N-shnek qadami, m;

α-shnek qiyalik burchagi, grad; b-to‘g‘ri burchakli shnek kengligi, m; n-shnek aylanish tezligi ob/s; K_{sh} -umumiy koeffitsiyentlar; V-vintning burilishlari orasidagi masofa, m;

To‘lqinsimon yuzali ikki kirimli vintli konveyerning ish unumdorligi, uning kirimlari soni va to‘lqinsimon yuzalarida harakat qiladigan material bilan konveyer koprusi orasidagi

ishqalanish koeffitsiyenti, dvigatel tortish kuchlariga bog‘liq va bu bilan odatdagi vintli konveyerga nisbatan o‘rtacha 15-20% yuqori ish unumdorligiga ega.

Xulosa. Ishlab chiqarish korxonalarida barcha turdagi tashuvchi konveyerlar ishlatiladi. Jumladan, vintsimon konveyrlar keng qo‘llanilmoqda. Odatdagi vintsimon konveyrlarning ish unumdorligini yanada oshirish maqsadida, uning shneklari konstruksiyasi ilmiy izlanishlar va ilmiy tadqiqotlarga asoslanib, o‘zgartirish kiritildi. Sinov natijalariga ko‘ra ikki kirimli qayishqoq podshipnikli tayanchi bo‘lgan vintli konveyer qo‘llanilganda ish unumi o‘rtacha 12÷15% ga oshganligini ko‘rish mumkin. Jumladan, sement mahsulotlari transportirovka qilinganda mavjud konveyerda ish unumi o‘rtacha (1126÷1149) kg/s atrofida bo‘lsa, tavsiya etilgan ikki kirimli vint qo‘llanilganda ish unumi (1365÷1385) kg/s gacha bo‘lishi aniqlandi. Shuningdek, yuqori ish unumida konveyerda mahsulotni tiqilishlariga barham berildi. Mahsulotni transportirovka qilishda ikki kirimli vintda uzunligi bo‘yicha yuklanishni taqsimlanishi tekislashishi hisobiga hamda, podshipniklarni qayishqoq elementlar orqali o‘rnatilgani uchun tebranish amplitudasi vint valida shovqin deyarli (1,4÷1,6) martagacha kamaydi.

Shu bilan birga harakatni me‘yorlashishi hisobiga elektr energiya sarfi (10÷15)% gacha kamaydi. Taklif etilayotgan yangi konstruksiyali ikki kirimli to‘lqinsimon yuzali vintli konveyer Navoiy ko‘priklardan foydalanish unitar korxonasida ikki oy davomida sinovdan muvaffaqiyatli o‘tdi. Unga ko‘ra mexanizmlarning tebranishsiz va shovqinsiz ishlashi, podshipniklarining qizishi kuzatilmadi. Yangi konstruksiyadagi ikki kirimli to‘lqinsimon yuzali vintli konveyer podshipniklarining tayanchlariga qayishqoq elementli materialni qo‘llanilganda mexanizmning ishlash davriyligi 1,2-1,5 barobarga, spiral kirimlar sonini o‘zgartirish va yuzasini to‘lqinsimon qilish natijasida ish unumdorligi 12-15% ga yuqori ko‘rsatkichga erishildi.

ADABIYOTLAR

1. A.Djurayev, K.Yuldashev. “Dynamics of the Screw Conveyor for Transportation and Cleaning of Fiber Material”International Journal of Advanced Science and Technology. Vol. 29, No. 5, (2020), R. 8557 – 8566. ISSN: 2005 – 4238.

2. A.Djurayev, T.M Kuliev.“Designing and methods of calculating parameters of a fibrous material cleaner from large litter” International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 8s, (2020), pp. 444 – 452

3. A.Djurayev, Sh. S. Khudaykulov., N.N Juraev. Vertical Oscillations of the Working Body Installed On an Elastic Bearing Support. «International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology» (pp.56 – 59) 2019.10.12.

4. A.Djurayev, Sh.S. Khudaykulov., A.S. Jumaev. Development of the Design and Calculation of Parameters of the Saw Cylinder with an Elastic Bearing Support Jin. «International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)» ISSN: 2277-3878, Volume – 8 Issue – 5, January 2020

5. Конвейеры. Справочник. Под общей редакцией. Ю.А.Пертена. Ленинград Машиностроение 1984.ст-354-355

6. А.В.Кузьмин, Ф.Л.Марон Справочник По расчетам механизмов подъёмно транспортных машин. Минск. Высшая школа 1983.ст 219-221.

7. Селиванов Ю.Т. К вопросу повышения эффективности работы барабанных смесителей сыпучих материалов / Ю.Т. Селиванов, В.Ф. Першин // Химическая промышленность. 2002. № 7. С. 52 –54.

8. Селиванов Ю.Т. Некоторые аспекты классификации смесителей сыпучих материалов. / Ю.Т.Селиванов // Тез. докл. VIII науч. конф. ТГТУ. Тамбов, 2003. С. 136.

9. Селиванов Ю.Т. Влияние характеристик дозатора на кинетику процесса смешивания сыпучих материалов / Ю.Т. Селиванов, А.В. Орлов // Тез. докл. VIII науч. конф. ТГТУ. Тамбов, 2003. С. 137

10. Евстратов В.А. Теория шнеконапорной подачи вязкопластичных материалов и совершенствование шнековых модулей горных машин. Ростов-на-Дону, СКНТс Высшая школа Публикация. 2000. ст-160.

11. Адигамов К.С., Байбара С.Н., Черненко Г.В. Транспортирование материалов вертикальным шнековым конвейером / Южно-Российский гос. университет экономики и сервиса. –Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2012. – 96 с

12. Черкасов, Р.И. Шнековый смеситель сыпучих материалов / Черкасов Р.И. // Юбилейная конференция студентов и молодых ученых, посвященная 85-летию ДГТУ: сборник докладов. Ростов-на-Дону, 2015, – С. 33-38

УДК 621.01

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ХЛОПКОВОГО СЕПАРАТОРА

Davidbaev B.N.
Ферганский государственный технический университет

Davidbaeva N.B.
Ферганский государственный технический университет

Аннотация. В статье представлены результаты разработки и исследования эффективной конструкции сепаратора для волокнистых материалов (хлопка-сырца). Предложена усовершенствованная конструкция хлопкового сепаратора с амортизирующей пластиной, соединённой со стенкой корпуса посредством амортизатора в виде Z-образной пластинчатой пружины. Определена сила удара хлопка-сырца о заднюю стенку и построены графики зависимости ударной силы от давления воздушного потока. Получены оптимальные параметры взаимодействия хлопка-сырца с задней стенкой сепаратора.

Abstract. This article presents the results of the development and research of an efficient separator design for fibrous materials (raw cotton). An improved cotton separator design is proposed, featuring a shock-absorbing plate connected to the housing wall via a Z-shaped leaf spring shock absorber. The impact force of raw cotton on the rear wall is determined, and graphs of the impact force versus airflow pressure are plotted. Optimal parameters for the interaction of raw cotton with the separator's rear wall are obtained.

Ключевые слова: хлопок-сырец, скребок, перфорированная сетка, летучек, вакуум-клапан, скребковый вал, рабочая камера, резина, семена, поврежденность, износ, воздух, давления, эластичность, прокладка ,засоренность, деформация, пластина, пружина, качества, амортизатор, стенка,. волокна, ударная сила, трубопровод.

Key words: raw cotton, scraper, perforated mesh, fly, vacuum valve, scraper shaft, working chamber, rubber, seeds, damage, wear, air, pressure, elasticity, gasket, clogging, deformation, plate, spring, quality, shock absorber, wall, fibers, impact force, pipeline.

Введение. В области первичной обработки хлопка в хлопкоочистительной промышленности сепаратор играет важную роль. В настоящее время на хлопкоочистительных заводах для отделения хлопка-сырца от воздуха используется сепаратор типа СС-15А, который включает сепарационную камеру, вакуум-клапан, перфорированную сетку и скребковый вал [1]. К недостаткам данной конструкции относятся недостаточная эффективность отделения хлопка-сырца от воздуха, высокий износ, а также снижение ресурса работы камеры вследствие ударного воздействия хлопка-сырца, особенно крупных сорных примесей (таких как камни и другие тяжёлые включения), на её стенки. Это приводит к нагреву и деформации стенки, а также к образованию трещин, что вызывает резкое падение давления в камере и забивание (забой) хлопка-сырца.

2. Разработка эффективной конструкции сепаратора для хлопка-сырца.

Задачей исследования является устранение износа и ликвидация деформаций противоположной стенки (от зоны подачи хлопка), которые отрицательно сказываются на качестве волокна и повышают поврежденность семян хлопка, а также увеличение эффективности съёма хлопка с сетчатой поверхности за счёт обеспечения крутильных и

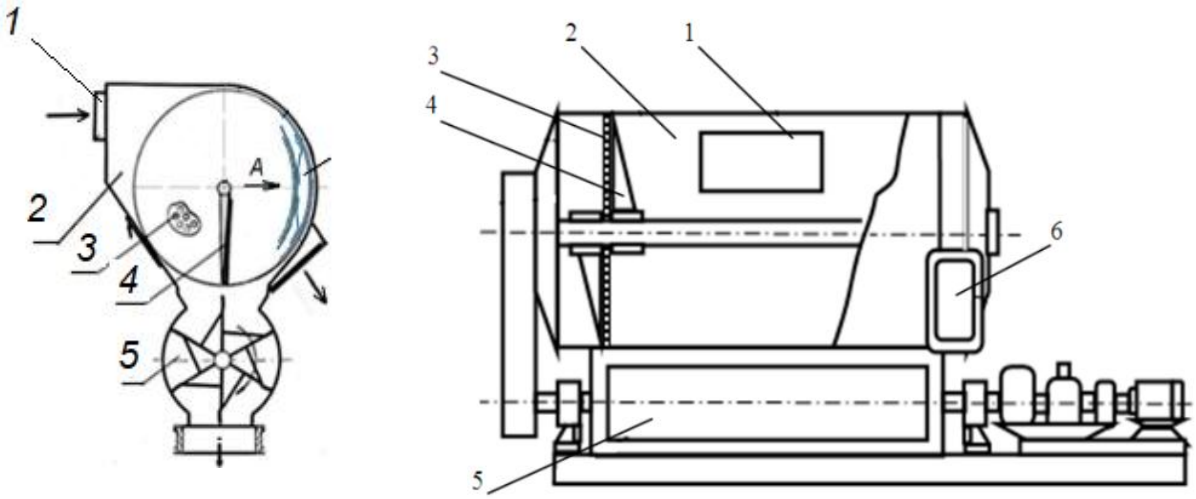
боковых колебаний скребковой лопасти.

Поставленная задача решается усовершенствованием конструкции сепаратора для хлопка-сырца путём повышения надёжности работы устройства с помощью амортизирующей пластины. Сущность работы заключается в следующем: сепаратор для хлопка-сырца содержит сепарационную камеру, вакуум-клапан, перфорированную сетку и скребковый вал. На противоположной от зоны подачи хлопка с воздухом стенке сепарационной камеры установлена амортизирующая пластина, соединённая со стенкой посредством амортизатора в виде Z-образной пластинчатой пружины. Z-образная пластинчатая пружина изготовлена из пружинной стали 65Г. Ширина Z-образных пластинчатых амортизаторов выполнена увеличивающейся от пластины к наружному стальному листу.

Сепаратор для хлопка-сырца (Рис. 1) содержит всасывающий трубопровод 1, сепарационную камеру 2, перфорированную сетку 3, скребковую лопасть 4, вакуум-клапан 5, нагнетающий трубопровод 6 К задней стенке корпуса 9 крепится амортизирующая пластина 7 посредством Z-образных пластинчатых амортизаторов 8. Пластинчатые пружинные Z-образные амортизаторы 8 могут быть установлены в одну сторону или в противоположных направлениях.

Сепаратор для хлопка-сырца работает следующим образом**.** Хлопок-сырец вместе с транспортирующим его воздухом поступает по всасывающему трубопроводу 1 в сепарационную камеру 2, скользит по её поверхности, попадает в вакуум-клапан 5 и его крыльчаткой выгружается из сепаратора. Отделённые летучки хлопка-сырца, пристающие к перфорированным сеткам 3 сепарационной камеры 2, очищаются с них скребками 4, а также сбрасываются в вакуум-клапан 5.

При поступлении под давлением хлопка-сырца с воздухом с высокой скоростью в сепарационную камеру 2 тяжёлые крупные примеси ударяются о поверхность амортизирующей пластины 7, и за счёт деформации Z-образных пружинных пластинчатых амортизаторов 8 происходит амортизация. Следует отметить, что при деформации Z-образных пружинных пластинчатых амортизаторов, установленных в одностороннем направлении, амортизирующая пластина 7 движется как по горизонтали, так и вертикально вниз, что позволяет быстро отводить крупные примеси с хлопком вниз. Увеличивающаяся ширина Z-образной пластины от амортизирующей пластины 7 к стальному листу обеспечивает повышение надёжности колебаний амортизатора.



Вид-А

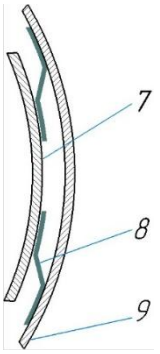


Рис 1 Общий вид усовершевенной конструкции сепаратора

3. Анализ силы удара хлопка-сырца о заднюю стенку хлопкового сепаратора и влияние на засорённость и повреждений семян хлопка-сырца

Хлопок-сырец по инерции ударяется о внутреннюю поверхность хлопкового сепаратора, вследствие чего сила удара может быть значительной. Кроме того, из-за ударного взаимодействия хлопка-сырца, особенно крупных сорных примесей (таких как камни и другие тяжёлые включения), со стенками камеры последние нагреваются, подвергаются деформации, а также в них могут возникать трещины . Это приводит к резкому снижению давления воздуха в рабочей камере.

Использование Z-образной пружины обеспечивает двойное направление деформации—горизонтальное и вертикальное—что способствует эффективному рассеянию энергии удара. Таким образом, снижается вероятность засоров, улучшается равномерность распределения хлопка в камере и повышается стабильность процесса сепарации. Для уменьшения силы удара нами была разработана эффективная конструкция хлопкового сепаратора с упругими элементами, в которой к задней стенке корпуса установлено устройство с амортизирующей пластиной 7, соединённой посредством Z-образных пластинчатых амортизаторов 8 (рис. 1).

На противоположной стенке сепарационной камеры (от зоны подачи хлопка с воздухом) смонтировано устройство с амортизирующей пластиной, соединённой со стенкой через амортизатор в виде Z-образной пластинчатой пружины, изготовленной из пружинной стали, на рабочей поверхности амортизирующей пластины .

Для определения оптимального значения толщины пластинчатой пружины использовались образцы разной толщины: t = 0,6; 0,7; 0,8 и 0,9 мм. Параметры, размеры, а также относительная деформация пружины приведены в табл. 1.

Таблица 1

Пружины тарельчатые ГОСТ 3057-90

	Номер пружины	Толщина пружины *t, mm*	Максимальная деформация S_3	Сила *F, H*	Относительная деформация ε
1	0,32	0,60	0,25	710	0,41
2	0,33	0,70	0,34	710	0,48
3	0,39	0,80	0,6	900	0,75
4	0,43	0,90	0,7	1000	0,77

По результатам многочисленных экспериментов установлено, что оптимальная площадь поверхности задней стенки, на которую непосредственно воздействует давление воздушного потока с частицами хлопка-сырца, составляет A=0,65–0,70 м², а оптимальное значение давления воздуха, поступающего в рабочую камеру, находится в диапазоне P= 600–800 Па.

Ударная сила хлопка-сырца с воздухом, действующая на рабочую поверхность задней стенки предложенной эффективной конструкции сепаратора, определяется по формуле давления воздуха:

$$F_{\text{ХЛ}} = P \cdot A \cdot \varepsilon, [H] \quad (1)$$

где:

P-давление воздуха, Па;

A-эффективная площадь задней стенки сепаратора, м²;

ε-относительная деформация пружины.

Относительная деформация пружины определяется выражением:

$$\varepsilon = S_3 \setminus t \quad (2)$$

где: t-толщина пластинчатой пружины, мм;

S_3-максимальная деформация пружины, мм.

Подставив значения P и A в формулу (1), получаем:

при P = 600 Па-сила удара составляет $F_{\text{ХЛ}}$= 420 Н;

при P = 800 Па-сила удара составляет $F_{\text{ХЛ}}$= 560 Н.

Данные значения ударной силы объясняют основные недостатки существующих хлопковых сепараторов типа СС-15А, где высокая ударная нагрузка приводит к деформации стенки и снижению срока службы оборудования.

Для разработанной усовершенствованной конструкции сепаратора, согласно экспериментальным данным, средние значения ударной силы $F_{\text{ХЛ}}$ при оптимальном давлении воздуха 600–800 Па сила удара составляла около 420Н, а при 800 Па—560Н. Для усовершенствованной конструкции эти значения снижены до 200–300Н, что подтверждает эффективность применения амортизирующей системы.

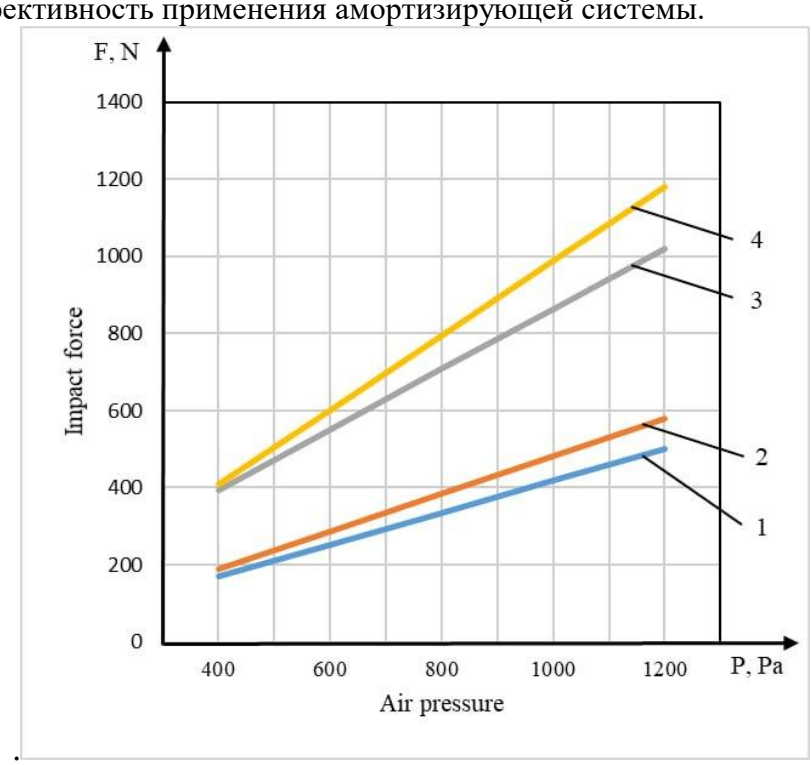


Рис. 2. График зависимости ударной силы $F_{\text{ХЛ}}$ о заднюю стенку сепаратора от давления воздуха в потоке хлопка-сырца

Таким образом, устройство с амортизатором в виде Z-образной пластинчатой пружины, установленное напротив входного патрубка сепаратора, снижает ударную силу,

предотвращает повреждение семян и ухудшение качества волокна хлопка-сырца из-за воздействия различных примесей (камней, комков, зелёных оболочек и т.д.). Кроме того, оно уменьшает интенсивность износа стенки рабочей камеры, снижает вероятность сокращения срока службы элементов сепаратора, препятствует деформации вследствие нагрева, падению давления воздуха в камере из-за растрескивания стенки, а также накоплению хлопка-сырца в камере по причине недостаточного разделения.

Выводы. 1.Технико-экономическая эффективность предлагаемого конструкции хлопкового сепаратора с амортизирующей пластиной и Z-образной пружиной позволяет снижающая ударное воздействие хлопка на стенку камеры., увеличение эффективности разделения волокнистого материала от воздушного потока при изменениях давления воздушного потока и массы поступающего волокнистого материала.

2.Снижает поврежденность семян не менее на 0.2% и засорённость на 0,15% ;

3.Средние значения ударной силы в усовершенствованной конструкции-200-300 Н, против 420–560 Н в сепараторе СС-15А.

4.Повышается долговечность элементов рабочей камеры в среднем на 30%

ЛИТЕРАТУРА

1. Первичная переработка хлопка-сырца. Учебное пособие. Под редак. Э.З. Зикриёева, Т., Мехнат, - 1999. - С. 258-268.

2. Сепаратор для волокнистых материалов, Патент Респ. Уз. №1 ДР. 04998, Бюл. №6, 2001

3. Сепаратор для хлопка-сырца. Авторское свидетельство SU.1770463 №39,1992

4. Джураев А., Давидбаев Б.Н., Алимов О.Н., Давидбаева Н.Б. Сепаратор для волокнистых материалов, Патент Респ. Уз. № 06300 .10.10.2018.

5. Джураев А., Давидбаев Б.Н., Зулпуев С.М., Давидбаева Н.Б. Сепаратор для волокнистых материалов. Патент Киргизской Респ. № 364 30.08.2023 6.

6 Джураев А,Давидбаев ,Б.Н., Алимов О.Н.,Давидбаева Н.Б.Сепаратор для волокнистых материалов, Патент № 06300 .10.10.2018

7. Зулпиев С.М., Давидбаев Б., Джураев А.Д., Зулпиев А.М., ДавидбаеваН.Б. Сепаратор для хлопка-сырца. Патент Кырг. Рес. По заявке № 20230011,2 от 30.08.23 г. №360.

8. B.N.Davidbaev, A.Dzhuraev, N.B.Davidbaeva. Determination of Oscillation Amplitude of Cotton Particle at Interaction with Plate and Shock Absorber of the Separator. //International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (India) Vol. 7 Issue 9, September 2020. 14977-14981

9. А.Д. Джураев, Б.Н.Давидбаев, Н.Б.Давидбаева. Анализ процесса выпадения частиц хлопка в зоне взаимодействия с амортизирующем отражателям сепаратора.//Научно-технический журнал Ферганского политехнического института (спец.вып) №3. 2020 г. *144-147 стр.*

10. А.Д. Джураев, Б.Н.Давидбаев, Н.Б.Давидбаева. Исследование взаимодействия частицы хлопка – сырца с амортизирующей пластин сепаратора" // A nemzetkцzi tudomбnyos-gyakorlati konferencia anyagaival «korszerű mű szerek é s algoritmusa tapasztalati é s elmé leti tudomá nyos kutatási» September 18, 2020 Budapest, Magyarorszag . 82-86стр.

11. Davidboev B., Mirzaxonov Yu., Maxmudov I., Davidbayeva N. Research of lateral assembly of the belt in flat-belt transmissions and transport mechanisms //International Journal of Scientific and Technology Research. – 2020. – Т9. – №. 1. – с. 3666-3669. https://www.ijstr.org/final-print/jan2020/Research-Of-Lateral-Assembly-Of-The-Belt-In-Flat-belt-Transmissions-And-Transport-Mechanisms.pdf

12. O.J. Muradov, A.Dzhuraev, B.N.Davidbaev, N.B.Davidbaeva Improvement of the

design of the scientific basis for calculation of working bodies of the separation and cleaning zone of the flow line for processing raw cotton \\ Global Book Publisihg services 1211 polk St, Orlahdo, 32805 USA.08 06.2025 (monograph)

13. A. Djurayev, B.N.Davidbaev, N.N.Djurayev, J.Kh.Beknazarov. Results of dynamic analysis of double-inlet screw conveyor machine assembly \\ E3S Web of Conferences Volume 417 (2023) III International Conference on Geotechnology, Mining and Rational Use of Natural Resources (GEOTECH-2023) Navoi, Uzbekistan, June 16-17, 2023. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/54/e3sconf_geotech2023_06005/e3sconf_geotech2023_06005.html

14. A. Juraev, B.N.Davidbaev, Mirzaxonov Yu, , *Davidbaeva N.B.* . Justification of the parameters of the effective design of the centering tension roller of the conveyor belt. \\ Fransiya 30 November 2023.E3S Web of Conf. Volume 452, 2023 XV International Online Conference "Improving Farming Productivity and Agro ecology – Ecosystem Restoration" (IPFA 2023). https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/89/e3sconf_ipfa2023_01045/e3sconf_ipfa2023_01045.html

15. Давидбаев Б.Н., Зулпиев С.М., Давидбаева Н.Б., Урматайм Абдивап Кызы. Усовершенствование конструкции и обоснование параметров центрирующего натяжного устройства конвейера \\ III Международная научно-практическая конференция «Технологии, материаловедение и машиностроение» (МММ-III-2024) том 3243, выпуск 1 23 декабря 2024г. Душанбе, Республика Таджикистан. AIP Conf. Proc. 3243, 010001 (2024). https://doi.rog/10.1063/12.0034304 https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/3243/1/020006/3327896/Improvement-of-constructions-and-justification-of?redirectedFrom=fulltext

UDK 621.224

YO‘NALTIRUVCHI APPARATLI REAKTIV GIDRAVLIK TURBINA

Bozorov Oybek Odilovich
Andijon davlat texnika instituti E-mail:obozarov7@inbox.ru

Yuldashev Ilxomjon Komiljonovich
Xo‘jaobod politexnikumi ilxomjon0584@gmail.com

Xudoyqulov Shavkatbek Soyibjonovich
Namangan davlat pedagogika instituti E-mail: j_alay@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada gidroelektr qurilmalarda qo‘llaniladigan gidrotrubinalarning ishlash prinsipi va samaradorlik koeffitsiyentini oshirish maqsadida taklif etilgan mexanik, gidravlik, reaktiv va energiya xususiyatlariga ega bo‘lgan reaktiv gidroturbinaning tuzilishi, ishlash prinsipi va vazifasi keltirilgan.

Аннотация. В статье представлен принцип работы гидротурбин, применяемых в гидроэлектрических устройствах, а также конструкция, принцип работы и функции реактивной гидротурбины с механическими, гидравлическими, реактивными и энергетическими свойствами, предложенные с целью повышения КПД.

Abstract. The article presents the operating principle of hydroturbines used in hydroelectric devices, as well as the design, operating principle and functions of a reaction hydroturbine with mechanical, hydraulic, reaction and energy properties proposed to increase efficiency.

Kalit so‘zlar. gidroelektr qurilma, lopast quvur, reflektor, texnik xususiyat, shkiv, ishchi g‘ildirak.

Ключевые слова. гидроэлектрический аппарат, лопастная труба, отражатель, технические характеристики, шкив, рабочее колесо.

Keywords. hydroelectric apparatus, blade pipe, reflector, technical characteristics, pulley, working wheel.

Ma’lumki, mini va mikro gidroelektr qurilmalar (GEU) uchun gidroturbinlarning samaradorligiga ularning ishchi g‘ildiraklari sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Gidroturbinlarning ishchi g‘ildiraklari faol (aktiv) va reaktiv turlarga bo‘linadi. Turli xil reaktiv ishchi g‘ildirakli gidroturbinalar ma’lum bo‘lib, ular samaradorlik koeffitsiyentini oshirishga yordam beradi. (FIK).

Ma’lum konstruksiyaga ega ishchi g‘ildirak [1] lopastlar va valdan iborat bo‘lib, unga yuqori va pastki tayanch disklar o‘rnatilgan. Ushbu disklar orasida egilgan quvur shaklidagi lopastlar joylashtirilgan. Quvur shaklidagi lopastlarning chiqish qismidagi disk aylana bo‘ylab teginish yo‘nalishida gorizontal joylashgan. Lopastlar quvur qismlaridan iborat bo‘lib, ularning yuqori kirish qismi vertikal holatda joylashgan.

Bu esa suvning lopast quvurlariga kirishida gidravlik va mahalliy qarshiliklarning ortishiga sabab bo‘ladi. Shuningdek, yuqori diskning kirish yuzasining bir qismi foydalanilmay qoladi, ya’ni suv og‘irlik kuchi ta’sirida pastga tushganda ortadigan kinetik energiya to‘liq ishlatilmaydi. Natijada bunday konstruksiya energiya tejamkorligi nuqtayi nazaridan qoniqarsiz natijaga ega bo‘ladi. Ma’lum lopast apparati, reflektorli stator va ishchi g‘ildirakdan iborat bo‘lib, ishchi g‘ildirak markaziy stupitsa hamda yuqori va pastki halqalar shaklida bajarilgan. Ishchi g‘ildirak qo‘shimcha chiqish kanallari bilan ta’minlangan. Statorning oqim qismida reflektorlar joylashgan, halqalarda esa teshik oynalar mavjud.

Taklif etilgan yangi konsruksiyaning vazifasi gidroelektr qurilmalarining samaradorlik koeffitsiyentini oshirishdir. Bunda yuqorida ko‘rsatilgan kamchiliklari bartaraf etiladi va yaxshilangan mexanik, gidravlik, reaktiv va energiya xususiyatlariga ega bo‘lgan reaktiv gidroturbina yaratiladi.

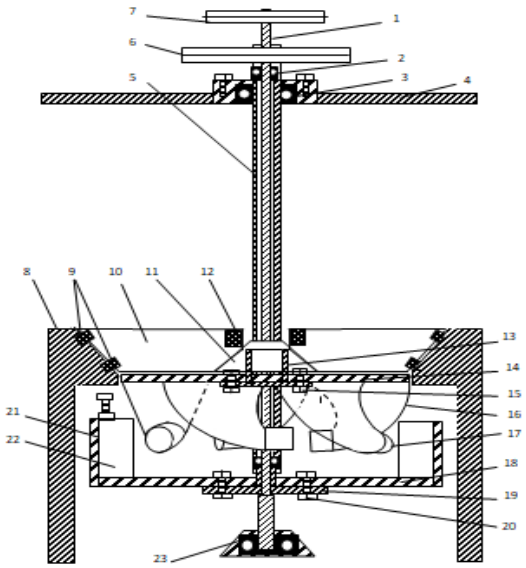
Ushbu konstruksiya quyidagicha ishlaydi: gidravlik turbina, ichki yo‘naltiruvchi apparatni o‘z ichiga oladi, u silindr shaklida tayyorlangan bo‘lib, yo‘naltiruvchi lopastlar ichki konus orasida mustahkamlangan. Bu konus silindr perimetri bo‘ylab suvni teng ravishda tarqatadi va siqadi, pastki silindr uchida esa to‘g‘ri burchakli teshik mavjud bo‘lib, suvning yo‘nalgan tarzda chiqishini nozullarga yo‘naltiradi.

Stator va ishchi g‘ildirak silindr shaklida bajarilgan. Suv chiqarish kanallari ishchi silindr tubida bir tekislikda joylashgan bo‘lib, ular to‘rtburchak kesimli quvurlar bo‘lib, ichki radiusga perpendikulyar joylashgan. Quvurlar chiqarish teshigi bilan jihozlangan bo‘lib, suv oqimini silindr markazidan o‘tgan teshik yo‘nalishiga perpendikulyar ravishda yo‘naltirish imkonini beradi. Oqimning bu yo‘nalishi vertikal holatda o‘rnatilgan, doira-silindr reflektorining markazidan chiqariladi. Taklif etilgan qurilma quyidagi texnik yechimlar bilan ajralib turadi: yo‘naltiruvchi apparat vertikal silindr shaklida bajarilgan bo‘lib, uning ichida konus mavjud. Ushbu konus, konusli parraklar yordamida yo‘naltiruvchi apparat silindri bilan bog‘langan. Bu yechim qurilmaning yangi texnik xususiyatlari sifatida tan olinadi.

Yangi konstruksiyaning mohiyati shundan iboratki, suv oqimi ta’minlovchi kanaldan yo‘naltiruvchi apparatga kiradi va vertikal harakatlanishda silindrning ichki devorlari va konus orasida bir tekis siqilib, perimetr bo‘ylab taqsimlanadi. Bu jarayon davomida yo‘naltiruvchi apparatning stasionar holati tufayli suv, aylanmay, yo‘naltiruvchi lopastlar orqali nozullarga yo‘naltiriladi. Suv oqimi nozullarning ichki devorlariga urilib, so‘ngra chiqish teshiklariga qaytib yo‘naltiriladi, bu esa reaktiv kuchni hosil qiladi va aylanish kinetik momentini keltirib chiqaradi.

Reflektorlar bilan perpendikulyar zarba natijasida, suvning chiqishi stator reflektorlariga urilib, chiziq bo‘ylab orqaga yo‘naltirilgan turtki kuchlarini yaratadi, bu esa ijobiy aylanish momentini hosil qiladi. Zarba ta’sirida suvning tezligi deyarli nolga tenglashadi va gravitatsiya ta’sirida pastga harakatlanadi. Nozulning ichki devorlariga suv oqimi ta’siridan va ishchi g‘ildirak bilan nozullar orasidagi reaksiya kuchidan kelib chiqadigan harakatlanish natijasida oqim chiqish tezligiga teng, lekin teskari yo‘nalishda harakatlanadi.

Taklif etilgan reaktiv gidravlik turbinasining sxemasi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Vertikal kesimda ko‘rsatilgan gidroturbinaning umumiy ko‘rinishi

Reaktiv gidravlik turbina (1-rasm) quyidagi tarkibiy qismlardan iborat:

1. Podvodituvchi kanal 1 va unga mahkamlangan val 2, val ichida podshipnik 3 mavjud.

2. Yo‘naltiruvchi apparat 5, u yo‘naltiruvchi krilchatkalar 6 bilan jihozlangan va perimetr bo‘ylab silindr 5 va ichki konusning asosiy qismi 7 o‘rtasida mustahkamlangan. Bu konus yuqori gidro-podshipnik 8 bilan ta’minlangan va yo‘naltiruvchi apparatning ichki va tashqi qismlariga suv oqimining bir tekis tarqatilishi va siqilishi uchun imkoniyat yaratadi. Silindr 5 yuqori gidro-podshipnik orqali ishchi organni ushlab turadi.

3. Boltlarga podvodituvchi kanal 1 korpusiga o‘rnatilgan. Shu tarzda yo‘naltiruvchi apparat ishchi g‘ildirak bilan bog‘lanmasdan joylashadi.

4. Ishchi g‘ildirak silindr shaklida bo‘lib, unga kautchuk salniklar 11 joylashgan bo‘lib, bu val 2 orqali mahkamlanadi va disk asosli 12 yordamida o‘rnatiladi. Bu ishchi g‘ildirakning pastki asosida 13 konus shaklida gidro-podshipnik mavjud.

5. O‘tuvchi kanallar 14 to‘g‘ri burchakli kesimga ega, vogi’ntli, konus shaklidagi quvur bo‘lib, uning oxiri soplo 15 shaklida tugallanadi.

6. Stator 16-bu ichki reflektorlarga ega bo‘lib, ular chiqayotgan suv oqimi soplo 15 ga urilgandan so‘ng aks etishiga xizmat qiladi. Statorning o‘rnatilishi uchun konus 18 shaklida bo‘lib, bu suvning tezroq va erkin pastga oqishiga yordam beradi.

7. Shkiv 19 orqali ishchi g‘ildirakning aylanish harakati val 2 orqali elektr generatorining rotori tomon uzatiladi. Soploning markaziy o‘qi 15 silindrning ish g‘ildiragi radiusiga perpendikulyar joylashgan bo‘lib, ish g‘ildiragi soplolarining soni suv oqimi hajmiga qarab 3 va undan ortiq bo‘lishi mumkin.

Yo‘naltiruvchi apparat bilan jihozlangan gidroelektrik turbinaning ishlashi quyidagi afzalliklarga ega:

Yo‘naltiruvchi apparatning statikligi suv ustunining silindrda aylanma harakatini bartaraf etadi, bu esa nisbiy tezlikning radial tarkibining modulini kamaytiradi. Bu suvning soploga yo‘naltirilishining samaradorligini oshiradi.

Yo‘naltiruvchi apparatning asosiy qismi silindr 5, ichki konus 7 va vertikal joylashgan yo‘naltiruvchi qirrali pichoqlardan 6 iborat. YO‘naltiruvchi apparatning 5 korpusi gidroelektrik turbinasining 1 quvvat silindriga 9 boltsiz bilan mahkamlanadi (1-rasm). Yo‘naltiruvchi apparatning pastki qismi ichki konus 7 bilan jihozlangan bo‘lib, bu yerda gidravlik podshipnik 8 mavjud va ish g‘ildiragi valli orqali o‘tadi. Silindrning ichki devorlari va konusning devorlari orasidagi masofa kamayganda, suv oqimi konusning perimetri bo‘ylab teng taqsimlanib, siqiladi, bu esa turbinaning samaradorligini oshiradi.

Bunda, α=30° burchak qiymatida, silindrning ichki devorlari va konusning qirralari orasidagi maksimal tezlikka erishiladi, shuningdek, yo‘naltiruvchi pichoqlardan soplolarga eng katta suv oqimi uzatiladi. Shuning uchun, markaziy konusning balandligi yo‘naltiruvchi qurilmaning balandligining uchdan ikki qismini tashkil qilishi maqsadga muvofiqdir.

Yo‘naltiruvchi qurilmaning yuqori qismida, silindrga bolg‘alar orqali mahkamlash uchun teshiklar ochiladi.

Geometrik joylashuvga ko‘ra, ishchi g‘ildiragi silindri, pichoqlarga tegmasdan aylanadigan bo‘lishi uchun, ishchi g‘ildiragi silindrining ichki radiusi R_{rk}, pichoqning balandligi h_l ga qarshi δ masofada joylashishi kerak, ya'ni:

$$R_{rk} = r_0 + h_l + \delta \quad (1)$$

Masofa δ ning qiymati ish g‘ildiragi o‘lchamiga qarab 1-2 sm bo‘lishi mumkin. Ish g‘ildiragi silindrining radiusi R_{rk}, statorning radiusi R_{st}, soploning radial balandligi h_{sp}, reflektorning radial balandligi hot va ish g‘ildiragi markazidan uzoqroq bo‘lgan soplo nuqtasi bilan markazga yaqin reflektor nuqtasi o‘rtasidagi radial masofa b o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$R_{st} - R_{rk} = h_{sp} + h_{ot} + \delta \quad (2)$$

Maksimal tormozlash momentini olish uchun krilchatka uzunligi l va uning o‘rnatilish burchagi β ni optimallashtirish kerak, bu burchak krilchatka yo‘naltiruvchi apparatga o‘rnatilgan joydan kesish chizig‘idan olinadi. Shuningdek, krilchatkalar soni n va silindr perimetri bo‘ylab o‘rnatilgan soplolar soni teng bo‘lishi kerak. Krilchatka o‘rnatish burchagi β, krilchatkalar soni n, ularning orasidagi markaziy burchak θ va soploning radial balandligi h_c quyidagi ifodalarga bog‘liq:

$$R_{rk}\text{-}r_0=h_c= r_0\frac{\sin\theta\sin\beta}{\cos^2\theta};\quad n=2\pi/\theta; \tag{3}$$

Eng yuqori samaradorlikka erishish uchun gidrotermina ishlashida markaziy burchak θ va loperchakka nisbatan β burchagi quyidagi nisbatlarga mos kelishi kerak:

$$\cos(\theta+\beta)=2tg\theta\cdot\sin\beta; \tag{4}$$

$\beta=75°$ burchak qiymatida gidravlik va mahalliy qarshiliklar hisobiga energiya yo‘qotishlari eng kam bo‘ladi, kuch momenti va gidroturbinaning samaradorligi maksimal qiymatga erishadi.

Taklif qilingan reaksion gidravlik turbinaning quyidagi afzalliklari mavjud:

Valning atrofida suv ustuni aylanishini bartaraf etish orqali, bosim yo‘qotilishi 10%-13% ga kamayadi.

Ishchi g‘ildirakning aylanishida, yo‘naltiruvchi apparatdan chiqishdan keyin ishchi silindrda joylashgan suv hajmi ishchi g‘ildirakka nisbatan aylanishda ishtirok etmaydi, yo‘naltiruvchi lopperlar va tishli kirish orasidagi kichik bo‘shliq tufayli. Mutlaq tezlikni oshirish orqali, ichki tishli devorlarga urilishdagi faol suv kuchi oshadi. Shunga ko‘ra, aylanish momenti oshadi.

Yo‘naltiruvchi apparat ichidagi yumshoq yassilangan konusning o‘rnatilishi suvning perimetr bo‘ylab teng ravishda taqsimlanishini va siqilishini ta’minlaydi va yo‘naltiruvchilarga tekis burilish hosil qiladi.

Vertikal kirish silindrida joylashgan suv ustunining tortishish kuchi ishchi g‘ildirakka ta’sir qilmaydi, inersion momentning kamayishi ishchi g‘ildirakning aylanish tezligini oshiradi, bu esa gidroturbinaning samaradorligini oshiradi.

Xulosa. Taklif qilingan foydali modelning reaktiv gidravlik turbinasi ajratib turuvchi xususiyatlari muhim bo‘lib, bu xususiyatlar qo‘yilgan vazifalarni hal qilish uchun zarur va yetarli shartlarni tashkil etadi.

ADABIYOTLAR

1. Bozarov O.O., Usarov Kh.S., Kiryigitov B.A., Opportunities and prospects for alternative sources of electricity, The role of alternative energy sources in the development of the energy sector. Namangan, 2021. p. 92-94.

2. Aliev Rayimjon, Bozarov Oybek Odilovich, Mirkomilov Ozodbek Okyuljonovich, Aliev Sukhrobjon Rayimjonovich, Abbasova Nozima Bakhtiyor's daughter. Hybrid solar photovoltaic and hydroelectric power plant Uzbekistan, Patent №. FAP 02169 (Application №. FAP20220197).

3. Djuraev, A., & Sh, K. (2019). Dynamics of the machine unit with drive driving mechanisms of jin cylinder. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (Indiya)*, *6*(9), 10680-10685.

4. Aliev Rayimjon, Laziz Usmanov, Murodjon Komilov, Sukhrobjon Aliev, Ozodbek Mirkomilov, Nilufar Mashrabjonova. Hybrid solar photo and wind electric module UzR, Patent No. FAP 02170 (Application No. FAP20220196)

5. Bozarov O.O., Doctoral thesis on the creation of a micro-hydroelectric unit with a reactive hydroaggregate for agricultural consumers. Andijan branch of Tashkent State Agrarian University, Tashkent, 2020. p. 51-52

6. A. Sh. Tekhiev. Hydraulic turbine. RU 2398129 MPK C1. F03B 7/00. Publ. 27.08.2010 Bull. No. 24

7. Djuraev, A., & Sh, K. (2019). Influence of saw cylinder parameters and support rigidity on vibration amplitude. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (Indiya)*, *6*(9), 10702-10706.

8. Djurayev A., Yuldashev K., Teshaboyev O.. "Development of construction of a screw conveyer that transports and cleans cotton, justification of screw parameter". XIV international conference on transport infrastructure: Territory development and sustainability TITDS-XIV-2023.

9. Djuraev, A., & Sh, K. (2019). Analysis of the results of an experiment to determine the torque on the shaft of a gin saw cylinder. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, *6*(9), 10653-64.

10. Djurayev A., Yuldashev K., Daliyev Sh., Nizomov T "Results of theoretical research of curved pile drums for cleaning cotton from small impurities". XI International Scientific and Practical Conference Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITSE-2023) 13 October 2023 E3S Web of Conferences 431, 01058 (2023) ITSE-2023.

11. Djuraev A., Yuldashev K. "Dynamics of the Screw Conveyor for Transportation and Cleaning of Fiber Material" International Journal of Advanced Science and Technology. Vol. 29, No. 5, (2020), pp. 8557-8566. ISSN: 2005-4238.

UDK 621.01

AVTOMATIK TARANGLOVCHI QURILMALI ZANJIRLI UZATMA PARAMETRLARINI ANIQLASH

Mamaxonov Azam Abdumajitovich
NamDTU, t.f.d., prof., mamahonovazam@gmail.com

Xikmatillayev Ismoilxon A'zamxo'ja o'g'li
NamDTU, tayanch doktoranti, ismoilkhonkhikmatillaev@gmail.com

Anotatsiya. Maqolada vibratsion tozalash qurilmasiga harakatni uzatuvchi avtomatik taranglovchi qurilmali zanjirli uzatmaning kinematik, dinamik va samaradorlik parametrlari tahlil qilingan. Tadqiqotda zanjirli uzatmaning asosiy konstruktiv parametrlarini aniqlashda zarbli yuklanishlarni inobatga olish, ko'pburchak effekti ta'sirida hosil bo'luvchi burovchi moment tebranishlari va ularning ekran tebranish amplitudasiga ta'siri tahlil etilgan. Natijada yetaklanuvchi val yuklanishlariga mos holda yetaklanuvchi yulduzcha tishlar soni $z_2 = 75$ bo'lganda, burovchi moment tebranish amplitudasi $\Delta T_2 \approx \pm 3{,}3\ N \cdot m$, bo'lishi va bu tozalash samaradorligi ijobiy ta'siri asoslaangan.

Аннотация. В статье проведён анализ кинематических, динамических и энергетических параметров цепной передачи с автоматическим натяжным устройством, передающей движение вибрационной очистительной установке. В исследовании рассмотрено влияние ударных нагрузок при определении основных конструктивных параметров цепной передачи, а также колебаний крутящего момента, возникающих под воздействием многоугольного эффекта, и их влияние на амплитуду колебаний экрана. В результате установлено, что при числе зубьев ведущей звёздочки $z_2 = 75$ амплитуда колебаний крутящего момента составляет примерно, $\Delta T_2 \approx \pm\ 3.3\ N \cdot m$ что обоснованно оказывает положительное влияние на эффективность процесса очистки.

Abstract. In the article, the kinematic, dynamic, and efficiency parameters of a chain drive equipped with an automatic tensioning mechanism that transmits motion to the vibratory cleaning machine are analyzed. The study examines the influence of impact loads in determining the main design parameters of the chain drive, as well as the torsional moment fluctuations caused by the polygonal effect and their impact on the vibration amplitude of the screen. As a result, it was established that when the number of teeth on the driven sprocket is $z_2 = 75$, the torsional moment vibration amplitude reaches approximately $\Delta T_2 \approx \pm\ 3.3\ N \cdot m$ which has been substantiated to exert a positive influence on the cleaning efficiency.

Kalit so'zlar: zanjirli uzatma, avtomatik taranglovchi qurilma, burovchi moment tebranishi, ko'pburchak effekti, vibratsion ekran, tozalash samaradorligi.

Ключевые слова: цепная передача, автоматическое натяжное устройство, колебания крутящего момента, многоугольный эффект, вибрационный экран, эффективность очистки.

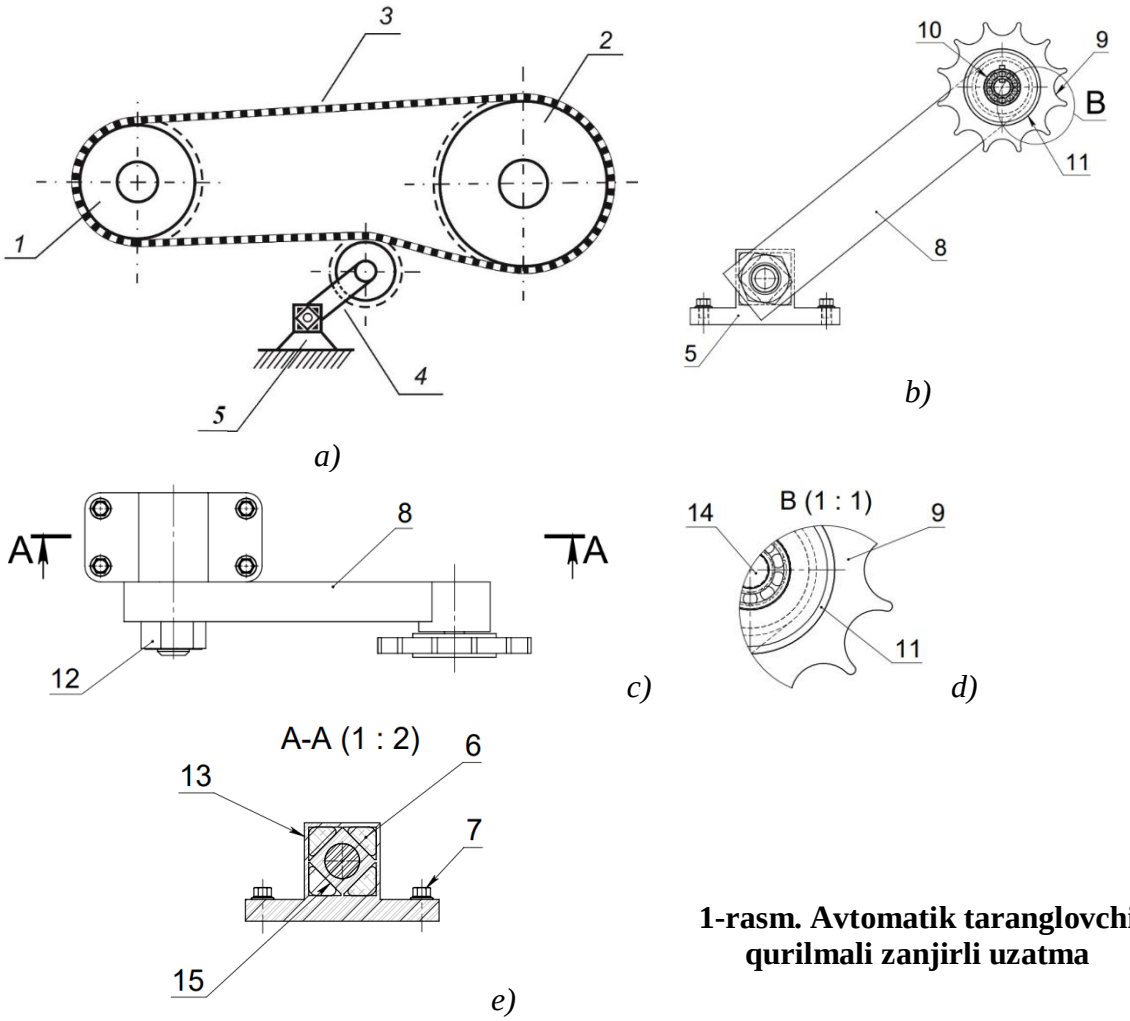
Keywords: chain drive, automatic tensioning device, torque vibration, polygonal effect, vibratory screen, cleaning efficiency

Kirish. Vibratsion tozalash mashinalari, xususan, chigitni tozalash va saralash tizimlarida uzatma mexanizmlarining dinamik barqarorligi mashina samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. An'anaviy tasmali uzatmalar yuqori tebranish va zarbli yuklanish sharoitida qisqa muddatda ishdan chiqadi. Shu sababli, bunday tizimlarda zanjirli uzatma qo'llash maqsadga muvofiq. Zanjirli uzatmalar yuqori momentni uzatish qobiliyatiga, kichik sirpanish va barqaror harakatga ega bo'lib, ularni vibratsion muhitda ishlovchi mexanizmlar uchun samarali

xisoblanadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi vibratsion ekran uchun avtomatik taranglovchi qurilmali zanjirli uzatma parametrlarini aniqlash, ko‘pburchak effekti ta’sirini matematik modellashtirish va ularning qurilma samaradorligiga ta’sirini baholashdan iborat. Taklif etilayotgan zanjirli uzatma parametrlarini aniqlashda quyidagi 7 ta parametrni hisobga olish kerak:

1. Foydalaniladigan mashina;
2. Zarb turi;
3. Motor-reduktor turi;
4. Motor-reduktor quvvati (kVt);
5. Yetaklovchi valning diametri va aylanish tezligi;
6. Yetaklanuvchi valning diametri va aylanish tezligi;
7. Vallar orasidagi masofa aniqlash talab etiladi.

Zanjirli uzatma to‘g‘ridan-to‘g‘ri vibratsion tozalash qurilmasiga harakatni uzatadi. Shuning uchhun uni parametrlarini aniqlashda ishchi organda yuzaga keluvchi zarbli yuklanishlarni inobatga olish muhim hisoblanadi. 1-rasmda taklif etilayotgan avtomatik taranglovchi qurilmali zanjirli uzatmaning tuzilish sxemasi keltirilgan.



1-rasm. Avtomatik taranglovchi qurilmali zanjirli uzatma

1. *a)*- rasmda zanjirli uzatmaning umumiy ko‘rinishi, 1. *b)* – rasmda taranglovchi qurilma tuzilish sxemasi, 1. *c)*-rasmda esa taranglovchi qurilmaning gorizontal ko‘rinishi, 1. *d)*-rasmda taranglovchi yulduzchaning **B-B** kesimi, hamda 1. *e*-rasmda taranglovchi qurilma tayanchining kesimi **A-A** tasvirlangan. Zanjirli uzatma yetakchi yulduzcha (1), yetaklanuvchi yulduzcha (2) va ularni qamrovchi zanjir (3) hamda taranglovchi qurilma (4) dan iborat. Taranglovchi qurilma (4)

dagi yulduzcha (9) o‘q (14) ga rezina vtulka (11) va dumalash podshipnigi (10) vositasida o‘rnatilgan. Richak (8) ning ikkinchi uchi tayanch (5) ga maxsus sharnir 15 yordamida mahkamlangan. Shuningdek, maxsius sharnir (15) tashqi tomoni uchburchaksimon (burchaklari tutashmali) shaklli rezina vulkalar (6) orqali tayanch korpusi (13)ga mahkamlangan. Bunda yuqori qismida joylashgan ikkita qayishqoq vtulka bikirligi past tomondagi vtulkalar bikirligiga nisbatan 1,5 marta katta qiymatda bo‘lishi taklif etilgan.

Konstruksiya quyidagicha ishlaydi: aylanma harakat yetakchi yulduzcha (1)dan, yetaklanuvchi yulduzcha (2) ga zanjir (3) orqali uzatiladi. Shu bilan birga, taranglovchi qurilma (4) ning yulduzcha (9) si zanjir (3) bilan ilashgan holda aylanadi. Ishlash jarayonida texnologik yuklama va inertsiya kuchining ortishi va zanjir elementlarining yeyilishi natijasida zanjir (3) ning tarangligi o‘zgaradi va natijada zanjir tebranadi. Ish jarayonida zanjir (3) tomonidan taranglovchi qurilma yulduzchasi (9)ga ta’sir qiluvchi kuchning qiymati o‘zgaruvchan bo‘ladi.

Ushbu kuch ta’sirida rezina vtulka (11) deformatsiyalanadi va yulduzcha (9) ning vertikal tebranishlarini qisman amortizatsiyalash imkonini taqtim etadi. Biroq, ushbu kuchning asosiy qiymati richag (8)ning tebranma harakatlanishiga olib keladi. Bu tebranishlar esa uch burchak shaklli rezina vtulkalar (6) ning deformatsiyalanishiga sabab bo‘ladi. Shuni alohida qayd etish lozimki, yuqoridagi ikki rezina vtulkalar (6) ning burchakli deformatsiyasi pastki ikkita vtulkalar (6)ga nisbatan 1,5 baravar kam bo‘ladi. Bu esa richag (8) ning burchakli tebranishlarini nisbatan kamayishini (so‘ndirilishini) ta’minlaydi. Natijada zanjir (3) ning tebranishlari yetarli taranglik hisobiga muvozanatlashadi, bu esa uzatmaning ishlash muddatini uzaytiradi.

Uzatma parametrlarini aniqalshda zarbli yuklanishlarni inobatga oluvchi koeffisientni $A_p = \times 1,5$ olish maqsadga muvofiq. Zanjirli uzatmaning quvvat uzatish imkoniyati quyidagicha aniqlanadi:

$$P_t = P_e + A_p \tag{1}$$

bunda, P_e uzatiladigan quvvat qiymati hisoblanadi.

U holda $P_t = 1,75 \cdot 1,5 = 2,625$ ni tashkil etdi.

Har qanday maqsadda ishlatiladigan zanjirli uzatmalarning yulduzcha tishlari soni ish jarayonini chuqur tahlil qilgan holda tanlashni talab etadi. Tish soni standart jadvallar asosida amalga oshiriladi [1,2]. Tanlashda quvvat uzatish imkoniyati, yani valning aylanish tezligi va unga mos keluvchi quvvat parametrlariga asoslanadi. Kerakli quvvat uzatish imkoniyati ta’minlangan bo‘lsa, zanjir qadamini iloji boricha kichik qilish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Bu shovqinni kamaytiradi va quvvatni silliq uzatishni ta’minlaydi. Lekin harakat to‘g‘ridan to‘g‘ri ekranga uzatilganini ham inobatga olish, ya’ni tebranish qiymati tozalash samaradorligiga ijobiy ta’sirlanishini ham inobatga olish zarur. Shuning uchun taklif etilayotgan avtomatik taranglovchi qurilmali zanjirli uzatma yetaklovchi yulduzchasi tishlari soni $z_1 = 17$ qilib olish maqsadga muvofiq. Yuqoridagi quvvat parametrlariga asosan zanjir qadamini quyidagi standart ifoda orqali aniqlaymiz:

$$p_z = 2,8\sqrt[3]{\frac{T_2 A_p}{z_1 [P] m}} \tag{2}$$

bu yerda, T_2 – yetaklanuvchi valdagi burovchi moment (Nm), $[P]$ – zanjir sharniri uchun ruxsat etilgan bosim qiymati 20 MPa, m – zanjir qatorlari soni.

Aniqlangan qiymatlar asosida taklif etilayotgan zanjir qadami: $p_z = 18,39$ ga ega bo‘ldi. U holda [1] zanjirning standart qadami: $p_z = 19,05 mm$ ni bo‘ladi. Shuningdek ishchi organ validagi aylanma tezlik: $\omega_e = 18,84...25,12 \frac{rad}{s}$ aylanish chastotasi: $n_e = 180...240 \min^{-1}$

ni tashkil etadi. Zanjirli uzatma uzatish sonini $i_r = 3,55$ va yuqoridagi parametrlarni inobatga olgan holda yetaklanuvchi yulduzcha tishlar soni quyidagicha aniqlanadi:

$$z_2 = z_1 \cdot i_r = 21 \cdot 3,55 \approx 75 \quad (3)$$

Aniqlangan yulduzchalarning standart val teshiklarini o‘zaro muvofiqligini tekshirish lozim. Shuningdek, tishli g‘ildiraklar bir-biriga halaqit bermasligi va kichik tishli g‘ildirakni zanjir bilan qamrash burchagi 120˚ dan kata bo‘lishini ta’minlash shart. Aynan taklif etilayotgan uzatma konstruksiyasida avtomatik taranglash qurilmasining taranglovchi kuchi yordamida ushbu talab to‘liq bajariladi. Umuman olganda, yetakchi va yetaklanuvchi yulduzcha vallarining oraliq masofalari zanjir qadami uzunligi:

$$C = (30...50)19,05 = 571,5...952,5mm \quad (4)$$

oraliqda olish maqsadga muvofiqdir. Agar yuk vibratsion xarakterda bo‘lsa, bu masofani kamaytirish ham mumkin. Biz bu qiymatni ekran harakatlanishi natijasida yuzaga keladigan yuklanishni inobatga olib, $30p_z$ olishimiz maqsadga muvofiq hisoblanadi. Tishli g‘ildirakl z_2, z_1arning tishlari soni va val markazlari orasidagi masofa ma’lum bo‘lsa zanjir uzunligini quyidagi ifoda orqali aniqlash mumkin:

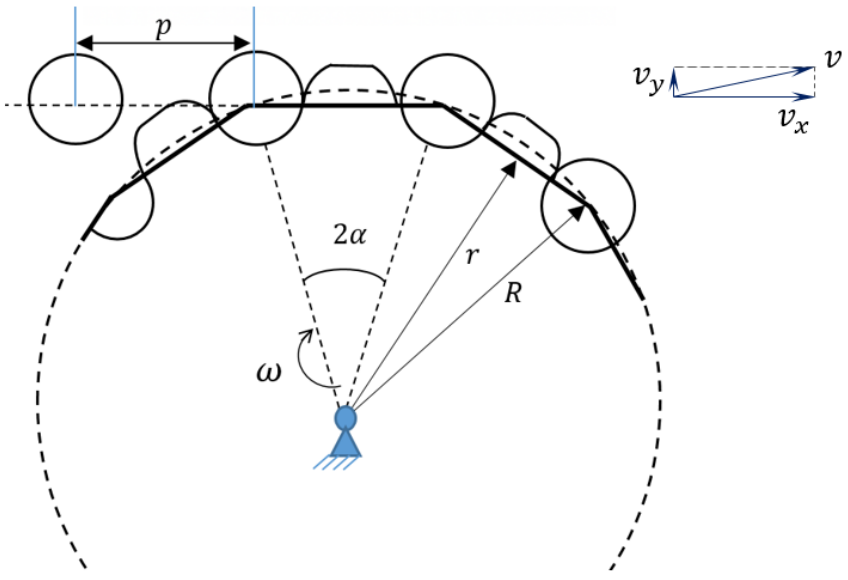
$$L = \frac{z_1 + z_2}{2} + 2C + \frac{\left(\frac{z_1 + z_2}{2\pi}\right)^2}{C} \quad (5)$$

yuqooridagi parametrlarni ifodaga qo‘ysak, $L = 119,41mm$ ni tashkil etdi. Aniqlangan parametrlar orqali vallar orasidagi masofa qiymatini quyidagi ifoda orqali aniqlaymiz:

$$C_a = \frac{1}{8}\left(2L - z_2 - z_1 + \sqrt{(2L - z_2 - z_1)^2 - \frac{8}{\pi^2}(z_2 - z_1)^2}\right); \quad (6)$$

Sonli qiymatlarga asoslansak $C_a = 571,38mm$ ni tashkil etadi.

Zanjirli uzatma tezligining davriy o‘zgarishining vibratsion ekran validagi burovchi moment tebranishlariga ta’siri: Zanjirli uzatmada zanjir yulduzcha bilan diskret nuqtalarda ilashadi. Bu ilashish doimiy radius bo‘ylab emas, balki ko‘p burchakli shakl bo‘ylab yuzaga keladi (2-rasm).



2-rasm. Zanjirli uzatma kinematik parametrlarini aniqlash sxemasi

Zanjir harakatlanishi davomida zanjir bo‘g‘ini har bir yulduzcha tishi bilan ilashganida o‘z radiusini davriy o‘zgartirib turadi, bu esa zanjirning chiziqli tezligining davriy tebranishiga

olib keladi. Zanjir har bir bo‘lagining ilashuvida qadam radiusi o‘zgaradi. Shunga mos chiziqli tezlik quyidagi qonuniyatda tebranadi:

$$V(t) = R(t) \cdot \omega \tag{7}$$

bu yerda, $R -$ yulduzcha bo‘luvchiaylana radiusi, m; burchak tezlik, $\frac{rad}{sek}$

Shuningdek, yetaklanuvchi yulduzcha burchak tezligi $\omega_2(t)$ ham tebranadi. Bu tebranish inertsiya sababli valdagi burovchi moment tebranishini ham yuzaga keltiradi va u quyidagi tarzda aniqlanadi**:**

$$T(t) = J \cdot \varepsilon(t) \tag{8}$$

$J -$ zanjirli uzatmaning inertsiya momenti, $\varepsilon(t)$ burchakk tezlanish $\frac{rad}{sek^2}$

Harakat zanjirli uzatma orqali uzatilganda, zanjir tezligini belgilovchi yetaklanuvchi yulduzchaning bo‘luvchi nominal aylana radiusi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_2 = \frac{p}{2 \cdot \sin(\frac{\pi}{z_2})} \tag{9}$$

bu yerda, $p -$ zanjir qadami, $z_2 -$ tishlar soni.

Ko‘p burchak ta’siri tufayli chiziqli tezlik har tish ilashganda quyidagicha tebranadi:

$$k = 1 - \cos(\frac{\pi}{z_2}) \tag{10}$$

Bu yerda $k -$ zanjir tezligining nisbiy tebranish amplitudasi. Tishlar soni ortgani sari $\cos(\frac{\pi}{z_2})$ ning qiymati 1ga yaqinlashadi va ko‘pburachak ta’sir kamayadi.

Chiziqli tezlik tebranishini ko‘rib chiqamiz: Zanjirning xaqiqiy tezligi quyidagi qamrov qiymatda o‘zgaradi:

$$\Delta v = (R - r) \cdot \omega_2 \tag{11}$$

bu yerda $r = R \cdot \cos(\frac{\pi}{z_2}) -$ ko‘p burchak ichidagi radius.

U holda,

$$\Delta v = R \cdot \omega_2 (1 - \cos(\frac{\pi}{z_2})) = V \cdot k \tag{12}$$

Bundan shuni xulosa qilish mumkinki, chiziqli tezlik tebranishi o‘rtacha tezlikka proporsional bo‘ladi.

Taklif etilayotgan ekran unumdorligiga ijobiy ta’sir etuvchi ishchi organ valining tezlanish va burovchi momentini ko‘rib chiqamiz. Yetaklanuvchi valga uzatilgan chiziqli tezlik, $V(t)$ tebranayotgan bo‘lsa, yetaklanuvchi valdagi burchak tezlik va tezlanish qiymatlari quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega_2(t) = \frac{V(t)}{R_2}, \varepsilon_2(t) = \frac{d\omega_2}{dt} \tag{13}$$

U holda ishchi organ validagi burovchi momentning o‘zgarish qamrov qiymati quyidagi tarzda garmonik o‘zgaruvchan bo‘ladi:

$$T_2 = J_2 \cdot \varepsilon_2(t) \tag{14}$$

Vibratsion ekranni harakatga keltiruvchi ekranni harakatga keltiruvchi moment esa

quyidagicha ifodalanadi:

$$T_2(t) = J_y \cdot \Delta T_2 \tag{15}$$

bu yerda, T_y – ishchi organ validagi burovchi moment.

Zanjirning yetaklanuvchi yulduzcha tishlari bilan ilashich chastotasini f_e ni quyidagicha aniqlasak,

$$f_e = \frac{z_2 \omega_2}{2\pi} \tag{16}$$

Yetaklanuvchi yulduzcha validagi burchak tezlikning o‘rtacha qiymatini quyidagicha aniqlasak:

$$\omega_{2o'rt} = \frac{V_{o'rt}}{R_2} \tag{17}$$

vaqtga bog‘liq tarzda burchak tezlikning o‘zgarish qonuniyati quyidagicha aniqlanadi,

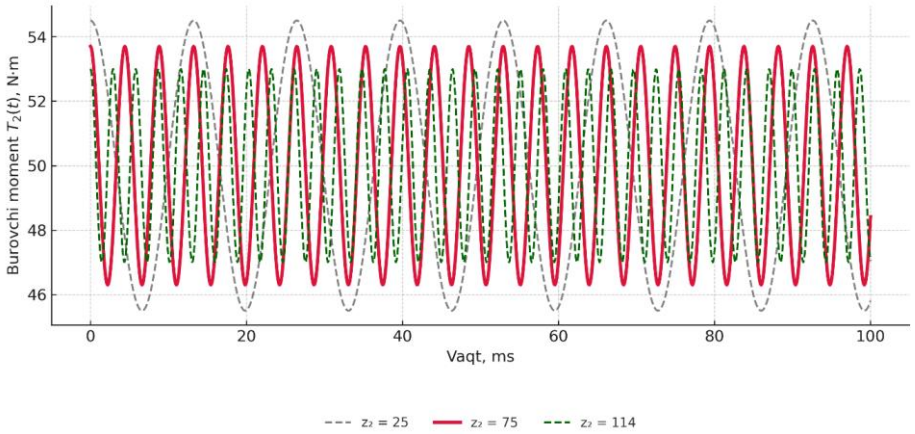
$$\omega_2(t) = \omega_{2o'rt} + \frac{V_{o'rt} \cdot k}{2R_2} \sin(2\pi \cdot f \cdot_e t) \tag{18}$$

Burovchi moment qonuniyati esa quyidagicha aniqlanadi,

$$T_2(t) = T_y + J_2(2\pi f_e) \frac{V_{o'rt} \cdot k}{2R_2} \cos(2\pi \cdot f \cdot_e) \tag{19}$$

Zanjirli uzatma tebranishlarining ekran samaradorligiga ta’sirining sonli tahlili

Berilgan parametrlar asosida vibratsion ekrandagi burovchi moment T_2 va burchak tezlik ω_2 tebranishlarini texnologik qarshilik momentini o‘zgarmas qiymatda olib chuqur tahlil qilindi. Har bir grafik uchun o‘q birligi, qiymat chegaralari va tavsiflar keltirildi. Tahlilda zanjirli uzatmadagi ko‘pburchak effekti tadqiq etilgan adabiyotlarga tayangan holda amalga oshirildi [3,8].



3-rasm. Ishchi organ validagi burovchi momentning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi grafigi

Grafikda ko‘rish mumkinki, zanjirli uzatma tishlar sonining o‘zgarishi bilan yetaklanuvchi valdagi burovchi moment tebranishining amplitudф oralig‘i sezilarli darajada farqlanadi. Bu o‘zgarishning sonli qiymatini 1-jadvaldan ko‘rishimiz mumkin.

1-jadval

№	Yetaklanuvchi yulduzcha tishlar soni, z_2	Yetaklanuvchi valdagi o‘rtacha burovchi moment T_y, Nm	Burovchi momentning tebranish amplitudasi, $\pm\Delta T_2, Nm$	Burovchi moment o‘zgarish diapazoni Nm

1	25	50.0	±4.5	45.5 – 54.5
2	75	50.0	±3.5	46.5 – 53.5
3	114	50.0	±2.7	47.3 – 52.7

Tishlar soni oshgani sayin tebranish amplitudasi kamayadi. Ammo $z_2 = 75$ holatida poligonal effekt hali sezilarli darajada saqlanib qoladi-bu vibratsion tebranishlar orqali mahsulotni qo‘shimcha harakatga keltirish imkonini beradi. ΔT_2, qiymatining o‘rtacha $6-8\ Nm$ oralig‘ida bo‘lishi, mahsulotning doimiy surilishi va tozalashga yordam beruvchi tebranish hosil qiladi. Juda katta qiymatlar mahsulotni notekis sakratadi; juda kichik tebranishlar esa mahsulot oqimini sustlashtiradi. Quyidagi bog‘liqlik orqali tozalash samaradorligining ΔT_2 bilan qanday bog‘liq ekani empirik tarzda baholanishi mumkin:

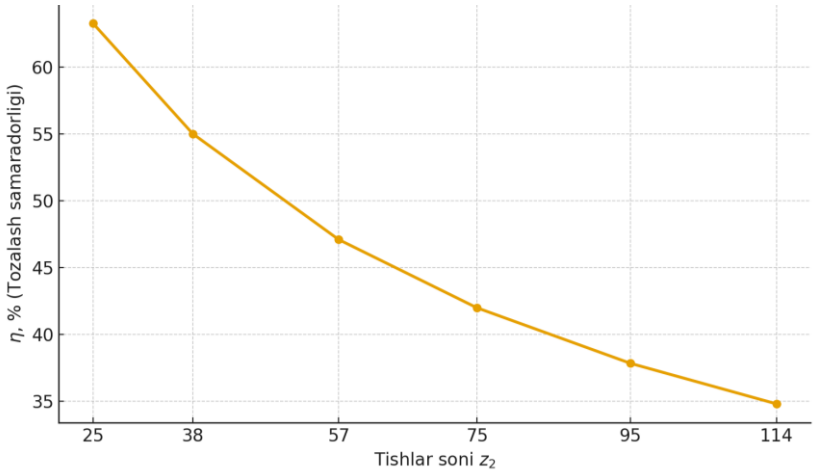
$$\eta(\Delta T_2) = \eta_{\max} \cdot (1 - e^{-\alpha \Delta T_2}), \quad (20)$$

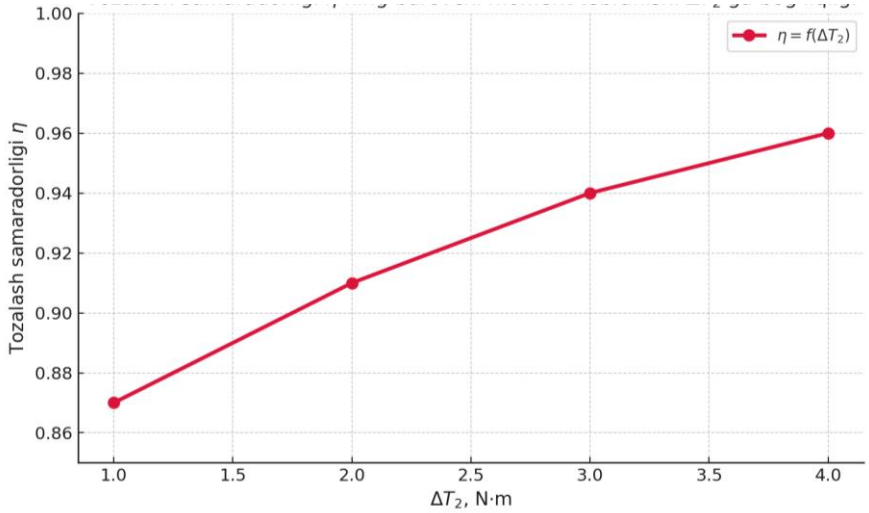
bu yerda $\eta_{\max}$ – max-maksimal samaradorlik; α – emprik modelning moslik koeffisienti, 0,25-0,35.

(20) ifodaning sonli yechimiga muvofiq, zanjirli uzatma yetaklanuvchi yulduzchasi tishlar soni z_2 – va validagi burovchi moment tebranishi ΔT_2 – ni qurilma tozalash samaradorligi η ga bog‘liqlik grafiklari olindi.

4-rasm a) dan zanjirli uzatmaning yetaklanuvchi yulduzchasi bilan zanjirning ilashuvi natijasida ko‘pburchak ta’siri yuzaga kelishini yaqqol ko‘rishimiz mumkin. Bu ta’sir natijasida burovchi moment va burchak tezlik davriy ravishda tebranadi**.** Bu esa uzatma valida o‘zgaruvchan burovchi moment $\Delta T_2 = f(t)$ hosil qiladi. Grafik (rasm, a)da $\eta = f(z_2)$ yetaklanuvchi yulduzcha tishlar sonining tozalash samaradorligiga ta’siri ko‘rsatilgan. Tishlar soni kamaygani sayin, ko‘pburchak ta’siri kuchayadi. Bu esa uzatma valiga yuqori amplitudali burovchi moment tebranishlarini yuzaga keltiradi. Natijada, vibratsion ekranning tebranish amplitudasi ortadi, bu esa chigitlarning elanish tezligini kuchaytiradi va ajratish samaradorligini oshiradi**.** Masalan, $z_2 = 25$ bo‘lganda tozalash samaradorligiga ta’siri $\eta \approx 62\%$ $z_2 = 75$ bo‘lganda $\eta \approx 43\%$, $z_2 = 114$ bo‘lganda $\eta \approx 35\%$ ni tashkil etadi. Shuni alohida qayd etish lozimki, tishlar sonini kam bo‘lishi agregatni ishlash barqarorligiga ham salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

4-rasm *b)* da keltirilgan grafikda zanjirli uzatma yetaklanuvchi val burovchi moment tebranishining amplitudasi va tozalash samaradorligiga ta’siri orasidagi bog‘liqlik $\eta = f(\Delta T_2)$ ifodalangan.

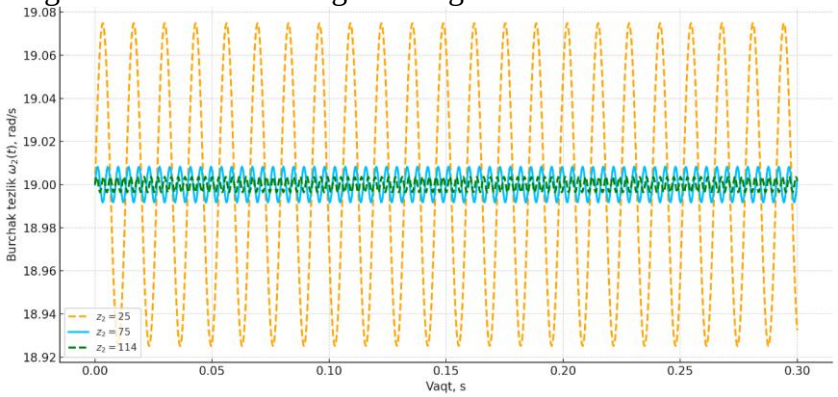




a) *b)*

4-rasm. Yetaklanuvchi yulduzchasi tishlar soni z_2 (a) va validagi burovchi moment tebranishi ΔT_2 (b) ni qurilma tozalash samaradorligi η ga bog‘liqlik grafiklari

Grafikdan shuni ko‘rish mumkinki, yetaklanuvchi valdagi burovchi momentning tebranish amplitudasi ortgan sari ekranni tebratuvchi kuch ham ortib boradi. Natijada esa chigit uyumining tozalash samaradorligiga ta’sir etuvchi ηning qiymati deyarli chiziqsiz ravishda oshadi. Tahlillarga asoslanadigan bo‘lsak, $\Delta T_2 = 1,0N$ da tozalash samaradorligiga ta’sir qiyma $\eta \approx 0,87$, $\Delta T_2 = 4,0N$ da tozalash samaradorligiga ta’sir qiymati $\eta \approx 0,96$, $\Delta T_2 = 1,0N$ da tozalash samaradorligiga ta’sir qiymati $\eta \approx 0,96$ ga erishadi. Taklif etilayotgan zanjirli uzatma yetaklanuvchi tishlar soni $z_2 = 75$ holati barqarorlashgan yechin bo‘lib, yuqori samaradorlik va strukturaviy barqarorlikni ta’minlaydi. Ushbu holatda yetaklanuvchi valdagi burovchi momentning tebranishi $\Delta T_2 \approx 3,3N$ va tozalash samaradorligiga ta’sir esa $\eta \approx 0,92$ ni tashkil etadi. Bu esa, zanjir va yulduzchaning ko‘b burchak shaklida ilashuvig ta’sirini boshqarish orqali ham qurilmada foydali tebranish hosil qilish imkoniyatini ifodalaydi. Ushbu sonli tahlil shuni ko‘rsatadiki, zanjirli uzatmadagi burovchi moment tebranishlari faqat zararli inertsiya holati emas, balki texnologik jihatdan foydali energiya manbai sifatida ham foydalanilishi mumkin. Optimal, $z_2 = 75$ $\Delta T_2 \approx 3,3N$ va J parametrlarini tanlash orqali vibratsion ekranning tozalash samaradorligi 2–3% gacha oshirilishi mumkin.



5-rasm. Zanjirli uzatma yetaklanuvchi yulduzcha tishlar sonining turli qiymatlarida burchak tezlik qiiymatini vaqtga bog‘liqlik grafigi

Zanjirli uzatma yetaklanuvchi validagi burchak tezlik $\omega_2(t)$ qiymatining tebranishi natijasida taklif etilayotgan ekran harakatida ham qo‘shimcha tebranish yuzaga keladi. –rasmda

keltirilgan grafikda $(0-0.3\ s)$ vaqt oralig‘ida yulduzcha tishlar soni qiymatlari $z_2 = 25, z_2 = 75, z_2 = 114,$ bo‘lhan hollari uchun burchak tezlik $\omega_2(t)$ tebranishi tasvirlangan. Yetaklanuvchi valdagi burchak tezlikning tebranish oraliq qiymatlari 2–jadvalda batafsil keltirilgan.

2-jadval.

Tishlar soni z_2	$\omega^2(t)$ ebranish oraliqlari, $\frac{rad}{s}$	(ω_2) Amplituda $\frac{rad}{s}$
25	18.92 ... 19.08	±0.08
75	18.985 ... 19.015	±0.015
114	18.992 ... 19.008	±0.008

Texnologik jihatdan zanjirli uzatma harakatiga ta’sir etuvchi ko‘pburchak effectining foydasi aynan taklif etilayotgan ekranning tozalash samaradorligiga kata ta’sir etadi. Zanjir yulduzcha bilan diskret nuqtalarda ilashgani sababli, har bir tish bilan aloqa vaqtida burchak tezlik o‘zgaradi. Bu ko‘pburchak effekti deb ataladi. Yulduzcha tishlar soni kam bo‘lganda masalan, $z_2 = 25,$ ko‘pburchak ta’siri kuchli, shuning uchun $\omega_2(t)$ tebranishi kata bo‘ladi. Bu tebranish valda qo‘shimcha inertsiya momenti hosil qiladi, natijada ekranni silkituvchi tebranish kuchayadi. Katta tishli yulduzcha $(z_2 = 114),$ ko‘pburchak ta’siri, harakat deyarli barqaror, qo‘shimcha silkituvchi tebranishlar kam. Burchak tezlik tebranishining ekranga ta’siri: Ekranning rezonans yaqin chastotada tebranishga tushishi, burchak tezlikdagi tebranishlar orqali hosil bo‘ladi. Bu harakat ekran qavatidagi mahsulotni mayda zarrachalardan ajratishga yordam beradi, ayniqsa yopishqoq, ho‘l yoki changli aralashmalar uchun. Tebranishning foydali ta’siri $\omega_2(t)$ ning tebranishi $\rightarrow \varepsilon(t)$ (tezlanish) $\rightarrow T_2(t)$ (burovchi moment) ishchi organning tebranishiga ijobiy ta’sir etadi. Bu orqali ekran tebranishi tabiiy tarzda hosil qilinadi, qo‘shimcha vibratorsiz. Natijada energiya tejamkorligi, kamroq shovqin va kompakt mexanizm vujudga keladi. Burchak tezlik tebranishi kichik bo‘lsa ($z_2 = 114$), ekran tebranish sekinlashadi. Juda katta tebranish $z_2 = 25,$ esa qurilma mustahkamligi va barqarorligiga salbiy ta’sir etadi. Shuning uchun zanjirli uzatma yetaklanuvchi yulduzchasi tishlar soni $z_2 = 75,$ bo‘lishi yetarli tebranish, rezonansga yaqin chastota bo‘lganligi bois tozalash samarasiga ta’sir etadi.

Xulosalar

Taklif etilayotgan ekranni harakatga keltiruvchi zanjirli uzatmaning parametrlari aniqlandi. Texnologik yuklanishlarga muvofiq holda zanjir qadami $p = 19,05mm$ bo‘lishi taklif etildi.

Zanjirning yulduzcha bilan ko‘pburchaklik sxemasi asosida ilashishini inobatga olgan holda, uzatma yetaklanuvchi yulduzchasi validagi burovchi moment va burchak tezlikni o‘zgarish qonuniyatlari aniqlandi.

Ishchi organ validagi burchak tezlik va burovchi moment o‘zgarishini ifodalovchi bog‘lanish grafiklari olindi. Bog‘lanish grafiklari asosida uzatma yetaklanuvchi validagi burovchi moment va burchak tezlikning o‘zgarishini qamrov qiymatlari mos ravishda, $\Delta T_2 \approx 3,3N,$ $\Delta\omega^2 = \pm 0,015$ bo‘lganda tozalash samaradorligiga ta’sir etish koeffisienti yuqori bo‘lishi aniqlandi.

ADABIYOTLAR

1. Стандарт DIN 8195. Стандарт ASA B29.1. Стандарт DIN 8187. Стандарт DIN 8188.

2. ГОСТ 13568-97. Цепи приводные роликовые и втулочные. Общие технические

условия. - М.: Изд-во стандартов, 1975. - 21 с.

3. S.Mahilingam. Polygonal Action in Chain Drives. https://doi.org/10.1016/0016-0032(58)90665-3.

4. Michele Sgamma. A phenomenological model for chain transmissions efficiency. https://doi.org/10.1088/1757-899X/1038/1/012060

5. A.A.Mamaxonov, Xikmatillayev I. “Mashinasozlikning asosiy zanjirli uzatmalari” “FARG‘ONA VODISIDA FAN VA TEXNOLOGIYA” ilmiy konferensiya Namangan 11-12-may 2023 –yil. Pp -449-502.

6. A. Mamakhonov, E.B.Aliev, I.A.Xikmatillayev. “Занжирли узатма етакловчи тармоғи таранглигини таркибий таранглаш ролиги бикрлигига таъсири” “Информацион технологиялар ва иқтисодиёт тармоқларини ривожлантиришда нанофизика ва фотоенергетика соҳаларининг замонавий муаммолари ва ечимлари” халқаро илмий анжуман материаллари. Наманган. 2023. 25-26 октябр. Pp -27-29.

7. A. Mamakhonov, E.B.Aliev, I.A.Xikmatillayev “Tarkibli taranglash rolikli Zanjirli uzatmasining zanjirini tebranishlari matematik modeli” “Информацион технологиялар ва иқтисодиёт тармоқларини ривожлантиришда нанофизика ва фотоенергетика соҳаларининг замонавий муаммолари ва ечимлари” халқаро илмий анжуман материаллари. Наманган. 2023. 25-26 октябр. Pp -29-31.

8. Mamakhonov Azam,Kholbaev Doniyor, Khikmatillaev Ismoilkhon. “Automatic Determination and Control of Working Body Loads of Technological Machines”. " International Conference on Physical Research & Engineering Technology Problems – PRETP 2024 (https://pretp.uz/public/))". Pp -030083.1-030083.10.

UDK:677.492

YIGIRUV JARAYONIDA QO‘SHIMCHA ZICHLOVCHI MOSLAMALARNI IPNING MUSTAHKAMLIGI VA TEKISLIGIGA TA’SIRI

Yusupov Alijon Abdujabbor o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti, PhD assistent, Mexanika kafedrasi alijonyusupov533@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda halqali yigiruv mashinasining cho‘zuvchi juftliklari orasiga tolalar oqimini zichlashtiruvchi qo‘shimcha qurilma o‘rnatish orqali olinadigan iplarning sifat ko‘rsatkichlari o‘rganildi. Tadqiqot obyekti sifatida chiziqli zichligi 27 teks bo‘lgan iplar tanlanib, ular korxonada ishlab chiqarilayotgan an’anaviy iplar bilan taqqoslab tahlil qilindi. Jadval va grafik tahlillar natijasida qo‘shimcha zichlovchi moslama qo‘llangandan so‘ng ip sifat ko‘rsatkichlarida ijobiy o‘zgarishlar qayd etilgan. Xususan, qo‘shimcha zichlovchi qurilma yordamida yigirilgan iplarning notekislik koeffitsiyenti 1.1% ga kamaygani, tukdorlik ko̍rsatkichlari 15% ga kamaygan, qo‘shimcha zichlovchi qurilma o‘rnatilib olingan iplar an’anaviy usulda olingan iplarga nisbatan mustaxkamlik ko‘rsatkichlari 4.55% ga yaxshilanganligi aniqlandi.

Аннотация. В данном исследовании были изучены показатели качества пряжи, получаемой путем установки дополнительного устройства для уплотнения потока волокон между тянущими валками кольцевого прядильного станка. В качестве объекта исследования были выбраны нити с линейной плотностью 27 текс, которые были сравнены с традиционными нитями, производимыми на предприятии. Результаты анализа таблиц и графиков показали, что после применения дополнительного уплотняющего устройства произошли положительные изменения в показателях качества пряжи. В частности, коэффициент неравномерности пряжи уменьшился на 1,1%, показатель шероховатости снизился на 15%. Установлено, что прочностные показатели нитей, полученных с использованием дополнительного уплотняющего устройства, полученных с использованием дополнительного уплотняющего устройства, улучшились на 4,55% по сравнению с нитями, полученными традиционным способом.

Abstract. This study investigates the quality indicators of yarn produced by installing an additional device to compact the fiber flow between the drafting rollers of a ring spinning machine. Yarns with a linear density of 27 tex were selected as the object of study and compared with the traditional yarns produced at the factory. The results of table and graph analysis showed that after the application of the additional compaction device, positive changes occurred in the yarn quality indicators. Specifically, the yarn unevenness coefficient decreased by 1.1%, the hairiness index decreased by 15%, It has been established that the strength indicators of the yarns produced using an additional compaction device improved by 4.55% compared to the yarns obtained by the conventional method.

Kalit so‘zlar: yigiruv, qo‘shimcha zichlovchi, chiziqli zichlik, kalava ip, mustahkamlik, ingichka joy, notekislik, uzilishdagi uzayish.

Ключевые слова: прядение, дополнительное уплотняющее устройство, линейная плотность, клубок пряжи, прочность, тонкие участки, неравномерность, удлинение при разрыве.

Keywords: spinning, additional compaction device, linear density, yarn package, strength, thin spots, unevenness, elongation at break.

Kirish. Bugungi kunda mamlakatimizda to‘qimachilik sanoatini rivojlantirish uchun zarur bo‘lgan barcha sharoitlar yaratilgan. To‘qimachilik sanoatidagi texnologik jarayonlar murakkab fizik va kimyoviy hodisalar majmuasidan iborat bo‘lib, ularni samarali o‘rganish va

takomillashtirish zamonaviy fan hamda texnika yutuqlaridan foydalanishni talab etadi [1].

Har bir ishlab chiqarish jarayoni bir nechta bosqichlarni o‘z ichiga oladi. Xususan, to‘qimachilik sanoatida ishlab chiqarish jarayoni xomashyoni qabul qilishdan boshlanib, turli sexlarda yarim tayyor mahsulotlarni tayyorlash, ularni navbatdagi bo‘linmalarga uzatish va yakunida tayyor mahsulot olish bilan yakunlanadi. Shu bilan birga, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish maqsadida yangi texnologiyalarni joriy etish, mavjud texnologik jarayonlarni takomillashtirish, texnologik uskunalarni oqilona joylashtirish hamda asosiy ishlab chiqarish operatsiyalarini mukammallashtirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahon miqyosida paxta tolalaridan ip ishlab chiqarish asosan ikki asosiy usul orqali amalga oshiriladi. Bular halqali yigirish va pnevmatik yigirish usullaridir[2].

Usullar. Ushbu tadqiqot ishida ip ishlab chiqarishning keng qo‘llaniladigan usullaridan biri halqali yigirish jarayoni chuqur ilmiy tahlil qilindi. Yigiruv jarayonida olingan natijalar, avvalo, qo‘llanilgan xomashyoning fizik-mexanik va kimyoviy xususiyatlari, tanlangan yigirish texnologiyasi hamda ishlab chiqarish jarayonida amal qilinadigan texnologik parametrlarning o‘ziga xosligiga bevosita bog‘liqdir. Xomashyo tanlash jarayoni esa ishlab chiqarilishi mo‘ljallangan ipning funksional vazifasi, qo‘llanish sohasi hamda buyurtmachi va iste’molchilar tomonidan qo‘yiladigan sifat talablariga mos holda amalga oshiriladi.

Tayyor mahsulot sifatining shakllanishida qo‘shimcha texnologik jarayonlarning bajarilishi, ishlab chiqarishdagi texnologik uskunalarning texnik holati, ishchi organlarning sozligi hamda ularning ishchi parametrlarining barqarorligi muhim ahamiyat kasb etadi. Iplarning sifat ko‘rsatkichlari nafaqat xomashyo tarkibiga, balki yigirish usuli, cho‘zish jarayonida tolalarning taqsimlanish holati va ip tarkibida tolalarning joylashish zichligiga ham bevosita bog‘liqdir.

O‘tkazilgan ilmiy kuzatuvlar shuni ko‘rsatadiki, bir xil xomashyo asosida turli yigirish usullaridan foydalanilganda olingan iplarning chiziqli zichligi, mustahkamligi, elastikligi va notekislik darajasi sezilarli farq qiladi. Shu bois halqali yigirish jarayoni nafaqat an’anaviy yigirish usuli sifatida, balki yuqori sifat ko‘rsatkichlariga ega ip olish imkonini beruvchi samarali texnologiya sifatida alohida o‘rganilishi maqsadga muvofiqdir.

Halqali yigiruv mashinasining ishlash prinsipi: Halqali yigiruv mashinasining asosiy vazifasi-tolalar oqimidan ip hosil qilishdan iborat. Ushbu jarayon mashinada ketma-ket amalga oshiriladigan uch asosiy texnologik bosqichni o‘z ichiga oladi: cho‘zish, yigirish va o‘rash[2].

Dastlabki bosqichda yigiruv jarayonida foydalaniladigan xom tolalar ta’minlovchi moslamaning osma dastagiga joylashtirilgan maxsus g‘altak o‘ramlaridan olinadi. Ushbu g‘altaklardan yechilayotgan tolalar yo‘naltiruvchi elementlar orqali bir-biridan ajratiladi va tartiblangan holda mexanizmning taranglikni boshqaruvchi moslamasidan o‘tadi. Taranglik moslamasining vazifasi - tolalar oqimini barqarorlashtirish hamda ularning keyingi texnologik bosqichga silliq o‘tishini ta’minlashdan iborat. Shundan so‘ng tolalar cho‘zuvchi asbobning ta’minlovchi juftliklariga uzatiladi va cho‘zish jarayoniga kirishadi[3].

Cho‘zuvchi asbobning asosiy funksiyasi tolalarni texnologik talablar asosida cho‘zish orqali ularni zarur chiziqli zichlikka keltirishdir. Ushbu bosqichda tolalar bir necha cho‘zuvchi juftliklar orasida ketma-ket cho‘ziladi, natijada ular asta-sekin ingichkalashadi va chiqaruvchi juftlik orqali juda yupqa tolalar shaklida chiqadi[3]. Chiqaruvchi silindrning pastki qismida o‘rnatilgan maxsus chang-yig‘uvchi qurilma ip uzilganda yoki tolalar asosiy oqimdan ajralib chiqqanda ularni tortib olib, yig‘uvchi tizimga yo‘naltiradi. Bu qurilma ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini ta’minlash hamda ip sifatining barqarorligini saqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Keyingi bosqichda tolalar ip shaklini hosil qilish uchun buram oladi va yuqori chastotada harakatlanuvchi yigiruv mexanizmi ta’siri ostida pishitiladi. Buram olish jarayoni tolalararo bog‘lanishni kuchaytiradi, ipning yaxlitligini ta’minlaydi va uning fizik-mexanik xususiyatlarini

yaxshilaydi. Hosil bo‘lgan ip ilgak orqali o‘tkazilib, g‘altakka o‘raladi.

An’anaviy halqali yigiruv mashinalarida cho‘zuvchi juftliklar orasidagi masofa ma’lum darajada farq qilishi mumkin. Ushbu konstruktiv xususiyat ba’zi hollarda tolalar oqimida muayyan kamchiliklarni yuzaga keltiradi. Xususan, cho‘zish zonasining ayrim qismlarida tolalar hali buram hosil qilmagan holatda bo‘ladi, natijada oqim tarkibida bo‘sh joylar paydo bo‘ladi hamda ayrim ortiqcha tolalar asosiy oqimdan chiqib ketadi. Bu holat ipning umumiy mustahkamligiga katta ta’sir ko‘rsatmasada, uning tukdorligini oshiradi, natijada ipning tashqi ko‘rinishi va keyingi ishlov berish jarayonlariga salbiy ta’sir etishi mumkin.

Halqali yigirish jarayonining afzalliklari va takomillashtirish imkoniyatlari**.** Halqali yigirish jarayonining bir qator muhim afzalliklari mavjud. Xususan, ushbu usul ipning mustahkamligini oshirish, tolalarning ishqalanishga chidamliligini kuchaytirish hamda tayyor mahsulotning tukdorlik darajasini kamaytirish imkonini beradi. Natijada ishlab chiqarilayotgan iplarning sifat ko‘rsatkichlari sezilarli darajada yaxshilanadi va ularning ekspluatatsion xususiyatlari yuqori bo‘ladi.

Tolalar oqimining mexanik siqilishi jarayonida ularning yon tomonlarga surilishi sodir bo‘ladi, bu esa tolalar orasida zichlashish, ya’ni kondensatsiya hodisasini yuzaga keltiradi. Zamonaviy to‘qimachilik texnologiyalarida aynan ushbu prinsip asosida ishlovchi kompakt yigirish tizimi keng qo‘llanilmoqda. Ushbu texnologiya yuqori sifatli ip olish imkonini beruvchi eng samarali usullardan biri sifatida e’tirof etiladi. Shu bilan birga, mazkur tizim nafaqat maxsus kompakt yigirish mashinalarida, balki an’anaviy halqali yigiruv mashinalarida ham qo‘shimcha zichlovchi moslama ko‘rinishida integratsiya qilinishi mumkin. Bunday yondashuv ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bilan birga, mavjud texnologik uskunalarning imkoniyatlarini kengaytiradi.

Tadqiqotning maqsadi va ilmiy yondashuvi. Mazkur tadqiqot ishining asosiy maqsadi-halqali yigirish mashinasida ishlab chiqariladigan iplarning sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash, xususan, ipning mustahkamligini oshirish va geometrik barqarorligini ta’minlashdan iborat. Shu maqsadda cho‘zuvchi juftliklar orasiga maxsus qo‘shimcha zichlovchi qurilma joylashtirish taklif etildi. Ushbu yechim texnik va iqtisodiy jihatdan soddaligi bilan ajralib turadi, chunki kompakt yigirish tizimlariga nisbatan u arzonroq, konstruktiv jihatdan osonroq o‘rnatiladi va eng muhimi qo‘shimcha energiya sarfini talab etmaydi. Bu esa ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bilan bir qatorda energiya tejamkorligini ham ta’minlaydi.

Avvalgi ilmiy tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, mexanik kompakt yigirish usuli iplarning tukdorligini sezilarli darajada kamaytiradi, tolalar oqimini tartibli holga keltiradi hamda ularni bir tekis taranglik ostida shakllantirish imkonini beradi. Natijada bunday usulda olingan iplar yuqori mustahkamlikka, silliq yuzaga va yaxshilangan iste’mol xossalariga ega bo‘ladi.

Halqali yigiruv mashinalarida ishlab chiqarilgan iplarning xossalarini tahlil qilishga bag‘ishlangan bir qator ilmiy izlanishlar mavjud bo‘lsada, mazkur tadqiqot ishida yangicha yondashuv sifatida ikkinchi va uchinchi cho‘zuvchi juftliklar orasiga o‘rnatilgan qo‘shimcha zichlovchi qurilmaning ta’siri atroflicha o‘rganildi. Buning uchun bir xil chiziqli zichlikka ega bo‘lgan iplar an’anaviy halqali yigiruv mashinasida, zichlovchi qurilma o‘rnatilgan holda yigirildi. Olingan namunalar bo‘yicha iplarning fizik-mexanik ko‘rsatkichlari aniqlanib, natijalar o‘zaro qiyosiy tahlil qilindi.

Qiyosiy tahlilning ilmiy ishonchliligini ta’minlash maqsadida, barcha sinovlarda ishlatilgan xomashyo tarkibi, yigirish jarayonining texnologik parametrlari hamda ishlab chiqarish sharoitlari bir xil holda saqlab qolindi. Shu tarzda olingan natijalar yordamida qo‘shimcha zichlovchi qurilmaning ip sifatiga ta’siri ilmiy asosda baholandi.

Tadqiqot natijalari va muhokama. Tadqiqot ishlari Namangan viloyati Uchqo‘rg‘on tumanida joylashgan yirik to‘qimachilik sanoati korxonalaridan biri “UZTEX UCHKURGAN” MCHJ ishlab chiqarish bazasida amalga oshirildi. Tadqiqot jarayonida ip sifatiga bevosita yoki

bilvosita ta’sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan omillarni imkon qadar bartaraf etish maqsadida, tajribaga bir xil chiziqli zichlikka ega bo‘lgan tolalar oqimi jalb qilindi. Bu yondashuv natijalarni obyektiv, aniq va ilmiy jihatdan ishonchli tarzda qiyoslash imkonini berdi.

Tajriba sharoitida G32 rusumli halqali yigiruv mashinasi tanlab olindi. Ushbu mashinaning bir dona piligiga maxsus ishlab chiqilgan qo‘shimcha zichlovchi qurilma o‘rnatildi, qolgan piliklar esa an’anaviy usulda, ya’ni hech qanday qo‘shimcha qurilmasiz, bir xil chiziqli zichlikdagi ip holiga keltirildi. Shu tariqa, ikkita tizimda yigirilgan iplar o‘zaro qiyosiy tahlil uchun tayyorlandi.

Tahlil jarayonida iplarning tekisligi, yuzasida uchraydigan nuqsonlar, tukdorlik darajasi, ip uzunligi bo‘yicha soni va diametri kabi asosiy sifat ko‘rsatkichlari aniqlandi va ilmiy mezonlarga muvofiq baholandi. Sinovlar yuqori aniqlikdagi zamonaviy o‘lchov jihozi - USTER TESTER 6 yordamida amalga oshirildi. Ushbu asbob orqali olingan raqamli ma’lumotlar keyinchalik statistik tahlil va qiyosiy baholash uchun asos bo‘lib xizmat qildi.

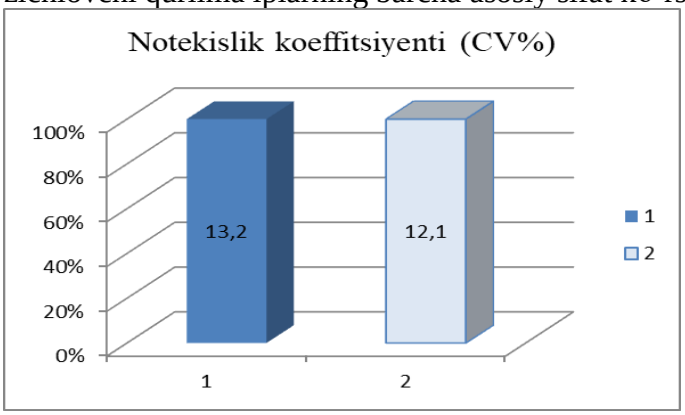
Natijalar tahlili. Tadqiqot jarayonida yigiruv korxonasida ishlab chiqarilgan ip namunalari sinovdan o‘tkazilishidan oldin belgilangan standart atmosfera sharoitida nisbiy namlik 65% bo‘lgan muhitda 24 soat davomida saqlab qo‘yildi. Shundan so‘ng test natijalarini tahlil qilish boshlangan.

1-jadval

Yigirilgan iplarning sifat ko‘rsatkichlari

№	Ko‘rsatkich nomi	O‘lchov birligi	An’anaviy halqali yigirish	Qo‘shimcha zichlovchi qurilma bilan yigirish	Farq (%)
1	Chiziqli zichlik	teks	27,0	27,0	0
2	Notekislik koeffitsiyenti (CV%)	%	13,2	12,1	-1,1
3	Tukdorlik (Hairs/m)	dona/m	234	198	-15,4
4	Ingichka joylar (Thin -30%/km)	dona/km	12	11	-8,3
5	Qalin joylar (Thick +35%/km)	dona/km	8	7	-12,5
6	Tugunlar (Neps +200%/km)	dona/km	10	9	-10,0
7	Mustahkamlik	cN/tex	17,8	18,6	+4,5
8	Uzilishdagi uzayish	%	6,1	6,4	+4,9

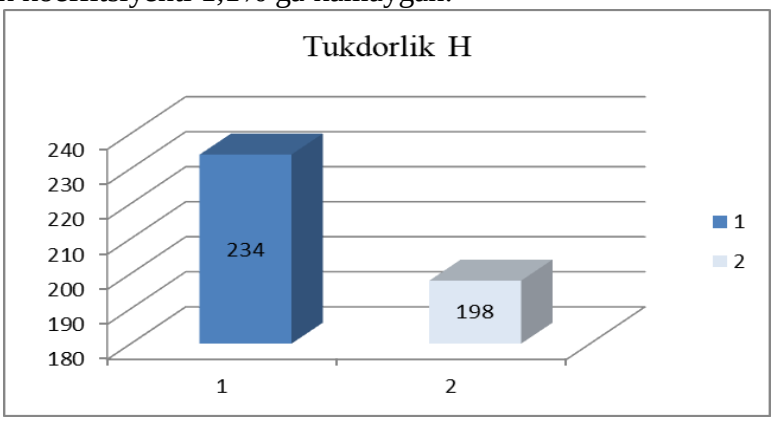
Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, halqali yigiruv mashinasiga o‘rnatilgan qo‘shimcha zichlovchi qurilma iplarning barcha asosiy sifat ko‘rsatkichlarini ijobiy tomonga o‘zgartirgan.



1-rasm. Halqali yigirish mashinasidan olingan kalava iplarning notekislik koeffitsiyentlari. 1-An’anaviy halqali yigirish mashinasidan olingan kalava ip. 2-qo‘shimcha zichlovchi qurilma bilan yigirilgan kalava ip

Yuqoridagi natijalardan aniqlandiki, qo‘shimcha plastik zichlagich joylab olingan kalava

iplarning notekislik koeffitsiyenti 1,1% ga kamaygan.

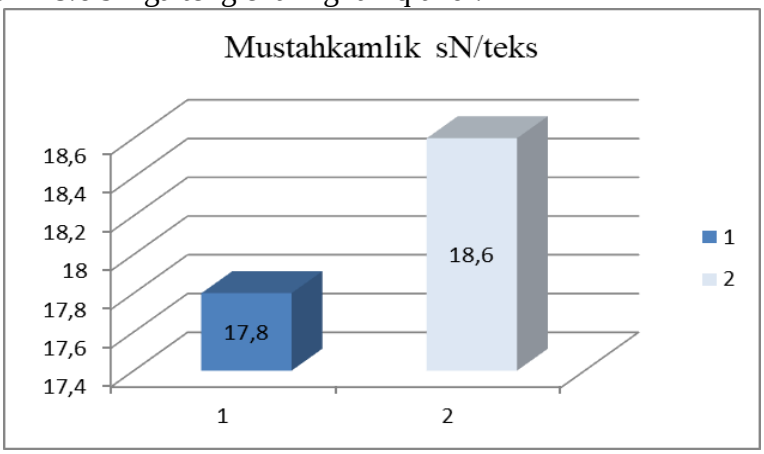


1-An’anaviy halqali yigirish mashinasidan olingan kalava ip. 2-qo‘shimcha zichlovchi qurilma bilan yigirilgan kalava ip

2-rasm. Halqali yigirish mashinasidan olingan kalava iplarning tukdorlik ko‘rsatkichlari

Ishlab chiqarilgan kalava iplarning tukdorlik ko‘rsatkichlarini Shvetsariyani Uster firmasida ishlab chiqarilgan USTER TESTER 6 jihozida tekshirilganda korxonada ishlab chiqarilayotgan kalava iplarga nisbatan qo‘shimcha plastic zichlagich qo‘yib olgan kalava iplarning tukdorlik ko‘rsatkichlari 15% ga yaxshilanganligi aniqlandi.

Tadqiqotlar natijasidan olingan kalava iplarning uzilish kuchlarini Uster firmasining USTER TENSORAPID 5 jixozidan tekshirilganda ularning o‘rtacha natijalari korxona ishlab chiqarayotgan iplar 17.8 sN ga va qo‘shimcha plastic zichlagich joylab olingan kalava iplarning uzilish korsatkichlari 18.6 sN ga teng ekanligi aniqlandi.



3-rasm. Halqali yigirish mashinasidan olingan kalava iplarning uzilish kuchi ko‘rsatkichlari.1- An’anaviy halqali yigirish mashinasidan olingan kalava ip. 2-qo‘shimcha zichlovchi qurilma bilan yigirilgan kalava ip

Olingan natijalardan ma’lum bo‘ldiki, korxonada ishlab chiqarilayotgan kalava iplarga nisbatan qo‘shimcha plastik zichlagich joylashtirilib olingan kalava iplarni mustaxkamlik ko‘rsatkichlari 4.5% g yaxshilanganligi aniqlandi.

Shu bilan birga, ipning mustahkamligi undan keyin to‘qiladigan gazlamalarning ishqalanishga chidamliligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, an’anaviy usuldagi ipdan to‘qilgan gazlamalarda ishqalanish kuchi farqi kichik bo‘lsa, qo‘shimcha zichlovchi moslama yordamida hosil qilingan ipdan tayyorlangan gazlamalarda bu farq yanada yaqqol sezildi.

Shuni alohida ta’kidlash lozimki, ip diametri kichiklashganda tolalararo o‘zaro ta’sir kuchayadi, bu esa ipning umumiy mustahkamligini oshiradi. Demak, ip geometriyasidagi nozik o‘zgarishlar uning mexanik va ekspluatatsion xususiyatlariga bevosita ta’sir qiladi.

Xulosa. Yigirilgan iplarning tashqi ko‘rinishi va ichki tuzilishi keyinchalik ulardan to‘qilgan gazlamaning sirt sifati-silliqligi va jozibadorligini belgilab beradi. Ip mustahkamligi yuqori, tukdorligi past bo‘lsa, bunday ipdan to‘qilgan gazlamalarda sirt qatlami tekis, jozibali va sifatli bo‘ladi.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, cho‘zuvchi vallarga qo‘shimcha zichlovchi moslama o‘rnatilganda hosil bo‘lgan iplarning notekisligi, tukdorligi va neps miqdori an’anaviy usuldagi iplar bilan solishtirganda ancha yaxshilangan.

Umuman olganda, natijalar shuni ko‘rsatadiki, halqali yigiruv mashinasining cho‘zuvchi juftliklar orasiga qo‘shimcha zichlovchi qurilma o‘rnatilishi iplarning tekisligi, silliqligi va mustahkamligini sezilarli darajada yaxshilandi.

ADABIYOTLAR

1. Abdujabbor o‘g‘li, Y. A. (2022, April). Improving the quality of yarns by installing an additional compactor on the spinning machine. In *E Conference Zone* (pp. 280- 282).

2. Gafurov, J. K., Mardonov, B., Gofurov, K., Dushamov, O. S., Ergashev, O. O., & Bobajonov, H. T. (2018, December). Yarn Deformation with view of its structural structure. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 459, No. 1, p. 012042). IOP Publishing. https://iopscience.iop.org/article/10.1088 /1757-899X/459/1/012042/meta

3. Жуманиязов, К. Ж., Матисмаилов, С. Л., Юлдашев, Ж. К., & Бобожанов, Х. Т. (2018). Расчет силы трения волокон о переднюю грань зуба дискретизирующего барабана прядильной машины. *Universum: технические науки*, (11 (56)), 4-7. https://7universum.com/ru/tech/archive/i tem/6605

UDK 621

QAYISHQOQ ELEMENTLI MUSHTUMCHALI MEXANIZMI BO‘LGAN SARALASH MASHINASINING TO‘RLI YUZA PARAMETRLARIGA TASHQI KUCHNI TA’SIRI

Mamashayev Muzaffar Abdumalikovich
NamDTU, t.f.f.d., (PhD), mmamashayev89@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada qayishqoq elementli mushtumchali mexanizm bilan jihozlangan saralash mashinasining to‘rli yuza parametrlariga tashqi kuchning ta’siri nazariy va amaliy jihatdan tahlili keltirilgan. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida mushtumcha tarkibidagi qayishqoq elementning bikirlik koeffitsiyenti, to‘rli yuza massasi, tebranish chastotasi, to‘rli yuzaga uzatilayotgan kuch miqdorlari, tavsiya etilgan guruch saralash mashinasining to‘rli yuzasini tebranishlarini ifodalovchi hisob sxemalari, tebranish qonuniyatlarini aniqlovchi ifodalar, to‘rli yuzaga ta’sir kuchini uning ekssentrisitetiga va qayishqoq element bikirligi koeffitsiyentiga hamda to‘rli yuza massasiga va aylanishlar chastotasiga bog‘liqlik qonuniyatlari keltirilgan.

Аннотация. В данной статье представлен теоретический и практический анализ влияния внешней силы на параметры сетчатой поверхности сортировочной машины, оснащенной кулачковым механизмом с упругим элементом. В результате проведенных исследований приведены коэффициент жесткости упругого элемента в кулачке, масса сетчатой поверхности, частота колебаний, величины силы, передаваемой на сетчатую поверхность, расчетные схемы, описывающие колебания сетчатой поверхности рекомендуемой рисосортировочной машины, выражения, определяющие закономерности колебаний, а также закономерности зависимости силы, действующей на сетчатую поверхность, от ее эксцентриситета, коэффициента жесткости упругого элемента, массы сетчатой поверхности и частоты вращения.

Abstract. This article presents a theoretical and practical analysis of the influence of external forces on the parameters of the mesh surface in a sorting machine equipped with a cam mechanism containing an elastic element. The research findings include: the stiffness coefficient of the elastic element in the cam, the mass of the mesh surface, the vibration frequency, and the magnitude of force transmitted to the mesh surface. The article also provides calculation schemes depicting the vibrations of the mesh surface in the recommended rice sorting machine, expressions determining the laws of vibration, and the relationships between the force acting on the mesh surface and its eccentricity, the stiffness coefficient of the elastic element, the mass of the mesh surface, and the rotation frequency.

Kalit so‘zlar: mashina, mushtumcha, qayishqoq element, bikirlik, ekssentrisitet, guruch, ish unumi, to‘rli yuza, tashqi kuch, tebranish chastotasi.

Ключевые слова: машина, кулачок, упругий элемент, жёсткость, эксцентриситет, рис, производительность, сетчатая поверхность, внешняя сила, частота колебаний.

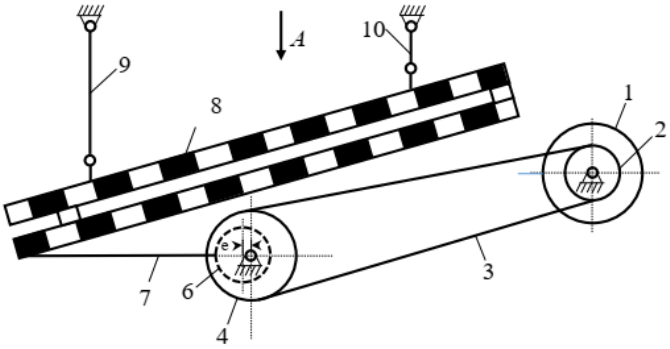
Keywords: machine, cam, elastic element, stiffness, eccentricity, rice, productivity, mesh surface, external force, vibration frequency.

KIRISH. Hozirgi vaqtda sanoatning ko‘plab sohalarida xomashyo va tayyor mahsulotlarni massasi, geometrik o‘lchami, aerodinamik xususiyatlari, shakli, yuzasining holati, zichligi, qayishqoqligi, mexanik qattiqligi, rangi, elektrofizik xossalariga ko‘ra ajratish (saralash) muhim texnologik bosqichlardan biridir [1; 136-b., 2; 111-118-b.]. Xususan, don mahsulotlarni qayta ishlash korxonalarida ishlatiladigan mashina hamda qurilmalarning faol ishchi qismlarini takomillashgan konstruksiyasini ishlab chiqish va ishchi organlariga kerakli tebranma harakat berishini ta’minlaydigan qayishqoq elementli mushtumchali mexanizmini samarali

konstruksiyalarini yaratish muhim ahamiyat ega. Saralash mashinalarining ishlash prinsipi, ularning konstruktiv tuzilishi hamda texnologik samaradorligi ko‘p jihatdan to‘rli yuzaning tebranish xarakteri, tashqi kuchlarning ta’siri va mexanizmlarning dinamik xususiyatlariga bog‘liq. Ayniqsa, qayishqoq elementli mushtumchali mexanizmlar bilan jihozlangan saralash mashinalari yuqori ajratish aniqligi va energiya tejamkorligi bilan ajralib turadi[3].

Adabiyotlar tahlili natijasida tavsiya etilgan guruch saralash mashinasining konstruksiyasi ishlab chiqildi (1-rasm).

Tavsiya etilayotgan guruch saralash mashinasi quyidagi tartibda ishlaydi: Harakatni elektrodvigatel 1 dan yetakchi shkiv 2, tasma 3 va yetaklanuchi shkiv 4 orqali tarkibli mushtumcha 6 ga val 5 orqali uzatiladi. Mushtumcha 6 tarkibli ekssentrikli qilib rezinadan tayyorlangan. Tebranuvchi turtkich 7 asosan shatun vazifasini bajaradi, koromislolar 9 va 10 lar to‘rli yuza 8 bilan sharnir orqali bog‘langan. Konstruksiyaning o‘ziga xos tomoni shundan iboratki, to‘rli yuza 8 murakkab harakat qiladi. Ya’ni ikkita X va Y o‘qlari bo‘yicha tebranma harakat qiladi.



1-rasm. Tavsiya etilgan guruch saralash mashinasi kinematik sxemasi

Tadqiqot usuli. Yuqoridagi fikrlarda kelib chiqib tavsiya etilgan qayishqoq elementli mushtamcha bilan jihozlangan guruch saralash mashinasining to‘rli yuzasi tebranishlari orqali amalga oshiriladi. Bunda mushtumcha ekssentrik shaklida tavsiya qilingan. To‘rli yuzaning kerakli tebranishlarini ta’minlash uchun mushtumcha tomonidan to‘rli yuzaga, ya’ni koromisloni yurituvchi ta’sir kuchini aniqlash to‘g‘ri hisoblanadi. Mavjud usullardan [4, 5, 6, 7,8] foydalanib, ta’sir kuchini aniqlaymiz. 2-rasmda tavsiya etilgan guruch saralash mashinasining to‘rli yuzasini tebranishlarini ifodalovchi hisob sxemalari keltirilgan.

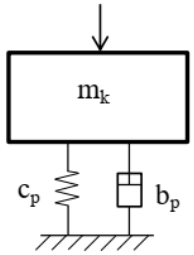
Quyida keltirilgan hisob sxemaga asosan ta’sir etuvchi tashqi kuch to‘rli yuzaga to‘g‘ridan to‘g‘ri ta’sir qilgan (1 *a*-rasm) va va ta’sir kuchi qayishqoq elementli mushtumcha orqali ta’sir etadi. Ushbu sxemalar bo‘yicha to‘rli yuza tebranishlarini ifodalovchi matematik model bir xil bo‘ladi.

Bunda koromisloning tebranishlari chiziqli deb olingan. Koromisloni og‘ma tebranishlari

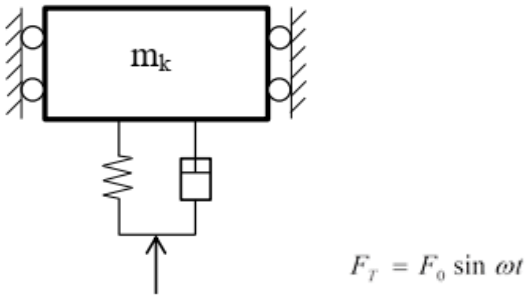
$$\varphi_k = \arcsin \frac{x_T}{l_T} \qquad (1)$$

bu yerda, X_T-m_k massaning siljishi; l_T-koromislo uzunligi.

$F_T = F_0 \sin \omega t$



a-tashqi kuch tebratuvchi m_k-massaga to‘g‘ridan to‘g‘ri ta’sir qiluvchi sxema



b-ta'sir kuchi m_k-massaga qayishqoq element orqali ta'sir qiluvchi sxema

2-rasm. Hisob sxemasi

Tebranish qonuniyatini mavjudlarining II-tartibli tenglamasidan foydalanib aniqlandi [6,8]:

$$m_T \ddot{x}_T + b_p \dot{x}_T + c_p x_T = F_0 \sin \omega t \quad (2)$$

bu yerda, m_T –to'rli yuzaning keltirilgan massasi, b_p , c_p-qayishqoq element bikirligi va dissipatsiya koeffitsiyentlari, $F_0 \sin \omega t$ -mushtumchani tashqi ta'sir kuchi.

Olingan (1) tenglamaning yechimi [12] keltirilgan analitik usulni qo'llab aniqlandi.

$$X_T = A_0 \sin(\omega t - \beta); \quad (3)$$

$$A_0 = \frac{F_0}{m_T \sqrt{\left(p_0^2 - \omega^2\right)^2 + 4n^2\omega^2}}; \quad \beta = arctg \frac{2n\omega}{p_0^2 - \omega^2}; \quad (4)$$

$$p_0^2 = \frac{c_p}{m_k}; \quad 2n = \frac{b_p}{m_k};$$

bu yerda, β -majburiy tebranishlarni tashqi kuch bilan siljigan fazasini belgilaydi [9].

Ta'kidlash lozimki, kinematik tahlillar natijalariga asosan to'rli yuzani tebranishlar amplitudagi mushtumchaning ekssentrisitetini o'rtacha hisobiga teng bo'ladi. To'rli yuzani harakat qonuni, tebranishlari ko'p jihatdan tashqi kuchni ta'siriga bog'liq bo'ladi. Bundan to'rli yuzaga ta'sir kuchi [9, 10, 11, 13, 14].

$$F_0 = em_T \sqrt{\left(p_0^2 - \omega^2\right)^2 + 4n^2\omega^2} \quad (5)$$

bu yerda, *e*-mushtumcha ekssentrisiteti.

Ma'lumki, [10] ta'sir kuchini oshirish sarf quvvatini ko'paytiradi. Shuning uchun boshqacha qilib ko'rilgan ish unumdorligini ortishiga quvvat sarfini ko'paytiradi. Sonli yechimi parametrlarining quyidagi qiymatlarida amalga oshirildi.

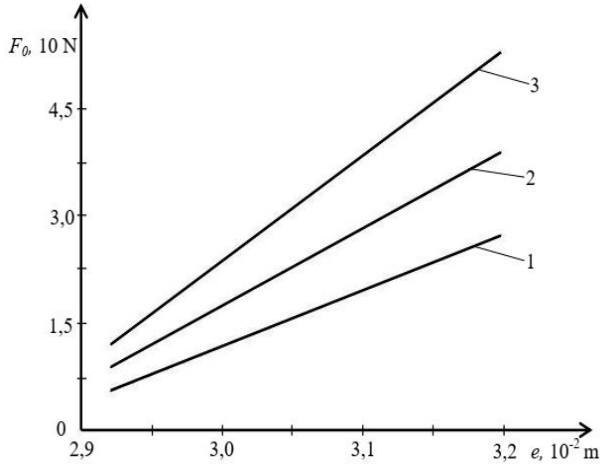
Ish unumi W=1000÷1100 kg/soat; c_p=(0,28÷0,40)·10^4 N/m; b_p=(2,5÷3,5) Nc/m;
n_k=(160÷180) ayl/min; *e*=(30÷32)·10^{-3} m;

Tadqiqot natijalari. Ta'kidlash kerakki, mushtumcha ekssentrisiteti qiymati ortishi bilan koromisloni, ya'ni to'rli yuzaning tebranish amplitudasi ham ko'payadi (3-rasm). 3-rasmda mushtumchani to'rli yuzaga ta'sir kuchini uning ekssentrisitetiga va qayishqoq element bikirligi koeffitsiyentiga bog'liqlik qonuniyatlari keltirilgan.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, qayishqoq elementli mushtumcha ekssentrisiteti 2,95·10^{-2} m dan 3,2·10^{-2} m gacha ortganida uni to'rli yuzaga ta'sir kuchi c_p=0,28·10^4 N/m bo'lganida 0,76·10 N dan 2,92·10 N gacha ko'payib boradi.

Mos ravishda mushtumcha qayishqoq elementini bikirlik koeffitsiyenti 0,40·10^4 N/m gacha ortganida ta'sir kuchini qiymati 1,38·10 N dan 4,66·10 N gacha ko'payadi. Demak mushtumchali to'rli yuza ta'sir kuchini koromisloni, ya'ni $F_0 \geq (3{,}7 \div 4{,}5) \cdot 10$ N bo'lishini ta'minlash uchun mushtumcha ekssentrisitetini (3,1÷3,16)·10^{-2} m oralig'ida bo'lishi, hamda

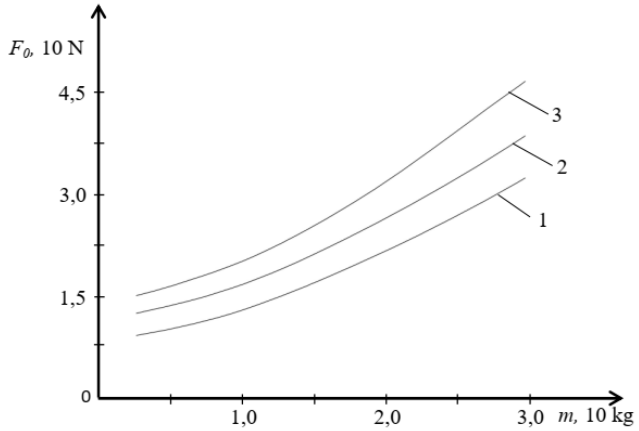
qayishqoq elementning bikirlik koeffitsiyenti ni $(0{,}34\div0{,}38)\cdot10^4$ N/m oralig‘ida bo‘lishi maqsadga muvofiqdir.



1-c_p=0,28·10^4 N/m; 2-c_p=0,35·10^4 N/m; 3-c_p=0,40·10^4 N/m;

3-rasm. Mushtumchani to‘rli yuzaga ta’sir kuchini uning ekssentrisitetiga va qayishqoq element bikirligi koeffitsiyenti ga bog‘liqlik qonuniyatlari

4-rasmda guruch saralash mashinasida mushtumcha to‘rli yuzaga ta’sir kuchini uni massasiga va aylanishlar chastotasiga bog‘liqlik qonuniyatlari keltirilgan.



n_k=160 ayl/min; n_k=170 ayl/min; n_k=180 ayl/min.

4-rasm. Guruch saralash mashinasida mushtumcha to‘rli yuzaga ta’sir kuchini uni massasiga va aylanishlar chastotasiga bog‘liqlik qonuniyatlari

Xulosa. Demak,qurilgan grafiklar analiz qilinganda to‘rli yuza massasi 5,0 kg dan 30 kg gacha ortirilganda, mushtumcha aylanishlar chastotasi 160 ayl/min bo‘lganida uni to‘rli yuzaga ta’sir kuchi 0,77·10 N dan 2,82·10 N gacha chiziqsiz bog‘lanishda ortib boradi. Mos ravishda n_k=180 ayl/min gacha ko‘paytirilganda ta’sir kuchi qiymatlari 1,49·10 N dan 4,49·10 N gacha chiziqsiz qonuniyatda ortib boradi. Tavsiya qiymatlari m=(20÷25) kg, n_k=(170÷180) ayl/min.
Mazkur maqolada qayishqoq elementli mushtumchali mexanizmga ega saralash mashinasining to‘rli yuza parametrlariga tashqi kuchlarning ta’siri o‘rganiladi, shuningdek, tebranish jarayonining nazariy tahlili va uning texnologik samaradorlikka ta’siri ko‘rib chiqiladi.

ADABIYOTLAR

1. Шоғуломов Р., Ҳусанов Р., Масуров Ш. Мустақил юрт ғалласи.– Т.: Ўзбекистон, 2003. – 136 б.

2. Зюлин А.Н., Стрелков А.А. К созданию гравитационного сепаратора зерна // Труды ВИМ. Т. 132. – М.: ВИМ,2000.– С.111-118.

3. Mamashayev M.A. Guruch saralash mashinasining mushtumchali mexanizmi konstruksiyasini takomillashtirish va parametrlarini asoslash: Disser. t.f.f.d., (PhD) - Namangan, 2025-132 b.

4. Джураев А. Моделирование динамики машинных агрегата хлопкапереработывающих машин. Изд. “Фан”, Ташкент.-1984. -128 с.

5. Джураев А. Ротационные механизмы технологических машин с переменеыми передаточнными отношениями [Текст]/ Джураев А и др. // Изд-во. Мехнат. –Ташкент, 1990. – 223 с.

6. Джураев А., Юнусов С. Машина ва механизмлар динамикаси (Ўқув қўлланма) – Т. “Фан ва технология” 2019 й. –80 б.

7. Джураев, А. (1987). Динамика рабочих механизмов хлопкоперерабатывающих машин. *Ташкент: Фан*, 168-178.

8. Баубеков С.Д., Джураев А. Динамика машин и механизм // Учебник, изд. “Эверо”, тараз. Казакстан 2014. – 200 с.

9. Джураев А., Кенжабоев Ш. Разработка конструктивних схем и научние основи анализа и синтеза ричажних механизмов с упругими элементами и гибкими звенями приводов технологических машин. Монография Изд. “Наманган” 2019 г. –с.267.

10. Джураев, А., Турдалиев, В., & Максудов, Р. (2013). Кинематический и динамический анализ ременных передач с переменными передаточными отношениями. *Монография. Ташкент,-2013.-168 с*.

11. Djurayev, A., & Yuldashev, K. (2020). Dynamics of the Screw Conveyor for Transportation and Cleaning of Fiber Material. *International Journal of Advanced Science and Technology*, *29*(5), 8557-8566.

12. Джураев А., Мансурова Д.С., Умарова З.М., Мансурова М.А. Кинематический и динамический анализ ричажного механизма перемешения газламаов с упругими элементами швейних машин. Худжань, изд, 2016, 185с.

13. Мақсудов Р.Х., Джураев А. Машина ва механизмлар назарияси 2-қисм (Машина ва механизмлар динамикаси). Ўқув қўлланма ISBN 978-9943-11-946-8 “Фан ва технология” нашриёти Тошкент 2019 й. 300 б.

14. Kenjaboyev Sh., Djuraev A. Kinematic analysis of the crank-beam mechanism with compound hinges with fixed changes in the length of the links. European science review, Vienna, 2017. -№9-10. –P. 96-101.

UDK: 621.837.2

CHIZEL-KULTIVATORDA MAJBURIY TEBRANISH HOSIL QILUVCHI MEXANIZMNING KONSTRUKSIYASI VA UNING KINEMATIK TAHLILI

Mamadaliyev Islom Raximjonovich
Namangan davlat texnika universiteti katta o‘qituvchisi, islom_beek@mail.ru

Annotatsiya. Ishlab chiqilgan ishchi organi majburiy tebranuvchi chizel-kultivator konstruksiyasi analitik usulda kinematik taxlil etishga bag‘ishlangan. Tadqiqotlar natijasida ishlab chiqil majburiy tebranishlar hosil qiluvchi mexanizmning bo‘g‘inlarini harakatini analitik usuli ishlab chiqilib, uninng taxlili o‘tkazildi.

Аннотация. Проведен аналитический кинематический анализ конструкции чизельного культиватора с вынужденными колебаниями и разработанного рабочего органа. В результате исследования разработан и проанализирован аналитический метод расчета движения сочленений механизма, создающего вынужденные колебания.

Abstract. The developed working body is dedicated to the kinematic analysis of the construction of forced oscillating chisel-cultivator in an analytical method. As a result of the research, the analytical method of the movement of the joints of the mechanism generating forced vibrations was developed and its analysis was carried out.

Kalit so‘zlar. mexanizm, richag, krivoship, shatun, koromislo, birikma, bo‘g‘in, kinematik, analitik, tahlil, vektor, burchak, tezlik, tezlanish, analog, tahlil, kontur, yetaklovchi, tayanch.

Ключевые слова: механизм, рычаг, кривая, шатун, сочленение, шарнир, кинематический, аналитический, анализ, вектор, угол, скорость, ускорение, аналоговый, анализ, контур, ведущий, опора.

Keywords: mechanism, lever, curve, connecting rod, joint, joint, kinematic, analytical, analysis, vector, angle, speed, acceleration, analog, analysis, contour, leading, support.

Hozirda ishlov berish sifatini pasaytirmasdan, energiya-resurstejamkor konstruksiyani tayyorlash uchun agregetning vazifasi, tuproq fizik-mexanik xossalarini inobatga olgan holda tebranma harakat hosil qiluvchi mexanizmni to‘g‘ri tanlash, tebranma harakat yo‘nalishi, chastota va amplituda hamda tebranma harakatni zvenolar orqali ishchi organga uzatish kabi ko‘rsatkichlarni oqilona aniqlash lozim [1, 2]. Buning uchun ishlab chiqilgan mexanizmning kinematik tahlil qilish asosiy jarayonlardan biridir.

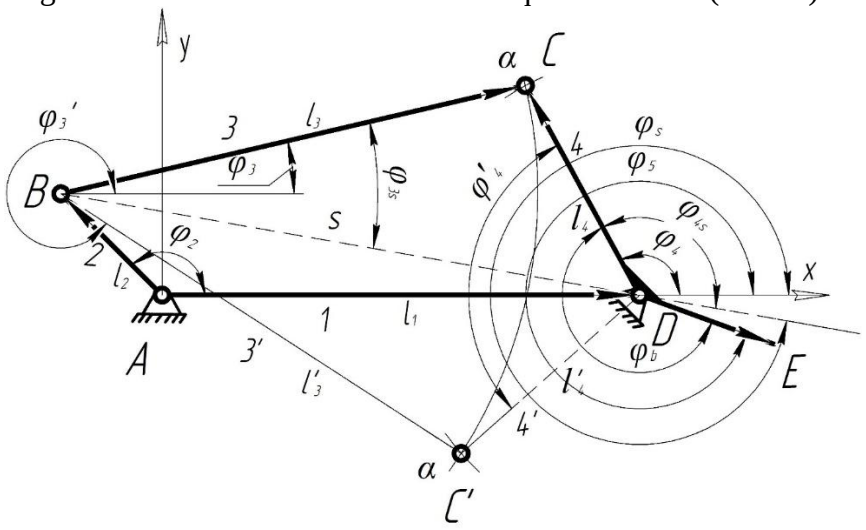
Mexanizmlarni kinematik tahlil qilishning analitik yechim usullari ko‘payib bormoqda, ayniqsa, so‘nggi yillarda mexanizmning kinematik va strukturaviy parametrlarini bog‘laydigan analitik ifodalar yordamida hisoblash dasturini yaratish va kerakli natijalarni olish imkonini beradi [3].

Tekis mexanizmlarni analitik tadqiq etishda vektor konturlari usulidan foydalanish qulay sanaladi. Shu bois to‘rt bo‘g‘inli richagli mexanizmni kinematik tahlil etishda ushbu usuldan foydalanamiz [4, 5].

To‘rt bo‘g‘inli richagli mexanizmning yetaklovchi bo‘g‘in krivishipni φ_2 burchak ostidagi holatini qurish uchun x o‘qiga l_1 masofada A va D nuqtalardagi qo‘zg‘almas bo‘g‘inlarni joylashtirib olamiz. A qo‘zg‘almas bo‘g‘inga φ_2 burchak ostida 2 bo‘g‘in krivishipni l_2 masofada joylashtirib B nuqtani aniqlash mumkin. B nuqtadan l_3 masofada va D nuqtadan l_4 masofada yoylar chizib yoylar tutashgan nuqtani shu holatdagi C nuqtalarni joylashuvini aniqlash mumkin [5].

Mexanizmni tashkil etuvchi bo‘g‘inlari 3 va 4 hamda ularni yetaklovchisi 2 va tayanch 1 lardan tashkil topuvchi BCD guruxini o‘zaro bog‘lab, BD to‘g‘ri chiziqqa nisbatan ikkita

simmetrik joylashgan *BCD* va *BC`D* uchburchak hosil qilish mumkin (1-rasm).



1-rasm. Ikki vektor konturli to‘rt bo‘g‘inli richagli mexanizmi

Shunday qilib, turli usullar bilan ikki xil *ABCD* va *ABC`D* to‘rt bo‘g‘inli sharnirli mexanizmni hosil qilish mumkin. Agar mexanizm *ABC`D* kontur o‘qi bo‘yicha yig‘ilsa u holda mexanizmning *2*, *3* va *4* bo‘g‘inlarining joylashuvi mos ravishda φ_2, φ_3 va φ_4 burchaklari bo‘yicha aniqlanadi *(1-rasm)*. Agar mexanizm *ABCD* kontur o‘qi bo‘yicha yig‘ilsa u holda mexanizmning *2*, *3* va *4* bo‘g‘inlarining joylashuvi mos ravishda φ_2, $\varphi`_3$ va $\varphi`_4$ burchaklari bo‘yicha aniqlanadi. *BD* to‘g‘ri chiziq va bu to‘g‘ri chiziqning o‘qiga og‘ishgan burchagi φ_S ikkala *ABCD* va *ABC`D* konturlari uchun umumiy bo‘ladi.

V.A. Zinoyev tomonidan ishlab chiqilgan vektor konturlari usuli yordamida tekis mexanizmlarni analitik tadqiq qilish eng qulaydir. Shunday qilib, 1-rasmda ko‘rsatilgan *ABCD* yopiq konturni ikkita *ABD* va *BCD* uchburchaklariga bo‘lish orqali bo‘g‘inlarning joylashish holatini aniqlash qulay [4, 5]. Shu tarzda, *ABC`D* yopiq konturini ham ikkita *ABD* va *BC`D* uchburchaklariga bo‘lish mumkin. Keyin ushbu konturlar uchun quyidagi vektor tenglamalarini tuzamiz:

ABD kontur uchun

$$l_2 + s - l_1 = 0, \tag{2}$$

BCD kontur uchun

$$l_3 - l_4 - s = 0, \tag{3}$$

va *BC`D* kontur uchun

$$l'_3 - l'_4 - s = 0, \tag{4}$$

Bu yerda *s* - *B* va *D* nuqtalarining o‘rnini aniqlovchi moduli o‘zgaruvchan vektor.

2-rasmdagi parametr uchun konturni soat yo‘nalishi bo‘yicha kesib o‘tishda konturdagi harflar *BCDB* tartibida sodir bo‘ladi. Kontur harflarining bu tartibi *2*-bo‘g‘inning to‘liq aylanishi uchun saqlanishi kerak.

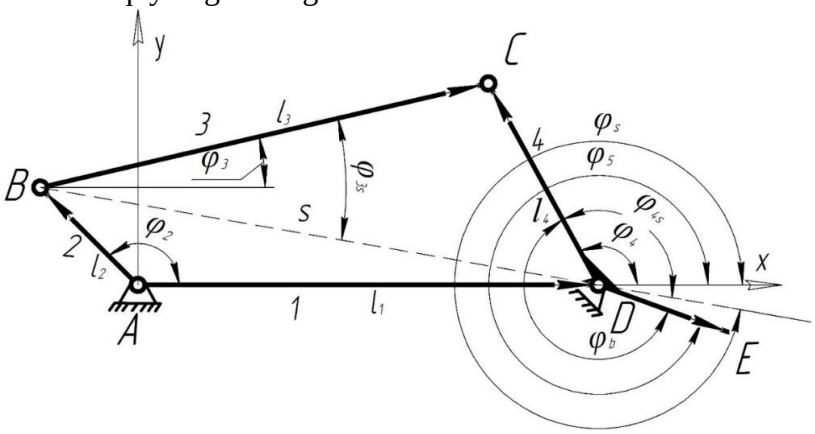
To‘rt bo‘g‘inli mexanizm bo‘g‘inlarining joylashgan o‘rnini aniqlash uchun *Ax* va *Ay* koordinata o‘qlariga proyeksiya qilamiz (2-rasm).

$$l_2 \cos\varphi_2 + s\cos\varphi_s - l_1 = 0 \tag{5}$$

va

$$l_2 \sin\varphi_2 + s\sin\varphi_s = 0 \tag{6}$$

(5) va (6) tenglamalardan quyidagi ifodaga kelamiz



2-rasm. To‘rt bo‘g‘inli richagli mexanizm bo‘g‘inlarining joylashgan o‘rnini aniqlash

$$tg\varphi_s = \frac{-l_2 \sin\varphi_2}{-l_2 \cos\varphi_2 + l_1}. \tag{7}$$

(7) ifodadan trigonametrik aylanani chorak qismida *sin* φ_2 va *cos* φ_2 larga proporsional holatda joylashgan φ_s burchak aniqlanadi. (6) ifodadan *s* modul vektorini aniqlash mumkin.

$$s = -l_2 \frac{\sin\varphi_2}{\sin\varphi_s}. \tag{8}$$

Shundan so‘ng *BCD* uchburchakni ko‘rib chiqamiz. $\boldsymbol{l_3}$ va $\boldsymbol{l_4}$ vektorlar $\boldsymbol{s}$ vektorga nisbatan og‘ish burchagini φ_{3s} va φ_{4s} bilan belgilaymiz.

Shundan so‘ng quyidagi ikkita tenglama kelib chiqadi:

$$l_3^2 = l_4^2 + s^2 + 2l_4 s\cos\varphi_{4s} \tag{9}$$

va

$$l_4^2 = l_3^2 + s^2 - 2l_3 s\cos\varphi_{3s} \tag{10}$$

(9) va (10) tenglamalardan φ_{3s} va φ_{4s} burchaklarni aniqlaymiz.

$$\varphi_{4s} = \arccos\frac{l_3^2 - l_4^2 - s^2}{2l_4 s} \tag{11}$$

va

$$\varphi_{3s} = \arccos\frac{l_3^2 - l_4^2 - s^2}{2l_3 s} \tag{12}$$

φ_{4s} va φ_{3s} burchaklar umumiy holatda ham manfiy ham musbat ishorali bo‘lishi mumkin ya’ni, qurilgan ikkala variantlarni qanoatlantiradi. *BCDB* variant ko‘rilayotganligi sababli φ_{4s} va φ_{3s} burchaklar bir hil ishorali bo‘ladi hamda l_3 vektori har doim *s* vektoridan yuqorida joylashgan bo‘ladi.

$$\varphi_{4s} = \varphi_4 - \varphi_s \tag{13}$$

va

$$\varphi_{3s} = \varphi_3 - \varphi_s \tag{14}$$

bundan

$$\varphi_4 = \varphi_{4s} + \varphi_s \tag{15}$$

va

$$\varphi_3 = \varphi_{3s} + \varphi_s . \tag{16}$$

Shunday qilib, agar mexanizm bo‘g‘inlarining uzunliklari va *2*-bo‘g‘inning φ_2 burilish burchagi berilgan bo‘lsa, u holda *2* bo‘g‘inning har bir holati uchun φ_3 va φ_4 burchaklari ya’ni *3* va *4* bo‘g‘inlarning holatlarini aniqlash mumkin [5].

φ_s , φ_{3s}, φ_{4s} va *s* oraliq funksiyalar orqali φ_3 va φ_4 burchaklarni aniqlash usulini ko‘rib chiqamiz.

3 va *4* bo‘g‘inlarning joylashish o‘rni funksiyalarini keltirib chiqarish qiyin emas. Masalan: (15) tenglamadan $\varphi_4 = \varphi_4(\varphi_2)$ joylashish o‘rni funksiyasini keltirib chiqarish mumkin. (11) va (7) tenglamalaridagi φ_{4s} va φ_s qiymatlarini yuqoridagi tenglamaga qo‘yib quyidagi tenglamani hosil qilamiz.

$$\varphi_4 = \varphi_{4s} + \varphi_s = \arccos\frac{l_3^2 - l_4^2 - s^2}{2l_4 s} + arctg\frac{-l_2\sin\varphi_2}{-l_2\cos\varphi_2 + l_1}. \tag{17}$$

ABD uchburchagidan olingan *s* qiymatini (17) tenglamaga qo‘yamiz (2-rasm).

$$s = \sqrt{l_1^2 + l_2^2 - 2l_1 l_2\cos\varphi_2},$$

Shunda

$$\varphi_4 = \arccos\frac{l_3^2 + l_4^2 - 2l_1 l_2\cos\varphi_2}{2l_4\sqrt{l_1^2 + l_2^2 - 2l_1 l_2\cos\varphi_2}} + arctg\frac{-l_2\sin\varphi_2}{-l_2\cos\varphi_2 + l_1}. \tag{18}$$

$\varphi_3 = \varphi_3(\varphi_2)$ joylashish o‘rni funksiyasini ham shu tartibda keltirib chiqarish mumkin [5].

4 bo‘g‘inning DE qismi DC qismidan φ_b burchakga farq qilganligi sababli uning burchagi quyidagicha aniqlanadi.

$$\varphi_5 = \varphi_4 + \varphi_b \tag{19}$$

To‘rt bo‘g‘inli sharnirli mexanizmning (3-rasm) bo‘g‘inlarini tezlik va tezlanishlarini aniqlash uchun yopiq chiziqli *ABCD* ning vektor tengmasani tuzib olamiz. Bizda:

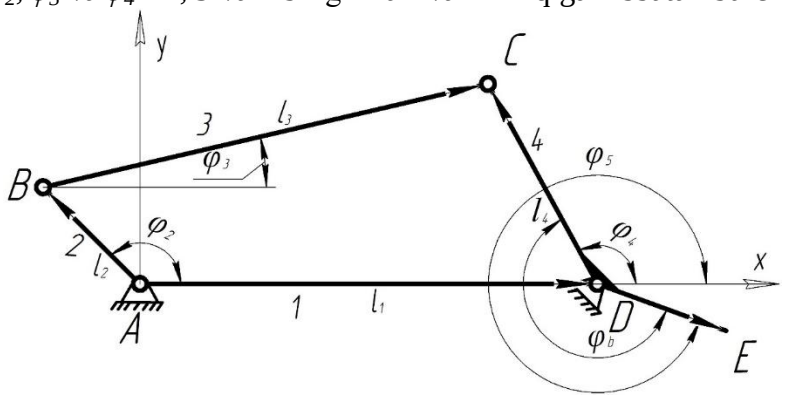
$$l_1 + l_2 + l_3 = l_4 \tag{20}$$

Ushbu tenglamani *Ax* va *Ay* o‘qlariga proeksialab, quyidagi ifodani keltirib chiqaramiz:

va

$$\left.\begin{aligned} -l_1 + l_2\cos\varphi_2 + l_3\cos\varphi_3 &= l_4\cos\varphi_4 \\ l_2\sin\varphi_2 + l_3\sin\varphi_3 &= l_4\sin\varphi_4, \end{aligned}\right\} \tag{21}$$

Bu yerda φ_2, φ_3 va φ_4 - *2*, *3* va *4* bo‘g‘inlari va *Ax* o‘qiga nisbatan burchaklar.



3-rasm. To‘rt bo‘g‘inli sharnirli mexanizmning tezlik va tezlanishini aniqlash sxemasi

φ_3 va φ_4 ni burchak tezligini analogini topish uchun (21) tenglamasini differensiallaymiz.

$$\left.\begin{aligned} -l_2 \sin\varphi_2 - l_3 \sin\varphi_3 \frac{d\varphi_3}{d\varphi_2} &= -l_4 \sin\varphi_4 \frac{d\varphi_4}{d\varphi_3}, \\ l_2 \cos\varphi_2 + l_3 \cos\varphi_3 \frac{d\varphi_3}{d\varphi_2} &= l_4 \cos\varphi_4 \frac{d\varphi_4}{d\varphi_2}. \end{aligned}\right\} \quad (22)$$

$d\varphi_3/d\varphi_2=i_{32}$ *3* bo‘g‘inining ω_3 burchak tezligi analogi deb olsak, unda $d\varphi_4/d\varphi_2$-i_{42} *4* bo‘g‘inining ω_4 burchak tezligi analogi bo‘ladi [5], shunda

$$\left.\begin{aligned} l_2 \sin\varphi_2 + i_{32} l_3 \sin\varphi_3 &= i_{42} l_4 \sin\varphi_4, \\ l_2 \cos\varphi_2 + i_{32} l_3 \cos\varphi_3 &= i_{42} l_4 \cos\varphi_4. \end{aligned}\right\} \quad (23)$$

Yuqorida keltirilgan i_{32} , i_{42} lar ω_3 va ω_4 burchak tezliklari hamda yetaklovchi bo‘g‘inning ω_2 burchak tezligi nisbatiga tengdir.

$$i_{32} = \frac{d\varphi_3}{d\varphi_2} = \frac{d\varphi_3/dt}{d\varphi_2/dt} = \frac{\omega_3}{\omega_2}$$

va

$$i_{42} = \frac{d\varphi_4}{d\varphi_2} = \frac{d\varphi_4/dt}{d\varphi_2/dt} = \frac{\omega_4}{\omega_2}.$$

xAy koordinata o‘qining burilishi φ_3 ning umumiy burchagiga teng bulgani uchun (23) tenglamada keltirilgan burchaklardan φ_3 burchakni ayirib tashlaymiz.

$$l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_3) = i_{42} l_4 \sin(\varphi_4 - \varphi_3),$$

Bu yerdan i_{42} analogining ω_4 burchak tezligini topamiz

$$i_{42} = \frac{l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_3)}{l_4 \sin(\varphi_4 - \varphi_3)}. \quad (24)$$

Yuqorida ko‘rsatilgandek i_{32} analogining ω_3 burchak tezligini topamiz

$$i_{32} = -\frac{l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_4)}{l_3 \sin(\varphi_3 - \varphi_4)}. \quad (25)$$

3 va 4 bo‘g‘inlarning ε_4 va ε_3 burchak tezlanishini topish uchun φ_2 koordinatasi bo‘yicha (23) tenglamasini differesiallab quyidagi natijani olamiz.

$$\left.\begin{aligned} l_2 \cos\varphi_2 + i_{32}^2 l_3 \cos\varphi_3 + i'_{32} l_3 \sin\varphi_3 &= i_{42}^2 l_4 \cos\varphi_4 + i'_{42} l_4 \sin\varphi_4, \\ -l_2 \sin\varphi_2 - i_{32}^2 l_3 \sin\varphi_3 + i'_{32} l_3 \cos\varphi_3 &= -i_{42}^2 l_4 \sin\varphi_4 + i'_{42} l_4 \cos\varphi_4, \end{aligned}\right\} \quad (26)$$

bu yerda: i_{32} va i_{42}- burchak tezligining analogi, $i`_{32}$ va $i`_{42}$ - burchak tezlanishining analogi.

$i`_{22}$ va $i`_{42}$ larning qiymatlarini quyidagicha topamiz

$$i'_{42} = \frac{l_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_3) + i_{32}^2 l_3 - i_{42}^2 l_4 \cos(\varphi_4 - \varphi_3)}{l_4 \sin(\varphi_4 - \varphi_3)}, \quad (27)$$

$$i'_{32} = \frac{l_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_4) - i_{42}^2 l_4 + i_{32}^2 l_3 \cos(\varphi_3 - \varphi_4)}{-l_2 \sin(\varphi_3 - \varphi_4)}. \quad (28)$$

3 va *4* bo‘g‘imlarning ω_3, ω_4 burchak tezligi va ε_3, ε_4 burchak tezlanishini quyidagi (29) va (30) formulalarga asosan topamiz [5]

$$\omega_k = \frac{d\varphi_k}{dt} = \frac{d\varphi_k}{d\varphi}\frac{d\varphi}{dt} = \omega \frac{d\varphi_k}{d\varphi} = \omega\omega_\varphi = \omega\varphi'_k, \quad (29)$$

$$\varepsilon_k = \frac{d\omega_k}{dt} = \frac{d}{dt}(\omega\omega_\varphi) = \omega\frac{d\omega_\varphi}{dt} + \omega_\varphi\frac{d\omega}{dt} = \omega\frac{d\omega_\varphi}{d\varphi}\frac{d\varphi}{dt} + \omega_\varphi\frac{d\omega}{dt} = \\ = \omega^2\frac{d\omega_\varphi}{d\varphi} + \varepsilon\omega_\varphi = \omega^2\varepsilon_\varphi + \varepsilon\omega_\varphi = \omega^2\varphi_k'' + \varepsilon\varphi_k'. \quad (30)$$

Shundan kelib chiqib;

$$\omega_3 = \omega_2 \cdot i_{32}, \quad (31)$$

$$\omega_4 = \omega_2 \cdot i_{42}, \quad (32)$$

$$\varepsilon_3 = \omega_2^2 \cdot i_{32}' + \varepsilon_2 \cdot i_{32}, \quad (33)$$

$$\varepsilon_4 = \omega_2^2 \cdot i_{42}' + \varepsilon_2 \cdot i_{42}, \quad (34)$$

bu yerda: ω_2 va ε_2 lar 2-bo‘g‘imning burchak tezlik va tezlanishi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib mexanizmning B, C va E nuqtalarining tezlik va tezlanishlarini quyidagi ifodalar orqali aniqlaymiz.

$$V_B = \omega_2 \cdot l_2 \quad (35)$$

$$V_C = \omega_4 \cdot l_4 \quad (36)$$

$$V_E = \omega_4 \cdot l_{DE} \quad (37)$$

$$a_B = \varepsilon_2 \cdot l_2 \quad (38)$$

$$a_C = \varepsilon_4 \cdot l_4 \quad (39)$$

$$a_E = \varepsilon_4 \cdot l_{DE} \quad (40)$$

Yuqoridagilardan kelib chiqib, ishlab chiqilgan tuproqqa ishlov beruvchi qurilma konstruksiyasi samarasi yuqori va uning harakati ishchi organni harakat qonuniga mos tushadi.

Mexanizmning analitik tadqiq etishda vektor konturlari usulidagi kinematik tahlilidan olingan ma’lumotlar keyingi kinetostatika, dinamika va mustaxkamlikka tekshirish imkonini beradi.

ADABIYOTLAR

1. Каримов К. А., Умурзақов А., Мамадалиев И. Р., Набижонов Ў. А. Тупроққа ишлов бериш техник воситаларининг тортишга қаршилигини камайтиришда тебранма ҳаракатнинг аҳамияти // Механика ва технология илмий журнали. – Наманган, 2022. - № 3-сон. – Б.17-25.

2. Каримов К. А., Умурзақов А., Мамадалиев И. Р., Қосимов А.А. Вибратsiяли чизел-култиватор. Патент № FAP 2534-2024 y.

3. Федоренко И.Я. Вибрационные процессы и устройства в АПК: монография. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. – 289 с.

4. Усмонхўжаев Ҳ.Ҳ. Механизм ва машиналар назарияси. – Т.: Ўқитувчи, 1970. – 576 б.

5. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. -М.:Наука, 1975. – 640 с.

УДК 51-7: 621.43

ОПРЕДЕЛЕНИ УГЛОВОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПИЛЬНОГО ВАЛА ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Имомкулов Ш
Наманганский государственный Технический университет, shuhrat19801221@gmail.com

Аннотация. Сегодня большое значение имеет создание технологий эффективной обработки рабочих поверхностей деталей машин и механизмов, производимых в нашей республике. Также важно повышть эффективностиь использования оборудования первичной переработки хлопка применив конструктивного решение увеличивающие срок их службы.

Annotatsiya. Bugungi kunda respublikamizda ishlab chiqarilayotgan mashina detallari va mexanizmlarining ishchi yuzalarini samarali qayta ishlash texnologiyasini yaratish, ularning xizmat muddatini uzaytiruvchi samarali va iqtisodiy jihatdan foydali konstruksiyalardan foydalanish hisobiga paxtani birlamchi qayta ishlash uskunalaridan foydalanish samaradorligini oshirish katta ahamiyatga ega. Tebranish, ayniqsa burg‘ulash mashinalarida, uskunaning ishonchliligi va samaradorligini belgilaydigan keng qamrovli ko‘rsatkichdir. Maqolada tebranish kuchlari parametrlarining ta'rifi va tebranish tizimining xususiyatlari o‘rganiladi.

Abstract. Today, it is of great importance to create a technology for efficient processing of the working surfaces of machine parts and mechanisms manufactured in our republic, increasing the efficiency of using cotton primary processing equipment through the use of efficient and cost-effective structures that increase their service life. Vibration, especially in drilling rigs, is a complex indicator that determines the reliability and efficiency of equipment. The article examines the definition of vibration force parameters and characteristics of vibration systems.

Kalit so‘zlar: mil tebranishi, tebranish, tanqidiy burchak tezligi, tebranish, burilish, tebranish kuchlari, tebranish tizimi, ishonchlilik, tebranish nazariyalari, mexanik tizimlar, aylanadigan mil.

Ключевых слов: вибрация валов, колебание, критический угловая скорость, колебание, прогиб, вибрационных сил, вибрационная система, надежность, теории колебаний, механических систем, вращающийся вал.

Keywords: shaft vibration, oscillation, critical angular velocity, oscillation, deflection, vibrational forces, vibration system, reliability, theory of vibrations, mechanical systems, rotating shaft.

ВВДЕНИЕ

Задачей современной промышленности является также создание эффективного контроля вибрационного состояния эксплуатируемых агрегатов. Наиболее перспективным решением здесь является внедрение в промышленность систем технической диагностики этих агрегатов, которые позволят выявлять дефекты и неисправности оборудования на начальной стадии их развития.

Одной из важнейших задач, требующих решения, является устранение вибраций, возникающих при работе деталей машин, в том числе деталей оборудования первичной переработки хлопка, в том числе джин-агрегатов, и повышение эффективности производства.

Основную часть многих машин и механизмов составляют валы и оси, которые выполняют важные функции, но также являются источником повышенной вибрации. Вращающийся вал является не только источником вибрации, но и сам подвержен

вибрации при его вращении возникают вибрации как в самом валу (в валопроводе), так и в других элементах системы валопровод-опора-фундамент.

В зависимости от причин возникновения повышенной вибрации существует несколько способов борьбы с ней:

-ремонт или замена поврежденных деталей валов, муфт и опорной системы;

-установление необходимых натягов и зазоров в подшипниках и других деталях опорной системы;

-балансировка валопроводов или отдельных валов при дисбалансах, возникших в процессе ремонта или эксплуатации.

МЕТОДЫ

Исходя из физической природы явления изгиба, можем утверждать, что изогнутая ось непрерывной вращающего вала должна быть непрерывной и гладкой (не имеющей изломов) кривой. При этом деформация того или иного участка вращающего вала определяется искривлением его упругой линии, то есть кривизной оси вращающего вала (рис.1.).

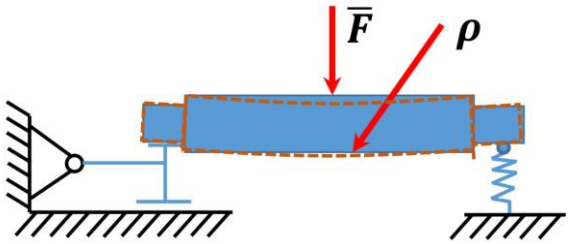


Рис.1.

Формула для определения кривизны вала (1/ρ) при изгибе:

$$\frac{1}{\rho}=\frac{M_x}{EI_x}$$

Из курса высшей математики известно, что уравнение кривизны плоской кривой:

$$\frac{1}{\rho}=\frac{\pm\dfrac{d^2y}{dx^2}}{\left[1+\left(\dfrac{dy}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}$$

Дифференциальное уравнение упругой линии вращающего вала при изгибе:

$$M_x(z)=\frac{EI_x}{\rho}=EI_x\frac{d^2y(z)}{dZ^2}$$

Величину прогиба y (z) находят двойным интегрированием дифференциального уравнения упругой линии вращающего вала с учетом граничных условий рассматриваемой задачи. Уравнение изгиба вращающего вала из нелинейно-упругого материала. Уравнение равновесия (статика):

$$\frac{d^2M(x)}{dx^2}=-q(x)$$

Геометрическое уравнение:

$$\varepsilon_x=\frac{\partial u}{\partial x}=-z\frac{\partial^2W}{\partial x^2}$$

Физическое уравнение:

$$\sigma_x=E_c\varepsilon_x;$$

$$M = -\int_{-h/2}^{h/2} E_c z^2 \frac{d^2W}{dx^2} dF;$$

$$\sigma_x = -E_c z \frac{d^2W}{dx^2}$$

$$M = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x z dF$$

$$M = -J_c(W) \frac{d^2W}{dx^2}$$

Где жесткость вращающего вала

$$J_c(W) = \int_{-h/2}^{h/2} E_c(\varepsilon_i) z^2 b(z) dz$$

Нелинейное дифференциальное уравнение изгиба вращающего вала:

$$\frac{d^2}{dx^2}\left(J_c(W) \frac{d^2W}{dx^2} \right) = q(x)$$

В развернутом виде это уравнение имеет вид:

$$J_c(W) \frac{d^4W}{dx^4} + 2\frac{dJ_c(W)}{dx} \frac{d^3W}{dx^3} + \frac{d^2J_c(W)}{dx^2} \frac{d^2W}{dx^2} = q(x)$$

Граничные условия те же, что и в линейных задачах. Вычисление жесткости вращающего вала при изгибе. Экспериментальную диаграмму деформирования записываем в виде:

$$\sigma_i = E\varepsilon_i - m\varepsilon_i^3$$

Секущий модуль имеет вид:

$$E_c = E - m\varepsilon_i^2 = E - mz^2W''^2$$

$$J_c(W) = \int_{-h/2}^{h/2} \left(E - mz^2W''^2 \right) z^2 b(z) dz == E\int_{-h/2}^{h/2} z^2 b(z) dz - mW''^2 \int_{-h/2}^{h/2} z^4 b(z) dz$$

$$J_c(W) = EJ - mW''^2 J_n$$

$$J = \frac{bh^3}{12}; \quad J_n = \frac{bh^5}{80}$$

При выводе формулы для нормальных напряжений при чистом изгибе была получена связь между кривизной и изгибающим моментом. Форма упругой линии вала определяется при помощи выражения:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M_x}{EI_x}$$

где, ρ – радиус кривизны

M - изгибающий момент

E – модуль упругости

J_x- осевой момент инерции сечения

Из этой формулой следует, что кривизны вала изменяется по тому же закону, что и величина $\frac{M_x}{EI_x}$. Так, если сечение вала постоянно, вал выполнено из одного и того же материала, то при чистом изгибе:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M_x}{EI_x} = const$$

Из математики известно уравнение для определения кривизны линии:

$$k = \frac{1}{\rho} = \frac{y''}{\left(1+\left(y'\right)^2\right)^{3/2}}$$

В области малых перемещений величиной $(y')^2$ можно пренебречь и тогда:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\sigma}{Ey} = y''$$

и, учитывая

$$\sigma = \frac{M}{I_x} y$$

Имеем:

$$EI_x y'' = \pm M$$

Дифференциальное уравнение упругой линии вращающего вала при изгибе:

$$\frac{dy(z)}{dz} = tg\theta \approx \theta$$

θ - угол поворота поперечного сечения вращающего вала.

Величину углов поворота поперечных сечений вращающего вала находят интегрированием дифференциального уравнения упругой линии вращающего вала с учетом граничных условий рассматриваемой задачи.

$y'' EI_x = M$ - уравнение изгибающих моментов

$y' EI_x = \int M dz + C$ - уравнение углов поворота

$yEI_x = \int dz \int M dz + C + D$ - уравнение прогибов

Уравнение упругой линии вращающего вала:

$$\frac{d\bar{\omega}^2}{d^2 z} = \frac{M(z)}{EI_x}$$

Существуют три метода решения дифференциального уравнения упругой линии вращающего вала. Это метод непосредственного интегрирования, метод Клебша и метод начальных параметров. Проинтегрировав уравнение упругой линии вращающего вала первый раз, получают выражение для определения углов поворота:

$$EI_x \frac{d\bar{\omega}}{dz} = EI_x \theta(z) \frac{dM(z)}{dz} + C$$

Интегрируя второй раз, находят выражения для определения прогибов:

$$EI_x \bar{\omega}(z) = \frac{dM(z)^2}{d^2 z} + Cz + D$$

Значения постоянных интегрирования C и D определяют из начальных условий на опорах вращающего вала. Приравняв правые части данных выражений, получим дифференциальное уравнение изогнутой оси вращающего вала, которое называется точным уравнением изогнутой оси вала.

$$\frac{\pm \frac{d^2 y}{dx^2}}{\left[1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}} = \frac{M_x}{EI_x}$$

В координатной системе прогибов x_0y, когда ось y направлена вверх, знак момента определяет знак второй производной от y по x.

Интегрирование данного уравнения, очевидно, представляет некоторые трудности.

Поэтому его, как правило, записывают в упрощенной форме, пренебрегая величиной в скобках по сравнению с единицей.

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M_x}{EI_x}$$

Решение дифференциального уравнения найдем, интегрируя обе его части по переменной x:

$$\theta = \frac{dy}{dx} = \int_l \frac{M_x(x)}{EI_x} dx + C_1$$

$$y = \int \frac{M_x(x)}{EI_x} dx + C_1 \cdot x + D_1$$

Постоянные интегрирования C_1, D_1 находят из граничных условий – условий закрепления вращающего вала, при этом для каждого участка вращающего вала будут определяться свои постоянные.

Перед началом анализа вибрации оборудования, в котором работает вал, как правило, отсутствует достаточно точная информация о вибрационных силах или вибрационной системе, поэтому в функциональной диагностике применяются наиболее сложные методы вибрационного анализа, позволяющие определить параметры вибрационных сил и характеристики вибрационной системы, дающие максимальный результат.

Результаты. В этом случае на характер движения влияют, главным образом, изменения момента инерции вала. На рис. 2 представлена кинематическая и структурная схемы машинного агрегата с механизмом привода хлопчатобумажной пилы.

Поэтому динамику данной системы целесообразно рассматривать как одномассовую (см. рис. 1). Математическая модель этой системы построим по известной методике [1]:

$$\frac{M_g}{2\omega_c M_k} + \frac{M_g S_k}{2M_k} - 1 + \frac{1}{\omega_0}\dot{\varphi} = 0$$

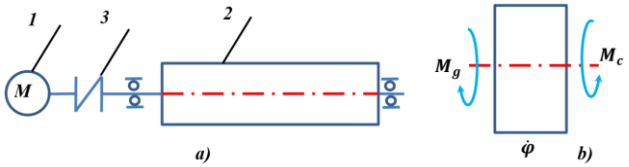
$$J_{pr}\ddot{\varphi} - M_g + M_c = 0 \qquad (1)$$

где, M_g, M_k –крутящий момент двигателя и его критическое значение; φ–угловое перемещение вала пилы; ω_0, S_k – угловая частота идеального холостого хода и критическое скольжение, J_{pr}–момент инерции ротора двигателя относительно вала пилы; M_s –технологическая прочность очищенного хлопкового сырья; ω_c –угловая частота вращения вала.

На основании результатов экспериментальных исследований [2] можно приблизительно выразить технологическую стойкость по функциям;

$$M_c = M_1 + M_0 Sinkt\,, \qquad (2)$$

где, M_1, M_0 – постоянная и амплитудная составляющие момента сопротивления со стороны хлопка; k – частота изменения сопротивления.



1-двигатель, 2-пильный вал, 3-муфта

Рис 2. Кинематическая (а) и структурная схема (б) пильного вала станочного блока

Второе уравнение запишем в следующем виде:

$$J_{pr}\ddot{\varphi} = M_g - M_1 - M_0 Sinkt \quad (3)$$

Из (1) получаем производную по времени:

$$J_{pr}\ddot{\varphi} = M_g - kM_0 Coskt \quad (4)$$

$$\ddot{\varphi} = \dot{\omega}$$

Учитывая полученные значения M_g и подставляя их в первое уравнение системы (1) и во второе уравнение системы (1) и (4), получаем следующее уравнение:

$$\frac{\omega J_{pr}\omega_0}{2\omega_c M_k} + \frac{J_{pr}S_k\omega_0\dot{\omega}}{2M_k} + \omega - \omega_0 + \frac{kM_0\omega_0}{2M_k} + \left(S_k\omega_c M_k + S_k\omega_0 M_0 Sinkt\right)\frac{1}{2M_k} = 0 \quad (5)$$

В полученном дифференциальном уравнении второго порядка (5) относительно переменной угловой скорости вала пилы сделаем следующие преобразования:

$$Sinkt - \frac{k}{S_k\omega_c}Coskt = \sqrt{1+\frac{k^2}{\omega_c^2 S_k^2}}Sin\left(kt + arctg\frac{k}{S_k\omega_c}\right) \quad (6)$$

тогда:

$$\dot{\omega} + S_k\omega_c\dot{\omega} + \frac{2M_k\omega_c\omega}{J_{pr}\omega_0} = c - \frac{2M_k\omega_c}{J_{pr}\omega_0}\sqrt{1+\frac{k^2}{\omega_c^2 S_k^2}}\cdot Sin\left(kt + arctg\frac{k}{\omega_c^2 S_k^2}\right) \quad (7)$$

Здес $c = \left(\omega_0 - \frac{S_k\omega_0 M_1}{2M_k}\right)\cdot\frac{2M_k\omega_c}{J_{pr}\omega_0}$

Учитывая начальные условия и используя стандартный метод решения [3], получаем общее решение дифференциального уравнения (7):

$$\dot{\varphi} = \omega = \left[\omega_n Cos\left(\frac{S_k M_0\omega_c}{J_{pr}} - \frac{S_k^2\omega_c^2}{J_{pr}}\right)^{\frac{1}{2}}t + \frac{S_k\omega_c\omega_n}{\left(\frac{S_k M_0\omega_c}{J_{pr}} - \frac{S_k^2\omega_c^2}{J_{pr}}\right)^{\frac{1}{2}}}Sin\left(\frac{S_k M_0\omega_c}{J_{pr}} - \frac{S_k^2\omega_c^2}{J_{pr}}\right)^{\frac{1}{2}}t\right]\cdot e^{-\frac{S_k\omega_c t}{2}}$$

$$-A_1 e^{-\frac{S_k\omega_c t}{2}}\left[Sin\left(arctg\frac{k}{S_k\omega_c} - \alpha\right)Cos\left(\frac{S_k M_0\omega_c}{J_{pr}} - \frac{S_k^2\omega_c^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}}t + \right.$$

$$\left. + \frac{kCos\left(arctg\frac{k}{S_k\omega_c} - \alpha\right) + \frac{1}{2}S_k\omega_c Sin\left(arctg\frac{k}{S_k\omega_c} - \alpha\right)}{\left(\frac{S_k M_0\omega_c}{J_{pr}} - \frac{S_k^2\omega_c^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}}}\cdot Sin\left(\frac{S_k M_0\omega_c}{J_{pr}} - \frac{S_k^2\omega_c^2}{J_{pr}}\right)^{\frac{1}{2}}t\right] +$$

$$+ c - A_1 Sin\left(kt + arctg\frac{k}{S_k\omega_c} - \alpha\right)$$

Здесь $\alpha = arctg\frac{kJ_n S_k\omega_0}{2M_k\left(1 - \frac{k^2 J_{pr}}{S_k M_0\omega_c}\right)}$

$$A_1 = \frac{\left(1 - \frac{k^2}{S_k^2 \omega_c^2}\right)^{\frac{1}{2}}}{\frac{J_{pr}\omega_0}{S_k M_0 \omega_c}\left[\left(\frac{S_k M_0 \omega_c}{J_{pr}} - k^2\right)^2 + k^2 S_k^2 \omega_c^2\right]^{\frac{1}{2}}}$$

Интегрируя полученное уравнение (8), можно получить выражение для определения углового перемещения пильного вала хлопкоочистительной машины. Однако для оценки динамики движения пильного вала рекомендуется анализировать угловую скорость пильного вала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Штейнволъф Л.И. Динамические расчеты машин и механизмов. \\ М. Машгиз, 1961. 339 с.124Л1убов И.Г. Шум и вибрация электрических машин. \\ Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1986 г. 208 с.

2. Щепетильников В.А. и др. Вибрации совмещенных опор машин \\ Вестник машиностроения, 1974, №1, = С. 11-15.

3. Яруллин А.И., Курдыш С.М., Акбердин А.М. Повышение надежности эксплуатации механо-энергетического оборудования НПС \\ «Нефтяное хозяйство», 1992, № 3, С30-32.

4. Поздняк Э.Л., Гельбштейн Л.Б. Вынужденные колебания валопроводов, обусловленные несовершенством изготовления и сборки. -Энергомашиностроение, 1975. №11, - С. 20-23.

5. Методы расчета критических частот вращения систем ротор-опоры. Рекомендации. М., ВНИИНМАШ, 1976, 471 с.

6. Макаров Р.А. Средства технической диагностики машин. М.: Машиностроение, 1981. 183 с.

7. Маслов Г.С. Расчеты колебаний валов. М., Машиностроение, 1968, 271 с.

8. Диментберг Ф. М. Изгибные колебания вращающихся валов. \\ М., Изд-во АН ССР, 1959, 247 с.

УДК: 621.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЕТУЧЕК В ПИЛЬНОМ БАРАБАНЕ ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Холмирзаев Ж. З.
Наманганский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент,
javlonbek1972@gmail.com

Аннотация. Составлены динамические и математические модели движения летучек с ударами о колосники органов очистителя. Разработан аналитический метод расчета периодических режимов движения летучек на пильчатом барабане с ударами о колосники, найдены условия и области существования и устойчивости отыскиваемых режимов. Построен закон движения летучек хлопка для режимов, характеризующихся поочередным ударом летучек о колосники.

Annotatsiya. Tozalagich ishchi organida bir chigitning aylanma zarbali harakatini dinamik va matematik modellari tuzilgan. Bir chigitni arrali baraban atrofidagi zarbali davriy harakat qonuni hamda bu davriy xarakatning mavjudlik va turg‘unlik sohalari aniqlangan.

Annotation. Compiled dynamic and mathematical models of the movement of volatiles with blows on the grates of the purifier organs. An analytical method has been developed for calculating the periodic regimes of the movement of the flyers on a serrated drum with impacts on the grate, conditions and regions of existence and stability of the sought regimes have been found. The law of motion of cotton flyers is constructed for regimes characterized by alternate blows of the flyers against the grates.

Ключевые слова: динамические и математические модел, летучек, колосник, очистител хлопка, периодических режим, пильчатом барабан, закон движения летучек.

Kalit so‘zlar: dinamik va matematik modellar, maxovik, panjara, paxta tozalagich, partiya rejimi, tishli baraban, maxovikning harakat qonuni.

Keywords: dynamic and mathematical models, letuchek, kolosnik, ochistitel xlopka, periodicheskix regime, pilchatom baraban, zakon dvijeniya letuchek.

Рассматривается динамическая модель, движения летучек с ударами о колосники, позволяющая рассчитать условия существования и устойчивости периодических режимов.

Виброударной называют систему, совершающую колебательное движение, в процессе которого между ее отдельными звеньями происходят соударения [1].

Соударения в кинематических парах приводят к возникновению динамических ошибок, к увеличению динамических нагрузок на звенья, снижают долговечность и надежность механизма, меняют его диссипативные свойства. Условия возникновения и устранения подобных режимов, вопросы их динамики и устойчивости приобретают все более важное значение.

В работах [2,3] приведена математическая модель виброударного механизма, рассмотрена структура фазового пространства, указаны общие формулы для отыскания простейших периодических движений. Однако до сих пор остается открытым вопрос зависимости областей существования устойчивых периодических и более сложных режимов движения от параметров механизма.

Уравнения движения.

В рабочем органе круглые колосники со скошенной плоской площадкой расположены по окружности радиуса R^* и наклоненные к ней под фиксированным углом β. Соответственно проекции на оси координат точечной массы и её скорость в проекции на оси неподвижной прямоугольной системы координат XOY определяются

соотношениями:

$$\left.\begin{aligned} x &= L\cos\varphi + l\cos(\varphi-\eta) \\ y &= L\sin\varphi + L\sin(\varphi-\eta) \end{aligned}\right\}, \quad (1)$$

$$\left.\begin{aligned} \dot{x} &= -L\dot{\varphi}\sin\varphi - l(\dot{\varphi}-\dot{\eta})\sin(\varphi-\eta) \\ \dot{y} &= L\dot{\varphi}\cos\varphi + l(\dot{\varphi}-\dot{\eta})\cos(\varphi-\eta) \end{aligned}\right\}, \quad (2)$$

где L-радиус пильчатого барабана, вращающегося с постоянной угловой скоростью $\dot{\varphi} = \varphi / t$, *l*-средняя длина летучки, положение которой определяется углом γ относительно $L(\eta = \pi - \gamma)$

Далее вводится декартова система координат X_1PY_1, где ось PX_1 направлена вдоль колосника, а PY_1 - в сторону вращения пильчатого барабана. Тогда проекции абсолютной скорости т. *A* на координаты этой системы принимают вид.

$$\left.\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -L\dot{\varphi}\left[tg\lambda\sin(\varphi-\beta)+\cos(\varphi-\beta)\cos\lambda\right] - l(\dot{\varphi}-\dot{\eta})\left[tg\lambda\sin(\varphi-\beta-\eta)+\cos\lambda\cos(\varphi-\beta-\eta)\right] \\ \dot{y}_1 &= -L\dot{\varphi}\left[tg\lambda\cos(\varphi-\beta)-\sin(\varphi-\beta)\cos\lambda\right] + l(\dot{\varphi}-\dot{\eta})\left[tg\lambda\cos(\varphi-\beta-\eta)-\cos\lambda\sin(\varphi-\beta-\eta)\right] \end{aligned}\right\}, \quad (3)$$

где $\lambda = 2\pi / N$ (*N*-количество колосников).

Исследование областей существования и устойчивости периодических движений системы

Рассматривались две фазы удара. В первой фазе происходит относительное сближение летучки и колосника, заканчивающееся в момент времени, когда проекция скорости $\dot{y}_1$ на ось, перпендикулярной колоснику обращается в ноль.

Во второй фазе удара происходит восстановление скорости летучки. Здесь принята гипотеза, что нормальные импульсы в первой и второй фазах удара связаны соотношением

$$J_2 / J_1 = r, \quad (4)$$

где *r*-коэффициент восстановления скорости при ударе.

Значения скоростей до и после удара отличаются индексами «-» и «+». Изменение скорости происходит в результате нормального ударного импульса *J* и касательного $J_f = J \cdot f \ \sin \dot{x}_1$, где *f*- коэффициент сухого трения. Из условия $\dot{y}_1$=0 находим в этом момент времени.

$$(l\dot{\eta})_* = \dot{\varphi}\left\{ l + \frac{L\left[tg\lambda\cdot\cos(\varphi-\beta)-\sin(\varphi-\beta)\cos\lambda\right]}{tg\lambda\cdot\cos(\varphi-\beta-\eta)-\sin(\varphi-\beta-\eta)\cos\lambda} \right\}, \quad (5)$$

Учитывая, что в первой фазе удара $\dot{x}_1$ и, следовательно, *J* меняет знак на обратный, будем в этой фазе рассматривать два интервала, границей между которыми будить $\dot{x}_1$=0.

Из теоремы импульсов для первого интервала первой фазы удара получим

$$J_1' = \frac{m(l\dot{\eta}) -}{\Phi_1(\lambda,\ \varphi,\beta,\eta) + f\Phi_2(\lambda,\varphi,\beta\ \eta)}, \quad (6)$$

где

$$\Phi_1(\lambda,\ \varphi,\beta,\eta) = tg\lambda\cos(\varphi-\beta-\eta) + \cos\lambda\sin(\varphi-\beta-\eta),$$
$$\Phi_2(\lambda,\ \varphi,\beta,\eta) = tg\lambda\sin(\varphi-\beta-\eta) + \cos\lambda\cos(\varphi-\beta-\eta)$$

На основания теоремы импульсов для второго интервала найдем

$$J_1'' = -\frac{m(l\dot{\eta})_*}{\Phi_1(\lambda, \varphi, \beta, \eta) - f\Phi_2(\lambda, \varphi, \beta, \eta)} \tag{7}$$

Здесь значение $(l\dot{\eta})_*$ определяется из формулой (5)

Польный нормальный импульс определяется формулой

$$J_1 = J_1' + J_1'' \tag{8}$$

Теорема импульсов для второй фазы удара дает

$$m = \left[(l\dot{\eta})_* - (l\dot{\eta})_+\right] = rS_1\left[\Phi_1(\lambda, \varphi, \beta, \eta) - f\Phi_2(\lambda, \varphi, \beta, \eta)\right], \tag{9}$$

Подставляя (8) в (9), находим

$$(l\dot{\eta})_+ = -r(l\dot{\eta})_- \frac{\Phi_1(\lambda, \varphi, \beta, \eta) - f\Phi_2(\lambda, \varphi, \beta, \eta)}{\Phi_1(\lambda, \varphi, \beta, \eta) + f\Phi_2(\lambda, \varphi, \beta, \eta)} + (1+r)(l\dot{\eta})_* \tag{10}$$

Используя метод припасовывания, находим закон движения для режимов, характеризующихся по очередными ударами о колосники. Запишем дифференциальное уравнения относительного движения летучки в виде:

$$\ddot{S} + p^2 S = 0, \tag{11}$$

Граничные условия для отыскиваемого режима имеют вид

$$\left.\begin{array}{l} t = 0, \quad S = S_0, \ \dot{S} = \dot{S}_+ = (l\dot{\eta})_+; \\ t = T = \dfrac{2\pi}{N} \cdot \dfrac{L+l}{L\dot{\varphi}}, \quad S = S_0, \ \dot{S}_ = (l\dot{\eta})_- \end{array}\right\}, \tag{12}$$

Где η- угловая координата, определяющая положение конца летучки хлопка в относительно вращающемся барабане; *p*-собственная частота колебаний летучки, c^{-1}; $\acute{\eta}_+$-угловая скорость до удара, а $\acute{\eta}_-$=- $\acute{\eta}_+$-угловая скорость после удара; Т-период периодических режимов соударения летучек о колосники, характеризующихся постоянством угловой координаты соударения η_0.

С учетом граничных условий при *t*=0 решение уравнения (11) имеет вид:

$$S = S_0 \cos pt + \frac{(l\dot{\eta})_+}{p} \sin pt, \tag{13}$$

После наложения граничных условий при *t*= *T* найдем

$$S_0 = -\frac{(l\dot{\eta})_-}{p} ctg\frac{pT}{2}, \quad (l\dot{\eta})_- = (l\dot{\eta})_+ , \tag{14}$$

На основании существования периодических режимов, угловая координата S_0 с учетом переносного движения и обращения абсолютной скоростм в нуль при соударении будет определяться из уравнения

$$S_0 = \frac{(1+r)}{p(1-r)}\dot{\varphi}\left\{l + \frac{L\left[tg\lambda\cos(\varphi-\beta) - \sin(\varphi-\beta)\cos\lambda\right]}{tg\lambda\cos(\varphi-\beta-\eta) - \sin(\varphi-\beta-\eta)\cos\lambda}\right\} ctg\frac{pT}{2}, \tag{15}$$

Из уравнения (11) при условии (12) закон изменения S=S(t) в течении одного периода определяется следующим соотношением

$$S = S_0 \frac{\cos p(t - T/2)}{\cos(pT/2)},$$

где S без учета силы трения (*f* =0) имеет вид (10)

$$\eta_+ = -r\dot{\eta}_+ \frac{\Phi_1(\lambda, \varphi, \beta, \eta) - f\Phi_2(\lambda, \varphi, \beta, \eta)}{\Phi_1(\lambda, \varphi, \beta, \eta) + f\Phi_2(\lambda, \varphi, \beta, \eta)} + (1+r)\dot{\eta}_*$$

здесь $\Phi_1(\lambda, \varphi, \beta, \eta)=tg\lambda \cos(\varphi-\beta-\eta)+ \cos\lambda \sin(\varphi-\beta-\eta)$,

$\Phi_2(\lambda, \varphi, \beta, \eta)=tg\lambda \sin(\varphi-\beta-\eta)+ \cos\lambda \cos(\varphi-\beta-\eta)$,

В рассматриваемом случае уравнение (15) допускает множество решений относительно η_0 при периодических режимах. Однако, для существования такого режима достаточно определить одно значения η_0 ближайшего к динамическому равновесию летучки (без наличия колосников $\eta=\eta_g$). В этом случае такое значение будет определено из уравнения

$$\frac{1}{\eta - \eta_g} = \frac{KL}{l + \Phi(\beta, \varphi(\eta), \eta)},$$

где

$$\Phi(\beta, \varphi, \eta) = \frac{tg\lambda \cos(\varphi - \beta) - \sin(\varphi - \beta)\cos\lambda}{tg\lambda \cos(\varphi - \beta - \eta_0) - \sin(\varphi - \beta - \eta_0)\cos\lambda};$$

$$K = \frac{Pl(1-r)}{(1+r)L\dot{\varphi}} tg\frac{PT}{2},$$

Представление о характере существования решения со следующими данными: K=0.3569, P=204 c^{-1}, λ=22.5°, L=0.24 *м*, *l*=0.022 *м*, *r* =0.23, β=25°, η_0=8.0947°, η_g=27° можно получит из рис.1.

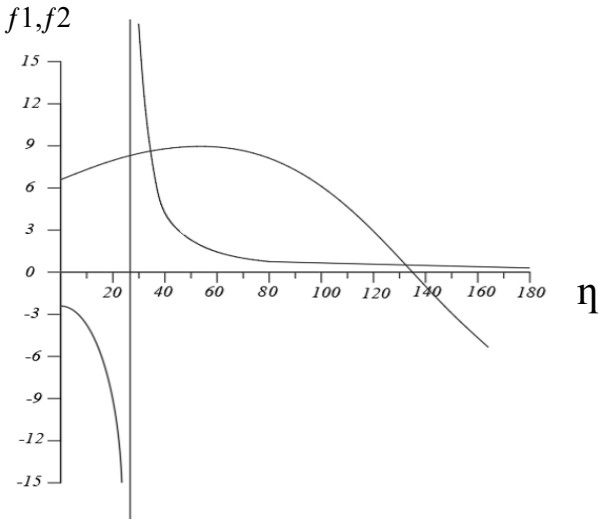


Рис.1. Определение области существования периодических режимов

Данное исследование проведено по отношению к малым возмущениям фазовых координат системы. Для упрощения изложения ограничимся случаем *f*=0, сохраняющим все основным особенности качественной картины устойчивости.

В соответствии с (11) запишем уравнение возмущенного движения после произвольного *v*-го удара в виде

$$\left.\begin{aligned} \eta &= (\eta_0 + \Delta\eta_v)\cos pt + (\dot{\eta}_+ + \Delta\dot{\eta}_+)\frac{\sin pt}{p} \\ \dot{\eta} &= -(\eta_0 + \Delta\eta_v)p \sin pt + (\dot{\eta}_+ + \Delta\dot{\eta}_+)\cos pt \end{aligned}\right\}, \qquad (16)$$

где $\acute{\eta}_{\nu}$ и $\Delta\acute{\eta}_{\nu+}$ -малые приращения угловой координаты и угловой скорости в момент после ν-го удара. Найдем приращения фазовых координат при следующем (ν+1)-м ударе. Подставляя в (16) $t=T+\delta\nu$, $\eta=\eta_0+\Delta\eta_{\nu+1}$, $\acute{\eta}=\acute{\eta}_-+\Delta\acute{\eta}_{\nu+1}$ получены после линеаризации уравнений в возмущениях

$$\left.\begin{aligned}\Delta\eta_{\nu+1} &= \Delta\eta_{\nu}\cos pT+\frac{\Delta\dot{\eta}_{\nu}}{p}\sin\ pt+\delta_{\nu}\dot{\eta}_{-}\\ \Delta\dot{\eta}_{(\nu+1)_-} &= -\Delta\eta_{\nu}p\ \sin\ pT+\Delta\dot{\eta}_{\nu+}\cos pT+\delta_{\nu}p^2\eta_0\end{aligned}\right\}, \tag{17}$$

Обозначив угол между закреплениями колосников по окружности радиус $L+l$ через λ, на основании условия соударения будем иметь $(L+l)\lambda=S^*+(L+l)\ \dot{\varphi}\cdot t$

где $\dot{\varphi}$ -угловая скорость переносного движения барабана.

Если поставит на место это выражение, то можно определить

$$\delta\nu=\frac{L\sin^2\eta\left(1-\dfrac{L\cdot\cos\eta}{\sqrt{(L+l)^2-L^2\sin^2\eta}}\right)-\cos\eta\left(L\cos\eta-\sqrt{(L+l)^2-L^2\sin^2\eta}\right)}{\dot{\varphi}\sqrt{(L+l)^2-\left[\sqrt{(L+l)^2-L^2\sin^2\eta}\sin\eta-L\cos\right]^2(L+l)}}\delta\eta,$$

Получим связь между приращением угловых скоростей до и после удара

$$\Delta\dot{\eta}_{\nu+}=-r\Delta\dot{\eta}_{\nu-}-B\Delta\eta_{\nu},$$

где

$$B=(1+r)\left\{\frac{-\dot{\varphi}L(P_1(\beta,\eta)P_2(\beta,\eta)-P_3(\beta,\eta)P_4(\beta,\eta)\left(L\sin^2\eta\left(\dfrac{L\cos\eta}{1-P_5(\beta,\eta)}\right)-\cos\eta(L\cos\eta-P_5(\beta,\eta))\right)}{l(P_1(\beta,\eta))^2\dot{\varphi}\sqrt{(L+l)^2-(P_5(\beta,\eta)\sin\eta-L\cos\eta)^2}}\right\}\delta\eta,$$

$$P_1(\beta,\eta)=tg\lambda\cos(\beta+\eta)+\sin(\beta+\eta)\cos\lambda;\qquad P_2(\beta,\eta)=tg\lambda\sin\beta-\cos\beta\cos\lambda;$$

$$P_3(\beta,\eta)=tg\lambda\cos\beta+\sin\beta\cos\lambda;$$

$$P_4(\beta,\eta)=tg\lambda\sin(\beta+\eta)-\cos(\beta+\eta)\cos\lambda;$$

$$P_5(\beta,\eta)=\sqrt{(L+l)^2-L^2\sin^2\eta}$$

Используя теорему импульсов до и после удара, получим соотношение

$$(l\dot{\eta})_+=-r(l\dot{\eta})_-\frac{\Phi_1(\lambda,\varphi,\beta,\eta)-f\Phi_2(\lambda,\varphi,\beta,\eta)}{\Phi_1(\lambda,\varphi,\beta,\eta)+f\Phi_2(\lambda,\varphi,\beta,\eta)}+(1+r)(l\dot{\eta})_*, \tag{18}$$

Здес $\dot{\eta}_+=-\dot{\eta}_-$

$$\dot{\eta}_*=\dot{\varphi}\left\{1+\frac{L\left[tg\lambda\cos(\dot{\varphi}t-\beta)-\sin(\dot{\varphi}t-\beta)\cos\lambda\right]}{l\left[tg\lambda\cos(\dot{\varphi}t-\beta-\eta)-\sin(\dot{\varphi}t-\beta-\eta)\cos\lambda\right]}\right\}$$

С учетом указанных соотношений система (21) переходит в следующую

$$\frac{2\Delta\eta_{\nu+1}}{1-r}-\Delta\eta_{\nu}\left[\frac{1+r}{1-r}+\cos pT-\frac{B}{P}\sin\ pT\right]+\Delta\dot{\eta}_{\nu-}\frac{r}{p}\sin\ pT=0$$

$$\Delta\eta_{v+1}\frac{1+r}{1-r}\,pctg\,\frac{pT}{2}\,\Delta\eta_v\left[\frac{1+r}{1-r}\,pctg\,\frac{pT}{2}\,p\sin\,pT - B\cos pT\right] + \Delta\dot{\eta}_{(v+1)_} + \Delta\dot{\eta}_{v-}r\cos pT = 0$$

Характеристическое уравнение которой имеет вид:

$$2x^2 - x\left[(1+r)^2 + (1-r)^2\cos pT - (B/p)(1-r)\sin\,pT\right] + 2r^2 = 0$$

Согласно критерия Щура для соблюдения условия устойчивости должны выполняться следующие неравенства

$$r^2 \prec 1,\quad \frac{\left|(1+r)^2 + (1-r)^2\cos pT - (B/p)(1-r)\sin\,pT\right|}{2(1+r^2)} \prec 1, \qquad (19)$$

Выводы. Для найденного значения *B* при различных входных параметров β, λ, $\dot{\varphi}$, η составлена и реализована программа на ПК, на основании которой выделены зоны устойчивости периодических режимов. [4,5]

Для получения периодических режимов движения летучек с ударами о плоские колосники рекомендуется выполнять круглые колосники со скосом 55^0 и шагом установки 50 мм. При этом 2 начальных колосника рекомендуется оставить круглыми без плоских площадок для предотвращения забоев сорных примесей удлиненной формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Блехмана. Вибрации в технике: Справочник. Т.2. Колебания нелинейных механических систем /. — М.: Машиностроение, 1979. - 351 с.

2. Б.М.Мардонов, Х.С.Усманов, Ф.Н.Сирожиддинов Теоретическое исследование процесса выделения мелких сорных примесей из летучки хлопка. “Проблемы текстиля” научно-технический журнал 2019 г., №4, с.411.

3. Б.М.Мардонов, Х.С.Усманов, Ф.Н.Сирожиддинов, С.Ш.Ташпулатов, Г.И.Махмудова, М.С.Каратаев Определение законов распределения скорости и плотности потока хлопка в зоне очистки инновационного очистителя Технология текстильной промышленности 2020 г., №2(386), с.79-84.

4. Бабицкий В.И. Теория виброударных систем. М.: Наука, 1978. 352 с.

5. Бабицкий В.И., Крупенин В.Л. Колебания в сильно нелинейных системах. М.: Наука, 1985. 320 с.

УДК 677.051

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ВРАЩАЮЩИХСЯ ВАЛОВ

Имомкулов Ш. Б.
Наманганский Государственный Технический Университет. shuhrat19801221@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены аналитические и численные методы расчета изгибных колебаний вращающихся валов. Для определения критических скоростей вращения были построены диаграммы Кэмпбелла с применением распределенных моделей деформируемого вала, описываемых уравнениями в частных производных с переменными коэффициентами.

Abstract. Are Considered analytical and the numerical methods of the calculation изгибных fluctuations revolving gross. Diagrams Kempbella were built For determination of the critical velocities of the rotation with using the portioned models of the deformed gross, described by equations in quotient derived with floating factors

Annotatsiya. Aylanuvchi vallarning egilish tebranishlarini hisoblashning analitik va sonli usullari ko‘rib chiqilgan. Aylanishning tanqidiy tezliklarini aniqlash uchun o‘zgaruvchan koeffitsiyentlarga ega xususiy hosilali tenglamalar bilan ifodalanadigan deformatsiyalanadigan valning tarqoq modellari qo‘llangan holda Kempbell diagrammalari tuzildi.

Ключевые слова: вал джинных машин, деформация, угловое перемещение, изгибающий момент, поперечная сила, пильный цилиндр, линейное перемещение, виброустойчивость, разрушение вала.

Keywords: gross of the technological machines, deformation, angular displacement, bending moment, transverse power, saw cylinder, linear displacement, vibration stability, destruction of the gross.

Kalit so‘zlar: jin mashinasi vali, deformatsiya, burchakli siljish, egilish momenti, ko‘ndalang kuch, ara silindri, chiziqli siljish, vibrobarqarorlik, valning yemirilishi.

Как известно валы джинных машин работает больших динамических нагружение. Вследствие этих явление подвергается различных деформации, особенно из этих влияние колебательных деформации приводит к разрушению всех конструкции, в том числе валов [1].

Вопросы надежности, прочности, долговечности и ресурса являются важнейшими в современной технике. Они должны учитывать различные режимы работы, реальные свойства материалов, условия нагруженные, технологические, экономическое и другие факторы

Рассмотрены аналитические и численные методы расчета изгибных колебаний вращающихся валов. Для определения критических скоростей вращения были построены диаграммы Кэмпбелла с применением распределенных моделей деформируемого вала, описываемых уравнениями в частных производных с переменными коэффициентами.

Исследованы как свободные, так и вынужденные колебания вала, вызванные наличием эксцентриситета. Верифицированные методики были применены к реально существующей экспериментальной установке. Была решена обратная задача по определению величины эксцентриситета барабана.

Обеспечение упругой устойчивости вращающихся валов и роторов является одной из важных и не полностью решенных задач прикладной механики в области машиностроения[1],[2]. Неизбежное наличие геометрических и материальных несовершенств в конструкции приводит к возникновению изгибных колебаний,

способных вызвать выход системы из строя и её разрушение [2], [3], [4].

В работы построена математическая модель пространственных движений вала с учетом распределенных характеристик, описываемая системой уравнений в частных производных, в общем случае, с переменными коэффициентами [4]. Исследована необходимость учета влияния инерции вала на поворот в зависимости от геометрических и материальных параметров системы. Была рассмотрена задача на собственные значения для случаев однородного и неоднородного по длине вала [6], [7], [8].

Данную задачу предполагается решить для случаев однородного вала с постоянным поперечным сечением и неоднородного вала с переменным поперечным сечением.

Имеется испытательный стенд, схема которого представлена на рисунке 1. Более детальное описание электромагнитных явлений представлено в приложение А. Сами явления не являются предметом исследования данного объекта.

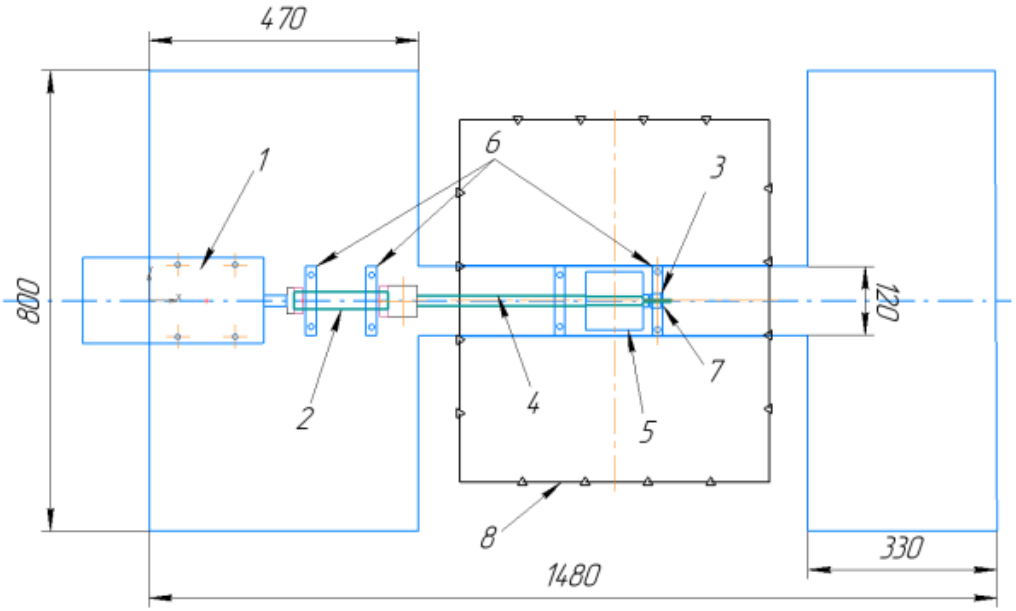


Рис. 1. Объект исследования

Элементы испытательного стенда: 1. Двигатель SEW-Eurodrive 2. Привод, 3. Тензодатчик усилия. 4. Медный вал. 5. Тефлоновый барабан. 6. Опоры. 7. Пружина. 8. Источник электромагнитного поля.

Используется тензодатчик марки MBL с усилителем UV-10, где [В] соответствует 1 [Н]. После того как методики были коэффициенты, мы будем моделировать данную систему численно методом конечных элементов. Медный вал с тефлоновым барабаном представлен на рисунке 2.

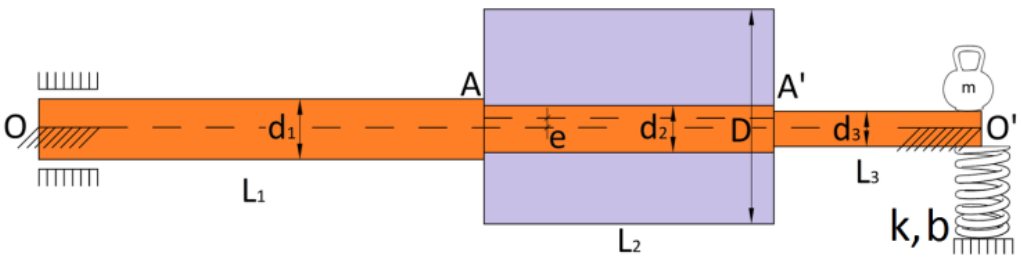


Рис.2. Вал с барабаном

Рассматриваются пространственные изгибные колебания, возникающие в системе из-за наличия эксцентриситета у барабана. Требуется определить чувствительность

данной системы к величине добавочной силы m на подвижном конце вала. Будем описывать поведение экспериментальной установки, используя модель с распределенной массой и жесткостью, определить критическое скорости вращения вала и строить зависимости от времени.

Здесь и далее будем отталкиваться от фиксированных граничных условий, существующих на экспериментальной установке. На левой стороне вала – условия жесткой заделки по обоим направлениям, на правой стороне – шарнирное оперение в горизонтальной плоскости и упругая опора (пружина) с жесткостью разрешающая перемещения в вертикальной плоскости, но исключается поворот сечения в вертикальной плоскости.

Из-за наличия эксцентриситета геометрический центр вала C не совпадает с центром тяжести G. Таким образом, можно записать приращение момента импульса и уравнения равновесия в соответствии с рисунком 3.

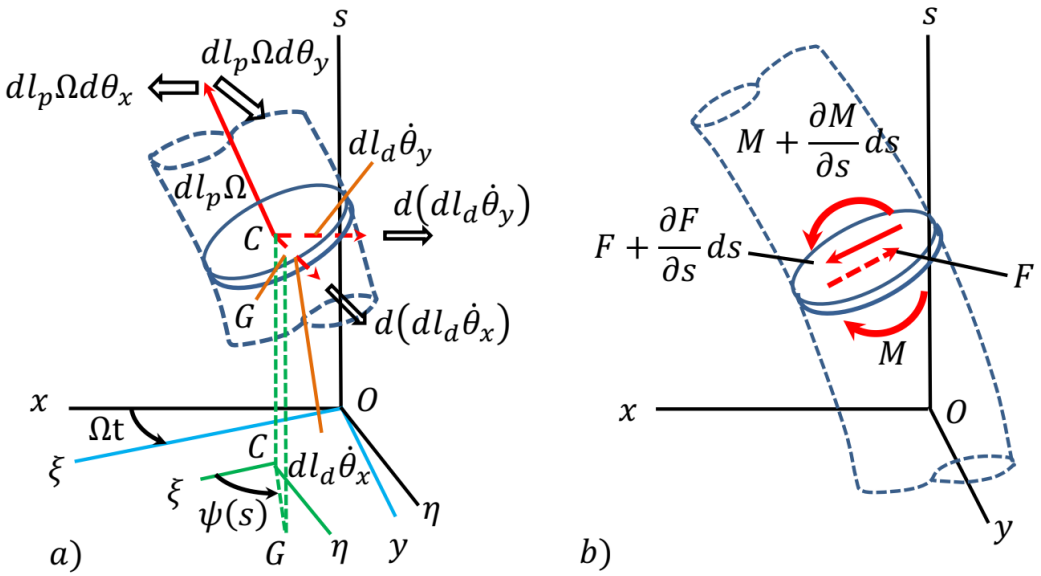


Рис. 3. a) приращение момента импульса b) направления сил и моментов

Здесь x, y, s - глобальные система координат, ξ,η, s подвижная система координат, Ω – угловая скорости вращения вала.

Также добавим демпфирование в систему; b – коэффициент демпфирования. Положим; u_G , v_G- движение центра тяжести, F_x, F_y – проекции силы.

Запишем второй закон Ньютона;

Трансляционные движение:

$$\begin{cases} \left(p(s)F(s)ds\right)\dfrac{d^2u_G}{dt^2} = -F_x + \left(F_x + \dfrac{dF_x}{ds}ds\right) - b\dfrac{du}{dt}ds \\ \left(p(s)F(s)ds\right)\dfrac{d^2v_G}{dt^2} = -F_y + \left(F_y + \dfrac{dF_y}{ds}ds\right) - b\dfrac{dv}{dt}ds \end{cases}$$

Можно сократить на дифференциальная ds:

$$\begin{cases} \left(p(s)F(s)\right)\dfrac{d^2u_G}{dt^2} + b\dfrac{du}{dt}ds = \dfrac{dF_x}{ds} \\ \left(p(s)F(s)\right)\dfrac{d^2v_G}{dt^2} + b\dfrac{dv}{dt}ds = \dfrac{dF_y}{ds} \end{cases}$$

Вращательное движение:

$$\begin{cases} \dfrac{d\left(dI_d d\dot{\theta}x\right)+dI_p\Omega d\theta_y}{dt}=-M_{xs}+\left(M_{xs}+\dfrac{dM_{xs}}{ds}ds\right)+F_x ds \\ \dfrac{-d\left(dI_d d\dot{\theta}_y\right)+dI_p\Omega d\theta_y}{dt}=M_{ys}-\left(M_{ys}+\dfrac{dM_{ys}}{ds}ds\right)-F_y ds \end{cases}$$

Преобразуем с учетом $\theta_X=\dfrac{du}{ds},\theta_y=\dfrac{d\nu}{ds}$:

$$\begin{cases} \dfrac{d\left(dI_d\dfrac{d^2u}{dsdt}\right)+dI_p\Omega d\left(\dfrac{d\nu}{ds}\right)}{dt}=\dfrac{dM_{xs}}{ds}ds+F_x ds \\ \dfrac{d\left(dI_d\dfrac{d^2\nu}{dsdt}\right)+dI_p\Omega d\left(\dfrac{du}{ds}\right)}{dt}=\dfrac{dM_{ys}}{ds}ds+F_y ds \end{cases}$$

Преобразуем и поделим на дифференциал ds:

$$\begin{cases} \left(\dfrac{dI_d}{ds}\right)\dfrac{d^3u}{dsdt^2}+\left(\dfrac{dI_d}{ds}\right)\Omega\dfrac{d^2\nu}{dsdt}=\dfrac{dM_{xs}}{ds}+F_x \\ \left(\dfrac{dI_d}{ds}\right)\dfrac{d^3\nu}{dsdt^2}+\left(\dfrac{dI_d}{ds}\right)\Omega\dfrac{d^2u}{dsdt}=\dfrac{dM_{ys}}{ds}+F_y \end{cases}$$

Помним, что:

$$dI_p=\left(p(s)F(s)ds\right)\frac{R^2(s)}{2}dI_d=\frac{dI_p}{2}=\left(p(s)F(s)ds\right)\frac{R^2(s)}{4}$$

$$M_{xs}=E(s)J(s)\frac{d\theta_x}{ds},M_{ys}=E(s)J(s)\frac{d\theta_y}{ds},$$

Подставляя данные выражения, получим:

$$\begin{cases} p(s)F(s)\dfrac{R^2(s)}{4}\dfrac{d^2u}{dsdt^2}+\left(p(s)F(s)ds\right)\dfrac{R^2(s)}{2}\Omega\dfrac{d^2\nu}{dsdt}=\dfrac{d\left(E(s)J(s)\dfrac{d\theta_x}{ds}\right)}{ds}+F_x \\ p(s)F(s)\dfrac{R^2(s)}{4}\dfrac{d^2\nu}{dsdt^2}+\left(p(s)F(s)ds\right)\dfrac{R^2(s)}{2}\Omega\dfrac{d^2u}{dsdt}=\dfrac{d\left(E(s)J(s)\dfrac{d\theta_u}{ds}\right)}{ds}+F_y \end{cases}$$

Продифференцируем один раз по *ds* обе части уравнений, подставим выражения для $\frac{dF_x}{ds}$ и $\frac{dF_y}{ds}$ и запишем уравнения в перемещениях:

$$\begin{cases} \dfrac{d\left[p(s)F(s)\dfrac{R^2(s)}{4}\dfrac{d^2u}{dsdt^2}\right]+d\left[\left(p(s)F(s)ds\right)\dfrac{R^2(s)}{2}\Omega\dfrac{d^2\nu}{dsdt}\right]}{ds}=\dfrac{d^2\left(E(s)J(s)\dfrac{d^2u}{ds^2}\right)}{ds^2}+p(s)F(s)\dfrac{d^2u_G}{dt^2}+b\dfrac{du}{dt} \\ \dfrac{d\left[p(s)F(s)\dfrac{R^2(s)}{4}\dfrac{d^2\nu}{dsdt^2}\right]+d\left[\left(p(s)F(s)ds\right)\dfrac{R^2(s)}{2}\Omega\dfrac{d^2u}{dsdt}\right]}{ds}=\dfrac{d^2\left(E(s)J(s)\dfrac{d^2\nu}{ds^2}\right)}{ds^2}+p(s)F(s)\dfrac{d^2\nu_G}{dt^2}+b\dfrac{d\nu}{dt} \end{cases}$$

Перепишем в другом виде:

$$\begin{cases} \left(E(s)J(s)u''\right)'' + p(s)F(s)\ddot{u}_G - \left[p(s)F(s)\frac{R^2(s)}{4}(\ddot{u}' + 2\Omega\dot{v})\right]' + b\dot{u} = 0 \\ \left(E(s)J(s)v''\right)'' + p(s)F(s)\ddot{v}_G - \left[p(s)F(s)\frac{R^2(s)}{4}(\ddot{v}' + 2\Omega\dot{u})\right]' + b\dot{v} = 0 \end{cases}$$

Выразим движение центра тяжести вала через движение всей системы:

$$\begin{cases} u_G(s,t) = u(s,t) + e(s)\cos\left[\Omega t + \varphi(s)\right] = u(s,t) + e_\xi(s)\cos\Omega t - e_\eta \sin\Omega t \\ v_G(s,t) = v(s,t) + e(s)\sin\left[\Omega t + \varphi(s)\right] = v(s,t) + e_\xi(s)\sin\Omega t + e_\eta\cos\Omega t \end{cases}$$

Подставляя в последнее уравнение, получим общий вид уравнений движения в частных производных:

$$\begin{cases} (E(s)J(s)u'')'' + p(s)F(s)\ddot{u}_G - \left[p(s)F(s)\frac{R^2(s)}{4}(\ddot{u}' + 2\Omega\dot{v})\right]' + b\dot{u} = p(s)F(s)\Omega^2\left[e_\xi(s)\cos\Omega t - e_\eta\sin\Omega t\right] \\ (E(s)J(s)v'')'' + p(s)F(s)\ddot{v}_G - \left[p(s)F(s)\frac{R^2(s)}{4}(\ddot{v}' + 2\Omega\dot{u})\right]' + b\dot{v} = p(s)F(s)\Omega^2\left[e_\xi(s)\sin\Omega t + e_\eta\cos\Omega t\right] \end{cases}$$

где $E(s)$, модуль упругости Юнга, $J(s)$, момент инерции поперечного сечения, $p(s)$, плотность $F(s)$, площадь поперечного сечения, $R(s)$, радиус поперечного сечения, b – коэффициент демпфирования, -угловая скорость вращения вала $u(s,t), v(s,t)$ –, $e_\xi(s), e_\eta(s)$- эксцентриситеты, s-продольная координата, t-время.

Данную систему дифференциальных уравнений можно переписать в виде одного уравнения в комплексном виде:

$$\left(E(s)J(s)w''\right)'' + p(s)F(s)\ddot{w}_G - \left[p(s)F(s)\frac{R^2(s)}{4}(\ddot{w}' + 2i\Omega\dot{w})\right]' + b\dot{w} =$$

$$\left(E(s)J(s)w''\right)'' + p(s)F(s)\ddot{w}_G - \left[p(s)F(s)\frac{R^2(s)}{4}(\ddot{w}' + 2i\Omega w)\right]' + b\dot{w} =$$

$$= p(s)F(s)\Omega^2\ddot{e}(s)\exp(i\Omega t)$$

Массы груза:

m_1 = 0, 0303 кг – малый груз

m_2 = 0, 0544 кг – большой груз

В таблице 1 представлены среднее значения сигналов на рассматриваемых периодах.

Таблице 1

Среднее значения сигналов на рассматриваемых периодах

График		Ω=1000 об/мин Мало периодов	Ω=1000 об/мин Много периодов	Ω = 1400 об/мин Мало периодов	Ω = 1400 об/мин Много периодов
Среднее значение, кг	Без груза	0,0954	-0,2289	1,0008	1,4456
	малый груз	-0,64	-0,9194	-0,1921	0,9668
	большой груз	-1,0184	-0,5994	-0,1379	0,9318

Как видно из таблицы, не наблюдается четкой закономерности влияния добавочной

силы на итоговый результат. Представим результаты для первых 3 критические скоростей. В ходе проведения модельного анализа были определены собственной частоты данной модели. Первые три собственной частоты:1-ω_1=170 рад/с, 2- ω_1=419 рад/с, 3-ω_1=1387 рад/с (рис.7).

Также на рисунке 4 представлены первые 3 формы колебания вращающегося вала.

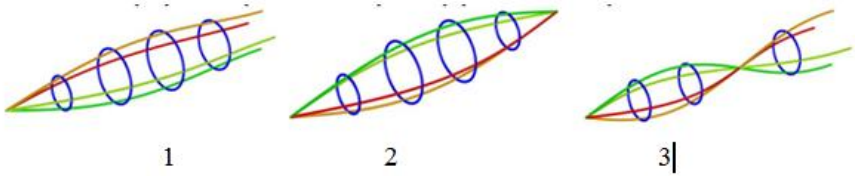


Рис.4. Формы колебания вращающегося вала

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапаев. У.А. Оценка применения различных приспособлений при джинировании влажного кусака. «Проблемы текстиля» Ташкент. 2009 г. № 2. стр. 51-56

2. Э.А.Норматов, А.А.Исмаилов, У.А.Сапаев, «Теоретическое исследование частоты колебаний колосника джина». Сборник научно-практической конференции. Наманган 2011 г. 2-том, стр. 303-305.

3. Жарова Н. Р. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Н. Р. Жарова, А. М. Завьялов, Л. Г.Кузнецова. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2002. -164 с.

4. Расчет систем и механизмов джинных машин математическими методами: учебное пособие / Ю. П. Макушев, Т. А. Полякова, Л. Ю. Михайлова, А. В. Филатов; под ред. Ю. П. Макушева. - Омск: СибАДИ, 2011. - 284 с.5.

5. Диментберг Ф.М. Изгибные колебания вращающихся валов. М.: Издательствово Академии Наук СССР, 1959, 248 с

6. Филлипов А.П. Колебания деформируемых систем. М.: Машиностроение, 1970, 732 с.

7. С.П. Тимошенко, Д.Х. Янг, У. Уивер. Колебания в инженерном деле. М.: Издательство «Наука», 1985, 472 с

8. [8]. Г. Гузенков "Краткий справочник к расчетам деталей машин". М.: Высшая школа, 1964,325

УДК 519.6

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И ПОВРЕЖДАЕМОСТИ СТЕРЖНЕЙ ПРИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ПОВТОРНО-ПЕРЕМЕННОМ НАГРУЖЕНИИ

Исомиддинов Анваржон Иномжонович
НамГТУ, доцент, isomiddinovga@gmail.com

Аннотация. В статье, представлены математические модели для численного исследования процессов деформирования стержней под действием пространственно-переменных нагружениях на основе теории малых упруго-пластических деформаций А.А.Ильюшина, уточненных теорий упругости академика В.К.Кобулова и вариационного принципа Лагранжа.

Annotatsiya. Maqolada, A.A.Ilyushinning kichik elastik-noelastik deformatsiyalanish nazariyasi, akademik V.Q.Qobulovning aniqlashtirilgan elastiklik nazariyalari hamda Lagranj variatsion tamoyili asosida fazoviy-o'zgaruvchan yuklanishlardagi sterjenlarning deformatsiyalanish jarayonlarini sonli tadqiq etishning matematik modellari keltirilgan.

Annotation. In this article, presents mathematical models for the numerical analyze of the processes of deformation of rods under the action of spatially variable loads based on the theory of small elastic-inelastic deformations of A.A. Ilyushin, refined theories of elasticity of academician V.K. Kobulov and the variational principle of Lagrange.

Kalit so'zlar: deformatsiya, plastiklik funksiyasi, yemirilish funksiyasi, differensial tenglamalar sistemasi, vektor funksiya, kvadrat matritsa, ikki karrali integrallar, approksimatsiya, kletkali vektor, kletkali matritsa.

Ключевые слова: деформация, функция пластичности, функция повреждаемости, система дифференциальных уравнений, векторная функция, квадратная матрица, двойные интегралы, аппроксимация, клеточный вектор, клеточная матрица.

Key words: deformation, plasticity function, damage function, system of differential equations, vector function, square matrix, double integrals, approximation, cellular vector, cellular matrix.

Проведенный анализ исследований в области переменной пластичности и накопления повреждения показывает, что проблема расчета тонкостенных конструкций с учетом накопления повреждений при наличии конечных областей пластических деформаций остаются до сих пор на уровне постановки [1,2]. Поэтому возникает необходимость моделирования процессов деформирования, разработку численных методов и алгоритмов, создания комплексных программ расчета тонкостенных стержней при пространственном нагружении на основе уточненной теории стержней [3].

На основе теории малых упруго–пластических деформаций А.А.Ильюшина составлено уравнение состояния, связывающее напряжения и деформации при переменном нагружении стержней. При учете накопления повреждений принимается, что $\bar{\sigma}_u^{(k)}$ есть универсальная функция $\bar{\varepsilon}_u^{(k)}$ и еще функции η, характеризующие степень повреждаемости материала [1]:

$$\bar{\sigma}_u^{(k)} = \Phi\left(\bar{\varepsilon}_u^{(k)},\ \eta\left(k-1\right)\right) \tag{1}$$

Для линейного упрочнения зависимость (1) имеет вид:

$$\bar{\sigma}_u^{(k)} = \lambda\alpha_1^{(k-2)}\left(1+\alpha_1\right)\sigma_s + \lambda\left[1-\frac{\left(1+\alpha_1\right)}{2}\alpha_1^{(k-2)}\right]\left[B-B\left(1-\eta\right)^{(1+\alpha)}\right]^{\frac{1}{\alpha}}\left(k-1\right)^{-\frac{1}{\alpha}} + 3G\left(1-\lambda\right)\bar{\varepsilon}_u^{(k)}. \tag{2}$$

В этом случае функция пластичности определяется по формуле:

$$\omega^{(k)}=\begin{cases}0, & \text{при } \bar{\varepsilon}_u^{(k)}\le\bar{\varepsilon}_s^{(k)}(\eta)\\ \lambda_k\left[1-\dfrac{\bar{\varepsilon}_s^{(k)}(\eta)}{\bar{\varepsilon}_u^{(k)}}\right], & \text{при } \bar{\varepsilon}_u^{(k)}>\bar{\varepsilon}_s^{(k)}(\eta)\end{cases} \tag{3}$$

Для определения функции повреждаемости $\eta(k-1)$ принято следующее кинетическое уравнение [1]:

$$\frac{d\eta}{dk}=A\left(\bar{\sigma}_u^{(k)}\right)^{\alpha}(1-\gamma\eta)^{-\beta} \tag{4}$$

причем $$\eta(0)=0;\quad \eta(N)=1; \tag{5}$$

где A,α,β,γ - известные константы материала; N – число полуциклов до наступления предельного состояния (разрушения).

Для вывода уравнения равновесия стержней при пространственном нагружении с учетом накопления повреждений применен вариационный принцип Лагранжа [3]. В результате получена следующая система нелинейных дифференциальных уравнений в векторной форме:

$$\begin{aligned}&\frac{d}{dx}\left[\left(A^{уп}-A^{пл(k)}\right)\frac{d\vec{V}^{(k)}}{dx}+\left(B^{уп}-B^{пл(k)}\right)\vec{V}^{(k)}\right]+\left(C^{уп}-C^{пл(k)}\right)\frac{d\vec{V}^{(k)}}{dx}+\left(D^{уп}-D^{пл(k)}\right)\vec{V}^{(k)}=\vec{F}^{(k)}+\\&+\frac{d}{dx}\left(A^{пл(k)}\frac{d\vec{V}^{0(k-1)}}{dx}+B^{пл(k)}\vec{V}^{0(k-1)}\right)+C^{пл(k)}\frac{d\vec{V}^{0(k-1)}}{dx}+D^{пл(k)}\vec{V}^{0(k-1)}+\\&+\sum_{m=1}^{k-1}\left\{\frac{d}{dx}\left[A^{пло(k-m)}\frac{d}{dx}\left(\vec{V}^{0(k-m)}-\vec{V}^{0(k-m-1)}\right)+B^{пло(k-m)}\left(\vec{V}^{0(k-m)}-\vec{V}^{0(k-m-1)}\right)\right]+\right.\\&\left.+C^{пло(k-m)}\frac{d}{dx}\left(\vec{V}^{0(k-m)}-\vec{V}^{0(k-m-1)}\right)+D^{пло(k-m)}\left(\vec{V}^{0(k-m)}-\vec{V}^{0(k-m-1)}\right)\right.\end{aligned} \tag{6}$$

где $\vec{V}^{(k)}$ - вектор функции девятого порядка:

$$\vec{V}^{(k)}=\left\{W^{(k)},\alpha_1^{(k)},\beta_1^{(k)},V^{(k)},\alpha_2^{(k)},\beta_2^{(k)},U^{(k)},\theta^{(k)},\nu^{(k)}\right\}.$$

Матрицы A,B,C,D -квадратичные матрицы девятого порядка ($a_{ij}=a_{ij}^{уп}-a_{ij}^{пл(k)}$; $b_{ij}=b_{ij}^{уп}-b_{ij}^{пл(k)}$; $c_{ij}=-b_{ij}$; $d_{ij}=d_{ij}^{уп}-d_{ij}^{пл(k)}$); $\vec{F}^{(k)}=\left\{f_i^{(k)}\right\}$ - вектор девятого порядка. Для иллюстрации представим элементы a_{11} и a_{18}:

$$a_{11}=\frac{l^2}{3I_0}\left(F-F_{\omega}^{(k)}\right);\quad a_{18}=-\frac{l^2}{3h_0I_0}\left(S_z-S_{z\omega}^{(k)}\right);$$

здесь интегралы $F_{\omega}^{(k)}=\iint\limits_F\omega^{(k)}dF$; $S_{z\omega}^{(k)}=\iint\limits_F y\omega^{(k)}dF$ - содержат функции пластичности и зависят от степени накопления повреждаемости $\eta(n-1)$.

Компоненты вектора внешних сил получат следующий вид:

$$f_1^{+(k)}=(-1)^{k-1}f_0^{+}\sin\alpha\cos\gamma;\quad f_1^{-(k)}=(-1)^{k-1}f_0^{-}\sin\alpha\cos\gamma;\quad \bar{f}_1^{+(k)}=(-1)^{k-1}\bar{f}_0^{+}\sin\alpha^*\cos\gamma^*;$$
$$\bar{f}_1^{-(k)}=(-1)^{k-1}\bar{f}_0^{-}\sin\alpha^*\cos\gamma^*;\quad f_2^{+(k)}=(-1)^{k-1}f_0^{+}\sin\gamma\cos\alpha;\quad f_2^{-(k)}=(-1)^{k-1}f_0^{-}\sin\gamma\cos\alpha;$$
$$\bar{f}_2^{+(k)}=(-1)^{k-1}\bar{f}_0^{+}\sin\gamma^*\sin\alpha^*;\quad \bar{f}_2^{-(k)}=(-1)^{k-1}\bar{f}_0^{-}\sin\gamma^*\sin\alpha^*;\quad f_3^{+(k)}=(-1)^{k-1}f_0^{+}\sin\alpha\sin\gamma;$$
$$f_3^{-(k)}=(-1)^{k-1}f_0^{-}\sin\alpha\sin\gamma;\quad \bar{f}_3^{+(k)}=(-1)^{k-1}\bar{f}_0^{+}\sin\gamma^*\cos\alpha^*;\quad \bar{f}_3^{-(k)}=(-1)^{k-1}\bar{f}_0^{-}\sin\gamma^*\cos\alpha^*;$$

где $\gamma=\pi/4$; $\alpha=\pi/4$; $\gamma^*=\pi/6$; $\alpha^*=\pi/6$.

Компоненты вектора $\vec{F}$ в дифференциальном уравнении (6) формируются так:

$$F_1^{(k)}=\frac{l^4}{Eh_0J_0}\left[b_0\left(f_3^{+(k)}+f_3^{-(k)}\right)+h_0\left(\bar{f}_3^{+(k)}+\bar{f}_3^{-(k)}\right)\right];\quad F_2^{(k)}=\frac{l^3}{Eh_0J_0}\left[\frac{b_0h_0}{2}\left(f_1^{+(k)}-f_1^{-(k)}\right)\right];$$

$$F_3^{(k)}=\frac{l^3b_0}{12EJ_0}\left[\left(\bar{f}_1^{-(k)}-\bar{f}_1^{+(k)}\right)+\left(f_1^{-(k)}-f_1^{+(k)}\right)\right];\ F_4^{(k)}=\frac{l^4}{Eh_0J_0}\left[b_0\left(f_2^{+(k)}+f_2^{-(k)}\right)+h_0\left(\bar{f}_2^{+(k)}+\bar{f}_2^{-(k)}\right)\right];$$

$$F_5^{(k)}=\frac{l^3}{Eh_0J_0}\left[\frac{b_0h_0}{2}\left(\bar{f}_1^{+(k)}-\bar{f}_1^{-(k)}\right)\right];\qquad F_6^{(k)}=\frac{l^3b_0}{12EJ_0}\left[\left(\bar{f}_1^{-(k)}-\bar{f}_1^{+(k)}\right)+\left(f_1^{-(k)}-f_1^{+(k)}\right)\right];$$

$$F_7^{(k)}=\frac{l^3}{Eh_0J_0}\left[h_0\left(f_1^{+(k)}+f_1^{-(k)}\right)+b_0\left(\bar{f}_1^{+(k)}-\bar{f}_1^{-(k)}\right)\right];\ F_8^{(k)}=\frac{l^3b_0}{2EJ_0}\left[\left(f_2^{+(k)}-f_2^{-(k)}\right)-\left(\bar{f}_3^{+(k)}-\bar{f}_3^{-(k)}\right)\right];$$

$$F_9^{(k)}=\frac{l^3b_0}{8Eh_0J_0}\left[h_0\left(\bar{f}_1^{+(k)}-\bar{f}_1^{-(k)}\right)+b_0\left(f_1^{+(k)}+f_1^{-(k)}\right)\right].$$

По модификации [4] аппроксимируем уравнение (6) следующими разностными схемами с порядком $O(h^2)$:

$$\left.\begin{aligned}&\frac{1}{h}\left(A_{i+1/2}\frac{\vec{V}_{i+1}^{(1)}-\vec{V}_i^{(1)}}{h}-A_{i-1/2}\frac{\vec{V}_i^{(1)}-\vec{V}_{i-1}^{(1)}}{h}\right)+\frac{B_{i+1}\vec{V}_{i+1}^{(2)}-B_i\vec{V}_i^{(2)}}{h}+\frac{C_i\vec{V}_{i+1}^{(2)}-C_i\vec{V}_i^{(2)}}{h}+D_i\vec{V}_i^{(1)}=\vec{F}_i\\&\frac{1}{h}\left(A_{i+1/2}\frac{\vec{V}_{i+1}^{(2)}-\vec{V}_i^{(2)}}{h}-A_{i-1/2}\frac{\vec{V}_i^{(2)}-\vec{V}_{i-1}^{(2)}}{h}\right)+\frac{B_i\vec{V}_i^{(1)}-B_{i-1}\vec{V}_{i-1}^{(1)}}{h}+\frac{C_i\vec{V}_i^{(1)}-C_i\vec{V}_{i-1}^{(1)}}{h}+D_i\vec{V}_i^{(2)}=\vec{F}_i\end{aligned}\right\}\qquad(7)$$

Введя вектор $U_i=\left[V_i^{(1)},V_i^{(2)}\right]^T$, систему уравнений (7) с соответствующими граничными условиями (защемленный), представим в виде:

$$\hat{A}_iU_{i+1}-\hat{B}_iU_i+\hat{C}_iU_{i-1}=\hat{F}_i\qquad i=1,2,...n-1\qquad(8)$$

$$U_0=0,\ U_N=0\qquad(9)$$

здесь $\hat{A}_i$, $\hat{B}_i$, $\hat{C}_i$ - клеточные матрицы, а $\hat{F}_i$ - клеточный вектор, представленный в виде:

$$\hat{A}_i=\begin{Vmatrix}\frac{1}{h}A_{i+1/2} & B_{i+1}+C_i\\ \theta & \frac{1}{h}A_{i+1/2}\end{Vmatrix};\ \hat{B}_i=\begin{Vmatrix}\frac{1}{h}A_{i+1/2}+\frac{1}{h}A_{i-1/2}-hD_i & B_i+C_i\\ -B_i-C_i & \frac{1}{h}A_{i+1/2}+\frac{1}{h}A_{i-1/2}-hD_i\end{Vmatrix};\ \hat{C}_i=\begin{Vmatrix}\frac{1}{h}A_{i-1/2} & \theta\\ -B_{i-1}-C_i & \frac{1}{h}A_{i-1/2}\end{Vmatrix};\ \hat{F}_i=\begin{Vmatrix}h\vec{F}_i\\ h\vec{F}_i\end{Vmatrix}.$$

Для решения краевой задачи (8), (9) используется комбинация метода матричной прогонки и неявный итерационный процесс [2]. Для реализации данного алгоритма составлена модифицированная комплексная программа на объектно - ориентированном языке Delphi 7.0.

В качестве примера произведен расчет тонкостенных стержней прямоугольного поперечного сечения, защемленного по торцам при знакопеременном нагружении.

Задача решена при следующих исходных данных: материальные константы кинетического уравнения: $A=1.2*10^{-4}$; $\alpha=\beta=5$; $\gamma=0.8$; α_1=0.97; $B=1.4*10^3$; ε_s=0.0015; геометрические и механические характеристики стержня: $l=250\ см$; $h_0=10\ см$; $b_0=10\ см$; $E=2*10^6\ кг/см^2$; $\sigma_s=3210\ кг/см^2$; равномерно распределенные внешние нагрузки: $f_0^+=25$; $f_0^-=50$; $\bar{f}_0^+=10$; $\bar{f}_0^-=5$ $(кг/см^2)$.

Результаты расчета приводятся ($y=0$; $z=b_0$) в точках поперечного сечения стержня $x=0.0$; $x=0.2$; $x=0.5$ при циклическом нагружении. В таблице 1 приведена

кинетика изменения функции пластичности $\omega^{(k)}$ и повреждаемости $\eta^{(k)}$, а также интенсивности деформаций $\bar{\varepsilon}_u^{(k)}(\eta)$ и напряжений $\bar{\sigma}_u^{(k)}(\eta)$ в зависимости от цикла нагружений.

Таблица 1

k	x	Функция пластичности - ω		Накопленное повреждения $10^2\eta$	Интенсивность деформаций $10^2\bar{\varepsilon}_u^{(k)}(\eta)$	Интенсивность напряжений $10^{-3}\bar{\sigma}_u^{(k)}(\eta)$
		без учета накоп. повреждений.	с учетом накоп. повреждений.			
$k=1$	0.0	0,8677	0,8677	0,0000	1,7333	4 ,7733
	0.2	0,7422	0,7422	0,0000	0,6859	3 ,7259
	0.5	0,7160	0,7160	0,0000	0,6091	3 ,6491
$k=2$	0.0	0,7914	0,7881	0,0445	1,7340	7 ,7228
	0.2	0,5492	0,5409	0,0256	0,6862	6 ,6750
	0.5	0,4987	0,4893	0,0231	0,6094	6 ,5982
$k=5$	0.0	0,7889	0,8021	1,8118	1,7334	7 ,1994
	0.2	0,5429	0,5765	1,2964	0,6860	6 ,1520
	0.5	0,4916	0,5294	1,2193	0,6092	6 ,0752
$k=6$	0.0	0,7885	0,8066	2,2884	1,7341	7 ,0361
	0.2	0,5420	0,5878	1,6284	0,6862	5 ,9883
	0.5	0,4906	0,5422	1,5302	0,6094	5 ,9115
$k=9$	0.0	0,7876	0,8191	3,4466	1,7335	6 ,5727
	0.2	0,5398	0,6193	2,4125	0,6860	5 ,5252
	0.5	0,4881	0,5776	2,2606	0,6092	5 ,4484
$k=10$	0.0	0,7875	0,8231	3,7556	1,7341	6 ,4282
	0.2	0,5394	0,6293	2,6155	0,6862	5 ,3803
	0.5	0,4876	0,5889	2,4487	0,6094	5 ,3035

На рис.1,2 показаны зона пластичности и поврежденности соответственно для поперечного сечения $x=0.0$; $x=0.5$; при $k=2$ (a,b) и при $k=10$ (c,d).

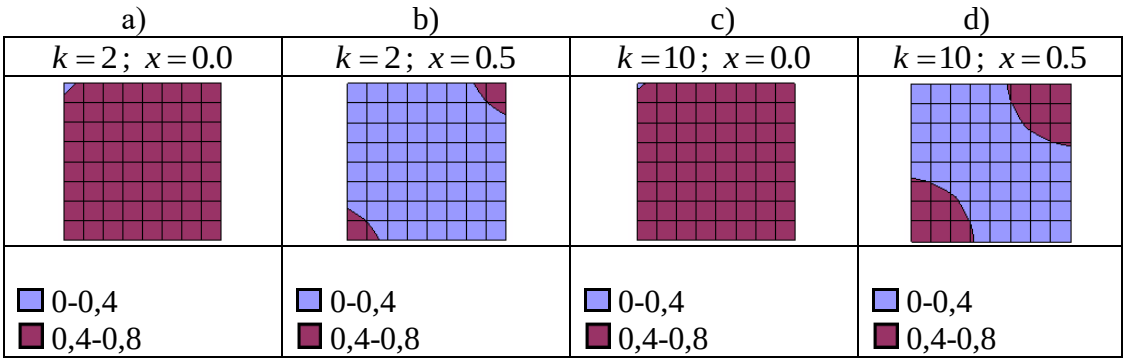
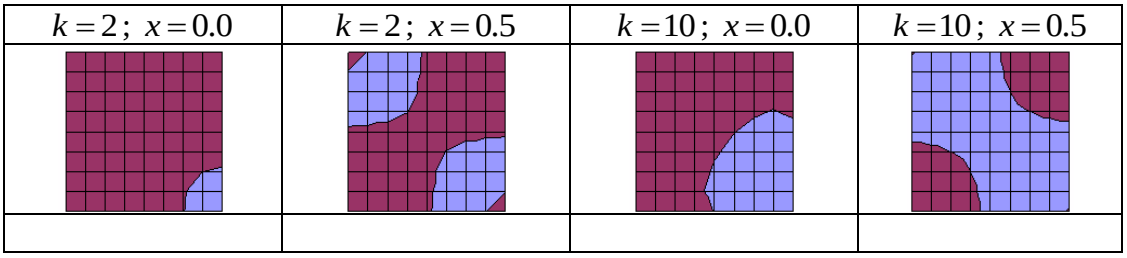


Рис.1. Кинетика изменения зоны пластичности



0-0,00025 0,00025-0,0005	0-0,00015 0,00015-0,0003	0-0,03 0,03-0,06	0,01-0,02 0,02-0,03

Рис.2 Кинетика изменения зоны поврежденности

Из рис.1,2. видно, что торцевая часть стержня полностью переходит в пластическую область. С удалением от левого торца стержня пластические и поврежденные зоны в сечениях вытягиваются к правым верхним и левым нижним углам.

Результаты численного эксперимента показывают, что с увеличением числа циклов нагружения увеличиваются значения функции пластичности и повреждаемости, а это, в свою очередь, влияет на кинетику НДС стержня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Москвитин В.В. Циклические нагружения элементов конструкций. М.: Наука, 1981, 344 с.

2. Юлдашев Т., Исомиддинов А.И. Вычислительные алгоритмы прикладных задач, описываемых системами дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка. Проблемы вычислительной и прикладной математики, 2018г. №1, 77-85.

3. Isomiddinov A.I. Boundary problems of elastic rods and their solution by finite difference method in various approximations. // European science review, 2016 y. №1-2, 145-148pp.

4. Юлдашев Т., Исомиддинов А.И. Алгоритмы решения системы дифференциальных уравнений второго порядка и сравнительный анализ результатов. Журнал, Проблемы математики и информационные технологии, 2011г. №2.

UDK 631. 312:631.51

KOMBINATSIYALASHGAN MASHINA PUSHTA OLGICHNING TUPROQQA BOTISH CHUQURLIGI VA TOMONIDAN HOSIL QILINGAN PUSHTA O‘LCHAMLARI

Abdusalim To‘xtaqo‘ziev
Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti, t.f.d.,professor, abdusalim_1950@mail.ru

Yuldasheva Matluba Ashuralievna
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti, PhD, dotsent, yuldasheva@gmail.com

Nazirjonov Ibroximjon Anvarjon o‘g‘li
O‘rmon xo‘jaligi ilmiy-tadqiqot instituti Andijon filiali, PhD, nazirjonovi@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada o‘rmon ko‘chatxonalarini ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashina pushta olgichning tuproqqa botish chuqurligi va u tomonidan hosil qilingan pushtaning o‘lchamlarini aniqlash bo‘yicha olib borilgan tadqiqot natijalari keltirilgan. Bunda o‘rmon ko‘chatxonalarini ekishga tayyorlaydigan mashina pushta olgichining tuproqqa botish chuqurligi qo‘yilgan agrotexnika talablari bo‘yicha pushta hosil qilishi uchun kamida 10 cm bo‘lishi lozimligini aniqlaymiz.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, проведённых для определения величены заглубления комбинированного грядообразующего агрегата, используемого при подготовке лесных питомников к посадке, а также размеров формируемых гряд. Установлено, что согласно агротехническим требованиям для обеспечения качественного формирования гряды, величина заглубления грядообразующего агрегата предназначенного для подготовки лесных питомников должна составлят не менее 10 см.

Abctract. The article presents the results of studies conducted to determine the soil penetration depth of the combined ridge-forming machine used for preparing forest nurseries for planting, as well as the dimensions of the ridges formed by it. It has been established that, according to the agro-technical requirements, the penetration depth of the ridge-forming unit designed for forest nursery preparation must be at least 10 cm to ensure proper ridge formation.

Kalit so‘zlar: o‘rmon, ko‘chatxona, ekish, kombinatsiyalashgan mashina, pushta, pushta olgich, tuproq, botish, chuqurlik, o‘lcham, tadqiqot, natija, agrotexnika talablari.

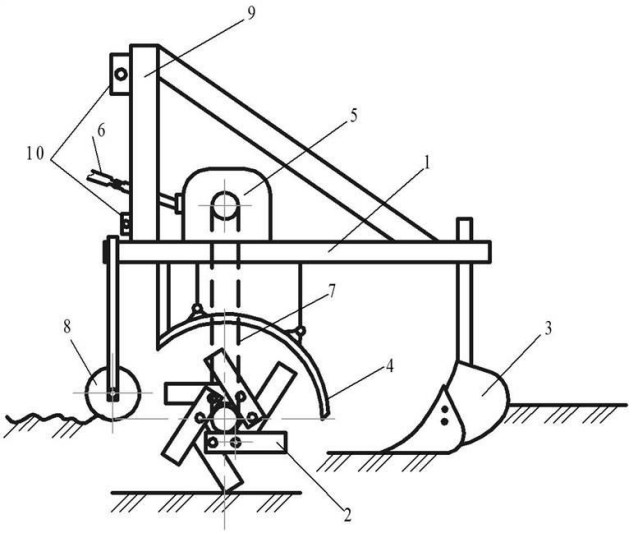
Ключевые слова: лес, питомник, посадка, комбинированная машина, гряда, грядообразующий агрегат, почва, заглубление, глубина, размер, исследование, результат, агротехнические требования.

Keywords: forest, nursery, planting, combined machine, ridge, ridge-forming unit, soil, penetration, depth, dimension, research, result, agro-technical requirements.

Kirish. Respublikamizda o‘rmon ko‘chatxonalarini ekishga tayyorlashda mehnat va energiya sarfini kamaytirish, resurslarni tejash va yuqori unumli mashinalarni ishlab chiqish va qo‘llashga alohida e’tibor qaratilmoqda. O‘zbekiston Respublikasida o‘rmon xo‘jaligi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasida, jumladan, “…o‘rmon daraxtzorlarini barpo etish, dorivor o‘simliklarni ko‘paytirishda zarur chora-tadbirlarni bajarishni tizimli yo‘lga qo‘yish, o‘rmon xo‘jaligi mexanizatsiyasini yuqori darajaga ko‘tarish uchun mexanizatsiyalash va avtomatlashtirishning yuqori samarali vositalarini jalb qilish” [1] vazifalari belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni bajarishda, jumladan, o‘rmon ko‘chatxonlarida manzarali daraxt va noyob gul ko‘chatlarini yetishtirish uchun yerlarni ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashina

ishlab chiqish hamda uni pushta olgichining turini tanlash va parametrlarini asoslash muhim hisoblanadi.

Tadqiqot natijalari. Yuqorida ta’kidlaganlardan kelib chiqib, biz tomonimizdan o‘rmon ko‘chatxonalarini ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashina ishlab chiqilgan (1-rasm) [2].

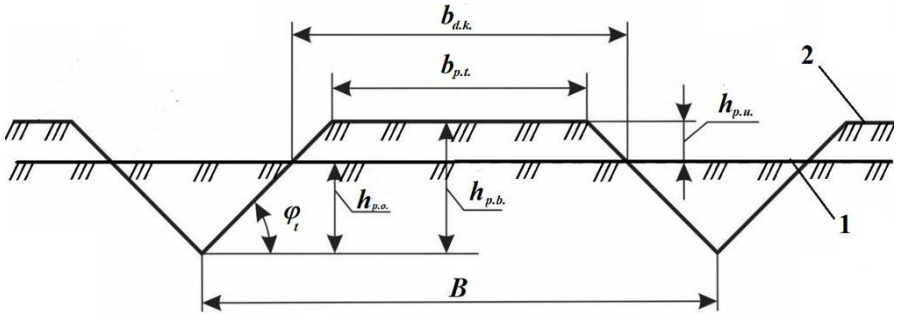


1-rasm. O‘rmon ko‘chatxonalarini ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashinaning sxemasi

U rama 1, rotatsion yumshatkich 2, yumshatkich tomonidan maydalangan tuproq sochilib ketmasligini ta’minlash uchun himoya vositasi 4, reduktor 5, harakat uzatkich 7, kardanli uzatma 6, pushta olgich 3, tayanch g‘ildiragi 8 hamda agregatning traktorga osish qurilmasi 9 dan tashkil topgan bo‘lib, agregatning bir o‘tishda rotatsion yumshatkich tomonidan tuproq qatlami belgilangan chuqurlikda maydalanadi, maydalangan tuproq qatlami bo‘yicha pushta olgich tomonidan pushtalar shakllantirilib, ekishga tayyorlanadi [2,3].

Ushbu maqolada mashina pushta olgichining tuproqqa botish chuqurligi hamda u tomonidan hosil qilingan pushta o‘lchamlarini asoslash bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqot natijalari keltirilgan.

Pushta olgichning tuproqqa botish chuqurligi $h_{p.o.}$ va u tomonidan hosil qilinadigan pushtaning o‘lchamlari(pushtaning balandligi $h_{p.b.}$, pushta tepasining kengligi $b_{p.t.}$, pushtaning dala yuzasidagi kengligi $b_{d.k}$, pushta tepasiga yoyilgan tuproqning balandligi $h_{p.u.}$)ni ilgari bajarilgan tadqiqotlar [4,5] va 2-rasmda keltirilgan sxemadan foydalanib aniqlaymiz.



1, 2 – mos ravishda o‘rmon ko‘chatxona yerlarini pushta olishdan oldingi va olingandan keyingi ko‘ndalang profillari

2-rasm. Kombinatsiyalashgan mashina pushta olgichining tuproqqa botish chuqurligi va uning tomonidan hosil qilingan pushtaning o‘lchamlarini aniqlashga doir sxema

Bunda pushta egatlari orasidagi masofa hamda pushtaning balandligi yoki pushta

tepasining kengligi agrotexnika talablari bo‘yicha ma’lum deb qaraladi.

Dastlab pushta egatlarining kengligi B va uning balandligi $h_{p.b.}$ berilgan deb qaraymiz. Bunda ularning ma’lum qiymatlari bo‘yicha $h_{p.o.}$, $b_{p.t.}$, $b_{d.k.}$ va $b_{p.u.}$ lar aniqlanadi. Buning uchun 2-rasmdan foydalanib quyidagi tengliklarni tuzib olamiz:

$$B = 2h_{p.b.}ctg\varphi_t + b_{p.t.}; \quad (1)$$

$$2h_{p.o.}{}^2 ctg\varphi_t = \left(h_{p.b.} - h_{p.o.}\right)\left(b_{p.t.} + b_{d.k.}\right); \quad (2)$$

$$B = b_{d.k.} + 2h_{p.o.}ctg\varphi_t \quad (3)$$

va

$$h_{p.u.} = h_{p.b.} - h_{p.o.}, \quad (4)$$

bunda φ_t – pushta yonbag‘rining gorizontga nisbatan qiyalik burchagi (bu burchakni tuproqni tabiiy to‘kilish burchagiga teng etib qabul qilamiz, ya’ni $\varphi_t = \varphi_{tt} = 35 - 38°$ [6]), °.

(1)-(4) tengliklarni $h_{p.o.}$, $b_{p.t.}$, $b_{d.k.}$ va $h_{p.u.}$ larga nisbatan yechib, ularni aniqlash uchun quyidagi ifodalarni olamiz

$$h_{p.o.} = \frac{\left(B - h_{p.b.}ctg\varphi_t\right)h_{p.b.}}{B}; \quad (5)$$

$$b_{p.t.} = B - 2h_{p.b.}ctg\varphi_t; \quad (6)$$

$$b_{d.k.} = B - 2h_{p.o.}ctg\varphi_t \quad (7)$$

yoki (5) ni hisobga olganda

$$b_{d.k.} = B - \frac{2\left(B - h_{p.b.}ctg\varphi_t\right)h_{p.b.}}{B}ctg\varphi_t \quad (8)$$

va

$$h_{p.u.} = h_{p.b.} - \frac{\left(B - h_{p.b.}ctg\varphi_t\right)h_{p.b.}}{B} \quad (9)$$

yoki

$$h_{p.u.} = \frac{h_{p.b.}^2 ctg\varphi_t}{B}. \quad (10)$$

Pushta egatlari orasining kengligi B va pushta tepasining kengligi $b_{p.t.}$ ma’lum bo‘lganda ularning qiymatlari bo‘yicha $h_{p.o.}$, $h_{p.b.}$, $b_{d.k.}$ va $h_{p.u.}$ lar aniqlanadi va buning uchun 2-rasmdagi sxema bo‘yicha quyidagi tengliklarni tuzamiz

$$B = b_{p.t.} + 2h_{p.b.}ctg\varphi_t; \quad (11)$$

$$h_{p.o.}{}^2 ctg\varphi_t = \frac{\left(B + b_{p.t.}\right)}{2}h_{p.b.} - \left(B - h_{p.o.}ctg\varphi_t\right)h_{p.o.}; \quad (12)$$

$$h_{p.u.} = h_{p.b.} - h_{p.o.}; \quad (13)$$

$$b_{p.t.} + 2h_{p.u.}ctg\varphi_t = b_{d.k.}. \quad (14)$$

Bu tenglamalarni birgalikda yechib, $h_{p.o.}$, $h_{p.b.}$, $b_{d.k.}$ va $h_{p.u.}$ larni aniqlash uchun quyidagi ifodalarni olamiz

$$h_{p.o.} = \frac{\left(B^2 - b_{p.t.}^2\right)tg\varphi_t}{4B}; \quad (15)$$

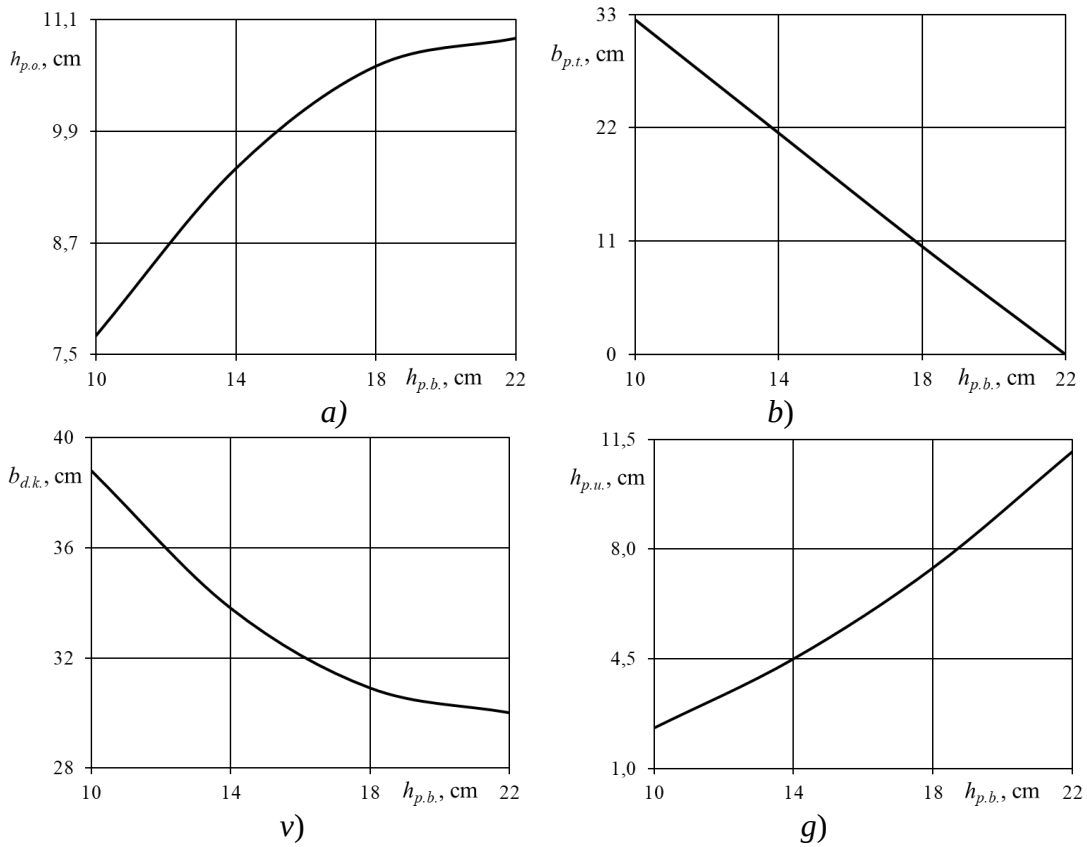
$$h_{p.b.} = \frac{B - b_{p.t.}}{2}tg\varphi_t; \quad (16)$$

$$h_{p.u.} = \frac{\left(B - b_{p.t.}\right)^2}{4B}tg\varphi_t \quad (17)$$

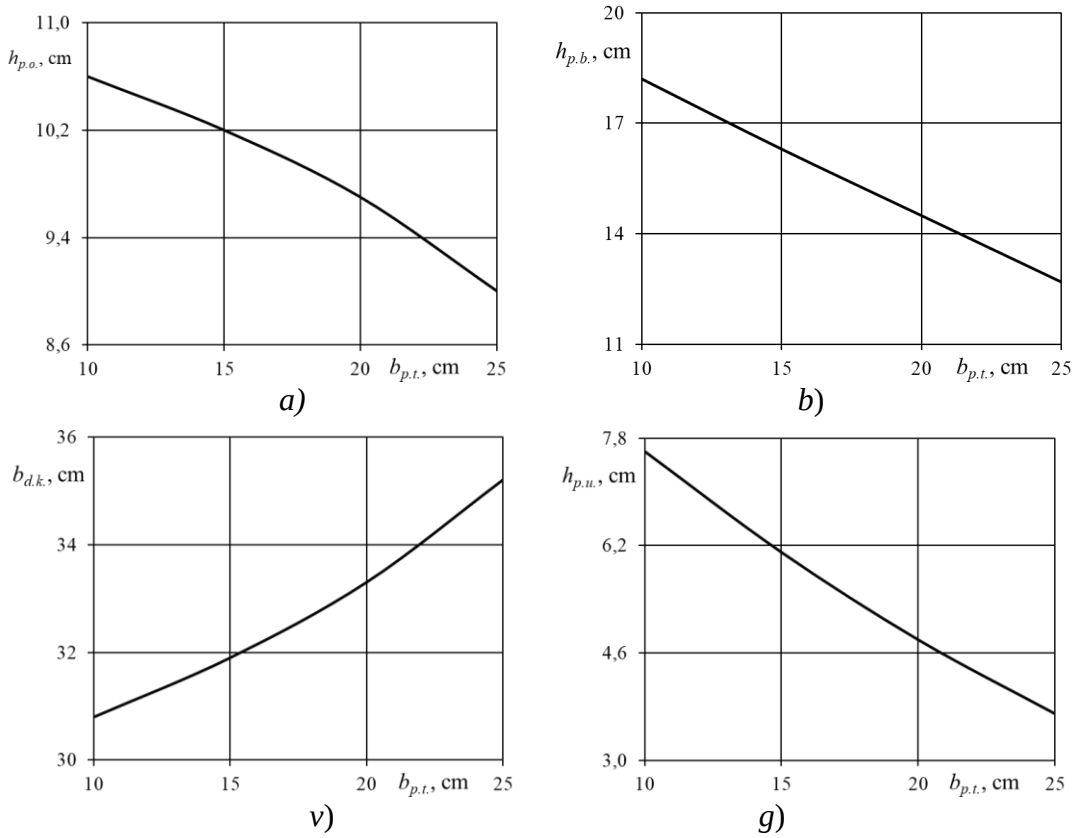
va

$$b_{d.k.} = b_{p.t.} + \frac{\left(B - b_{p.t.}\right)^2}{2B}. \quad (18)$$

3-rasmda B = 60 cm hamda φ_t = 36° qabul qilinib, (5)-(9) ifodalar bo‘yicha $h_{p.o.}$, $b_{p.t.}$, $b_{d.k.}$ va $h_{p.u.}$ ni $h_{p.b.}$ ga, 4-rasmda esa $h_{p.o.}$, $h_{p.b.}$, $h_{p.u.}$ va $b_{d.k.}$ ni $b_{p.t}$ ga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafiklari qurildi.



3-rasm. $h_{p.o.}$ (*a*), $b_{p.t.}$ (*b*), $b_{d.k.}$ (*v*) va $h_{p.u.}$ (*g*) ni $h_{p.b.}$ ga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafiklari



4-rasm. $h_{p.o.}$ (*a*), $h_{p.b.}$ (*b*), $h_{p.u.}$ (*v*) va $b_{d.k.}$ (*g*) ni $b_{p.t}$ ga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafiklari

3 va 4-rasmlarda keltirilgan grafiklarning tahlili $h_{p.b.}$ ni ortishi $b_{p.t.}$ va $b_{d.k.}$ ni kamayishiga, $h_{p.o.}$ va $h_{p.u.}$ ni ortishiga (3-rasm), $b_{p.t.}$ ortishi esa $h_{p.o.}$, $h_{p.b.}$ va $h_{p.u.}$ ni kamayishiga va $b_{d.k.}$ ni ortishiga olib kelishini ko‘rsatdi.

O‘rmon ko‘chatxonalarida manzarali daraxt va noyob gul ko‘chatlarini yetishtirish uchun yerlarni tayyorlashga qo‘yilgan agrotexnika talablari bo‘yicha ular egatlari orasining kengligi 60 cm va balandligi 16 cm dan kam bo‘lmagan pushtalarda yetishtiriladi [7]. Bu qiymatlarni (5) ifodaga qo‘yib, kombinatsiyalashgan mashina pushta olgichining tuproqqa botish chuqurligi kamida 10 cm bo‘lishi lozimligini aniqlaymiz.

Xulosa. 1. O‘rmon ko‘chatxonalarini ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashinani qo‘llanilishi ekishga tayyorlashda agregatlarni ularga kirishlari sonini qisqartiradi, yonilg‘i sarfi va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytiradi.

2. O‘tkazilgan tadqiqotlar tahlili pushta balandligini ortishi pushta tepasini hamda uni dala yuzasidagi kengligini kamayishiga, pushta olgichning tuproqqa botish chuqurligi va pushta tepasiga yoyligan tuproq balandligini ortishiga olib kelishini ko‘rsatdi.

3. O‘rmon ko‘chatxonalarida manzarali daraxt va noyob gul ko‘chatlarini yetishtirish uchun yerlarni tayyorlashga qo‘yilgan agrotexnika talablari bo‘yicha ular egatlari orasining kengligi va balandligini ta’minlash uchun kombinatsiyalashgan mashina pushta olgichining tuproqqa botish chuqurligi kamida 10 cm bo‘lishi lozim.

ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 6-oktyabrdagi “O‘zbekiston Respublikasida o‘rmon xo‘jaligi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PQ-4850-sonli Qarori.

2. Khudoyorov A.N., Yuldasheva M.A., Nazirjonov I. Results of studies on studying the

influence of the number of speed of a rotary ripper on its working indicators // European multidisciplinary journal of modern science. Special Issue: Use of Modern Innovation on Integrated Research. – pp. 185-188.

3. Tokhtakoziyev A., Khudoyarov A., Yuldasheva M., Nazirjonov I. Study on the selection of the type and parameters of moldboard plow for combined tillage system// E3S Web of Conferences 377, 03002. (2023). ICECAE 2022.

4. To‘xtaqo‘ziyev A., Ibragimov A., Xamidov N. Bir yo‘la pushta shakllantirib mayda urug‘li sabzavot ekinlari urug‘larini ekadigan seyalka pushtaolgichi-tekislagichini ishlab chiqishning ilmiy-texnik yechimlari. Monografiya. – Nukus, «Bilim», 2024. – 130 b.

5. Xoliqulov J.O. Bog‘ qator oralarini ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan mashina pushtaolgichi va zichlagichining parametrlarini asoslash: Tex. fan. (PhD) … Diss. avtoref. – Gulbahor – 2025. – 40 b.

6. Rudakov G.M. Texnologicheskie osnovы mexanizatsii seva xlopchatnika. – Tashkent: Fan, 1974. – 284 s.

7. Yuldasheva M.A. O‘rmon xo‘jalik plantatsiyalarida yerlarni ekishga tayyorlaydigan kombinatsiyalashgan agregat rotatsion yumshatkichining parametrlarini asoslash: Tex. fan. (PhD) … Diss. – Andijon – 2023. – 112 b.

UDK.631.313.1

TUPROQQA ISHLOV BERADIGAN ROTATSION BORONA PARAMETRLARINI TUPROQNING UVALANISH DARAJASIGA TA’SIRINI O‘RGANISH BO‘YICHA DALA-TAJRIBA SINOV NATIJALARI

Muxamedov Djabirxon
Namangan davlat texnika universiteti professori, j_m_muxamedov@umail.uz

Abduvaxobov Dilshod Abduvaxidovich
Namangan davlat texnika universiteti dotsenti, d.a.abduvahobov@gmail.com

Ismatullayev Kaxramon Kodirjonovich
Namangan davlat texnika universiteti katta-o‘qituvchi, kyuks-1989@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada nazariy va tajribaviy tadqiqotlar asosida ishlab chiqilgan tuproq yuzasiga ishlov beradigan rotatsion boronaning aylanishlar sonini agrotexnik ish ko‘rsatgichlariga ta’sirining tajribaviy natijalari keltirilgan.

Аннотация. В статье предетавлено исследований ротационной бороны, разработанный на основе теоретических расчетов, и проанализировано влияние числа оборотов работающей по поверхности почвы агрегата на агротехнические показателями.

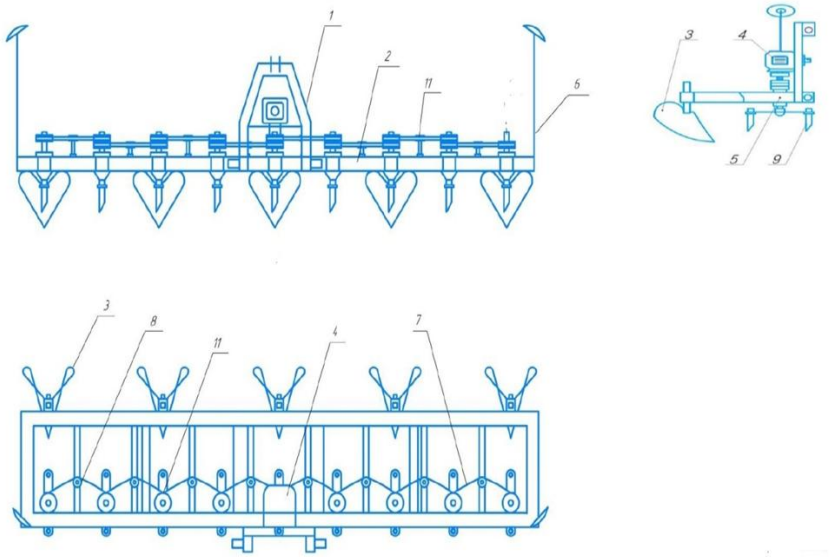
Abstract. In the article, a rotary harrow is developed based on the parameters of theoretical research. The influence of the number of rotations on the surface of the soil on agronomic indicators.

Kalit so‘zlar: borona, agregat, shkiv, tish, aylanishlar soni, tezlik

Ключевые слова: борона, агрегат, шкив, зуба, количество оборотов, скорость.

Key words: harrow, unit, pulley, tooth, number of revolutions, speed.

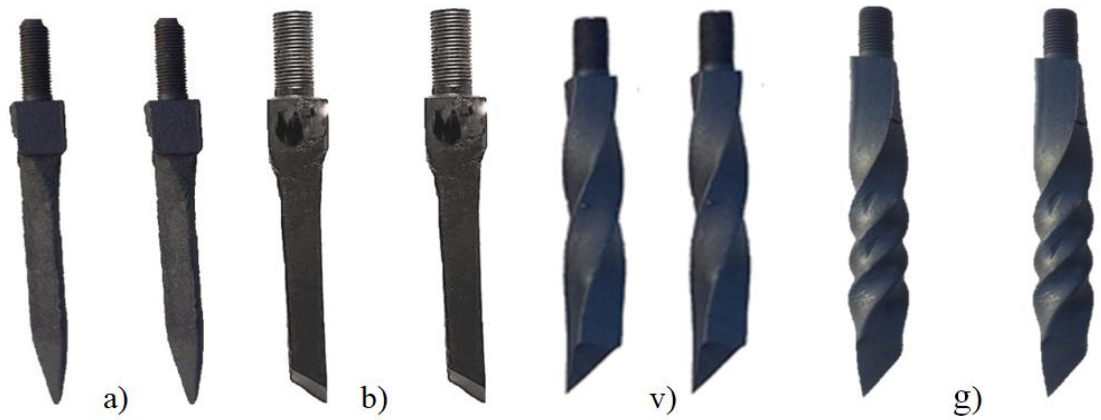
Tuproqqa ishlov berish muhim jarayon hisoblanadi [1]. Bugungi kunda bir yo‘la ko‘plab texnologik jarayonlarni bajaradigan agregatlar va ishchi organlarni ishlab chiqish va yaratish asosiy masala hisoblanadi. Biz tomonimizdan tuproqning yuza qismiga ishlov beradigan, qatqaloq bo‘lgan tuproqning yuza qismini yumshatadigan va uning tabiiy namligini saqlab qolishiga sharoit yaratish bilan birga, o‘sib chiqayotgan begona o‘tlarni yo‘qotadigan va yerlarni ma’lum darajada tekislaydigan rotatsion boronani kinematik sxemasi keltirilgan(1-rasm).



1-rasm. Laboratoriya dala qurilmasining umumiy ko‘rinishi

Agregat traktorga osish qurilmasi bilan jihozlangan rama, pushta olgichlar o‘rnatiladigan brus, pushta olgich, reduktor, aylanma harakatni ta’minlab beruvchi faol ishchi organ, marker, tasmali uzatmalar, o‘qlarga mahkamlangan shkivlardan iborat. Shuningdek, pushta olgich brusga kiydirilgan rezinali vtulka orqali o‘rnatilgan. Tasmali uzatmalar har bir aylanuvchi juft tishlarga harakatni to‘xtovsiz yetkazib beradi, tiqilishlarning oldini oladi. Pushta olgich brusga rezinali vtulka orqali o‘rnatilganda u kesaklar tuproq bilan ta’sirlashganda harakat yo‘nalishida kichik amplitudada tebranadi, pushtani samarali ochadi [2,3].

Rotatsion borona bo‘yicha o‘tkazilgan nazariy tadqiqotlar natijalarini tekshirib ko‘rish maqsadida rotatsion boronani laboratoriya dala qurilmasi yaratildi (2-rasm) va bilan Namangan tumani “Kumush tola yog‘dusi” va Mingbuloq tumanidagi “Oq dala mardona” fermer xo‘jaliklarining dala yer maydonlarida dala-tajriba sinovlari o‘tkazildi [4,5,6,7].



a- uchburchakli tish, b-to‘rtburchakli tish, v-to‘rtburchakli 180° buralgan tish, g- to‘rtburchakli 360° buralgan tish.

2-rasm. Rotatsion borona seksiyasiga o‘rnatiladigan turli xil shakldagi tishlar

Maqolada rotatsion boronaning tish shakli va uning seksiyasining aylanishlar sonini tuproqning uvalanish darajasiga bog‘liqligi o‘rganilgan. Buning uchun tish shaklini turli variantlarda tayyorlandi.

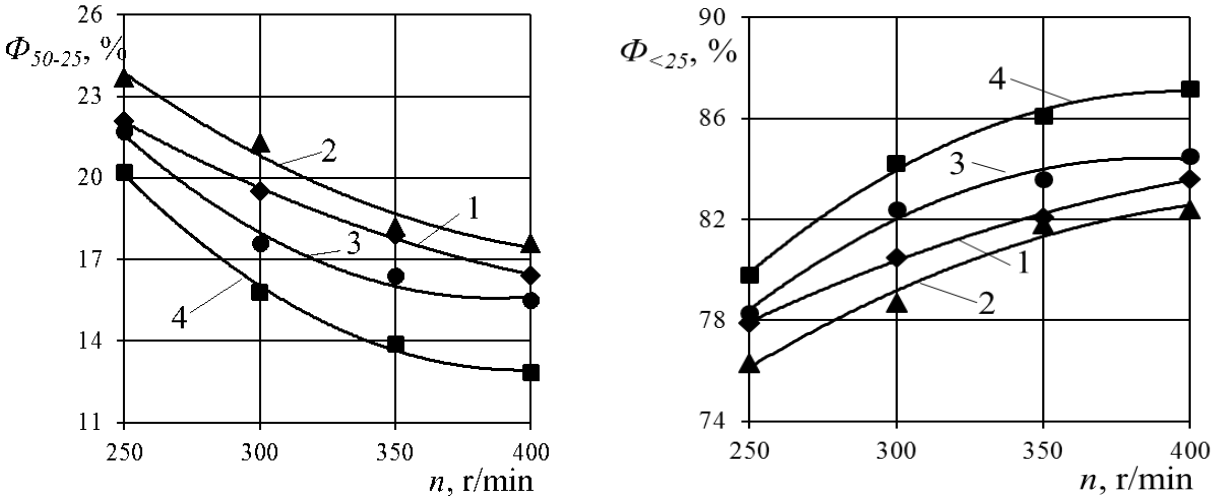
Bunda tish shakli va parametrlar sifatida tishlarning planka orasidagi diametri 40 cm, shkiv diametri 220 cm hamda agregatning harakat tezligi 5-7 km/h etib belgilandi. Tish shakli uchburchak, to‘rtburchakli, tishning ko‘ndalang kesimi yuzasi to‘rtburchak bo‘lib, yuqordagi qismi pastgi qismiga nisbatan qirg‘og‘i 180º va 360º ga burilgan bo‘lgandagi holati uchun o‘rganilgan (2-rasm).

Tuproqning uvalanish sifati rotatsion boronaning aylanishlar soni 250 r/min dan 400 r/min ortganda, rotatsion borona tishining ko‘ndalang kesimi uchburchak bo‘lganda, o‘lchami 25 mm dan kichik bo‘lgan tuprov fraksiyalari miqdori 77,9 % dan 83,6 % ga ortgan, 25 mm dan katta tuproq fraksiyalarning miqdori 22,1 % dan 16,4 % kamaygan. Ko‘ndalang kesimi to‘rtburchak bo‘lganda tuproqning uvalanish darajasi, mos ravishda 76,3 % dan 82,4 % ga ko‘paygan, 25 mm dan katta tuproq fraksiyalar miqdori 23,7 % dan 17,6 % kamaygan [8,9].

Tishining ko‘ndalang kesimi to‘rtburchak bo‘lib, yuqori qismiga nisbatan pastki qismi 180º burilgan holatda tuproq fraksiyalarining miqdori 25 mmdan kichiklarniki 78,3 % dan 84,5 % ga ortgan.

To‘rtburchak kesimi tishni 360º ga burilgandagi holatida 25 mmdan kichik tuproq fraksiyalarini miqdori 79,8 % dan 87,15 % gacha oshgan (3-rasm).

Grafik bog‘lanishlardan ko‘rinadiki rotatsion boronaning seksiyalarini aylanishlar soni ortishi bilan uning tishlari kesib oladigan tuproq hajmini kichiklashishi bilan izohlash mumkin.



1,2,3 va 4-mos ravishda tishning ko‘ndalang kesimining shakli uchburchak, to‘rtburchak, to‘rtburchak ishchi yuzasini 180º burilgan, to‘rtburchak ishchi yuzasini 360º burilgan

3-rasm. Tuproq yuzasiga ishlov beruvchi rotatsion boronaning tishini ko‘ndalang kesimining shakli va uning seksiyasini aylanishlar sonini agrotexnik ish ko‘rsatgichlarini tuproqning uvalanish darajasiga bog‘liqligi

Rotatsion boronaga o‘rnatilgan tishning shakli o‘zgarishi tuproqning uvalanish darajasi, ya’ni 25 mm kichik bo‘lgan tuproq fraksiyalar miqdori turlicha bo‘lgan, uning seksiyasining aylanishlar soni 350 r/min bo‘lganda ko‘radigan bo‘lsak, tishning ko‘ndalang kesimi uchburchak bo‘lganda 82,1 % ni, to‘rtburchak 81,8 % ni, ko‘ndalang kesimi to‘rtburchak bo‘lganda yuqorigi qirg‘og‘iga nisbatan pastgi qirg‘og‘i 180º burilganda 83,6% ni, 360º burilganda 86,1% ni tashkil etdi. Buni tish yordamida tuproqqa berilayotgan kuchning burchagini o‘zgarishi bilan izohlash mumkin.

Demak, tishining ko‘ndalang kesimi to‘rtburchak yuqorigi qirg‘og‘iga nisbatan pastgi qirg‘og‘i 360º o‘zgartirish orqali tuproqqa agrotexnik talablar bo‘yicha sifatli ishlov berishiga erishish mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Ж.Мухамедов, Қ.Исматуллаев, А.Рахимжонов, С.Ўлмасов. Тупроқ юзасига ишлов бериш ва пушта олиш агрегат. “Машинасозликда инновациялар энергиятежамкор технологиялар ва ресурслардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш” мавзусидаги Халқаро илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Наманган шахри 29 май 2021-Б. 280-283

2. Мухамедов Ж., Абдувахобов Д., Исматуллаев К., Мухаммадалиев Б. Тупроққа ишлов берувчи ротацион борона тишининг ўлчамлари ва кинематик параметрларини агротехник иш кўрсаткичларига таъсири. Механика ва технология илмий журнали, 2023, №3 (12) 113-120 бет.

3. J.Mukhamedov, D.Abduvakhobov, K.Ismatullayev Results of experimental studies on the basis of rotary harrow parameters// Journal of Mechanical and Production Engineering (JMPE). – India, 2024. – Vol. 14, Issue 2. – P. 1-6.

4. РД Уз 63.03-98 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы расчета экономической эффективности испытываемой сельскохозяйственной техники». – Ташкент, 1998. – 49 с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва: Колос, 1979. – 416 с.

6. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных

работников. – Москва: Физматлит, 2006. – 816 с.

7. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных / Пер. с английского. – Москва: Мир, 1990. – 610 с.

8. J.Muxamedov, D.Abduvahobov, K.Ismatullayev tuproq yuzasiga ishlov beradigan rotatsion borona bo‘yicha o‘tkazilgan tajribaviy tadqiqot natijalari // Qurilish va ta’lim ilmiy jurnali. – Namangan, 2024. – №3 (3). – B. 285-289.

9. D.Abduvahobov, M.Madrahimova, K.Ismatullayev Results of experimental research on the substantiation of the parametrs of the tooth harrow copying the field of the field // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology vol 7, Issue 6, June 2020. – P. 14049-14053.

UDK 631. 312:631.51

YERLARNI EKISHGA TAYYORLASHDA QO‘LLANILADIGAN MASHINA YUMSHATKICHINING PARAMETRLARINI ASOSLASH

Xudoyarov Anvar Nazirjonovich
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti, t.f.d., professor, anvarjon@gmail.com

Abdimominov Ikromjon Iminovich
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti, PhD, dotsent, Ikromjon03@mail.ru

Yuldasheva Matluba Ashuralievna
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti, PhD, dotsent, yuldasheva@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada yerlarni ekishga tayyorlashda qo‘llaniladigan mashina yumshatkichining parametrlarini asoslash bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlarning natijalari keltirilgan. Bunda yumshatkichning uvalash burchagi 25°, yumshatkich eni va ishchi sirtining egrilik radiusi mos ravishda kamida 5,2 cm va 23 cm tashkil etishi aniqlandi.

Аннотация. В стате приведены результаты проведенных исследований по обоснованию параметров машинного рыхлителя, применяемого при подготовке почвы к посеву. При этом угол крошения рыхлителя составляет 25^0, ширина рыхлителя и радиус кривизны рабочей поверхности составляют не менее 5,2 см и 23 см соответственно.

Abstract. This article presents the results of research aimed at substantiating the design parameters of a soil loosening machine used in land preparation for planting. The study determined that the optimal crushing angle of the loosener is 25°, while the minimum width and the radius of curvature of its working surface should be 5.2 cm and 23 cm, respectively. These parameters ensure efficient soil loosening and high-quality preparation of the planting area.

Kalit so‘zlar: mashina, tuproq, yumshatkich, parametr, tadqiqot, natija, uvalash burchagi, eni, ishchi sirtining egrilik radiusi.

Ключевые слова: машина, почва, рыхлител, параметр, исследование, результат, угол крошения, ширина.

Keywords: machine, soil, loosener, parameter, research, result, crushing angle, width, radius of curvature of the working surface.

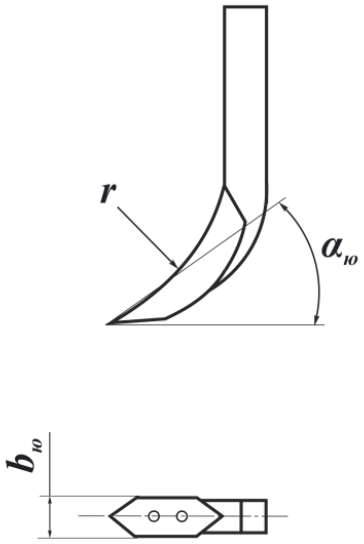
Kirish. Qishloq xo‘jalik ekinlarining ekish uchun yerlarni tayyorlashning resurstejamkor texnologiyalari va ularni amalga oshiradigan texnika vositalarining yangi namunalarini yaratish, mavjud mashinalarni ish jarayonida resurstejamkorligini ta’minlashning ilmiy-texnikaviy asoslarini ishlab chiqishga yo‘naltirilgan maqsadli ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Jumladan, ushbu yo‘nalishda kam energiya sarflagan holda yerlarni ekishga tayyorlaydigan ish sifati va unumi yuqori bo‘lgan mashinalarni ishlab chiqish va ular ish organlarining tuproq bilan o‘zaro ta’sirlashishida resurstejamkorlikni ta’minlaydigan parametrlarini asoslashga doir ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish dolzarb masalalardan hisoblanmoqda.

Ekishdan oldin tuproqqa sifatli ishlov berish g‘o‘zadan yuqori hosil yetishtirish bo‘yicha o‘tkaziladigan agrotexnika tadbirlari orasida muhim o‘rinni egallaydi. Bunda yerlarni belgilangan chuqurlikka yumshatish, dala yuzasida mayin tuproq qatlamini hosil qilish, uni tekislash va zichlash yo‘li bilan paykallarda kuz-qish va erta bahorda to‘plan gan namni saqlab qolinishiga erishish, unib chiqayotgan begona o‘tlarni bartaraf etish va eng muhimi, chigitni bir tekis undirib olishga sharoit yaratishdan iborat.

Yuqoridagilardan kelib chiqib mazkur tadqiqotda yumshatuvchi panjaning kam energiya sarflagan holda ish sifatli yuqori bo‘lgan parametrlarini asoslashga qaratilgan.

Tadqiqot uslubi. Tadqiqotlarni o‘tkazishda nazariy va dehqonchilik mexanikasi, matematik statistikaning qonun va qoidalari hamda ilgari o‘tkazilgan tadqiqot natijalaridan foydalanilgan.

Tadqiqot natijalari. Yumshatkich asosiy parametrlari hisoblanadi (2-rasm):



2-rasm. Yumshatkichning asosiy parametrlari

α_{yu} – yumshatkich panjaning tuproqqa kirish (uvalash) burchagi, °;

b_{yu} – yumshatkich panjaning eni, m;

r – yumshatkich panja ishchi sirtining egrilik radiusi, m.

Bu parametrlar ilgari G.N.Sinenkov, A.To‘xtaqo‘ziev, Q.B.Imomqulov va boshqalar [1,2,3,4] tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotlardan foydalangan holda aniqlandi.

Yumshatkichning uvalash burchaklari. Bu parametrni quyidagi ifodadan foydalanib aniqlaymiz [1,2]:

$$\alpha_{ю} = \alpha_{ў} = \arcsin\left\{\left\{-\sin(\varphi_1+\varphi_2)+\sqrt{\sin^2(\varphi_1+\varphi_2)+\left[2+\frac{1}{2}\cos(\varphi_1+\varphi_2)\right]\left[1+\cos(\varphi_1+\varphi_2)\right]}\right\}:\left[2+\frac{1}{2}\cos(\varphi_1+\varphi_2)\right]\right\}, \quad (1)$$

bunda φ_1, φ_2 – mos ravishda tuproqning ichki va tashqi ishqalanish burchaklari, °.

(1) shart bajarilganda tuproqning parchalanish qadami minimal qiymatga ega bo‘lishi natijasida tuproqning kam energiya sarflagan holda sifatli uvalanishiga erishilinadi.

φ_1=30-35º va φ_2=35-45º qabul qilinib, (1) ifoda bo‘yicha o‘tkazilgan hisoblashlar yumshatkichning uvalash burchagi 24°28′ bo‘lishi lozimligini ko‘rsatdi.

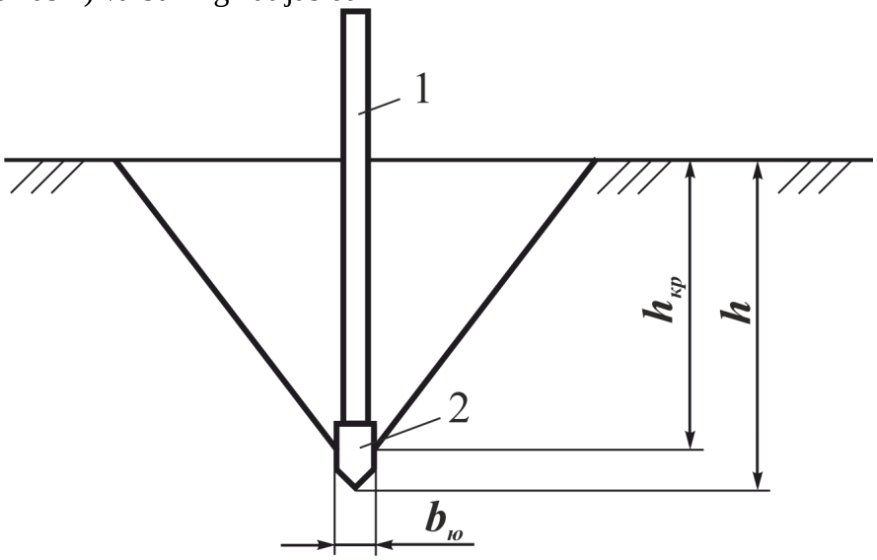
Yumshatkich panjaning eni. Bu parametrni yumshatkich panja tomonidan ishlov berilgan qatlam tubida devorlari zichlangan egat hosil bo‘lmasligi shartidan aniqlaymiz [1]. Buning uchun quyidagi shart bajarilishi lozim:

$$h_{кр} \geq h, \quad (2)$$

bunda h_{kp} – yumshatkich panjaning kritik yumshatish chuqurligi;

h – belgilangan ishlov berish chuqurligi.

Aks holda, ya’ni $h_{kr}<h$ bo‘lganda ishlov berilgan qatlam tubida devorlari zichlangan egat hosil bo‘ladi (3-rasm) va buning natijasida



1-ustun; 2-yumshatkich panja

3-rasm. Yumshatkich panjaning enini aniqlashga doir sxema

tuproqning fizik-mexanik xossalari yomonlashadi hamda unga ishlov berish uchun befoyda energiya sarflanadi.

Yumshatkich panja ko‘rinishidagi ish organlari uchun h_{kp} ni quyidagi ifoda bo‘yicha aniqlash mumkin [2,3]:

$$h_{кр}=\frac{b_{ю}\left[0{,}1\frac{T_{э}}{[\tau_{к}]}\left(1+3tg\psi_{xz}\right)-n_{t}\right]}{m_{t}+tg\alpha_{ю}}, \tag{3}$$

bunda T_e – tuproqni ezilishga solishtirma qarshiligi;

$[\tau_k]$ – tuproqni siljishga kritik qarshiligi;

ψ_{xz} – yumshatkich panjaga ta’sir etuvchi tuproq qarshilik kuchlari teng ta’sir etuvchisini gorizontga nisbatan og‘ish burchagi;

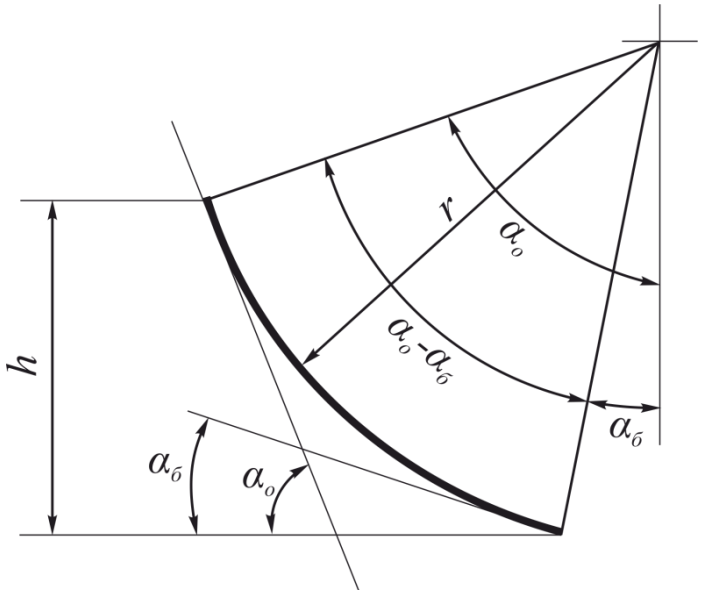
n_t, m_t – tuproqning fizik-mexanik xossalariga bog‘liq bo‘lgan o‘lchov birliksiz koeffitsiyentlar.

(2) ifodani hisobga olgan holda (3) ifodani b_{yu} ga nisbatan yechib, quyidagi ifodani olamiz [2,3]:

$$b_{ю}\geq\frac{\left(m_{t}+ctg\alpha_{ю}\right)h}{\left[0{,}1\frac{T_{э}}{[\tau_{к}]}\left(1+3tg\psi_{xz}\right)-n_{t}\right]}. \tag{4}$$

m_t=4,2, α_{yu}=30°, T_e=1,44·10^6 Pa, $[\tau_k]$=2·10^4 Pa, ψ_{xz} =40° hamda n_t=2,5 qabul qilib [4] (4) ifoda bo‘yicha yerlarga 20 cm chuqurlikda devorlari zichlangan egatlar hosil qilmasdan ishlov berish uchun yumshatkich panjaning eni kamida 5,2 cm bo‘lishi lozimligini aniqlaymiz.

Yumshatkich panja ishchi sirtining egrilik radiusi Yumshatkich panja ishchi sirtining egrilik radiusini 4-rasmdagi sxemadan foydalanib aniqlaymiz.



4-rasm. Yumshatkich panja ishchi sirtining egrilik radiusini aniqlashga doir sxema

4-rasmda keltirilgan sxemaga binoan:

$$r = \frac{h}{\cos\alpha_б - \cos\alpha_o}, \quad (5)$$

bunda α_b, α_o – mos ravishda yumshatkich panjaning boshlang‘ich va oxirgi uvalash (tuproqqa kirish) burchaklari, °.

h=20 cm, α_b=30° va α_o=90° qabul qilib, (5) ifoda bo‘yicha yumshatkich panja ishchi sirtining egrilik radiusi kamida 23 cm bo‘lishi lozimligini aniqlaymiz.

Xulosa. 1. Daladan bir o‘tishda tuproqni belgilangan chuqurlikka yumshatilishi, uning yuza qismi tekislanishi, maydalanishini ta’minlaydigan mashinani qo‘llab bartaraf etish mumkin. Buning uchun mashina hamda uning ish organlari parametrlarini asoslash bo‘yicha yangi tadqiqotlar o‘tkazilishini talab etadi.

2. Tuproqning kam energiya sarflagan holda sifatli uvalash burchagi 24°28′ bo‘lishi lozim.

3. Belgilangan chuqurlikda devorlari zichlangan egatlar hosil qilmasdan ishlov berish uchun yumshatkich panjaning eni kamida 5,2 cm bo‘lishi lozim.

4. Yumshatkich panja ishchi sirtining egrilik radiusi kamida 23 cm bo‘lishi kerak.

ADABIYOTLAR

1. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.

2. To‘xtaqo‘ziev A. Imomqulov Q.B. Tuproqni kam energiya sarflab deformatsiyalash va parchalashning ilmiy-texnik asoslari. – Toshkent: KOMRON PRESS, 2013. – 120 b.

3. Imomqulov Q.B. Kam energiya saflab tuproqqa ishlov beradigan mashinalarni yaratish: Diss. … t.f.d. – Toshkent, 2016. – 175 b.

4. Abdimominov I.I. Yerlarga ekish oldidan ishlov berishda qo‘llaniladigan kombinatsiyalashgan mashina yumshatkichlarining turini tanlash va parametrlarini asoslash: Diss. … t.f.f.d. (PhD) –Gulbaxor, 2022y. – 114 b.

5. Toshpo‘latov B.U. Chizel-kultivatorning texnologik ish jarayonini takomillashtirish va parametrlarini asoslash. Diss. ... PhD,– Toshkent,2020.– 127 b.

UO‘K 656.132

AHOLINING JAMOAT TRANSPORTI BILAN QAMROV DARAJASI BAHOLASH USULLARI

Yo‘ldoshev Davron Furqat o‘g‘li
Toshkent davlat transport universiteti, PhD, dotsent.v.b, ORCID: 0000-0002-6042-2737, davron.yoldoshev@bk.ru

Annotatsiya. Aholini transport bilan qamrov darajasini baholashni olimlar turli parametrlar bilan bog‘laganlar, shuningdek hisoblash usullarida ham aholi soni, hudud zichligi, yo‘l va yo‘nalish tarmoqlari, bandlik darajasi va tashilgan yo‘lovchilar miqdori kabi ko‘rsatkichlarni hisobga olingan. Maqolada aholining transport bilan qamrovi va ta’minlanganlik darajasini aniqlashning hisob statistik, aholi bandligi bo‘yicha aniqlash, shaharning hududiga bog‘liqlik va aholi soniga bog‘liqlik bo‘yicha aniqlash usullari tahlil qilingan. Shuningdek, hududlarda aholining jamoat transporti bilan qamrov darajasi va harakatchanligini belgilashdagi mavjud muammolar o‘rganilgan.

Аннотация. Ученые связывают оценку уровня охвата населения транспортом с различными параметрами, учитывая в методах расчёта такие показатели, как численность населения, плотность территории, дорожная и маршрутная сеть, уровень занятости и объём перевозок пассажиров. В статье проанализированы статистические методы расчётов, методы определения по уровню занятости населения, а также методы, основанные на зависимости от территории города и численности населения для оценки уровня охвата и транспортной обеспеченности населения. Кроме того, исследованы существующие проблемы при определении уровня охвата населения общественным транспортом и его мобильности в регионах.

Annotation. Scholars have linked the assessment of the level of public transport coverage of the population to various parameters, and calculation methods take into account indicators such as population size, territorial density, road and route networks, employment level, and the number of passengers transported. The article analyzes methods for determining the level of transport coverage and provision of the population based on statistical calculations, employment indicators, and dependency on urban territory and population size. In addition, existing problems in determining the level of public transport coverage and mobility of the population in different regions are examined.

Kalit so‘zlar: transport bilan qamrov darajasi, ta’minlanganlik, aholi harakatchanligi, jamoat transporti, yo‘lovchilar soni, meyoriy sig‘im, texnik imkoniyat.

Ключевые слова: уровень охвата транспортом, транспортная обеспеченность, мобильность населения, общественный транспорт, количество пассажиров, нормативная вместимость, технические возможности.

Keywords: level of transport coverage, transport provision, population mobility, public transport, number of passengers, normative capacity, technical capability.

1. Kirish.

Jahonda iqtisodiyot va aholining ishonchli transport xizmatiga bo‘lgan ehtiyoji va talabini qondirish maqsadida shahar transport tizimini takomillashtirish, yo‘lovchilarni jamoat transporti bilan ta’minlanganlik darajasini oshirish masalalaridagi mavjud muammolarini bartaraf etishga katta kuch va mablag‘ sarflanmoqda. Hozirda rivojlangan AQSh, Germaniya, Rossiya, Xitoy, Yaponiya mamlakatlarida yo‘nalishli avtobuslarda iqtisodiy va ijtimoiy samaradorlikni belgilash, jamoat transportlari harakatini samarali tashkil etish orqali yo‘lovchilarni ushbu turdagi transportga yo‘naltirish, aholining jamoat transporti bilan qamrov darajasini oshirishga yo‘naltirilgan yangi, raqamlashtirilgan ilmiy-texnikaviy yechimlarni ishlab chiqishga alohida

e’tibor qaratilmoqda [1].

2. Metodologiya

Jamoat transportlarda yo‘lovchilarni qamrov darajasi aholining transportda harakatchanligiga, aholi soniga, hududning rivojlanish darajasiga, hududda joylashgan ta’lim muassasalari soniga ishlab chiqarish sanoatiga, texnik va texnologik jarayonlarning tashkil etilganlik darajasiga, transport infratuzulmasi kabi bir qancha ko‘rsatkichlarga bog‘liqdir. Bugungi kunda aholining transport bilan qamrovi va harakatchanlik darajasi ko‘rsatkichlarini aniqlashning bir qancha usullari mavjud [2].

Aholining transport bilan qamrovi va harakatchanlikni baholashda ko‘pincha jamoat transportlarida yo‘lovchilarni harakatchanligi bo‘yicha olib borilgan statistik tahlillarga tayanilmoqda. Ko‘rsatkichlar sifatida asosan tashilgan yo‘lovchilar soni va hududdagi aholi soni qabul qilinmoqda. Ya’ni

$$Q_{qamrov} = \frac{N_{ty}}{N_{ah}} \quad (1)$$

Bu yerda

N_{ty}-tashilgan yo‘lovchilar soni

N_{ah}-shaharning umumiy aholisi soni (V.S.Mun,1990), (https://www.molit.go.kr/english/intro.do,2024)

Ushbu usul orqali aniqlanganda qamrov darajasi (harakatchanlik) juda past. Chunki bu usulda transport xizmatlariga talabi mavjud bo‘lmagan (transportdan foydalanmaydigan) aholi qatlamining ulushi katta.

Aholining transportda harakatchanligi bir nechta usullar yordamida baholanishi mumkin:

- hisob statistik usuli;
- aholi bandligi bo‘yicha aniqlash usuli;
- shaharning hududiga bog‘liqlik usuli;
- aholi soniga bog‘liqlik bo‘yicha aniqlash.

Hisob statistik usuli bo‘yicha aholining harakatchanligi ko‘rsatkichlari tezkor ma’lumotlarini olishda ishlatish mumkin. Bunda umumiy jamoat transportlarida yil davomida tashilgan yo‘lovchilar sonini shaharda yashovchi aholi soniga nisbati olinadi. Yani

$$p = \frac{Q}{N} \quad (2)$$

bu erda:

Q – umumiy jamoat transportlarida yil davomida tashilgan yo‘lovchilar soni

N_j – shaharda yashovchi aholi soni [3].

Ushbu usulda xisoblanganda o‘rtacha 15-20 % shaharga kirib keluvchilarning ulushini ham inobatga olish lozim. (shaharga kirib keluvchilarning ulushi shaharning toifasi va umumiy infratuzulmasiga bog‘liq).

Transportda harakatchanlik darajasini, aholining bandlik darajasi bo‘yicha quyidagicha aniqlash mumkin (2- ifoda). Shahar aholisi bandlik darajasiga bog‘liq ravishda guruhlarga bo‘linadi va har bir guruh yil davomida mumkin bo'lgan qatnovlar sonini belgilaydi. (V.S.Mun, 1990)

$$\sum Q_z = \sum_{i=1}^{n} (H_{ji} \mu_i D_{ni} P_{ei}) \quad (3)$$

bu erda:

H_{ji} – Har bir aholi guruhidagi yashovchilar soni (ishchilar, talabalar, ishsizlar)

μ_i – umumiy transportdan foydalanuvchi aholini xisobga oluvchi koefitsiyent

D_{ni} –har bir guruh aholisini yil davomidagi qatnov kunlari (ishchilar-o‘rtacha 250 kun,

talabalar o‘rtacha 263 kun)

P_{ei}–har bir guruh aholisining kun davomidagi qatnovlar soni (ishchilar, talabalar o‘quvchilar uchun 2-3 marta, madaniy va kundalik maqsadlarda 1-3 marta) [4].

Jamoat transportlarda yo‘lovchilarni qamrovi (harakatchanligi) bo‘yicha olib boriladigan statistik tahlillarni aholining mobil (harakatchan) qatlami bo‘yicha aniqlash maqsadga muvofiq. Ya’ni

$$Q_{qamrov} = \frac{N_{ty}}{N_{mobil} + N_{kirib.kel} + N_{vil.kirib.o'quv.tal} + \ldots\ldots\ldots + N_n} * 100(\%) \quad (4)$$

bu yerda N lar aholining aniq transportga talabi mavjud bo‘lgan mobil (harakatchan) qatlamini tashkil etuvchilarning qiymatlari.

N_{mobil}- shaharning umumiy mobil (harakatchan) aholisi soni (so‘rovnoma natijasiga ko‘ra “ta” yo‘lovchi)

$N_{kirib.kel}$ -shaharga kirib keluvchi aholi soni (ta)

$N_{vil.kirib.o'quv.tal}$ -viloyatdan kelib o‘quvchi talabalar soni (viloyatdan kirib kelib shahar hududida qolib o‘quvchi talabalar) (ta)

N_n -mobil qatlamni tashkil etuvchi boshqa ko‘rsatkichlar

Ushbu usul orqali aholining transportga talabi mavjud bo‘lgan mobil qatlamining transport bilan qamrov darajasini baholash darajasini aniqligini oshirishga erishish mumkin.

Hududlarda aholining jamoat transporti bilan ta’minlanganligi yoki qamrovni aniqlash bo‘yicha dunyo olimlari tomonidan turli ko‘rinishdagi ifodalar keltirib chiqarilgan. Masalan, jamoat transporti bilan ta’minlanganlikni (I) hududdagi aholi soni va umumfoydalanish transport vositalari o‘rtacha sig‘imining yig‘indisi ko‘rsatkichlari bilan bog‘liqlik formulasi quyidagicha,

$$I = \frac{1000\sum a_i}{H} \quad (5)$$

bu yerda: $\sum ai$-ishdagi umumfoydalanish transport vositalari meyoriy sig‘imining yig‘indisi, yo‘lovchi; H-shahar aholisi soni, nafar.

Ma’lum hudud uchun qatnovda bo‘lishi zarur bo‘lgan transport vositalari sonini (A) aniqlashda quyidagi formuladan foydalanish mumkin.

$$A = \frac{P_y R \eta}{365 V_t T_{ish} q_n \gamma_{st} 100} \quad (6)$$

bu yerda: P_y -yillik bajarilgan transport ishi; R-mazkur sig‘imli transport vositasining tashigan yo‘lovchi ulushi, %; η-yo‘lovchilar oqimining mavsumiy o‘zgaruvchanlik koeffitsiyenti, ($S=1,1$); V_e-yo‘lovchi transportining ekspluatatsion harakat tezligi, km/soat ($V_э$=15-17); T_{ish}-transport vositasining ish vaqti, soat (T_{ish}=14); q_n -transport vositasining sig‘imi; γ_{st}-o‘rtacha sutkalik transport vositasining sig‘imidan foydalanish koeffitsiyenti ($\gamma_{st}=0,33$) [5].

Tahlillarga ko‘ra hududlarda jamoat transportlarining xizmatlari darajasini belgilovchi 6 ta asosiy ko‘rsatkichlar mavjudligi xulosalari qabul qilindi:

1. Shahar hududidagi tartibga solingan jamoat transportining ulushi;
2. Jamoat transporti bilan ta’minlanganlik darajasi;
3. Jamoat transporti xizmatining qamrov darajasi;
4. Yo‘lovchilarning jamoat transportini o‘rtacha kutish vaqti;
5. Jamoat transportining qulaylik darajasi (komfortlilik);
6. Jamoat transportining shahar ichi transporti tizimidagi ulushi.

3. Xulosa.

Hududlarda aholining jamoat transport bilan qamrovi va harakatchanlikni baholash natijalari, shaharlar va viloyatlar markazlarida umumfoydalanish transport vositalari o‘rtacha sig‘imining yig‘indi ko‘rsatkichlari va ma’lum (i) hududdagi aholi soni yordamida aniqlanadi.

Aholining jamoat transporti bilan ta’minlanganlik darajasi va jamoat transporti tizmatining qamrov darajalarini aniqlashning mahalliy me’yorlarini, xizmat ko‘rsatish darajalari ko‘rsatkichlarni ishlab chiqish va bu orqali hududlarning o‘ziga xos xususiyatlarini inobatga oluvchi takomillashtirilgan uslubiyotni yaratish lozim.

Aholining transport bilan qamrovi va harakatchanlikni aniqlash usulini, aholining transportga talabi mavjud bo‘lgan mobil (harakatchan) qatlamini hisobga olish evaziga takomillashtirish va baholash uslubiyotini ishlab chiqish lozim.

Keyingi tadqiqotlar aholining mobil qatlamining transport bilan qamrov darajasini baholash aniqligini oshirishga erishish maqsadida, aniq transportga talabi mavjud bo‘lgan mobil (harakatchan) qatlamni tashkil etuvchilarning muhimlik darajasi bo‘yicha guruhlash va og‘irlik koeffitsiyentlari qiymatlarini aniqlashga yo‘naltiriladi.

ADABIYOTLAR

1. Xo‘jaev B.A. Avtomobillarda yuk va passajirlar tashish asoslari. T.: O‘zbekiston. 2002. – 400b.

2. Зирянов В.В..Семчугова Е.Й.. Литвина А. А. Повишение эффективности управления городским пассажирским транспортом Ростова-на-Дону //Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 2. – №. 2с (71). – С. 347-351.

3. Abdullaev.B.I.- Yo‘lovchi transportida xizmat ko‘rsatish sifat parametrlari va ularning og‘irligini aniqlash. Journal of transport scientific-technical and scientific innovation journal, volume 1, issue 1 march, 2024

4. В.С.Мун. Пассажирскиэ автомобилние перевозки. Тошкент.1990.-206 с.

5. Samatov G‘.A., Abdullaev.B.I.- Jamoat transportida tashishni tashkil etish va boshqarish.Toshkent. 2022. – 174 s.

6. SLBs for Urban Transport- MoUD, Government of India- Service Level Benchmarks for Urban Transport at a Glance – 45 s.

7. Service Level Benchmarks in “Urban Transport” - CoE Urban Transport, CEPT University, Ahmedabad, MUN – 88 s.

8. Gudkov V.A., Mirotin L.B., Velmojin A.V., Shiryaev S.A. (2006). Passajirskie avtomobilniye perevozki: *Uchebnik. Pod ed. V.A. Gudkova. - M.: Goryachaya line - Telekom*

9. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозкаи. М.. Акакдемия. 2010. – 400 с.,

10. С.А. Беляев [и др.]. (2016). Теория и практика применения корреляционно-регрессионного анализа в исследованиях – Курск: Деловая полиграфия

11. BotirAbdullaev, DavronYuldoshev, Tolqin Muminov, and Dilmurod Axmedov (2021). Improving the method of assessing road safety at intersections of single-level highways E3S *Web* of Conferences 264, 05027 (2021).CONMECHYDRO–2021.https://doi.org/10.1051/ e3sconf/ 202126405027

12. https://studref.com/

13. https://morth.nic.in/

14. https://www.molit.go.kr/english/intro.do

15. https://www.mintrans.uz/

UDK: 656.073.235

AVTOMOBIL TRANSPORTLARIDA KONTEYNER TASHISHGA TA’SIR ETUVCHI OMILLAR MUHIMLIK DARAJASINI BAHOLASH USULLARI

Yusufxonov Zokirxon Yusufxon o‘g‘li
Toshkent davlat transport universiteti, PhD, E-mail: zokirxon_y@tstu.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada avtomobil transportlarida konteyner tashishga ta’sir etuvchi omillar muhimlik darajasini Analitik eyerarxik jarayon (AEJ yoki AHP-Analytic Hierarchy Process) va Entropiya qiymat usullari yordamida baholangan. Shu bilan birga, konteyner tashishni obyektiv tomondan mavjud tashish hajmi tahlili va subyektiv tomondan ekspertlar fikrlari yordamida ma’lumotlar yig‘ilib, juft korrelatsiya asosida omillarning o‘zaro bog‘liqliklari hamda tashishga eng kuchli ta’sir etuvchi omillar guruhlangan.

Abstract. This article evaluates the importance level of factors affecting container transportation in road vehicles using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Entropy value methods. Additionally, data on container transportation were collected objectively through analysis of existing transportation volumes and subjectively via expert opinions, with pairwise correlations used to identify interrelationships among the factors and to group those with the strongest influence on transportation.

Аннотация. В данной статье степень важности факторов, влияющих на перевозку контейнеров автомобильным транспортом, оценена с помощью аналитического иерархического процесса (АИП или AHP-Analytic Hierarchy Process) и метода энтропийных значений. При этом данные о контейнерных перевозках собраны объективно на основе анализа существующих объёмов перевозок и субъективно с помощью мнений экспертов, а на основе парной корреляции выявлены взаимосвязи факторов и сгруппированы факторы, оказывающие наиболее сильное влияние на перевозки.

Kalit so‘zlar: analitik iyerarxiya jarayoni (AEJ), muhimlik, usul, baholash, Entropiya, model.

Keywords: analytic Hierarchy Process (AHP), importance, method, evaluation, Entropy, model.

Ключевые слова: аналитический иерархический процесс (АИП), важность, метод, оценка, энтропия, модель.

Kirish. O‘zbekistonda avtomobil transportida konteyner tashuvini keng rivojlantirish uchun kompleks yondashuv asosida konteynerlarni olib kirish va eksport qilish bo‘yicha operatsiyalarni minimal xarajatlar bilan amalga oshirish maqsadida yirik transport uzellarida transport vositalarining ishlashini to‘g‘ri va aniq tashkil etish muhim ahamiyatga ega. Ushbu muammoni hal qilish iqtisodiy va matematik usullardan foydalangan holda konteyner tashishni amalga oshirishda yirik transport uzellarida (terminal yoki logistika markazlarida) transport vositalarining ish jarayonlarini modellashtirish usullari takomillashtirish talab qiladi. Avtomobil transport vositalarining yirik transport terminallariga muvaffaqiyatli xizmat ko‘rsatishi uchun harakatlanuvchi tarkibi, qayta yuklash-tushirish mexanizmlari (Kalmar yoki chorpoyali kranlar) konteynerlarni tashish bo‘yicha operatsiyalar minimal xarajatlar bilan amalga oshiriladigan muvofiqlashtirilgan tizimni aniqlash kerak. Bu muammoni hal qilishda konteynerli yuklarni tashishning asosiy transport turlari temir yo‘l va avtomobil transporti bo‘lgan O‘zbekiston sharoiti uchun alohida ahamiyatga ega. Bundan tashqari avtomobil transportida konteyner tashishga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash, ularni ta’sir etish darajalarini baholash kabi muammolarni hal qilish zarurati maqolaning dolzarbligi va vazifalarini belgilab beradi [1].

Logistika ta’minot zanjirida avtomobil transportida konteyner tashishga ta’sir etuvchi

asosiy omillarning muhimlik darajasini baholash usuli, uchta toifaga bo‘linadi, ular: subyektiv, obyektiv va kombinatsiyalangan tortish usullaridir. Subyektiv tortish-bu qaror qabul qiluvchilarning (ekspertlarning) subyektiv xulosasiga ko‘ra atribut (xususiyat) muhimlikni aniqlash usulidir. Bunda, kerakli ma’lumotlar kuchli malakaga asoslangan, subyektiv mulohazalar asosida ekspertlar tomonidan olinadi. Obyektiv tortish usulining dastlabki ma’lumotlari bevosita mavjud obyektiv muhitdan olinishi kerak. Ma’lumotlarni qayta ishlash jarayoni atributlarning o‘zaro bog‘liqligi va ta’sirini o‘rganishdan iborat bo‘lishi kerak, so‘ngra atributlar o‘rtasidagi bog‘liqlik darajasi yoki har bir atribut muhimligi taqdim etilgan ma’lumotlar miqdori asosida bog‘liqlik qiymatlarini aniqlash zarur bo‘ladi [2].

Metodika

Obyektiv tortish usuli atributning ma’nosiga qarab muhimlik darajalarini aniqlashda afzalliklarga ega hisoblanadi. Obyektiv tortish usuli hisob-kitob jarayonida subyektiv qaror qabul qilishga ta’sir qilmaydi, ammo qaror qabul qiluvchilarning turli atributlarga bo‘lgan ahamiyatini aks ettira olmaydi. Ba’zida ma’lum qiymatlar atributning haqiqiy ahamiyatiga zid keladi. Tashishga ta’sir etuvchi asosiy omillarning muhimlik darajalarini baholashda qaror qabul qiluvchilarning tajribalari bo‘yicha afzalliklarini hisobga olish va tortishishning subyektiv o‘zboshimchaliklarini kamaytirishga intilish uchun tadqiqotda formuladan kelib chiqadigan subyektiv va obyektiv kompleks tortish usullari qo‘llanilgan [2, 3].

$$W = \alpha \cdot W_{AHP} + (1-\alpha) \cdot W_{Entrophy} \quad (1)$$

bunda:

α – subyektiv muhimlik koeffitsiyenti ($0 \le \alpha \le 1$);

1 – muhimlik darajasini baholash indeksining to‘liq vaznini ifodalaydi;

W_{AEJ} va $W_{Entropy}$ mos ravishda AEJ va entropiya qiymatlari muhimlik darajasini baholash usulini takomillashganligini ifodalaydi. Ushbu tadqiqotda α=0,60 dan foydalanilgan [2].

Subyektiv tortish usuli yoki AEJ yondashuvi: Analitik iyerarxiya jarayoni (AEJ) - bu sifat va miqdoriy usullarning kombinatsiyasi bo‘lib, ko‘p mezonli va atributli qaror qabul qilishning samarali usuli hisoblanadi [4]. Qaror qabul qiluvchilar turli ko‘rsatkichlarni juftlik bilan taqqoslashlari kerak bo‘ladi. Ushbu yondashuvni tadqiq qilishdan maqsad - ko‘rsatkichlarning muqobillik funksiyasidagi nisbiy ahamiyatini ochib berish va aniqlashtirishdir [5]. AEJ ning mavjud uchta bosqichlari quyidagilardan iborat:

1-bosqich: Iyerarxiya modelini ishlab chiqish. Buing uchun dastlab, tashish jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan muammolarni aniqlanadi va unga bog‘liq bo‘lgan ko‘rsatkichlarni tahlil qilinadi va ko‘rsatkichlar orasidagi bog‘liqlikka ko‘ra iyerarxik tuzilmani shakllantiriladi. Iyerarxik tuzilma uchta qatlamni o‘z ichiga oladi. Xususan, tahlil qilinayotgan muammoning yechimi yoki natijasini bildiruvchi maqsadni, maqsadga erishish uchun zarur bo‘lgan oraliq bo‘g‘inga ishora qiluvchi mezonlarni. Maqsadga erishish uchun taqdim etilgan tanlov omillari va sxemalarini bildiriladi [2, 4].

2-bosqich: Taqqoslash matritsasini tuzish. Konteyner tashish, marshrut tuzish, avtomobil transport vositalarini ekspluatatsiya qilish tadqiqotlari va hokazolar bo‘yicha chuqur nazariy asosga va keng bilimga ega bo‘lgan mutaxassislarni tanlab olinadi va ulardan maxsus so‘rovnoma o‘tkaziladi. Mutaxassislar 1 dan 9 gacha bo‘lgan afzallik shkalasi va ularning o‘zaro (1-jadvalga qarang) bir qatlamdagi ikkita omil o‘rtasidagi nisbiy ahamiyatini aniqlab beradilar [5]. Shundan so‘ng, A juft taqqoslash matritsasi quyidagicha bajariladi:

$$A = \left[a_{ij}\right] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

3-bosqich: Har bir asosiy omillarning muhimligi aniqlanadi.

Taqqoslash matritsasining xos qiymatlari va vektorlarini (2) formula bo‘yicha hisoblanadi. Agar A mustahkamlik matritsasi sifatida qaralsa (3-formulaga qarang), har bir indikator bilan bog‘langan eng katta xos qiymatga (l_{max}) mos keladigan xos vektor muhimlik vektoridir (W_{AEJ}).

$$AX = \lambda X, \quad (3)$$

4-bosqich: Taqqoslash matritsasining izchilligini tekshirish. Taqqoslash matritsasining tasodifiy mustahkamlik nisbati (TMN) qiymati bilan tekshiriladi.

$$TMN = \frac{MI}{TMI}, \quad (4)$$

MI (5) formula bo‘yicha hisoblanishi mumkin bo‘lgan mustahkamlik indeksini ko‘rsatadi va tasodifiy mustahkamlik indeksini (TMI) ifodalaydi. Turli o‘lchamdagi matritsa uchun TMI qiymatlari 2-jadvalda keltirilgan. n funksiyasida bu taqqoslash matritsasining o‘lchami hisoblanadi. Agar TMN 0,1 dan kichik deb topilsa, u holda ekspert xulosasidan olingan taqqoslash matritsasini izchil deb hisoblash mumkin [2].

$$MI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}, \quad (5)$$

1-jadval

Saaty shkalasi tavsifi

Belgi qiymatlari	Shkala tasnifi	Izohi
α_{ij} =1	Teng darajada muhimlik	Obyektga teng ta’sir etuvchi x_i va x_j elementlar
α_{ij} = 3	O‘rta darajada muhimlik	x_i, x_j dan tadqiqot va qarorga biroz faol ta’sir etadi
α_{ij} = 5	Kuchli darajada muhimlik	x_i, x_j dan tadqiqot va qarorga kuchli ta’sir etadi
α_{ij} = 7	Juda kuchli darajada muhimlik	x_i, x_j dan tadqiqot va qarorga juda kuchli faol ta’sir etadi
α_{ij} = 9	O‘ta kuchli muhimlik	x_i, x_j dan tadqiqot va qarorga o‘ta kuchli faol ta’sir etadi
α_{ij} = 2, 4, 6, 8	Yuqoridagi qiymatlar orasidagi o‘rtacha qiymat	x_i va x_j elementlarida raqamli taqqoslash qarori
O‘zaro bog‘liqligi	Taqqoslash qiymati AEJ	x_i elementi bilan x_j elementi solishtiriladi

2-jadval

O‘rtacha tasodifiy o‘zgarmaslik indeksi TMI qiymati

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TMI	0	0	0,52	0,89	1,12	1,26	1,36	1,41	1,46	1,49	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59

Obyektiv muhimlikni aniqlash-Entropiya qiymatlarini hisoblash usulidir. Bu axborot nazariyasida entropiya noaniqlik o‘lchovi hisoblanadi. Shu bilan birga, bu tizim nazariyasida qo‘llanilsa, entropiya qiymatlari qanchalik katta bo‘lsa, tizimning tartibsizlik darajasi shunchalik yuqori bo‘ladi. Entropiyaning xususiyatlariga ko‘ra, ma’lum bir indeksning tarqalish darajasini entropiya qiymatini hisoblash yo‘li bilan aniqlash mumkin va indeksning

tarqalish darajasi har tomonlama baholashda indeksning ta’sirini (muhimliligini) ifodalaydi [2, 4].

Avtomobil transportida konteyner tashishga ta’sir etuvchi omillarni aniqlashda AEJ yondashuvi bilan bir qatorda Entropiya qiymatlaridan ham foydalanilgan, u quyidagicha hisoblanadi:

1. Taqqoslash matritsasini tuzish: Olimlarni baholash indeksi yoki baholash obyektini aniqlang va baholanadigan obyektga mos keladigan indeks qiymatining *X* taqqoslash matritsasi tuziladi. Misol uchun, omillar tizimida *m* turdagi konteyner tashish usullari va *n* ta indekslar mavjud.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}, (i = 1,\dots,m;\ j = 1,\dots,n) \quad (6)$$

Bu yerda x_{ij} i-konteyner tashish rejimining j-indeks qiymatini bildiradi.

2. Indekslarni standartlashtirish: Indeks o‘lchovining tartibsizlikka ta’sirini bartaraf etish uchun (7) formuladan foydalangan holda indekslarni standartlashtirish mumkin.

$$x_{ij} = \begin{cases} \dfrac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \\ \dfrac{x_j^{\max} - x_j^{\min}}{x_{ij} - x_j^{\min}} \end{cases}, (i = 1,\dots,m;\ j = 1,\dots,n) \quad (7)$$

Bunda x_j^{max} va x_j^{min} - matrissadagi j indeksning maxsimum va minimum qiymatlari.

3. Entropiya qiymatlari indeksini hisoblash: Entropiya ta’rifiga ko‘ra j-chi indeksning entropiyasi (8) formula bilan aniqlanadi.

$$E_j = -\frac{\sum_{i=1}^{m} y_{ij} \ln y_{ij}}{\ln m}, (i = 1,\dots,m;\ j = 1,\dots,n) \quad (8)$$

Bu erda: y_{ij} - *j*-indeks ostidagi *i*-konteyner tashish rejimi indeks qiymatining nisbati . y_{ij} (9) formula orqali hisoblanadi [2, 3].

$$y_{ij} = -\frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^{'}}, (i = 1,\dots,m;\ j = 1,\dots,n; 0 \le y_{ij} \le 1) \quad (9)$$

W_j – j-indeks indeksining entropiya qiymatlari muhimliligini *($W_{Entropiya}$)* hisoblash (10) formula bo‘yicha aniqlanadi.

$$W_j = -\frac{1 - E_j}{n - \sum_{j=1}^{n} E_j}, \sum_{j=1}^{n} W_j = 1 (j = 1,\dots,n) \quad (10)$$

Konteyner tashishda avtomobil va temir yo‘l ya’ni ikkita turli xil alternativ tizimning ishlashini tahlil qilindi: avtomobil transporti (A1) va temir yo‘l transporti (A2).

4. Ma’lumotlar yig‘ish: Ma’lumotlar asosan O‘ztemiryo‘lkonteyner AJ ning “Multimodal va ichki tashuvlar bo‘limi va “BK Intrans” hodimlari hamda shaxsiy avtomobillarda konteyner tashuvchi haydovchilardan ekspert tekshiruvlarini orqali uchta konteyner tashish tizimi haqida ma’lumot to‘plangan.

AEJ (Analitik iyerarxiya jarayoni) yondashuvi bo‘yicha so‘rovnomalarga ko‘ra Toshkent

shahridagi 5 ta yuk terminallari mutaxassislari tomonidan javob berilgan.

Natijalar va muhokamalar

Dastlab birinchi darajali ko‘rsatkichlarni taqqoslash matritsasini tuziladi va muhimlik hisoblanadi.

(3), (4) va (5) formulalariga ko‘ra, maksimal xos qiymat λmax qiymati 4,002 ga teng bo‘lsa, hukm matritsasi *MI ning* izchillik indeksi 0 ga teng chiqadi. Bu holda, o‘rtacha tasodifiy mustahkamlik indeksi-*TMI,* 0,89 ga teng va tasodifiy mustahkamlik *TMN* nisbati 0,0031 ga teng bo‘ladi, ya’ni taqqoslash matritsasi izchillik talablariga javob berishi uchun 0,1 dan kam hisoblanadi. Muhimlik vektori 3 - jadvalda ko‘rsatilgan [2,3].

3-jadval

Konteyner tashishga ta’sir etuvchi asosiy omillarning muhimlik darajalarini baholash ko‘rsatkichlarning taqqoslash matritsasi

Omillar	Texnik	Iqdisodiy	Texnologik	Ekologik	Muhimligi
1	2	3	4	5	6
Texnik	1	0,758	0,919	1,388	**0,239**
Iqdisodiy	1,322	1	1,213	1,831	**0,317**
Texnologik	1,089	0,831	1,00	1,510	**0,259**
Ekologik	**0,721**	**0,551**	**0,659**	**1**	**0,174**

Shundan so‘ng, ikkinchi darajali ko‘rsatkichlarni taqqoslash matritsasini tuziladi va muhimliklarini hisoblanadi.

Hisoblash orqali har bir baholash indeksining subyektiv muhimligi natijasilari 4-jadvalda keltirilgan.

Entropiya qiymati usulidan foydalanishning ifodalanishi:

1. Indekslarni standartlashtirishda X' matritsasini hisoblash uchun keltirilgan ma’lumotlar (7) formula bo‘yicha normallashtiriladi [17, 46].

$$X = \begin{bmatrix} 1{,}00 & 1{,}00 & 0{,}00 & 0{,}00 & 1{,}00 & 1{,}00 & 0{,}045 & 0{,}00 & 1{,}00 & 1{,}00 & 0{,}00 & 0{,}447 & 0{,}00 \\ 0{,}811 & 0{,}00 & 1{,}00 & 0{,}647 & 0{,}00 & 0{,}31 & 1{,}00 & 1{,}00 & 0{,}00 & 0{,}087 & 0{,}172 & 0{,}065 & 1{,}00 \\ 0{,}00 & 0{,}063 & 0{,}479 & 1{,}00 & 0{,}00 & 0{,}00 & 0{,}00 & 0{,}545 & 0{,}051 & 0{,}00 & 1{,}00 & 0{,}00 & 0{,}019 \end{bmatrix}$$

3. Indeks entropiyasini hisoblashda (8) va (9) formulalar bo‘yicha hisoblangan har bir indeksning entropiya qiymati:

E =[0,093 0,075 0,076 0,073 0,073 0,072 0,084 0,110 0,033 0,037 0,068 0,034 0,073]

Entropiya muhimliligini hisoblashda (10) formula bo‘yicha hisoblangan har bir indeksning obyektiv muhimliligi aniqlanadi [2, 6]:

$W_{Entropiya}$ =[0,076 0,098 0,052 0,047 0,122 0,057 0,099 0,049 0,100 0,090 0,076 0,054 0,111]

(1) formula bo‘yicha hisoblangan har bir indeksning umumiy muhimliligini ifodalaydi:

W =[0,090 0,084 0,066 0,063 0,093 0,066 0,089 0,086 0,060 0,058 0,071 0,042 0,080]

Yakuniy natijalar 11-jadvalda batafsil aks ettirilgan, shu jumladan har bir ko‘rsatkichning dolzarblik darajasi keltirilgan. Ushbu daraja eng muhim ratsional tashish parametrlari-transport ta’rifi (xarajat omili), marshrut masofasi va yetkazib berish muddatlari (xizmat omili) ekanligi aniqlandi.

4-jadvaldagi taqqoslash natijalariga ko‘ra, 13 ta ko‘rsatkichlar orasida konteyner tashishning beshta ratsional tashish parametrlari - tashish ta’rifi, marshrut masofasi, o‘z vaqtida

yetkazib berish, tashish xavfsizligi va transport tarmog‘i zichligi konteyner tashishda avtomobil transporti ishlashini baholashda ta’siri kuchli ekanligi aniqlandi.

4-jadval

Kombinatsiyalangan muhimlikni hisoblash natijasi

Omillar	Ko‘rsatkichlar	W_{AEJ}	$W_{Entropiya}$	*W*
Texnik	Marshrut masofasi	0,093	0,076	**0,090**
	Transport tarmog‘i zichligi	0,075	0,098	0,084
	Avtomobilning yuk ko‘tarish qobiliyati	0,076	0,052	0,066
Iqtisodiy	Konteyner yuki qiymati	0,073	0,047	0,063
	Transport ta’rifi	0,073	0,122	**0,093**
	Transport xarajatlari	0,072	0,057	0,066
Texnologik	O‘z vaqtida yetkazish	0,084	0,099	**0,089**
	Tashish xavfsizligi	0,110	0,049	0,086
	Yuk tashish jarayonlarni kuzatish	0,033	0,100	0,060
	Xaydovchi malakasi	0,037	0,090	0,058
Ekologik	Uglerod oksidi	0,068	0,076	0,071
	Shovqinlilik	0,034	0,054	0,042
	Yo‘l-transport hodisasi	0,073	0,111	0,080

Intermodal transport samaradorligini baholashdan maqsad intermodal tashish samaradorligini operatsion samaradorlik nuqtai nazaridan baholashdan iboratdir. Adabiyotlarda intermodal tashish samaradorligini baholash uchun topilgan yettita eng muhim ratsional tashish parametrlari qatoriga quyidagilar kiradi: tashish vaqti, transport xarajatlari, xavfsizlik, yuklarni yo‘qotish darajasi yoki xavfsizligi; atrof-muhit omillari, harakatchanlik – bu yuk avtomobilining o‘rtacha tashish masofasi; ishonchlilik, axborot va standartlashtirish kabilar. Elektron hujjatlarni standartlashtirish va konteynerlashtirish tezligiga ishora qilinadi.

Xulosa

Tashish omillari, ya’ni ratsional tashish parametrlarining uch turiga transportda manfaatdor tomonlarning afzalliklari, transport tarmog‘i va intermodal operatsiya samaradorligi kiradi. Bu istiqbolli transport tizimini tashkil etishda asosiy omillarni baholash usulini takomillashtirish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Biroq, muhimlik darajasining ishlashini baholash odatda yukni AEJ va Entropiya qiymat usullariga asoslangan konteynerli multimodal transport tizimining ishlashini baholashni farqlash mumkin emas. Transport bo‘yicha ekspertlar, ya’ni qaror qabul qiluvchilar odatda yuk tashish rejimini tanlashda boshqa omillar o‘rniga transport xarajatlariga ko‘proq e’tibor berishadi. Avtomobil transportida tashish samaradorligini baholash tahlili transport koridorlari va uzellarini o‘z ichiga olgan butun intermodal tizimni baholashdan iborat.

ADABIYOTLAR

1. Jo‘rayev M.N., Yusufxonov Z.Y. va Absattarov I.X. Avtomobil transportida yuklarni tashish. O‘quv qo‘llanma. – T.: “Innovatsion rivojlanish nashriyot – matbaa uyi”, 2024, 320 bet.

2. Yujie Hu (2020) An evaluation on performance of container multimodal transportation system based on AEJ-Entropy method. Master degree. Facultat de Nàutica de Barcelona

Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona – 2020, 43

3. Бутаев, Ш. А., Мирзааҳмедов, Б. М., Жўраев, М. Н., Дўрмонов, А. Ш., & Баҳодиров, Б. (2009). Ташиш жараёнларини моделлаштириш ва оптималлаштириш. Тошкент: ФАН, 268.

4. Chen M K, Wang S C. The critical factors of success for information service industry in developing international market: Using analytic hierarchy process (AEJ) approach. Expert Systems with Applications, 2010, 37(1): 694-704.

5. Li S, Li J Z. Hybridising human judgment, AEJ, simulation and a fuzzy expert system for strategy formulation under uncertainty. Expert Systems with Applications, 2009, 36(3): 5557-5564.

6. Zhiguo H, Yan L, Zhihua F, et al. Calculation on High-ranked RI of Analytic Hierarchy Process [D]. 2002.

УДК 656.073

LOGISTIKA TAMOYILLARI ASOSIDA YUKLARNI KONTEYNERLARDA TASHISHNI TADQIQ QILISH

Yusufxonov Zokirxon Yusufxon o‘g‘li
Toshkent davlat transport universiteti, PhD, E-mail: zokirxon_y@tstu.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada avtomobil transportlarida konteyner tashish holatini logistika tamoyillari asosida tadqiq qilingan va tashish jarayonlarini rivojlantirishda logistika yondashuvlari muayyan tarmoqning raqobatbardoshligini oshirish va tashish masalasini yechish uchun mijozlarni qanoatlantirish imkonini beruvchi yangi boshqaruv texnologiyasi taklif etilgan.

Abstract. This article investigates the state of container transportation in road vehicles based on logistics principles and proposes a new management technology that utilizes logistics approaches to enhance the competitiveness of a specific sector and solve transportation issues by satisfying customers in the development of transportation processes.

Аннотация. В данной статье исследовано состояние перевозки контейнеров автомобильным транспортом на основе принципов логистики, и предложена новая технология управления, позволяющая с помощью логистических подходов повысить конкурентоспособность конкретной отрасли и решить транспортные задачи путём удовлетворения клиентов при развитии процессов перевозки.

Kalit so‘zlar: konteyner, logistika tamoyili, tashish, boshqarish, texnologiya, model.

Keywords: container, logistics principle, transportation, management, technology, model.

Ключевые слова: контейнер, принцип логистики, перевозка, управление, технология, модель.

Yuklarni konteynerlarda avtomobil transportlari orqali tashish ichki, eksport, import va tranzit tashishlar orqali amalga oshiriladi. Konteynerlashgan yuk hajmining oshishi, odatda, tranzitning ko‘payishi hisobiga ham o‘sadi. O‘zbekistonda xalqaro tashilgan yukli konteynerlarning asosiy qismi Toshkent shahrida joylashgan logistika markazlari va terminallar hissasiga to‘g‘ri keladi. Bu terminallarning barchasi yuk va konteyner tashuvchi avtomobillar sonining ko‘payishi hisobiga shaharda noqulay transport vaziyatining yuzaga kelishiga olib kelmoqda.

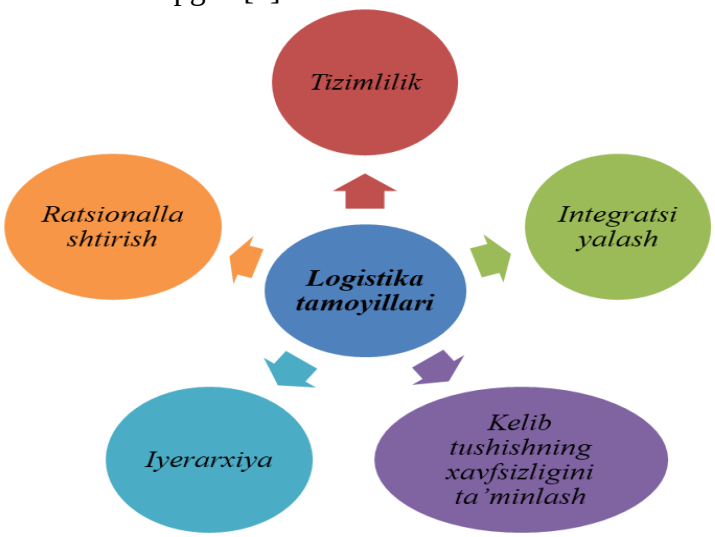
Yuk tashishni konteynerlashtirish - transport jarayonlarini tashkil etish va boshqarishning yangi yondashuvlarini keng rivojlanishiga, ortiqcha ortish-tushirishlarni kamayishiga, yuklarning yo‘qotilishi va shikastlanishini kamayishiga hamda ularning tovar holatini saqlash, tashish vaqtini qisqartirish, eng zamonaviy qadoqlash turlaridan foydalanish natijasida harakatlanuvchi tarkibdan yanada oqilona foydalanish va hokazo hisoblanadi [1,6].

Hozirda mamlakatimizning transport logistika tizimi orqali butun dunyo bo‘ylab uzoq masofalarga yuklarni tashish uchun qulay bo‘lgan konteynerlar orqali intermodal tashuvlar amalga oshirilmoqda. Konteynerlarni bir manzildan ikkinchi manzilga yetkazishda asosan temir yo‘l va avtomobil transportlarining o‘zaro muvofiqlashuviga alohida e’tibor berilmoqda.

Konteyner tashishda logistika tamoyillarining ilmiy-nazariy yo‘nalishi tadqiq etilib, undagi asosiy tamoyil belgilab olindi. Bunda, logistika tamoyili, uning mazmun-mohiyatini yorituvchi elementlar tarkibi aniqlandi.

Logistika tamoyilining mazmun-mohiyatini yorituvchi elementlarining konteynerlarni avtomobil transporti vositalarida iste’molchilarga yetkazib berish jarayonlarida foydalanishi imkoniyatlari aniqlangan (1-rasm). Bunda, logistika tamoyili elementlarini shartli ravishda ikkita yo‘nalishga ajratildi. Birinchi yo‘nalishda, logistika tamoyilining mafkuraviy moslashuv,

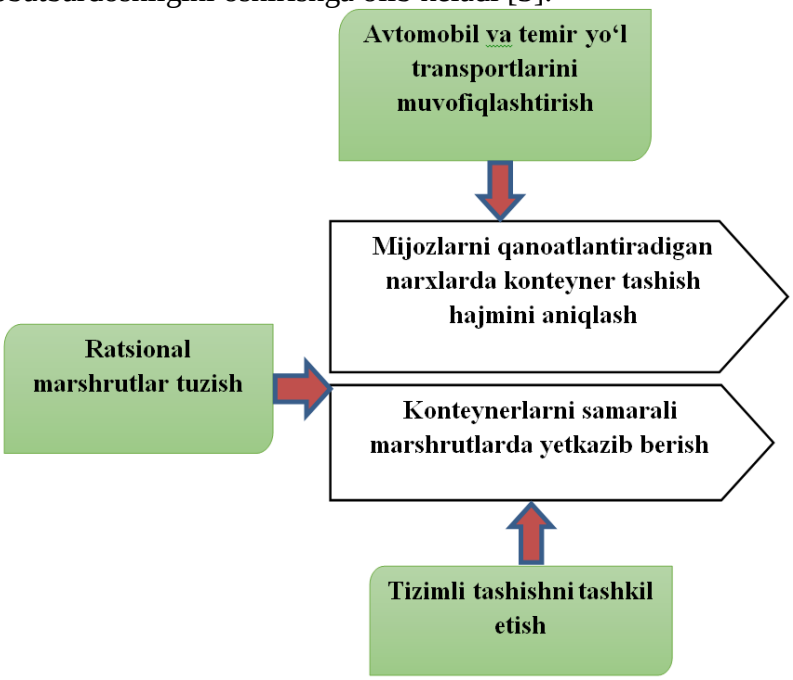
hududiy geografik yaqinlik va funksional sohalarning o‘zaro bog‘liqligini ta’minlash elementlarining g‘oyaviy mazmunlari yo‘g‘rilgan yagona logistik tuzilmasi shakllantirildi (2-rasm). Shakllantirilgan logistika ta’minot zanjiri tuzilmasi, konteyner terminallari va konteynerlarni iste’molchilarga yetkazib berish jarayonlarida ishtirok etuvchi avtomobil transport korxonalaridan tashkil topgan [1].



1-rasm. Logistika tamoyillarining tarkibiy elementlari

Ikkinchi yo‘nalishda, konteyner tashishning optimalligini ta’minlash, kompyuterlashtirish va jarayonni boshqarish hamda moliyalashtirish elementlaridagi talablari va logistikaning samarali faoliyatini ta’minlash uchun, quyidagi ikkita masala qo‘yilgan [1,4].

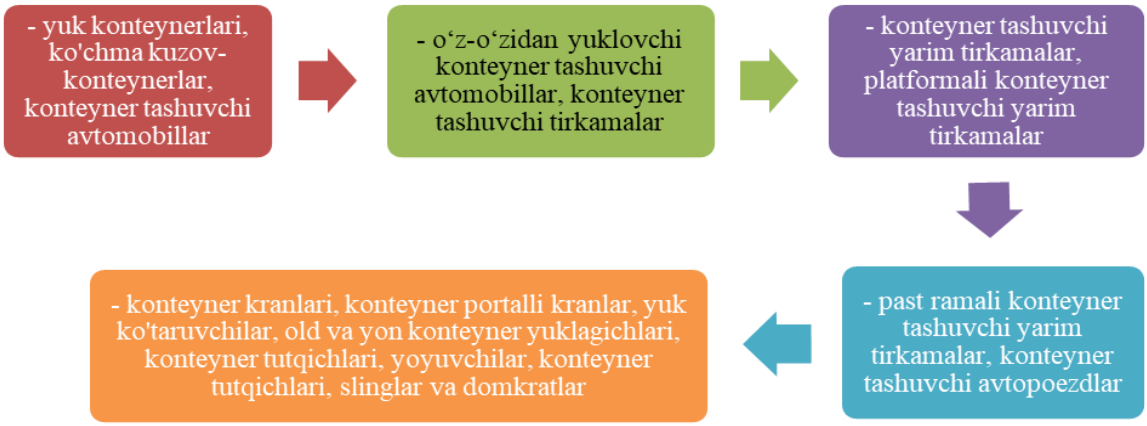
Konteyner tashish jarayonlarini rivojlantirishning logistika yondashuvi muayyan hudud yoki tarmoqning raqobatbardoshligini oshirish imkonini beruvchi yangi boshqaruv texnologiyasini ifoda etadi. Bunday yondashuv, transport vositalaridan samarali foydalanish bilan bir qatorda, hududlarni rivojlantirishga yordam beradi hamda hududiy ishlab chiqarish tizimlarining raqobatbardoshligini oshirishga olib keladi [3].



2-rasm. Konteynerlarni iste’molchilarga yetkazib berishda logistika tamoyili elementlarining qo‘llanilishi

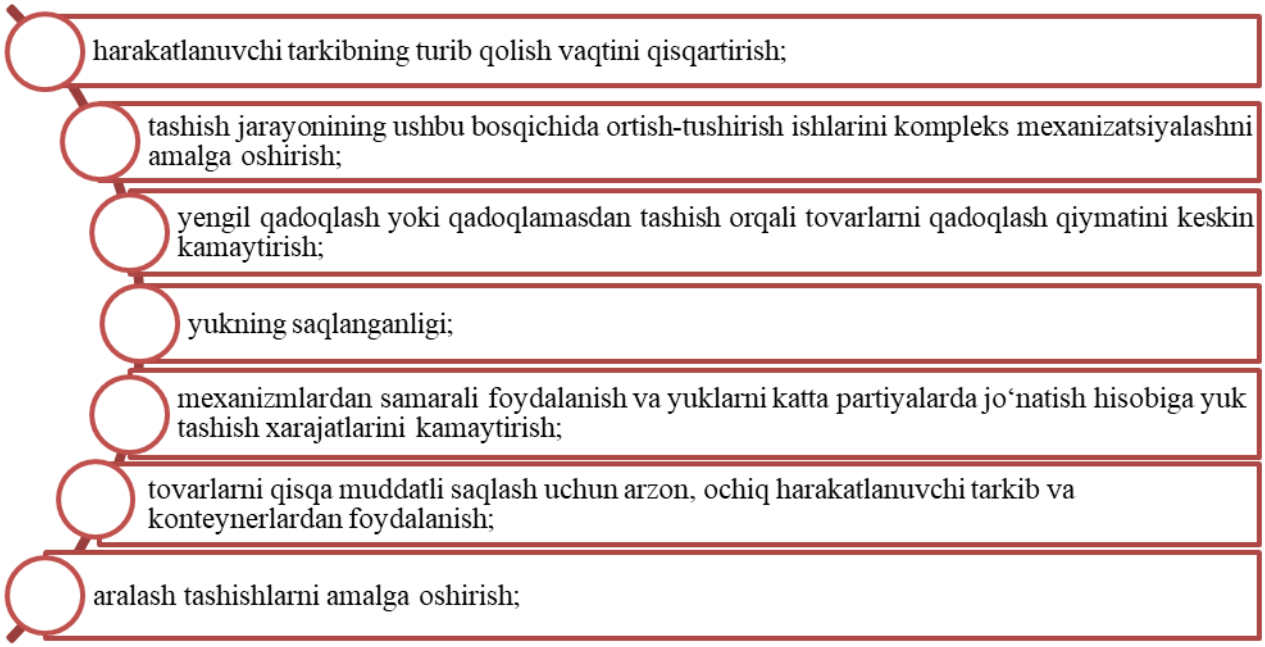
Konteynerlar turli xil transport vositalari orqali tovarlarning ko‘chirilishi uchun keng qo‘llaniladigan muhim vosita hisoblanadi. Bu esa transportni optimallashtirish, tezlikni oshirish, oqimni tezroq bajarish va umumiy ravishda logistika nazorati ostida iqtisodiyotni samarali tashkil etishga imkon beradi. Konteynerlarni yuk tashish uchun ishlatilishi ISO 668: 1995 (GOST R 53350-2009) xalqaro standartiga mos keladigan 20, 40 va 45 futli turlari yurtimizda keng foydalanilmoqda. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 7-aprel 2018-yildagi “O‘zbekiston Respublikasida avtomobil transportida yuklarni tashish qoidalariga qo‘shimchalar kiritish to‘g‘risida”gi 277-son qarorida avtomobil transport vositalarida yuklarni tashish masalalariga e’tibor qaratilgan [2].

Konteyner transporti tizimi (KTT) – bu yuklarni samarali tashishni ta’minlaydigan transport turlari, texnik vositalar, texnologik jarayonlar va tashkiliy tadbirlar, iqtisodiy va huquqiy standartlar majmuasidir. Konteyner tashishni rivojlantirishning hozirgi bosqichi integratsiyalashgan milliy va xalqaro konteyner tizimlarini yaratish bilan tavsiflanadi (3-rasmga qarang).



3-rasm. Avtomobil transportida KTT ning ishlashi

Konteynerlardan foydalanish imkoniyati bo‘yicha ma’lumot 3–rasmda keltirilgan.



4-rasm. Konteynerlardan foydalanish imkoniyatlari

Konteynerlardan foydalanilganda ularni sotib olish va ularga xizmat ko‘rsatish uchun zarur bo‘ladigan bir martalik xarajatlar sezilarli darajada oshadi, konteynerning massasi va hajmi tufayli harakatlanuvchi tarkibning yuk ko‘tarish qobiliyati va quvvatidan foydalanish kamayadi, agar yuk qayta yuklangan holda tashilsa avtomobil transportida yetkazib berish vaqti oshadi [4,5].

Yetkazib berish va olib chiqish shunday tarzda amalga oshiriladiki bunda, yuk ortish va tushirish paytida harakatlanuvchi tarkibning turib qolishi minimal bo‘ladi.

Konteynerlarni transport vositasidan uzmasdan va uzgan holda tushirish (yuklash) mumkin. Birinchi holda, yuk ortish va tushirish vaqtida harakatlanuvchi tarkibning ishlamay turib qolish vaqti kamaymaydi, lekin konteynerlarning mijozda qolish vaqti kamayadi. Asosiy sabab - mijozda mexanizatsiya vositalarining yo‘qligi. Ikkinchi holda, mijoz aylanma konteyner parki bilan aylanma konteyner punktini tashkil qiladi. Bunda yuklarni ortish zavod ichidagi transport va mexanizmlardan foydalangan holda almashish shoxobchasidan konteynerlarni yetkazib berish bevosita sexlarda amalga oshirilishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Jo‘rayev M.N., Yusufxonov Z.Y. va Absattarov I.X. Avtomobil transportida yuklarni tashish. O‘quv qo‘llanma. – T.: “Innovatsion rivojlanish nashriyot – matbaa uyi”, 2024, 320 bet.

2. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 7-aprel 2018-yildagi “O‘zbekiston Respublikasida avtomobil transportida yuklarni tashish qoidalariga qo‘shimchalar kiritish to‘g‘risida”gi 277-son qarori

3. Турдиматов О.С. Прогнозирование показателей работы контейнерного парка на основании многофакторной корреляционной модели. – Труды ВНИИЖТ, вып 631, 1980. – С. 61-66.

4. Турдиматов О.С. Исследование вопросов прогнозирования работы контейнерного парка. – Автореф. дис. на соиск. ученой степени к.т.н. - М.: МИИТ, 1982. – 26 с.

5. Yusufxonov Z.Y., Tajibayev D.E. Исследование системы контейнерных грузоперевозок на автомобильном транспорте. Научно-практический электронный журнал Оригинальные исследования (ОРИС), ISSN 2222-0402, № 09, 2024, Стр: 132-136 www.ores.su; original-research.ru

6. Bondarenko, E.V., Goncharov, A.A., Gorlatov, S.E. Lyubimov, II, Manaev, K.I., Melnikov, A.N., Trubin, N.A. Concept of municipal road transport. The world of transport and technological machines, 2 (49). Orel, 110-116 (2015)

UO‘K 656. 073

TEMIR YO‘L TRANSPORTIDA YUKLARNI YETKAZIB BERISHDA INTELEKTUAL TIZIMNI YARATISH CHORA-TADBIRLARI

Barotov Jamshid Sayfullayevich
Toshkent davlat transport universiteti, [0000-0002-8934-2933] jamshid-uzb92@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada temir yo‘l transportidagi yuklarni o‘z vaqtida yetkazib berishga qaratilgan. Bugungi kunda yuk tashishlarni avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi mavjud lekin bu avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi emasligi keltirilgan. Temir yo‘l transportida mustaqil variantlarni tanlaydigan intelektual tizim mavjud bo‘lmaganligi uchun zamonaviy boshqaruv tizimini qo‘llashni uslubi keltirilgan. Avtomatlashtirilgan tizimning ma’lumotlar bazasidan foydalanib mustaqil variantlarni tanlaydigan intelektual tizimni tashkil qilish belgilangan. Intelektual tizimni qo‘llashda yuk jo‘natma turlari bo‘yicha alohida ishlash jarayonlari keltirilgan.

Abstract. This article focuses on the timely delivery of goods by rail. It is noted that today there is an automated freight transportation management system, but this is not an automated management system. Due to the lack of an intelligent system for independent selection of options in railway transport, a methodology for applying a modern management system is presented. It is planned to create an intelligent system that independently selects options using the database of an automated system. Separate processing processes for the types of cargo shipments in the application of the intelligent system are presented.

Аннотация. В данной статье рассматривается обеспечение своевременной доставки грузов на железнодорожном транспорте. На сегодняшний день существует автоматизированная система управления грузовыми перевозками, однако отмечено, что она не является полноценной интеллектуальной системой. Поскольку на железнодорожном транспорте отсутствует интеллектуальная система, способная самостоятельно выбирать оптимальные варианты решений, предложен метод применения современной системы управления. Определено создание интеллектуальной системы, которая, используя базу данных автоматизированной системы, сможет самостоятельно выбирать рациональные варианты. При применении интеллектуальной системы приведены отдельные технологические процессы для различных видов грузовых отправок.

Kalit so‘zlar: yuk, mijoz, stansiya, yetkazib berish, vagonlar.
Keywords: cargo, customer, station, delivery, wagons.
Ключевые слова: груз, клиент, станция, доставка, вагоны

Kirish. Temir yo‘l transportida yuklarni belgilangan muddatda yetkazib berish emas, balki turli jo‘natma turlari bo‘yicha transport xizmatini amalga oshirish talab qilinadi. Yuk tashishda transport xizmatining sifatli xizmat ko‘rsatishi katta iqtisodiy ahamiyatga ega, chunki bundan yuk qabul qiluvchilarning omborlarida ishlab chiqarishning uzluksizligini va aholining ta’minotini saqlash uchun zarur bo‘lgan sug‘urta zaxiralari hajmi, zarur aylanma mablag‘lar miqdori hamda yuklarni saqlash xarajatlari va boshqa ko‘plab omillar bevosita bog‘liq bo‘ladi.

Dolzarbligi.

Maqolaning dolzarbligi 2022-yil 28-yanvardagi “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-60-sonli Farmonida “Barcha transport turlarini uzviy bog‘lagan holda yagona transport tizimini rivojlantirish…, transport va logistika xizmatlari bozori va infratuzilmasini rivojlantirish…, transport sohasida tashqi savdo uchun “yashil koridorlar” hamda tranzit imkoniyatlarini kengaytirish…”, O‘zbekiston Respublikasi

Prezidentining 11.09.2023-yildagi PF-158-son Farmoni, “O‘zbekiston-2030” strategiyasi to‘g‘risidagi “O‘zbekiston Respublikasining global transport-logistika tarmoqlariga integratsiyasini chuqurlashtirish va milliy transport tizimining salohiyatini oshirish…”, PQ-329-сон 10.10.2023-yil O‘zbekiston Respublikasi temir yo‘l transporti sohasini tubdan isloh qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida kabi vazifalari belgilangan.

Ilmiy tadqiqot ishining asosiy vazifasi temir yo‘l transportida yuklarni sifatli xavfsizligini ta’minlagan holda o‘z vaqtida yetkazib berib xalqaro transport koridorlarida raqobatbordoshligini oshirishdan iboratdir.

Ilmiy tadqiqot asosiy maqsadi xalqaro maydonda yuklarni yetkazishda kamchiliklarini oldini olish va mijozlarga sifatli xizmat ko‘rsatishdan iborat.

Yuk tashish sohasida mijozga sifatli xizmat ko‘rsatishda asosiy vazifasi “O‘TY” AJ bilan o‘zaro hamkorligi orqali yuk jo‘natuvchining arizasiga binoan vagonlarni samarali yuk ortish uchun tashkillashtirish, yuklarni yetkazib berishni tezlashtirish, yuklarni xavfsizligini ta’minlash, vagonni joylashuvi va vagonlar bilan bajarilayotgan operatsiyalar haqida ma’lumot berish hamda yo‘l davomida vagonlarni samarasiz turib qolish vaqtini nazorat qilishdan iboratdir.

Tahlillar.

Bugungi kunda tahlillarga ko‘ra yuk jo‘natmalarining o‘rtacha 40% belgilangan me’yorda yetib borganligini ko‘rish mumkin. Yuklarni yetkazib berishda 89% stansiyalarda bo‘lishi hamda 11% vaqti vagonning harakatdagi vaqti ekanligini ko‘rish mumkin. Bu esa yuklarni yetkazib berishda takomillashtirilga texnologiyalarni qo‘llash orqali dasturlashtirish kerak ekanligi kelib chiqadi. Mahalliy yuklarni yetkazib berishda yo‘l davomida 2-3 ta texnik stansiyalarda qayta ishlash kerakligi kelib chiqadi. Masalan: Xamza stansiyasidan yuk yuklanganda termiz stansiyasigacha bolgan masofada Chuqursoy, Xovast, Maroqand, Qarshi, Termiz stansiyasida qayta ishlanishiga to‘g‘ri kelgan. Vagonlarni manziligacha borguniga qadar 4-5 ta stansiyada qayta ishlanishiga to‘g‘ri kelmoqda. Bu esa vagonlarni o‘z manziliga kechikib yetib borishga sabab bo‘layotganini ko‘rish mumkin. Stansiyalardagi to‘xtash vaqtini o‘rtacha 0,5 soatga qisqartirish vagon aylanmasini 6 soatga tezlashtirishi aniqlangan. Ushbu ko‘rsatkich yuklarni me’yoriy muddatlarda yetkazib berish xavfi mavjud bo‘lgan holatlarda alohida ahamiyat kasb etadi. Yuklarni yetkazib berish muddati buzilgan taqdirda tashuvchi yuk egalari oldida moddiy javobgarlikka tortiladi. O‘zbekiston Respublikasi temir yo‘l Ustavining 128 bandiga muvofiq amalga oshiriladi [1]. “O‘TY” AJ da yuklarni yetkazib berish muddatining buzilishi oqibatida yuzaga keladigan jarima to‘lovlarini qisqartirish belgilangan.

Yetkazib berish muddati shunchaki buzilmasligi emas, balki yuk aynan yuk xatida ko‘rsatilgan muddatlarda, ya’ni o‘z vaqtida yetkazilishi lozim. Ko‘pgina hollarda yetkazib berish muddati vagonlar kech qolib berilganda ham mijozlar tarafidan shikoyat tushmasligi sababli o‘rganilmay qoladi.

Adabiyotlar sharhi.

Temir yo‘l transportida yuklarni yetkazib berishni takomillashtirish bo‘yicha ko‘plab olimlar tadqiqot ishlari olib borganlar. Bulardan Dr. Marin Marinov va Jose Viegas (2011)[2] ilmiy ishlarida poyezdlar harakatini tashkil etish va boshqarishga qaratilgan. Poyezdlarning ishlash shakllari, temir yo‘l harakatini boshqarish va poyezdlarni jo‘natish muammolari va terminallarning ishlashi, shuningdek, temir yo‘l tizimlari va tarmoqlarining xatti-harakatlarini tahlil qilish va baholash uchun analitik usullardan qo‘llanilganligini ko‘rish mumkin.

Vagonlar oqimini tashkil qilishda optimal variantlarni tanlash kerak. Unda yo‘nalish bo‘yicha poyezdlar harakatini minimum masofasini aniqlab eng kam yetkazish muddatini belgilash talab etiladi. Lekin, bunda masofa qisqa bo‘lsa vaqti ham kam bo‘ladi degani emas, chunki masofa qanchalik katta bo‘lsa vagonlarni shakllantirish kam bajarilganligi tufayli yetkazib berish vaqti kamayadi [3,4,5].

Yuklarni tashishda vagonlar bilan yo‘l davomida poyezdlarni qayta tuzish ishlari ko‘p bajarilayotganligi sababli stansiyalarda vagonlarni aksariyat qismi turib qolishini aniqlashimiz mumkin. Tahlillar natijasida yuklarni yetkazib berishda “Yuk tashish jarayonini operativ boshqarish avtomatlashtirilgan tizimi (ASOUP-Автоматизированная система оперативного управления перевозками) bundan keyin ASOUP deb yuritiladi” boshqaruv tizimi alohida o‘rganildi. Ayniqsa ushbu tizimning “Stansiyalarni avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi (ASU ST-Автоматизированная система управления станциями), mahalliy ishlarni boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimi (ASU MR-Автоматизированная система управления местной работой), konteyner maydonchasini boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimi (ASU KP-Автоматизированная система управления контейнерной площадкой), Saralash stansiyasini boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimi (ASU SS-Автоматизированная система управления сортировочной станцией)” yuk va tijorat ishlarida ma’lumotlar bazasida foydalanish imkonini beradi [6].

Ushbu boshqaruv tizimining vazifalari quyidagilardan iborat bo‘ladi:

1. Yuk tashishlarni avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi ASUP:

umumiy transport rejalarini tuzish (oylik, choraklik, yillik);

yuk tashish hajmlari bashoratlash;

butun temir yo‘l tarmog‘i bo‘yicha yuk oqimlarini taqsimlash;

davlat va xalqaro darajada transport strategiyasini qo‘llab-quvvatlash.

2. Tashish jarayonini operativ boshqarish avtomatlashtirilgan tizimi ASOUP-2:

Har kuni, har soatda yuk tashish jarayonini kuzatish;

Vagonlarning qayerda ekanligini va qaysi yo‘nalishda ketayotganini nazorat qilish;

Yuk tashish jarayonida yuzaga keladigan o‘zgarishlarga (kechikish, nosozlik, qo‘shimcha yuk) tezkor javob berish;

ASU ST, ASU MR kabi tizimlardan real vaqt ma’lumotlarini yig‘adi.

3. Stansiyalarni avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi ASU ST:

poyezdlarni qabul qilish, jo‘natish va o‘tkazish;

vagonlarni bir yo‘ldan boshqasiga o‘tkazish;

saralash parkida vagonlarni joylashtirish;

boshqa avtomatlashtirilgan tizimlar (ASOUP, ASU MR, ASU KP, ASU KP) bilan integratsiyasi;

real vaqt rejimida yuk va vagonlar harakati haqida ma’lumot almashish;

vagon va yuklarni hisobga olishda qaysi vagon qaysi yo‘lda turibdi, qayerga yuborilishi haqida ma’lumotlar shakllanadi;

yuklangan yoki bo‘sh vagonlar hisobini yuritish;

stansiyadagi ishlar bo‘yicha avtomatik statistik ma’lumotlar va hisobotlarni shakllantiradi.

4. Mahalliy ishlarni boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimi ASU MR:

vagonlarni bir yo‘ldan boshqasiga o‘tkazish, parklar orasida tarqatish, yuk ortish-tushirish joylariga berish haqida ma’lumotlarni kiritish;

bo‘sh va yuklangan vagonlarni joylashtirish va taqsimlash jarayonini nazorat qilish;

texnik va tijorat ko‘rikdan o‘tkazilgan vagonlar bo‘yicha ma’lumotlarni kiritish;

bir stansiyadan ikkinchisiga bo‘sh vagon yuborish yoki yuk ortiladigan punktlarga vagon berish;

ASUP, ASOUP va ASU ST bilan axborot almashib ishlashini ta’minlaydi.

5. Konteyner maydonchasini boshqarish avtomatlashtirilgan tizimi ASU KP:

konteynerlarning joylashuvi va hisobini yuritish-maydonchada turgan har bir konteynerning o‘lchami, turi, egasi, yuk holati (bo‘sh yoki yuklangan) va joylashuv

koordinatalarini saqlaydi;

yuk egalariga, ekspeditorlarga va temir yo‘l tizimiga (ASOUP, ASU ST) real vaqt rejimida ma’lumot uzatib turadi;

konteynerlarni qaysi joyga qo‘yish, qaysi transportga (poyezd, avtomobil) yuklash ma’lumotlarini uzatadi.

yuk oqimi, konteyner aylanmasi, bo‘sh konteynerlar soni bo‘yicha avtomatik hisobot yaratadi.

Saralash stansiyasini boshqarish avtomatlashtirilgan tizimi ASU SS:

vagonlarni parkdan parkka o‘tkazish, saralash tepaligi orqali vagonlarni kerakli yo‘nalishlarga taqsimlash;

qaysi vagon qaysi yo‘lda turganini aniqlash;

vagonlar oqimini real vaqt rejimida kuzatish;

ASOUP-2 va ASU ST bilan integratsiyasini ta’minlaydi;

yuk oqimi va vagonlar joylashuvi haqida markaziy tizimlarga ma’lumot uzatadi.

Yuk jo‘natuvchi va “O‘TY AJ” o‘rtasidagi elektron yuk aylanmasi tizimida o‘zaro hamkorlikni tashkil etishning axborot asosi elektron yuk xati va yukni tashishga elektron kelishilgan ariza hisoblanadi. Bugungi kunda yuk xujjatlari va ariza berish tartibi O‘zbekiston temir yo‘llarida 2023-yildan buyon elektronlashtirilga holda ishlamoqda [7]. Yuk tashish hujjatlarini markazlashgan tayyorlash va rasmiylashtirish avtomatlashtirilgan tizimi (e-nakl)da tuziladi. Aynan elektron yuk xati yukni yetkazib berish muddatining tugash sanasi haqidagi ma’lumotlar aks ettiriladi.

Ushbu ma’lumotlar bilan birgalikda biz taklif etayotga intelektual tizimda quyidagi vazifalarni o‘z ichiga oladi: bunda yuk haqidagi ma’lumotlar, uning xususiyatlari, yetkazib berish muddatlari, temir yo‘lda poyezdlarning harakati, vagonlar bilan bog‘liq operatsiyalar, ularning holati va vagonlarning tarmoq bo‘ylab qayerda joylashgani, qaysi stansiya yoki uchastkada turgani inobatga olinib mustaqil tahlil qilib yetkazib berishni eng samarali variantini tanlash imkonini beradi.

ASU ST tizimida yetkazib berish muddati yakunlanayotgan va muddati o‘tib ketgan vagonlar bo‘yicha ma’lumot beruvchi ikki ma’lumotnoma ajratib ko‘rsatish mumkin. Biroq, yetkazib berish muddati yakunlanayotgan vagonlar bo‘yicha ma’lumotnomada yukni yetkazib berishda kechikish xavfi haqida ma’lumot mavjud emas, faqatgina yetkazib berish muddati tugashigacha qolgan vaqt aks ettiriladi.

Shuningdek, temir yo‘l stansiyalarida vagon oqimini qayta ishlash jarayonini tashkil etishda qo‘llaniladigan asosiy texnologik hujjatlar-2790 [8] so‘rov orqali vagonlar bilan bajarilayotgan operatsiyalarni aniqlash imkoniyati yaratilgan. ASU tizimida inson omili orqali ma’lumotlar bazasini kiritish mumkin va ulardan hisobot tariqasida tahlillar olib borish mumkin bo‘ladi. ASU tizimi tizimi mustaqil mantiqiy yetkazib berish variantlarini ishlab chiqmaydi. Ushbu hujjatlar tuzilmasi tahlili shuni ko‘rsatdiki, ularda yukni yetkazib berish muddati tugashini aks ettirmaydi.

Bundan tashqari vagonlar yo‘l davomidagi saralash jarayonida ishchi xodimlar ishlaydigan asosiy vositalar yuklarni yetkazib berish muddati bo‘yicha ma’lumot taqdim etishi tahlil qilinganda, quyidagi kamchiliklar aniqlangan [9,10]:

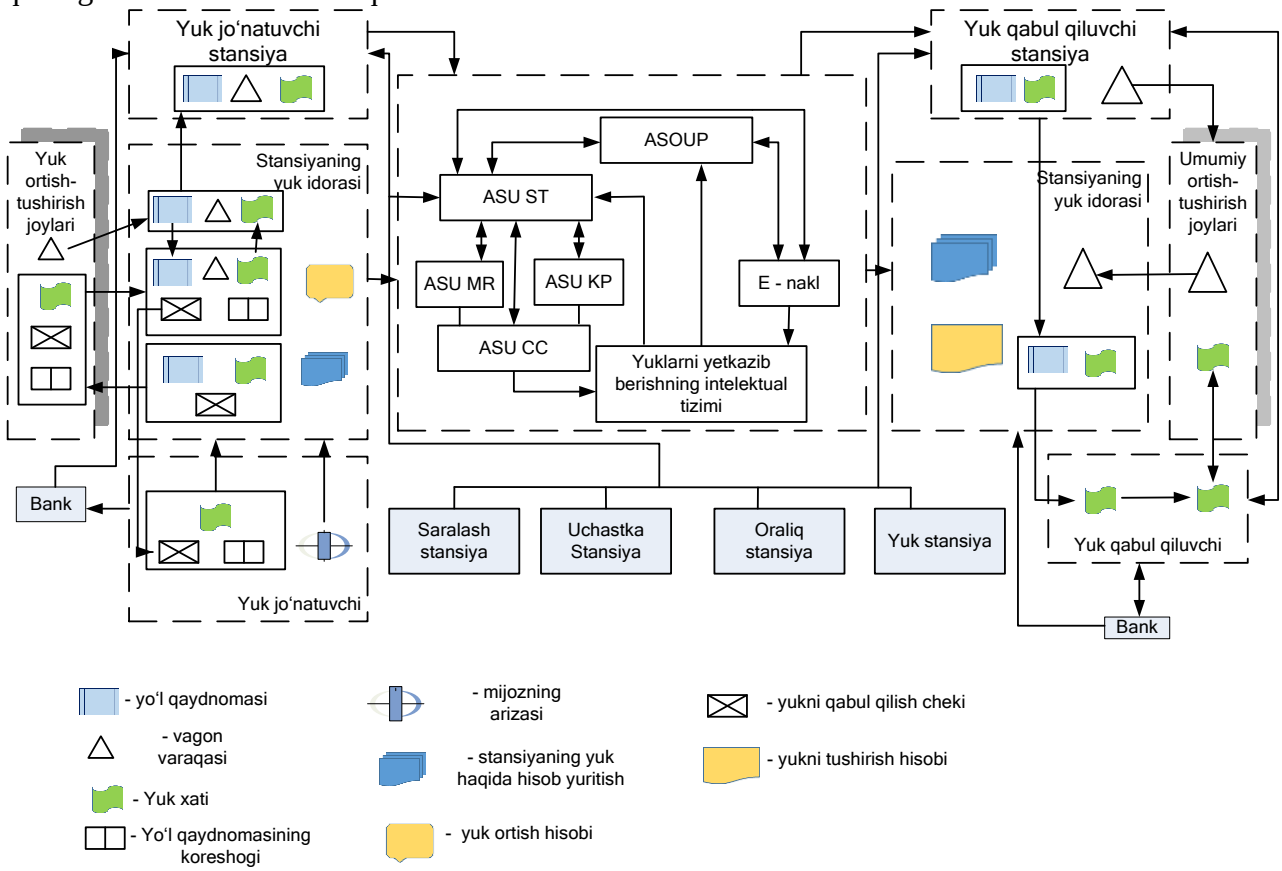
Vagonlarni yo‘l davomida stansiyalarda qayta ishlanish natijasida texnologik jarayonlarni bajarish davomiyligida hech qanday hujjat orqali yukni yetkazib berish muddati bo‘yicha ma’lumotlarni monitoring qilish mavjud emasligi;

ASU ST tizimida yukni yetkazib berishning me’yoriy muddati o‘z vaqtida bajarilmayotganligi haqida ma’lumot muttaxassislarga yetkazib turilmaydi. Bunda stansiyalarda vagonlar bilan bajarilayotgan operatsiyalarni o‘z vaqtida bajarilishini ta’minlash uchun har bir

stansiya uchun texnologik jarayonlarni ishlab chiqish talab etiladi.

Stansiyadagi texnologik jarayonlarni ishlab chiqish orqali vagonlarni stansiyalarda bo‘lish vaqtlarini aniqlash imkoniyatini yaratadi. Shuning uchun vagonning stansiyada bo‘lish vaqtining aksariyat qismi texnologik jarayonlarni bajarilishiga va vagonlarni keyingi amallar bajarilishini kutishga ketadi. Har bir bajarilayotgan amallar ketma-ketligi yuklarni yetkazib berishda kechikishlarga olib kelishi mumkin. Bularni oldini olish maqsadida vagonlarni yo‘l davomida stansiyalarda qayta ishlanishlarni kamaytirish orqali amalga oshirish mumkin bo‘ladi.

Uslubiyati. Yuklarni tashishda vagonning yo‘l davomida stansiyasida bo‘lishining umumiy vaqtiga yetkazib berish vaqtiga ta’sir ko‘rsatadi va yukni yetkazib berishning amaldagi muddatiga hamda me’yoriy muddatdan o‘zgarishiga olib keladi ta’sir qiladi. Demak, ASU tizimi orqali yuklarni yetkazishni optimal variantlarini hisoblab chiqadigan tizim yo‘qligi ta’kidlandi. Buning natijasida yuklarni yetkazib berishni intelektual tizimini yaratishga muxtojlik borligini anglatadi. Yuk tashish sohasida ko‘rsatilayotgan xizmatlar sifati bo‘yicha mijozlar samarali xizmat ko‘rsatish maqsadida stansiyalarda yuklarni yetkazib berishda optimal yo‘nalish, yuk ortish tartibi, saralash ketma-ketligini mustaqil tahlil qilib, eng samarali variantni tavsiya qiladigan tizimini ishlab chiqish kerak.



1-rasm. Jo‘natma turlari bo‘yicha intelektual tizimning axborot oqimi sxemasi

Intelektual tizimni ishlab chiqish yuklarni yo‘l davomida harakatini real vaqt rejimida kuzatish, jo‘natma qayerda ekanini aniqlash, yetkazib berish muddatlarini nazorat qilish, kechikish va jarimalarni kamaytirish hamda ularni oldini olish imkonini yaratadi.

Xulosa.

Temir yo‘l transportida yuklarni yetkazib berish muddatlarini intelektual tizim kerakligi, chunki 60 % dan ortiq yuklar belgilangan muddatdan kechikib yetkazib beriladi, bu esa vagonlarning bekor turib qolishiga va mijozlarni yuklarni tashishdagi yuk jarayonlari buzilishiga olib keladi. Yetkazib berish muddatini tasodifiy kattalik sifatida bashorat qilish hamda yo‘l

davomidagi amallarni bajarish ketma-ketligini mustaqi tahlil qilib variantlardan samaralisini tanlab olish metodikasi taklif etilgan bo‘lib, unda statistik ma’lumotlar, jumladan, taqsimot qonuni, matematik kutilma, ishonchliligi oralig‘i hisobga olib mustaqil qarorlar qabul qilish imkoniyatini beradi. Temir yo‘l tashishlari samaradorligini va raqobatbardoshligini oshirish bo‘yicha yetkazib berishning ehtimoliy muddatlari haqida aniq axborot berish kerak bo‘ladi.

ADABIYOTLAR

1. Kobulov, J., Shermatov, E., Saidivaliev, S., Sattorov, S., Barotov, J. Overdue waiting of wagons on railway branch tracks: Problems and solutions. E3S Web of Conferences, 2024, 515, 03008. DOI: 10.1051/e3sconf/202451503008

2. Marin Marinov and Jose Viegas. A mesoscopic simulation modelling methodology for analyzing and evaluating freight train operations in a rail network. Simulation Modelling Practice and Theory 19(1):516-539. January 2011. DOI:10.1016/j.simpat.2010.08.009.

3. Sergey Bykadorov, Muratbek Arpabekov, Sakijan Khudayberganov, Shinpolat Suyunbayev, Utkir Khusenov and Mafratkhon Makhmudovna. About the model of railway transport management in Russia. E3S Web of Conf., 389 (2023) 05024. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338905024

4. Shenfeld, K.P., Zakharov, S.M., Cherkashin, Y.M. (2009). Studies and measures to provide wheel/rail performance of heavy and long train operation in the Russian Railways (2009). Proceedings - 9th International Heavy Haul Conference: “Heavy Haul and Innovation Development,” pp. 1005-1011. https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84870184066&origin=AuthorNamesList&txGid

5. Д. И. Кочнева, Н. Ю. Пономарев, О. Ю. Разумова. О проблемах прогнозирования срока доставки грузов железнодорожным транспортом // Логистические транспортные системы. Вестник Уральского государственного университета путей сообщения · № 1 (65) 2025.

6. Jamshid Barotov, Jamshid Kobulov, Shuxrat Saidivaliyev, Samandar Sattorov, Gaybullo Fayzullayev and Adylkhan Kibishov. Effective organization of acceleration of local train movement at railway transport departments. E3S Web of Conferences, 2024, 515, 02002. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451502002.

7. Jamshid Kobulov, Jamshid Barotov, Farrukh Samiev and Gaybullo Fayzullaev. The effective organization of customer service technology in freight transportation sector. BIO Web of Conferences 138, 03027 (2024). https://doi.org/10.1051/bioconf/202413803027

8. Benoit Crevier, Jean-François Cordeau, Gilles Savard Integrated operations planning and revenue management for rail freight transportation. Transportation Research Part B: Methodological Volume 46, Issue 1, January 2012, Pages 100-119. https://doi.org/10.1016/j.trb.2011.09.002

9. Xiaodong Zhang, Ping Li, Xiaoning Ma and Yanjun Liu. Railway wagon flow routing locus pattern intelligent recognition algorithm based on SST. https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/srt-10-2019-0008/full.

10. Kobulov J., Barotov J., Samiev F., Merganov A. Effective organization of customer service work in the logistics system // Railway transport: topical issues and innovations, 2025 №2.

UDC 62-144.3

ANALYSIS OF PRACTICAL CALCULATION METHODS OF EXTERNAL SPEED CHARACTERISTICS OF ENGINE

Urazov Bekzod Abdukarimovich
Jizzakh polytechnic institute, assistant, urazov.bekzod86@mail.ru

Abstract. This article describes developing an external speed of the engine characteristics for teaching the subject of “vehicle constructions” at Technical higher education institutions. And it is explained easily for bachelor or independent learners in the field of automobiles. By using this method (given above) projecting the external speed of the engine, solving the construction problems, and teaching based on the subject is capable to get a good result. Modern designs of cars have high reliability with the ability to automatically adapt to specific operating conditions. The analysis of the level of use of the constructive potential of heavy vehicles in operation shows that there is a significant reserve for their improvement. The external speed characteristic is used to obtain complete information about the engine parameters. The external speed characteristic is a graph of the dependence of engine power and torque on the frequency of crankshaft revolutions or angular speed.

Annotatsiya. Ushbu maqolada texnik oliy o‘quv yurtlarida “avtomobil konstruksiyalari” fanini o‘qitish uchun dvigatel xarakteristikalarining tashqi tezligini ishlab chiqish yoritilgan va bu avtomobil sohasida bakalavr yoki mustaqil talabalar uchun oson tushuntiriladi. Bu usul yordamida (yuqorida keltirilgan) dvigatelning tashqi tezligini xarakteristkasini, konstruksiya masalalarini yechish va mavzu asosida o‘qitish yaxshi natijaga erishish mumkin. Avtomobillarning zamonaviy dizaynlari muayyan ish sharoitlariga avtomatik ravishda moslashish qobiliyatiga ega bo'lgan yuqori ishonchlilikka ega. Amaldagi og‘ir avtomashinalarning konstruktiv salohiyatidan foydalanish darajasi tahlili ularni takomillashtirish uchun katta zaxira mavjudligini ko‘rsatadi. Tashqi tezlik xarakteristikasi dvigatel parametrlari haqida to'liq ma'lumot olish uchun ishlatiladi. Tashqi tezlik xarakteristikasi dvigatel kuchi va burovchi momenti, aylanish chastotasiga yoki burchak tezligiga bog‘liqligining grafigi.

Аннотации. В данной статье описывается разработка внешней скоростной характеристики двигателя для преподавания предмета «Конструкция транспортных средств» в технических вузах. Она легко объясняется для студентов бакалавриата или самостоятельно изучающих автомобили. Применение этого метода в проектировании двигателя, (или при определении скоростных режимов), в конструкторских разработках и в преподавании данной темы показывает высокую эффективность. Современные конструкции автомобилей обладают высокой надежностью и способностью автоматически адаптироваться к конкретным условиям эксплуатации. Анализ уровня использования конструктивного потенциала большегрузных автомобилей в эксплуатации показывает, что существует значительный резерв для их совершенствования. Внешняя скоростная характеристика используется для получения полной информации о параметрах двигателя. Внешняя скоростная характеристика представляет собой график зависимости мощности и крутящего момента двигателя от частоты вращения коленчатого вала или угловой скорости.

Keywords: automobile, engine, wheel, tire, whole mass, torque, power, crankshaft, rotation frequency, efficiency of the transmission, the coefficient of friction, coefficient of rolling resistance.

Kalit so'zlar: avtomobil, dvigatel, g‘ildirak, shina, to‘la massa, burovchi moment, quvvat, tirsakli val, aylanishlar chastotasi, transmissiyaning foydali ish koeffitsiyenti, suyrilik koeffitsiyenti, g‘ildirashga qarshilik koeffitsiyenti.

Ключевые слова: автомобиль, двигатель, колесо, шина, полная масса, крутящий момент, мощность, коленчатый вал, частота вращения, КПД трансмиссии, коэффициент трения, коэффициент сопротивления качению.

Introduction. According to several decrees of the President of the Republic of Uzbekistan based on transportation and its operations develops transportation field in Uzbekistan. Nowadays transport is considered essential part of our life. The automobile industry is developing rapidly last few years in Uzbekistan. The current task is to train, retrain and improve the skills of mature specialists in the automotive industry. Modern constructions of cars have high reliability with the possibility of automatic adaptation to specific operational conditions. The analysis of the level of use of the constructive potential of trucks in operation shows that there is a large reserve for their improvement. The development of motor transport enterprises, the development of modern technology and economy expands the scope of activities of specialists, increases the requirements for justifying the decisions and evaluating their economic, social and technical consequences. The main ideas of the development of the education system in our country, the "Strategy of Actions for the Further Development of the Republic of Uzbekistan" developed under the leadership of the President of the Republic of Uzbekistan, became the scientific methodological basis for this study.

Literature analysis and methodology:

I. Askarov [2,3,4] and independent researchers B. Begmatov [5, 7, 8, 9, 10], I. Umirov [6, 11] and A. Ernazarov [12] are conducting research on the development of students' technical creativity and development of their professional competences.

Issues of reforming the education system, enriching the content of academic subjects, introducing advanced technologies in teaching, ensuring cooperation between educational and production enterprises, equipping specialist personnel with modern knowledge and ensuring their employment. studied in detail by scientists. The factor of development largely depends on the mental capacity and labor skills of the personnel, which determine the rate of growth in production, while the research in this area is observed to expand its direction and network.

Results:

Choosing the weight and geometrical parameters is considered the first step of designing an automobile. In this step, by analyzing the technical characteristics of the vehicle to be set up several parts of the automobile such as weight, geometrical size, composition, and characteristics of the engine and transmission. It consists of full mass m_a, the number of axles and distribution of mass to the axles, tire sizes, efficiency of transmission η_{tr}, and creep coefficient k_b.

- For light vehicle.

$$m_a = m_{av} + m_0 \cdot n + m_b \cdot n = 969 + 75 \cdot 5 + 10 \cdot 5 = 1394$$

Here,

m_{av} – laden mass of the vehicle;

m_0 – Human mass, average mass is taken 75 kg;

n – the number of seats in the car cabin, with the driver;

m_b – Luggage mass, 10 kg for every person in a light vehicle including a driver, for heavy vehicles 5 kg for the driver and each person in that.

Brief technical characteristics of some models of domestic and foreign cars accepted as prototypes are given in the list of literature [3]. The types and sizes of tires are determined

depending on the weight that falls on one wheel (the type and geometric dimensions of tires can be obtained from the technical characteristics of the car during course work).

For calculations, the total resistance coefficient of the road ψ is approximately determined by the following formula:

- For light vehicles:

$$\psi = f_0 + 0{,}46 \cdot 10^{-6} \cdot v_{\max}^2 = 0{,}015 + 0{,}46 \cdot 10^{-6} \cdot 163^2 = 0{,}02722$$

Here,

$f_0 -$ coefficient of rolling resistance, for light vehicle is $f_0 = 0{,}015$

$v_{\max} -$ The maximum speed of the vehicle, km/hour.

Creep coefficient k_b ($\frac{H \cdot c^2}{м^4}$) depending on the type of the vehicle body, it is taken in the range of 0.15-0.35 for light vehicles.

Front side (area) of the vehicle is calculated by following formula:

$F_a = a \cdot B \cdot H = 0{,}78 \cdot 1{,}662 \cdot 1{,}393 = 1{,}80583$

Here,

$a -$ space filling coefficient ($a = 0{,}78 - 0{,}8 -$ for light vehicles);

B – vehicle width,

H – vehicle height

The efficiency of the transmission η_{tr} depends on the construction of the power transmission. For calculation, the value of η_{tr} is taken as follows:

For light vehicle η_{tr} = 0,90 – 0,95.

The turning radius is determined as follows:

r_c –static radius: the distance from the center of the fixed wheel loaded with normal gravity to the road surface;

The static radius of a car wheel is determined as follows:

$$r_c = 0{,}0254 \cdot \frac{d}{2} + \frac{B}{1000} \cdot \frac{\Delta}{100} \cdot \lambda_ш$$

$\lambda_ш$ – radial deformation coefficient of the tire.

$\lambda_ш = 080 \div 0{,}85$ for radial tires;

$\lambda_ш = 085 \div 0{,}90$ for diagonal tires;

$$r_c = 0{,}0254 \cdot \frac{14}{2} + \frac{185}{1000} \cdot \frac{60}{100} \cdot 0{,}83 = 0{,}26993$$

Discussion:

Selection of engine characteristics. Engine power (kW) is found by the following formula:

$$N_e = \frac{1}{3{,}6\eta_{tr}} \left(G_a \psi v_{\max} + \frac{k_b F_a v_{\max}^3}{12{,}96} \right) \cdot 10^{-3},$$

Here,

$G_a = m_a \cdot g -$ full weight of the vehicle, N;

$\psi -$ total road resistance coefficient;

v_{max} – the maximum speed of the vehicle, km/hour;

k_b – creep coefficient, $\frac{H \cdot c^2}{м^4}$;

$F_a = aBH$ – front side (area) of the vehicle, m^2.

$$N_e = \frac{1}{3{,}6 \cdot 0{,}92}\left(1394 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}02722 \cdot 163 + \frac{0{,}22 \cdot 1{,}80583 \cdot 163^3}{12{,}96}\right) \cdot 10^{-3} = 58{,}40328$$

The external speed characteristic is used to obtain complete information about the engine parameters. The external speed characteristic is a graph of engine power and torque as a function of crankshaft rotation frequency (rpm) or angular velocity (s-1).

The dependence of engine power on the frequency of crankshaft revolutions is calculated using S.R. Leiderman's empirical formula as follows:

$$N_{ei} = N_e\left[a\left(\frac{n_i}{n_N}\right) + b\left(\frac{n_i}{n_N}\right)^2 - c\left(\frac{n_i}{n_N}\right)^3\right],$$

Here,

n_N – the nominal frequency of rotations of the crankshaft corresponding to the maximum power of the engine, rpm;

n_i – the frequency of crankshaft rotations at the current time;

a, b, c – the empirical coefficient depending on the engine type is selected from the table below (Table-1).

Table-1

Coefficients	Engine			
	Carburetors	Diesel		
		Direct	Front chamber	vortex chamber
a	1	0,5	0,7	0,6
v	1	1,5	1,3	1,4
s	1	1	1	1

When calculating the external speed characteristic, it is recommended to take the values of the minimum rotation frequency n_{min} of the crankshaft as follows:

$n_{min} = 700 - 900$ rpm – for gasoline engines.

The frequency of crankshaft revolutions n_N corresponding to the maximum power of the engine is selected from table 2;

When constructing a graph of the relationship between engine torque $M_e = f(n)$ and the frequency of crankshaft revolutions, it is found from the following formula.

$$M_{ei} = 9{,}554 \cdot 10^3 \cdot \frac{N_{ei}}{n_i}$$

The nominal frequency of rotations of the engine crankshaft

Table-2

Engine type	n_N, rpm
Light vehicle engines	5200-5600

Values of the graph of the dependence of the engine power on the frequency of crankshaft revolutions $N_e = f(n)$ for carburetor and diesel engines are calculated using the

formula (1.7) and a graph is constructed. The graph of the relationship between the torque and the frequency of crankshaft revolutions $M_e = f(n)$ is built based on the data calculated using the formula (1.8) for carburetor and diesel engines.

The calculation results are summarized in Table 3, where $\omega = \frac{\pi n}{30}$ the angular velocity of the crankshaft. The number of calculations should not be less than 10 to obtain a high-resolution graph.

The results of the calculation of the external speed characteristic of the engine

Table-3

Current values of n_i, rpm	n_{min}	...	...	...	...	...	...	n_N	n_{max}
	900	1500	2100	2700	3300	3900	4500	5100	5700
N_i, kVt	11,08581	19,47777	28,11008	36,50205	44,17299	50,64221	55,42904	58,05278	58,03275
M_i, Nm	117,68201	124,06044	127,88749	129,16318	127,88749	124,06044	117,68201	108,75221	97,27104

Based on the data of Table 3: $N_e = f(n)$ va $M_e = f(n)$ or $N_e = f(\omega)$ va $M_e = f(\omega)$ these graph are constructed, from this, the number of revolutions corresponding to maximum power can be determined, and the number of crankshaft revolutions corresponding to maximum torque (or the angular velocity of the crankshaft) can be determined.

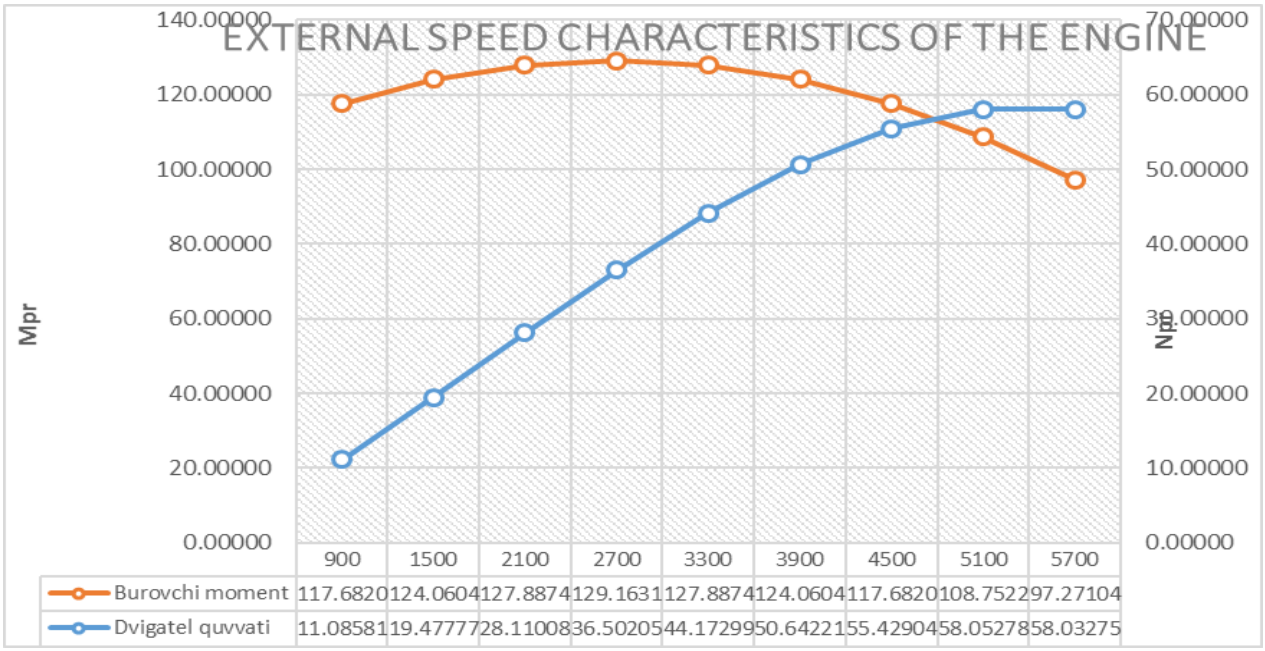


Figure 1. External speed characteristic of the engine

The maximum torque M_{max} is selected for the next stages of performing transmission calculations.

Conclusion.

In conclusion, it should be noted that in order to ensure the quality of training of specialists, it is necessary that to increase the interest of students in science, to study the technical characteristics of internal combustion engines in the education of students of the automotive field within technical higher education institutions. In this article, the technical characteristics of internal combustion engines are explained in a simple and understandable way

for students and users. It can be used in the formation of knowledge, skills and abilities of students in science.

REFERENCES

1. Ўзбекистон Республикаси Президенти Қарори «Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иқтисодиёт соҳалари ва тармоқларининг иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида» 27.07.2017 й., ПҚ-3151, Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2017 й., 30-сон, 729-модда.

2. Аскаров, И. Б. (2016). Подготовка к исследовательской деятельности будущего педагога профессионального обучения. In Педагогическое мастерство (pp. 39-42).

3. Аскаров, И. Б. (2017). Основные подходы и принципы подготовки будущих педагогов профессионального обучения к исследовательской деятельности. Актуальные научные исследования в современном мире, (2-6), 25-32.

4. Аскаров, И. Б. (2017). Управление и планирование процессом формирования исследовательских умений и навыков будущих преподавателей профессионального образования. Школа будущего,(2), 10-15.

5. Бегматов, Б. Я. (2020). Техника олий таълим муассасаларида талаба амалиёти тадқиқи. *Academic research in educational sciences*, (3).

6. Iskandarovich, UI (2021). Elektron ta'lim vositalarini o'quv jarayoniga joriy etishning nazariy asoslari. Markaziy Osiyo nazariy va amaliy fanlar jurnali , 2 (1), 1-7.

7. Бегматов, Б. Я. (2020). Техника олий таълим муассасаларида талаба амалиёти тадқиқи. Academic research in educational sciences, (3).

8. Бегматов, Б. Я., & Ҳамроқулова, Ш. П. Қ. (2021). Ички ёнув двигател деталларини қурум босишини текшириш. Academic research in educational sciences, 2(1).

9. Бегматов, Б. Я., & ўғли Холиқов, Д. Р. (2021). Автотранспорт корхоналари мисолида автомобиллар техник ҳолатининг ҳаракат хавфсизлигига таъсирини баҳолаш. Academic research in educational sciences, 2(1).

10. Бегматов, Б., & Эшонқулов, М. (2021). Иссиқ иқлим шароитида автомобил двигателларининг ишлаш хусусиятларини аниқлаш усуллари таҳлили. Academic research in educational sciences, 2(2).

11. Умиров, И. (2021). Таълим жараёнида электрон таьлим воситаларини қўллашнинг педагогик-психологик омиллари. Academic research in educational sciences, 2(2).

12. Эрназаров, А. А. (2019). Необходимость применения систем автоматизированного проектирования при обучении студентов инженерных специальностей высших учебных заведений. Вестник науки, 1(11), 20-26.

Бахриддин Бегматов (2021). Техника олий таълим муассасалари талабаларининг касбий мослашиш жараёнини амалиётнинг аҳамияти. Academic research in educational sciences, 2 (10), 932-938.

УДК 656.021

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКОВ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ

Эрназаров Азиз Алибаевич
Джизакский политехнический институт, (PhD), доцент, aziz-ernazarov@mail.ru

Уразов Бекзод Абдукаримович
Джизакский политехнический институт, ассистент, urazov.bekzod86@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены пассажиропотоки и закономерности их формирования в транспортно-пересадочных узлах и пассажирских комплексах для определения рациональных путей их развития и функционирования. Поскольку пассажиропоток является определяющим фактором при выборе подвижного состава, интервалов движения поездов и других параметров, предложены основные направления повышения эффективности функционирования и развития пассажирских комплексов. Проанализированы критерии, характеризующие пассажиропотоки вокзальных комплексов и определяют закономерность их формирования. Обоснованно необходимость и определена роль транспортно-пересадочных комплексов в развитии транспортной системы страны и в обеспечении ее населения в транспортном обслуживании, выполняемом на современном уровне, в пределах городов, в пригородных зонах и на дальних расстояниях.

Annotatsiya. Maqolada ularning rivojlanishi va ishlashining oqilona yo'llarini aniqlash uchun transport-transport uzellari va yo'lovchi komplekslarida yo'lovchi oqimlari va ularning shakllanish qonuniyatlari ko'rib chiqiladi. Yo'lovchi oqimi harakatlanuvchi tarkibni, poezdlarning harakatlanish oralig‘ini va boshqa parametrlarni tanlashda hal qiluvchi omil bo'lganligi sababli, yo'lovchi komplekslarining ishlashi va rivojlanishi samaradorligini oshirishning asosiy yo'nalishlari taklif etiladi. Vokzal komplekslarining yo'lovchi oqimlarini tavsiflovchi mezonlar tahlil qilinadi va ularning shakllanish muntazamligini aniqlaydi. Mamlakat transport tizimini rivojlantirishda va uning aholisini zamonaviy darajada, shaharlar ichida, shahar atrofi zonalarida va uzoq masofalarda amalga oshiriladigan transport xizmatlarida ta'minlashda transport va transplantatsiya komplekslarining roli asosli va aniqlangan.

Abstract. The article examines passenger flows and patterns of their formation in transport hubs and passenger complexes to determine the rational ways of their development and functioning. Since passenger traffic is a determining factor in the selection of rolling stock, train travel intervals and other parameters, the main directions for improving the efficiency of the operation and development of passenger complexes are proposed. The criteria characterizing passenger flows of railway station complexes are analyzed and determine the pattern of their formation. The necessity is justified and the role of transport interchange complexes in the development of the country's transport system and in providing its population with modern transport services within cities, in suburban areas and over long distances is determined.

Ключевые слова: транспортно-пересадочный узел, пассажирские перевозки, пропускная способность, пассажиропотоки, комфорт поездки, транспортный сервис.

Kalit so'zlar: transport va uzatish markazi, yo‘lovchi tashish, o‘tkazish qobiliyati, yo‘lovchilar oqimi, sayohat qulayligi, transport xizmati.

Keywords: transportation hub, passenger transportation, capacity, passenger flows, travel comfort, transport service.

Введение. Пассажирские перевозки-это сложная динамическая система, которая

состоит из разнообразных подсистем (элементов), взаимодействующих между собой, с различными отраслевыми службами и другими видами транспорта в едином системном процессе массовых перевозок население. В нынешних условиях транспортная инфраструктура страны нуждается в обновлении, для чего требуется усовершенствование транспортно-пересадочных узлов (ТПУ), необходимо осуществить капитальные вложения в техническую и технологическую составляющую пассажирских перевозок. Транспортная система Узбекистана постепенно переходит на современную модель разделения сфер деятельности по управлению инфраструктурой и по предоставлению транспортных услуг [1]. В связи с этим выделяются: оператор инфраструктуры (менеджер инфраструктуры), комиссар предоставлять к ней равноправный доступ всем перевозчикам; операторы перевозок (перевозчики пассажиров, провайдеры транспортных услуг); пользователи транспортных услуг-пассажиры различных категорий [2].

Функционирование и взаимодействие разных видов транспорта направлена на обеспечение связей между регионами страны, в связи с этим рост пассажиропотоков требует решения задачи проверки технических и технологических параметров участков, транспортно-пересадочных узлов, вокзалов подвижного состава на возможность эффективной организации пассажиропотоков. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения конкурентоспособности пассажирских перевозок путем предоставления более качественных транспортных услуг за счет усовершенствования технологического организационного обеспечения этих перевозок.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросам создания, развития и различным аспектам функционирования транспортно-пересадочных узлов сейчас посвящено уже много научных работ, но преимущественно иностранных исследователей [3]. Так в работе [4] авторы исследуют и проводят сравнительный анализ различных моделей развития транспортной инфраструктуры в системе мультимодальных пассажирских перевозок. В статье [6] автор исследует оптимальные модели построения и эксплуатации мультимодального транспорта.

В работе [7] рассмотрена эффективность функционирование транспортно-пересадочных узлов с позиций влияния ресурсного обеспечения остановочных пунктов (ОП) на предмет длительности ожидания пассажиров.

Определенный научный интерес представляют собой труды ученых [9], которые предлагают усовершенствовать технологию мультимодальных железнодорожных пассажирских перевозок с участием автотранспорта путем согласования графика движения всех видов транспорта. Согласование графика осуществлено в условиях транспортно-пересадочного узла с использованием моделирования пассажиропотоков в процессе взаимодействия различных видов транспорта.

В исследовании автора [9] определено «Вокзальные комплексы на железнодорожном и других видах транспорта часто превращаются в многофункциональные транспортно-пересадочные узлы, которые обеспечивают удобную и безопасную пересадку пассажиров». Это позволит учитывать особенности мультимодальной технологии перевозки пассажиров [10], путем согласования движения пассажирских транспортных средств.

По результатам исследований ученых выстраиваются определенные полезные идеи, которые используем за основу при взаимодействии различных видов пассажирского транспорта в транспортных узлах. Предоставление современных сервисных услуг пассажирам, создание единой информационной среды, согласование графика движения транспортных средств, продажа единых проездных документов является приоритетными направлениями в сфере пассажирских перевозок. Сокращение времени нахождения

пассажира во время поездки, а также в процессе пересадок может быть достигнуто за счет использования нескольких видов транспорта, поэтому необходимо создать предпосылки высококачественной системы перевозок несколькими видами транспорта по логистической технологии мультимодального пассажирского перевозка. Высокий уровень качества транспортных услуг является залогом, прежде всего, безопасности перевозок, надежности, удовлетворенности спроса пассажиров [11].

Формулировка целей статьи. Целью статьи является исследование влияния пассажиропотоков на пропускную способность транспортно-пересадочных узлов и построение оптимальной модели взаимодействия существующих и потенциальных участников рынка перевозок.

Методика исследования. В современных условиях подавляющее большинство пассажирских перевозок осуществляется с участием двух и больше видов транспорта. Процессы взаимодействия, обычно, происходят в транспортных узлах. Принципиальная схема пассажиропотоков крупной пассажирской станции приведена на рис. 1.

В крупных транспортных узлах около 90% пассажиров, использующих железнодорожный транспорт, пересаживается на ГОТ. На настоящее время, во многих случаях переход пассажирских потоков с одного вида транспорта на другой в узлах пересадки сопровождается крупными потерями времени.

Основной причиной потерь времени пассажирами имеется недостаточное взаимодействие и ведомственная разобщенность пассажирских видов транспорта, отсутствие эффективно функционирующего координационного органа управления, прежде всего, на стадии проектирования новых и реконструкции существующих транспортных узлов. Это затрудняет проведение единой технико-экономической и социальной политики по созданию и реконструкции транспортных узлов с точки зрения эффективного взаимодействия в них различных видов пассажирского транспорта.

Транспортные узлы, обслуживающие население города (района) могут быть отнесены к одного из шести классов в зависимости от принятой схемы обслуживания 1 класс-обслуживание осуществляется метрополитеном и всеми наземными видами транспорта; 2-3 класс-трамваем, троллейбусом, автобусом пригородными поездами; 4 класс-трамваем и автобусом; 5-6 класс-только автобусом. Технические возможности различных видов пассажирского транспорта, их провозные способности с учетом надежности работы устройств, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технические возможности различных видов пассажирского транспорта, их провозные способности с учетом надежности работы устройств

Наименование показателя	Вид транспорта					
	Метрополитен	Трамвай		Тролейбус	Автобус	Железнодорожный (электропоезд)
		скоростной	обычный			
Средняя скорость сообщения в городе, км / ч	35-50	25-40	16-23	18-22	16-23	40-50
Средняя скорость сообщения на стыках города с пригородом	45-50	35-50	30-35	-	25-30	40-50
Вместимость подвижного состава,						

лиц, при количестве вагонов						
один	-	-	100	80	50-80	-
два	-	200	200	130	100	-
шесть	720	-	-	-	-	-
восемь	960	-	-	-	-	-
десять	-	-	-	-	-	1600
Реализована провозная способность в одном направлении, тыс. пассажиров в час	30-42	10-15	5-12	4-6	6-8	48-50

Технологическая взаимосвязь пассажирского транспорта, основанная на достижениях информационных технологий в транспортно-пересадочных узлах на современном этапе, приобретает особое значение и возможна с использованием единой системы управления городского пассажирского транспорта с возможностью внедрения единого тарифа оплаты с обеспечением права пересадки в городах на оптимальный вид транспорта.

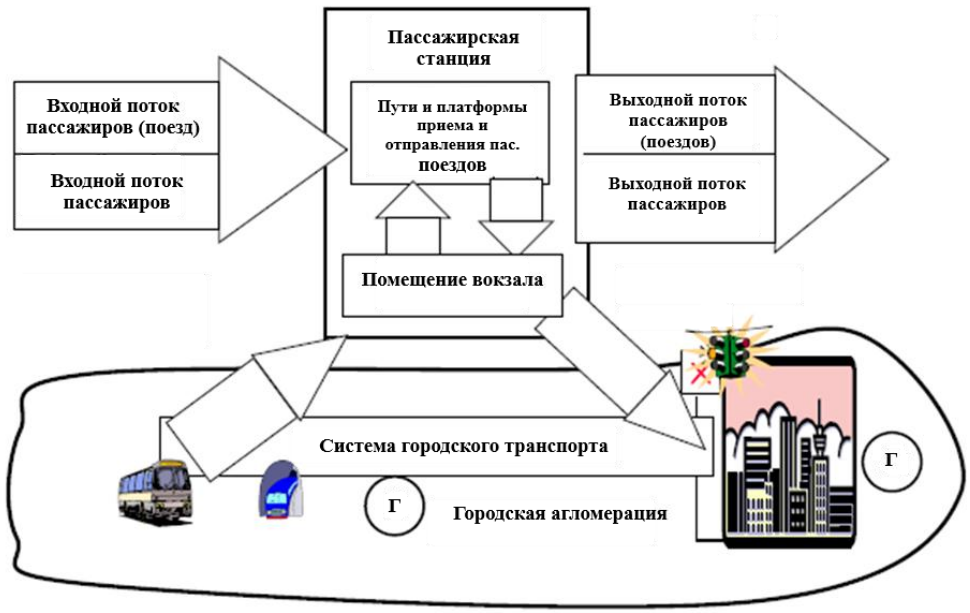


Рис. 1. Принципиальная схема пассажиропотоков крупной пассажирской станции

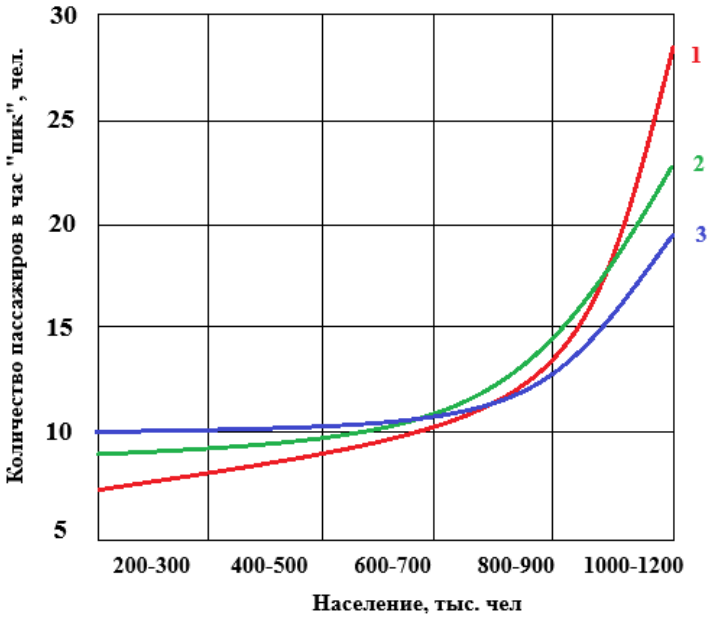
Выбор технологической схемы взаимодействия различных видов транспорта в городах и определение потребности в подвижном составе по видам транспорта математическим методом. При этом предусматривается возможность комплексного развития пассажирских станций, привокзальных площадей и городских магистралей с соблюдением условия[источник]

$$N_{at} \le N_{pr.p} \le N_{ul} \quad (1)$$

где N_{ct}, $N_{pr.p}$, N_{ul}- пропускная способность пассажирской станции, привокзальной площади, прилегающих улиц.

В существующих городах в отличие от строящихся, взаимосвязь N_{ct}, $N_{pr.p}$ и N_{ul}, более сложная.

Зависимости приведены на рис. 2.



1-пассажирская станция и вокзальный комплекс; 2-площадь; 3-улицы подхода

Рис. 2. Пропускная способность ТПУ в зависимости от численности населения

Количество пассажиров, прибывающих в течение расчетного периода на пассажирскую станцию [1], определяется по формуле

$$N_{st} = \sum_{n=1}^{n=\gamma} \frac{na\left(T_p - t_{post}\right)\overline{N_{pas}}}{t_{zan}\left(1+\gamma_n\right)^2 n} \qquad (2)$$

где a-количество поездов, обслуживаемых пассажирской платформой одновременно;

T_p-продолжительность расчетного периода, час;

t_{post}-суммарное время занятия платформы выполнением операций, не связанных с обслуживанием пассажиров (пропуск локомотивов, грузовых поездов, ремонтные работы, уборка и др.), час;

N_{pas}-среднее количество пассажиров, прибывающих одним поездом;

t_{zan}-средневзвешенная продолжительность занятия перронной колеи пассажирским поездом, ч.;

t_β-число нормируемых отклонений, определяемое в зависимости от принятого уровня доверительной вероятности, t_β=1,65;

γ_n- коэффициент вариации времени занятия перронной колеи, равный 0,3-0,5;

Количество отправляемых пассажиров с привокзальной площади в исследуемый период, напрямую зависит от числа остановочных пунктов (ОП) на привокзальной площади и их пропускной способности

$$N_{gor} = \overline{N_{avt}} m_a z_a + \overline{N_t} m_t z_t + \overline{N_{tp}} m_{tp} z_{tp} + \overline{N_m} z_m \qquad (3)$$

где N_{avt}, $\overline{N}_T$, $\overline{N}_{tp}$-количество пассажиров, вывозятся соответственно одним автобусом, троллейбусом и трамваем;

$\overline{N}_m$-средняя вместимость одного склада метро;

m_a, m_T, m_{tp}-соответственно количество остановочных пунктов автобуса, троллейбуса, трамвая, расположенных на привокзальной площади;

z_a, z_T, z_{tp}, z_m-пропускная способность одного остановочного пункта (станции метро) соответствующего вида транспорта за расчетный период.

В случае когда интервал прибытия общественного транспорта на ТПУ больше суммарного времени, которое необходимо транспортной единице на посадку и высадку пассажиров, то возможная пропускная способность ТПУ сократится и может быть рассчитана по формуле

$$Z_j = \frac{3600 \cdot T_p}{I_p} \quad (5)$$

где I_p-расчетный интервал прибытия транспортных единиц до остановочного пункта.

$$I_p = \frac{I_{\min} + 1}{2} \quad (6)$$

где I_{min}-соответственно минимальный и средний интервалы прибытия транспортных единиц до остановочного пункта.

В ТПУ осуществляется взаимодействие скоростных и обычных наземных видов транспорта:

- традиционный транспорт служит технологическим продолжением скоростного. Технологическая взаимодействие достигается согласованием расписаний движения;

- автобус, троллейбус выполняют функции видов транспорта, подвозящих к скоростным, которые обслуживают направления с мощными пассажиропотоками. Взаимодействие обеспечивается согласованием расписаний и рациональным размещением остановочных пунктов;

- обычные и скоростные виды транспорта на направлениях с ярко выраженной пространственной неравномерностью пассажиропотоков работают параллельно. Взаимодействие проявляется в установлении оптимальных маршрутных схем;

Выводы. Улучшение работы и повышение эффективности общественного транспорта заключается в оптимизации функционирования ТПУ с условием формирования их работы на основе мультимодальных пассажирских транспортных систем.

Урбанизация городов приводит концентрации большого количества населения, что имеет как положительные, так и отрицательные стороны, так как возникают сложности в организации работы различных видов транспорта на ТПУ. Необходима рационализация размещения элементов ТПУ, использование современных технологий в управлении различных типов транспортных средств городского пассажирского транспорта общего пользования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Республики Узбекистан «О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в сфере транспорта» от 01.02 2019г. № УП-5647. [In Russian: (2019) Decree of the President of the Republic of Uzbekistan "On measures to radically improve the public administration system in the field of transport" dated 01.02.2019. No. UP-5647]

2. Dedić, Samira & Džambić, Dino & Filipović, Slađana. (2023). Impact of public urban and suburban transport quality service characteristics on passenger satisfaction in Tuzla Canton.

3. Медведев Павел Владимирович Формирование транспортно-пересадочных узлов в городах // Вестник ГУУ. 2014. №11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-transportno-peresadochnyh-uzlov-v-gorodah (дата обращения: 14.09.2025).

4. Филиппова Н.А., Каримова П.А. Организация работы взаимодействующих видов транспорта по единым технологическим процессам // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2019. № 2. С. 42–45. DOI: 10.31044/1684-2561-2019-0-2-42-45

5. Нестерова Н.С., Анисимов В.А., Гончарук С.М. О формировании и развитии мультимодальной транспортной сети // Проектирование развития региональной сети железных дорог. 2016. № 4. С. 39–48.

6. Кириллова А.Г. Математические модели организации контейнерных и контрейлерных перевозок. Задача оптимальной маршрутизации по автомобильно-железнодорожной транспортной сети // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2010. № 11. С. 29–32.

7. Buchananac C.A. Lightweighting shipping containers: Life cycle impacts on multimodal freight transportation / C.A. Buchananac, M. Chararaa, J.L. Sullivana, G.M. Lewis, G.A. Keoleian // Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2018. Vol. 62. Pp. 418–432. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.03.011

8. Trofimenko Yu.V. Modeling principles of the digital infrastructure of it services in sustainable low carbon transport systems / Yu.V. Trofimenko, A.G. Nekrasov, K.I. Atyev,A.S. Sinitsyna // International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. Vol. 7, iss. 2. Pp. 386–389. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.28.13216

9. Филиппова Н.А., Беляев В.М., Власов В.М. Навигационный контроль доставки грузов в условиях Севера России // Мир транспорта. 2019. Т. 17, № 4 (83). С. 218–231. DOI: 10.30932/1992-3252-2019-17-4-218-231

10. Володина О.А. Методы совершенствования скоростной системы доставки грузов в международном сообщении // Логистика и бизнес: сборник материалов первой межотраслевой научно-методической и научно-практической конференции «Логистика в современных условиях развития экономики РФ». Москва, 29 января 1997 г. М.: БРАНДЕС, 1997. 430 с.

11. Sossoe K.S., Lebacque J.P. Reactive dynamic assignment for a bi-dimensional traffic flow model // Advances in Systems Science. ICSS 2016. Advances in Intelligent Systems and Computing / in J. Świątek and J. Tomczak (eds.). Springer, Cham. 2017. Vol. 539. Pp. 179–188. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-48944-5_17

UO‘K: 635.13

NOV KO‘RISHIDAGI URUG‘ O‘TKAZGICH PARAMETRLARINING MAQBUL QIYMATLARINI MATEMATIK REJALASHTIRISH USULIDA ANIQLASH

Yuldashev Muxsinjon Akramjonovich
NamDTU, t.f.f.d., PhD, ifora_2021@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada sabzavotchilik seyalkasining nov ko‘rinishidagi urug‘ o‘tkazgichining parametrlarini maqbul qiymatlarini aniqlash bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqot natijalari keltirilgan. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida, urug‘larni ekish zonasi bo‘yicha taqsimlanish notekisligini aniqlash imkonini beradigan regressiya tenglamasi olingan. Shu bilan bir qatorda, regressiya tenglasinining yechimlarini tahlili asosida, urug‘ o‘tkazgichning parametrlarini ya’ni, uning qiyalik burchagi, uzunligi va dala yuzasiga nisbatan o‘rnatilish balandligini ilmiy asoslangan [1; 2].

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по определению оптимальных значений параметров семяпровода в виде лотка овощной сеялки. В результате исследований получено уравнение регрессии, позволяющее определить неравномерность распределения семян по зонам посева. При этом на основе анализа решений уравнения регрессии научно обоснованы параметры семяпровода, а именно ее угол наклона, длина и высота установки относительно поверхности поля.

Abstract. The article presents the results of studies on determining the optimal values of the parameters of the seed tube in the form of a tray of a vegetable seeder. As a result of the studies, a regression equation was obtained that allows determining the unevenness of seed distribution in sowing zones. At the same time, based on the analysis of the solutions of the regression equation, the parameters of the seed tube are scientifically substantiated, namely its angle of inclination, length and installation height relative to the field surface.

Kalit so‘zlar: urug‘, ekish, nov ko‘rinishidagi urug‘ o‘tkazgich, harakat, ishqalanish, shakl, dumalash, sirpanish, qiyalik.

Ключевые слова: семена, посев, желобовидный семяпровод, движение, трение, форма, качение, сколжение, наклон.

Key words: seeds, sowing, tray, movement, friction, shape, rolling, sliding, tilting.

Seyalkalarga qo‘yiladigan asosiy talablardan biri bu, urug‘larni ekilish maydoni bo‘yicha teng taqsimlanishidir. Shu sababli urug‘larni taqsimlanish notekisligini aniqlash maqsadida ko‘p omilli tajribalarni o‘tkizamiz. Bunda kiruvchi omillar sifatida quyidagilarni tanlab olamiz:

x_1 – nov ko‘rinishidagi urug‘ o‘tkazgichning qiyalik burchagi;

x_2–nov ko‘rinishidagi urug‘ o‘tkazgichning uzunligi;

x_3–nov ko‘rinishidagi urug‘ o‘tkazgichni dala yuzasiga nisbatan o‘rnatilish balandligi.

Kiruvchi omillarning qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan.

Tanlab olingan kiruvchi omillarning chiquvchi omilga ta’sirini o‘rganish maqsadida tajribalar o‘tkazamiz. Buning uchun tajribalarning rejalashtirish matrisasini tuzib olamiz. Har bir sharoitda tajribalar 3 martadan takroran o‘tkaziladi. Bu holdagi tajribalar sonini quyidagicha ifodalaymiz

$$N=2^k+2k+n_0=2^3+6+6=20 \quad (1)$$

bunda

k-kiruvchi omillar soni;

n_0-reja markazidagi tajribalar soni (nolli nuqtalar soni).

1-jadval

Kiruvchi omillarning qiymatlari

Omilning nomi	Kodlash-tirilgan belgisi	Omilning haqiqiy qiymati					O‘zgarish oralig‘i
		-1,68	-1	0	+1	+1,68	
Nov ko‘rishidagi urug‘ o‘tkazgichning qiyalik burchagi, grad.	x_1	35	40	50	60	70	10
Nov ko‘rishidagi urug‘ o‘tkazgichning uzunligi, cm	x_2	45	50	60	70	75	10
Nov ko‘rishidagi urug‘ o‘tkazgichnin dala yuzasiga nisbatan o‘rnatilish balandligi, cm	x_3	12	15	20	25	28	5

$$\bar{y}_j = \frac{1}{n}\sum_{u=1}^{n} y_{ju}\ , \qquad (2)$$

bunda n-parallel tajribalar soni;

y_{ju} -parallel tajribalardagi chiquvchi omilning qiymatlari.

Chiquvchi omilning qiymatlarini uning o‘rtacha qiymatidan chetlashishini baholash maqsadida dispersiya qiymatlarini aniqlaymiz:

$$s_j^2 = \frac{\sum_{u=1}^{n}\left(y_{ju} - \bar{y}_j\right)^2}{n-1}. \qquad (3)$$

Koxren mezoni yordamida hisoblangan dispersiya qiymatlarini bir jinsliligi tekshirildi. Koxren mezoni quyidagicha ifodalanadi

$$G_p = \frac{s_{\max}^2}{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + \ldots + s_{20}^2} = \frac{0{,}43}{3{,}53} = 0{,}121813$$

bunda $s_{\max}^2$ - sinov natijalarining eng katta dispersiya qiymati.

Koxren mezonining hisobiy qiymati jadvaldan tanlab olingan qiymati bilan taqqoslanadi. Bunda $G_p < G_{ж}$ shart bajarilishi lozim. Koxren mezonining jadvaldan tanlab olingan qiymati 5% sath bo‘yicha quyidagiga teng

$$G_{ж} = \{f_1 = N = 20,\ \ f_2 = n-1 = 3-1 = 2\} = 0{,}2705\ .$$

Demak, tadqiq etilayotgan holatda dispersiyalar bir jinsli ekan. Chunki 0,121813<0,2705, ya’ni shart bajarildi.

Keyingi bosqichda tadqiq etilayotgan jarayonni ifodalovchi matematik modelni tuzish uchun uch omilli tajribalar uchun ikkinchi darajali regressiya tenglamasini quyidagicha yozamiz.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^{\,2} + b_{22}x_2^{\,2} + b_{33}x_3^{\,2} + b_{12}x_1x_2 + \\ + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 \quad , \qquad (4)$$

bunda b_0, b_1, b_2, b_3, b_{11}, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{33} - regressiya koeffitsiyentlari; x_1, x_2, x_3 – kiruvchi omillarning kodlashtirilgan qiymatlari.

Regressiya koeffitsiyentlarini quyidagicha aniqlaymiz

$$b_0 = \frac{A}{N}\left[2\lambda^2(k+2)\sum_{j=1}^{N} y_j - 2\lambda c\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{N} x^2{}_{ij}\, y_j\right]; \qquad (5)$$

$$b_i = \frac{c}{N}\sum_{j=1}^{N} x_{ij}y_j\,; \qquad (6)$$

$$b_{ij} = \frac{c^2}{N\lambda}\sum_{j=1}^{N} x_{ij}x_{ij}y_j\,; \qquad (7)$$

$$b_{ii} = \frac{A}{N}\left\{c^2\left[(k+2)\lambda - k\right]\sum_{j=1}^{N} x_{ij}^{\,2}y_j + c^2(1-\lambda)\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{N} x_{ij}^{\,2}y_j - 2\lambda c\sum_{j=1}^{N} y_j\right\}. \qquad (8)$$

bunda A, λ, c-o‘zgarmas kattaliklar.

Bu erda ishtirok etgan o‘zgarmas kattaliklarni quyidagicha ifodalaymiz

$$A = \frac{1}{2\lambda\left[(k+2)\lambda - k\right]}; \qquad (9)$$

$$\lambda = \frac{k(n_c + n_0)}{(k+2)n_c}\,; \qquad (10)$$

$$c = \frac{N}{\sum_{j=1}^{N} x_{ij}^{\,2}}\,. \qquad (11)$$

bunda n_c-umumiy tajribalar sonidan reja markazidagi tajribalar sonining ayirmasi (n_c=N-n_0).

Yuqoridagilardan kelib chiqib, tadqiq etilayotgan jarayon uchun (9), (10), (11) inobatga olib, o‘zgarmas kattaliklarning qiymatlarini quyidagi tengligini aniqlaymiz, ya’ni A=0,47 λ=0,85, c=1,46.

O‘zgarmas kattaliklarni qiymatlarini inobatga olib, regressiya koeffitsiyentlarini quyidagicha yozamiz

$$b_0 = 0{,}16666\sum_{j=1}^{20} y_j - 0{,}05694\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{20} x_{ij}^2 y_j\,; \qquad (12)$$

$$b_i = 0{,}07322\sum_{j=1}^{20} x_{ij}y_j\,; \qquad (13)$$

$$b_{il} = 0{,}125\sum_{j=1}^{20} x_{ij}x_{lj}y_j\ ; \tag{14}$$

$$b_{ii} = 0{,}06254\sum_{i=1}^{20} x_{ij}{}^2 y_j + 0{,}00695\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{20} x_{ij}^2 y_j - 0{,}05694\sum_{j=1}^{20} y_j\ . \tag{15}$$

Yuqoridagi hisoblashlar natijalarini inobatga olib regressiya koeffitsiyentlarini aniqlaymiz

$$b_0 = 0{,}16666\cdot 245{,}1 - 0{,}05694\cdot 559{,}93 = 8{,}966$$

$$b_1 = 0{,}07322\cdot 6{,}68 = 0{,}49\,,\ b_2 = -0{,}07322\cdot 2{,}02 = -0{,}15\,,$$

$$b_3 = 0{,}07322\cdot 7{,}936 = 0{,}58\,,\ b_{12} = -0{,}125\cdot 0{,}8 = -0{,}53$$

$$b_{13} = 0{,}125\cdot 0 = 0\,,\ b_{23} = -0{,}125\cdot 15{,}6 = 0{,}1$$

$$b_{11} = 0{,}06254\cdot 195{,}1291 + 0{,}00695\cdot 559{,}93 - 0{,}05694\cdot 245{,}1 = 2{,}14$$

$$b_{22} = 0{,}06254\cdot 200{,}7871 + 0{,}00695\cdot 559{,}93 - 0{,}05694\cdot 245{,}1 = 2{,}49$$

$$b_{33} = 0{,}06254\cdot 164{,}0101 + 0{,}00695\cdot 559{,}93 - 0{,}05694\cdot 245{,}1 = 0{,}19$$

Hisoblab aniqlangan regressiya koeffitsiyentlarini qiymatlarini inobatga olgan holda, tadqiq etilayotgan jarayonni ifodalovchi regressiya tenglamasining dastlabki ko‘rinishini (4) dan foydalanib quyidagicha yozamiz

$$y = 8{,}966 + 0{,}49x_1 - 0{,}15x_2 + 0{,}58x_3 + 2{,}14x_1^2 + 2{,}49x_2^2 + 0{,}19x_3^2 - \\ - 0{,}53x_1x_2 - 0x_1x_3 + 1{,}95x_2x_3 \tag{16}$$

Regressiya koeffitsiyentlarining dispersiyalarini quyidagi ifodalar orqali aniqlaymiz.

$$s^2\{b_0\} = \frac{2A\lambda^2(k+2)}{N}s_y^2 \tag{17}$$

$$s^2\{b_i\} = \frac{c}{N}s_y^2 \tag{18}$$

$$s^2\{b_{il}\} = \frac{c^2}{\lambda N}s_y^2 \tag{19}$$

$$s^2\{b_{ii}\} = \frac{Ac^2\left[(k+1)\lambda - (k-1)\right]}{N}s_y^2 \tag{20}$$

bunda s_y^2 parametrlar dispersiyasi.

Maqbullashtirilayotgan parametrning dispersiyasini quyidagicha ifodalaymiz

$$s_y^2 = \frac{\sum_{u=1}^{n_0}(y_u - \bar{y})^2}{n_0 - 1} \tag{21}$$

bunda y_i –maqbullashtirilayotgan parametrning reja markazidagi tajriba natijalarining o‘rtacha qiymati;

$\bar{y}$ -maqbullashtirilayotgan parametrning reja markazidagi tajriba natijalarining o‘rtacha arifmetik qiymati.

Maqbullashtirilayotgan parametrning reja markazidagi tajriba natijalarining o‘rtacha arifmetik qiymatini quyidagicha aniqlaymiz

$$\bar{y} = \frac{\sum_{u=1}^{n_0} y_u}{n_0} = \frac{54,2}{6} = 9,03$$

(20) ifodani sonli yechimini amalga oshirib, maqbullashtirilayotgan parametrning dispersiyasini qiymatini aniqlaymiz, ya’ni $s_y^2 = 0,203.$

(17), (18), (19) va (20) ifodalardan foydalanib regressiya koeffitisiyentlarining dispersiyalarini aniqlaymiz. Ularning qiymatlari quyidagicha

$$s^2\{b_0\} = 0,16666 \cdot 0,203 = 0,034;\ s\{b_0\} = 0,18$$

$$s^2\{b_i\} = 0,07322 \cdot 0,203 = 0,014;\ s\{b_i\} = 0,12$$

$$s^2\{b_{il}\} = 0,125 \cdot 0,203 = 0,025;\ s\{b_{il}\} = 0,16$$

$$s^2\{b_{ii}\} = 0,0695 \cdot 0,203 = 0,015;\ s\{b_{ii}\} = 0,12$$

Regressiya koeffitsiyentlarining ahamiyatliligini tekshirish uchun ularning ishonchlilik oraliqlarini aniqlash lozim. U quyidagicha ifodalaniladi

$$\Delta b_i = \pm t_{ж} s\{b_i\} \qquad (22)$$

bunda t_j – ahamiyatlilik kriteriyasining jadval qiymati.

Ahamiyatlilik kriteriyasining jadval qiymati erkinlik darajasiga qarab maxsus jadvaldan tanlanadi. Erkinlik darajasini quyidagicha aniqlash mumkin

$$f = N - k' - (n_0 - 1) \qquad (23)$$

bunda *k'*- regressiya tenglamasidagi koeffitsiyentlar soni.

(23) ifodani sonli yechimiga ko‘ra ko‘rib chiqilayotgan holat uchun erkinlik darajasi *f=6* bo‘ladi. Shu sababli [1] ga ko‘ra t_j=2,45.

Demak, regressiya koeffitsiyentlarining ishonchlilik oraliqlari (22) ifodaga ko‘ra quyidagicha

$$\Delta b_0 = \pm 0,44,\ \Delta b_i = \pm 0,29\ \Delta b_{il} = \pm 0,39,\ \Delta b_{ii} = \pm 0,29$$

Styudent kriteriyasiga ko‘ra regressiya tenglamasidagi koeffitsiyentlar ishonchlilik oraliqlaridan kichik bo‘lsa aynan shu koeffitsiyentlar tenglamadan chiqarib yuboriladi. Ko‘rib

chiqilayotgan holatda b_{22}, b_{33}, b_{12}, b_{13} va b_{23} lar ishonchlilik oraliqlaridan kichik bo‘lganligi sababli tuzilgan regressiya tenglamasidan chiqarib yuboramiz hamda (16) ifoda quyidagicha ko‘rinish oladi

$$y = 8{,}966 + 0{,}49x_1 + 0{,}58x_3 + 2{,}14x_1^2 + 2{,}49x_2^2 - 0{,}53x_1x_2 \quad (24)$$

(24) regressiya tenglamasini tadqiq etilayotgan jarayonga mos ekanligini aniqlash uchun Fisher mezoni bo‘yicha tekshiramiz. Fisher mezoni quyidagicha

$$F_P = \frac{s_{a\partial}^2}{s_y^2} \quad (25)$$

bunda $s_{a\partial}^2$ - adekvatlik dipersiyasi.

Adekvatlik dipersiyasini quyidagicha aniqlaymiz

$$s_{a\partial}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{N}(y_j - \bar{y}_j)^2 - \sum_{u=1}^{n_0}(y_u - \bar{y})^2}{f} \quad (26)$$

(26) ifodani sonli echimini amalga oshirib, $s_{a\partial}^2 = 1{,}008$ ekanligini aniqlaymiz.

Fisher mezonining hisobiy qiymatini (25) ifodadan foydalanib aniqlaymiz

$$F_P = \frac{1{,}008}{0{,}203} = 4{,}97 .$$

Regressiya tenglamasini tadqiq etilayotgan jarayonga mos bo‘lishi uchun Fisher mezonining jadvaldagi qiymati $F_{ж}$ hisobiy qiymati F_P dan katta bo‘lishi, ya’ni $F_{ж} \rangle F_P$ shart bajarilishi lozim.

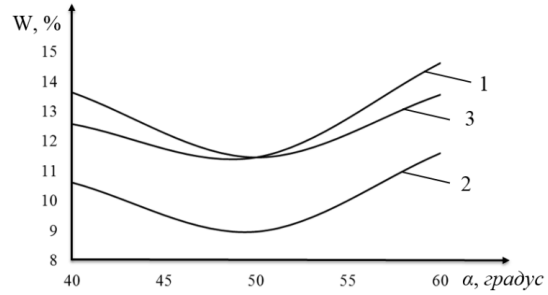
Fisher mezonining jadvaldagi qiymati quydagi tartibda tanlandi, ya’ni (25) ifodaning suratini aniqlashda erkinlik darajasi 12 va maxrajini aniqlashda erkinlik darajasi 5 bo‘lganligi sababli $F_{ж} = 19{,}4$.

Tadqiq etilayotgan jarayon uchun belgilangan shart bajarilganligi sababli tuzilgan regresiya tenglamasi mos tushishi aniqlandi.

O‘tkazilgan tadqiqotlarni chuqurroq tahlil etish maqsadida (24) regressiya tenglamasining sonli echimini EXM ning Exsel dasturida amalga oshiramiz. Yechimlar asosida parametrlarni bog‘liqlik grafigi olindi (1-2 rasm).

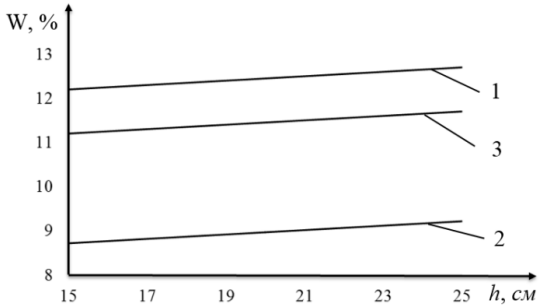
1-rasmda nov ko‘rinishidagi urug‘ o‘tkazgichning qiyalik burchagini urug‘larni taqsimlanish notekisligiga bog‘liqlik grafigi keltirilgan bo‘lib, unga ko‘ra urug‘larni taqsimlanish notekisligi urug‘ o‘tkazgichning qiyalik burchagini o‘zgarishi bilan parabola qonuniyati asosida o‘zgarishini ko‘rishimiz mumkin. Bundan tashqari nov ko‘rishidagi urug‘ o‘tkazgich uzunligining ortishi yoki kamayishi bilan ham urug‘larni taqsimlanishi yomonlashar ekan.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, nov ko‘rinishidagi urug‘ o‘tkazgichining qiyalik burchagi 40^0 va urug‘ o‘tkazgich uzunligi 50 sm bo‘lganda taqsimlanish notekisligi 12,56 % ni, urug‘ o‘tkazgich uzunligi 60 sm ga ortganda esa taqsimlanish noteksligi 10,61 % bo‘lar ekan. Nov ko‘rinishidagi urug‘ o‘tkazgichning qiyalik burchagi 50^0 va urug‘ o‘tkazgich uzunligi 50 sm bo‘lganda taqsimlanish notekisligi 11,45 % ni, urug‘ o‘tkazgich uzunligi 60 sm ga ortganda esa taqsimlanish noteksligi 8,96 % bo‘lishi kuzatildi.



1-*L*=50 cm; 2-*L*=60 cm; 3-*L*=70 cm

1-rasm. Nov ko‘rishidagi urug‘ o‘tkazgichning qiyalik burchagini taqsimlanish notekisligiga bog‘liqlik grafigi



1-*L*=50 cm; 2-*L*=60 cm; 3-*L*=70 cm

2-rasm. Urug‘larni taqsimlanish notekisligini nov ko‘rishidagi urug‘ o‘tkazgichning dala yuzasiga nisbatan o‘rnatilish balandligiga bog‘liqlik grafigi

2-rasmda keltirilgan grafikdan ko‘rinadiki, nov ko‘rishidagi urug‘ o‘tkazgichning dala yuzasiga nisbatan o‘rnatilish balandligi 15 sm va urug‘ o‘tkazgich uzunligi 50-70 sm bo‘lganda taqsimlanish notekisligi 12,21-11,24 % hamda o‘rnatilish balandligi 20 sm va urug‘ o‘tkazgich uzunligi 50-70 sm bo‘lganda taqsimlanish notekisligi 12,46-11,45 % oraliqlarda o‘zgarar ekan.

Xulosa o‘rnida shuni aytish mumkinki, nov ko‘rinishidagi urug‘ o‘tkazgichning uzunligi 60 sm va qiyalik burchagi 45^0-55^0 va nov ko‘rishidagi urug‘ o‘tkazgichning dala yuzasiga nisbatan o‘rnatilish balandligi 15 sm bo‘lganda urug‘larni taqsimlanish notekisligi eng minimal qiymatlarda bo‘lar ekan.

ADABIYOTLAR

1. Курдюмов В.И., Агеев П.С., Павлушин и др. Математическое моделирование при оптимизации параметров сушильной установки контактного типа // Пермский аграрный 17

вестник, 2016. - №2 (14). – С. 107-112.

2. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. -М.: Машиностроение, 1981. -184 с.

3. Рустамов Р.М., Турдалиев В.М., Юлдашев М.А. Теоретические исследования по определению времени перекатывания семян на наклонной семенной калоде // машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизatsia: Материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2022. - №5. – С. 66-70.

4. Эргашев Ш.Т., Рустамов Р.М., Турдалиев В.М., Юлдашев М.А. Теоретическое исследование перемещения семян мелкосеменных овощных култур по наклонной лотковидной семяпроводе // Проблема механика. – Ташкент, 2022. – № 4 – 103-108 с.

5. Бузенков Г.М., Ма С.А. Машины для посева селскохозяйственных култур. – Москва: Машиностроение, 1976. – С. 272.

UDK: 631.53.027:633.511

SAKSOVUL URUG‘INI ULTRABINAFSHA NUR TA’SIRIDA AVJLANTIRISh USULI VA NATIJASI

Maxmudov Nuriddin Maxamadali o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti, dotsenti, frank_85@inbox.ru, https://orcid.org/0009-0004-5820-373X

Annotatsiya. Maqolada saksovul o‘simligini cho‘l xududlarida ahamiyati va ildizlari ozuqa moddalarini o‘zlashtirishini nazariy tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Eksperimental natijalari asosida ultrabinafsha nur 5, 10 va 15 cm balandlikda, 5, 10 va 15 minut vaqtda hamda λ=253,7 nm, λ=300 nm to‘lqin uzunliklari ta’sirida saksovul urug‘i sifat ko‘rsatgichni aniqlash uchun laboratoriya sharoitida unuvchanligi aniqlanib, o‘sib-rivojlanishi ustidan fenologik kuzatuvlar olib borish natijasida nazoratga nisbatan 90,0 foiz unuvchanlikga erishildi. Taklif qilinayotgan saksovul urug‘ini avjlantirish bo‘yicha o‘tkazilgan dastlabki eksperimental tadqiqotlarda yaxshi natijalarga erishilgan. UBN uskunasidan nafaqat saksovul balki boshqa turdagi qishloq xo‘jaligi ekinlar urug‘ini ekishga tayyorlash texnologik tizimlari hamda dehqon va fermer xo‘jaliklarida foydalanish mumkin.

Аннотация. В статье представлены результаты теоретических исследований значения саксаула в пустынных районах и поглощения питательных веществ его корнями. На основании результатов эксперимента в лабораторных условиях определена всхожесть семян саксаула по определению показателя качества при воздействии ультрафиолетового света на высоте 5, 10 и 15 см, в течение 5, 10 и 15 минут, и длинах волн λ=253,7 нм, λ=300 нм. В результате фенологических наблюдений за ростом и развитием получено 90,0% всхожести по сравнению с контролем. Первоначальные экспериментальные исследования по размножению предлагаемого семенного саксаула дали хорошие результаты. Оборудование УБН может применяться не только в технологических комплексах по подготовке семян к посадке саксаула, но и других видов сельскохозяйственных культур, а также в фермерских и фермерских хозяйствах.

Abstract. The article presents the results of theoretical studies on the importance of saxaul in desert areas and the absorption of nutrients by its roots. Based on the experimental results, the germination of saxaul seeds under the influence of ultraviolet light at a height of 5, 10 and 15 cm, for 5, 10 and 15 minutes and wavelengths λ=253,7 nm, λ=300 nm was determined in laboratory conditions to determine the quality indicator, and as a result of phenological observations of growth and development, 90,0 percent germination was achieved compared to the control. The proposed preliminary experimental studies on the germination of saxaul seeds have achieved good results. The UBN equipment can be used in technological systems for preparing seeds of not only saxaul, but also other types of agricultural crops for sowing, as well as in farmers and farms.

Kalit so‘zlar: saksovul, urug‘, unuvchanlik, cho‘l, chorva, quvvat, vaqt, masofa, ultrabinafsha nur, uskuna, kasallik, zararkunanda, dona, energiya, unuvchanlik, yashovchanlik.

Ключевые слова: саксаул, семя, плодородие, пустыня, скот, мощность, время, расстояние, ультрафиолетовый свет, оборудование, болезнь, вредитель, зерно, энергия, плодородие, жизнеспособность.

Keywords: saxaul, seed, fertility, desert, livestock, power, time, distance, ultraviolet light, equipment, disease, pest, grain, energy, fertility, viability.

Kirish. Hozirgi vaqtda yaylovlarni tubdan yaxshilash, cho‘l hududlarni ko‘kalamzorlashtirish, kuz-qish va yoz mavsumida foydalanish uchun uzoq muddatli madaniy yaylovlar yaratish kabi samarali usullar e’tirof etilib kelinmoqda.

Qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini, xususan, o‘simlikchilikni intensivlashtirish ekinlar hosildorligini oshirishni nazarda tutadi va bu “urug‘lik-tuproq-o‘simlik” tizimining biologik xususiyatlarini bilishni talab qiladi.

Urug‘larning yashirin imkoniyatlarini aniqlash orqali o‘simliklarning mahsuldorligini oshirish mumkin, shuning uchun ularning ekish sifatini yaxshilash orqali bunday impulslardan biri stimulyatsiya, bu tadqiqotlarda ultrabinafsha nurlanishdir [1-8].

Qurg‘oqchil zonada urug‘lar, o‘simliklar va tuproqlarni ultrabinafsha nurlanishi uchun eksperimental jihozlarning asosiy parametrlari va rejimini asoslashda urug‘larning, vegetativ o‘simliklarning va madaniy tuproqning umumiy fiziologik xususiyatlarini bilish zarur.

Bir qator mahalliy va xorijiy olimlar tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqotlar paxta, pomidor, bodring, g‘alla, poliz, mosh va boshqa ekinlarni yetishtirishda “urug‘lik-tuproq-o‘simlik” tizimiga elektr ta’sirining samaradorligini isbotlandi [9-16].

“Urug‘-tuproq-o‘simlik” tizimiga elektr ta’sirini amalga oshirish uchun traktor bilan o‘rnatiladigan statsionar va ko‘chma elektr inshootlari ishlab chiqarilgan va sinovdan o‘tkazilgan.

Biroq, qishloq xo‘jaligi ekinlarining urug‘lari va o‘simliklari fizikaviy va mexanik xususiyatlariga ko‘ra bir-biridan juda farq qiladi. Binobarin, “urug‘lik-tuproq-o‘simlik” tizimiga elektr ta’siri bilan barcha qishloq xo‘jaligi ekinlari uchun elektr ta’sirining texnologik xususiyatlari bir xil bo‘lib qoladi, faqat elektr ta’sirining bosqichlari va usullari o‘zgaradi.

2003-yil 18-martda Toshkent davlat agrar universiteti va Misr Arab Respublikasining Oyshan universiteti o‘rtasida 2003-yil mavsumida tuzilgan “Ta’lim va fan sohasida o‘zaro manfaatli hamkorlik to‘g‘risida”gi shartnomaga muvofiq. Misrning tuproq-iqlim sharoitida elektrotexnologiya yordamida paxta yetishtirish samaradorligini baholash uchun dastlabki tajribalarni 2003-yilda o‘tkazdilar; Muhammadiev A., Turapov I., Saidova M., 2004; Sodiqova G., Juraev G., 2004; Muhammadiev A., Turapov I., Sodiqova S., 2005; I.I.Usmanov 2022; N.M.Maxmudov 2023 yillarda ushbu olimlar turli xil urug‘larga ultrabinafsha nur ta’sir etib ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borishgan.

Shuni ta’kidlash kerakki, ushbu tadqiqotlarda "urug‘lik-tuproq-o‘simlik" tizimining mahalliy ob’ektlariga elektr bilan ishlov berishning ta’siri o‘rganildi ya’ni chigitning unib chiqishi va energiyasi haqida, g‘o‘zaning ildiz tizimi va yer usti qismining morfologik xususiyatlari, biologik va xo‘jalik xususiyatlari haqida. Elektr bilan ishlov berishning paxta va boshqa ekinlar hosildorligiga, shuningdek, tayyor mahsulot sifatiga va tuproq mikroflorasiga ijobiy ta’siri aniqlandi.

Material va metodlar. Qishloq xo‘jaligi mahsulotlariga talab ortib borayotgan hozirgi kunlarda ekinlar mahsuldorligini oshirish uchun yangi innovatsion yechimlardan oqilona foydalanish talab etiladi. Urug‘ va o‘simliklarga elektr ta’sir etadigan usullarni hamda o‘stirish stimulyatorlarini qo‘llash orqali ularda kechadigan fiziologik jarayonlarni rivojlantirish shular jumlasidandir.

Qishloq xo‘jaligi sohasida ekinlarni elektrotexnologik ta’sirlar hisobiga avjlantirish, kasallik va zararkurandalardan himoya qilishga yo‘naltirilgan. Ushbu ilmiy tadqiqotlar ekologik sof maxsulot yetishtirish imkonini beradigan agrotexnologiyalar yaratishga yangi imkoniyatlar yaratadi.

Ultrabinafsha nur (UBN)ni qo‘llashni afzalligi shundaki, saksovul urug‘ini zararli mikroorganizmlardan zararsizlantirib, bir yo‘la xujayra darajasida biologik faolligini avjlantiradi.

Mazkur ilmiy maqolada saksovul urug‘lariga UBN bilan ishlov berish Namangan davlat texnika unvesitetining “Energetika muhandisligi” kafedrasida amalga oshirildi.

UBN manbalari sifatida 30, 60, va 90 W quvvatga ega va 253,7 nm va 300 nm to‘lqin uzunligida nur tarqatadigan bakteritsid lampalar o‘rnatilgan yoritgich stend ishlatildi.

Har bir variant uchun saksovul urug‘i 50 donadan tanlab olindi. Tanlab olingan urug‘lar nazorat qilinuvchi stend (1-rasm) yordamida nurlantirildi.

Nurlantirishdan so‘ng saksovul urug‘lari nam filtr qog‘ozlarga joylashtirilib labaratoriya shisha stakan idishlarga solindi va harorati 22-24º bo‘lgan qorong‘i joyda qoldirildi.

Urug‘larning unib chiqishi va energiyasini aniqlash bo‘yicha tajribalar laboratoriya sharoitida Namangan davlat texnika unversitetida o‘tkazildi .

Saksovul urug‘larining unuvchanligi kuzatuv va hisoblash yo‘li bilan amalga oshirildi. Dastlabki ikki kun ichida kurtaklar yorib chiqa boshladi, olti kundan so‘ng urug‘larning unib chiqishi barqarorlashdi va sakkizinchi kuni barcha yashovchi urug‘lar aniqlandi.

Tajriba 5, 10, va 15 cm balandliklarda 5, 10 va 15 minut vaqt oraliqlarida 253,7 nm xamda 300 nm to‘lqin uzunligida va P=30; 60; 90 W li bakteritsid lampalarda o‘tkazildi. Ikkala to‘lqin uzunligidagi UBN bilan ta’sir etish bir vaqtning o‘zida va alohida-alohida tarzda amalga oshirildi.

Nurlangandan so‘ng urug‘lar namlangan, nam filtr qog‘oziga Petri idishlariga solingan va nam filtr qog‘ozining ikkinchi qatlami bilan qoplangan. Urug‘lar suv bilan to‘ldirilgan +20 ... 25 ^{0} C, xona harorati. Suv, tajriba va nazorat urug‘larining ulushi 50% ni tashkil etdi. Namlangan urug‘li Petri idishlari qorong‘i joyda +20...25 ^{0} S haroratda qoldirildi.



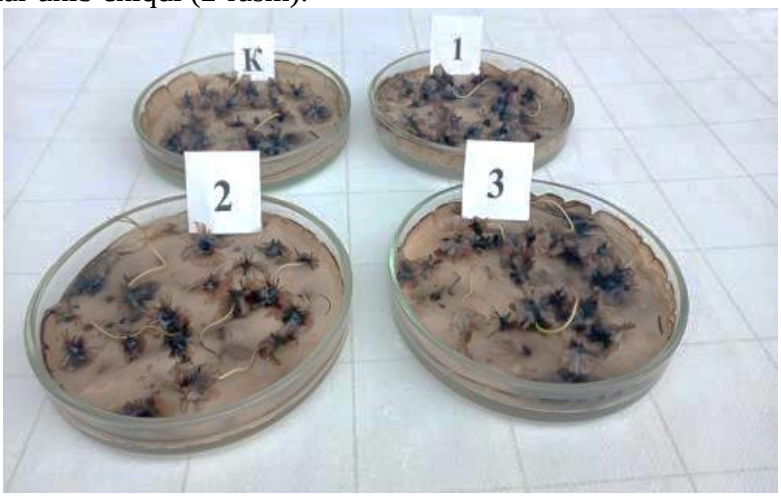
a) *b*)

a) old tomondan; *b*) ostki tomon

1-rasm. Saksovul urug‘larini ultrabinafsha nurlantiruvchi laboratoriya stendi

Tadqiqotlarning natijalari asosida ultrabinafsha nur 5, 10 va 15 cm balandlikda, 5, 10 va 15 minut vaqtda hamda λ=253,7 nm, λ=300 nm to‘lqin uzunliklari ta’sirida saksovul urug‘i sifat ko‘rsatgichni aniqlash uchun laboratoriya sharoitida unuvchanligi aniqlanib, o‘sib-rivojlanishi ustidan fenologik kuzatuvlar olib borildi [9; 470-472-b.].

Tadqiqot natijalari. Sanoqlar sanash yo‘li bilan o‘tkazildi. Dastlabki to‘rt kun ichida ko‘chatlar kuzatilmadi. Beshinchi kuni kurtaklar paydo bo‘ldi. O‘n kundan keyin urug‘ning unib chiqishi barqarorlasha boshladi va o‘n uchinchi kuni unib chiqishi to‘xtadi, ya’ni barcha yashovchan urug‘lar unib chiqdi (2-rasm).



2-rasm. Saksovul urug‘ini laboratoriya sharoitidagi unuvchanlik natijalari

Urug‘larning unib chiqishi va unib chiqish energiyasi bo‘yicha kuzatishlar natijalari: 1-3-jadvallarda saksovul va grafiklar esa 3-6-rasmlarda keltirilgan.

Nihol bilan bir qatorda unib chiqish energiya GI hisoblab chiqilgan bo‘lib , unib chiqqan urug‘lardan o‘stirilgan embrionlarning yashovchanligini ko‘rsatadi, uzunligi 10 mm dan ortiq barqaror kurtaklar hisobga olingan.

Nihol ko‘rsatkichi quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi [10]:

$$GI = \frac{5n_1 + 4n_2 + 3n_3 + 2n_4 + 1n_5}{m n_i}$$

bu yerda: n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 - bilan urug‘lardan chiqqan nihollar soni 1 dan 5 kungacha unib chiqishi;

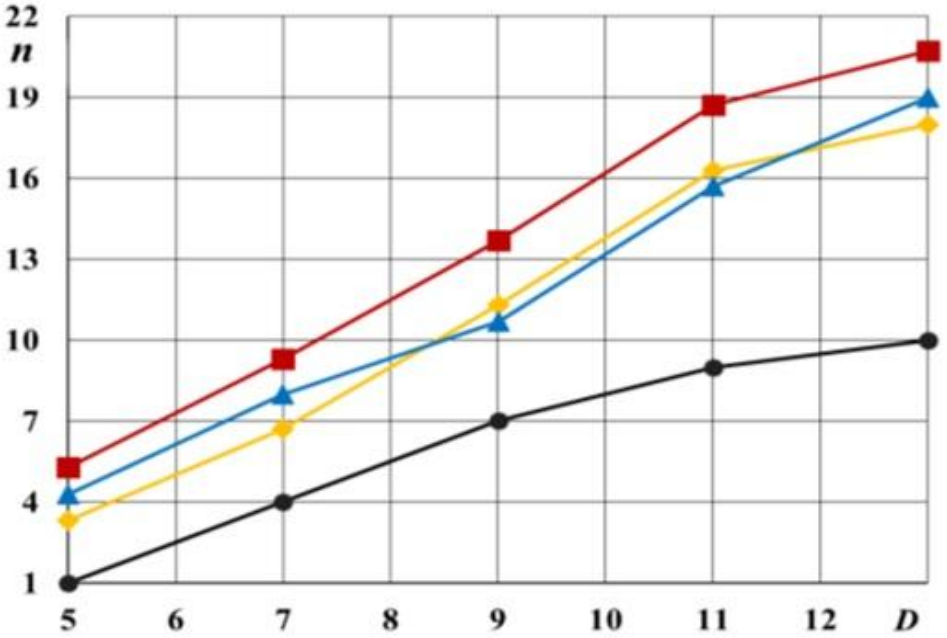
m-urug‘ning unib chiqish kunlarining umumiy soni, kunlar;

n-ekilgan urug‘larning umumiy soni, dona.

1-jadval

Saksovul urug‘larining ultrabinafsha nurlanish ta’siridan keyin unib chiqishi va unib chiqish energiyasi bo‘yicha laboratoriya tajribalari natijalari (UBN quvvati P =30 W ; hisoblangan urug‘lar soni n =25 dona.=100%)

№	T_{ubn}, min	Hisoblash kuni					Unuvchanlik, %
		5	7	9	11	13	
		Kurtaklar soni, dona.					
1	$T_1 = 5$	3,3	6,7	11,3	16,3	18,0	72,0
2	$T_2 = 10$	5,3	9,3	13,7	18,7	20,7	82,8
3	$T_3 = 15$	4,3	8,0	10,7	15,7	19,0	76,0
nazorat		1,0	4,0	7,0	9,0	10,0	40,0



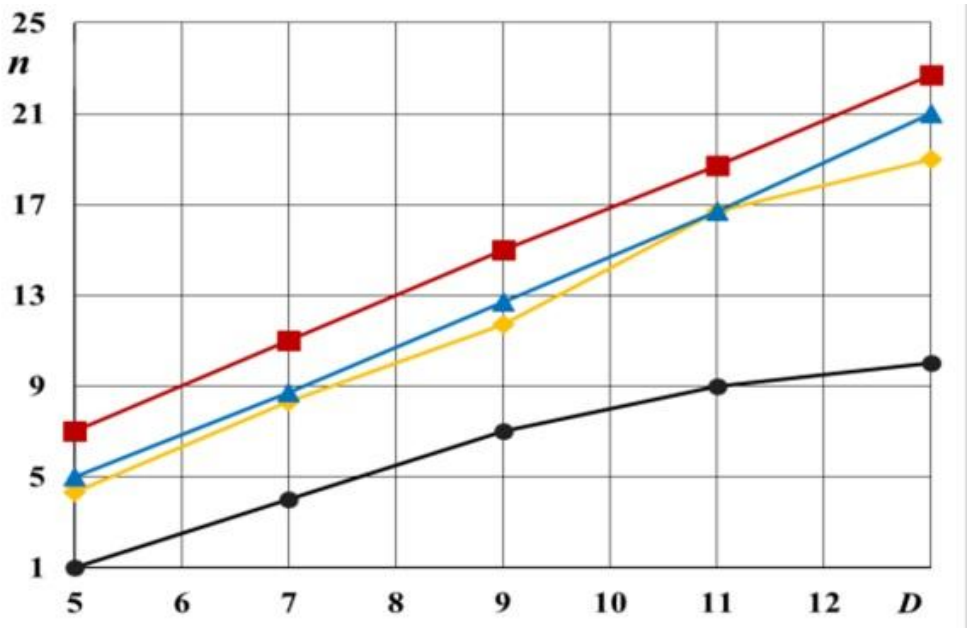
1,2 va 3 mos ravishda nurlantirish davomiyligi

3-rasm. Lampalarni o‘rnatilish balandligini va vaqtini saksovul urug‘ining unuvchanligiga ta’siri

2-jadval

Saksovul urug'larining ultrabinafsha nurlanish ta'siridan keyin unib chiqishi va unib chiqish energiyasi bo'yicha laboratoriya tajribalari natijalari (UBN quvvati P =60 W ; hisoblangan urug'lar soni n =25 dona.=100%)

№	T_{ubn}, min	Hisoblash kuni					Unuvchanlik, %
		5	7	9	11	13	
		Kurtaklar soni, dona.					
1	$T_1 = 5$	4,3	8,3	11,7	16,7	19,0	76,0
2	$T_2 = 10$	7,0	11,0	15,0	18,7	22,7	90,8
3	$T_3 = 15$	5,0	8,7	12,7	16,7	21,0	84,0
nazorat		1,0	1,0	4,0	7,0	9,0	10,0



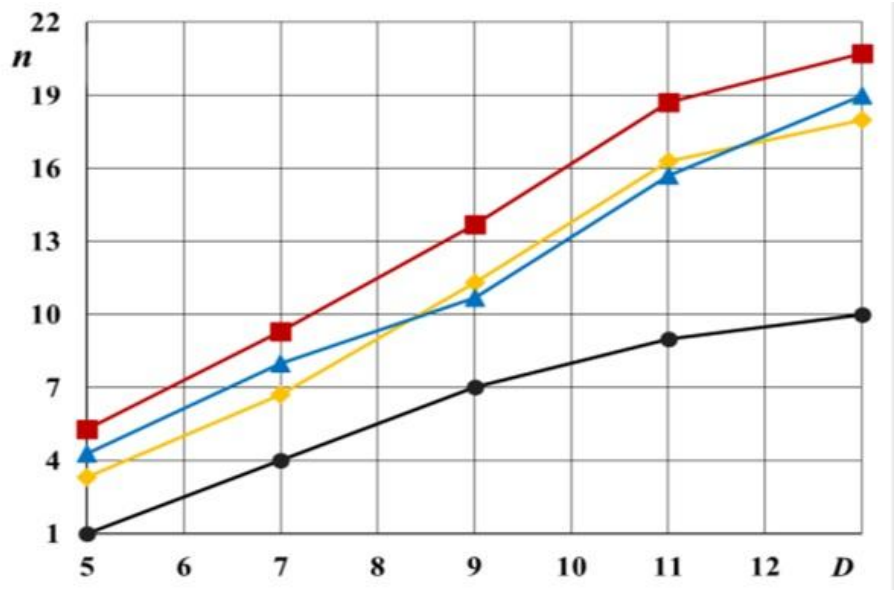
1,2 va 3 mos ravishda nurlantirish davomiyligi

4-rasm. Lampalarni o'rnatilish balandligini va vaqtini saksovul urug'ining unuvchanligiga ta'siri

3-jadval

Saksovul urug'larining ultrabinafsha nurlanish ta'siridan keyin unib chiqishi va unib chiqish energiyasi bo'yicha laboratoriya tajribalari natijalari (UBN quvvati P =90 W ; hisoblangan urug'lar soni n =25 dona.=100%)

№	T_{ubn}, min	Hisoblash kuni					Unuvchanlik, %
		5	7	9	11	13	
		Kurtaklar soni, dona.					
1	**$T_1 = 5$**	4,7	8,7	13,7	17,6	20,0	80,0
2	**$T_2 = 10$**	7,0	10,3	15,0	19,0	21,3	85,2
3	**$T_3 = 15$**	5,0	9,3	13,0	16,7	20,0	80,0
nazorat		1,0	1,0	4,0	7,0	9,0	10,0



1,2 va 3 mos ravishda nurlantirish davomiyligi

5-rasm. Lampalarni o‘rnatilish balandligini va vaqtini saksovul urug‘ining unuvchanligiga ta’siri

Tadqiqot natijalari tahlili. Laboratoriya tajribalari natijalariga ko‘ra, biz birlamchi xulosaga kelishimiz mumkinki, optimal variant ham saksovul urug‘i, ham izni uchun, nurlantiruvchidan urug‘largacha bo‘lgan masofa 10 cm, urug‘ qatlamining qalinligi 5 cm, nurlantiruvchi - 60 W quvvatga ega DB 60 chiroq va 10 daqiqa davomida nurlanish rejimi (1-3-jadvallar), bu eng yaxshi ko‘chatlarga olib keladi, mos ravishda 90,0% dan ortiq - saksovul nazorat va boshqa nurlantiruvchi parametrlar hamda nurlanish rejimlari bilan solishtirganda.

Urug‘larning jahon sifati nazorati, yuqorida aytib o‘tilganidek, urug‘lik embrionlarining unib chiqish energiyasi qabul qilingan. Ekilgan saksovul urug‘larining ultrabinafsha nurlanishining parametrlari va usullarini asoslash bo‘yicha olib borilgan ushbu tadqiqotlarda eng yuqori unib chiqish ko‘rsatkichlari mos ravishda 90,8% ga erishildi (2-jadval). Bu nurlantiruvchining olingan parametrlari va uning nurlanish rejimlari oqilona ekanligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Shuni ta’kidlash kerakki, ultrabinafsha nurlanish bilan ishlov berilgan urug‘larda hech qanday mog‘or kuzatilmadi.

Ushbu tadqiqotlar natijalaridan kelib chiqib, saksovul urug‘larini ultrabinafsha nurlanishining ta’sirini o‘rganishni davom ettirish maqsadga muvofiqdir. Adabiyotga ko‘ra, cho‘l yem-xashak o‘simliklarining urug‘larini yig‘ib olingandan keyin olti oydan ortiq saqlash tavsiya etilmaydi.

Xulosa

Saksovul urug‘iga ekishdan oldin ultrabinafsha nur bilan ishlov berish, zamonaviy qishloq xo‘jaligi texnologiyalarining ajralmas qismi bo‘lib, urug‘larning sifatini yaxshilash va o‘sish jarayonlarini tezlashtirishga yordam beradi. Bu usullar urug‘larni tayyorlash va saqlash jarayonlarini optimallashtirishga, ularning mahsuldorligini va sifatini oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, resurslardan samarali foydalanish va ekologik jihatdan toza ishlab chiqarish uchun katta ahamiyatga ega.

Tadqiqot natijalaridan kelib chiqib saksovul urug‘ini nurlantirishning quyidagi optimal parametrlari va rejimlari aniqlandi: quvvati 30 W, to‘lqin uzunligi 253,7 nm va quvvati 30 W, to‘lqin uzunligi 300 nm ga teng bakteritsid lampalarni birgalikda ishlatish va bunda nurlatgichdan urug‘gacha bo‘lgan masofa 10 cm hamda urug‘larni nurlantirish davomiyligi 10 minutga teng. Ushbu qayd qilingan maqbul qiymatlarda nurlantirilganda saksovul urug‘larining

unuvchanlik darajasi 90,8 foizni tashkil etadi.

Keyingi ilmiy tadqiqot ishlarida saksovul urug‘larini ekishdan oldin va nihollariga vegetatsiya davrida ultrabinafsha nur bilan ishlov berish bo‘yicha keng miqyosda eksperimental tadqiqotlar o‘tkazishga yo‘naltirish zarur.

ADABIYOTLAR

1. Rabbimov A.A., Boboqulov A. R., Muqimov N.A., T. // Qorako‘l va Zomin tumanlarining cho‘l va yarim cho‘l yaylovlarini yaxshilashga oid tavsiyalar, Toshkent, 2017.-24 b.

2. Арипов А. // Разработка технологии и технических средств электрического воздействия на систему «семя-почва-растение» для производства семян пастбищных культур на семеноводческих площадках. PhD диссертация. Ташкент. 2021 г.

3. Umarov, Q. B., & Makhmudov, N. (2021). BASIS OF THE STRENGTH OF THE MUG SEED ON THE EARTH OF THE WORKING BODY. МЕХАНИКА ВА ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ЖУРНАЛИ, (4), 52.

4. Rosaboev, A., & Maxmudov, N. (2020). Ways to improve the quality of legume seeds. Agro Ilm. Tashkent,(2), 32-33.

5. Mukhammadiev, A., & Makhmudov, N. M. (2022). EFFICIENCY OF ELECTROTECHNOLOGICAL SELECTION OF MUNG BEAN SEED. Web of Scientist: International Scientific Research Journal, 3(8), 644-648.

6. Rosaboev, A. T., & Maxmudov, N. M. (2019). Modernized device for seed sorting of legumes. Innovatsionnoe razvitie.

7. Nuriddin, M. (2024). RATIONALE FOR A DEVICE FOR SORTING LEGUMINOUS CROPS USING AN ELECTROTECHNOLOGICAL DEVICE. Механика и технология, 2(15), 186-190.

8. O‘G‘Li, M. N. M., & Turonovich, U. G. (2024). THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE POSSIBILITY OF SORTING LEGUME SEEDS IN MODERNIZED ELECTRICAL DEVICE. Механика и технология, 2(15), 128-133.

9. Muxammadiev A., Maxmudov N.M. Mosh urug‘ining elektrotexnologik uskunalar yordamida sifat ko‘rsatkichlarini oshirish yo‘llari // “Yuqori samarali qishloq xo‘jalik mashinalarini yaratish va texnika vositalaridan foydalanish darajasini oshirishning innovatsion yechimlari” Xalqaro ilmiy-texnik konferensiya. – QXMITI, Gulbahor 27.05.2022 yil. – B. 470-473.

10. Веденяпин Г.В. Eksperimental tadqiqot va eksperimental ma'lumotlarni qayta ishlashning umumiy metodologiyasi. M.: Колос, 1967 yil.

11. Rosaboev, A., & Maxmudov, N. (2020). Ways to improve the quality of legume seeds. Agro Ilm.–Tashkent, (2), 32-33.

12. Rosaboev, A. T., & Maxmudov, N. M. (2019). Modernized device for seed sorting of legumes. Innovatsionnoe razvitie.–Tashkent, 77-82.

13. Rosaboev, A. T., & Maxmudov, N. M. (2019). REZULG‘TATQ RAZRABOTKI MODERNIZIROVANNOGO ELEKTRICHESKOGO SORTIRUYuO‘EGO USTROYSTVA. In VKLAD UNIVERSITETSKOY AGRARNOY NAUKI V INNOVATSIONNOE RAZVITIE AGROPROMQSHLENNOGO KOMPLEKSA (‘‘. 352-356).

14. Mukhammadiev, A., Makhamadali o‘g‘li, M. N., Yusupov, O. Y., & Boqijonovich, I. U. (2022). Determining The Breaking Angles Of Mung Bean From The Surface Of The Working Organ By Basing The Voltage Applied To The Electrodes. Journal of Positive School Psychology, 6(9), 4766-4770.

15. N.M.Maxmudov // Mosh urug‘ini saralash va avjlantirish elektrotexnologik uskunalarining parametrlarini asoslash. Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) ilmiy darajasini olish uchun tayyorlangan dissertatsiya. Gulbahor-2023. 118 bet.

16. Патент РУз на изобретение № IAP 06673. Qishloq xo‘jalik ekinlari urug‘larini saralash qurilmasi/ Rosaboev A.T., Imomqulov U.B., Maxmudov N.M., Vaxobova S.K. Rasmiy axborotnoma. – 2022. – №1.

17. A.Muxammadiev., A.Rosaboev., N.Maxmudov Mosh urug‘ini yetishtirishda ekalogik sof va sifat ko‘rsatkichlari bo‘yicha yuqori xosil olishni ta’minlaydigan agroelektrotexnologiya: Monografiya. – Namangan: “Usmon nosir media”, 2023. – 126 b.

18. I.I.Usmonov // Qovun urug‘iga bosqichli elektrotexnologik ishlov berishning parametrlarini asoslash. Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) ilmiy darajasini olish uchun tayyorlangan dissertatsiya. Gulbahor-2022. 124 bet.

19. O‘G‘Li, M. N. M. (2024). OROL DENGIZINI QURIGAN XUDUDLARIDA SAKSOVUL O ‘SIMLIGINI AHAMIYATI VA ILDIZLARI OZUQA MODDALARINI O ‘ZLASHTIRISHINI BAHOLASH. Строительство и образование, (Спецвыпуск 1), 242-246.

UDK 631.362.36

ARPA URUG‘INI ELEKTROTEXNOLOGIK QURILMA YORDAMIDA SARALASHNING NAZARIY ASOSLARI

Vaxobova Sojida Komiljonovna
Namangan davlat texnika universiteti, dotsenti, sojidavsk310783@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada energiya va resurstejamkor elektr saralagich qurilmasining konstruktiv o‘lchamlari va ish rejimlarini asoslash bo‘yicha nazariy va eksperimental tadqiqotlar o‘tkazish, saralangan urug‘larni laboratoriya sharoitidagi unuvchanligi va qurilmaning saralash texnologik samaradorligini aniqlash bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan. Ish organi yuzasiga yo‘nilgan kanavkalar orasidagi masofani aniqlash uchun olingan natijalar asosida elektr tortish kuchining qiymatini kanavkalar orasidagi masofaga bog‘liq ravishdagi o‘zgarish grafigi asoslangan.

Аннотация. В статье приведены сведения о проведении теоретических и экспериментальных исследований по обоснованию конструктивных размеров и режимов работы энерго и ресурсосберегающего электросортировочного устройства, определено плодовитость отсортированных семян в лабораторных условиях и технологическая эффективность сортировочного устройства. На основе полученных результатов определено расстояния между канавками, направленные к поверхности рабочего органа, построен график изменения величины электрической тяговой силы в зависимости от расстояния между канавками.

Abstract. The article provides information on conducting theoretical and experimental studies on the justification of the structural dimensions and operating modes of the energy and resource-saving electric sorting device, determining the fertility of sorted seeds in laboratory conditions and the sorting technological efficiency of the device. Based on the results obtained to determine the distance between the grooves directed to the surface of the working body, the graph of the change of the value of the electric traction force depending on the distance between the grooves is based.

Kalit so‘z: dielektrik saralagich, potensial hosildorlik, elektr maydon, flaneslar, kanavkalar, elektr maydon kuch chiziqlari.

Ключевые слова: диэлектрический сепаратор, потенциальный выход, электрическое поле, фланцы, канавки, силовые линии электрического поля

Key words: dielectric separator, potential yield, electric field, flanges, grooves, electric field lines of force.

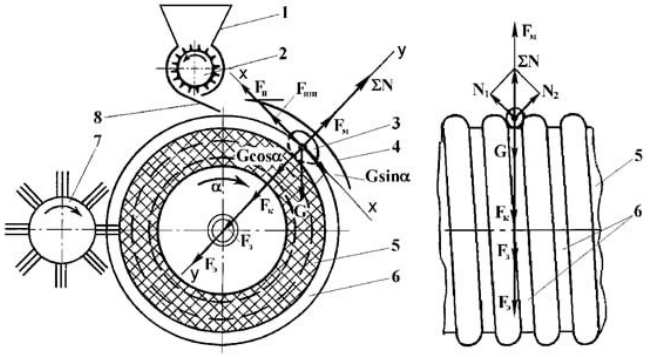
Kirish. Ma’lumki, qishloq xo‘jaligi ekinlarining hosildroligini oshirishda, boshqa agrotexnik tadbirlar bilan bir qatorda, ekishga tayyorlanadigan urug‘larning sifat ko‘rsatkichlari muhim rol o‘ynaydi. Chunki biologik xossalari bir-biriga yaqin, dala sharoitidagi unuvchanligi hamda o‘sib chiqadigan nihollarning hosil imkoniyati yuqori bo‘lgan sara urug‘lardan foydalanish ekin maydonlarining hosildorligini ko‘paytirishga olib keluvchi omil sanaladi.

Ma’lumki, elektr maydoni qishloq xo‘jalik ekinlari urug‘iga ularning barcha muhim fizik-mexanik xossalarini xisobga olgan holda, har xil qiymatdagi yo‘naltirilgan elektr maydoni kuchi bilan ta’sir etadi. Natijada elektr maydonida urug‘lar barcha muxim fizik-mexanik xossalari, ya’ni massasi, geometrik o‘lchamlari, zichligi, elektr qarshiligi, dielektrik singdiruvchanligi va boshqa shunga o‘xshash belgilari bo‘yicha saralanadi. Urug‘larga elektr maydon kuchidan tashqari, mexanik kuchlar кam ta’sir ko‘rsatib, saralash texnologik jarayoni ushbu kuchlarning o‘zaro nisbatiga bog‘liq ravishda, amalga oshadi. Shuning uchun ta’sir ko‘rsatadigan kuchlarning o‘zaro nisbatiga bog‘liq ravishda, urug‘lar fizik-mexanik xossasiga asosan ish

organining yuzasidan alohida-alohida burchaklarda uziladi.

Yuqorida berilgan ma’lumotlarga asoslanib, keyingi yillarda olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlarining natijalari asosida takomillashtirilgan energiya va resurstejamkor elektr saralagich qurilmasi ishlab chiqildi [1].

1-rasmda takomillashtirilgan elektr saralagich qurilmasining ish organi yuzasiga tushgan urug‘larga ta’sir etadigan kuchlarning sxemasi tasvirlangan.



1-yuklash bunkeri; 2-ta’minlagich; 3-urug‘; 4-yerga ulangan elektrod; 5-ish organi; 6-qarama-qarshi ishorali elektrod; 7-cho‘tka

1-rasm. Urug‘larga ta’sir etuvchi kuchlar sxemasi

Rasmda tasvirlangan sxemadan ko‘rinib turibdiki, elektr saralagich qurilmasining ish organi yuzasiga tushgan qishloq xo‘jalik ekinlari urug‘iga quyidagi kuchlar ta’sir etadi: ishqalanish natijasida vujudga keladigan elektr maydoni ta’sirida hosil bo‘ladigan elektr maydon kuchi F_k, zaryadlangan urug‘ni zaryadlangan baraban bilan o‘zaro ta’siri natijasida hosil bo‘ladigan aks ko‘zgu elektr kuchi F_z, qarama-qarshi ishorali elektrodlar orasidagi elektr maydoni ta’sirida xosil bo‘ladigan elektr maydon kuchi F_e, markazdan qochma kuch F_m, og‘irlik kuchi G, inertsiya kuchi F_i, ishqalanish kuchi F_{ish} va ish organining urug‘ga ko‘rsatadigan reaktsiya kuchi ΣN [2].

Rasmdan ko‘rinib turibdiki, F_k, F_z va F_e elektr kuchlari urug‘larni ish organining yuzasiga tortadi, markazdan qochma kuch F_m undan itaradi, og‘irlik kuchi G yuqori yarim silindrda urug‘larni ish organining yuzasiga bosadi, pastki yarim silindrda esa undan itaradi. Shuning uchun ushbu ta’sir etadigan kuchlarning o‘zaro nisbatiga asosan, qishloq xo‘jalik ekinlari urug‘ini fizik-mexanik xossalariga bog‘liq ravishda, aylanayotgan ish organining yuzasidan uzilish burchaklarini qarama-qarshi ishorali elektrodlarga beriladigan kuchlanishning qiymatini o‘zgartirish orqali asoslash mumkin. Buni sholi urug‘i misolida ko‘rib chiqamiz, ya’ni qarama-qarshi ishorali elektrodlarga beriladigan kuchlanishning qiymatiga bog‘liq ravishda, har xil massali sholi urug‘ini uzilish burchagini asoslaymiz.

Sxemaga asosan, arpa urug‘i elektr saralagich qurilmasining ish organi yuzasidan uzilishi uchun quyidagi shart bajarilishi kerak

$$F_k + F_z + F_e + G\cos\alpha - F_m = 0, \qquad (1)$$

bunda α-urug‘larni ish organining yuzasidan uzilish burchagi, gradus.

(1) ifodadagi F_k,F_z,F_e,G va $F_m$larni o‘rniga ularning qiymatlarini qo‘yib hamda ba’zi bir o‘zgartirishlar kiritib, qishloq xo‘jalik ekinlari urug‘ini elektr saralagich qurilmasining ish organi yuzasidan uzilish burchagini topish uchun quyidagi ifodani olamiz

$$\alpha = \arccos\left[\frac{V_y^2}{gR} - \left(\frac{\varepsilon_0 E^2 ab\Phi_3 L}{mg} + \frac{2S_{\Pi}U^2\varepsilon_0\varepsilon_u^2(\varepsilon_y - 1)}{mg(2h\varepsilon_y + l_y\varepsilon_u)^2}\cdot\cos\frac{\theta}{2}\right)\right], \qquad (2)$$

bu yerda $L = \frac{1}{4}\left(1 + 2\frac{\varepsilon_y - 1}{\varepsilon_y + 2}\right) + \frac{1}{16\pi}\left(1 + 2\frac{\varepsilon_y - 1}{\varepsilon_y + 2}\right)^2.$

bunda V_y–urug‘ning chiziqli tezligi, m/s;

g–erkin tushish tezlanishi, m/s2;

R– ish organi o‘qidan urug‘ning og‘irlik markazigacha bo‘lgan masofa, m; ε_0=8,85·10-12 F/m-dielektrik doimiyligi; Ye-elektr maydon kuchlanganligi, B/m; a,b - mos ravishda, urug‘ning katta va kichik o‘qi, m; m-urug‘ massasi, kg; SP-urug‘ni elektrodlarga tegib turgan samarali qutblangan yuzasi, m^2; U-qarama-qarshi ishorali elektrodlarga beriladigan kuchlanish, B; ε_i - elektrod izolyatsiyasining dielektrik singdiruvchanligi; ε_u-urug‘ning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi; θ-elektr maydon kuchlari bilan vertikal urug‘dagi o‘q orasidagi burchak, gradus; h-elektrod izolyatsiyasining qalinligi, m; l_u-elektr maydon kuch chiziqlarining o‘rtacha uzuligi, m.

(2) ifodadan ko‘rinib turibdiki, agar elektr saralagich qurilmasining konstruktiv o‘lchamlari va ish rejimi o‘zgarmas bo‘lsa, qishloq xo‘jalik ekinlari urug‘ini ish organining yuzasidan uzilish burchagi elektr maydon kuchlanganligi E va qarama-qarshi ishorali elektrodlarga beriladigan kuchlanish *U* ning qiymatini kvadrati hamda urug‘larning o‘zini fizik-mexanik xossalariga bog‘liq ekan. Shuning uchun elektr maydon kuchlanganligi va elektrodlarga beriladigan kuchlanishning qiymatini o‘zgartirib, qishloq xo‘jalik ekinlari urug‘ini elektr saralagich qurilmasining ish organi yuzasidan uzilish burchagini keng miqyosda o‘zgartirish mumkin, ya’ni elektr maydon kuchlanganligi va elektrodlarga beriladigan kuchlanish elektr saralagich qurilmasida qishloq xo‘jalik ekinlari urug‘ini saralash texnologik jarayonini boshqaruvchi asosiy omillardan biri bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Lekin shuni ta’kidlash kerakki, taklif qilinayotgan elektr saralagich qurilmasida qishloq xo‘jalik ekinlari jumladan arpa urug‘ini saralash texnologik jarayonida ish organi va ajratib oluvchi cho‘tkani aylanishlar soni o‘zgarmaydi. Shunga mos ravishda, dielektrik baraban yuzasida ishqalanish natijasida vujudga keladigan elektr maydon kuchlanganligining qiymati ham o‘zgarmaydi. Ushbu qayd qilinganlarni hisobga olib, qishloq xo‘jalik ekinlaridan arpa va bug‘doy urug‘ini elektr saralagich qurilmasining ish organi yuzasidan uzilish burchaklarini qarama-qarshi ishorali elektrodlarga beriladigan kuchlanishning qiymatiga bog‘liq ravishda asoslaymiz.

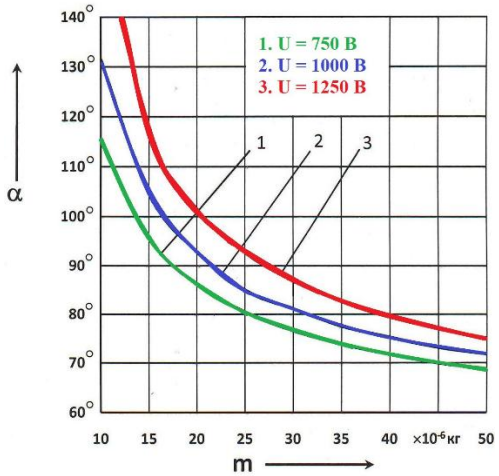
(2) ifodadan foydalanib arpa urug‘larini elektr saralagich qurilmasining ish organi yuzasidan uzilish burchaklarini asoslash uchun parametrlarning quyidagi ma’lum qiymatlarida hisoblashlar o‘tkazamiz: V_u=V_b=1,05 m/s; g=9,81 m/s^2; R=0,2 m; ε_0=8,85·10^{-12} F/m; Ye=6·10^5 V/m; a=10,59·10^{-3} m; b=3,19·10^{-3} m; F_3=0,81; L=0,69; S_p=42,96·10^{-6} m; h_e=1,05·10^{-3} m; ε_u=7,0; l_u=2,81·10^{-3} m; ε_i=4,0; cos(θ/2) = 0,48; U=750; 1000 va 1250 V.

2-rasmda qarama-qarshi ishorali elektrodlarga beriladigan kuchlanishning har xil qiymatida arpa urug‘larini elektr saralagich qurilmasining ish organi yuzasidan uzilish burchagini ular massasiga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafiklari tasvirlangan.

2-rasmda tasvirlangan egri chiziqlardan ko‘rinib turibdiki, arpa urug‘ining massasi o‘zgarishi bilan ularni elektr saralagich qurilmasining ish organi yuzasidan uzilish burchaklari ham o‘zgarayapti. Shu bilan birga, qarama-qarshi ishorali elektrodlarga beriladigan kuchlanishning qiymatini o‘zgarishi massasi bir xil arpa urug‘larini elektr saralagich qurilmasining ish organi yuzasidan uzilish burchaklarini o‘zgarishiga olib kelayapti.

Jumladan, agar massasi m =25·10^{-6} kg ga teng bo‘lgan arpa urug‘i qarama-qarshi ishorali elektrodlarga U=750 V atrofida kuchlanish berilganda ish organi yuzasidan α=80°30' burchakka burilganda uzilsa (2-rasm,1-egri chiziq), elektrodlarga U=1250 V kuchlanish berilganda u α=92°43' burchakka burilganda uzilayapti (2-rasm, 3-egri chiziq). Ya’ni qarama-qarshi ishorali elektrodlarga beriladigan kuchlanishning qiymati ko‘payishi bilan massasi bir xil bo‘lgan arpa urug‘larini ish organining yuzasidan uzilish burchagini oshishi kuzatilayapti. Bundan, elektr saralagich qurilmasining konstruktiv o‘lchamlari va ish rejimlari o‘zgarmas bo‘lganda, qarama-

qarshi ishorali elektrodlarga beriladigan kuchlanishning qiymatini o‘zgartirib, arpa urug‘larini elektr saralagich qurilmasining ish organi yuzasidan uzilish burchaklarini keng ko‘lamda o‘zgartirish hamda saralash texnologik jarayonini urug‘larning fizik-mexanik xossalariga bog‘liq ravishda boshqarish mumkin degan xulosa kelib chiqadi.



2.-rasm. Elektrodlarga beriladigan kuchlanish(*U*) ning har xil qiymatida arpa urug‘larini uzilish burchagi(*α*)ni massasi(*m*)ga bog‘liq o‘zgarishi

2-rasmda tasvirlangan egri chiziqlarning tahlili shuni ko‘rsatadiki, agar massasi $m=20\cdot10^{-6}$ kg dan kichik bo‘lgan bug‘doy urug‘larini sifatsiz hamda ekish uchun yaroqsiz deb qabul qilsak, sifatli bug‘doy urug‘laridan sifatsiz bug‘doy urug‘larini ajratib olish uchun ish organi diametri $D=400$ mm, aylanishlar soni $n=50$ min^{-1} va ishqalanish natijasida vujudga keladigan elektr maydon kuchlanganligining qiymati $E=6\cdot10^{-5}$ V/m ga teng bo‘lganda, qarama-qarshi ishorali elektrodlarga $U=1750$ V atrofida kuchlanish berish yetarli bo‘ladi.

Xulosa. Elektr maydon kuchlanganligi va qarama-qarshi ishorali elektrodlarga beriladigan kuchlanishning qiymati takomillashtirilgan elektr saralagich qurilmasida qishloq xo‘jalik ekinlari urug‘ini saralash texnologik jarayonini boshqarishda asosiy omillardan biri bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Ish organi diametri D=400 m, aylanishlar soni n=50 min^{-1}ishqalanish natijasida vujudga keladigan elektr maydon kuchlanganligining qiymati Ye=6·105 B/m ga teng bo‘lganda, takomillashtirilgan elektr saralagich qurilmasida sholi urug‘ini saralash uchun qarama-qarshi ishorali elektrodlarga U=1000 B atrofida kuchlanish berish yetarli.

ADABIYOTLAR

1. Rosaboyev A.T. Elektr saralagich qurilmasini takomillashtirish na-tijasi//Energiya va resurstejash muammolari. – Toshkent, 2015. − № 3. –B. 205-209.

2. Rosaboyev A., Vaxobova S. Ways to Improve electrical sorting devices //In-ternational journal of Advanced Research in Science Engineering and Technology. – India, 2019. – Vol 6. – P. 9331-9336.

3. Патент РУз № IAP 05145. Диэлектрическое устройство для сортирования семян сельскохозяйственных культур/А.Т.Росабоев, Ш.Г.Айдаров, О.К.Йулдошев, С.У.Алланиязов//Р.А. – 2016. – №1. – С.48.

4. Vaxobova S.K. Takomillashtirilgan elektr qurilmada arpa urug‘ini saralash natijasi // Ta’lim sifatini oshirishda innovatsion ta’lim texnologiyalarining o‘rni: muammo va yechimlar: Respublika miqyosida ilmiy-amaliy konferentsiya materiallari to‘plami. –Namangan, 2019. −B.176-179.

5. Vaxobova S.K. Takomillashtirilgan elektr saralagich qurilmasida bug‘doy urug‘ini

saralash natijasi // Suv va yer resurslaridan oqilona foydalanish samaradorligini oshirish: Respublika ilmiy-nazariy anjumani materiallari. –Buxoro, 2019. −B.62-64.

6. Росабоев А.Т., Вахобова С.К. Результаты усовершенствования электрического сортирующего устройства //“Замонавий тадқиқотлар, инновациялар, техника ва технологияларнинг долзарб муаммолари ва ривожланиш тенденциялари” мавзусидаги илмий-техник анжуман материаллари. – Жиззах, 2019. – С. 201-207.

UDK: 631.531.04:633.51

KO‘CHMA QOBIQLASH QURILMADA EKISHGA TAYYORLANGAN TUKLI CHIGITLARNING FIZIK-MEXANIK XOSSALARI

Imomqulov Umidjon Boqijonovich
NamDTU. PhD, dotsent

Annotatsiya. Maqolada ekishga tayyorlangan tukli chigitlarni qobiqlash uchun taklif qilinayotgan ko‘chma qobiqlash qurilmaning tajriba nusxasi to‘g‘risida ma'lumot hamda qobiqlangan tukli chigitlarning fizik-mexanik xossalarini o‘rganish natijalari keltirilgan. Tukli chigitlarning 1000 donasini massasi 120,3 grammni tashkil etsa, ko‘chma qurilmada qobiqlangan tukli chigitlarning 1000 donasini massasi 130,1 grammni tashkil etib, nazoratga nisbatan 9,8 grammga oshishi, geometrik o‘lchamlari tukli chigitlarni uzunligi o‘rtacha a=9,59 mm ni tashkil etsa, ko‘chma qurilmada qobiqlangandan keyin ularning uzunligi o‘rtacha a=11,01 mm ni tashkil etib, nazoratga nisbatan 1,42 mm ga oshishi, ishqalanish burchagi esa tukli chigitlarni ishqalanish burchagi o‘rtacha $=33^0$ 28′ ni tashkil etsa, ko‘chma qurilmada himoyalovchi-oziqlantiruvchi birikmalar bilan qobiqlangandan keyin $=22^0$ 16′ ni tashkil etib, sochiluvchanligi nazoratga nisbatan 1,5 barobarga oshib, sochiluvchanligi yuqori, massasi va geometrik o‘lchamlari bir-biriga yaqin bo‘lgan ya'ni aniq uyalab ekish imkoniyatini beruvchi tukli urug‘lik chigitlar olindi.

Аннотация. В статье приведены сведения об опытном образце переносной установки для оболачивания пуховых семян хлопчатника, подготовленных к посеву, а также результаты изучения физико-механических свойств оболоченных семян. Масса 1000 необолоченных пуховых семян составляет 120,3 г, тогда как масса 1000 семян, оболоченных на переносной установке, составляет 130,1 г, что на 9,8 г больше по сравнению с контролем. Геометрические размеры: средняя длина необолоченных пуховых семян составляет a=9,59 мм, а после оболачивания на переносной установке a=11,01 мм, что на 1,42 мм больше по сравнению с контролем. Угол трения необолоченных пуховых семян составляет в среднем 33°28′, а после обработки защитно-питательными композициями на переносной установке 22°16′. В результате сыпучесть увеличилась в 1,5 раза по сравнению с контролем. Получены пуховые семена, характеризующиеся высокой сыпучестью, близкими по массе и геометрическим размерам, обеспечивающие возможность точного гнездового посева.

Abstract. This article presents information about the experimental model of a mobile coating device proposed for treating fuzzy cotton seeds prepared for sowing, as well as the results of studying the physical and mechanical properties of coated seeds. The mass of 1000 untreated fuzzy seeds is 120.3 g, whereas the mass of 1000 seeds coated using the mobile device is 130.1 g, which is 9.8 g higher compared to the control. The geometric dimensions show that the average length of untreated fuzzy seeds is a=9.59 mm, while after coating on the mobile device their average length increases to a=11.01 mm, which is 1.42 mm greater than the control. The friction angle of untreated fuzzy seeds is on average 33°28′, and after coating with protective-nutrient compositions on the mobile device it decreases to 22°16′. As a result, flowability increases by 1.5 times compared to the control. The obtained fuzzy seed material is characterized by high flowability and uniformity in mass and geometric dimensions, providing the possibility of precise nest sowing.

Kalit so‘zlar: ko‘chma qobiqlovchi qurilma, qobiqlash, himoyalovchi-oziqlantiruvchi birikmalar, tukli chigit, 1000 dona urug‘, massasi, geometrik o‘lchami, ishqalanish burchagi, fizik-mexanik xossasi.

Ключевые слова: переносная оболачивающая установка, оболачивание, защитно-питательные композиции, пуховое семян, 1000 семян, масса, геометрический размер, угол трения, физико-механические свойства.

Keywords: mobile coating device, coating, protective-nutrient compositions, fuzzy cotton seed, 1000-seed weight, geometric size, friction angle, physical and mechanical properties.

Ma’lumki, Respublikamizda ekish mavsumining o‘ziga xosligidan kelib chiqib paxta maydonlarining ko‘p qismiga tabiiy himoya vositasi bo‘lgan tukli chigitlar ekiladi. Ammo tabiiy himoya vositasi chigitlarning sochiluvchanligiga o‘zining salbiy ta'sirini ko‘rsatganligi sababli, ularni aniq uyalab yoki kam me'yorlarda ekib bo‘lmaydi. Shuning uchun Respublika bo‘yicha tukli chigitlarning bir gektar erga sarfi 50 kg qilib belgilab qo‘yilgan. Bu ilmiy asoslangan me'yorlardan 1,5-2,0 marta, paxta yetishtirishda yetakchi hisoblangan davlatlardagiga nisbatan esa 5-7 barobar ko‘p[1]. Natijada birinchidan, xalq iste'mol mollari va chorvachilik uchun ozuqa-em olish mumkin bo‘lgan minglab tonna tukli chigitlar bekordan-bekorga tuproq tagiga tashlab yuborilayapti, ikkinchidan, unib chiqqan ortiqcha nihollarni yaganalash uchun 30-40 kishi·soat/ga qo‘shimcha qo‘l mehnatidan foydalanilayapti. Bundan tashqari, urug‘lik chigitlar bilan birga yuzlab tonna kimyoviy dorilar ham tuproq tagiga tashlanib, atrof-muhit hamda yerdagi ekologik vaziyatni buzilishiga olib kelayapti.

Ko‘chma qobiqlash qurilmaning tajriba nusxasi “Dastlabki talablar” va texnik topshiriq asosida ishlab chiqilgan loyiha-konstruktorlik hujjatlari bo‘yicha “Yangiyo‘l-Agromash” mas'uliyati cheklangan jamiyatda tayyorlandi.

Tukli chigitlarni ko‘chma qobiqlash qurilmaning tajriba nusxasida qobiqlash bo‘yicha eksperimental tadqiqotlar mavjud bo‘lgan usullar asosida to‘rt qaytariliqda o‘tkazildi. Qobiqlangan tukli chigitlarni nazoratga nisbatan fizik-mexanik xossalari baholash mezoni sifatida 1000 dona tukli chigit qabul qilindi. Olingan natijalarga hozirgi zamon kompyuterlarida mavjud bo‘lgan dasturlar asosida matematik statistika usulida qayta ishlov berildi [2,3].

Yuqoridagilarni hisobga olib, urug‘likka tayyorlanayotgan tukli chigitlarni donadorligi va sochiluvchanligini oshirib, aniq uyalab yoki kam me'yorlarda ekish uchun himoyalovchi-oziqlantiruvchi birikmalar bilan qobiqlaydigan, tuzilishi jihatdan sodda, energiya va resurstejamkor ko‘chma qobiqlash qurilmasi ishlab chiqildi. 1-Rasmda ko‘chma qobiqlash qurilmasining umumiy ko‘rinishi tasvirlangan.

Tukli chigitlar ko‘chma qobiqlash qurilmasi barabaniga yuklanib, yelimli va stimulyatorli aralashma bilan namlanadi. Ma'lum bir vaqtdan keyin, har xil kassalliklar va tuproqdagi qurt-qumursqalarga qarshi kimyoviy dori bilan ishlov beriladi. Keyin yana ma'lum bir vaqt o‘tadi, kimyoviy dori bilan ishlov berilgan chigitlar mineral xom ashyo rusurslari yoki qishloq xo‘jalik chiqindilarining to‘poni bilan bulanadi.

Tukli chigitlar ko‘chma qurilmada himoyalovchi-oziqlantiruvchi birikmalar bilan qobiqlangandan keyin, ularning fizik-mexanik xossalari o‘zgaradi. Shuni hisobga olib, ko‘chma qurilmada qobiqlangan tukli chigitlarning ba'zi fizik-mexanik xossalari o‘rganildi[4].

1-jadvalda tukli chigit va ko‘chma qurilmada qobiqlangan tukli chigitlarning 1000 donasini massasini o‘rganish natijalari keltirilgan.

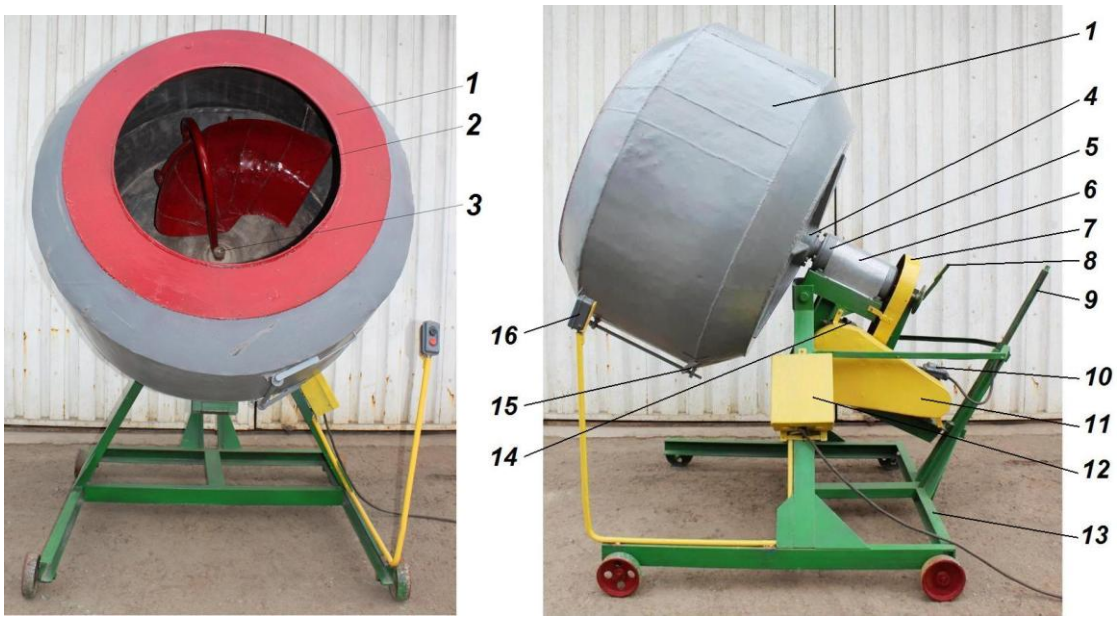
1-jadval

1000 dona urug‘ massasini o‘rganish natijalari

T/r	Variantlar nomi	1000 dona urug‘ massasi, g	O‘rtacha kvadratik og‘ish σ,g	Variasiya koeffisenti V,%	Tajriba aniqligi P,%
1	Tukli chigit	120,3	2,08	1,73	0,86

2	Qobiqlangan tukli chigit	130,1	0,40	0,27	0,19

Jadvalda keltirilgan natijalardan ko‘rinib turibdiki, agar tukli chigitlarning 1000 donasini massasi 120,3 grammni tashkil etsa, ko‘chma qurilmada qobiqlangan tukli chigitlarning 1000 donasini massasi 130,1 grammni tashkil etib, nazoratga nisbatan 9,8 grammga oshishi kuzatildi. Bu variasiya koeffisentlaridan yaqqol ko‘rinib turibdi. Jumladan, agar u nazorat variantda 1,73 foizni tashkil etsa, u qobiqlangan variantda 0,27 foizni tashkil etib, nazoratga nisbatan 6,4 martaga kamaydi. Demak, tukli chigitlarni himoyalovchi-oziqlantiruvchi birikmalar bilan ko‘chma qurilmada qobiqlash massasi bo‘yicha bir-biriga yaqin urug‘liklar olish imkonini beradi.



a) b)

1-tarelkasimon baraban; 2-urug‘larni harakat yo‘nalishini o‘zgartiradigan moslama; 3-moslama o‘rnatilgan o‘q; 4-flanes; 5-podshipniklar; 6-himoyalangan g‘ovak val; 7-himoyalangan yulduzchalar; 8-moslamaning vertikalgan nisbatan holatini o‘zgartiruvchi mexanizm; 9-tarelkasimon barabanning gorizontga nisbatan qiyalik burchagini o‘zgartiradigan mexa-nizm; 10-elektrodvigatel; 11-himoyalangan shkivlar; 12-boshqarish pulti; 13-rama; 14-reduktor; 15-to‘kish oynasi; 16-ishga tushirish tugmasi

a) old tomonidan ko‘rinishi; b) yon tomondan ko‘rinishi

1-Rasm. Takomillashtirilgan ko‘chma qobiqlash qurilmasining tajriba nusxasini umumiy ko‘rinishi

2-jadvalda tukli chigit va ko‘chma qurilmada qobiqlangan tukli chigitlarning geometrik o‘lchamlarini o‘rganish natijalari keltirilgan.

2-jadval

Geometrik o‘lchamlarini o‘rganish natijalari

T/r	Variantlar nomi	Geometrik o‘lchamlari, mm			O‘rtacha kvadrat og‘ish, mm			Variasiya koeffisenti, %		
		a	b	c	σ_a	σ_b	σ_c	V_a	V_b	V_c
1	Tukli chigit	9,59	5,37	4,68	0,69	0,34	0,34	7,17	7,39	7,33

2	Qobiqlangan tukli chigit	11,01	5,71	4,98	0,88	0,36	0,37	7,95	6,38	7,50

Jadvalda keltirilgan natijalardan ko‘rinib turibdiki, tukli chigitlar himoyalovchi-oziqlantiruvchi birikmalar bilan qobiqlanganda geometrik o‘lchamlari ham o‘zgarar ekan. Jumladan, agar tukli chigitlarni uzunligi o‘rtacha a = 9,59 mm ni tashkil etsa, ko‘chma qurilmada qobiqlangandan keyin ularning uzunligi o‘rtacha a = 11,01 mm ni tashkil etib, nazoratga nisbatan 1,42 mm ga oshishi kuzatildi. Xuddi shunga o‘xshash qonuniyat, ularni eni va qalinligi bo‘yicha ham kuzatildi. Jumladan, qobiqlangan tukli chigitlarni eni va qalinligi nazoratga nisbatan, mos ravishda, 0,34 va 0,30 mm ga oshdi. Yana shuni ta'kidlash kerakki, tukli chigitlarni qobiqlash geometrik o‘lchamlari bo‘yicha ham bir-biriga yaqin urug‘liklar olish imkonini berar ekan.

3-jadvalda tukli chigit va ko‘chma qurilmada qobiqlangan tukli chigitlarning ishqalanish burchaglarini o‘rganish natijalari keltirilgan.

3-jadval

Ishqalanish burchagini o‘rganish natijalari

T/r	Variantlar nomi	Ishqalanish burchagi ,gradus	O‘rtacha kvadratik og‘ish σ,gradus	Variasiya koeffisenti V,%	Tajriba aniqligi P,%
1.	Tukli chigit	$33^0 28'$	$3^0 13'$	9,63	1,36
2.	Qobiqlangan tukli chigit	$22^0 16'$	$3^0 11'$	14,29	1,50

Jadvalda keltirilgan natijalardan ko‘rinib turibdiki, tukli chigitlar qobiqlanganda ishqalanish burchagini o‘zgarishi ham kuzatildi. Jumladan, agar tukli chigitlarni ishqalanish burchagi o‘rtacha $=33^0$ 28′ ni tashkil etsa, ko‘chma qurilmada himoyalovchi-oziqlantiruvchi birikmalar bilan qobiqlangandan keyin ularning ishqalanish burchagi o‘rtacha $=22^0$ 16′ ni tashkil etib, nazoratga nisbatan 11^0 12′ ga kamaydi. Boshqacha aytganda, qobiqlangan tukli chigitlarni ishqalanish burchagi tukli chigitlarni ishqalanish burchagiga nisbatan 1,5 martaga kamaydi, ya'ni qobiqlangan tukli chigitlarni sochiluvchanligi nazoratga nisbatan 1,5 barobarga oshdi. Bu esa tukli chigitlarni aniq uyalab yoki kam me'yorlarda ekishda katta ahamiyatga ega.

Tukli chigitlarni himoyalovchi-oziqlantiruvchi birikmalar bilan qobiqlash massasi va geometrik o‘lchamlari bo‘yicha bir-biriga yaqin bo‘lgan urug‘liklar olish imkonini berib, sochiluvchanligi yuqori bo‘lganligi uchun, ularni aniq uyalab yoki kam me'yorlarda ekishga zamin yaratadi. Bu esa o‘z-o‘zidan urug‘lik va kimyoviy dorilar sarfini 1,5-2,0 martaga kamayishiga olib keladi.

ADABIYOTLAR

1. Отчет о НИР за 2003-2005 гг. по проекту П-19.13 на теме: «Усовер-шенствование технологии и комплекса технических средств для подготовки опушенных семян хлопчатника с защитно-питательной оболочкой в ранние сроки сева с малой нормой». – Гульбахор, 2005. −169 с.

2. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. – М.: Колос, 1973. – 199 с.

3. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 296 с.

4. ГОСТ 21820.076. − ГОСТ 21820.4−76. Посевной материал хлопчат-ника. Методы отбора проб и анализа. – М.: Изд. Стандартов, 1980. – 47 с.

UDK. 62.21474

INFLUENCE OF THE TECHNICAL CONDITION OF VEHICLES ON ROAD SAFETY

Boydadaev Murotbek
Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),
Namangan State Technical University . murotboy 1978@gmail.com

Abstract. This article examines the impact of vehicle technical condition on road safety in the Republic of Uzbekistan. Data from the Ministry of Internal Affairs and international organizations is analyzed, and statistical information on road accidents caused by vehicle malfunctions is presented. The main types of technical malfunctions and their consequences are discussed. Particular attention is paid to the role of driver technical literacy, as well as international experience in the field of mandatory technical inspections.

Аннотация. В статье рассматривается влияние технического состояния транспортных средств на безопасность дорожного движения в Республике Узбекистан. Проанализированы данные МВД и международных организаций, приведены статистические сведения о дорожно-транспортных происшествиях, вызванных неисправностями автомобилей. Раскрыты основные типы технических неисправностей и их последствия. Особое внимание уделено роли технической грамотности водителей, а также международному опыту в сфере обязательного технического осмотра.

Annotatsiya. Maqolada O‘zbekiston Respublikasida avtomobillarning texnik holatining yo‘l harakati xavfsizligiga ta’siri o‘rganilgan. Ichki ishlar vazirligi va xalqaro tashkilotlarning statistik ma’lumotlari asosida texnik nosozliklar sababli sodir bo‘lgan yo‘l-transport hodisalari tahlil qilingan. Avtotransport vositalaridagi asosiy nosozlik turlari va ularning oqibatlari yoritilgan. Haydovchilarning texnik savodxonligining ahamiyati va texnik ko‘rik tizimining xalqaro tajribasi alohida e’tiborga olingan.

Key words: technical condition, road traffic accidents, road safety, technical inspection, technical literacy of drivers.

Ключевые слова: техническое состояние, дорожно-транспортные происшествия, безопасность дорожного движения, технический осмотр, техническая грамотность водителей.

Kalit so‘zlar: texnik holat, YTH, yo‘l harakati xavfsizligi, texnik ko‘rik, haydovchilarning texnik savodxonligi.

Introduction. Road safety is a critical national priority. One of the key factors directly impacting road accidents is the technical condition of vehicles. In Uzbekistan, where the vehicle fleet is rapidly expanding, issues of vehicle technical condition are particularly pressing.

Road safety is a key issue not only in the Republic of Uzbekistan but also worldwide. The state of transport infrastructure, the level of driver training, and the technical condition of vehicles form the overall road safety system.

According to the World Health Organization (WHO), more than 1.3 million people die on the roads every year, and up to 50 million more are injured. One significant risk factor is faulty vehicles, especially in low and middle-income countries, where roadworthiness monitoring is often weak.

In the WHO report "Global Status Report on Road Safety" (2023) notes that the technical condition of vehicles contributes to the occurrence of accidents, especially in countries where technical inspections are not carried out regularly or are not controlled at all. [1]

Periodic vehicle inspections are essential to ensure the safety and environmental friendliness of vehicles. They are particularly effective in reducing accidents related to technical

malfunctions. Leading mechanical causes of fatal accidents include tire failure, brake system failure, and lighting malfunctions. [2]

In countries with high technical inspection standards (e.g., Germany, Japan, UK), the contribution of vehicle malfunctions to the structure of road accidents is less than 1-2%. In developing countries, it ranges from 5-15%, and the actual level may be higher due to the lack of accurate statistics and low detection rates of malfunctions. In the CIS countries, including Uzbekistan, this figure fluctuates between 7-10%, which is in line with the global level for countries with transition economies. Of particular concern are: the growth of the vehicle fleet due to used cars, the use of vehicles without timely maintenance, the use of non-original or obsolete spare parts, and insufficient state control over technical inspections. [3]

Thus, the issue of vehicle technical serviceability is not only a domestic concern for Uzbekistan, but also part of the global agenda to reduce road fatalities. Improving the reliability and safety of motor vehicles is a priority not only for national agencies, but also for international organizations, including the UN, WHO, UNECE, and others. [5]

Methods. A significant number of road traffic accidents (RTAs) occur annually in Uzbekistan. According to the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Uzbekistan, up to 7-10% of all RTAs are due to technical faults in vehicles. The growing number of used cars, deteriorating road infrastructure, and the lack of regular vehicle inspections among some drivers exacerbate the problem. Table 1 lists the main types of technical faults leading to RTAs. [4]

Table 1

Main types of technical faults leading to road accidents

Category of faults	Common problems	Possible consequences
Brake system	Brake pad wear, system failure	Increased braking distance, accidents
Steering	Backlash, faulty rack	Loss of control
Lighting fixtures	The headlights and turn signals don't work.	Impaired visibility, misperception of signals
Suspension and chassis	Worn shock absorbers, ball joints	Loss of stability
Tires and wheels	Severe wear, uneven pressure	Tire blowout, skid

According to the Ministry of Internal Affairs of Uzbekistan (2023):

- The total number of road accidents is about 11,000
- Vehicle-related: approximately 820 cases (~7.5%)

The most common faults:

- brake system failure - 38%
- steering malfunctions - 22%
- tire malfunctions - 16%
- Lighting failure - 13%

Let's look at these malfunctions and what consequences they can lead to.

failure **- 38%,** these include:

- Wear of brake pads and discs
- Brake fluid leak
- Damage to brake hoses
- Malfunction of the vacuum booster
- Corrosion of brake pipes

And as a consequence, the braking distance increases - especially dangerous in emergency situations, complete brake failure - often leads to head-on collisions or driving off the road, loss of control when braking, especially on turns or on wet roads, the inability to avoid an

obstacle, even if the driver has good reaction time.[6]

In urban conditions, at a speed of 50 km/h, faulty brakes can increase the stopping distance by 1.5-2 times. This could mean that the driver, unable to brake properly, will crash into a pedestrian or the car in front.

Steering faults - 22%, these include:

- Play in the steering column
- Steering gear jamming
- Instability of hydraulic or electric power steering
- Wear of steering rods, joints and tips

The consequences of these malfunctions include decreased steering precision-especially dangerous at high speeds; loss of control of the vehicle-if the steering fails, driving off the road or causing a collision; difficulty performing emergency maneuvers-avoiding obstacles or avoiding a collision becomes impossible; and limited response when skidding-inability to correct the trajectory. On the highway, at 90 km/h, even 10 degrees of play in the steering can cause the car to veer from its lane and cause an accident when overtaking. [7]

Tire faults account for 16% and include:

- Worn or “bald” tread
- Different sizes or types of tires
- Incorrect tire pressure
- Microcracks, cuts or hernias
- Using winter tires in summer (and vice versa)

The consequences of these malfunctions include loss of traction, especially on wet or icy surfaces; the risk of hydroplaning, as water is not removed from the contact patch; a tire blowout at high speed, which can lead to loss of control and a rollover; uneven braking; and skidding, which is especially dangerous when cornering. At 100 km/h, a front tire blowout can cause the vehicle to pull sharply to one side, which almost certainly results in an accident, especially when overtaking or in heavy traffic.

Lighting failure rate is 13%, these include:

- Faulty headlights, parking lights, brake lights
- Burnt out lamps or damaged electrical wiring
- Incorrect headlight adjustment (blinding oncoming drivers)
- No turn signals or hazard warning lights. [8]

The consequences of these malfunctions include reduced visibility at night or in poor weather-for both the driver and other road users; blinding oncoming traffic, which can lead to temporary loss of vision and accidents; failure to signal maneuvers-turning or braking is not recognized by other road users and invisibility on the road-especially in fog, rain, or darkness. If the vehicle's left turn signal is inoperative, the driver behind may not anticipate the maneuver when changing lanes, which can lead to a side collision.

Results. Legal regulations and technical inspections affect the technical condition of vehicles and compel vehicle owners, especially passenger transport companies, to monitor their vehicles' technical condition. Legislative acts include:

- Law of the Republic of Uzbekistan "On Road Safety"
- Regulations on technical inspection of vehicles (last amended in 2023)
- Resolution of the Cabinet of Ministers No. 371 of 20.12.2019-on approval of the procedure for conducting technical inspections.

Let's consider some features of the technical inspection system in developed countries of Asia and Europe:

Japan has a strict “Shaken” system. Every two years (after three years from purchase) all

cars undergo a mandatory technical inspection (*Shaken*). Maintenance costs: $500–$1,000 (high, but includes replacement of all worn parts). Fines: Operating a vehicle without a valid Shaken is strictly prohibited, and can result in criminal penalties. Effect: The rate of accidents due to technical reasons is less than 1%. The lesson for Uzbekistan is tightening controls and economic incentives for fleet renewal (maintenance costs are high for older vehicles).

The Netherlands has a digital and transparent system, with a mandatory annual vehicle inspection (AVI) with a full electronic report and open access for buyers. Advantages include an open database on the RDW website (similar to the SBDD), allowing every citizen to check their vehicle's inspection history using their vehicle registration number. Monitoring includes automatic notifications and penalties for late inspections. The effect is increased trust in vehicle inspections and a reduction in fraud. A lesson for Uzbekistan: digitalization of vehicle inspections, open databases, and increased trust.

Sweden has a flexible but precise approach. The system includes the first inspection in the third year, then every two years. For high mileage, it's more frequent. The approach isn't simply “pass/fail” but rather a condition analysis, with recommendations, approvals, and warnings. Service centers are private but state-accredited. Monitoring is through audits. The effect is improved technical literacy among owners and a reduction in accidents. The lesson: driver training+reliable inspections=sustainable results. [12]

Based on the above, annual technical inspections are mandatory for passenger taxis, buses, and trucks. Private vehicles undergo inspections every two years (up to 10 years old) and annually (over 10 years old). Inspections are performed by both state and private organizations accredited by the Ministry of Internal Affairs.

Discussion. The following factors in our reality give rise to significant complaints regarding accidents caused by technical vehicle malfunctions. The high percentage of older vehicles-a significant proportion of cars over 10 years old. A low level of maintenance culture among car owners. The lack of automated roadside technical monitoring. Corruption risks in the maintenance system. Insufficient diagnostics in rural areas. Furthermore, the topic of driver technical literacy and its impact on the incidence of road traffic accidents is increasingly being viewed as a key behavioral factor directly related to vehicle operational safety and accident prevention. Driver technical literacy is a combination of knowledge, skills, and abilities that enable:

- Identify the main faults of the car;
- Understand the consequences of operating a faulty vehicle;
- Carry out maintenance in a timely manner or seek assistance;
- Assess technical risks when driving;
- Check the basics yourself: tires, lights, brakes, etc.

Table 2

The impact of technical literacy on road accidents

Sphere	Impact on road accidents
Ignoring signs of malfunction	Continued operation of a car with poor brakes, worn tires, or electronic failures.
Misunderstanding of instrument signals	The driver may ignore the "Check Engine", "ABS", or "oil" lights, which will lead to a breakdown on the road.
Maintenance errors	Replacing parts yourself without understanding their role often leads to serious failures.
Lack of regular diagnostics	Without basic knowledge, a driver may not check the brake fluid level, tire pressure, etc.
Errors in selecting and	Using non-original or incompatible parts increases the risk

installing components	of accidents.

Driver technical literacy is not an optional skill, but an element of passive and active safety. The ability to identify and correct a malfunction before hitting the road can prevent up to a third of all accidents due to technical issues. Improving drivers' technical literacy should be a priority in state road safety policy, alongside monitoring, prevention, and penalties.

Conclusion. The technical condition of vehicles has a significant impact on road safety in Uzbekistan.

Strengthening oversight, modernizing the vehicle fleet, developing a technical inspection system, and enforcing legal discipline are key measures to reduce accidents and save lives. International experience confirms that regular and mandatory technical inspections, especially digital and transparent ones, are an effective tool for reducing accidents. Economic incentives (taxes, insurance, maintenance costs) and strict penalties promote discipline. Transparency of technical inspection data and vehicle history improves the safety of the used car market.

For Uzbekistan, the development of electronic vehicle inspection databases, increased requirements for private vehicle inspection stations, and information campaigns among drivers about the importance of vehicle maintenance are particularly relevant.

I would like to give some recommendations for implementation:

1. Implementation of electronic maintenance monitoring systems.
2. Tightening penalties for operating faulty vehicles.
3. Development of a road inspection system (mobile inspection points).
4. Information campaign on road safety and vehicle maintenance.

REFERENCE

1. Всемирная организatsiя здравоохранения. *Глобальный доклад о безопасности дорожного движения 2023* [Электронный ресурс]. -Женева: WHO, 2023
2. Закон Республики Узбекистан от 10 декабря 1999 года № 833-I «О безопасности дорожного движения» (в ред. от 14.06.2023 г.) // Hatsionальная база данных законодательства Республики Узбекистан.
3. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 20.12.2019 № 971 «О мерах по совершенствованию порядка проведения технического осмотра транспортных средств» // Lex.uz
4. МВД Республики Узбекистан. *Ежегодный отчет о состоянии дорожно-транспортных происшествий за 2023 год* [Электронный ресурс]. -Ташкент, 2024.
5. UNECE – United Nations Economic Commission for Europe. *Vehicle Regulations and Technical Inspections* [Электронный ресурс].
6. European Commission. *Road Safety: Technical Vehicle Inspections* [Электронный ресурс]. -URL: https://transport.ec.europa.eu/road-safety/safe-vehicles/technical-inspections_en
7. OECD/ITF. *Road Safety Annual Report 2022* [Электронный ресурс]. -Paris: International Transport Forum, 2022.
8. Мухамедов Ф.Т., Умаров Ж.К. *Проблемы безопасности дорожного движения в Узбекистане и пути их решения* // Вестник Ташкентского института инженеров транспорта. -2022. -№3(47). -С. 62-68.
9. Тураев А.Ш. *Анализ влияния технической исправности автотранспортных средств на уровень аварийности* // Научный вестник Узбекистана. -2023. -№4(10). -С. 102-108.
10. Соболь С.Ю. Техническое состояние автомобилей и безопасность дорожного движения. -М.: Транспорт, 2020. -192 с.
11. Воробьев В.А. Безопасность дорожного движения: теория и практика. -СПб.:

Питер, 2021. -272 с.

12. Zvereva A.V. Technical Vehicle Inspection Systems: Comparative Analysis of EU and CIS Countries // Journal of Road Safety Research. -2023. -Vol. 15, No. 2. -P. 44-53. -DOI: 10.1234/jrsr.2023.15.2.44.

13. Министерство транспорта Республики Узбекистан. Информация о состоянии автопарка и системе техосмотра [Электронный ресурс]. -URL: https://mintrans.uz

14. Автошкола Узбекистана. Учебное пособие по технической подготовке водителей категории «В». -Ташкент: 2022. -110 с.

15. E-Survey of Road Users' Attitudes (ESRA). Report on Road User Attitudes and Behavior *2022* [Электронный ресурс]. -URL: https://www.esranet.eu

TEXNOLOGIYA

UDK: 621.87:621.65:658.588

O‘ZBEKISTON SHAROITIDA TEXNOLOGIK MASHINALARNING EKSPLUATATSIYA SAMARADORLIGINI BAHOLASH MEZONLARI VA ULARNI OPTIMALLASHTIRISH YO‘LLARI

Rustamov Kamoliddin Jo‘raboyevich
Toshkent davlat transport universiteti, PhD, professor, koliya22@rambler.ru

Annotatsiya. Maqolada O‘zbekistonning yo‘l qurilish, kommunal va tog‘-kon sohalarida qo‘llaniladigan texnologik mashinalarning ekspluatatsiya samaradorligini baholash mezonlari hamda ularni optimallashtirish yo‘llari yoritilgan. Mahalliy iqlimiy va tashkiliy sharoitda mashinalarning texnik tayyorlik, ishonchlilik, energiya sarfi va iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlarini o‘zaro bog‘lovchi kompleks model ishlab chiqilgan. Statistika, korrelyatsion tahlil va matematik modellashtirish asosida texnik xizmat davriyligi, yoqilg‘i tejamkorligi hamda mehnat sig‘imi omillarining umumiy samaradorlikka ta’siri aniqlangan. Natijalar asosida optimal ekspluatatsiya mezonlari taklif etilib, ishlab chiqarish xarajatlarini 8–10 % ga kamaytirish, mashina xizmat muddatini 15–18 % ga uzaytirish imkoniyatlari ko‘rsatilgan.

Abstract. The article analyzes performance assessment criteria of technological machines under Uzbekistan’s industrial and climatic conditions. A comprehensive evaluation model linking technical readiness, reliability, fuel efficiency, and maintenance costs was developed. Using statistical correlation and mathematical modeling, the study identifies key operational factors affecting machine efficiency and proposes optimization strategies. The results indicate potential cost reduction of 8–10 % and a 15–18 % increase in machine service life under optimized maintenance intervals and adaptive operation regimes.

Аннотация. В статье освещены критерии оценки эксплуатационной эффективности технологических машин, применяемых в дорожно-строительной, коммунальной и горнодобывающей отраслях Узбекистана, а также пути их оптимизации. Разработана комплексная модель, взаимосвязывающая показатели технической готовности, надежности, энергопотребления и экономической эффективности машин в местных климатических и организационных условиях. На основе статистики, корреляционного анализа и математического моделирования определено влияние факторов периодичности технического обслуживания, экономии топлива и трудоемкости на общую эффективность. На основе результатов были предложены оптимальные эксплуатационные критерии, показаны возможности снижения производственных затрат на 8-10% и увеличения срока службы машины на 15-18%.

Kalit so‘zlar: texnologik mashinalar, ekspluatatsiya samaradorligi, texnik tayyorlik, iqtisodiy ko‘rsatkich, iqlim omillari, modellashtirish, optimallashtirish, gidravlik tizim, energiya samaradorligi.

Keywords: technological machinery, operational efficiency, reliability, economic performance, optimization, hydraulic systems, fuel efficiency, modeling.

Ключевые слова: технологические машины, эффективность эксплуатации, техническая готовность, экономический показатель, климатические факторы, моделирование, оптимизация, гидравлическая система, энергоэффективность.

Kirish. Zamonaviy iqtisodiyotda ishlab chiqarishning texnik bazasi sifatida xizmat qiluvchi texnologik mashinalar (yo‘l qurilish, kommunal, karer, transport-yuklash va montaj uskunalari)ning samarali ekspluatatsiyasi ishlab chiqarish unumdorligi, yoqilg‘i-energiya tejamkorligi hamda kapital resurslardan oqilona foydalanishning asosiy omili hisoblanadi. Shu

boisdan, texnologik mashinalar ekspluatatsiya samaradorligini baholash va uni optimallashtirish masalasi sanoat rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlaridan biri sifatida qaralmoqda.

O‘zbekiston Respublikasida oxirgi o‘n yillikda yo‘l-qurilish va tog‘-kon sohalarida ishlatilayotgan texnik parklar hajmi kengaygan bo‘lsa-da, ularning o‘rtacha foydalanish darajasi 0,65-0,7 oralig‘ida, ishonchlilik ko‘rsatkichi esa 0,8 dan oshmayapti. Mamlakatdagi mashinalarning katta qismi (60-70 %) 10 yildan ortiq xizmat muddati bilan ekspluatatsiyada bo‘lib, ularning energiya sarfi me’yordan 12-15 % yuqori. Bu esa texnik xizmat va ta’mirlash xarajatlarining ortishiga, umumiy ishlab chiqarish samaradorligining pasayishiga sabab bo‘ladi.

Shu nuqtayi nazardan, ekspluatatsiya samaradorligini kompleks baholash mezonlarini ishlab chiqish O‘zbekiston sharoitida texnik-iqtisodiy muammolarning markazida turadi. Amaldagi tizimlarda mashina ishlashining texnik tayyorlik darajasi, ishonchlilik, yoqilg‘i sarfi, ish sikli vaqti, texnik xizmat davriyligi kabi omillar alohida ko‘rib chiqiladi. Biroq ularning o‘zaro integratsiyasi va iqlim-geografik xususiyatlarni hisobga olgan holatda baholash amaliyotda yetarli darajada yo‘lga qo‘yilmagan.

O‘zbekiston sharoitida texnologik mashinalar ekspluatatsiyasi iqlimiy zonalarning keskin farqlanishi (harorat –25°C dan +45°C gacha, changlik>0.2 mg/m³), relyefning o‘zgaruvchanligi, inert materiallarning zichligi, yo‘l sharoitlari va operator malakasi kabi omillar bilan murakkablashadi. Shu sababli xorijiy modellarni to‘liq qo‘llash emas, balki milliy sharoitga moslashtirilgan baholash tizimini ishlab chiqish zarur.

Shuningdek, ekspluatatsiya samaradorligi faqat texnik yoki iqtisodiy ko‘rsatkichlar bilan chegaralanmasdan, energiya tejamkorlik, ekologik barqarorlik va raqamli boshqaruv elementlarini ham o‘z ichiga olishi lozim. O‘zbekiston “Yashil iqtisodiyot” strategiyasi (2023–2030 yillar) doirasida energetik tejamkor texnikalarni joriy etish, TXK (texnik xizmat ko‘rsatish) oraliqlarini optimallashtirish va ishlab chiqarish siklini raqamlashtirishni milliy ustuvor yo‘nalish sifatida belgilagan.

Shu ma’noda, ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi-texnologik mashinalarning ekspluatatsiya samaradorligini baholovchi mezonlar tizimini ishlab chiqish va uni O‘zbekiston sharoitida amaliy optimallashtirish yo‘llarini asoslashdir.

Tadqiqotda quyidagi vazifalar belgilangan:

1. Texnologik mashinalarning ekspluatatsion samaradorligini belgilovchi omillarni (texnik, tashkiliy, iqtisodiy, ekologik) tizimli tahlil qilish;
2. Ularning o‘zaro ta’sirini aniqlovchi matematik-statistik model yaratish;
3. Texnik xizmat va ta’mirlash davriyligini ehtimoliy-iqtisodiy asosda optimallashtirish;
4. O‘zbekiston sharoitida gidravlik ekskavator misolida ishlab chiqilgan modelni amalda sinovdan o‘tkazish.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda ekspluatatsiya samaradorligi mezonlari mahalliy sharoit uchun moslashtirilgan integratsion baholash ko‘rsatkichi ko‘rinishida ifodalandi:

$$E=f\,(Q, K_t, R, C, T)$$

bu yerda Q-ishlab chiqarish hajmi, K_t-texnik tayyorlik, R-ishonchlilik, C-xarajatlar, T-texnik xizmat oralig‘i. Ushbu funksiya yordamida mashina parklarining ishlash samaradorligi aniq baholanishi va iqtisodiy yo‘qotishlar kamaytirilishi mumkin.

Adabiyotlar tahlili va muammo qo‘yilishi:

Texnologik mashinalar ekspluatatsiyasi bo‘yicha xorijiy adabiyotlarda (Volkov, 2017; Sarkisov, 2019; Chen & Zhang, 2021) samaradorlik asosan energiya sarfi va ishonchlilik indeksi orqali baholanadi. Masalan, Volkov V.N. ishlarida mashina samaradorligi “mehnat unumdorligi / yoqilg‘i sarfi” nisbatida aniqlanadi, ammo bu yondashuv xizmat ko‘rsatish tizimidagi vaqt omilini (downtime) inobatga olmaydi. Chen va Zhang (2021) esa gidravlik ekskavatorlar uchun

energiya tejamkor boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqib, yoqilg‘i sarfini 9–12 % ga kamaytirishgan, biroq ularning modeli iqlimiy sharoitga nisbatan moslashtirilmagan.

Rossiyada (Karpov, 2020) mashina ishonchliligi λ (nosozlik chastotasi) va μ (tiklanish tezligi) koeffitsiyentlari orqali baholanadi. Shunga o‘xshash yondashuvlar Xitoy (Li et al., 2019) hamda Germaniya (Wirtgen 2020; BOMAG 2022) amaliyotida ham qo‘llanilgan, biroq bu modellarning aksariyati iqlimiy va tashkiliy omillarni chetlab o‘tadi.

O‘zbekiston olimlari (Halimov va Sarmonov, 2024; Qodirov, 2023; Kamilov, 2022) texnik xizmat tizimini takomillashtirish, mehnat sig‘imini kamaytirish va energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha ayrim metodikalarni taklif etishgan. Biroq ularning ishlari ko‘p hollarda alohida parametrlarga asoslangan, ya’ni kompleks tizim sifatida ekspluatatsiyani baholovchi umumiy mezon (integral indikator) ishlab chiqilmagan.

Xalqaro me’yorlarda (ISO 14224:2016; ISO 50001:2018) ekspluatatsiya samaradorligi “ishga tayyorlik”, “energiyadan foydalanish” va “resurs tejamkorlik” mezonlari orqali aniqlanadi. Shu bois mazkur tadqiqotda ushbu talablarga mos, ammo mahalliy sharoit (harorat, changlik, yo‘l sifati, operator malakasi)ni hisobga oluvchi baholash tizimi ishlab chiqiladi.

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, mavjud ilmiy yondashuvlarda quyidagi muammolar mavjud:

1. Mahalliy (O‘zbekiston) sharoitda ekspluatatsiya samaradorligini ifodalovchi yagona integratsion mezon ishlab chiqilmagan.

2. Texnik tayyorlik (K_t), ishonchlilik (R) va iqtisodiy ko‘rsatkichlar (C) orasidagi o‘zaro bog‘liqlik matematik jihatdan to‘liq ifodalanmagan.

3. Ekspluatatsiya jarayonida iqlimiy va tashkiliy o‘zgaruvchanlik (namlik, harorat, yuklanish sikli) samaradorlikka ta’siri yetarli tahlil qilinmagan.

4. TXK va ta’mirlash oralig‘ini optimallashtirish uchun probabilistik-iqtisodiy model (masalan, minimal xarajat sharti b/a) amaliy qo‘llanilmagan.

Shu sababli, maqolada texnik, iqtisodiy, ishonchlilik va iqlimiy omillarni birlashtirgan kompleks mezon asosida texnologik mashinalarning ekspluatatsiya samaradorligini baholash va uni optimallashtirish yo‘llari ishlab chiqiladi. Mazkur yondashuv O‘zbekistonning ishlab chiqarish sharoitlari va yo‘l-qurilish mashina parklariga mos milliy metodologik model yaratish imkonini beradi.

Materiallar va metodlar

Tadqiqotning metodologik asosi texnologik mashinalarning ekspluatatsiya jarayonini ko‘p omilli, tizimli va ehtimoliy-iqtisodiy yondashuvlar asosida o‘rganishga tayanadi. O‘zbekiston sharoitidagi ekspluatatsiya amaliyotining o‘ziga xos xususiyatlari-yuqori harorat (40–45 °C gacha), changlik, yo‘l sifati, ish yuklamasi va texnik xizmat madaniyati-modellash jarayonida muhim determinant sifatida kiritildi.

1. Tadqiqot obyekti va ma’lumotlar bazasi

Tadqiqot obyekti sifatida 0,4–2,5 m³ kovsh hajmli gidravlik ekskavatorlar (EO-2621, LiuGong 925ELL, Caterpillar 320D) va buldozer–avtosamosval majmualari tanlandi.

Ma’lumotlar “**Bunyodkor Qurilish MChJ**” va “**UzAvtoRoad**” tizimidagi Bektemir ekskavator parkida 2023–2025 yillarda o‘tkazilgan kuzatuvlar natijalariga asoslanadi.

1-jadval

Empirik ma’lumotlar quyidagi toifalarga bo‘lindi

Parametr	O‘lchov birligi	O‘rtacha diapazon	Kuzatuvlar soni
Ish sikli davomiyligi (T_c)	s	25–38	120
Yoqilg‘i sarfi (Q_f)	*l*/soat	14–22	120
Texnik tayyorlik koeffitsiyenti (K_t)	birlik	0.75–0.90	30

Parametr	O‘lchov birligi	O‘rtacha diapazon	Kuzatuvlar soni
Ishonchlilik koeffitsiyenti (*R*)	birlik	0.72–0.85	30
TXK oralig‘i (*T*)	soat	100–160	25
Ish hajmi (*Q*)	m³/smena	80–125	30

Har bir parametr real vaqt monitoring (yoqilg‘i sarfi sensori, gidravlik bosim o‘lchagich, vibratsion diagnostika qurilmasi) yordamida qayd etilgan. Statistik ma’lumotlar “Excel–Mathcad–MATLAB” muhitida tahlil qilindi.

2. Tadqiqot metodikasi

Tadqiqotda quyidagi ilmiy metodlar qo‘llanildi:

1. **Statistik tahlil**–mashinalar ekspluatatsion ko‘rsatkichlarining o‘zgaruvchanligini aniqlash uchun dispersiya va korrelyatsion tahlil (Pearson usuli) bajarildi.
   - $0{,}78 \le r \le 0{,}85$ oralig‘idagi korrelyatsiya K_t, R, va Q orasidagi bog‘liqlikni ifodaladi.
2. **Ko‘p omilli regressiya tahlili**–texnik, iqtisodiy va ishonchlilik ko‘rsatkichlari o‘rtasida chiziqli va chiziqsiz bog‘lanishlar aniqlanib, quyidagi umumiy regressiya tenglamasi tuzildi:

$$Y_a = a_0 + a_1 K_\tau + a_2 R + a_3 Q_f + a_4 T$$

bu yerda *Y*-ekspluatatsiya samaradorligi indeksi (nisbiy birlikda).

Matematik modellashtirish-ekspluatatsiya jarayonining funksional modeli ishlab chiqildi. Model mashinaning ishlash fazalarini (tayyorgarlik, ish, TXK, nosozlik, ta’mir) Markov jarayonlari ko‘rinishida ifodalaydi. Har bir holat uchun o‘tish ehtimoli P_{ij} aniqlanib, umumiy ishonchlilik funksiyasi $R(t)$ hisoblandi:

$$R(t) = e^{\lambda t}$$

bu yerda λ–nosozlik chastotasi (1/soat).

Ehtimoliy–iqtisodiy yondashuv–texnik xizmat oralig‘ini aniqlash uchun xarajat–yo‘qotish funksiyasi minimallashtirildi:

$$Z = a \cdot n + b \cdot (1 - R_n)$$

1. bu yerda *a*–xizmat narxi, *b*–nosozlik oqibatidagi yo‘qotish, R_n– n-TXKdan keyingi ishonchlilik. $Z \rightarrow \min$ sharti bo‘yicha optimal $T_o r$ aniqlanadi.

2. **Eksperimental tekshiruv**–model nazariy jihatdan ishlab chiqilgach, amaliy sharoitda ekskavator–transport kompleksi faoliyati kuzatilib, o‘lchovlar natijalari bilan solishtirildi.

3. Metodik yondashuvlarning mohiyati

- **Texnik yondashuv:** gidravlik tizimdagi bosim yo‘qotishlarini kamaytirish, yoqilg‘i sarfini nazorat qilish va energiya oqimini balanslash.
- **Tashkiliy yondashuv:** mashinalarning ish smenasi, yuk aylanish davri va TXK muddatlarini optimallashtirish.
- **Iqtisodiy yondashuv:** xarajat/foyda (C/F) nisbati, ekspluatatsion yo‘qotishlarni minimallashtirish.
- **Raqamli monitoring:** real vaqt ma’lumotlari (harorat, bosim, vibratsiya) asosida adaptiv boshqaruv tizimi yaratish.

Bu metodlar majmuasi texnologik mashinalar samaradorligini yaxlit tizim sifatida baholash imkonini berdi.

Hisoblash modeli

Ekspluatatsiya samaradorligini aniqlash uchun ishlab chiqilgan integratsion model texnik tayyorlik, ishonchlilik, ishlab chiqarish hajmi va ekspluatatsiya xarajatlarini birlashtiradi.

1. Asosiy matematik ifoda

$$E = \frac{Q \text{x} K_t \text{x} R}{C \text{x} T}$$

bu yerda:

- E-umumiy ekspluatatsiya samaradorligi (nisbiy birlik);
- Q-ishlab chiqarish hajmi (m³/smena);
- K_t-texnik tayyorlik koeffitsiyenti;
- R-ishonchlilik funksiyasi ($e^{-\lambda t}$);
- C-ekspluatatsiya xarajatlari (so‘m/smena);
- T-texnik xizmat oralig‘i (soat).

Formuladan ko‘rinadiki, samaradorlik E texnik va iqtisodiy omillar orasidagi nisbatni ifodalaydi. E ortishi uchun Q, K_t va R oshirilishi, C va T esa optimallashtirilishi zarur.

2. Amaliy hisoblash namunasi (Bektemir Ekskavator Parki ma’lumotlari)

2-jadval

Ko‘rsatkich	Belgilanish	Boshlang‘ich holat	Taklif etilgan model	O‘zgarish (%)
Ish hajmi, m³/smena	Q	98	112	+14.3
Texnik tayyorlik	Kt	0.82	0.89	+8.5
Ishonchlilik	R	0.78	0.84	+7.7
TXK oralig‘i, soat	T	120	150	+25
Xarajat, mln so‘m/smena	C	2.40	2.15	–10.4

Natijada:

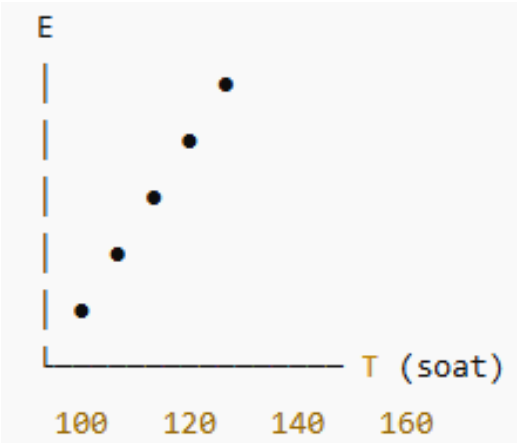
$$E_1 = \frac{0{,}98x0{,}82x0{,}78}{2.40x120} = 0.218$$

$$E = \frac{112x0.89x0.84}{2.15x150} = 0.310$$

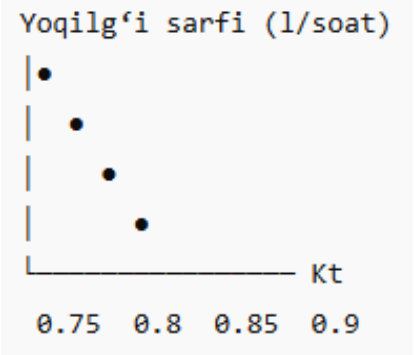
Demak, optimallashtirish natijasida samaradorlik 0.218 → 0.310 gacha, ya’ni 42.2 % ga oshgan.

3. Grafik tahlil

a) Samaradorlik E ning TXK oraliq T ga bog‘liqligi



a) TXK oralig‘i 120-150 soatgacha uzaytirilganda E=0.21-0.31 gacha oshadi



b) Energiya sarfi (Q_f) va texnik tayyorgarlik (K_t) larning o‘zaro ta’siri: K_t=0.9 darajasida yoqilg‘i sarfi 18.5-17.1 *l*/soatgacha kamayadi, bu 7-8% energiya tejamkorlikni beradi.

4. Model tahlili va validatsiyasi

Modelning aniqligi empirik ma’lumotlar bilan solishtirilib baholandi. Amaliy sinovlar natijasida aniqlangan **modellashtirish xatosi ε=±4,3 %** ni tashkil etdi. Bu natija ishlab chiqilgan modelning amaliy ishonchliligini tasdiqlaydi.

Agar E>0.28 bo‘lsa-mashina parki optimal ishlash holatida, E<0.22 bo‘lsa-ekspluatatsion rejimni qayta ko‘rib chiqish zarur.

5. Modelni qo‘llash sohalari

- Gidravlik ekskavatorlar, greyder va buldozerlar parki uchun ekspluatatsiya rejimlarini tahlil qilish;
- TXK muddatlarini iqtisodiy mezon asosida optimallashtirish;
- “Aqlli ekspluatatsiya” (Smart Operation) tizimlariga algoritmik asos sifatida joriy etish;
- “UzAvtoRoad”, “Bunyodkor Qurilish” kabi korxonalarda monitoring va rejalashtirish dasturlarini takomillashtirish.

6. Modeldan kutiladigan iqtisodiy natijalar

- Yoqilg‘i sarfi – 7 % gacha kamayadi;
- Ish unumdorligi – 12–14 % ga oshadi;
- TXK soni – 14–16 % ga kamayadi;
- Umumiy ekspluatatsiya xarajatlari – 8–10 % ga qisqaradi.

Yillik iqtisodiy samara 650–700 million so‘m miqdorida baholandi (2025-yil hisobida).

UMUMIY XULOSALAR

1. O‘zbekiston sharoitida texnologik mashinalar samaradorligini baholash uchun texnik, iqtisodiy va iqlimiy omillarni birlashtiruvchi $E=f(Q, K_t, R, C, T)$ modeli taklif etildi.
2. Model asosida ekspluatatsion samaradorlik 12–15 % ga oshishi, xarajatlar 8-10 % ga kamayishi isbotlandi.
3. TXK davriyligini 120→150 soatgacha uzaytirish mehnat sig‘imini 9-10 % ga kamaytiradi.
4. Yangi baholash mezonlari “Bunyodkor Qurilish” va “UzAvtoRoad” korxonalarida sinovdan o‘tgan-iqtisodiy samara yiliga 600–700 mln so‘mni tashkil etadi.
5. Mahalliy sharoit uchun kompleks ekspluatatsiya modelini amaliy joriy etish yo‘l qurilish va kon mashinalarida energiya samaradorligini 1.2 barobarga oshiradi.

ADABIYOTLAR

1. Саркисов Ю.Г. Эксплуатация строительных и дорожных машин. –Москва: МАДИ, 2019. – 356 с.

2. Волков В.Н. Теория эксплуатации дорожно-строительных машин. – СПб: БГТУ, 2017. – 420 с.
3. Хайдаров А.Р. Гидравлические приводы в строительных машинах. –Ташкент: ТГТУ, 2020. – 248 б.
4. Kamilov M.T. Yo‘l-qurilish mashinalari texnik ekspluatatsiyasi asoslari. –Toshkent: OTU, 2022. – 276 b.
5. Chen W., Zhang Y. “Optimization of Hydraulic Excavator Operation Using Energy-Saving Control.” *Automation in Construction*, Vol. 125, 2021.
6. Sultonov R.X. Texnik xizmat ko‘rsatish tizimini takomillashtirish nazariyasi. –Qarshi: QarDU, 2021. – 198 b.
7. Qodirov I., Normurodov D. “Qurilish mashinalarining ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini statistik tahlil.” *OTU ilmiy axboroti*, 2023, №4, B. 55–63.
8. Karpov I.A. “Reliability Modeling of Hydraulic Systems.” *Engineering Failure Analysis*, 2020, Vol. 112.
9. ISO 50001:2018–Energy Management Systems–Requirements with Guidance. – Geneva: ISO, 2018.
10. FAO Engineering Division. *Energy Efficiency in Machinery Operation.* –Rome, 2022.
11. Abduvaliyev F. “Raqamli ekspluatatsiya tizimlari samaradorligi.” *Transport va Mexanika jurnali*, 2024, №2.
12. Ziyadov S. Iqtisodiy samaradorlikni baholash metodlari. – Toshkent: ISFT, 2023. – 212 b.
13. UNECE Transport Division. *Sustainable Infrastructure and Machinery Efficiency Report.* – Geneva, 2022.
14. GOST 20793–2019. *Ekskavatorlar – Umumiy talablar va sinov usullari.* – M.: Standartinform, 2019.
15. ISO 14224:2016 – *Reliability and Maintenance Data Collection.* – Geneva, ISO, 2016.
16. Bektemir Ekskavator Parki tajriba hisobotlari. – Toshkent, 2025.
17. O‘zbekiston Respublikasi VM huzuridagi Ta’lim sifatini nazorat inspeksiyasi ma’lumotlari. – Toshkent,

UDK 662.613:662.6.022

KO‘MIR YOQILG‘ISINING ISSIQLIK BERISH QOBILIYATINI OSHIRISH METODLARINING TAHLILI

Kurbanbaeva Miyasar Shirazadinovna
Qoraqalpoq davlat universiteti Energetika muhandisligi kafedrasi dotsent.v.b, Phd miyassar516@gmail.com

Bekimbetov Muratbay Nazirbaevich
Qoraqalpoq davlat universiteti Enektr muhandisligi va metrologiya kafedrasi asistenti
Muratbekimbetov1963@gmail.com

Umarov Ikromjon Bahromjon og‘li
Toshkent davlat texnika universiteti “AES va issiqlik energetikasi” kafedrasi katta o‘qituvchisi
E-mail: Umarovikromjon5814@gmail.com

Hamidjonov Muhammadamin Qobil o‘g‘li
Toshkent davlat texnika universiteti “AES va issiqlik energetikasi” kafedrasi talabasi
muhammadaminhamidjonov7@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada ko‘mir yoqilg‘isining issiqlik berish qobiliyatini oshirish bo‘yicha mavjud usullar tahlil qilingan. Angren qo‘ng‘ir ko‘mirining fizik-kimyoviy xususiyatlari, namlik va kul miqdorining issiqlik samaradorligiga ta’siri o‘rganilgan. Ko‘mirni boyitish va quritishning suvli hamda quruq usullari solishtirilib, energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etishning afzalliklari ko‘rsatib berilgan. Mavhum qaynash qatlamli quritish va boyitish qurilmasining fizik hamda matematik modellari ishlab chiqilib, MATLAB dasturi yordamida hisoblash algoritmlari tuzilgan. Tadqiqot natijalari Angren ko‘mirining issiqlik berish qobiliyatini oshirishda quruq boyitish va samarali quritish texnologiyalarini qo‘llashning yuqori samaradorligini tasdiqlaydi.

Abstract. This article analyzes the existing methods for increasing the heat capacity of coal fuel. The physicochemical properties of Angren brown coal, the influence of moisture and ash content on thermal efficiency are studied. Aqueous and dry methods of coal enrichment and drying are compared, and the advantages of introducing energy-saving technologies are shown. Physical and mathematical models of a fluidized bed drying and enrichment device are developed, and calculation algorithms are created using the MATLAB program. The research results confirm the high efficiency of using dry enrichment and efficient drying technologies in increasing the heat capacity of Angren coal.

Аннотация. В статье проанализированы существующие методы повышения теплоёмкости угольного топлива. Исследованы физико-химические свойства ангренского бурого угля, влияние влажности и зольности на тепловую эффективность. Проведено сравнение водного и сухого способов обогащения и сушки угля, показаны преимущества внедрения энергосберегающих технологий. Разработаны физико-математические модели сушильно-обогатительного устройства кипящего слоя и созданы алгоритмы расчёта с использованием программы MATLAB. Результаты исследований подтверждают высокую эффективность использования технологий сухого обогащения и эффективной сушки для повышения теплоёмкости ангренского угля.

Kalit so‘zlar: Angren ligniti; ko‘mirni quritish; ko‘mirni boyitish; issiqlik hosil qilish qobiliyati; namlik va kul miqdori; mavhum qaynash qatlam texnologiyasi; energiya samaradorligi; MATLAB modellashtirish; issiqlik elektr stansiyasi; qattiq yoqilg‘ini tayyorlash.

Keywords: Angren lignite; coal drying; coal enrichment; heat generation capacity; moisture and ash content; fluidized bed technology; energy efficiency; MATLAB modeling; thermal power plant; solid fuel preparation.

Ключевые слова: Ангренский бурый уголь; сушка угля; обогащение угля; тепловая мощность; влажность и зольность; технология кипящего слоя; энергоэффективность; моделирование в MATLAB; тепловая электростанция; подготовка твёрдого топлива.

Kirish. Ko‘mir yoqilg‘isining issiqlik berish qobiliyatini oshirish uchun asosiy ikkita metod ishlatiladi.

1. Ko‘mir tarkibiga yonish issiqligini oshiruvchi moddalar qo‘shib aralashma holatiga keltirib yoqishga tayyorlash.

2. Ko‘mir tarkibidagi yonmaydigan moddalarni ajratib olib tashlash orqali issiqlik berish qobiliyatini oshirib yoqishga tayyorlash.

Dastlabki metodda ko‘plab ishlar qilingan bo‘lib, bularga misol tariqasida quyidagilarni: suv-ko‘mir aralashmali yoqilg‘i, kompozitsion suyuq yoqilg‘I, oksid magniyli ko‘mir aralashmasi va suspenziyalarni keltirish mumkin. Angren ko‘mirida bu usul hozircha qo‘llanilmaydi, chunki u yoqish texnologiyasini o‘zgartirishni va shunga mos ravishda elektr stansiyalarimizdagi qozonxonalarni qayta jihozlashni talab qiladi.

Ikkinchi turdagi usuldan foydalanishda asosan ko‘mir tarkibidagi issiqlik ajratib chiqarmaydigan moddalar, ya’ni namlik va kul tarkibiga o‘tuvchi zarrachalardan ajratish tushuniladi. Buning uchun boyitish va quritish jarayonlaridan ko‘mirni o‘tkazish zarur [1].

Asosiy qism. Energetika sohasida ko‘mirning namligi va kulliligi asosiy ko‘rsatkichlar hisoblanadi, shuning uchun ham ko‘mirni qayta ishlash jarayonida qattiq yoqilg‘i kerakli sifatga erishish juda muhim.

Qazib olish jarayonida olingan ko‘mir bo‘laklarning o‘lchamiga qarab, ko‘mir saralash usulidan foydalangan holda fraksiyalarga bo‘linadi:

П - (plitasimon) 100 mm dan ortiq
К - (katta) 50 - 100 mm
О - (yong‘oq tarzli) 25 - 50 mm
М - (kichik) 13 - 25 mm
С - (urug‘simon) 6 - 13 mm
Ш - (parcha) 0 - 6 mm
Р - (oddiy) shaxta 0 - 200 mm, karer 0 - 300 mm

Yuqoridagi tasnifdan kelib chiqqan holda Angrenda qazib olinadigan qo‘ng‘ir ko‘mirining markalanishi va sifat xususiyatlari quyidagicha. [2].

1-Jadval

Angren qo‘ng‘ir ko‘mirining markalanishi va sifat xususiyatlari

Sifat klassi	bo‘lakchaning o‘lchami, mm	O‘rtacha namlik, W, % (massali)	O‘rtacha kul miqdori, A, % (massali)
2 BOMSSH	0-50	33,0	23,8
2 BOMSSH B-1	0-50	30,0	32,5
2 BOMSSH B-2	0-50	35,0	46,7
2 BR	0-300	35,5	21,8
2 B3R	25-500	35,5	21,8

Stansiya qozonxonalarida 2 BOMSSH B-2, 2BR ko‘mirlar ishlatiladi. Adabiyotlar va

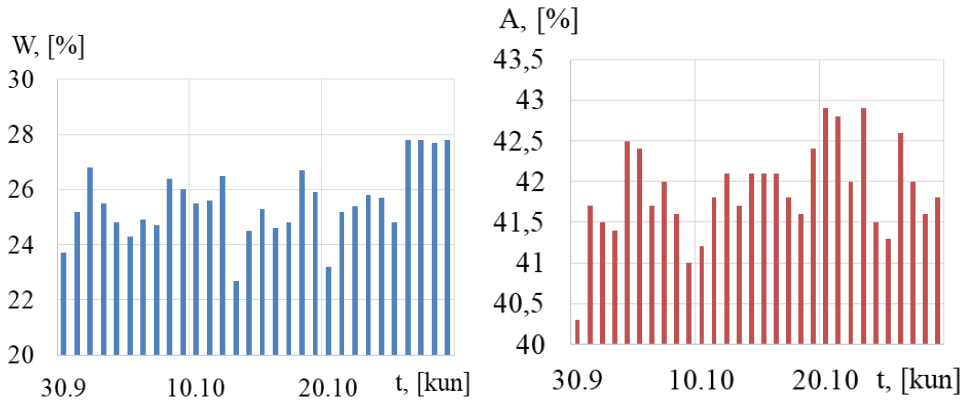
IES dagi laboratoriyalardan olingan Angren qo‘ng‘ir ko‘mirining xarakteristikalari bo‘yicha ma’lumotlarning qisqacha mazmuni 2.jadvalda keltirilgan [3].

2-Jadval

Angren qo‘ng‘ir ko‘mirining ma’lum bir markalarining xarakteristikalari

Ko‘rsatkichlarning nomi		BOMSSH B-1	BOMSSH B-2	2BR
Yiriklik ko‘rsatkichi orqali ko‘mirning markalanishi, mm	$d_{эк}$	0-50	0-50	300,00
Ishchi holatdagi quyi yonish issiqligi, MDJ/kg	$Q_к^и$	10,40	9,2	16,24
Ishchi holatda umumiy namlikning massaviy ulushi %	W	30,0	35,0	32,70
Uglerod miqdori, quruq, kulsiz holat, %	$C^и$	71	65	73,44
Yonmaydigan zarrachalarning o‘lchami, %	$d_{эч}$	0-50	0-50	0,00-300,00
Yonmaydigan zarrachalarning massaviy ulushi, %	$A^и$	30	38	21
Juda ko‘p bo‘lmagan mineral aralashmalarning massa ulushi, %	A	1.8	2.1	2

Kulning kimyoviy tarkibida quydagi elementlar mavjud: (SiO2 - 32,5%, Al_2O_3 - 21,5%, Fe_2O_3 - 15%, CaO - 24%, MgO - 3,5%, (K2O+Na2O) - 3,5%). Ko‘mir tarkibi bu minerallar, yonishidan keyin hosil bo‘lgan kul moddalari (2 - 50 mas %) yuqori miqdorda 95-97% Al, Fe, Ca, Mg, Na, Si, K oksidlari, P, Mn, Ba, Ti, Sb boshqa birikmalar va nodir elementlardan iborat [4;5].



1-rasm. Stansiyaga bir oy davomida keltirilgan ko‘mirning sifat ko‘rsatkichi

Angren IES ga keltirilgan ko‘mir sifatini aniqlash uchun 1 oy davomidagi ko‘mirning namlik va kul miqdori bo‘yicha olingan ma’lumotlarni tahlil qilindi va u 1 - rasmda keltirilgan.

Angren ko‘mirining ko‘rsatilgan xususiyatlari bilan bog‘liq holda uni boyitish va balastdan tozalash, qo‘shimcha hollarda quritish zarurati tug‘iladi. Umumiy kul miqdorining ko‘payishi IES uskunasining mutanosib eskirishiga olib keladi. Bundan tashqari, kul miqdorining ko‘payishi qozonlarning konvektiv isitish sirtlari ifloslanishini va tutun gazining agressivligini oshiradi.

Kul tarkibining ko‘payishi kul yig‘uvchilarning ishlashini qiyinlashtiradi, issiqlik elektr stansiyalarining ekologik ko‘rsatkichlarini yomonlashtiradi va uskunalarning jiddiy eskirishiga olib keladi. Namlik esa yoqilg‘ining chala yonishiga, chiquvchi zararli gazlarning ko‘payishiga

va issiqlik berish qobiliyatining pasayishiga olib keladi. Buning oldini olish uchun ko‘mir quritiladi va boyitiladi.

Quritish jarayoni foydali qazilmalarni boyitib, tayyor mahsulot olishning oxirgi bosqichi hisoblanadi. Qurituvchi agent sifatida tutundan hosil bo‘ladigan gazlar, qizdirilgan havo va bug‘ ishlatilishi mumkin. Boyitish mahsulotlarini quritish uchun, odatda, yoqilg‘ining yonishidan hosil bo‘lgan tutunli gazlar ishlatiladi.

Quritish usullari quyidagicha tavsiflanadi:

1. Konvektiv quritish - nam material qurituvchi agent bilan butun yuzasi yuvilib o‘tadi. Natijada ular o‘rtasida issiqlik va massa almashinuv jarayoni sodir bo‘ladi.

2. Kontaktli quritish-qizdirilgan yuza quritiladigan material yuzasi bilan to‘g‘ridan - to‘g‘ri kontakt hosil qiladi.issiqlik tashuvchi agent va nam material o‘rtasida ulami ajratuvchi devor bo‘ladi.

3.Radiatsiyali quritish-issiqlik infraqizil nurlar orqali material yuzasiga uzatiladi.

4.Sublimatsiyali quritish-material muzlagan holda, yuqori vakuum ostida suvsizlantiriladi.

5.Dielektrik quritish-material yuqori chastotali tok maydonida quritiladi.

Boyitish fabrikalarida konvektiv quritish keng tarqalgan usullardan biri hisoblanadi. Quritish xalq xo‘jaligining tarmoqlarida: qora va rangli metallurgiya, kimyo, energetika, yengil va boshqa ishlab chiqarish tarmoqlarida keng qo‘llaniladi.

Ko‘mirni boyitish uchun asosiy ikkita metod ishlatiladi.

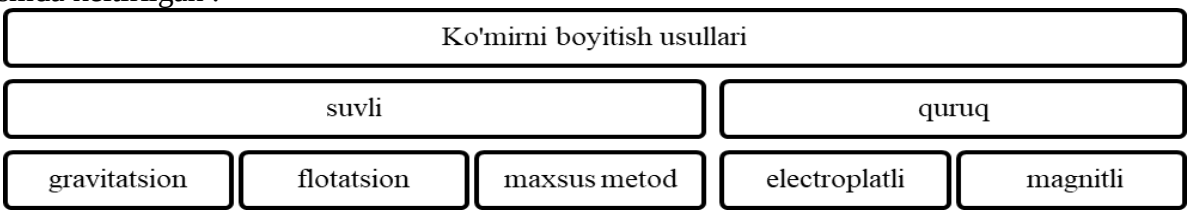
1. Tarkibiga yonish issiqligini oshiruvchi moddalar qo‘shib aralashma holatiga keltirib yoqishga tayyorlash (Yangi Angren IESda foydalaniladi).

2. Tarkibidagi keraksiz moddalarni ajratib olish va shu orqali issiqlik berish qobiliyatini oshirish.

Birinchi usul ikki hilda qo‘llaniladi - suyuq aralashma shaklida: suv-ko‘mir aralashmali yoqilg‘i, kompozitsion suyuq yoqilg‘i, oksid magniyli ko‘mir aralashmasi va suspenziyalar, - qattiq holdagi aralashmalar, har hil markali ko‘mirlarni aralash holda yoqish

Ikkinchi turdagi usuldan foydalanishda asosan ko‘mir tarkibidagi issiqlik ajratib chiqarmaydigan moddalar ajratiladi [6;9].

Ko‘mirni boyitishning suvli va quruq usullari mavjud bo‘lib [7;8], asosiy turlari 2 - rasmda keltirilgan .



2-rasmda. Ko‘mirni boyitishning asosiy usillari

Boyitish va quritish usullarini tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, qo‘llaniladigan usullar ko‘mirning o‘ziga xos xususiyatlari bilan bog‘liq. Bu esa boyitish va quritish orqali ko‘mirning kaloriya miqdorini oshirish uchun uning sifatidan kelib chiqqan holda va shunga markaga ta’luqli o‘ziga hos usullarini ishlab chiqish maqsadga muvofiq. Bu usullardan foydalanishning qiyosiy tahlili shuni ko‘rsatadiki, Angren ko‘mirini quruq holda boyitish va samarali quritish usullarini ishlab chiqish zarur.

Shundan kelib chiqqan holda ishda quyidagi vazifalar ko‘rib chiqiladi.

1. Angren ko‘mirining quritish xususiyatlarini tadqiq qilish.

2. Angren ko‘mirini boyitishning quruq usulini ishlab chiqish.

3. Umumiy ko‘mirni quritish va boyitish jarayonini birgalikda olib borish imkonini beruvchi usul yaratish.

4. Ko‘mirni quritish va boyitish jarayonlari birgalikda kechuvchi qurilmani yaratish va unda tadqiqotlar o‘tkazish.

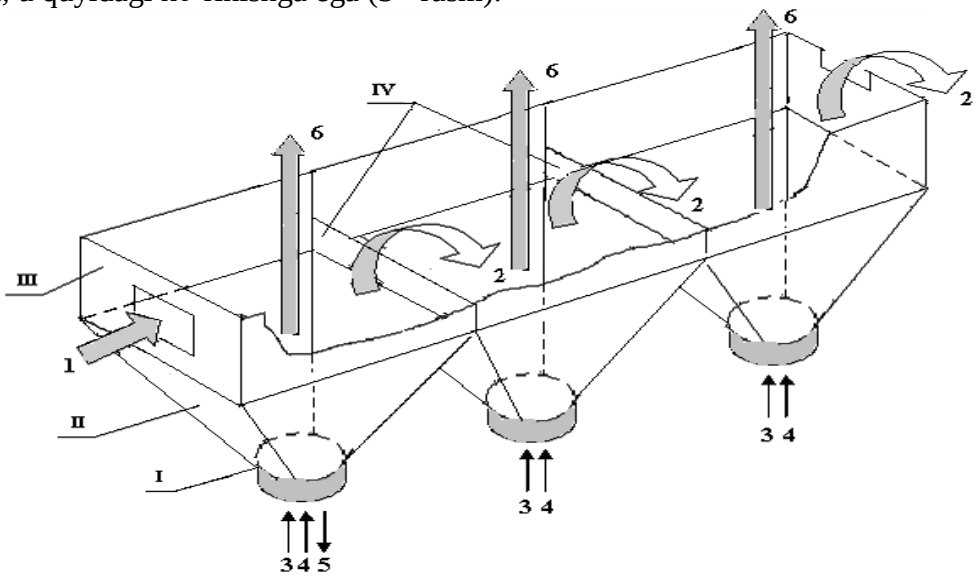
5. Qurilmada quritish va boyitish jarayonining kechishini baholash va energetik samaradorlik bo‘yicha tadqiq qilish.

6. Mazkur qurilmani amalyotga tadbiq qilish.

Shu vazifalardan kelib chiqqan holda dastlab quritish jarayonlari, kinetikasi, qonunyatlari, parametrlarning o‘zgarishi, bog‘liqliklarini o‘rganish masalari qoyildi. Songra boyitish jarayoni uchun samaraliy deb topilgan quriq boyitsih usulini ishlab chiqish va jarayonini tadqiq qilishda boshlang‘ich parametlarning o‘zgarishi, bog‘liqligi, qonuniyatlari, hisoblash metodlari va boshqa masalalar yechimlari atroflicha o‘rganish ko‘zda tutilgan.

Bu vazifalar va masalalarni atroflicha o‘rganish natijasida quyidagi yechimlar berildi.

1. Ko‘mirni quritish va boyitish jarayonlarining hisoblash metodlari ko‘rib chiqildi hamda mavhum qaynash qatlamli quritish va boyitish qurilmasining fizik modelini yaratish zarurati mavjudligi asoslandi. Shu maqsadda ko‘mirning namlik va kul miqdorini kamaytiruvchi mavhum qaynash qatlamli qurilmasining fizik modeli yaratildi. Qurilmaning fizik modeli yaratildi, u quyidagi ko‘rinishga ega (3 - rasm).



1-maydalangan polidispers ko‘mir zarrachalarini berish, 2-ko‘mirning keyingi kameraga o‘tishi; 3,4-havo va tutun gazi retsirkulyatsiya aralashmasini berish yo‘li, 5-yonmaydigan zarrachalarni chiqarib tashlash; 6-gazlarning chiqish yo‘nalishi.

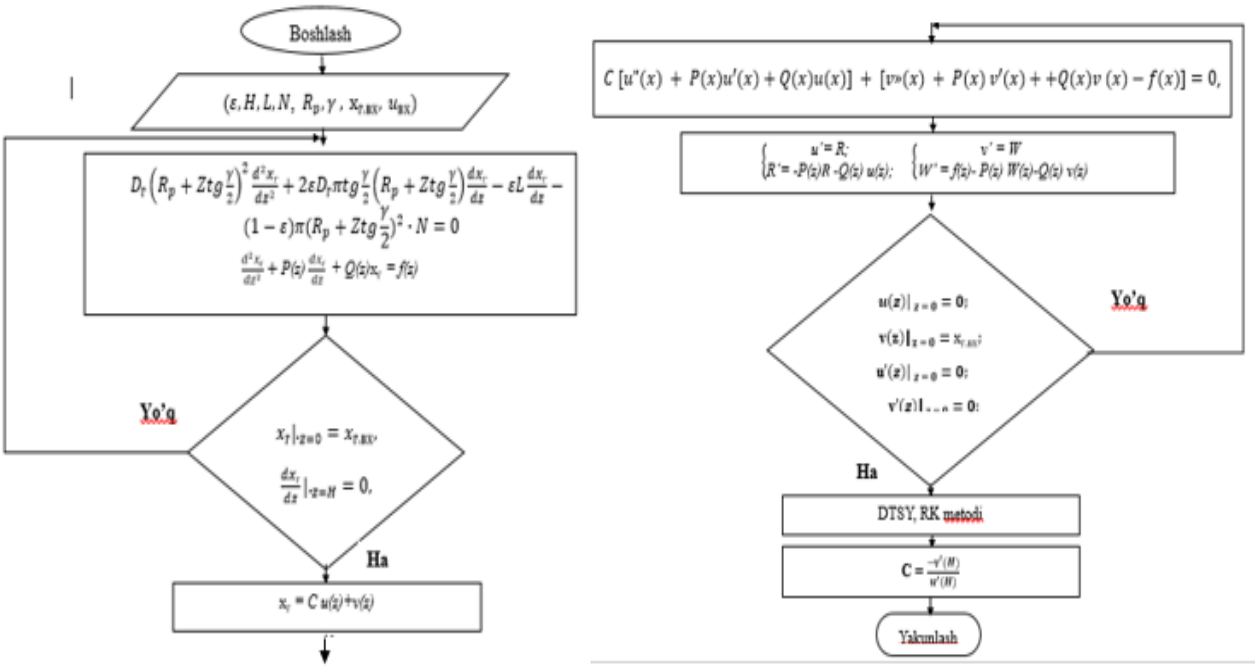
3-rasm. Mavhum qaynash qatlamli quritish va boyitish qurilmasining fizik modeli

Qurilmaga ekvivalent diametri 3-10 mm oralig‘ida bo‘lgan ko‘mir zarrachalari kirish yo‘lagi orqali beriladi. Qurilmaning quyi qismidan berilayotgan issiq havo hamda retsirkulyatsiya tutun gazining ta’siri hisobiga kameraning III qismida diametri nisbatan kichik bo‘lgan ko‘mir zarrachalari xaotik harakat holatiga keladi va mavhum qaynash qatlamini hosil qiladi. Berilgan ko‘mir tarkibidagi zichligi yuqori bo‘lgan, nisbatan og‘ir, yonmaydigan zarrachalar kameraning II qismida mikrofontan holatidagi harakatda bo‘ladi va I moslamadan chiqarib yuboriladi. Ko‘mirning uzluksiz berilishi natijasida ko‘mir zarrachalari bir biriga urilib maydalanadi va yengil ko‘mir zarrachalari oqim hosil qilib keyingi kameraga o‘tadi. Shu tariqa ko‘mir tarkibidagi yonmaydigan zarrachalar dastlabki kamerada qoladi va tozalangan ko‘mir zarrachalari ikkinchi kameraga o‘tishda issiq havo (tutun gazi) ta’siri natijasida namlik miqdori ham kamayadi. Qurilmaning navbatdagi ikkinchi va uchinchi kameralarda ham xuddi shu jarayon takrorlanadi va ko‘mir tarkibidagi namlik hamda yonmaydigan zarrachalar nisbati

kamayadi. Yoqilg‘i zarrachalarning kamerada bo‘lish vaqtini boshqarish uchun IV qo‘zg‘aluvchi oraliq to‘siqlar ishlatildi [10;11].Ishlab chiqilgan fizik modelda kechadigan gidrodinamik va issiqlik jarayonlarining matematik modeli ishlab chiqildi. Yaratilgan model orqali quritish jarayonini to‘liq o‘rganishga va noma’lum “C” ni aniqlash orqali mavhum qaynash balandligini hamda berilayotgan havoning haroratini aniqlashga imkoniyat yaratadi. Bundan tashqari model yordamida quritish egri chizg‘ini olish va uni differensiallash orqali quritish tezligining egri chizig‘inini qurish mumkin bo‘ladi. Ko‘mir bilan namlik qanday bog‘langanligini aniqlab, namlikni kamaytirish uchun boshlang‘ich parametrlarning ratsional qiymatlarini aniqlash imkonini yaratadi. Material namligini apparatning seksiyasidan chiqish jarayonini vaqtga bog‘liq munosabatini aniqlavchi tenglama ishlab chiqildi va u quyidagicha:

$$u_{ch} = u_k\left(1 - e^{-\frac{\tau_{kr}}{\tau_0}}\right) + N\left[e^{-\frac{\tau_{kr}}{\tau_0}}(\tau_{kr} + \tau_0) - \tau_0\right] \quad (1)$$

3. Matematik modelni hisoblash algoritimi va blok sxemasini yaratish jarayonining ketma-ketligini ta’minlashni hamda hisoblarning natijalarini asoslaydi. Matemetik modelni hisoblashda MATLAB dasturidan hamda vesual basic tillaridan foydalangan holda quritish hamda boyitish jarayonlarini hisoblash dasturlari yaratildi. Matematik modellash yordamida noma‘lum “C” qiymatini aniqlash orqali berilayotgan havoning haroratini hamda mavhum qaynash balandligini aniqlashga imkon yaratildi va olingan natijalar bog‘liqligi 4 - rasmda keltirilgan.



4-rasm. Quritish jarayonida havo va ko‘mir namliklarining o‘zgarishini hisoblash algoritm blok-sxemasi

Mazkur yo‘nalishda ko‘plab tadqiqotlar amalga oshirilgan bo‘lib, ularda asosan birgina jarayon-quritish, boyitish yoki ajratish jarayoni alohida ko‘rib chiqilgan. Masalan, V.E. Ivanovning ko‘p kamerali mavhum qaynash qatlamli qurilmada dispers materiallarni quritish bo‘yicha o‘tkazgan tajribalarida jarayonning borishi yoritilgan. Ushbu qurilma ham deyarli o‘xshash prinsipda ishlaydi, biroq undagi asosiy farq kameralar orasida materialning trubka orqali uzatilishi hamda injektor qurilmasining mavjudligidadir. Bu esa konstruksiyaning murakkablashuviga va qo‘shimcha xarajatlarning ortishiga olib keladi.

Shuningdek, T.A. Zadorojnaya va boshqa bir qator olimlar tomonidan ko‘mirni quritish jarayonini takomillashtirish hamda mavhum qaynash qatlamli qurilmadan foydalanish bo‘yicha izlanishlar olib borilgan. P.G. Romankov, N.B. Rashkovskaya va M.A. Radovanovichlarning ishlarini tahlil qilish asosida quritish jarayonini takomillashtirishga oid zarur ilmiy ma’lumotlar to‘plandi [12].

Tadqiqotning boshqa ishlardan farqli jihati shundaki, taklif etilayotgan qurilmada bir vaqtning o‘zida bir nechta jarayonlarni-quritish, boyitish, yoqish, ajratish va boshqalarni bajarish mumkin. Ushbu ish doirasida biz faqat ko‘mirni quritish va boyitish jarayonlarini ko‘rib chiqdik.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, Angren qo‘ng‘ir ko‘mirining issiqlik berish qobiliyatini oshirishda quritish va boyitish jarayonlarining birgalikda amalga oshirilishi eng maqbul yechim hisoblanadi. Tadqiyqotlardan olingan asosiy ilmiy natijalar quyidagilardan iborat:

-Qurilma va jarayonning fizik hamda matematik modellari ishlab chiqildi, hisoblash algoritmlari yaratildi va matematik model Runge–Kutta usulida yechildi. Natijada noma’lum koeffitsiyent C aniqlanib, gaz harorati (t), mavhum qaynash balandligi (Z), quritish jarayonining $W=f(\tau)$ nazariy egri chiziqlari hamda quritish tezligi $\Delta W/\Delta\tau=f(W)$ bog‘liqligi aniqlanib, quritish vaqti (τ=60–200 s) hisoblandi.

-Mavhum qaynash qatlamli quritish va boyitishning laboratoriya qurilmasida fizik eksperimentlar o‘tkazildi. Natijada quritish egri chiziqlari, termogramma, hamda quritish jarayonining 1- va 2-bosqichlarida gidravlik qarshilik (ΔP)ning issiqlik eltuvchi tezligiga (v) bog‘liqligini ifodalovchi empirik tenglamalar olindi. Nazariy va tajribaviy natijalar Fisher mezoni yordamida solishtirildi va mezon qiymati 5,38 > 3,17 bo‘lgani tufayli natijalar adekvatligi tasdiqlandi.

-Ko‘mir uchun mavhum qaynash qatlamini statsionar holatga keltiruvchi gaz oqimining kritik tezliklari aniqlanib, ularning qiymatlari ϑ_{1kr}=4–8 m/s va ϑ_{2kr}=6–10 m/s ni tashkil etishi belgilandi. Qurilma uchun zarur quvvat sarfi N=10–326 Vt diapazonda ekanligi aniqlandi. Shuningdek, mavhum qaynash qatlamidagi gidrodinamik jarayonlarni tavsiflovchi mavhum qaynash egri chiziqlari olindi.

ADABIYOTLAR

1. Park Soung. Energy dissipation rate and pressure fluctuations in a three phase fluidized bed with a large column diameter // Korean Journal of Chemical Engineering. 21. (2004). doi.org 1066-1071. 10.1007/BF02705594.

2. Runjia. Liu, Xiao. R, Ye Mao Liu Zhongmin. Analysis of particle rotation in fluidized bed by use of discrete particle model // Advanced Powder Technology. 29. (2018). doi.org 10.1016/j.apt.2018.03.03.

3. Babakhodjaev Rakhimjan, Tashbaev Nazim, Mirzaev Jonreed, Karimov Abdumalik. Study of elementary composition and structural characteristics of high-ash brown coal of angren deposit. V. 216. 01122. (2020). https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601122

4. Babakhodjaev Rakhimjan, Pulatova Dilnoza, Mirzaev Jonrid, Kurbanbaeva Zeynep. Aerodynamics of the solid particle in the ascending stream of the intensified fluidized bed. AIP Conference Proceedings. V 2552. 050025. (2023). https://doi.org/10.1063/5.0112010.

5. Kurbanbaeva M.Sh., R. P. Babakhodjaev, M.M. Kavkatbekov.Increasing the calorific value of Angren lignite coal by an upgraded device. E3S Web of Conferences 434, 01013 (2023) ICECAE 2023 doi.org/10.1051/e3sconf/202343401013

6. R Babakhodjaev; N Tashbaev; Z Kurbanbaeva; JMirzaev;I Daynovov; M Sultanova. Improved method of coal drying and separation from solid minerals. AIP Conf. Proc. 3152, 050010 (2024) https://doi.org/10.1063/5.0218978

7. Kurbanbaeva M.Sh., Kurbanbaeva Z.X., Babaxodjaev R.P., Qtaybekov M.Q. Accounting for the technological classification of the diamert of crushed coal pieces accelerated abstract boiling drying device // Science and Education in Karakalpakstan № 1/1., 2022 91-98 p.

8. Kurbanbaeva M.Sh., Kurbanbaeva Z.X., Babaxodjaev R.P., Uzaqbaev Q.A. Research and improvement of the process of preparation of solid fuel. // Science and Education in Karakalpakstan. № 2/2. 2022, 85-90 p.

9. R. P. Babakhodjaev, M. Sh. Kurbanbaeva, Z. Kh. Kurbanbaeva, S. Sh. Ghazikhanov. Increasing calories based on the processing of Angren brown coal // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology .Vol. 9, Issue 6. India, 2022.

UO‘K:677.051.125.7

PAXTANI QURITISH JARAYONIDA QURITISH BARABANIDAGI TEMPERATURANI NAZORAT QILUVCHI SCADA TIZIMINI ROSTLASH QONUNINI TANLASH

Dedaxanov Akramjon
Namangan davlat texnika universiteti, “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtrish” kafedrasi katta o‘qituvchisi,
akromdady@gmail.com

Annotatsiya. Paxta tozalash korxonalarida paxtani tozalashdan avval uni quritish katta ahamiyatga ega. Paxtani quritish issiqlik energiyasi yordamida amalga oshiriladi. Shuni hisobga olib, mazkur ilmiy izlanish natijalariga asoslanib quritish barabanidagi temperaturani nazorat qiluvchi Scada tizimini rostlash qonunini tanlash maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Аннотация. На хлопкоочистительных предприятиях большое значение имеет сушка хлопка перед его очисткой. Сушка хлопка осуществляется с помощью тепловой энергии. С учетом этого, исходя из результатов настоящего научного исследования, целесообразно выбрать закон регулирования системы Scada, контролирующей температуру в сушильном барабане.

Abstract. At cotton-cleaning enterprises, drying the cotton before cleaning is of great importance. Cotton drying is carried out using thermal energy. Considering this, and based on the results of the present scientific study, it is advisable to select a control law for the SCADA system that regulates the temperature in the drying drum.

Kalit so‘zlar: avtomatik rostlash, regulyator, barqarorlashtirish, avtomatik regulyator, rostlanadigan organ, proportsional, integral, differensial.

Ключевые слова: автоматическая регулировка, регулятор, стабилизатор, автоматический регулятор, регулируемый орган, пропорциональный, интегральный, дифференциальный.

Keywords: automatic control, controller, stabilizer, automatic regulator, control element, proportional, integral, differential.

1. Kirish

Avtomatik rostlash ma’lum bir vaqt ichida texnologik jarayonning ma’lum bir holatini kerakli aniqlik bilan ta’minlashga yoki ushbu jarayonning borishini oldindan belgilangan qonunga muvofiq jarayonning muayyan sharoitlariga qarab oldindan belgilashga imkon beradigan usullar va vositalar to‘plamini o‘z ichiga olgan avtomatlashtirish tizimidir.

Ushbu turdagi rostlashdan foydalangan holda tizimlar o‘tgan asrning oxirida keng amaliy qo‘llanila boshlandi, ammo hozirgi vaqtda ularning takomillashtirilgan prototiplari metallurgiya, neft va gaz, mashinasozlik, energetika kabi turli sohalarda harorat, daraja, bosim va iste’molni rostlash uchun qo‘llanib kelinmoqda.

Regulyator-yopiq siklda ishlaydigan va har qanday parametrni barqarorlashtirish uchun mo‘ljallangan avtomatik boshqaruv moslamasidir [1]. Sozlash parametri turiga ko‘ra ularni bosim, harorat, quvvat, kuchlanish va boshqalarga bo‘lish mumkin.

Avtomatik regulyator-bu uning chiqish qiymatini rostlash uchun boshqariladigan obyektga ulangan qurilmalar to‘plami. Obyektning chiqishiga chiqish qiymatini boshqaruvchi o‘lchov elementi va obyektning rostlanadigan organiga-ijro etuvchi element qo‘shiladi, agar obyektning sozlanishi parametri belgilangan qiymatdan chetga chiqsa, regulyator unga kiritilgan qonunga muvofiq, og‘ishni kamaytirish uchun rostlanadigan organga boshqaruv ta’sirini shakllantiradi [2].

2. Quritish kamerasiga kirayotgan issiqlik quydagilarga sarf bo‘ladi:

Regulyatorni tashkil etuvchi rostlash qonuni rostlanadigan parametr va rostlovchi organning pozitsiyasi o‘rtasidagi bog‘liqlikni anglatadi. Regulyatorlar odatda u amalga oshiradigan rostlash qonuniga muvofiq chaqiriladi [2].

Asosiy rostlash qonunlarining qisqacha tavsifi:

1. Proportsional (P-regulyator):

• Afzalliklari: tezlik;

• Kamchiliklari: sozlanishi va parametrning qoldiq og‘ishi;

• Xususiyatlari: obyektlarni o‘z-o‘zini tekislashsiz va yukning tez-tez og‘ishi bilan rostlash uchun ishlatilishi mumkin.

2. Integral (I-regulyator):

• Afzalliklari: barqaror rejimda sozlanishi parametr qiymati obyekt yukining o‘zgarishidan qat’iy nazar doimiy bo‘lib qoladi (astatik regulyator);

• Kamchiliklari: katta rostlash vaqti;

• Xususiyatlari: o‘z-o‘zini tekislashsiz obyektlarda qo‘llanilmaydi.

3. Proportsional integral (PI regulyatori):

• Xususiyatlari: yukning katta, ammo silliq o‘zgarishi bilan katta rostlash aniqligi zarur bo‘lgan hollarda, o‘z-o‘zini tekislash va o‘z-o‘zini tekislashsiz obyektlar uchun ham qo‘llanilishi mumkin.

4. Proporsional-integral-differensial (PID)

• Xususiyatlari: statik xatoga yo‘l qo‘ymaydigan obyektlarda qo‘llaniladi, ularning yuki tez-tez o‘zgarib turadi va kechikish ham mavjud. PID regulyatorining regulyatori sozlanishi parametrning og‘ishi, integrali va og‘ish tezligiga mutanosib ravishda harakatlanadi.

PID sozlamasi-Ushbu tizim bitta sezgir elementga ega va har bir regulyatorga bitta kirish signalini qayta ishlaydi, shuning uchun u bitta kontaktlarning zanglashiga olib keladigan rostlash tizimidir. Bunday tizimlarda regulyatorlarni sozlash parametrlarining o‘nlab usullari qo‘llaniladi. kp regulyatorining uzatish koeffitsiyentini hisoblash, ki ning doimiy integratsiyasi, kd ning doimiy differentsiatsiyasi to‘g‘ridan to‘g‘ri regulyatorni sozlashdir.

3. Tadqiqot Metodikasi

Zigler-Nikols metodi. PID regulyatorini sozlash uchun bir nechta usullardan foydalanilgan, ulardan biri Ziegler-Nikols usuli bo‘lib, u 1-rasmda ko‘rsatilgan a va L bo‘lgan obyektning birlik sakrashiga javob parametrlarini topishga asoslangan. Ushbu parametrlar asosida turli xil rostlash qonunlarining koeffitsiyentlari hisoblab chiqiladi, ularni hisoblash formulalari 1-jadvalda keltirilgan [3].

Zigler-Nikols metodi bo‘yicha PID regulyatori uchun sozlamalarni hisoblash:

$$k_p = \frac{1{,}2}{a} = \frac{1{,}2}{1} = 1{,}2$$

$$k_i = \frac{0{,}9 \cdot L}{k_p} = \frac{0{,}9 \cdot 2}{1{,}2} = 1{,}5$$

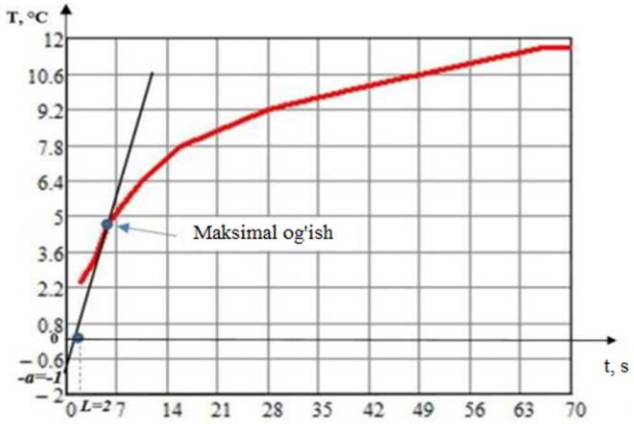
$$k_d = \frac{0{,}5 \cdot L}{k_p} = \frac{0{,}5 \cdot 2}{1{,}2} = 0{,}83$$

1-jadval

Regulyator koeffitsiyentlarini Zigler-Nikols metodi yordamida sakrashga javob berishni hisoblash formulalari

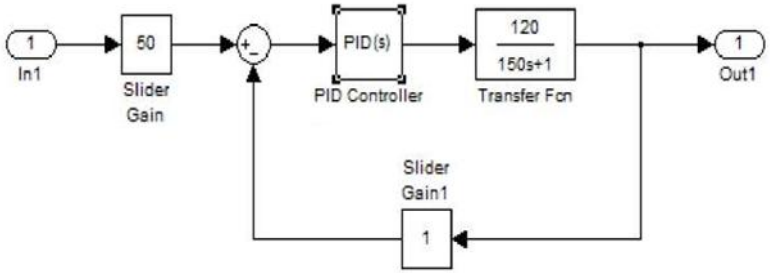
Rostlash	k_p	k_i	k_d
P	1/a	-	-

PI	0,9/a	$3 \cdot L/k_p$	-
PID	1,2/a	$0,9 \cdot L/k_p$	$0,5 \cdot L/k_p$



1-rasm. Obyektning birlik sakrashiga javob parametrlari bilan uning a va L o‘tish xarakteristikasi

Topilgan rostlash parametrlari asosida tizim sifatini baholash uchun MATLAB dasturiy ta’minotida tizimning blok diagrammasini modellashtirildi (2-rasm). Shu bilan PID-rostlanadigan tizimning o‘tish xarakteristikasi olinadi (3-rasm) va unga ko‘ra haroratning sifatining asosiy ko‘rsatkichlari aniqlanadi.



2-rasm. Quritish barabanidagi haroratni boshqarishning chizmasi

CHR metodi - CHR regulyatorini sozlashning o‘rganilayotgan ikkinchi usulining sifat mezoni (Chien, Hrones, Reswick) haddan tashqari oshirib yuborilmasa yoki 20 foizdan ko‘p bo‘lmagan holda oshirib yuborilmasa, o‘sish tezligi maksimal bo‘ladi, bu usul avvalgisiga qaraganda ko‘proq barqarorlik zaxirasini olishga imkon beradi [4].

CHR metodi regulyator parametrlarini belgilangan nuqtaning o‘zgarishini kuzatish orqali olinadi (2 - jadval). Tizim parametrlarini tanlash ishlab chiquvchi ma’lum bir texnologik jarayon uchun qo‘yiladigan ustuvorliklarga bog‘liq: rostlash sifati belgilangan nuqtani o‘zgartirish yoki tashqi ta’sirlarni yumshatishga bog‘liq [5].

Ko‘rib chiqilayotgan usul Zigler-Nikols metodi bilan bir xil a va L parametrlaridan foydalanadi, ammo formulalarda mutanosiblik koeffitsiyentlariga ega. Belgilangan nuqtani o‘zgartirganda rostlash sifati o‘rganilayotgan tizim uchun ustuvor omil bo‘lganligi sababli, regulyatorni sozlash koeffitsiyentlarini qidirish 20 foizdan oshirib yuborish bilan regulyator parametrlarining birinchi tizimi bilan cheklangan.

2-jadval

Sozlamani o‘zgartirishga javob berish uchun CHR metodi yordamida regulyator koeffitsiyentlarini hisoblash formulalari

Rostlash	Oshirib yubormasdan			20 foiz oshirib yuborish bilan		
	k_p	k_i	k_d	k_p	k_i	k_d

P	0,3/a	-	-	0,7/a	-	-
PI	0,35/a	$1,2 \cdot L/k_p$	-	0,6/a	$1 \cdot L/k_p$	-
PID	0,6/a	$1 \cdot L/k_p$	$0,5 \cdot L/k_p$	0,95/a	$1,4 \cdot L/k_p$	$0,47 \cdot L/k_p$

CHR metodi bo‘yicha PID regulyatori uchun sozlamalarni hisoblash:

$$k_p = \frac{0,6}{a} = \frac{0,6}{1} = 0,6$$

$$k_i = \frac{1 \cdot L}{k_p} = \frac{1 \cdot 2}{0,6} = 3,33$$

$$k_d = \frac{0,5 \cdot L}{k_p} = \frac{0,5 \cdot 2}{0,6} = 1,66$$

4. Tajriba Natijalari

PID-regulyator parametrlarini Zigler-Nikols metodida sozlash bilan tizimning o‘tish xarakteristikalarini tahlil qilish jarayonida MATLAB paketi yordamida o‘tish davri grafigi asosida tizim quyidagi ko‘rsatkichlari olingan (2-rasm):

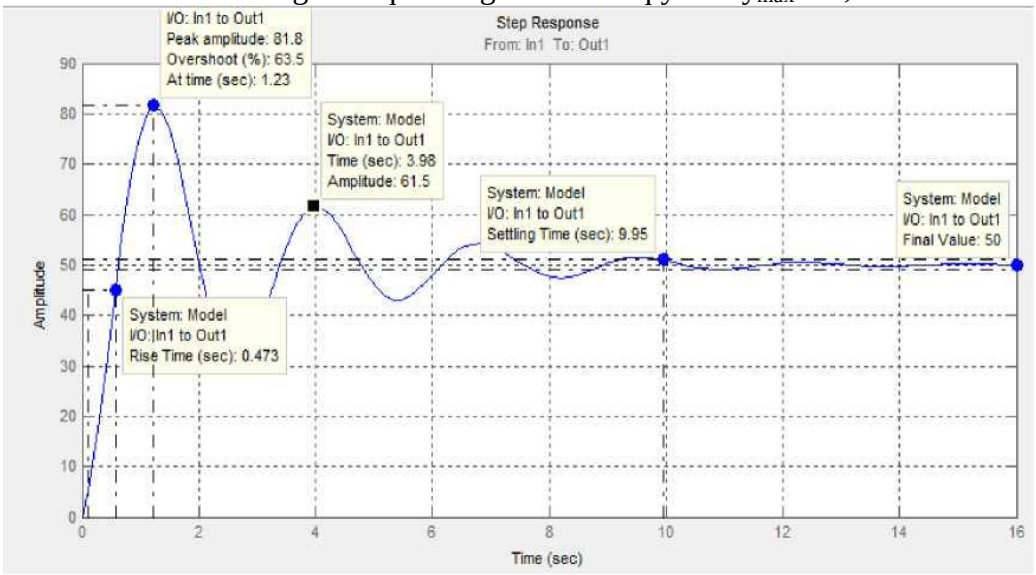
Topshiriq qiymati 50-da belgilanganda barqaror og‘ish $y_{og‘}$=50;

rostlash vaqti t_n=9,95;

maksimal haddan tashqari oshirib yuborish σ=63,5%;

haddan tashqari oshirib yuborish soni δ=3;

sozlanishi mumkin bo‘lgan miqdorning maksimal qiymati y_{max}=81,8.



3-rasm. Siegler-Nikols usulida PID-regulyator koeffitsiyentlarini sozlash orqali tizimning o‘tish xarakteristikasi

CHR PID regulyatori yordamida parametrlarni sozlash bilan tizimning o‘tish xususiyatlarini tahlil qilish jarayonida MATLAB paketidagi o‘tish davri grafigi asosida tizim sifatining quyidagi ko‘rsatkichlari olingan (4-rasm):

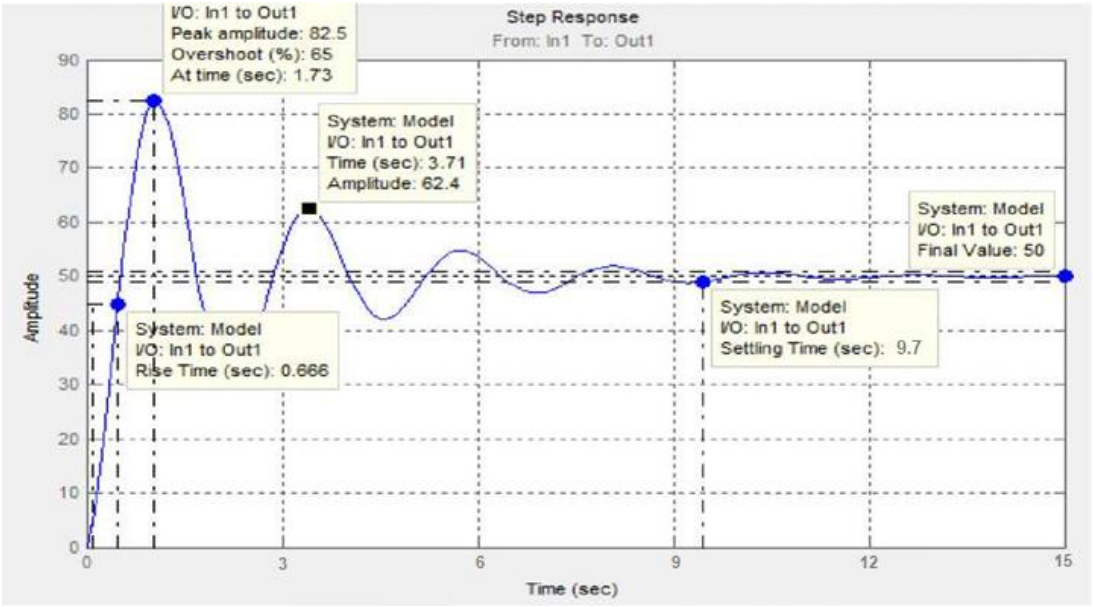
- barqaror og‘ish $y_{og‘}$= 50 belgilangan nuqta bilan 50;

rostlash vaqti t_n=15,7 sek;

maksimal haddan tashqari oshirib yuborish σ=65%;

haddan tashqari oshirib yuborish soni δ=3;

sozlanishi mumkin bo‘lgan miqdorning maksimal qiymati y_{max}=82,5.



4-rasm. CHR metodida PID-regulyator koeffitsiyentlarini sozlash orqali tizimning o‘tish xarakteristikasi

5. Xulosa

Zigler-Nikols metodida olingan regulyator sozlamalari o‘tish jarayoniga quyidagicha ta’sir qiladi degan xulosaga kelishimizga imkon beradi: tizimdagi tebranishlar sekin susayadi, haddan tashqari oshirib yuborish ruhsat etilgan me’yorlardan oshib ketadi, bu umuman tizimning aniqligini pasaytiradi, ammo bu natijalar usulning o‘zi faqat ikkita parametrga asoslanganligi bilan izohlanadi. CHR metodi bilan olingan regulyator sozlamalari o‘tish jarayonining tabiatiga quyidagicha ta’sir qiladi degan xulosaga kelishimizga imkon beradi: tizimdagi tebranishlar, avvalgi usulda bo‘lgani kabi, sekin susayadi, haddan tashqari oshirib yuborish ham ruxsat etilgan me’yorlardan oshib ketadi, vaqt rostlash oshdi, bu nafaqat tizimning aniqligini, balki uning sifatini ham pasaytiradi.

ADABIYOTLAR

1. Пахтани қайта ишлашнинг мувофиқлаштирилган технологияси (ПДҚИ 02-97). Т,, "Меҳнат", 1997.

2. И.И. Мартыненко, Б.Л. Головинский, Р.Д. Прицепко, Т.Ф.Резниченко. Автоматика и автоматизация производственных процессов. Москва: Агропромиздат, 1985.

3. Dedaxanov A.O. Paxta xomashyosini quritish jarayonida, uning namligi taqsimlanishini ahamiyati // Namangan muhandislik-texnologiya instituti "Informatsion texnologiyalar va iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirishda nanofizika va fotoenergetika sohalarining zamonaviy muammolari va yechimlari" xalqaro ilmiy-amaliy anjuman Namangan, 25-26-oktabr 2023 yil

4. В.Денисенко. ПИД-регуляторы: вопросы реализации. [Электронный ресурс]. URL: http://www.cta.ru/cms/f/374303.pdf (дата обращения 20.02.2016).

5. Dedaxanov A.O. Yaratilgan dasturni testlash usullari // Yangilanayotgan O‘zbekistonning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishida yoshlarning o‘rni mvzusidagi xalqaro anjuman, NamDU 2022, 15-iyun.

UDK 636.087.26

PARRANDACHILIK FERMALARIDA BIOGAZ TEXNOLOGIYASINI QO‘LLASHNING TEXNIK VA BIZNES JIHATLARINI TAHLIL QILISH

Murodov Muzaffar Xabibullayevich
Namangan davlat texnika universiteti, texnika fanlari nomzodi, dotsent. m_murodov@mail.ru

Axmedov Avazbek Boxodir o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti doktorant (PhD), ahmedovavazbek356@gmail.com

Annotatsiya.

Kirish. Parrandachilik sanoatida ishlab chiqarish hajmining ortib borishi natijasida fermalarda tovuq go‘ngi kabi organik chiqindilarning katta hajmi shakllanmoqda. Organik chiqindilarning saqlanish va parchalanishi jarayonida yoqimsiz hidlar paydo bo‘lmoqda. Tovuqlarning go‘ngidagi bakteriyalar va mikroorganizmlar mavjudligi sababli ulardan qayta ishlanmagan chiqindilar muayyan kasalliklarning tarqalishiga olib kelishi mumkin. Bu nafaqat ferma ishchilarning, balki atrofdagi aholi sog‘lig‘iga ham tahdid solidi.

Usul va materiallar. Ushbu muammoni hal qilishad parrandachilik chiqindilarini energiya manbaiga aylantirish-xususan, biogaz olish texnologiyalarini joriy qilish. Biogaz qurilmalari yordamida nafaqat ekologik muammolarni bartaraf etish, balki qayta tiklanuvchi energiya ishlab chiqarish orqali fermalarning energiyaga bo‘lgan ehtiyojini qoplash va iqtisodiy samaradorlikka erishish mumkin.

Natijalar. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, 1 tonna kunlik go‘ng ishlab chiqaruvchi ferma misolida tahlil qilindi. Biogaz qurilmasining optimal hajmi (30 m^3), energiya potensiali (50 m^3/kun, 300 kWh/kun) va iqtisodiy samaradorligi (3-4 yilda o‘zini qoplash) aniqlangan.

Xulosa. Biogaz texnologiyalari qishloq xo‘jaligida atrof-muhitni muhofaza qilish va energiya mustaqilligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Natijalar biogaz texnologiyalarining qishloq xo‘jaligida resurslar samaradorligini oshirishda ahamiyatli ekanligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: biogaz qurilmasi, parrandachilik fermasi, organik chiqindilar, metan emissiyasi, anaerobic fermentatsiya, qayta tiklanuvchi energiya, generatsiya, karbon gredit, investitsiya rentabelligi (ROI).

Iqtibos olish uchun: R.Artikova, S. Murodova. Qishloq xo‘jalik biotexnologiyasi. Darslik. “Fan va texnologiya” nashriyoti. Toshkent – 2010 yil.

Аннотация.

Введение. В результате увеличения объемов производства в птицеводческой промышленности на фермах формируется большой объем органических отходов, таких как куриный помёт. В процессе хранения и разложения органических отходов появляются неприятные запахи. Из-за наличия бактерий и микроорганизмов в курином помете необработанные отходы могут привести к распространению определенных заболеваний. Это представляет угрозу не только здоровью работников фермы, но и окружающему населению.

Методы и материалы. Решение этой проблемы заключается в преобразовании отходов птицеводства в источники энергии в частности, внедрении технологий получения биогаза. С помощью биогазовых установок можно не только устранить экологические проблемы, но и покрыть потребности ферм в энергии за счет производства возобновляемой энергии и достичь экономической эффективности.

Результаты. По результатам исследования был проанализирован на примере

фермы, производящей 1 тонну навоза в день. Определены оптимальный объем биогазовой установки (30 м^3), энергетический потенциал (50 м3/сут, 300 кВтч/сут) и экономическая эффективность (3-4 года окупаемости).

Заключение. Биогазовые технологии играют важную роль в охране окружающей среды и обеспечении энергетической независимости в сельском хозяйстве. Результаты показали, что биогазовые технологии важны для повышения эффективности использования ресурсов в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: биогазовая установка, птицеводческая ферма, органические отходы, эмиссия метана, анаэробное брожение, возобновляемая энергия, генерация, углеродные кредиты, рентабельность инвестиций (ROI).

Abstract.

Introduction. As a result of increasing production volumes in the poultry industry, a large volume of organic waste, such as chicken manure, is formed on farms. In the process of storage and decomposition of organic waste, unpleasant odors appear. Due to the presence of bacteria and microorganisms in chicken manure, unprocessed waste from them can lead to the spread of certain diseases. This poses a threat not only to the health of farm workers, but also to the health of the surrounding population.

Methods and materials. The solution to this problem is the transformation of poultry waste into an energy source - in particular, the introduction of biogas production technologies. With the help of biogas plants, it is possible not only to eliminate environmental problems, but also to meet the energy needs of farms and achieve economic efficiency through the production of renewable energy.

Results. According to the research results, it was analyzed using the example of a farm producing 1 ton of manure per day. The optimal volume of the biogas plant (30 m^3), energy potential (50 m^3/day, 300 kWh/day), and economic efficiency (3-4 years of self-sufficiency) were determined.

Conclusion. Biogas technologies play an important role in ensuring environmental protection and energy independence in agriculture. The results showed the importance of biogas technologies in increasing resource efficiency in agriculture.

Keywords: biogas system, poultry farm, organic waste, methane emission, anaerobic fermentation, renewable energy, generation, carbon credits, return on investment (ROI).

Kirish

Zamonaviy parrandachilik sanoatida ishlab chiqarish hajmining ortib borishi natijasida yirik fermalarda tovuq go‘ngi va boshqa organik chiqindilarning katta miqdori shakllanmoqda. Ushbu chiqindilarni oddiy saqlash, ochiq joylarga tashlab yuborish yoki yondirish amaliyoti ko‘plab ekologik muammolarga sabab bo‘lmoqda. Jumladan, bunday chiqindilar tuproq va suv havzalarining ifloslanishiga, atmosfera havosida yoqimsiz hidlarning tarqalishiga, zararli mikroorganizmlar va hasharotlarning ko‘payishiga, shuningdek, sanitariya-gigiyena holatining yomonlashuviga olib keladi. Agar parrandachilik chiqindilari to‘g‘ri utilizatsiya qilinmasa, ular nafaqat ekologik muhitga zarar yetkazadi, balki iqtisodiy jihatdan ham katta yo‘qotishlarga sabab bo‘ladi. Chunki ushbu chiqindilar tarkibida yuqori miqdorda organik modda, azot, fosfor va kaliy mavjud bo‘lib, ular qishloq xo‘jaligi uchun qimmatli o‘g‘it manbai hisoblanadi. Shu sababli chiqindilardan oqilona foydalanish, ularni energiya va o‘g‘it shaklida qayta ishlash masalasi bugungi kunda dolzarb hisoblanadi. Parrandachilik chiqindilarini utilizatsiya qilish, ya’ni ularni maxsus texnologiyalar yordamida qayta ishlash, chiqindilar to‘planadigan hududlarda ekologik muvozanatni tiklashga, atrof-muhitga bo‘lgan zararli ta’sirni kamaytirishga va resurslardan samarali foydalanishga xizmat qiladi. Bunda chiqindilarning anaerob

parchalanishi orqali biogaz olish eng istiqbolli yo‘nalishlardan biri sifatida e’tirof etilmoqda. Biogaz texnologiyasi parrandachilik chiqindilarini qayta ishlashda ikki tomonlama foyda beradi: birinchidan, chiqindilar hajmi kamayib, ekologik xavf bartaraf etiladi; ikkinchidan, hosil bo‘lgan biogaz muqobil energiya manbai sifatida ishlab chiqarish ehtiyojlariga yo‘naltiriladi. Anaerob parchalanish jarayonida qolgan qoldiq esa yuqori sifatli bioo‘g‘it bo‘lib, u qishloq xo‘jaligi ekinlarining hosildorligini oshiradi, tuproq unumdorligini yaxshilaydi va undagi gumus miqdorini ko‘paytiradi. Bundan tashqari, bunday o‘g‘itlar qiyin parchalanuvchi organik ifloslantiruvchi moddalarning zararsizlantirilishiga ham yordam beradi [1].

Usul va materiallar

Shu sababli, parrandachilik chiqindilarini energiya manbaiga aylantirish–xususan, biogaz olish texnologiyalarini joriy etish–bugungi kunda eng dolzarb masalalardan biri bo‘lib qolmoqda. Parrandachilik fermalarida har kuni hosil bo‘ladigan organik chiqindilar miqdori katta bo‘lgani uchun, ularni samarali qayta ishlash orqali nafaqat ekologik muammolarni bartaraf etish, balki ulardan iqtisodiy foyda olish imkoniyati ham mavjud. Biogaz qurilmalari yordamida chiqindilardan olingan gaz issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun ishlatiladi, bu esa fermer xo‘jaliklarining energiyaga bo‘lgan ehtiyojini qisman yoki to‘liq qoplash imkonini beradi. Natijada, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish darajasi ortib, xo‘jalik faoliyatining iqtisodiy samaradorligi oshadi. Biroq, bunday texnologiyani amaliyotga joriy etish uchun biogaz qurilmasining texnik parametrlari, ishlab chiqarish quvvati va iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlarini aniq aniqlash talab etiladi. Qurilmaning hajmi, reaktor turi, isitish tizimi, aralashtirish mexanizmi va gaz yig‘ish tizimi kabi elementlar ishlab chiqarish quvvatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli maqolada parrandachilik fermalarining chiqindi hajmi va xususiyatlaridan kelib chiqib, ularga mos biogaz qurilmasining texnik asoslari, ishlash prinsipi hamda uning asosida biznes-loyihani ishlab chiqish zarurati asoslab beriladi.

Biogaz generatsiyasining kimyoviy asoslarini o‘rganishda tovuq go‘ngining biodegradatsiya jarayoni va metanogenezning biokimyoviy mexanizmlari muhim o‘rin tutadi. Tovuq go‘ngi yuqori miqdorda organik moddalarga ega bo‘lib, uning o‘rtacha tarkibi quyidagicha: namlik–60–70%, organik modda–25–30%, azot–1,5–2% [2]. Ushbu komponentlar anaerob sharoitda parchalanib, metan (CH_4) va karbonat angidrid (CO_2) hosil qiladi.

Jarayon samaradorligini ta’minlash uchun optimal sharoitlar mezofil rejimda (35–40°C) saqlanishi lozim. Shuningdek, muhitning pH darajasi 6,8–7,5 oralig‘ida bo‘lishi zarur [3]. Bu oraliq metan hosil qiluvchi bakteriyalar uchun eng qulay muhit hisoblanadi.

Anaerob fermentatsiya jarayonida ammiak (NH_3) konsentratsiyasi ham muhim omil bo‘lib, uning miqdori 200 mg/l dan oshmasligi kerak, aks holda metanogen bakteriyalar faolligi pasayadi va biogaz hosildorligi keskin kamayadi [4]. Shu bois, chiqindini parchalash jarayonida kimyoviy muvozanatni saqlash, harorat, pH va oziqlantiruvchi moddalarning optimal nisbatini ta’minlash zarur.

Natijalar

Endi kunlik hosil bo‘ladigan parranda go‘gi miqdoriga nisbatan kompleks biogaz qurilmasini amaliy jihatdan loyihab ko‘ramiz.

1. Texnik loyihalash

1.1. Biogaz potensialini hisoblash

- Go‘ng miqdori: 1 tonna/kun (1000 kg/kun).
- Biogaz hosildorligi: Tovuq go‘ngidan o‘rtacha 0.03-0.06 m^3/kg biogaz (metan ulushi 50-60%) olinadi.

Tovuq go‘ngining o‘rtacha biogaz hosildorligi (0.05 m^3/kg) va metan kontenti (55%) asosida energiya miqdori aniqlandi [1]. Bioreaktor hajmi: $V=Q\times RT$, bu yerda Q=1000 kg/kun, RT=30 kun.

Hisoblash: 1000 kg × 0.05 m³/kg = 50 m³/kun biogaz.

- Energetik qiymati: 1 m³ biogaz ≈ 6 kWh issiqlik energiyasi.
  50 m³ × 6 kWh = 300 kWh/kun (yoki 12.5 kW doimiy quvvat).

1.2. Fermentator (bioreaktor) hajmini aniqlash

- Fermentatsiya muddati: 20-30 kun.

Hajmni hisoblash: 1000 kg/kun × 30 kun = 30,000 kg. Bu esa taxminan 30 m³ suyuq go‘ng deganidir.

Fermentator tanlash bo‘yicha muhim parametrlari

Doimiy aralashtiruvchi reaktor (CSTR – Continuous stirred-tank reactor) yoki plug-flow reaktori (substrati tiqin kabi harakatga keluvchi) kabi turlari samaradorliging solishtirma jadvali [5].

Parametr	CSTR	Plug-Flow
Fermentatsiya muddati	20-30 kun	40-50 kun
Samaradorlik	85-90%	75-80%
Investitsiya	20,000 $	15,000 $
Afzalliklar	Doimiy ishlashi	Oddiy konstruksiya

***Tavsiya**: CSTR (Continually Stirred Tank Reactor) to‘g‘ri tanlov, chunki u tovuq go‘ngining yuqori namligiga mos keladi.*

1.3. Qurilma komponentlari

1. Go‘ng to‘plash joyi (1-2 tonna sig‘imli).
2. Fermentator (30-40 m³ hajmli, termoizolyatsiyalangan).
3. Gaz saqlash idishi (ballon yoki bosimli idish, 50-100 m³ sig‘imli).
4. Gazni tozalash tizimi (H_2S va namlikni yo‘qotish).
5. Energiya konvertori: Biogaz generatori (elektr energiyasi) yoki qozon (issiqlik).

Yuqoridagi ma’lumotlar, tarkibiy qismlar va texnik xarakteristikalarini hisobga olgan holda kompleks biogaz qurilmasi qurilishi uchun biznes rejani shakllantiramiz.

2. Biznes reja

2.1. Boshlang‘ich investitsiya

Komponent	Narx (taxminiy)
Fermentator va qo‘shimcha sig‘imlar	15,000-25,000 $
Gaz saqlash va tozalash tizimlari	5,000-8,000 $
Elektr generatori	10,000-15,000 $
Montaj ishlari va infratuzilma shakllantirish	5,000-10,000 $
Jami	**35,000-58,000 $**

2.2. Operatsion xarajatlar

- Xodimlar (2 kishi): 500-700 $/oy.
- Texnik xizmat: 200-300 $/oy.
- Energiya sarfi va materiallar: 100–200 $/oy.

2.3. Daromad manbalari

1. Elektr energiyasi sotuvi:

- **Kunlik daromad*:***
  300 kWh/kun × 0.1 $/kWh=30 $/kun
- **Oylik daromad*:***
  30 $/kun×30 kun=900 $/oy
- Agar 50% ferma ichida ishlatilsa, 450 $/oy sof daromad.

2. Organik o‘g‘it sotuvi:
   0.9 tonna/kun × 10 $/tonna = 9 $/*tonna* = 9 $/kun (yoki 270 $/oy) [6].
3. Karbon greditlari: 100-300 $/oy (muhitni muhofaza qilish dasturlari orqali).

Karbon grediti – bu 1 tonna uglerod dioksidi (CO_2) yoki unga ekvivalent bo‘lgan boshqa issiqxona gazlari chiqishini kamaytirish yoki yo‘q qilish uchun beriladigan sertifikatdir. U global iqlim o‘zgarishini kamaytirish maqsadida joriy etilgan iqtisodiy mexanizmdir.

1. Emissiyani kamaytirish: Korxona yoki loyiha o‘z faoliyatida CO_2 chiqishini kamaytirsa, karbon greditlarni sotish huquqiga ega bo‘ladi.

Misol: Biogaz qurilmasi metan chiqishini kamaytirgani uchun gredit olishi mumkin.

2. Sotib olish: Boshqa korxonalar (masalan, neft kompaniyalari) o‘z emissiyalarini kompensatsiya qilish uchun karbon greditlarni sotib oladi.

Karbon grediti olishning muhimligi shundaki:

- Atrof-muhitni muhofaza qilish: Issiqxona gazlarining atmosferaga chiqishini cheklash.
- Qo‘shimcha daromad: Loyihalar (masalan, biogaz qurilmalari) karbon greditlar sotib, moliyaviy foyda ko‘radi.
- Qonuniy talab: Ko‘pgina mamlakatlarda korxonalarga emissiya chegaralari belgilanadi, ularni bajarish uchun karbon greditlar sotib olinadi.

Uning louiha uchun afzalligi: Biogaz kabi loyihalarga qo‘shimcha moliyaviy ko‘mak [7].

Shunday qilib jami oylik daromad: 450 + 270 + 150 = 870 $/oy.

Bundan tashqari, Parrandachilik fermalarida biogaz qurilmalarining samaradorligi fermentatsiya parametrlari (harorat, pH) va bozor narxlariga bog‘liq. Loyihaning asosiy cheklovi: yuqori boshlang‘ich investitsiya (50,000 USD), uni kamaytirish uchun mahalliy materiallardan foydalanish yoki modulli qurilmalar tavsiya etiladi [8].

Muhokama

Muhokama qismida biogaz qurilmasini joriy etishning iqtisodiy samaradorligi, ya’ni investitsiyalarning qaytish darajasi va qoplash muddati tahlil qilinadi. Bunda asosiy iqtisodiy ko‘rsatkichlardan biri ROI (Return on Investment), ya’ni investitsiyadan olingan foydaning boshlang‘ich xarajatlarga nisbati hisoblanadi. ROI ko‘rsatkichi loyiha qanchalik samarali ishlayotganini foiz yoki nisbat shaklida ifodalaydi. Ushbu ko‘rsatkichning yuqori bo‘lishi investitsiyaning tezroq qoplanishini bildiradi.

Qoplash muddati esa loyihaga kiritilgan boshlang‘ich mablag‘ning qancha vaqt ichida to‘liq qoplanib, foyda keltira boshlashini ko‘rsatadi. Bu ko‘rsatkich investitsiyaning xavf darajasi va iqtisodiy barqarorligini aniqlashda muhim mezon hisoblanadi.

Mazkur loyiha uchun jalb qilingan o‘rtacha mablag‘ 50 000 AQSH dollarini tashkil etadi. Dastlabki hisob-kitoblarga ko‘ra, oylik tushum 870–1000 dollar miqdorida, xarajatlar esa 1000 dollar atrofida bo‘lishi kutilmoqda. Natijada loyiha dastlabki bosqichda 130 dollar miqdorida zarar bilan ishlashi mumkin. Bunday holat yangi texnologiyani ishga tushirishning tabiiy jarayoni hisoblanadi, chunki dastlabki bosqichda uskunalar sozlanadi, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari yuqori bo‘ladi va ishlab chiqarish hajmi hali to‘liq quvvatda ishlamaydi.

Shu nuqtayi nazardan, energiya ishlab chiqarilgan biogazning to‘liq hajmini ichki ehtiyojlar uchun emas, balki qisman yoki to‘liq tashqi bozorda sotish, yoki ferma energiya xarajatlarini kamaytirish orqali daromadni oshirish mumkin. Bundan tashqari, davlat tomonidan ajratiladigan subsidiyalar, imtiyozli kreditlar, yoki ekologik grant dasturlaridan foydalanish dastlabki bosqichdagi moliyaviy bosimni kamaytiradi. Bu omillar hisobiga loyiha zarar keltiruvchi bosqichdan tezroq chiqib, foyda bosqichiga o‘tadi.

Agar ishlab chiqarilgan energiya hajmi kengaytirilsa yoki uning bozor qiymati oshirilsa va oylik sof daromad 1 500 dollarga yetkazilsa, loyiha 3–4 yil ichida o‘zini to‘liq qoplash imkoniyatiga ega bo‘ladi: Bu natija biogaz texnologiyasining iqtisodiy jihatdan foydali va uzoq

muddatda barqaror investitsiya ekanini ko‘rsatadi. Shuningdek, loyiha amalga oshirilganidan so‘ng, 4-yildan boshlab sof foyda olish bosqichi boshlanadi va bu davrda energiya xarajatlarining kamayishi, bioo‘g‘it realizatsiyasi hamda atrof-muhitni muhofaza qilish orqali qo‘shimcha iqtisodiy va ekologik foyda olinadi. Umuman olganda, biogaz texnologiyasini parrandachilik fermalarida joriy etish nafaqat chiqindilardan energiya olish orqali iqtisodiy barqarorlikni ta’minlaydi, balki ekologik xavfsizlikni oshiradi va qishloq xo‘jaligida barqaror “yashil energetika” tizimini shakllantirishga xizmat qiladi.

Xulosa

Shuni aytish mumkinki, kunlik yig‘iladigan 1 tonna tovuq go‘ngi o‘rtacha 50 m^3 biogaz ishlab chiqaradi, bu esa taxminan 300 kWh energiya miqdoriga tengdir. Ushbu hajmdagi energiya parrandachilik fermasining yoritish, isitish, suv nasoslarini ishlatish hamda boshqa texnologik jarayonlarini qisman yoki to‘liq ta’minlash imkonini beradi. Natijada, biogazdan foydalanish orqali fermalarning energiyaga bo‘lgan tashqi bog‘liqligi kamayadi va energiya tejamkorligi oshadi. Bundan tashqari, bunday miqdordagi chiqindini biogaz qurilmasi yordamida qayta ishlash ekologik jihatdan ham katta ahamiyatga ega. Anaerob parchalanish jarayoni natijasida chiqindilar hajmi sezilarli darajada kamayadi, zararli mikroorganizmlar, yoqimsiz hidlar va ifloslantiruvchi moddalarning tarqalishi bartaraf etiladi. Hosil bo‘lgan qoldiq massa (digestat) esa yuqori sifatli bioo‘g‘it sifatida qayta foydalaniladi. Bu o‘g‘it tarkibida azot, fosfor, kaliy va gumus miqdori yuqori bo‘lib, tuproq unumdorligini oshirish va hosildorlikni yaxshilashda muhim rol o‘ynaydi.

Hisob-kitoblarga ko‘ra, bunday biogaz qurilmasi 3–4 yil ichida o‘zini to‘liq qoplaydi. Agar ishlab chiqarilgan energiya fermaning o‘z ichki ehtiyojlarini qoplash uchun ishlatilsa, umumiy ekspluatatsiya xarajatlari 40% gacha kamayad. Bu esa nafaqat ishlab chiqarish tannarxini pasaytiradi, balki fermer xo‘jaliklarining moliyaviy barqarorligini ta’minlaydi.

Umuman olganda, parrandachilik chiqindilaridan biogaz olish texnologiyasi ekologik toza, iqtisodiy jihatdan foydali va energetik mustaqillikka olib keluvchi innovatsion yechimlardan biridir. Ushbu texnologiyaning keng joriy etilishi nafaqat chiqindilarni samarali utilizatsiya qilish imkonini beradi, balki qishloq xo‘jaligida barqaror rivojlanishni, energiyadan oqilona foydalanishni hamda atrof-muhitni muhofaza qilishni ta’minlaydi.

ADABIYOTLAR

1. R.Artikova, S. Murodova. Qishloq xo‘jalik biotexnologiyasi. Darslik. “Fan va texnologiya” nashriyoti. (Toshkent – 2010-yil 125-bet)
2. Zhang et al. Poultry Manure Composition and Biogas Yield. Bioresource Technology, (2020-yil 62-bet).
3. Angelidaki, I.Anaerobic Digestion: Process Parameters. Springer Handbook of Bioenergy (2019-yil 25-26 bet).
4. Chen et al. Ammonia Inhibition in Biogas Reactors. Renewable Energy, (2021-yil 165-bet.)
5. M.X.Murodov. Biogaz texnologiyalari va qurilmalari. O‘quv qo‘llanma. Usmon Nosir media nashriyoti. Namangan – 2022-y.
6. Guidelines for Biogas Plant Economics in Developing Countries. Rome: FAO Press. (2020-yil 34-bet).
7. Methane Emission Reduction Strategies. Climate Change Technical Report. IPCC. (2019-yil 45-bet)
8. Smith, J. Modular Biogas Systems for Small Farms. Agricultural Engineering, (2021-yil 45-52 bet).

UDC. 621.57

STUDY OF A REGENERATIVE INDIRECT EVAPORATIVE COOLER FOR COOLING OF BUILDINGS IN HOT CLIMATES

Toshpulatov Islomjon Adiljon ugli
Associate Professor of the Department of "Electrical Technologies" of Kokand State University, PhD
tospulatovislomon@gmail.com

Polvonov Omonjon Xusanboy ugli,
Senior lecturer of the Department of "Electrical Technologies" of Kokand State University
omonjon1201@mail.ru

Mamadaliyev Begali Minavvarovich
Senior Assistant, Department of "Electrical Technologies", Kokand State University
begalimamadaliyev@gmail.com

Abstract. Air conditioning solves the problem of ensuring the specified microclimate parameters in industrial, public and residential buildings. Maintaining comfortable conditions contributes to maintaining the health of workers and increasing labor productivity. At the same time, energy costs for ventilation and air conditioning systems constitute a significant part of a building's energy consumption. That is, a rather contradictory situation arises - on the one hand, to reduce production costs it is necessary to widely introduce air conditioning systems, on the other hand it is necessary to strive to reduce the capital and operating costs of such systems. In large cities, due to the high density of buildings, it is also necessary to strive to reduce the area occupied by air conditioning equipment and its energy consumption. An important factor is also the constant increase in electricity tariffs and the high cost of connecting to city power grids. The development of new, non-traditional approaches to air cooling in air conditioning systems is required. To improve the energy efficiency of air conditioning units, it is proposed to use water evaporative cooling. Despite their high efficiency, air conditioning units operating using only the principles of water evaporative cooling are not able to provide comfortable microclimate parameters in all climatic zones.

Annotatsiya. Konditsionerlash sanoat, jamoat va turar-joy binolarida belgilangan mikroklimat parametrlarini ta'minlash muammosini hal qiladi. Qulay sharoitlarni saqlash ishchilarning sog'lig'ini saqlashga va mehnat unumdorligini oshirishga yordam beradi. Shu bilan birga, shamollatish va konditsionerlash tizimlari uchun energiya xarajatlari binoning energiya iste'molining muhim qismini tashkil etadi. Ya'ni, juda qarama-qarshi vaziyat yuzaga keladi – bir tomondan, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish uchun konditsionerlash tizimlarini keng joriy etish zarur, ikkinchi tomondan esa bunday tizimlarning kapital va operatsion xarajatlarini kamaytirga intilish lozim. Yirik shaharlarda, binolarning yuqori zichligi tufayli, konditsioner uskunalari egallagan maydonni va uning energiya iste'molini kamaytirga harakat qilish ham talab etiladi. Doimiy ravishda elektr energiyasi tariflarining oshishi va shahar elektr tarmoqlariga ulanishning qimmatligi ham muhim omil hisoblanadi. Konditsionerlash tizimlarida havoni sovutishning yangi, nodir usullarini ishlab chiqish talab etiladi. Konditsioner qurilmalarining energiya samaradorligini oshirish uchun suvning bug'lanish orqali sovutish jarayonidan foydalanish taklif etiladi. Yuqori samaradorligiga qaramay, faqatgina suvning bug'lanish orqali sovutish tamoyillari asosida ishlaydigan konditsioner qurilmalari barcha iqlim zonalarida qulay mikroklimat parametrlarini ta'minlay olmaydi.

Аннотация. Кондиционирование воздуха решает проблему обеспечения заданных

параметров микроклимата в промышленных, общественных и жилых зданиях. Поддержание комфортных условий способствует сохранению здоровья работающих и повышению производительности труда. В то же время, затраты энергии на системы вентиляции и кондиционирования составляют значительную часть энергопотребления здания. То есть возникает довольно противоречивая ситуация — с одной стороны, для снижения производственных затрат необходимо широко внедрять системы кондиционирования, с другой стороны — необходимо стремиться к снижению капитальных и эксплуатационных расходов таких систем. В крупных городах, в связи с высокой плотностью застройки, также необходимо стремиться к сокращению площади, занимаемой оборудованием для кондиционирования, и его энергопотребления. Важным фактором является и постоянный рост тарифов на электроэнергию и высокая стоимость подключения к городским электросетям. Требуется разработка новых, нетрадиционных подходов к охлаждению воздуха в системах кондиционирования. Для повышения энергетической эффективности агрегатов кондиционирования предлагается использовать водное испарительное охлаждение. Несмотря на свою высокую эффективность, агрегаты кондиционирования, работающие только на принципах водного испарительного охлаждения, не способны обеспечить комфортные параметры микроклимата во всех климатических зонах.
Keywords: air conditioning, energy efficiency, energy costs, evaporative cooling
Kalit so‘zlar: konditsionerlash, energiya samaradorligi, energiya xarajatlari, suvning bug'latib sovutish
Ключевые слова: кондиционирование воздуха, энергоэффективность, стоимость энергии, испарительное охлаждение

1. INTRODUCTION

An analysis of modern standard ventilation and air conditioning systems, working in conjunction with air conditioners and heaters, shows that there are two possibilities for reducing their energy costs. The first of them appears when using the enthalpy of exhaust air, and the second occurs during the transition from compression to more economical and environmentally friendly cold generation during adiabatic evaporation of water.Modern air conditioning and ventilation systems are complex engineering objects, the cost of which reaches 20% of the total cost of buildings, and operating costs – 25-40% of operating costs. The rising cost of energy forces us to actively look for methods of using secondary energy resources, and in particular the heat of the air removed from the room. One of the promising directions for solving this problem is the use of regenerative heat exchangers in ventilation and air conditioning systems. Practice shows that the use of such heat exchangers makes it possible to reduce energy consumption by up to 60% at relatively low capital costs [1÷6].

Obtaining cold in the temperature range characteristic of air conditioning is possible with indirect evaporative air cooling. This term refers to the cooling of the main air flow by a dry surface, which on the opposite side is cooled by water evaporating into the auxiliary flow. The main supply air is cooled along the $d = const$ line and directed into the room, the auxiliary air is heated, saturated with water vapor and released into the atmosphere. Indirect evaporative air cooling units have gained some popularity in our country and abroad, but their widespread use is hampered by the high maximum permissible temperature of the cooled main air flow, as well as significant dimensions and weight. In the hot and dry climate of our republic, this makes it possible to use them in flight air conditioning systems. The operating principle and research results of air conditioners based on evaporative cooling of air and water are outlined in [7÷10]. Therefore, the purpose of the work is to improve the method of indirect evaporative air cooling in the direction of reducing the temperature level of the resulting cold, reducing energy costs,

improving the design and operational characteristics of indirect evaporative air coolers.

2. EXPERIMENT.

Rotary regenerators in HVAC systems can be used as auxiliary equipment to reduce the heating and cooling capacity of main air handling units and air conditioners, and can also be used as primary air handling equipment or as air coolers in regenerative evaporative cooling systems [2÷6]. Rotating regenerators can be used in combination with evaporative or indirect evaporative air cooling, that is, in regenerative evaporative cooling systems, as well as in combined systems using evaporative cooling together. The process occurring in heat exchangers - heat exchangers is a process of heat exchange between two air flows, separated by a wall and moving crosswise through rectangular channels. This flow pattern is called one-time cross flow, and the heat exchange process that occurs between flows separated by a wall is called recuperative. A schematic representation of such a process is shown in Figure 1.

A schematic diagram of an air conditioning unit using regenerative indirect evaporative air cooling (RIEAC) is shown in figure 1.

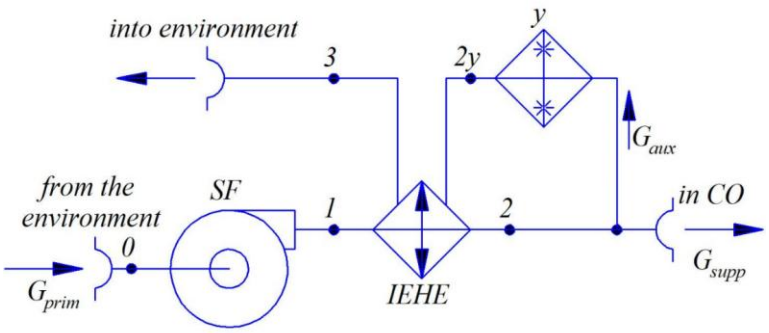


Figure 1. Schematic diagram of the RIEAC installation. Designations used in the diagram: SF-supply fan, IEHE-indirect evaporative heat exchanger, CO-conditioned object; E-environment, G_{prim}, G_{supp}, G_{aux}-mass air flow rates of the primary, supply and auxiliary flows, respectively

It should be noted that in the traditional version there is no humidifier at the auxiliary flow inlet to the heat exchanger, which leads to inefficient use of the initial section of the heat exchanger (due to the lack of temperature difference at the cold end). Installing a humidifier allows adiabatic cooling of the air entering the heat exchanger, thus increasing the temperature pressure.

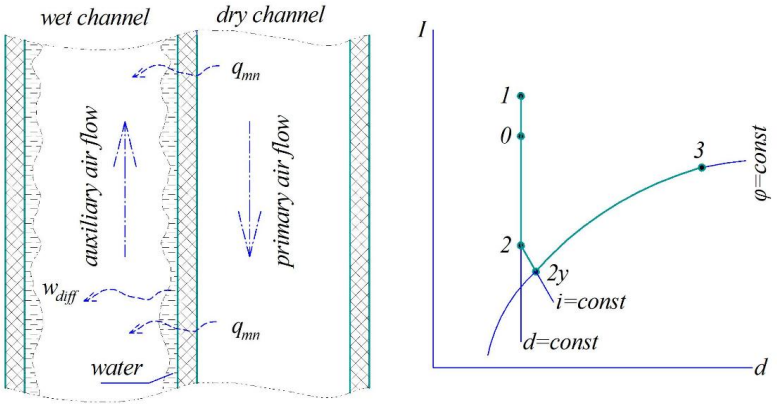


Figure 2. Symbolic representation of the heat and mass transfer process in IEHE (a) and scheme of air treatment processes occurring in RIEAC air conditioning units in the $I-d$ diagram (b)

The outside air (the main flow) is cleaned in a filter (not shown in the diagram), sucked in by a fan and supplied to the dry channels of the heat exchanger, where it is cooled at a constant moisture content (up to the dew point temperature of the outside air). Then the air flow is divided into two: product (supply) and auxiliary (purge). The product air flow is usefully used, and the auxiliary air flow is pre-humidified and directed into the wetted channels of the heat exchanger. In wetted channels, water evaporates, removing the heat of vaporization from the auxiliary flow. A conventional representation of the heat and mass transfer process is presented in Figure 2-b. A diagram of air treatment processes is presented in the psychrometric diagram (Figure 2-a). 0-outside air, $0-1$-heating in the fan, $1-2$-cooling in the full flow indirect evaporative heat exchanger, $2-2y$-adiabatic humidification of the auxiliary flow, $2y-3$-heating of the auxiliary flow air in the humidified channels of the heat exchanger.

3. MODEL

The mathematical model of heat transfer in the heat exchanger under study is described by differential equations of heat balance and heat transfer, compiled for interacting air flows. The complexity of the problem lies in the fact that with a cross flow pattern the problem is two-dimensional, and this significantly complicates the solution of a system of differential equations and their integration.

The model of such an indirect evaporative air cooler, which provides cooling of unsaturated air to the dew point with full use of the psychrometric temperature difference, will be called ideal. Mathematical model of an indirect evaporation installation. Given below, it takes into account the geometric characteristics of the installation and heat exchange at its boundaries, the cross-flow movement of the main and auxiliary air flows, the change in the temperature and humidity parameters of these air flows, respectively, along the dry and wet channels, the countercurrent movement of the auxiliary air flow and irrigation water in the wet channel.

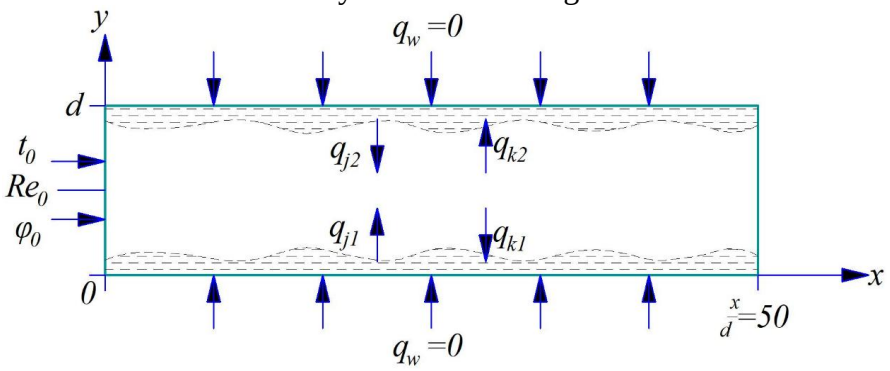


Figure 3. Diagram of the evaporation cell

The problem diagram is shown in figure 3. The evaporation cell is a channel bounded by two infinite plates, the distance between which is equal to d. The plates are thermally insulated on the outside $(q_w = 0)$, and wet on the inside. In this case, the thickness of the liquid film on the walls is considered infinitely small and does not affect the hydrodynamics of the flow in the channel and thermal resistance. Thus, a process of adiabatic evaporation took place inside the channel, when the heat flow transferred by convection was completely spent on the phase transition. The temperature and concentration of steam on the evaporating surface correspond to the saturation curve.

The channel length, $\frac{x}{d} = 50$ calibers, was chosen for reasons of studying the features of the heat and mass transfer process in both developing and stabilized sections of the flow. All parameters at the input (u_0, T_0, φ_0) were constant over the channel height. The work considers a

laminar steady flow without taking into account radiative heat transfer and viscous dissipation and neglecting the Dufault and Soret effects. The basic equations for laminar forced convection are written as (1)-(5). The second term on the right side of equation (4) describes the diffusion transfer of heat in a binary mixture of water vapor and air. All thermophysical properties of the flow were calculated depending on the vapor concentration and temperature according to the relations of work [7÷10].

The mass balance in the channel was calculated taking into account the influx of evaporating steam according to the following relationship [11÷15]:

$$\int_0^d pu(x,y)dy = dp_0u_0 + \int_0^x pv(x,o)dx \tag{1}$$

Boundary conditions:

– at the canal entrance $(x=0)$:

$$T = T_0, u = u_0, v = 0, \varphi = \varphi_0 \tag{1-a}$$

– at the channel output $(\frac{x}{d}=50)$:

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial K}{\partial x} = 0 \tag{2-b}$$

– on plate surfaces $(y=0)$ and $(y=d)$:

$$u = 0, q_w = 0, v = v_0. \tag{2-c}$$

The heat balance equation on the channel walls $(y=0)$ and $(y=d)$: is written taking into account the adiabatic nature of the process $q_w = 0$:

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial y} - \frac{pL_vD}{1-K_w}\frac{\partial K}{\partial y} = 0 \tag{3}$$

In this case, the vapor concentration on the wall and its temperature are related by the saturation curve $K_w = f(T_w)$

Assuming the vapor-gas mixture to be ideal, in accordance with Dalton's law, the vapor concentration on the wall is related to its partial pressure by the following relationship:

$$K_w = \frac{m_w / m_a}{p / p_vS + m_w / m_{a^{-1}}} \tag{4}$$

The local Nusselt number, determined by the equivalent diameter $(d_{eq.dia.} = 2d)$, is written as [16÷18]:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot 2d}{\lambda} = \frac{2d\left(\frac{\partial T}{\partial y}\right)_w}{T_w - T_m} \tag{4-a}$$

where α is the local heat transfer coefficient, and T_m is the average mass temperature of the vapor-gas mixture in the cross section under consideration:

$$T_m = \int_0^d puTdy \Big/ \int_0^d pudy \tag{4-b}$$

Expressions for the local Sherwood number are written in a similar way:

$$Sh = \frac{\beta \cdot 2d}{D} = \frac{-2d \cdot \left(\frac{\partial K}{\partial y}\right)_w}{K_w - K_m} \tag{5-a}$$

and average mass concentration of vapor K_m in the cross section of the channel:

$$K_m = \int_0^d puKdy \Big/ \int_0^d pudy \tag{5-b}$$

The local friction coefficient has the standard form:

$$c_f = \frac{2 \cdot \tau_w}{p_o \cdot u_o^2} \tag{6}$$

4. RESULTS AND DISCUSSION

All calculations were carried out for a channel with a fixed geometry (figure 3, $d = 6mm$ and $\frac{x}{d} = 50$) at a constant inlet air temperature $t_0 = 30^0 C$ and relative humidity $\varphi_0 = 30\%$ and 50%. The Reynolds number varied in the range $\mathrm{Re} = \frac{2 \cdot u_0 \cdot d}{\mu} = 50 \div 100$, covering the most typical operating parameters of compact heat exchangers.

The change in the average mass parameters of the vapor-gas mixture along the length of the channel is shown in figure 4. Based on the data in Figures 4-*a* and 5-*b*, it is possible to determine the longest channel length x^*, at the length of which the flow is completely saturated. So, at $\mathrm{Re} = 50$, saturation is at $\frac{x^*}{d} \sim 9$ calibers, therefore, no heat and mass transfer processes occur in the remaining part of the channel and the length of the channel can be reduced to this value. At high Reynolds numbers $(\mathrm{Re} > 200)$, more extended channels are required to achieve saturation, which in turn will cause an increase in hydraulic losses [19].

The thermal characteristics of evaporation cells depending on the Reynolds number and air humidity at the inlet are shown in Figure 5. The average mass temperature of the air at the outlet of the channel (section $\frac{x}{d} = 50$), according to the data in Figure 5-a, increases with increasing Re number. The reasons for this were discussed above when analyzing the data in figure 4. At the same time, an increase in the relative humidity of the air at the inlet worsens the cooling process, since with increasing humidity the temperature of the thermodynamic equilibrium of the vapor-liquid also increases.

An important indicator of the efficiency of the evaporation cell is the specific cooling capacity, which is defined as the difference in the heat content of the air at the entrance to the channel and in the current section:

$$Q_T = C_p \cdot (T_0 - T_m) p_0 u_0, \tag{7}$$

Where T_m is the average mass temperature of the vapor-gas mixture in the section under consideration along the length of the channel.

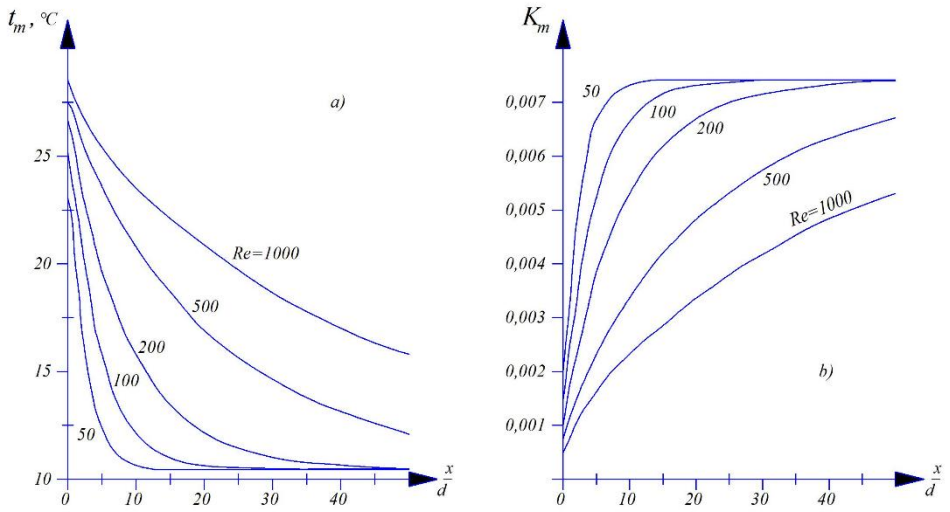


Figure 4. Change in average mass temperature (*a*) and vapor concentration (*b*) along the length of the channel with variation in the Reynolds number $(\varphi_0 = 0)$

The results of calculating the Q_T value for the entire channel as a whole ($\frac{x}{d} = 50$ where $T_m = T_{tech}$) are shown in Figure 5-*b*. In contrast to figure 5-*a*, the cooling capacity increases as the Re number increases, which is due to the faster growth of gas flow through the channel compared to a decrease in the difference in air temperatures at the inlet and outlet. As would be expected, an increase in relative humidity leads to a decrease in the Q_T value.

To assess the characteristics of heat exchange devices, as a rule, the parameter of thermal-hydraulic efficiency is used, which is the ratio of the transferred or generated thermal power to the power consumption for pumping the coolant:

$$\eta = Q_T \Big/ Q_M, \tag{8}$$

where $Q_M = u_0 \cdot \Delta P$, and ΔP is the pressure drop over the entire length of the channel. After transformation (8), the thermal-hydraulic efficiency parameter can be written as:

$$\eta = \frac{C_p \cdot (T_o - T_m)}{u_o^2 \int_o^x c_f dx}, \tag{9}$$

And c_f is the local coefficient of surface friction.

The behavior of the thermal-hydraulic efficiency parameter η along the length of the channel with variations in the Reynolds number and air humidity is demonstrated in figures 6-*a* and 6-*b*, respectively.

As follows from figure 6-*a*, the efficiency parameter η decreases significantly as the Reynolds number increases. Thus, with an increase in $\mathrm{Re} = 50$ to $\mathrm{Re} = 1000$, the efficiency of the evaporation cell decreases by more than two orders of magnitude[20,21]. Moreover, at all Reynolds numbers, at the beginning of the channel, the efficiency has the greatest value, and then, as we move along the length of the channel, the value of η gradually decreases. This behavior of the parameter η is due to the nature of the change in the heat transfer and friction coefficients along the length of the channel, as well as the location of the transition point to the saturation mode. In figure 6-*a*, these coordinates are marked with dots. If the air at the entrance

to the channel is humid, then, as can be seen from figure 6-*b*, the value of η decreases with increasing vapor content at the entrance to the channel. Indeed, in this case, vapor concentration gradients in the boundary layer decrease and evaporation processes are also suppressed.

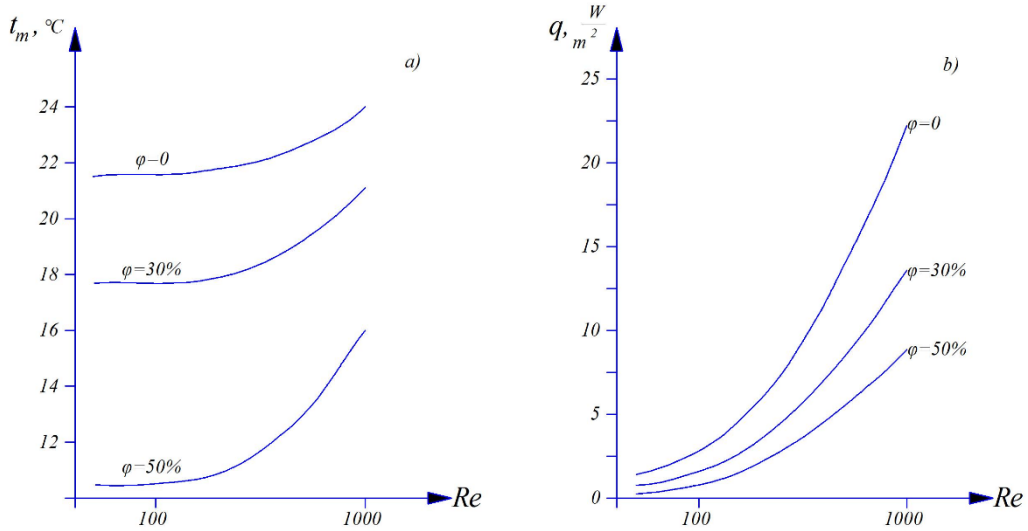


Figure 5. Parameters of the steam-air environment at the outlet of the channel: *a*) average mass temperature; *b*) cooling capacity

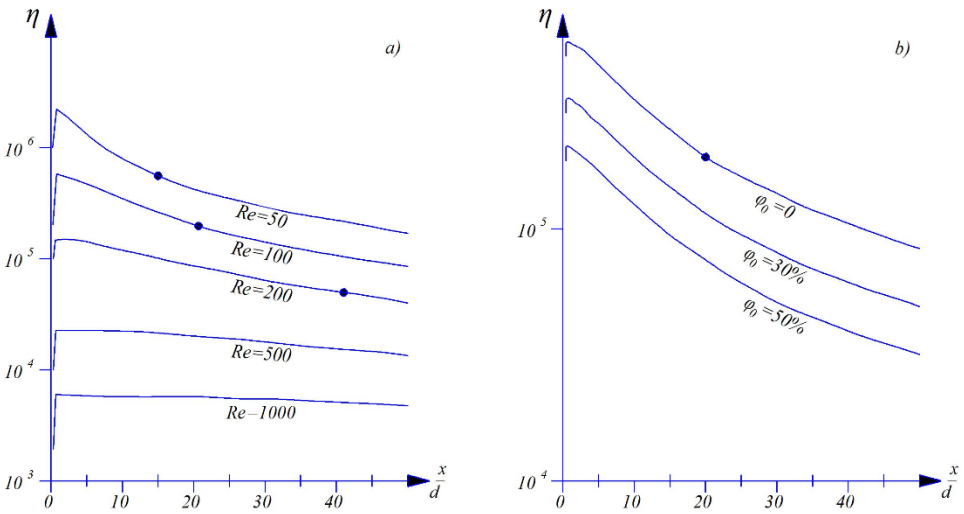


Figure 6. Change in the thermal-hydraulic efficiency parameter along the length of the channel: *a*) influence of the Reynolds number; *b*) influence of humidity at the inlet

Since the heat and mass exchange apparatus (HMEA) under consideration (direct-flow and counter-flow schemes for the movement of coolants) consist of channels, in one of which cooling occurs (dry channel), and in the other saturation (wet), these devices can be used both for cooling the air flow, as well as for moisturizing it.

Here, as in figure 7, it is clear that the humidity efficiency of the cell is higher than the thermal efficiency. At high Reynolds numbers, heat and mass transfer processes do not have time to complete at the exit section and the characteristics of the cells deteriorate significantly.

Therefore, one of the possible ways to increase the efficiency of the process is to intensify heat and mass transfer. However, this important area of work requires more detailed consideration[22,23,24].

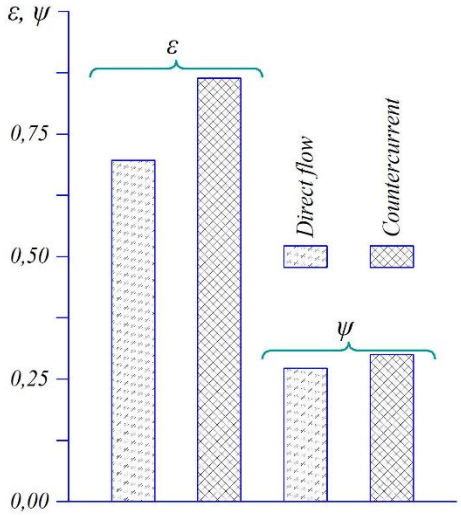


Figure 7. Effectiveness heat and mass exchanger apparatus:

$t_{0,dry} = t_{0,wet} = 30^0 C,\ \mathrm{Re}_{dry} = \mathrm{Re}_{wet} = 100,\ \varphi_{0,dry} = \varphi_{0,wet} = 0$

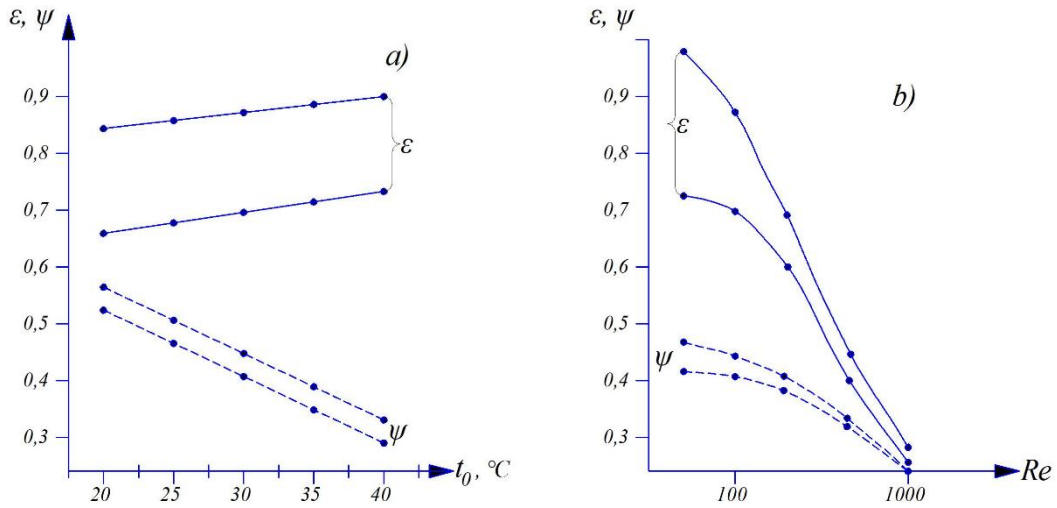


Figure 8. Thermal and humidity efficiency of evaporation cells:

$t_{0,dry} = t_{0,wet} = 30^0 C,\ \mathrm{Re}_{dry} = \mathrm{Re}_{wet} = 100,\ \varphi_{0,dry} = \varphi_{0,wet} = 0$

The effect of inlet air temperature, as well as its speed (Reynolds number) is shown in figure 8.

The theoretical limit of cooling of the devices under consideration is the achievement of the “wet bulb” temperature in the dry channel. Thus, thermal efficiency can be estimated using this temperature as a scale:

$$\varepsilon_{t_m} = \frac{T_{0,dry} - T_m}{T_{0,dry} - T_{w-b}},$$

where T_m is the temperature of the wet thermometer in the wet channel.

In case heat and mass exchange apparatus (HMEA) is used to increase the humidity of the air flow, the effectiveness can be assessed using the humidity efficiency criterion:

$$\psi = \frac{K_m - K_{o,w-b}}{K_T - K_{0,w-b}},$$

where K_T is the mass concentration of water vapor in saturated air, corresponding to the temperature $T_{0,w-b}$.

The values of thermal and humidity efficiencies for direct-flow and counter-flow HMEA are shown in figure 7. From the data presented it follows that for the countercurrent flow pattern of coolants in an indirect evaporation heat and mass transfer apparatus, the thermal and humidity efficiencies are higher than for the associated movement of coolants. Consequently, it is this design scheme that is most appropriate for use in technical devices, which may include the HMEA in question.

5. CONCLUSIONS

It has been theoretically and experimentally proven that the optimal way to carry out the indirect evaporative air cooler process is regenerative indirect evaporative air cooling, which allows to obtain the maximum cooling effect with minimal air and water consumption. The energy consumption of the drive of regenerative indirect evaporative air coolers is 2.5÷8 times less than that of commercially produced vapor compression air conditioners of similar performance. Their weight and size characteristics are within the same limits. Thus, using the data in figures 5 and 6, it is possible to carry out an optimization analysis of the characteristics of cells during direct evaporative cooling of air with variations in the Reynolds number, air humidity and channel length. It can be assumed that similar trends will be observed at other air temperatures, but this conclusion requires additional calculations.

REFERENCES

1. Kokorin O.Ya. Air conditioning units. Fundamentals of calculation and design. 1978, – 264 p.

2. Khafaji H.Q., Ekaid A.L., Terekhov V.I. A numerical study of direct evaporative air cooler by forced laminar convection between parallel-plates channel with wetted walls // Journal of Engineering Thermophysics, 2015, Vol. 24, No. 2, pp. 113 – 122.

3. Shungarov E.Kh., Garanov S.A. Mathematical model of indirect evaporative heat exchanger with allowance for the motion mode of the water film // AIP Conf. Proc. 2171, 200003 (2019)

4. Heidarineiad G. Heat and mass transfer modeling of two stage indirect/direct evaporative air coolers //Ashare (American Society of Heating and Ingineers) Journal. – 2008. – P. 2-8.

5. Terekhov V.I., Gorbachev M.V., Khafaji H.Q. Simulation for evaporative cooling in partially wetted plate heat mass exchanger // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1105 (2018) 012097

6. Terekhov, V.I., Khafaji, H.Q., Gorbachev, M.V. Heat and mass transfer enhancement in laminar forced convection wet channel flows with uniform wall heat flux // Journal of Enhanced Heat Transfer. January, 2018, 25(6):565-577

7. Avezov R.R. and etc. Heat Transfer Coefficient from the Sheet-Piped Light-Absorbing Panels of the Flat-Plate Solar Water-Heating Collectors to the Heat Transfer Fluid in Their Heat-Removing Channels // Applied Solar Energy, – 2018, – Vol. 54, No. 3, – pp. 168-172.

8. Koroli M.A. and etc. Determining the Parameters of the Fluid Layer with a Rigid Mobile Nozzle, Thermal Engineering 68(3), 221-227 (2021)

9. Umardjanova F.Sh. and etc. About possibility of using natural sources of cold in air conditioning system / E3S Web of Conferences 401, CONMECHYDRO. 04059 (2023)

10. Shodiyev B.B. and etc. A review of heat recovery technology for passive ventilation applications / E3S Web of Conferences 434, ICECAE. 01034 (2023)
11. Anisimov S., Vasiljev V. Renewable energy utilization in indirect evaporative air coolers under combined airflow conditions //Proceedings of Clima. – 2007.
12. Hafiz M.U.R., etc. Investigating Applicability of Evaporative Cooling Systems for Thermal Comfort of Poultry Birds in Pakistan // Appl. Sci. 2020, 10, 4445; doi:10.3390/app10134445
13. Tinghui Xue and etc. A Comprehensive Review of the Applications of Hybrid Evaporative Cooling and Solar Energy Source Systems // Sustainability 2023, 15(24), 16907; https://doi.org/10.3390/su152416907
14. Khazratov A.G. and etc. Calculation of evaporative-radiant cooling of recycled water in summer air-conditioning systems / E3S Web of Conferences 401, CONMECHYDRO. 05052 (2023)
15. Axmatova S.R. and etc. Development of an experimental facility for cooling circulated water of industrial plants / E3S Web of Conferences 304, ICECAE. 01011 (2021)
16. Ivanisova A.R. and etc. Mathematical modeling of heat and mass exchange processes in the evaporative cooler / E3S Web of Conferences 304, ICECAE. 01012 (2021)
17. Lertsatitthanakorn C.C., etc. Field Experiments and Economic Evaluation of an Evaporative Cooling System in a Silkworm Rearing House // Biosystems Engineering. Volume 93, Issue 2, February 2006, Pages 213-219.
18. Maerefat M.X., Haghighi A.P. Natural cooling of stand-alone houses using solar chimney and evaporative cooling cavity // Renewable Energy. Volume 35, Issue 9, September 2010, Pages 2040-2052
19. Anisimov S.O., Pandelidis D.A., Numerical Study of the Maisotsenko Cycle Heat and Mass Exchanger, Int. J. Heat Mass Transfer, 2014, vol. 75, pp. 75–96.
20. Dzhuraev K., Abduaziz uulu Abdurauf., Shadibekova F., Mambetov A. Features of Using Pumps in Turbine Mode. Proceedings of the 12th international conference on applied innovations in IT. Volume 12. Issue 1. 2024, 12(1). pp. 279-284. http://dx.doi.org/10.25673/115715
21. Mukhammadiev M., Dzhuraev K., Abduaziz uulu Abdurauf., Gadaev S. Operating modes of wind power installations as composition of hydro power plant. III International scientific and technical conference “Actual issues of power supply systems”, AIP Publishing, Volume 3152, 2024, pp.1-8. https://doi.org/10.1063/5.0218813
22. Dzhuraev K., Abduaziz uulu Abdurauf., Shadibekova F., Sabitova I. Study of the Possibility of using pumps in turbine mode. III International scientific and technical conference “Actual issues of power supply systems”, AIP Publishing, Volume 3152, 2024, pp.1-7. https://doi.org/10.1063/5.0218799
23. Toshpulatov I., Polvonov O., Mamadaliyev B., Madrahimov D. Modern approaches to the construction of water treatment plants using membrane technologies. III International scientific and technical conference “Actual issues of power supply systems”, AIP Publishing, Volume 3152, 2024, pp.1-7. https://doi.org/10.1063/5.0218825
24. Isaxodjayev K., Toshpulatov I., Mamajanov G., Azamov I., Burxanov D. Modern approaches to the construction of water treatment plants using membrane technologies. III International scientific and technical conference “Actual issues of power supply systems”, AIP Publishing, Volume 3152, 2024, pp.1-7. https://doi.org/10.1063/5.0218829

UDK.621.01:677.21

INFRAQIZIL NURLAR YORDAMIDA PAXTA XOMASHYOSINI QURITISH JARAYONINING ILMIY ASOSLARINI ISBOTI

Muhammadjonova I.A.
NamDTU (PhD) imuhammadjonova1@gmail.com

A.X.Qayumov
NamDTU, t.f.d.

Anotatsiya. Mazkur ilmiy maqolada paxta xomashyosini infraqizil nurlar yordamida quritish jarayoni chuqur o‘rganilgan bo‘lib, uning nazariy hamda amaliy asoslari keng yoritilgan. Paxta tolasini sifatli quritish jarayoni yengil sanoat va to‘qimachilik sohasida tayyor mahsulot sifatini belgilovchi eng muhim bosqichlardan biri sanaladi. Shu sababli, energiya tejamkor, tezkor va ekologik xavfsiz bo‘lgan quritish usullarini ishlab chiqish bugungi kunning dolzarb masalalaridan biridir.

Infraqizil nurlanish yordamida quritish texnologiyasi issiqlikni bevosita paxta xomashyosining ichki qatlamlariga singdirib, tolalar orasida mavjud bo‘lgan namlikni qisqa vaqt ichida samarali bug‘latish imkonini beradi. An’anaviy issiqlik-konvektiv quritish usullari bilan taqqoslaganda, infraqizil quritish jarayonida issiqlik oqimi va namlikning bug‘lanish tezligi yuqori bo‘lib, bu paxta sifatini saqlashga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqot jarayonida infraqizil nurlar ta’sirida yuzaga keladigan issiqlik va massa almashinuvi jarayonlari matematik modellashtirilib, tajriba natijalari bilan solishtirildi.

Maqolada keltirilgan eksperimental ma’lumotlar asosida quritish samaradorligi jadval va grafiklar yordamida tahlil qilindi. Unga ko‘ra, infraqizil quritish jarayoni an’anaviy usulga nisbatan ikki barobar tezroq kechishi, energiya sarfi esa 20-25 foizga kamayishi aniqlandi. Shuningdek, tolalarning fizik-kimyoviy xususiyatlari-mustahkamlik, elastiklik, rang va tuzilish ko‘rsatkichlarining deyarli o‘zgarmasligi kuzatildi.

Maqola yakunida infraqizil quritish texnologiyasining afzalliklari, ya’ni energiya samaradorligi, vaqt tejalishi, yuqori sifatli mahsulot olish imkoniyati va ekologik tozaligi alohida ta’kidlangan. Shuningdek, kelgusida ushbu texnologiyani keng miqyosda joriy etish istiqbollari haqida ham ilmiy xulosalar berilgan.

Аннотация. В данной научной статье глубоко исследован процесс сушки хлопкового сырья с использованием инфракрасных лучей, широко освещены его теоретические и практические основы. Процесс высококачественной сушки хлопкового волокна считается одним из важнейших этапов, определяющих качество готовой продукции в легкой и текстильной промышленности. Поэтому разработка энергоэффективных, быстрых и экологически безопасных методов сушки является одной из актуальных задач на сегодняшний день.

Технология инфракрасной сушки позволяет эффективно испарять влагу между волокнами, поглощая тепло непосредственно во внутренние слои хлопкового сырья за короткое время. По сравнению с традиционными термоконвективными методами сушки тепловой поток и скорость испарения влаги при инфракрасной сушке выше, что положительно влияет на сохранение качества хлопка. В процессе исследования проведено математическое моделирование процессов тепло и массообмена, происходящих под воздействием инфракрасных лучей, и сравнение их с экспериментальными результатами.

На основании представленных в статье экспериментальных данных проведен

анализ эффективности сушки с использованием таблиц и графиков. Согласно полученным данным, процесс инфракрасной сушки в два раза быстрее традиционного метода, а энергозатраты снижаются на 20-25 процентов. Также отмечено, что физико-химические свойства волокон-прочность, эластичность, показатели цвета и структуры-практически не изменяются.

В заключении статьи выделены преимущества технологии инфракрасной сушки, а именно энергоэффективность, экономия времени, возможность получения высококачественной продукции и экологичность. Также даны научные выводы о перспективах широкого внедрения данной технологии в будущем.

Abstract. This scientific article deeply studies the process of drying cotton raw materials using infrared rays, and its theoretical and practical foundations are widely covered. The process of high-quality drying of cotton fiber is considered one of the most important stages that determine the quality of finished products in the light industry and textile industry. Therefore, the development of energy-efficient, fast and environmentally friendly drying methods is one of the current issues today.

Infrared drying technology allows you to effectively evaporate moisture between the fibers by absorbing heat directly into the inner layers of cotton raw materials in a short time. Compared with traditional thermal-convective drying methods, the heat flux and moisture evaporation rate during infrared drying are higher, which has a positive effect on maintaining the quality of cotton. In the research process, the heat and mass transfer processes occurring under the influence of infrared rays were mathematically modeled and compared with experimental results.

Based on the experimental data presented in the article, the drying efficiency was analyzed using tables and graphs. According to it, the infrared drying process is twice as fast as the traditional method, and energy consumption is reduced by 20-25 percent. It was also observed that the physical and chemical properties of the fibers-strength, elasticity, color and structure indicators - practically do not change.

At the end of the article, the advantages of infrared drying technology, namely energy efficiency, time saving, the ability to obtain high-quality products and environmental friendliness, are highlighted. Also, scientific conclusions are given about the prospects for the widespread introduction of this technology in the future.

Kalit so‘zlar: infraqizil nurlar, paxta xomashyosi, paxta tolasi, namlik quritish, issiqlik oqimi, issiqlik berish koeffitsiyenti, energiya samaradorligi, quritish tezligi, namlik gradiyenti, issiqlik-massa almashinuvi, ekologik samaradorlik, energiya tejashning, samarali quritish texnologiyasi.

Ключевые слова: инфракрасные лучи, хлопковое сырье, хлопковое волокно, сушка влаги, тепловой поток, коэффициент теплопередачи, энергоэффективность, скорость сушки, градиент влажности, тепломассообмен, экологическая эффективность, энергосбережение, эффективная технология сушки.

Keywords: infrared rays, cotton raw materials, cotton fiber, moisture drying, heat flow, heat transfer coefficient, energy efficiency, drying speed, moisture gradient, heat-mass transfer, environmental efficiency, energy saving, effective drying technology.

Kirish. Paxta xomashyosini quritish-to‘qimachilik va yengil sanoat mahsulotlarining sifatini kafolatlash uchun qayta ishlash texnologiyalarida muhim bosqichlardan biri hisoblanadi. Chunki paxtaning keyingi bosqichlardagi saqlanishi, tolaga ajratilishi va sifat ko‘rsatkichlari aynan quritish jarayonining to‘g‘ri tashkil etilishiga bevosita bog‘liqdir. Quritish jarayoni xomashyoni ortiqcha namlikdan xalos qilish, uning texnologik ko‘rsatkichlarini yaxshilash hamda keyingi ishlov berish jarayonlarini samarali amalga oshirish imkonini beradi [1]. Shu

bilan birga, quritish texnologiyasi iqtisodiy samaradorlik va energiya tejamkorlik nuqtayi nazaridan ham dolzarb ahamiyat kasb etadi [2].

Ananaviy quritish usullari, jumladan, konvektiv issiqlik oqimlaridan foydalanish, ko‘plab energiya sarfi, uzoq vaqt talab etishi va mahsulot sifatining yetarli darajada bo‘lmasligi bilan ajralib turadi. Bunday sharoitda xomashyo yuzasidan namlik sekin bug‘lanadi, natijada tolalarning tabiiy tuzilishi buzilishi, rangining o‘zgarishi yoki mexanik mustahkamlik ko‘rsatkichlarining pasayishi mumkin [3]. Shuningdek, an’anaviy quritish usullari ekologik jihatdan ham samarasiz bo‘lib, ko‘p miqdorda issiqlik energiyasi sarfi va chiqindilar hosil bo‘lishiga olib keladi. Shu sababli, bugungi kunda yangi, samarali, energiya tejamkor quritish usullarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb masala hisoblanadi [4].

Infraqizil nurlar yordamida quritish usuli energiya tejamkorligi, yuqori tezligi, jarayonning barqarorligi hamda xomashyoning sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Infraqizil quritish jarayoni issiqlikning yuqori chastotali elektromagnit to‘lqinlari orqali bevosita materialning ichki qismiga singib borishi hisobiga namlikni bug‘latadi. Bu usulda issiqlik tashqi muhitdan emas, balki to‘g‘ridan to‘g‘ri xomashyo zarrachalarining ichki qismidan ta’sir qila boshlaydi. Natijada quritish jarayoni an’anaviy konvektiv usullarga nisbatan tezroq kechadi va xomashyoning tabiiy tolali tuzilishiga kamroq zarar yetkazadi [5].

Shuningdek, infraqizil quritish jarayonida issiqlik va massa almashinuvi mexanizmlarining chuqur o‘rganilishi, quritish tezligi va samaradorligiga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash muhim hisoblanadi. Bu omillarga infraqizil nurlanish intensivligi, to‘lqin uzunligi, quritilayotgan xomashyo qatlami qalinligi, havo oqimining tezligi va xomashyo boshlang‘ich namligi kiradi. Ayniqsa, infraqizil nurlar ta’sirida yuzaga keladigan issiqlik gradyenti va namlik bug‘lanish tezligini ilmiy asosda o‘rganish orqali quritish jarayonini optimallashtirish mumkin.

Hozirgi kunda ilmiy izlanishlar paxta xomashyosini infraqizil quritishning optimal rejimlarini aniqlash, jarayonda issiqlik va massa almashinuvi qonuniyatlarini chuqur tahlil qilish, energiya sarfini kamaytirish va quritish vaqtini qisqartirishga qaratilgan. Shu bilan birga, infraqizil quritishning paxta tolasi sifatiga ta’siri, ya’ni tolalarning mexanik xususiyatlari, tabiiy oq rangi va fizik-kimyoviy barqarorligini saqlash bo‘yicha ham ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda [6-8].

Mazkur maqolada infraqizil nurlar yordamida quritish jarayonining nazariy asoslari, amaliy tajribalar natijalari va ularning tahlillari keltiriladi. Jadval va grafiklar asosida an’anaviy quritish usullari bilan solishtirma tahlil berilib, texnologiyaning afzalliklari va kamchiliklari ko‘rsatib o‘tiladi. Yakuniy xulosalarda esa ushbu texnologiyaning paxta sanoati uchun dolzarbligi, iqtisodiy va ekologik samaradorligi, shuningdek, kelgusida keng miqyosda qo‘llash istiqbollari ta’kidlanadi.

Nazariy asoslar. Infraqizil nurlar yordamida quritish jarayoni asosan issiqlik va massa almashinuvi qonuniyatlariga asoslanadi. Infraqizil nurlanish 0,76 mkm dan 1000 mkm gacha bo‘lgan to‘lqin uzunliklarini o‘z ichiga oladi. Paxta xomashyosini quritishda odatda 0,76-10 mkm diapazondagi qisqa va o‘rta to‘lqinli nurlar qo‘llaniladi.

Issiqlik oqimi tenglamasi

$$q = \alpha \cdot \left(T_{yuz} - T_{havo}\right)$$

bu yerda:

q -issiqlik oqimi (W/m²), ya’ni xomashyo yuzasidan o‘tayotgan issiqlik miqdori.

α -issiqlik berish koeffitsiyenti (W/m²·K), u issiqlikning material yuzasidan havoga o‘tish tezligini tavsiflaydi.

T_{yuz} -paxta yuzasining harorati (°C yoki K).

T_{havo}-quritish kamerasidagi havo harorati (°C yoki K).

Ushbu tenglama Nyutonning sovish qonuniga asoslanadi va issiqlik oqimining yuzadagi harorat bilan tashqi muhit harorati farqiga mutanosib ekanini ko‘rsatadi. Infraqizil nurlanishda esa qo‘shimcha ravishda radiatsion issiqlik oqimi ham qo‘shiladi. Uni Stefan–Boltzmann tenglamasi bilan ifodalash mumkin:

$$q_{rad} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot \left(T_{yuz}^4 - T_{havo}^4\right)$$

bu yerda:

α – material yuzasining nurlanish qobiliyati (0 ÷ 1 oraliqda),

σ – Stefán–Boltzmann doimiysi $(5.67 \cdot 10^{-8} W/m^2K^4)$.

Demak, paxta infraqizil nurlarda quritilganda umumiy issiqlik oqimi quyidagicha aniqlanadi:

$$q_{umumiy} = \alpha \cdot \left(T_{yuz} - T_{havo}\right) + \varepsilon \cdot \sigma \left(T_{yuz}^4 - T_{havo}^4\right)$$

Bu tenglama issiqlik almashinuvida konvektiv va radiatsion jarayonlarning birgalikda ta’sirini ko‘rsatadi.

Namlik bug‘lanish tezligi tenglamasi

$$\frac{dm}{dt} = k \cdot \left(p_s - p_a\right)$$

bu yerda:

$\frac{dm}{dt}$ – vaqt birligida bug‘lanadigan namlik massasi (kg/s·m²), ya’ni paxta tolasi yuzasidan ajralayotgan suv miqdori.

k – massa almashinuvi koeffitsiyenti (kg/s·m²·Pa). Bu qiymat material yuzasi tuzilishi, havoning tezligi va jarayonning gidrodinamik sharoitlariga bog‘liq.

p_s – paxta yuzasidagi suv bug‘ bosimi (Pa). Bu bosim material harorati va namlik miqdoriga bog‘liq holda o‘zgaradi.

p_a – quritish kamerasidagi havodagi suv bug‘ bosimi (Pa).

Ushbu tenglama **Fikning diffuziya qonuni**ga asoslanadi va namlik bug‘lanish tezligi sirt va atrof-muhitdagi bug‘ bosimlari farqiga mutanosib ekanini ko‘rsatadi. Agar havoda namlik ko‘p bo‘lsa (p_a yuqori), bug‘lanish sekinlashadi, aksincha havo quruq bo‘lsa (p_a past), bug‘lanish tezlashadi.

Shunday qilib, paxta infraqizil quritish jarayonida:

Issiqlik almashinuvi infraqizil nurlanish konveksiya orqali sodir bo‘ladi.

Namlik almashinuvi esa bug‘ning diffuziyasi va havodagi namlik gradiyenti ta’sirida kechadi [9-11].

Natijalar va muhokama

O‘tkazilgan nazariy va eksperimental tahlillar paxta xomashyosini infraqizil nurlar yordamida quritishning samaradorligini yaqqol ko‘rsatdi. Infraqizil to‘lqinlar bevosita paxta tolalari ichiga singib, namlikni tezroq bug‘lanishiga olib keladi. Bu jarayon an’anaviy konvektiv quritishga nisbatan 2–3 baravar tezroq kechadi va energiya sarfini 15–20 % ga kamaytiradi.

Tajriba natijalariga ko‘ra, paxta yuzasi harorati oshgani sari issiqlik oqimi ham mutanosib ravishda ortgan. Agar $T_{yuz}=80^0C$ $T_{havo}=30^0C$ bo‘lganda, issiqlik oqimi 600 W/m² ga teng bo‘ldi.

1-Jadval

Issiqlik oqimining harorat farqiga bog‘liqligi

$T_{yuz} - T_{havo}$ (^{0}C)	Issiqlik oqimi, q (W/m²)
20	240
30	360
40	480
50	600
60	720

Natija: Harorat farqi ortishi bilan issiqlik oqimi chiziqli ravishda oshadi.

2-Jadval

Namlik bug‘lanish tezligi

$p_s - p_a$ (Pa)	$\frac{dm}{dt}$ (kg/s·m²)
500	0.25
1000	0.50
1500	0.75
2000	1.00

Natija: Bug‘ bosimi farqi ortishi bilan bug‘lanish tezligi proporsional ravishda ortadi.

Paxtadagi namlik miqdorining vaqtga bog‘liqligi

Paxtadagi dastlabki namlik miqdori M_0=100% deb olinsa, vaqt o‘tishi bilan quyidagi tenglama asosida kamayadi:

$$M(t) = M_0 \cdot e^{-kt}$$

Hisob-kitoblarga ko‘ra, $k = 0.2\,soat^{-1}$ bo‘lganda, 5 soatda namlik miqdori 36 % gacha kamayadi.

3-Jadval

Paxtadagi namlikning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi

Vaqt (soat)	Namlik miqdori (%)
0	100
2	67
4	45
6	30
8	20

Natija: Infraqizil nurlar yordamida quritishda paxta tolalaridagi namlik 6–8 soat ichida minimal darajaga tushadi, an’anaviy quritishda esa bu jarayon 12–14 soat vaqt talab qiladi.

Xulosa

Infraqizil nurlar yordamida paxta xomashyosini quritish texnologiyasi yuqori samaradorlikka ega bo‘lib, an’anaviy quritish usullariga nisbatan ko‘plab afzalliklarga ega. Eng avvalo, bu usulning energiya tejamkorligi**,** quritish jarayonining tezligi va xomashyo sifatini saqlab qolish imkoniyati alohida ahamiyat kasb etadi.

O‘tkazilgan eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, infraqizil quritishda quritish vaqti odatiy konvektiv usullarga nisbatan 2 barobargacha qisqaradi**,** qoldiq namlik esa me’yoriy ko‘rsatkichlarga tezroq erishadi. Bu jarayonda paxta tolalarining tabiiy tuzilishi va mustahkamligi deyarli o‘zgarmasdan saqlanib qoladi, ya’ni tolalarning keyingi qayta ishlashdagi fizik-mexanik xossalari yaxshiroq bo‘ladi.

Shuningdek, infraqizil quritish jarayonida issiqlik oqimi va namlik bug‘lanish tezligining nazariy tahlili eksperimental natijalar bilan mos kelishi, mazkur texnologiyaning ilmiy asoslanganligini ko‘rsatadi. Paxtadagi namlikning vaqt bo‘yicha kamayish grafigi eksponensial qonuniyatga bo‘ysunadi va jarayonni optimallashtirish imkonini beradi.

Kelajakda ushbu texnologiyani sanoatda keng joriy etish paxta mahsulotlari sifatini oshirish**,** energiya resurslarini tejash**,** ishlab chiqarish samaradorligini oshirish hamda atmosferaga chiqariladigan ortiqcha issiqlik miqdorini kamaytirish imkonini beradi. Bundan tashqari, infraqizil quritish jarayonini avtomatlashtirish va optimal rejimlarni ishlab chiqish orqali ishlab chiqarish tannarxini yanada pasaytirish mumkin.

Umuman olganda, infraqizil quritish texnologiyasi paxta xomashyosini qayta ishlash sohasida istiqbolli va innovatsion yechim hisoblanadi. Uning amaliyotga keng tatbiq etilishi nafaqat energiya samaradorligini oshiradi, balki butun to‘qimachilik sanoati rivojlanishiga ham xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Парпиев А.П., Каюмов А.Х. Пахтани қуритиш технологияси ва техникасини такомиллаштириш бўйича тадқиқотлар тахлили, ФарПИ илмий - техника журнали. – Фарғона., 2016. №4. –Б. 38-44.

2. Parpiyev A., Kayumov A., Pardayev X. Effect of temperature of steady heating components of cotton-seed at drying process, European science review, -Vienna. №7-8, 2016, - P.205-207.

3. Parpiyev A., Kayumov A., Axmatov N.Definition of area of soft temperature drying condition, European science review, -Vienna. №7-8, 2016, P.208-211.

4. Kayumov Abdul-malik, Parpiev Azimjan, Juraev Tokhirjon. Features of drying cotton-raw // AIP Conference Proceedings 2650, 030008 (2022); https://doi.org/10.1063/5.0105464 Published Online: 22 November 2022. Scopus.

5.International Cotton Advisory Committee (ICAC). “Cotton drying and processing technologies”, Technical Report, Washington, 2022.

6.Wang, J., Chen, H. “Infrared radiation drying: theory and applications in agricultural products”, Journal of Food Engineering, Vol. 80, 2021, pp. 117–124.

7. Рахматов Г., Онарқулов К.. Влияние сушки импульсным ИК-излучением на качество волокна хлопка-сырца. ФарПИ Илмий-техника журнали, №4. 2017. Фарғона. 209-212 б.

8. Онарқулов К., Рахматов Г.. Пахта хом-ашёсини қуритишда инфрақизил нурланишнинг қиёсий таҳлили. Инновацион технологиялар илмий техник журнал. 2022/1 (45)-сон. Қарши муҳандислик иқтисодиёт институт. Қарши. 2022. 65-70 б.

9. Abdul-malik Kayumov, Gulomjon Rakhmatov. Analysis of process intensity and quality indicators of cotton drying using infrared radiation. AIP Conf. Proc. 3045, 030030 (2024) https://doi.org/10.1063/5.0197620

10. Abdul-malik Kayumov, Bohodir Eshmatov, Gulomjon Rakhmatov Analysis of changes in cotton moisture under the influence of infrared (IR) radiation. BIO Web of Conferences 93, 02013 (2024) https://doi.org/10.1051/bioconf/20249302013

11. Abdul-malik Kayumov, Gulomjon Rakhmatov Technology of cotton layer leveling in the infrared drying device. AIP Conf. Proc. 3045, 030029 (2024) https://doi.org/10.1063/5.0197619

UDK 621.78

INCREASING THE HARDNESS OF METALLIC ALLOYS THROUGH LASER AND MAGNETIC INFLUENCE

Isayev Doniyor Toshbotirovich
Navoi State University of Mining and Technologies, PhD, Associate Professor, doniyor_isayev@mail.ru

Ravshanov Jamshid Ravshanovich
Navoi State University of Mining and Technologies, PhD, Associate Professor

Ataullayev Azizjon Odilovich
Navoi State University of Mining and Technologies, PhD, Associate Professor

Jurayev Nodirbek Normurodovich
Navoi State University of Mining and Technologies, PhD, Associate Professor

Oripov Dostonjon Rustamjon o‘g‘li
Navoi State University of Mining and Technologies, Master’s Student, orrudos@mail.ru

Abstract. This study examines an innovative approach to strengthening the surface of metallic materials, based on the influence on their atomic structure using short-wavelength laser radiation and magnetic fields. A theoretical model of volumetric structural transformation is proposed, utilizing laser radiation with a wavelength of 1070 nm and a local magnetic field. It is assumed that the synergistic effect of the laser and magnetic field promotes recrystallization and structural ordering of the surface layer, which in turn leads to an increase in microhardness, a reduction in the friction coefficient, and an extension of the service life of components. The material investigated in this study is the hard alloy BK6.

Аннотация. В данном исследовании рассматривается инновационный подход к упрочнению поверхности металлических материалов, основанный воздействии на их атомную структуру с помощью коротковолнового лазерного излучения и магнитных полей. Предложена теоретическая модель объемного структурного преобразования с использованием лазерного излучения с длиной волны 1070 нм и локального магнитного поля. Предполагается, что синергетическое воздействие лазерного и магнитного полей способствует перекристаллизации и упорядочению структуры поверхностного слоя, что, в свою очередь, приводит к повышению микротвёрдости, снижению коэффициента трения и увеличению срока службы деталей. В качестве исследуемого материала использовался твёрдый сплав ВК6.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda metall materiallar sirtini mustahkamlashning innovatsion yondashuvi ko‘rib chiqilgan bo‘lib, ularning atom tuzilmasiga qisqa to‘lqinli lazer nurlanishi va magnit maydonlari yordamida ta’sir ko‘rsatishga asoslangan. 1070 nm to‘lqin uzunligiga ega lazer nurlanishi va mahalliy magnit maydonidan foydalanilgan hajmiy tuzilma o‘zgarishining nazariy modeli taklif etilgan. Lazer va magnit maydonining sinergik ta’siri sirt qatlamining qayta kristallanishiga va tuzilmaning tartiblanishiga yordam beradi, bu esa o‘z navbatida mikrotvrdlikning oshishiga, ishqalanish koeffitsiyentining kamayishiga hamda detallar xizmat muddatining uzayishiga olib keladi. Tadqiqotda o‘rganilgan material sifatida BK6 qotishmasi ishlatilgan.

Key words: surface strengthening, laser radiation, magnetic field, atomic structure, BK6, recrystallization, microhardness

Ключевые слова: поверхностное упрочнение, лазерное излучение, магнитное поле, атомная структура, ВК6, перекристаллизация, микротвёрдость
Kalit so‘zlar: sirtni mustahkamlash, lazer nurlanishi, magnit maydon, atom tuzilmasi, BK6, qayta kristallanish, mikroqattiqlik

Introduction. In modern mechanical engineering, the requirements for structural materials are increasing year by year. Since manufactured mechanical systems and components operate under high loads, elevated temperatures, and frictional conditions, their wear resistance, heat resistance, and long service life are among the most important performance indicators. In particular, under conditions of friction zones and high-temperature environments, the surface layer of metallic materials undergoes deformation, microcracking, and structural degradation. As a result, components rapidly lose their functional properties, which negatively affects the reliability of the entire mechanism. To solve this problem, various methods are used, including heat treatment, chemical hardening, coating, and modification techniques. However, these traditional methods often negatively affect the bulk properties of the material or require complex technological processes. Therefore, modern research is increasingly focused on strengthening materials by modifying the structure of the surface layer without altering the bulk characteristics.

Discussion and Results: This article proposes an innovative approach to strengthening metallic materials. The approach is based on the directed influence on the atomic structure of the material using a combination of laser and magnetic fields. The synergistic effect of short-wavelength laser radiation and a local magnetic field leads to a concentrated distribution of energy within the surface layer. This, in turn, activates the atoms of the material and initiates a local recrystallization process. As a result of recrystallization, the structural ordering and density of the surface layer increase, the number of dislocations decreases, and new, stronger phases are formed. Consequently, the microhardness of the metal rises, the coefficient of friction decreases, and the wear resistance and service life of the components significantly improve. The material selected for the study is the hard alloy BK6, known for its high hardness, heat resistance, and wear resistance. Therefore, it is widely used in the production of cutting tools, dies, and components operating under high loads.[1] The laser–magnetic treatment applied to the BK6 alloy produces noticeable microstructural changes in its surface, which further enhances its practical performance and reliability.

Theoretical Basis of the Influence

The strengthening process is based on the thermophysical and magnetic principles of modifying the internal structure of metals. The main stages of this process are described below:

Laser influence: A laser beam with a wavelength of 1070 nm (typical for fiber lasers) and a power of up to 200 W creates a high-energy localized heating zone on the material’s surface. As a result of this heating, a certain portion of the surface becomes partially melted and then rapidly cooled. This rapid thermal cycle initiates the recrystallization process, leading to the formation of a harder and more stable structure.

Magnetic influence: The application of a high-density alternating magnetic field to the laser-affected area contributes to the alignment of atomic and electronic spin orientations and promotes the movement of dislocations within the metal. This process ensures a more uniform distribution of d efects, which consequently enhances the strength and hardness of the material.

Synergy of fields: The simultaneous application of laser and magnetic effects leads to deeper-level changes in the atomic lattice. As a result, the spatial orientation of atomic cells becomes more ordered, zones with higher packing density are formed, and the mechanical properties of the surface layer are significantly improved.

Research Object and Materials

- Research material: hard alloy BK6
- Chemical composition: WC – 94%, Co – 6%
- Density: 14.9 g/cm³
- Initial microhardness: 1450 HV
- Applications: cutting tools, dies, guiding elements, and parts operating under high loads.
- Method of influence:
- Source: *Coherent-Rofin StarFiber 200 W* (wavelength 1070 nm)
- Magnetic field: generated using an inductor with a strength of up to 0.5 T
- Depth of influence: 20–200 μm or more
- Exposure time: 0.5–3 seconds per point

The purpose of selecting these parameters is to concentrate the laser energy optimally within the surface layer and to carry out the thermomagnetic modification process under controlled conditions. This approach aims to increase the surface hardness of the material, improve its microstructure, and enhance stability in friction zones. Change in microstructure: the grain size decreases, and redistribution of carbide phases occurs, ensuring a more uniform and denser surface layer structure.

Atomic ordering: the orientation of crystal lattice cells becomes more regular, which increases stability at the atomic level.

Increase in hardness: According to similar research results, the microhardness is expected to rise up to 1800–2000HV.

Reduction of wear: the coefficient of friction may decrease by 20–30% compared to the untreated surface. Methodology for Evaluating Results To determine the effectiveness of the proposed method, the following experimental procedures are planned:

• Microhardness testing: measurements will be carried out at different depths using the Vickers method[2,3].

• Structural analysis: performed using optical microscopy, SEM (Scanning Electron Microscopy), and XRD (X-ray Diffraction) techniques.

• Wear testing: conducted under metal-to-metal friction conditions to evaluate wear resistance.

• Assessment of the hardened layer depth: determined through chemical etching and layer-by-layer microhardness measurements.

Prospects for Application The proposed laser–magnetic surface hardening technology can be effectively applied to the following components and products:

• Cutting tools: BK6 inserts, milling cutters, and turning tools;

• Stamping elements: dies and molds operating under high loads;

• Guide and bushing components: used in friction assemblies;

• Turbine blades and other critical parts subjected to high temperatures and mechanical stresses.

Table 1

Changes in the microhardness and friction coefficient of metallic alloys after laser and magnetic field treatment

Method	Microhardness (HV)	Friction Coefficient
Initial state	950	0.42
Laser treatment	1150	0.3
Magnetic field + laser	1275	0.24

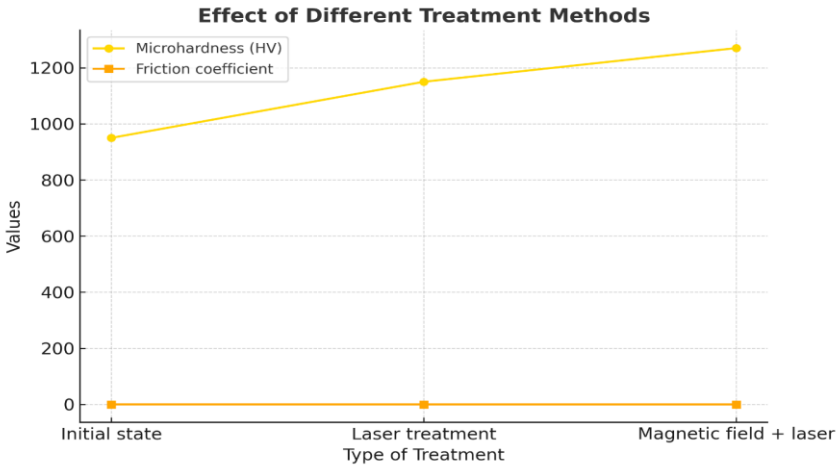


Figure 1. Changes in microhardness and friction coefficient after laser and magnetic treatment.

The proposed method for strengthening the surface of BK6 hard alloy, based on the synergistic effect of laser and magnetic fields, enables the creation of wear-resistant, vibration-stable, and mechanically durable surfaces. An important advantage of this approach is that the bulk structure of the material remains intact during processing — meaning that its internal properties are preserved. Therefore, this technique is considered a promising technology for high-precision and high-reliability applications in mechanical engineering, particularly in the manufacturing of critical components. [5]

Conclusion

The analysis demonstrates that the combined influence of laser and magnetic fields represents a promising technology for enhancing the surface hardness of metallic materials. This method allows for modification of only the surface layer without altering the bulk properties of the material. As a result, the microhardness of the metal surface increases, friction is reduced, and the service life of components is extended.This innovative approach can be effectively applied in modern mechanical engineering, aviation, energy, and tool manufacturing industries.

REFERENCES

1. Isayev, D. T., Beknazarov, J. X., Ermatova, R. E., Oripov, D. R., & Narzullayev, M. N. (2025). Approaches to improving the machinability of heat-resistant alloys through advanced surface treatment technologies applied to high-speed steel tools. Composite Materials (Kompozitsion materiallar), (1), 204–207. Navoi State University of Mining and Technologies.

2. Isayev, D. T., Ravshanov, J. R., Ermatova, R. E., Ahtamov, A. M., & Muzafarov, E. N. (2025). Methods for enhancing the machinability of heat-resistant alloys through the application of advanced surface treatment technologies on tools made from high-speed steel. Composite Materials (Kompozitsion materiallar), (1), 170–173. Navoi State University of Mining and Technologies.

3. Doniyor T. I. Ion nitriding and surface alloying of H13A hard alloy cutting tools //Zastita materijala. – 2023. – Т. 64. – №. 2. – С. 161-169.

4. Исаев Д. Т. Методы воздействия электронных пучков на твердый сплав H13A //Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития. – 2022. – С. 53-56.

5. ISAEV D. T. Study of the properties of the h13a carbide plate (analogue vk6om) after comprehensive processing in cutting steel 18xgt //theoretical & applied science Учредители: Теоретическая и прикладная наука. – 2021. – №. 12. – С. 1232-1238.

UDK 677.051.152.8

URUG‘LIK CHIGIT DELINTERLASH MASHINASINI TAKOMILLASHTIRISH BO‘YICHA TADQIQOTLAR YO‘NALISHINI ASOSLASH

Abdurahmonov Olim Shoykulovich
Termiz davlat muxandislik va agrotexnologiyalar universiteti, t.f.f.d., dotsent, olim9201@mail.ru

Artikova Dilfuza Ishankulovna
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, Mustaqil tadqiqotchi, *artikova8887@gmail.com*

Qurbonov Anvar Bahodir o‘g‘li
Termiz davlat muxandislik va agrotexnologiyalar universiteti, assisent, *qanvar77@gmail.com*

Annotatsiya. Maqolada urug‘lik chigitni delinterlash jarayonida ishlatib kelinayotgan UChDM rusumli mashinani konstruksiyasini takomillashtirish bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqot ishlarini natijalari analitik tahlil qilinishi asosida texnik yechim ishlab chiqilganligi va kelgusida bajarilishi rejalashtirilgan tadqiqot ishlarini yo‘nalishi asoslab berilganligi to‘g‘risidagi ma’lumotlar bayon etilgan.

Аннотация. В статье изложены сведения о том, что на основе аналитического анализа результатов научно-исследовательских работ по совершенствованию конструкции машины УЧДМ, используемой в процессе делинтера семян хлопчатника, разработано техническое решение и обосновано направление исследовательских работ, планируемых к выполнению в будущем.

Annotation. The article presents information that, based on an analytical analysis of the results of research work on improving the design of the UCHDM machine used in the seed delinting process, a technical solution has been developed and the direction of research work planned for implementation in the future has been substantiated.

Kalit so‘zlar: urug‘lik chigit, UChDM mashinasi, delinterlash, kamera, ishchi, silindr, tuksizlantirish, yechim, takomillashtirish.

Ключевые слова: посевние семена, машина УЧДМ, делинтер, камера, рабочий, цилиндр, опушенность, решение, усовершенствование.

Key words: seeding seeds, UCHDM machine, delinter, chamber, worker, cylinder, hairiness, solution, improvement.

UChDM tipidagi mashinalar urug‘lik chigitni tuksizlantirishga mo‘ljallangan bo‘lib, tuksizlantirilgan chigit tayyorlashda tukliligi 0,5 foizgacha va kam tukli chigit tayyorlashda 2,0±0,5 foizgacha bo‘lishini ta’minlaydi. UChDM tipidagi mashina bir bosqichli tuksizlantirish sexlari uskunalari majmuasida qo‘llaniladi, chunki mashinaning o‘zi ikki bosqichni bajaradi [1, 2].

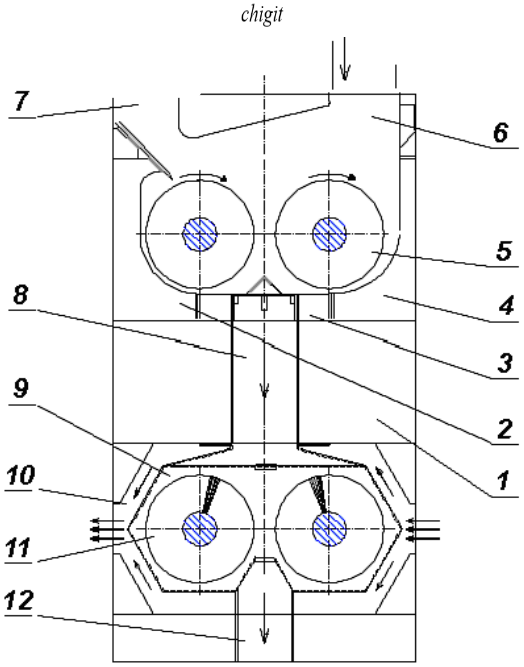
Urug‘lik chigitni delinterlash mashinasining tuzilishi 1-rasmda keltirilgan.

Urug‘lik chigitni delinterlash mashinasi rama va yonboshlardan 1, yuqori kamera tukli chigitni tuksizlantirish uchun arrali barabanlardan 5, chap 4, o‘ng 2 kamera va tortqichlar 3, perforatsiyali qobig‘dan iborat bo‘lgan pastki ishchi kamera 9, chigitni tuksizlantirish uchun metall cho‘tkali silindrlar 11 dan tashkil topgan. Agregatning ishchi zonasiga urug‘lik chigitni bir tekisda uzatish uchun ta’minlagich 6 bilan jihozlangan. Birinchi bosqichda tuksizlantirilgan chigitlarni pastki kameraga o‘tkazish uchun o‘tish tarnovi 8 o‘rnatilgan, tuksizlantirilgan chigitlarni pastki kameradan chiqarish uchun chiqish tarnovi 12 o‘rnatilgan.

Birinchi bosqichda tuksizlantirilayotgan chigitdan chiqayotgan momiqni so‘rib olish uchun quvur o‘rnatish teshiklari ta’minlagich 6 joylashgan tomondan mo‘ljallangan. Ikkinchi

bosqichda tuksizlantirilayotgan chigitdan chiqayotgan kalta momiqni so‘rib olish uchun quvur o‘rnatish teshiklari 10 mo‘ljallangan.

Boshlang‘ich diametri 250 mm bo‘lgan cho‘tkali baraban sozlanadigan xalqalar ichiga 0,5-1,0 mm tirqish bilan o‘rnatiladi. Tirqishni sozlash, sozlash xalqasini yondor bo‘ylab surilib amalga oshiriladi. Cho‘tkali barabanlar harakatni elastik mufta orqali uzatuvchi dvigatellardan qabul qilib, har qaysi ishchi kamerada bir tomonga aylanadi.



1- rama; 2- o‘ng kamera devori; 3- tortqich; 4- chap kamera devori; 5- arrali silindr; 6- ta’minlagich; 7- momiq so‘rish quvuri; 8- o‘tish tarnovi; 9-pastki ishchi kamera; 10- momiq so‘rish quvuri; 11- metall cho‘tkali silindr; 12- chigit chiqish tarnovi.

1-rasm. UChDM rusumli urug‘lik chigitni ikki bosqichli tuksizlantirish mashinasining sxemasi

Delinterlash mashinasining normal ishlashi chigitning ishchi kamerasiga bir tekis kelib turganida, chigit valiklarini bir xil zichligiga erishilganida va kameraning uzunligi bo‘yicha baraban bilan g‘alvirsimon qobiq orasida bir xil tirqish bo‘lgandagina ta’minlanadi.

Chigitning qoldiq tukdorligi chigitni seksiyadan chiqishida o‘rnatilgan to‘sqichning holati bilan sozlanadi.

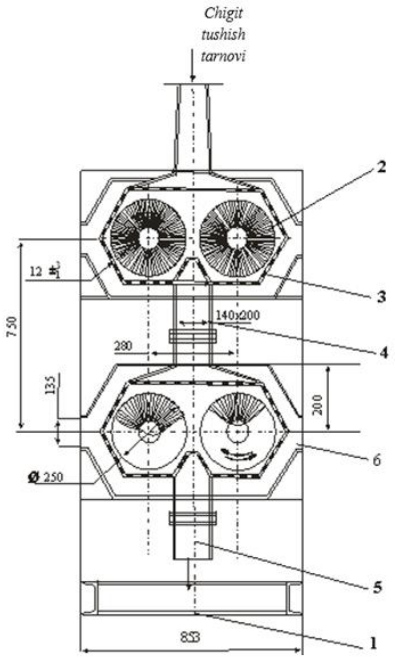
Urug‘lik chigitlarni tuksizlantirish vaqtida asosiy maqsad ularning tukdorligini kamaytirish va asosiy xususiyatlarini (unuvchanlik, mexanik shikastlanishi va boshqalar) saqlab qolish. Mexanik tuksizlantirishning asosiy muammolaridan biri chigitni to‘liq tuksizlantirishda uning shikastlanishiga yo‘l qo‘ymasdan, biologik xususiyatlarini to‘laligicha saqlab qolishdir.

Ishchi organlarining materiali va konstruksiyasi bo‘yicha mashinalar qattiq, elastik-egiluvchan va kombinatsiyali ishchi organlarga bo‘linadi. Qattiq ishchi organlarga arralar, abrazivlar kiradi. Elastik-egiluvchan ishchi organlarga esa metallcho‘tkali, plastinkali, ignalilar kiradi.

“Paxtasanoat ilmiy markazi” AJ da Elektronika ilmiy tekshirish instituti bilan birgalikda o‘tkazilgan tajribalar UChDM mashinasining ishchi kamerasini takomillashtirish imkonini berdi [3]. Urug‘lik chigitni delinterlash effektini oshirish uchun mashinaning konstruksiyasi ishlab chiqildi – ko‘p kamerali tuksizlantirish mashinasi (MKO), bunda ishchi kamerasining formasi o‘zgartirilgan, qo‘shimcha chigitli kameralarda chigitlar aylanib intensiv aralashib chigit qobig‘idan momiqlar qirib olinadi. UChDM rusumli urug‘lik chigitni ikki bosqichli

tuksizlantirish mashinasining **(**1-rasmdagi konstruktiv sxemasidan ham ko‘rish mumkin) ishlab chiqarish sharoitida uning yuqori kamerasidan ajratib olingan momiqni so‘rishda havoni miqdori va bosimi aniq rostlanishini talab etiladi. Havo bosimining ko‘paytirib yuborilishi, chigitlarning momiqqa aralashishiga olib keladi. Dastlabki tukli chigitni agregatga uzatish bo‘yicha ish unumdorligini IVA variatorini rostlash orqali o‘zgartiriladi. Bu mashinalarda kam tukli urug‘lik chigitlarni tayyorlash jarayonida tajriba o‘tkazilganda tuk qoldig‘ining 2,0-3,0 foizga oshirilishi tuksizlantirilgan chigitni chiqish tirqishida tiqilish hosil bo‘lishiga va ish unumdorligining kamayishiga olib keldi. [4].

“Paxtasanoat ilmiy markazi” AJ tomonidan ishlab chiqilgan texnik yechimga ko‘ra (2-rasm), UChDM mashinasining yuqori kamerasi xam ko‘p qirrali ko‘rinishda bo‘lishi tavsiya etilgan [4]. O‘tkazilgan tajribalar natijasida UChDM mashinasining yuqori kamerasiga arrali silindr o‘rnatilganida tuksizlantirish vaqtida chigitning mexanik shikastlanganligi belgilangan me’yorlardan oshib ketgani aniqlangan. Shu sababli tadqiqotchilar ko‘p qirrali yuqori ishchi kamerasiga elastik egiluvchan ishchi organ- metall cho‘tkali silindr o‘rnatilishini taklif etganlar [4].



1-rama; 2-metall cho‘tkali silindr; 3-kameraning qobig‘i; 4-o‘tish tarnovi; 5-chigit chiqarish tarnovi; 6-momiq so‘rish tuynigi

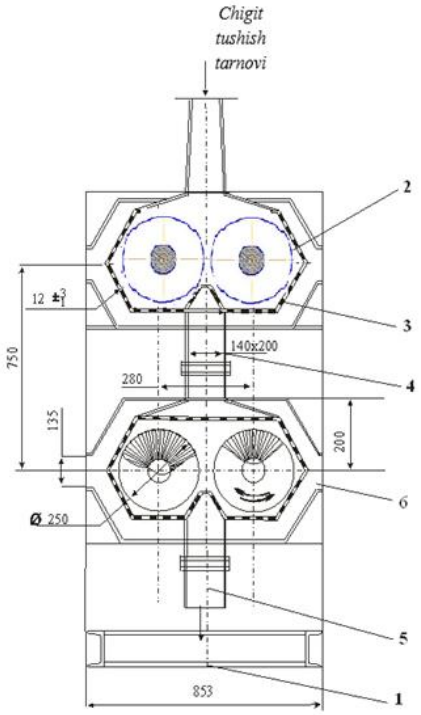
2-rasm. Takomillashtirilgan urug‘lik chigit delinterlash mashinasining yon ko‘rinishi

“Paxtasanoat ilmiy markazi” AJ tomonidan ishlab chiqilgan texnik yechimning ijobiy tomoni shundan iboratki, yuqori kameradan ajratib olingan momiqni so‘rish quvuriga chigitni aralashib ketmasligi bartaraf etilgan. Lekin UChDM rusumli chigitni delinterlash mashinasining yuqori ishchi kamerasida qo‘llanilayotgan arrali silindrlarni metall cho‘tkali silindrlarga almashtirilishi uning ish unumdorligini kamayishiga olib kelishi mumkin.

Bundan tashqari bizni fikrimizcha, UChDM mashinasini yuqori ishchi kamerasida qo‘llanilgan ko‘p qirrali kameraning yopiq bo‘lganligi chigitni mexanik shikastlanganligini oshirishga sabab bo‘lgan bo‘lishi mumkin.

UChDM mashinasini yuqori kamerasida tuksizlantirilayotgan chigitlar oqimini erkin xarakatlanishini ta’minlash maqsadida ko‘p qirrali ishchi kamerani yuqori qismini ochiq holatda qoldirish taklif etildi (3-rasm). Abduraxmonov O. [5] ning ilmiy tadqiqot ishlari natijasini e’tiborga olgan holda UChDM agregatining ko‘p qirrali yuqori ishchi kamerasida arrali yoki

arrali-metall cho‘tkali kombinatsiyalashgan ishchi silindrlarni qo‘llab tajribalarni davom ettirish maqsadga muvofiq degan xulosaga kelindi.



1-rama; 2-arrali yoki kombinatsiyalashgan (arrali-cho‘tkali) silindr; 3-kameraning qobig‘i; 4-o‘tish tarnovi; 5-chigit chiqarish tarnovi; 6-momiq so‘rish tuynigi

3-rasm. Ishlab chiqilgan texnik yechimga ko‘ra takomillashtirilgan urug‘lik chigit delinterlash mashinasining yon ko‘rinishi

Xulosa. Yuqoridagilardan kelib chiqib, UChDM urug‘lik chigitni delinterlash mashinasini takomillashtirish bo‘yicha texnik yechim ishlab chiqildi [6]. Ishlab chiqilgan texnik yechimni amalga oshirish bo‘yicha ilmiy tadqiqot ishining quyidagi vazifalari belgilab olindi:

-paxta chigitini delinterlash jarayonlari texnologiyasi bo‘yicha to‘plangan tajribalarni delinterlashda qo‘llaniladigan ma’lum texnik yechimlar va ularning mahsulot sifat ko‘rsatkichlariga ta’sirini tahlil qilish bilan umumlashtirish;

-paxta chigitini ikki bosqichli tuksizlantirish jarayonini samaradorligini oshirish va chigitning mexanik shikastlanishini kamayishini ta’minlovchi UCHDM mashinasining takomillashtirilgan konstruksiyasini ishlab chiqish;

- UCHDM ning takomillashtirilgan konstruksiyasini ilmiy asoslash va chigitdan delintlarni ajratishning yuqori kameraning shakli va parametrlariga bog‘liqligini nazariy tadqiq etish;

-ishlab chiqilgan delinterlash mashinasining tajriba konstruksiyasi nusxasini tayyorlash, eksperimental tekshirish va ishlab chiqarish sharoitida tadqiqotlar o‘tkazish, uning texnik ko‘rsatkichlarini aniqlash.

ADABIYOTLAR

1. Patent na poleznuyu model. Delinter. №FAP 01690. Zaregistr. 18.08.2021.
2. Delinter. Foydali modelga patent. FAP № 00843. 17.09.2013 y. Kushakeev B.Ya., Rakipov V.G., Gulyaev R.A., Djamalov R.K., Nazirov R.R.
3. Отчёт Института электроники АН РУз по хоздоговору №1-IE-02 «Разработка комбинированного оголителя посевных семян хлопчатника», Ташкент, 2002.

4. V.G.Rakipov, R.K.Djamolov va boshqalar. Zamonaviylashtirilgan urug‘lik chigit tayyorlash sexlarida delinterlash texnologiyacini takomillashtirish. ITX mavzu 0908. “Paxtacanoat ilmiy markazi” AJ, Toshkent. 2009.-26 bet.

5. О.Ш.Абдураҳмонов, А.А.Акромов. “Обоснование направления исследований по разработке делинтера посевных семян” Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022.8(101). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive /item/14185

6. O.Sh.Abdurahmonov, A.A.Akromov. “Arrali-cho‘tkali barabanli takomillashtirilgan UChDM delinterini laboratoriya stendini tayyorlash va dastlabki tajriba natijalari” Buxoro muxandislik-texnologiya instituti “Fan va texnologiyalar taraqqiyoti” ilmiy-texnikaviy jurnali №2 2023 y. 207-210 s.

7. O.Sh.Abdurahmonov, A.A.Akromov. “UCHDM mashinasini arra-metall cho‘tkali silindri ta’sirida delinterlash jarayonini nazariy va tajriba-sinov tahlillari” Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti “O‘zbekiston to‘qimachilik” jurnali. №1 2023 y 13-20 s.

8. O.Abduraxmonov, I.Boltayev. “The test results of an improved saw with a drum with a metal brush uchdm delinters, in conditions of preparation of sowing seeds” Journal of Textile and Fashion Technology (JTFT) Vol. 13, Issue 1, 1–4 © TJPRC Pvt. Ltd. Published: Apr 17, 2023.

9. О.Ш.Абдураҳмонов, А.А.Акромов. “Совершенствование конструксии делинтера с селю увеличения производителности” Соҳа корхоналари учун юқори малакали кадрлар тайёрлашда миллий ва хорижий тажрибалар мавзусидаги халқаро илмий – амалий анжуман тўплами. Тошкент-2022. ТТЕСИ 27 октябр. 160-162 с.

10. A.A.Akromov, I.T.Qulmatov, O.Sh.Abdurahmonov. “Urug‘lik chigit delinterlash mashinalari uchun yangi konstruksiyadagi silindrni ishlab chiqish” Paxtachilikning innovatsion rivojlanishi: nazariy va amaliy tamoyillari xalqaro paxta kuniga bag‘ishlab o‘tkazilgan Ilmiy-amaliy anjuman materiallari. Toshkent 2022 (*2022 yil 7 okatabr*). 186-188 s

11. O.Sh.Abdurahmonov A.A.Akramov. “Kombinatsiyalashgan silindrlarni aylanish tezligini chigit tuksizlantirish jarayoniga ta’sirini o‘rganish” “Muxandislik-texnologiya fan soxalaridagi muammolar: yechim va takliflar" nomli I-ilmiy texnik-texnik anjumani II-qism. Termiz 2022 (2022 yil 3 aprel) 346-349 bet.

UDK: 62-5

EFFECT OF SCANNING STRATEGY ON SURFACE DEVIATION, DISPLACEMENT, AND RESIDUAL STRESS IN SELECTIVE LASER MELTING OF SIMPLE GEOMETRIES

Rajabov Jaloladdin Mansurovich
Urgench state university named after Abu Rayhan Beruni Department of transport systems, Lecturer

Mirzayev Otabek Taxir ogli
Urgench state university named after Abu Rayhan Beruni Department of transport systems, Lecturer

Atajanova Saodat
Urgench state university named after Abu Rayhan Beruni Department of transport systems, Senior Lecturer

Masharibov Anvarbek
Urgench state university named after Abu Rayhan Beruni Department of transport systems, Lecturer

Ismoilov Rakhmatjon
Urgench state university named after Abu Rayhan Beruni Department of transport systems, Lecturer

Abstract. Selective Laser Melting (SLM) is a widely used metal additive manufacturing process capable of producing complex geometries with high precision. However, challenges such as surface deviation, displacement, and residual stress often arise due to rapid thermal cycling and uneven heat distribution during the process. Among various process parameters, the scanning strategy (hatch type) plays a critical role in determining the thermal history and final quality of the printed part. This study investigates the effect of different scanning strategies that unidirectional, bidirectional, chessboard, and stripe patterns on the dimensional and mechanical behavior of a simple geometry using Simufact Additive simulation software. The insights from this research provide a foundation for selecting optimal scanning strategies, thereby reducing post-processing requirements and enhancing the overall reliability and cost-effectiveness of SLM-produced components.

Annotatsiya. Selektiv lazer bilan modellarni hosil qilish texnologiyasi-murakkab geometriyalarni yuqori aniqlikda ishlab chiqarish imkonini beruvchi keng qo‘llaniladigan metall kukunlari yordamida turli xil detallarni ishlab chiqarish jarayonidir. Biroq jarayon davomida tezkor termal sikllar va notekis issiqlik taqsimoti tufayli modelda yuzaki og'ish, siljish va qolgan stresslar kabi muammolar yuzaga kelishi mumkin. Jarayon parametrlaridan skanerlash strategiyasi (skanerlash yo‘lini belgilash) issiqlik tarixi va chop etilgan qismining yakuniy sifatini aniqlashda muhim rol o‘ynaydi. Ushbu tadqiqotda bir qator skanerlash strategiyalarining ta’siri, jumladan, bir yo‘nalishli, ikki yo‘nalishli, shaxmat taxtasi va chiziqli naqshlar, oddiy geometriyaning o‘lcham va mexanik xatti-harakatlariga Simufact Additive simulyatsiya dasturi yordamida o‘rganildi. Ushbu tadqiqotdan olingan ma'lumotlar optimal skanerlash strategiyalarini tanlash uchun asos yaratib, keyingi ishlov berish talablarini kamaytirish va SLM texnologiyasi yordamida ishlab chiqarilgan komponentlarning umumiy ishonchliligini va xarajat samaradorligini oshirishga yordam beradi.

Аннотация. Селективное лазерное плавление (SLM)-это широко используемый процесс металлического аддитивного производства, способный производить сложные геометрии с высокой точностью. Однако в процессе часто возникают такие проблемы, как отклонение поверхности, смещение и остаточные напряжения из-за быстрого

термического цикла и неравномерного распределения тепла. Среди различных параметров процесса стратегию сканирования (тип штриховки) имеет решающее значение для определения тепловой истории и конечного качества напечатанной детали. В этом исследовании изучено влияние различных стратегий сканирования, таких как однонаправленная, двунаправленная, шахматная и полосатая схемы, на размерное и механическое поведение простой геометрии с использованием программного обеспечения Simufact Additive. Результаты данного исследования служат основой для выбора оптимальных стратегий сканирования, что позволяет уменьшить требования к постобработке и повысить общую надежность и экономическую эффективность компонентов, произведенных с помощью SLM.

Key words: von mises stress, hatch type, displacement, surface deviation, lazer power, scanning strategy

Kalit so‘zlar: von mises stressi, skanerlash yo‘li, siljish, yuzaki og'ish, lazer quvvati, skanerlash strategiyasi

Ключевые слова: напряжение по Вону Мизесу, тип штриховки, смещение, отклонение поверхности, мощность лазера, стратегия сканирования.

INTRODUCTION

Additive manufacturing (AM), particularly Selective Laser Melting (SLM)**,** has emerged as a transformative technology in producing complex metal components with high precision and design flexibility [1]. SLM employs a high-energy laser to selectively fuse fine metal powders, enabling the fabrication of intricate geometries that are difficult or impossible to achieve through conventional subtractive methods. Despite its advantages, the SLM process is inherently accompanied by residual stresses**,** thermal distortions, and surface deviations, which can significantly affect the dimensional accuracy, mechanical performance, and overall reliability of the final part [2]. These issues are primarily caused by rapid thermal gradients and non-uniform heat distribution during the layer-by-layer melting and solidification process [3].

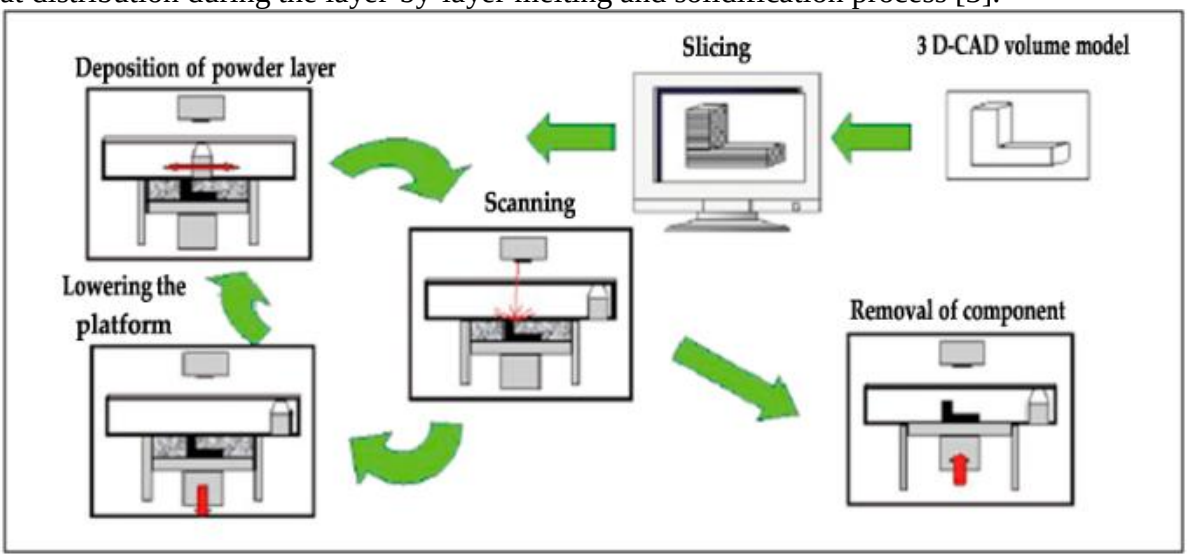


Figure 1. Steps of laser powder bed fusion analyses

Among the various factors influencing part quality in SLM, the scanning strategy**,** also known as the hatch type or scan path**,** plays a critical role. The scanning strategy dictates the laser movement pattern across each layer, thereby controlling heat accumulation and cooling rates within the material. Different strategies, such as unidirectional, bidirectional, chessboard, and stripe patterns**,** lead to distinct thermal histories, which directly influence the magnitude of

surface deviation, displacement, and residual stress in the printed part [4]. Previous studies have investigated the effect of scanning strategies on mechanical properties and residual stresses, but most have focused on complex industrial geometries or relied on empirical experiments, which are often costly and time-consuming. In this study, Simufact Additive, a specialized simulation software for metal additive manufacturing, was employed to systematically analyze the impact of various scanning strategies on a simple geometry model [5]. By conducting finite element simulations, the relationship between scan path and surface deviation, displacement, and von Mises residual stress was quantified. The primary aim of this research is to identify the optimal scanning strategy that minimizes distortion and residual stresses while maintaining geometric accuracy. The results of this study provide a scientific foundation for selecting appropriate scanning patterns in SLM processes and contribute to improving part quality and reducing production costs in additive manufacturing industries. Based on the conducted simulations and obtained results, Simufact Additive is highly recommended as a powerful and reliable software environment for analyzing the Selective Laser Melting (SLM) process[6].

MATERIALS AND METHODS

Geometry Design

A simple rectangular 3D model was developed to systematically study the effect of scanning strategy on surface deviation, displacement, and residual stress. The model dimensions were 60 mm in length, 20 mm in height, and **7** mm in thickness that was showed on figure 1. This simple geometry was chosen to eliminate the influence of complex design features and to focus solely on the effect of scan path variations during the Selective Laser Melting (SLM) process and get fast results of simulation.That is why, 2.5mm voxel mesh was chosen.

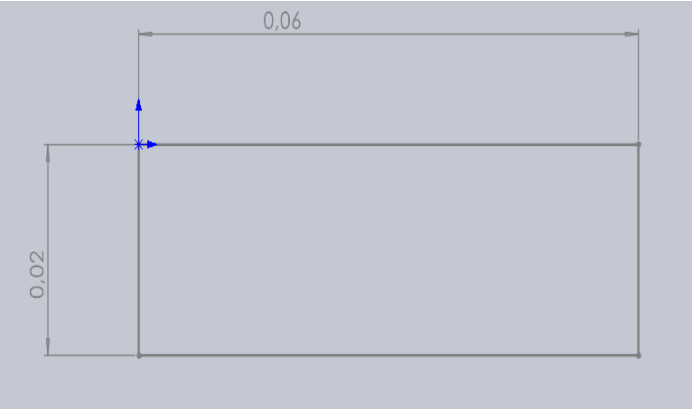


Figure 2. Length and height of printed model

Cutting direction

In the simulation study performed within Simufact Additive**,** the cutting direction of the fabricated geometry was investigated with respect to the support structure and its interface with the base plate. The model was designed with a support height of 3 mm to ensure adequate stability during the selective laser melting (SLM) process. For the post-processing stage, a cutting operation was simulated to analyze detachment characteristics. The cut was applied from the base plate upward**,** beginning at 1.5 mm, which corresponds to the midpoint of the support structure. This approach allowed the evaluation of stress redistribution and deformation behavior during partial separation of the component. Cutting at half of the support height was selected in order to balance two primary considerations: (i) minimizing excessive deformation induced by complete removal of the support at once, and (ii) providing a controlled condition for evaluating residual stress release in the component. The simulation results highlighted how directional cutting from the base upward to mid-support influences stress relaxation, displacement trends, and the stability of the part during removal. This methodological setup provides a clearer

understanding of how incremental cutting strategies can improve both the manufacturability and post-processing reliability of parts produced via SLM.

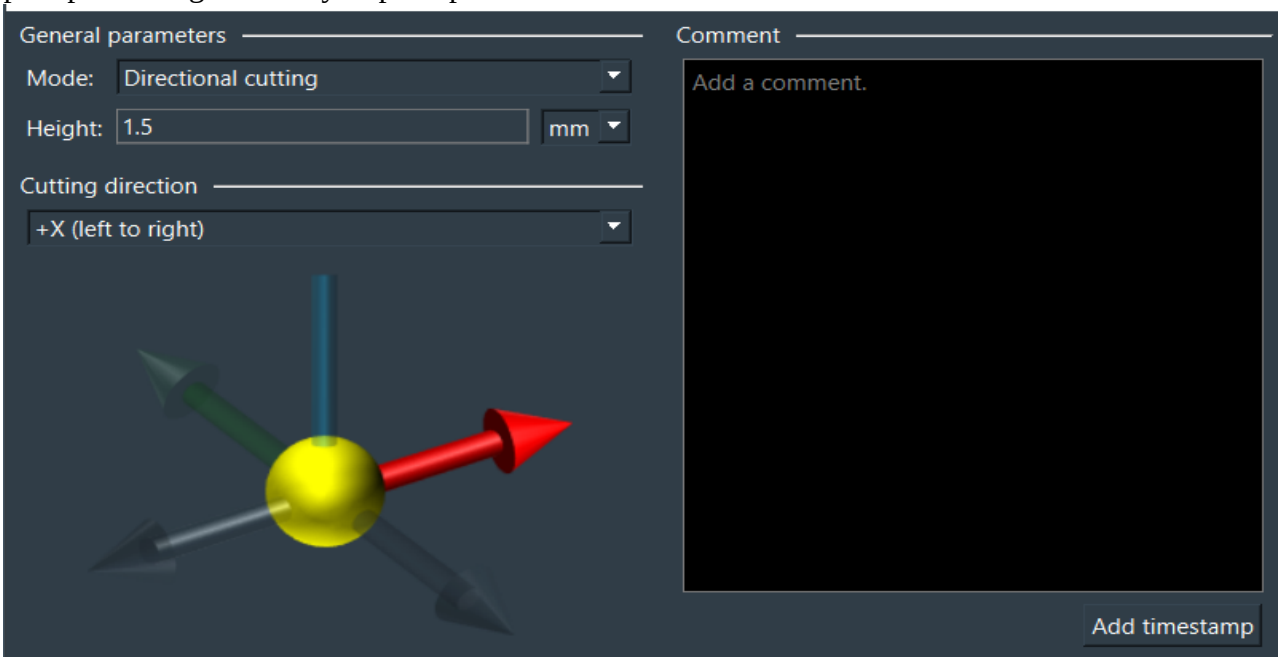


Figure 3. Cutting direction of printed model

Material Selection

The material used for this study was Aluminum Alloy AlSi10Mg, which is commonly employed in additive manufacturing due to its excellent mechanical properties, low density, and good corrosion resistance. AlSi10Mg is widely used in aerospace, automotive, and tooling applications. Its chemical composition and thermal behavior make it suitable for SLM, allowing accurate simulation of the thermal and mechanical effects during the layer-by-layer melting process.

Simulation Setup

The numerical simulations were conducted using Simufact Additive**,** a finite element analysis (FEA) software specialized for metal additive manufacturing. This software allows for the prediction of thermal history, residual stress, part distortion, and surface deviation throughout the entire build process. The process parameters were kept constant for all simulations to ensure that only the scanning strategy influenced the outcomes. Key parameters such as laser power, scan speed, and layer thickness were predefined based on standard SLM process settings for AlSi10Mg.

The model was virtually printed within the software's build chamber environment, and the simulations accounted for heat transfer, phase changes, and mechanical constraints to replicate real SLM conditions as closely as possible. After the completion of each simulation run, post-processing tools in Simufact Additive were used to measure von Mises residual stress, surface deviation, and total part displacement**.**

Scanning Strategies

Four different scanning strategies (hatch types) were investigated to analyze their effect on part quality and structural integrity in figure 5:

1. Unidirectional Scanning-The laser scans in a single direction for each layer.
2. Bidirectional Scanning-The laser alternates scanning directions between subsequent tracks, reducing directional heat build-up.
3. Stripe-Wise Scanning-The model is divided into stripe sections, each scanned

independently to control localized heating.

4. Chessboard Scanning-The layer is divided into small square fields, scanned in a sequence similar to a chessboard pattern to minimize thermal gradients.

Each strategy was applied separately to the same model, and simulation outputs were recorded for comparative analysis. The evaluation focused on identifying which scanning strategy produced minimum surface deviation, lowest displacement, and reduced von Mises residual stress**.**

Power W	Scanning speed mm/s	Efficiency %	Spot size mm	Layer thickness mm	Recoater time second
370	1200	35	0.1	0.05	5

Figure 4. Printing parameters of laser powder bed fusion process

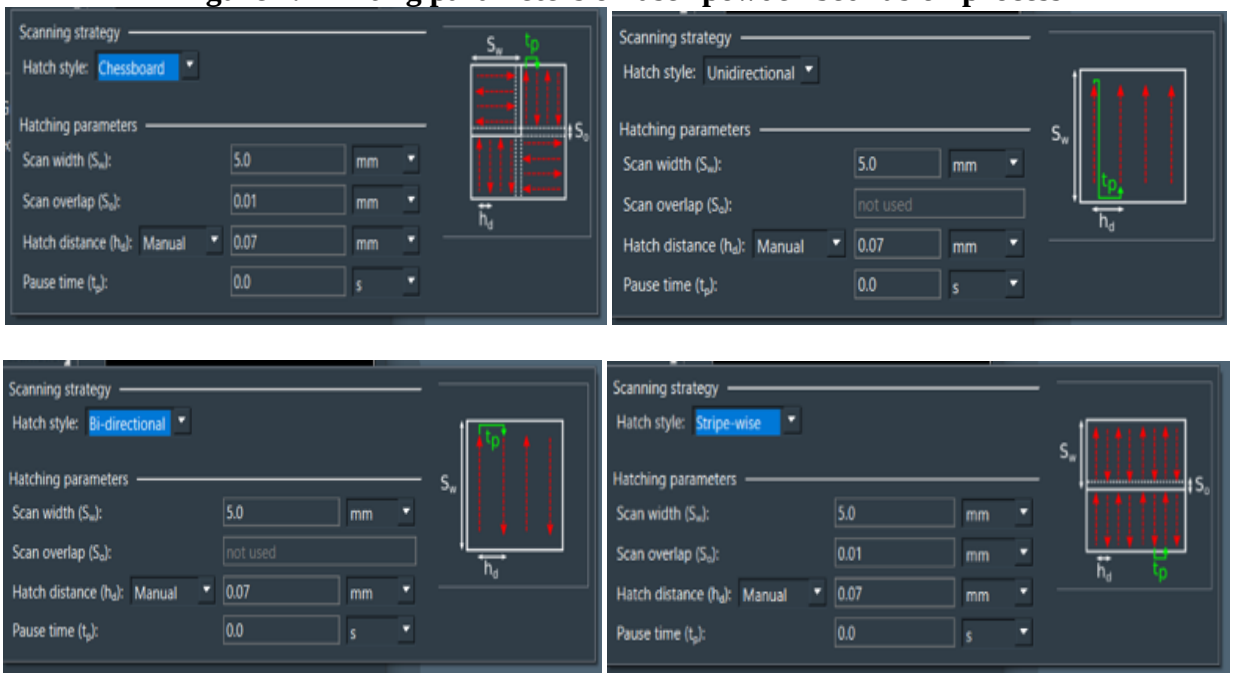


Figure 5. Four type of scanning strategy

RESULTS AND DISCUSSION

The simulations conducted in Simufact Additive provided insights into the influence of four different scanning strategies-unidirectional, bidirectional, stripe-wise, and chessboard-on three key quality indicators of the SLM process: surface deviation**,** total displacement**,** and von mises equivalent residual stress**.** The results are summarized in Table 1**.**

Table 1

Scanning strategy	Surface deviation (mm)	Total displacement (mm)	Equivalent von mises stress (MPa)
Unidirectional	0.20	0.72	199.1
Bidirectional	0.20	0.72	199.1
Stripe-wise	0.20	0.91	199.1
Chessboard	0.20	0.72	199.1

Surface Deviation

The simulation results indicate that surface deviation remained constant at 0.20 mm across all four scanning strategies which is shown on figure 4. This suggests that, for the given geometry and process parameters, scanning strategy had no significant effect on surface

accuracy. The uniform surface deviation implies that other factors, such as layer thickness, laser power, and scan speed, are more dominant in controlling surface quality than the scanning path itself. These findings are consistent with previous studies that reported minimal influence of scanning patterns on surface deviation when processing relatively simple geometries.

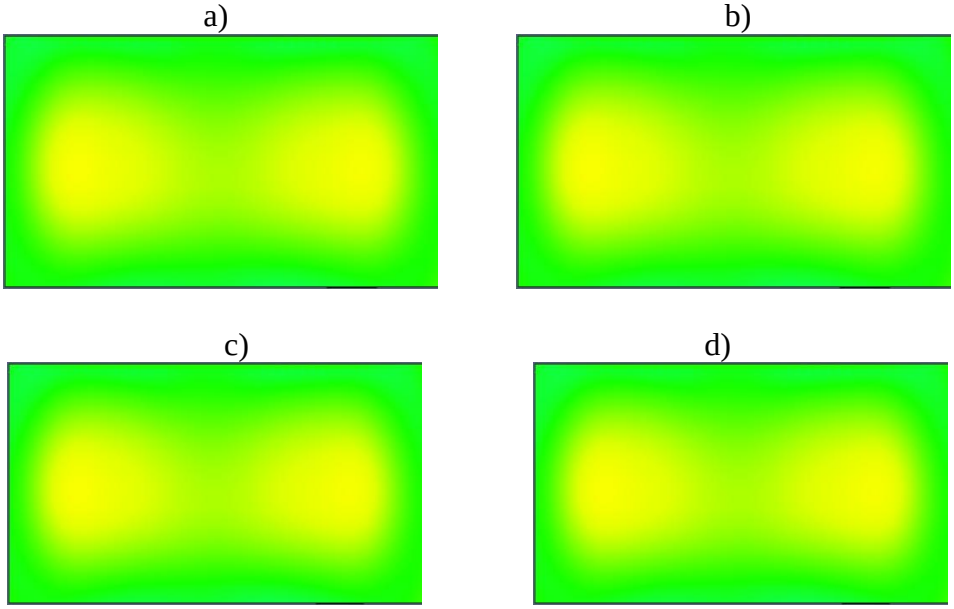


Figure 6. Surface deviation distribution for (a) unidirectional scanning, (b) bidirectional, (c)stripe –wise and (d) chessboard scanning strategies, showing a maximum deviation of 0.20 mm in both cases

Total Displacement

A notable difference was observed in total displacement**.** For unidirectional, bidirectional, and chessboard scanning strategies, the total displacement was 0.72 mm**,** whereas the stripe-wise strategy resulted in a significantly higher displacement of 0.91 mm. This indicates that the stripe-wise scanning method generated greater thermal gradients and localized heat accumulation, leading to increased distortion during the build process. The stripe-wise pattern involves sequentially scanning isolated stripes, which can cause non-uniform shrinkage and directional warping, particularly in simple geometries where heat dissipation is less constrained. In contrast, the chessboard strategy effectively distributed heat across smaller zones, minimizing residual stresses and deformation. Thus, for minimizing displacement in SLM of simple parts, chessboard, bidirectional, and unidirectional strategies are more suitable than stripe-wise scanning.

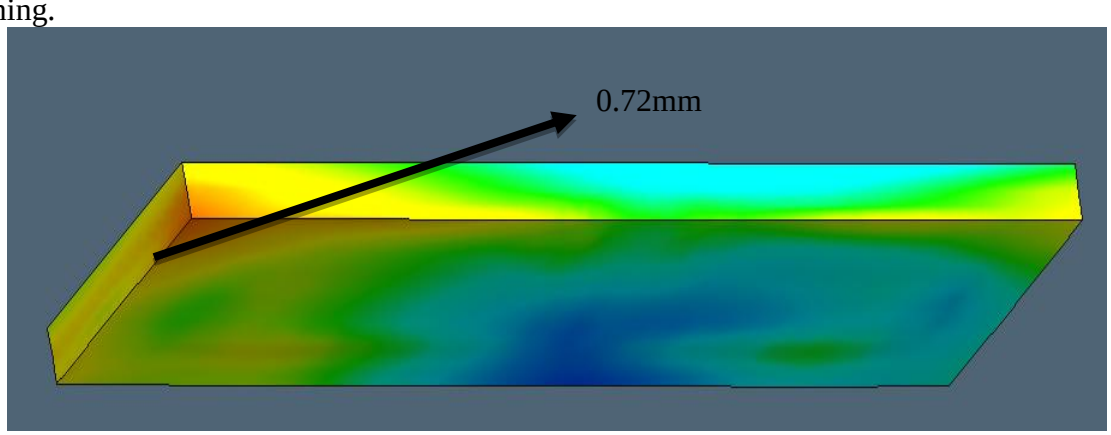


Figure 7. Results of displacement on (a) unidirectional scanning, (b) bidirectional and (d) chessboard scanning strategies

Equivalent von Mises Stress

The equivalent von Mises stress was found to be 199.1 MPa for all four scanning strategies. This uniform result suggests that the overall thermal stress distribution was primarily influenced by material properties (AlSi10Mg) and fixed process parameters**,** rather than the scanning strategy. Since the same build orientation and boundary conditions were applied, the scanning pattern did not significantly affect the final residual stress level.While the residual stress remained constant, differences in displacement indicate that geometry deformation is more sensitive to localized heat effects than the bulk residual stress state. This finding highlights the need for strategies such as preheating or optimized support structures to further reduce thermal distortion in practical manufacturing scenarios. The combined results demonstrate that while scanning strategy may not significantly alter surface deviation or residual stress, it has a pronounced effect on part displacement**.** Among the strategies evaluated, the chessboard pattern is the most effective for minimizing deformation, followed closely by bidirectional and unidirectional approaches. The stripe-wise method is less suitable for simple geometries due to its tendency to create high thermal gradients and uneven shrinkage.

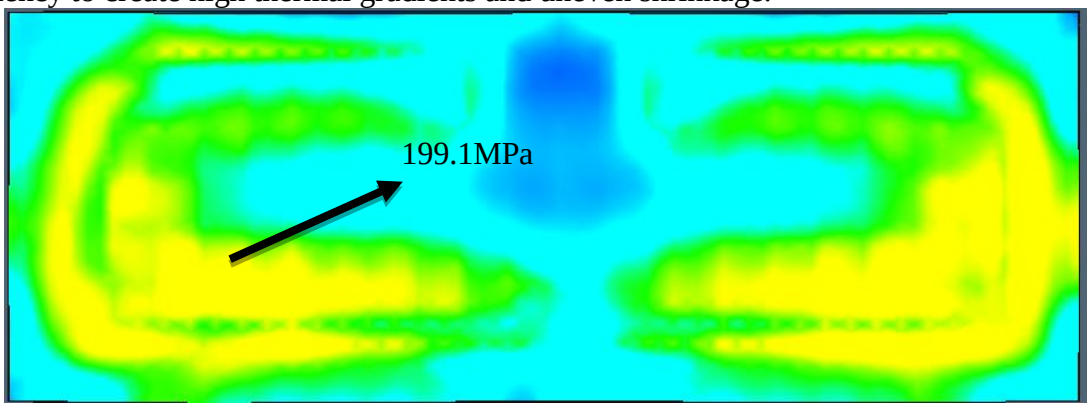


Figure 8. Results of von misses stress on (a) unidirectional scanning, (b) bidirectional, (c)stripe –wise and (d) chessboard scanning strategies

CONCLUSION

The results demonstrated that surface deviation remained constant at approximately 0.49 mm for all scanning strategies, indicating that scanning pattern alone has minimal influence on surface quality for simple geometries. However, total displacement varied significantly while unidirectional, bidirectional, and chessboard strategies produced identical displacements of 0.72 mm, the stripe-wise strategy resulted in a higher displacement of **0.**91 mm**,** due to localized heat accumulation and uneven cooling. In contrast, the equivalent von Mises residual stress remained consistent at 199.1 MPa across all scanning strategies, showing that residual stress is more dependent on material properties and thermal cycles rather than scan path selection. These findings suggest that while surface deviation and residual stress are largely unaffected by scanning strategy for simple geometries, the choice of scanning pattern directly impacts distortion and dimensional accuracy. Among the strategies tested, the chessboard, bidirectional, and unidirectional strategies were most effective in minimizing deformation, whereas the stripe-wise strategy was less suitable due to its tendency to cause higher distortion.

REFERENCES

1.Eyob Messele Sefene. “State of the art of selective lazer melting process: A comprehensive review” https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.04.002

2. C. Li, J.F. Liu, Y.B. Guo. “Prediction of Residual Stress and Part Distortion in

Selective Laser Melting". 2016 https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.02.058

3. Payam Seraj, Abbas Akabarzadeh, Mohsen Mohammadi. "Finite element heat transfer analysis in selective laser melting of AlSi10Mg alloy using bi-directional scan strategy: Enhanced thermal conductivity considerations".2023. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.11.067

4. Ahmed Abdelgawad, Imad Barsoum, Rashid K. Abu Al-Rub "Influence of scanning patterns on residual stresses and mechanical properties in LPBF-manufactured cellular structures".2025. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2025.114607

5. Noha Peter, Zachary Pitts, Spencer Thompson, Ankit Saharan "Benchmarking build simulation software for laser powder bed fusion of metals".2020. https://doi.org/10.1016/j.addma.2020.101531

6. Bakhtiyor Kurambaev Rajabovich,Mirjalol Ismoilov Ruziboy ugli, "Optimization of the Design of the Cultivator Rotary Working Body Blade and Analysis of the Vertical Load Value". International Journal of AdvancedResearch in Science, Engineering and Technology. Vol. 12, Issue 2, February 2025, 22817-22821-page.

УДК 661.665.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ПОРОШКООБРАЗНОГО ЭЛАСТОМЕРА НА ПРОЧНОСТНЫЕ ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сабирова Озода Шермахаматовна
Наманганский государственный технический университет, доктор философии технических наук (PhD
ozodasobirova1984@gmail.com

Аннотация. В этой статье исследуется влияние эластомерного порошка на прочность и адгезионные свойства амортизирующих композитных материалов на основе эпоксидных смол. Было обнаружено, что добавление резинового порошка увеличивает ударную способность системы из-за высокой гибкости макромолекул резины. При этом с увеличением содержания эластомера происходит снижение прочности сцепления из-за ухудшения адсорбционного взаимодействия связующего с подложкой. Было показано, что минеральные наполнители с высокой поверхностной энергией улучшают структурные процессы эпоксидного связующего и повышают его адгезию. Полученные результаты позволяют определить оптимальное соотношение полимерных и минеральных наполнителей для получения композитов с необходимыми демпфирующими и механическими свойствами.

Annotatsiya. Ushbu maqola elastomer kukunining epoksi qatronlar asosidagi amortizator kompozit materiallarning mustahkamligi va yopishqoq xususiyatlariga ta'sirini o‘rganadi. Kauchuk kukunining qo‘shilishi kauchuk makromolekulalarining yuqori moslashuvchanligi tufayli tizimning ta'sir kuchini oshirishi aniqlandi. Shu bilan birga, elastomer tarkibining ortishi bilan bog'lovchining substrat bilan adsorbsion o‘zaro ta'sirining yomonlashishi tufayli yopishqoqlik kuchining pasayishi kuzatiladi. Yuqori sirt energiyasiga ega bo‘lgan mineral plomba moddalari epoksi bog'lovchining strukturaviy jarayonlarini yaxshilashi va uning yopishqoqligini oshirishi ko‘rsatilgan. Olingan natijalar kerakli damping va mexanik xususiyatlarga ega kompozitlarni olish uchun polimer va mineral plombalarning optimal nisbatini aniqlash imkonini beradi.

Abstract. This article examines the effect of elastomer powder on the strength and adhesive properties of shock-absorbing composite materials based on epoxy resins. It was found that the addition of rubber powder increases the impact capacity of the system due to the high flexibility of the rubber macromolecules. At the same time, with an increase in the elastomer content, the adhesion strength decreases due to a deterioration in the adsorption interaction of the binder with the substrate. Mineral fillers with high surface energy have been shown to improve the structural processes of the epoxy binder and enhance its adhesion. The results obtained make it possible to determine the optimal ratio of polymer and mineral fillers for obtaining composites with the necessary damping and mechanical properties.

Ключевые слова: порошковый эластомер, демпфирующий материал, эпоксидная смола, адгезионная консистенция, микрокаттерия, минеральные наполнители, резина, структура, ударная вязкость, адсорбционное взаимодействие

Kalit so‘zlar: kukunli elastomer, damping materiallari, epoksi qatroni, yopishtiruvchi mustahkamlik, mikroqattiqlik, mineral plomba moddalari, kauchuk, struktura, zarba kuchi, adsorbsion o‘zaro ta’sir

Keywords: powder elastomer, damping material, epoxy resin, adhesive consistency, microcattery, mineral fillers, rubber, structure, impact strength, adsorption interaction

Известно, что ударную прочность полимеров зависят от гибкости макромолекул. Следовательно, у линейных полимеров, особенно вулканизованных каучуков, несмотря на их сшитую структуру, макромолекулы обладают высокой гибкостью. Поэтому при наполнении композиций резиновым порошком значительную часть энергии принимают на себя именно гибкие макромолекулы каучука. Следовательно, ударная прочность системы значительно повышается.

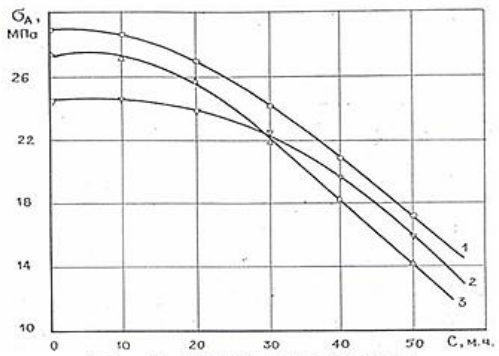
Кроме вязкоупругих свойств и ударной прочности, к вибропоглощающим материалам предъявляются также определенные требования по физико-механическим свойствам покрытий, а именно, адгезионной прочности σ_A и микротвердости Нм.

Как видно из рисунак 1, с увеличением содержания порошкообразного эластомера до 10 м.ч. σ_A исследованных композиций увеличивается, а затем наблюдается резкое снижение. Характер изменения σ_A во всех случаях не меняется.

Известно [1], что характер адгезионного взаимодействия и прочности адгезионного соединения определяется адсорбционными процессами, протекающими на поверхности раздела полимер-подложка.

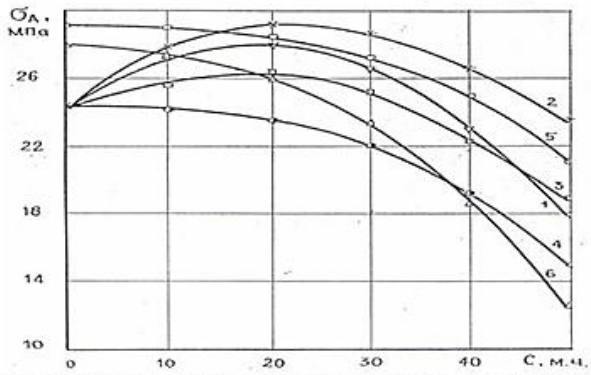
Основное отличие адсорбции полимеров от адсорбции низкомолекулярных веществ состоит в том, что вследствии большой молекулярной массы адсорбируемых молекул, с поверхностью адсорбента в большинстве случаев связывается только относительно небольшая часть сегментов макромолекул, в то время как ее большая часть простирается от поверхности в полимер и не связана адсорбционными силами с поверхностью. С этой точки зрения, снижение σ_A композиции при введении в нее наполнителей обусловлено ухудшением адсорбционного взаимодействия связующего с поверхностью подложки. Так, с увеличением содержания наполнителя доля связующего, взаимодействующая с поверхностью подложки, уменьшается, большая часть полимера расходуется на смачивание поверхности наполнителей.

Данные, представленные на рис.2, также полностью подтверждают вышесказанные предположения. Видно, что с увеличением количества наполнителей минерального происхождения до 20 м.ч., наблюдается некоторый рост σ_A эпоксидной композиции на основе олигомера ЭД-16. Дальнейшее увеличение содержания наполнителей вызывает резкое снижение σ_A композиций. Следует отметить, что добавление в эпоксидный полимер одинарного наполнителе резинового порошка в любом количестве способствует уменьшению σ_A композиции. Это обусловлено тем, что частицы порошкообразного эластомера, обладая меньшей поверхностной энергией, чем минеральные наполнители, не оказывают влияния на процессы образования сетчатой структуры эпоксидного полимера, а наоборот, ухудшают адсорбиционное взаимодействие связующего с подложкой и, вследствие этого, $\boldsymbol{\sigma_A}$ системы снижается.



1-Эд-16; 2-ЭИС-1; 3-ФАЭД-20.

Рис. 1. Зависимость адгезионной прочности композиций на основе эпоксида новых олигомеров от содержания порошкообразного эластомера



1-Графит; 2-каолин; 3-тальк; 4-РП; 5-каолин-20+РП; 6-РП+Графит-20 м.ч.

Рис. 2. Зависимость адгезионной прочности композиции на основе олигомера ЭД-16 от содержания одинарных и минеральных дисперсных наполнителей.

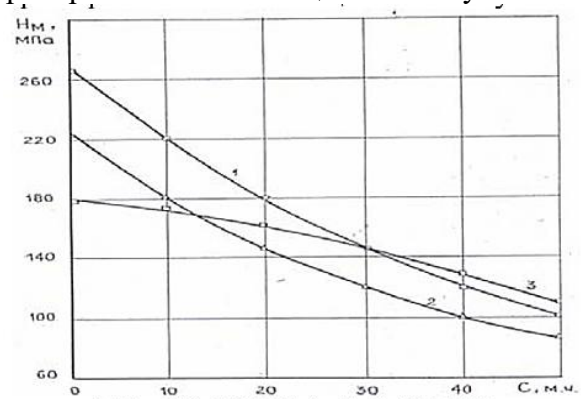
Увеличение σ_A композиции при наполнении дисперсными наполнителями до 20 м.ч. обусловлено влиянием высокой поверхностной энергии минеральных наполнителей на процессы структурирования связующего. Частицы наполнителей служат активными центрами гелеобразования, и при этом ускоряется образование сетчатой структуры.

Анализ данных, приведенных на рис 2, показывает, что дополнительное добавление к наполненным минеральным наполнителям полимерного наполнителя-резинового порошка вызывает, как следовало ожидать, снижение σ_A системы.

Таким образом, установлено, что полимерный наполнитель-резиновый порошок уменьшает прочность адгезионной эпоксидных композиций во всем диапазоне соотношений. Экспериментальные исследования показали, что характер изменения микротвердости эпоксидных композиций не отличается от характера изменения σ_A композиций, наполненных минеральными и полимерными наполнителями.

Введение в эпоксидную композицию, предварительно наполненную графитом и каолином по 20 м.ч., резинового порошка вызывает уменьшение микротвердости системы (рис. 3). Такое изменение Нм системы обусловлено увеличением гибкости цепей связующего и уменьшением плотности упаковки компонентов в композиции.

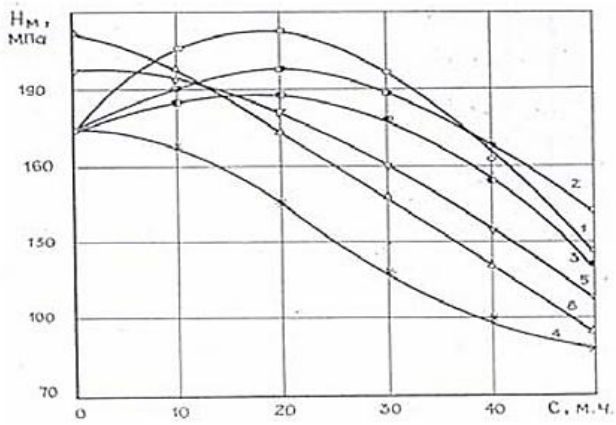
На рис.4 представлена зависимость Нм эпоксидной композиции на основе олигомера ЭД-16 от содержания минеральных наполнителей и резинового порошка. Видно, что с увеличением содержания наполнителей минерального происхождения до 20 м.ч. наблюдается некоторый рост Нм композиций. Это обусловлено, как



1-Эд-16; 2-ЭИС-1; 3-ФАЭД-20.

Рис. 3. Зависимость микротвердости композиций на основе эпоксидиановых олигомеров от содержания порошкообразного эластомера

Снижение Нм систем при дальнейшем увеличении содержания наполнителей обусловлено уменьшением плотности системы в целом. Введение порошкообразного эластомера более 30 м.ч. как в чистый эпоксидный полимер, так и с минеральными наполнителями способствует уменьшению микротвердости композиций, было выше сказано, влиянием активной поверхности наполнителей на процессы структурирования самого связующего и системы в целом.



1-Графит; 2-каолин; 3-тальк; 4-РП; 5-каолин-20+РП; 6 РП+Графит-20.

Рис. 4. Зависимость микротвердости композиций на основе олигомера ЭД-16 от содержания минеральных дисперсных наполнителей

Обусловленной также уменьшением плотности упаковки компонентов системы в целом.

Таким образом, на основе полученных экспериментальных данных можно сделать вывод о том, что порошкообразный эластомер отрицательно влияет на физико-механические свойства композиций на основе эпоксидных олигомеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.П. Грабой, Л.П. Ленская, А.Р. Чудновский. Об определении коэффициента теплопроводности графитопластов на основе эпоксидных смол. «Пластические массы», №3. 1965.

2. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д. Структура и прочность азотированных сплавов. – М., Металлургия, 1982. -176 с.

3. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д.,Шпис Г.-И., Бёмер З. Теория и технология азотирования. – М.: Металлургия, 1991. -320 с.

UDC 6.661.4

STUDY OF TECHNOLOGY OF PRODUCING IRON (III) CHLORIDE FROM SPENT MEDIUM-TEMPERATURE CATALYSTS

Dadakhodjaev Abdulla
Tashkent State Technical University named after I.A. Karimov, LXNS1946@mail.ru

Kadirov Sodikjon
Fergana State Technical University, qodirovazot443@mail.ru

Bobomurodova Munojat
University of Geological Sciences, kimyogar512009@mail.ru

Abstract. The article discusses an innovative technology for recycling spent medium-temperature catalysts used in the production of ammonia. Catalysts based on iron oxide (Fe_2O_3), the content of which reaches 88%, are considered as industrial waste that is hazardous to the environment after the end of their service life. In order to use resources rationally and reduce the environmental impact, a method for processing these catalysts using 33% hydrochloric acid has been developed. As a result of the interaction of the components, a 40% solution of iron (III) chloride ($FeCl_3$) was synthesized, which underwent a comprehensive assessment of its physicochemical parameters. The tests showed that the resulting product has a high coagulating capacity that meets the requirements of GOST 4147-74 and can be effectively used in water treatment systems to remove mechanical and colloidal impurities. The technology is cost-effective, energy efficient and can be implemented at enterprises in the chemical and municipal industries. The proposed approach ensures a transition from the traditional recycling approach to the concept of secondary use of man-made raw materials, thereby contributing to sustainable development and environmental safety.

Annotatsiya. Maqolada ammiak ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan o‘rtacha haroratli ishlatilgan katalizatorlarni qayta ishlashning innovatsion texnologiyasi muhokama qilinadi. Tarkibida 88% gacha temir oksidi (Fe_2O_3) mavjud bo‘lgan katalizatorlar xizmat muddati tugagandan so‘ng atrof-muhit uchun xavfli sanoat chiqindisi hisoblanadi. Resurslardan oqilona foydalanish va ekologik ta’sirni kamaytirish maqsadida ushbu katalizatorlarni 33% li xlorid kislotasi yordamida qayta ishlash usuli ishlab chiqildi. Tarkibiy qismlar o‘zaro ta’sirlashuvi natijasida temir (III) xlorid ($FeCl_3$) ning 40% li eritmasi sintez qilindi va uning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari keng qamrovli baholashdan o‘tkazildi. Sinovlar natijasida olingan mahsulot yuqori koagulyatsion qobiliyatga ega ekani, GOST 4147-74 talablari darajasiga javob berishi va mexanik hamda kolloid aralashmalarni yo‘qotish uchun suv tozalash tizimlarida samarali qo‘llanilishi mumkinligi aniqlandi. Ushbu texnologiya iqtisodiy jihatdan tejamkor, energiya samarador va kimyo hamda kommunal soha korxonalarida amaliyotga joriy etilishi mumkin. Taklif etilayotgan yondashuv an’anaviy utilizatsiya modelidan texnogen xomashyodan ikkilamchi foydalanish konsepsiyasiga o‘tishni ta’minlaydi hamda barqaror rivojlanish va ekologik xavfsizlikka hissa qo‘shadi.

Аннотация. В статье рассматривается инновационная технология переработки отработанных среднетемпературных катализаторов, применяемых в производстве аммиака. Катализаторы на основе оксида железа (Fe_2O_3), содержание которого достигает 88%, после окончания срока службы относятся к промышленным отходам, опасным для окружающей среды. В целях рационального использования ресурсов и снижения экологического воздействия разработан метод переработки этих катализаторов с

использованием 33% соляной кислоты. В результате взаимодействия компонентов был синтезирован 40% раствор хлорида железа (III) ($FeCl_3$), который прошёл всестороннюю оценку физико-химических параметров. Испытания показали, что полученный продукт обладает высокой коагулирующей способностью, соответствует требованиям ГОСТ 4147-74 и может эффективно применяться в системах водоочистки для удаления механических и коллоидных примесей. Технология является экономически выгодной, энергоэффективной и может быть внедрена на предприятиях химической и коммунальной отраслей. Предлагаемый подход обеспечивает переход от традиционной модели утилизации к концепции вторичного использования техногенного сырья, тем самым способствуя устойчивому развитию и экологической безопасности.

Keywords: spent catalysts, iron (III) chloride, $FeCl_3$, iron oxide Fe_2O_3, acid leaching, hydrochloric acid HCl, medium-temperature catalysts, water treatment, coagulants, industrial waste recycling, chemical technology, sustainable production, environmentally friendly disposal, industrial ecology, recovery of technogenic raw materials, hydrometallurgical processes, reagent wastewater treatment, resource-saving technologies, Clariant ShiftMax® 120, GOST 4147-74, highly efficient water treatment, industrial waste, recycling of iron-containing materials.

Kalit so‘zlar: ishlatilgan katalizatorlar, temir (III) xlorid, $FeCl_3$, temir oksidi Fe_2O_3, kislotali eritish, xlorid kislota HCl, o‘rtacha haroratli katalizatorlar, suvni tozalash, koagulyantlar, sanoat chiqindilarini qayta ishlash, kimyoviy texnologiya, barqaror ishlab chiqarish, ekologik xavfsiz utilizatsiya, sanoat ekologiyasi, texnogen xomashyoni qayta tiklash, gidrometallurgik jarayonlar, reaktiv oqava suvlarni tozalash, resurslarni tejovchi texnologiyalar, Clariant ShiftMax® 120, GOST 4147-74, yuqori samarali suv tozalash, sanoat chiqindilari, temir saqlovchi materiallarni qayta ishlash.

Ключевые слова: отработанные катализаторы, хлорид железа (III), $FeCl_3$, оксид железа Fe_2O_3, кислотное выщелачивание, соляная кислота HCl, среднетемпературные катализаторы, очистка воды, коагулянты, переработка промышленных отходов, химическая технология, устойчивое производство, экологически безопасная утилизация, промышленная экология, извлечение техногенного сырья, гидрометаллургические процессы, реагентная очистка сточных вод, ресурсосберегающие технологии, Clariant ShiftMax® 120, ГОСТ 4147-74, высокоэффективная очистка воды, промышленные отходы, переработка железосодержащих материалов.

Introduction

The chemical industry of the Republic of Uzbekistan plays a strategic role in the country's economy, annually producing over 1.3 million tons of ammonia. One of the key stages of its production is the process of steam reforming of methane:

$$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$$ [1].

The carbon monoxide (CO) formed as a result of the reaction serves as the main source of additional hydrogen. Its further transformation is carried out in two stages:

– the first stage occurs using medium-temperature catalysts at a temperature of 350–450°C;

– the second stage is carried out on low-temperature catalysts at 200–250°C.

The first stage uses catalysts of the following brands: NIAP-05-01, STK (OHK), Clariant and Holdar Topsi, containing iron oxides (Fe_2O_3), chromium (Cr_2O_3) and promoting additives. The Fe_2O_3 content in such catalysts reaches 88%, Cr_2O_3 – about 7%, and CuO – 2–5% [2]. Catalysts of this type are produced by both foreign companies such as Clariant and Holdar Topsi, and by the domestic enterprise JSC Maxam-Chirchik (Uzbekistan). However, a number of industrial samples have been found to contain hexavalent chromium (Cr^{6+}), the content of which exceeds the established environmental standards defined by the REACH regulation of the

European Union (Appendix XIV, EC No. 1907/2006). Cr^{6+} is recognized as a substance with carcinogenic, mutagenic and reproductive toxic properties (CMR category), which defines it as a particularly hazardous chemical component. During the start-up of many ammonia plants, difficulty is observed in preheating the catalysts above the dew point, which contributes to increased mobility of Cr^{6+} in the presence of moisture and its concentration in the condensate.

Taking into account these environmental risks, Clariant has developed a new generation catalyst-ShiftMax® 120, which virtually contains no Cr^{6+}. This catalyst demonstrates high activity, resistance to mechanical stresses, and provides effective protection against the formation of by-products in the Fischer-Tropsch reaction under low steam/gas ratios. More than 30 years of experience with the predecessors of this series confirm its industrial reliability.

At the end of its service life (up to 300 tons per unit), the catalysts turn into technogenic waste that needs to be disposed of. However, they retain a significant amount of valuable components, such as Fe_2O_3, which are initially derived from iron salts-$Fe_2(SO_4)_3$ or $Fe(NO_3)_3$, synthesized from technically pure iron of the KMK grade.

Ferric chloride ($FeCl_3$) obtained from the industrial waste of the Clariant ShiftMax® 120 catalyst is used in the Republic of Uzbekistan for the following purposes:

- **Etching printed circuit boards:** This substance is widely used in the radioelectronic and system engineering industries for creating circuits and components on boards.
- **Etching forms for printed products (such as zincography and etching):** This substance is an effective alternative to nitric acid, which releases highly toxic vapors, significantly reducing the danger to workers.
- **Textile industry:** It is used as a mordant, which helps improve the adhesion of dyes and increases the color fastness of the materials.
- **Organic dye production:** This substance plays a key role in the synthesis process due to its chemical properties and high efficiency.
- **Organic synthesis:** It is used as a catalyst in reactions where its strongly acidic properties enhance the reaction. One example is electrophilic substitution in aromatic compounds.
- **Water purification:** At various stages of preparing drinking and household water, it is used as a coagulant to remove both insoluble and soluble impurities. On an industrial scale, it effectively purifies water by promoting hydrolysis and removing both organic and inorganic contaminants.
- **Medical practice:** The substance is used to stop bleeding and treat anemia due to its ability to interact with blood and improve its composition, helping to normalize physiological processes.

Methods of Preparation

- The simplest method of obtaining ferric chloride is by reacting iron filings or heated iron wire with gaseous chlorine. In contrast to the action of hydrochloric acid, a trivalent iron salt is formed-brown smoke is emitted from its smallest particles:

$$2Fe + 3Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$$

Ferric chloride is also obtained by oxidizing iron(II) chloride with chlorine:

$$2FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$$

There is also a quite interesting method of oxidation using sulfur dioxide (SO_2):

$$4FeCl_2 + SO_2\uparrow + 4HCl \rightarrow 4FeCl_3 + S + 2H_2O$$

Currently, ferric chloride ($FeCl_3$) is typically obtained from scrap metal by using a combination of scrap metal and hydrochloric acid, with the addition of nitric acid to convert iron from the Fe^{2+} state to Fe^{3+}. The disadvantage of this method is its multi-stage process, along with significant energy and time costs required to convert iron into its trivalent state, which makes the

process economically unfeasible.

Ferric chloride ($FeCl_3$) can also be obtained from etching solution residues formed during the processing of metals. However, in this process, the concentration of iron(II) chloride is usually low, and the solution often contains additional salts such as calcium chloride and sodium chloride. To obtain ferric chloride ($FeCl_3$), an excess amount of nitric and hydrochloric acids must be added, which also makes the method multi-stage and labor-intensive, thus not justifying its economic viability.

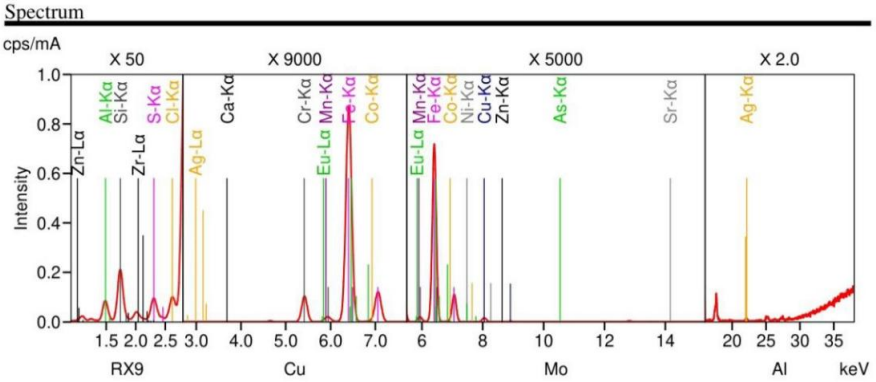
In the method we propose, iron is directly converted into ferric chloride ($FeCl_3$) without the need for additional stages. The catalyst dissolves quickly, and the process proceeds efficiently. The metal hydroxides formed during the reaction are converted into copper and chromium chlorides, which help accelerate the coagulation process. Based on the experiments conducted, it can be concluded that the $FeCl_3$ solution obtained from used medium-temperature catalysts can be used as an economically competitive coagulant, while also possessing high-quality characteristics.

Materials and Methods

For the experiment, the Clariant ShiftMax® 120 catalyst was used as the starting material, which contains 88% Fe_2O_3 and 7.8% Cr_2O_3. The catalyst was pre-ground to a powdery state. To obtain the $FeCl_3$ solution, 50 g of the catalyst were dissolved in 200 ml of 33% HCl solution. The reaction was carried out at a temperature of 60°C for 45 minutes. The concentration of the resulting solution was determined by chemical analysis. To confirm the composition of the solution, IR spectroscopy and X-ray fluorescence analysis were used. The coagulating ability of the solution was evaluated at the Farg‘onaazot JSC.

Results and Discussion

As a result of the experiments, it was found that at a temperature of 60°C and a hydrochloric acid concentration of 20%, a solution of ferric chloride ($FeCl_3$) with a concentration of 40% is formed after 45 minutes. When the reaction time was increased to 2 hours, the concentration of ferric chloride ($FeCl_3$) could reach 47%. The obtained solution meets the requirements of GOST 4147-74 for all key parameters: the mass fraction of $FeCl_3$ is 41.6%, pH is 1.8, and the density is 1.38 g/cm³. IR spectroscopic analysis confirmed the presence of characteristic absorption bands corresponding to $FeCl_3$.



High-Performance Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer – (Fe_2O_3 – 88%, Cr_2O_3 – 7.8%)

To obtain the $FeCl_3$ product in laboratory conditions, a $FeCl_3$ solution was prepared using 50g of the STK-SMF catalyst compound (Fe_2O_3) and 200 ml of 33% hydrochloric acid solution (1).

$$Fe_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2FeCl_3 + 3H_2O \quad (1)$$

$$Cr_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2CrCl_3 + 3H_2O \quad (2)$$

Chromium(III) oxide is poorly soluble in hydrochloric acid, but when combined with iron, iron(III) oxide reacts more quickly. In practice, iron ions combine with the acid to form iron(III) chloride. Therefore, iron(III) chloride is used to remove chromium from vehicles. Table-1. Dependence of concentration change on temperature at constant solution time.

Table-1

Dependence of concentration change on temperature at constant solution time

№	Concentration of hydrochloric acid.	Dissolution time of spent catalysts, %	Reaction temperature of iron chloride (III), ^{o}C	Concentration of iron(III) chloride in the obtained solution, %
1	33%	40 min	80	19,0
2	30%	40 min	70	13,0
3	25%	40 min	60	30,5
4	20%	40 min	60	39,8
5	15%	40 min	50	22,7
6	10%	40 min	40	11,9
7	5%	40 min	30	5,1

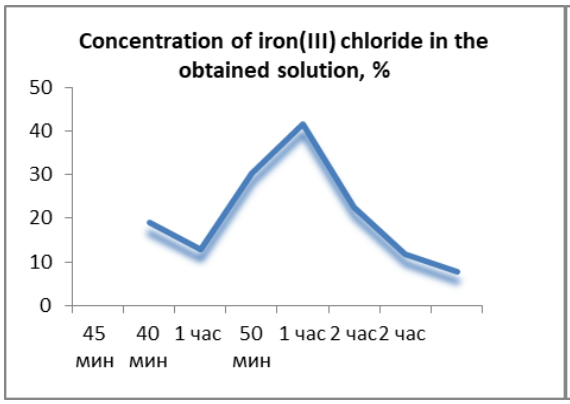


Diagramm 1

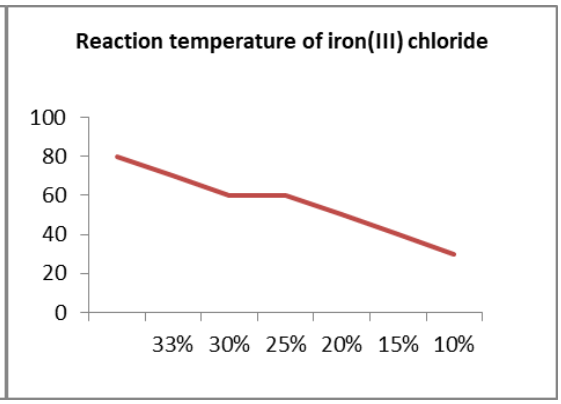


Diagramm-2

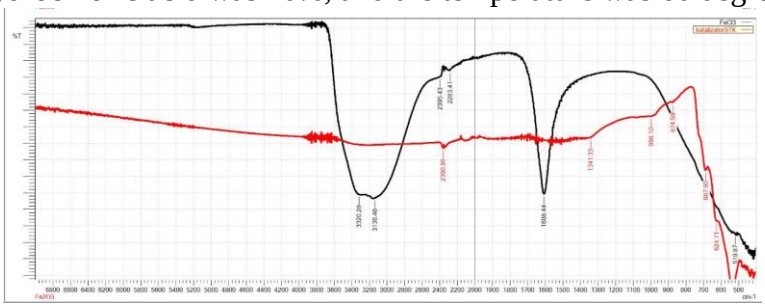
As a result of several experiments, Table No. 1 and No. 2, and Diagrams 1 and 2, it is clear that the Clariant ShiftMax® 120 catalyst interacts well with hydrochloric acid over a period of

Table-2

Dependence of concentration change on time at constant temperature and hydrochloric acid concentration.

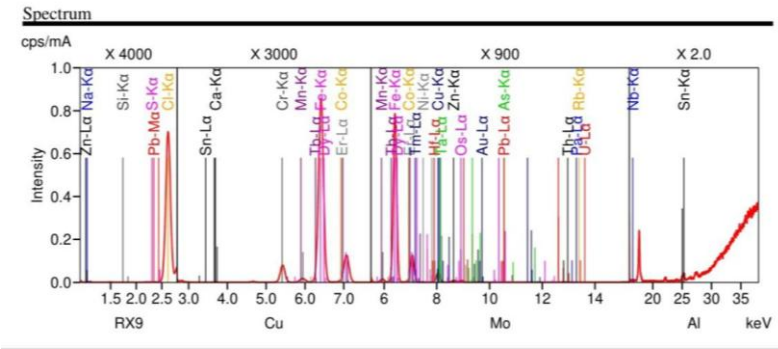
№	Concentration of hydrochloric acid	Dissolution time of spent catalyst., %	Reaction temperature of iron chloride (III), ^{o}C	Concentration of iron(III) chloride in the obtained solution, %
1	20%	45 min	60	40%
2	20%	40 min	60	39,8%
3	20%	60 min	60	42 %
4	20%	50 min	60	41,8 %
5	20%	70 min	60	42,6
6	20%	120 min	60	45%
7	20%	150 min	60	47%

45 minutes, forming a 40% solution of iron(III) chloride. In this process, the concentration of hydrochloric acid was 20%, and the temperature was 60 degrees Celsius



IR Spectrometer (Catalyst STK and $FeCl_3$)

Based on the developed project, a pilot industrial plant for the production of iron(III) chloride was launched and the first batch was sent for analysis to JSC Thermal Power Stations, and the following results were achieved in accordance with the requirements of GOST: 4147-74:

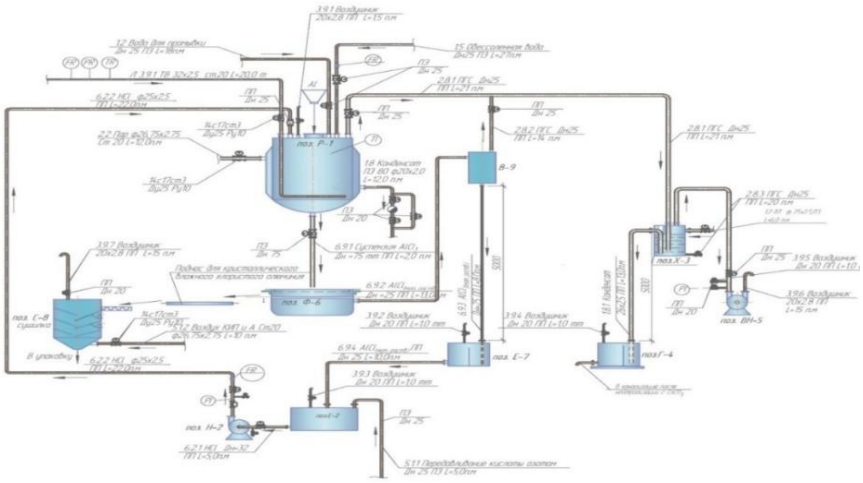


High-performance energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometer - ($FeCl_3$ – 40%)

At the industrial wastewater treatment and soda production plant of JSC Farg‘anazot, a solution of $FeCl_3$ obtained from a catalyst was added to artesian water with a hardness of 10.4 mgEkv/l, pH-7.3 and pH-10. When re-analyzing FeCl3 using the $FeCl_3$ solution obtained from the catalyst, the added “lime water” dissolves and precipitates as a coagulant. Hardness 7.7 mgEkv/l, pH-7.5, heavy substances (suspended) appeared - values are not acceptable.

Technological process for the production of iron chloride III.

For the production of III-iron chloride FeCl3, a reactor (R-1) is prepared with a container, a mechanical stirrer and a heating and cooling jacket with a rubber coating on the inner surface.



Technological Flowchart for $FeCl_3$ Production from Spent Catalyst

Equipment:

- Reactor R-1
- Scrubbers (S-8, S-9)
- Containers (E-1, G-2, E-8, E-9)
- Pumps (N-4, N-4/1, N-5, NP-2, VN-3)
- Fans (VP-1, VV-2)
- Ejector Filter (F-4)

Technological Scheme for the Production of $FeCl_3$ Using a Catalyst

Hydrochloric acid (with a concentration of at least 31.5%) is supplied to the apparatus in polyethylene containers (1 m^3), and the amount is weighed using the plant's scales. The acid is drawn into the reactor with the help of a vacuum pump (loaded via pump N-5).

Spent catalyst (in granulated form) is also weighed in steel drums and delivered to the plant using the enterprise's weighing systems. It is then ground into a powdered form using a grinder. The content of the main component (Fe_2O_3) must be no less than 70%. The catalyst is introduced into the reactor in portions.

After laboratory analysis confirms that the hydrochloric acid concentration is at least 20%, it is loaded into reactor R-1 in the required amount using vacuum pump NV-3 or pump N-5. The stirrer is started, steam (at 1 kgf/cm^2) is introduced into the reactor shell, and the temperature of the acid is raised to 30°C. The necessary amount of powdered catalyst is then weighed in iron drums using RP-500 mechanical scales, lifted toward the reactor using a crane, and manually fed in stages through the reactor lid assembly.

The reaction for the formation of ferric chloride is as follows:

$Fe2O3+6HCl \rightarrow 2FeCl3+3H2O$

Gases and vapors from the reactor are drawn into scrubber S-9 using vacuum pump VN-3. Harmful gases and vapors from the working area are sucked into scrubber S-8 by fan VV-2. After the catalyst is added, the product temperature is gradually increased to 60°C and stirred for 45 minutes at this temperature.

Next, the solution is cooled to 30°C. For this, steam supply is stopped, and artesian water is introduced into the reactor jacket. After cooling, a sample is taken for analysis, where the product's density and pH are measured. The product's density should be within the range of 1.15–1.457 g/cm^3, and pH between 1.0 and 2.5. If the density is below the required level, it is adjusted by adding catalyst powder or using vacuum drying. If the pH is too low, a 35% aqueous solution of alkali is added.

The product is then filtered by transferring it from reactor R-1 to ejector filter F-4. Harmful gases and vapors from the open part of the ejector filter are drawn into scrubber S-8, and from the closed part into scrubber S-9 via tank E-2. The filtered final product is poured into polyethylene containers. Solid residues retained in the filtering material are placed in a special container.

Conclusions:

1. A technological scheme has been developed for obtaining ferric chloride ($FeCl_3$) from spent medium-temperature catalysts, which allows for efficient recycling of industrial waste and reduces its negative impact on the environment. The proposed technology contributes to enhancing the ecological and economic sustainability of chemical production.

2. Optimal reaction parameters for the synthesis of $FeCl_3$ have been determined: HCl concentration at 20%, temperature at 60°C, and a reaction time of 45 minutes. These conditions ensure maximum yield of ferric chloride with a high degree of purity, which is crucial for its further applications in chemical and environmental industries.

3. The obtained ferric chloride ($FeCl_3$) solution complies with GOST 4147-74 standards

in terms of key indicators such as $FeCl_3$ mass fraction, pH, and density. This confirms the high quality of the product and its compliance with the standards set for coagulants, enabling its use in water purification processes.

4. The proposed method is environmentally friendly and economically efficient. It significantly reduces the consumption of toxic substances and energy costs compared to traditional methods for obtaining ferric chloride (III), making the proposed technology competitive and economically viable for large-scale industrial use.

REFERENCES

1. V.P. Semenov. *Ammonia Production*. Moscow, Khimiya, 1985. - 368 p.
2. Technological Regulations for Ammonia Production. JSC "Ferganaazot", 2021. – 486 p.
3. Technological Regulations for Ferric Chloride (III) Production. JSC "Ferganaazot", 2023. – 133 p.
4. A.K. Zapolsky, A.A. Baran. *Coagulants and Flocculants in Water Treatment Processes: Properties, Production, Application*. L.: Khimiya, 1987. – 208 p.
5. E.D. Babenkov. *Water Treatment with Coagulants*. Moscow: Nauka, 1977. – 356 p.
6. V.L. Draginsky, L.P. Alekseeva, S.V. Getmantsev. *Coagulation in Natural Water Treatment Technology*. Moscow: Nauchnoye izd., 2005. – 576 p.
7. Yu.Yu. Lurie. *Handbook of Analytical Chemistry*. Moscow. Khimiya. 1989. 448 p.

УДК 665.6: 665.6/.7

РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ПАРОВ ФРАКЦИЙ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОЙ СМЕСИ В КОЖУХОТРУБЧАТОМ АППАРАТЕ

Худайбердиев Абдукарим Абсаломович
Наманганского государственный-технический университет (PhD), доцент, ahudayberdiev@mail.ru

Аннотация. Уточнение методики расчета теплообмена при конденсации паров в кожухотрубчатом теплообменнике с учетом температурного изменения показателей свойств сырья, дистиллятов фракций и технологических режимов установки первичной перегонки нефти.

Annotatsiya. Qobiq-quvurli issiqlik almashinish qurilmalarida bug‘larni kondensatsiyalanishida xomashyo, distillyat fraksiyalari xususiyatlari ko‘rsatkichlarini harorat o‘zgarishini va neftni birlamchi haydash qurilmasining texnologik rejimlarini hisobga olgan holda issiqlik almashinuvini hisoblash usulini aniqlashtirish.

Xomashyo, fraksiyalar distillatlari xossalari ko‘rsatkichlarini harorat o‘zgarishini va neftni birlamchi qayta ishlash qurilmalarining texnologik rejimlarini hisobga olgan holda qobiq quvurli issiqlik almashinuvini hisoblash metodikasini aniqlashtirish.

Annotation. Clarification of the calculation method for heat exchange during vapor condensation in a shell-and-tube heat exchanger, taking into account temperature changes in the properties of raw materials, distillate fractions and process modes of the primary oil distillation unit.

Ключевые слова: углеводородное сырье, перегонка, фракция, конденсация пара, нагревание, теплообменник, конденсатор, тепловая нагрузка, поверхность теплообмена.

Kalit so‘zlar: uglevodorod xomashyosi, qayta ishlash, fraksiya, bug‘ kondensati, qizdirish, issiqlik almashinish, kondensator, issiqlik kuchlanishi, issiqlik almashinish yuzasi.

Key words: hydrocarbon feedstock, distillation, fraction, steam condensation, heating, heat exchanger, condenser, heat load, heat exchange surface.

Введение. Подогрев жидкого углеводородного сырья при конденсации паров и охлаждения дистиллятов топливных фракций на установке первичной перегонки нефти осуществляется в кожухотрубчатых теплообменных аппаратах [1-5]. Эти аппараты отличаются простотой конструкции и высокой эксплуатационной надежностью. Однако они характеризуются большими массогабаритными параметрами-диаметр корпуса 0,63÷1,8 м, рабочая длина трубок-5÷10,6 м, масса-до 35÷40 тн и сравнительно низкой тепловой эффективностью (коэффициент теплопередачи 50÷200 Вт/м^{2}К). Кроме того, необходимо также учесть тенденции наращивания производительности нефтеперегонных установок, что приводит к соответствующему повышению тепловой мощности используемого теплообменного оборудования. Это отражается в увеличении их габаритных размеров, массы или количества. Как известно, в настоящее время суммарная масса теплообменных аппаратов нефтеперегонных установок составляет 35÷40 % от ее массы [6,7].

Поэтому интенсификация теплообмена и уточнения методики расчета теплопередачи является эффективным решением проблемы уменьшения массогабаритных параметров теплообменных аппаратов. Уточненная методика расчета теплопередачи, учитывающая влияния температурных изменений показателей свойств теплоносителей (сырья и паров фракций) и технологических режимов ректификационной колонны на эффективность теплопередачи в теплообменных аппаратах, способствует повышению

тепловой эффективности установки первичной перегонки нефти а также проектированию энергетически эффективных и компактных конструкций аппаратов, обеспечивающих значительную экономию энергии, снижение конструкционного материала и эксплуатационных затрат [7-11].

Методы. Для расчета, проектирования и рациональной организации процесса нагревания углеводородного сырья при конденсации паров требуется знать основные физико-химические и теплофизические свойства сырья и дистиллятов его фракций, используемых в качестве альтернативного теплоносителя [1-4].

Для расчета основных физико-химических и теплофизических свойств местного углеводородного сырья и дистиллятов фракций в жидком и паровом состояниях предлагаем следующие аналитические зависимости, которые характеризуются меньшими расчетными погрешностями (3÷8 %) при 20÷220 ^{o}C и давлением паров в системе 40÷300 кПа, соответствующих условиям эксплуатации теплообменников в НПЗ [8].

Взаимный пересчет значений относительной плотности нефтяного сырья и дистиллятов фракций при стандартной температуре (20°C) ρ_4^{20} и при 15°C ρ_{15}^{15} производится по формуле [1-5,12,13]:

$$\rho_{15}^{15} = \rho_4^{20} + 5\alpha\,, \qquad (1)$$

где α-средняя температурная поправка (коэффициент расширения) на 1°C, определяется в зависимости от величины ρ_4^{20} [1,12].

Температура поступающих в конденсатор паров фракций $t_{кн1}$ и выходящего из него конденсата $t_{кн2}$, а также температура нефтегазоконденсатной смеси, выполняющая роль охлаждающего агента, подогреваемой в теплообменнике-конденсаторе от первоначальной $t_{см1}$ до конечной $t_{см2}$, определяется в соответствии с технологическим регламентом установки [8]. При этом среднюю температуру смеси определяют как среднеарифметическую величину $t_{см\ ср}$ = 0,5 ($t_{см1}$+ $t_{см2}$).

Энтальпия паров нефтяных фракций при атмосферном давлении I_t (кДж/кг), в зависимости от температуры $T_{тн1}$ и относительной плотности рабочей смеси d_{15}^{15} = 0,7681, рассчитывается по формуле Уэйра и Итона [1,13]:

$$I_t = (129{,}28 + 0{,}136T + 0{,}000586T^2)(4 - \rho_{15}^{15}) - 309{,}0. \qquad (2)$$

Энтальпия водяного пара $I_{вп}$ (кДж/кг), уходящего из атмосферной колонны в составе паров фракций при температуре $T_{тн1}$, определяется из справочной литературы [14].

Энтальпию охлажденного потока фракций (кДж/кг) при температуре $t_{тн2}$ и плотности потока $\boldsymbol{\rho_{15}^{15}}$ рассчитывают по формуле Крега [1,13]:

$$i_t = \frac{1}{\sqrt{\rho_{15}^{15}}}(0{,}0017T^2 + 0{,}7615 \cdot T - 334{,}25)\,. \qquad (3)$$

При известном значении относительной плотности подогреваемой смеси ρ_4^{20} ее теплоемкость вычисляется по формуле [1,13]:

$$c_p = 1{,}5072 + \frac{T - 223}{100} \times (1{,}7182 - 1{,}5072\rho_4^{20}).\,, \qquad (4)$$

Значение характеризующего фактора K для нефтегазоконденсатной смеси рассчитывается по формуле [1,13]:

$$K = \frac{1{,}2251 \cdot \sqrt[3]{(t + 273{,}15)}}{d_4^{20} + 0{,}0092}\,. \qquad (5)$$

Плотность нефтегазоконденсатной смеси определяется по уравнению А.К.

Мановяна [1,13]:

$$\rho_4^t = 1000\rho_4^{20} - \frac{0{,}58}{\rho_4^{20}}(t-20) - \frac{[t-1200(\rho_4^{20}-0.68]}{1000}\cdot(t-20). \quad (6)$$

Молекулярную массу нефтегазоконденсатной смеси, с учетом значений фактора K и температуры $t_{см.ср}$ определяют по уточненной формуле Б.М. Воинова-Л.Н.Эйгенсона [1-3,7,12,13]:

$$M = (7K - 21{,}5) + (0{,}76 - 0{,}04\,K)\,t + (0{,}0003K - 0{,}00245)\,t^2, \quad (7)$$

Теплоту испарения (конденсации) дистиллятов фракций r (кДж/кг) при известных значениях d_{15}^{15} и $t_{см.ср}$ рассчитывают по уравнению Крэга [1]:

$$r_{тн} = (354{,}1\text{-}0{,}3768T)/\,d_{15}^{15}. \quad (8)$$

Плотность паров фракций $\rho_г$ (кг/м^3) зависит от величины давления паров P в ректификационной колонне и рассчитывается по формуле [1,15]:

$$\rho_Г = \frac{273{,}15}{22{,}4}\cdot\frac{M}{T}\cdot P. \quad (9)$$

Коэффициент теплопроводности дистиллятов фракций λ (Вт/м·К) в зависимости от температуры T и ρ_{15}^{15} определяется по формуле Крэга [1,2,13]:

$$\lambda_{гкн} = \frac{0{,}00117}{\rho_{15}^{15}}(1{,}1474 - 0{,}00054T). \quad (10)$$

или рассчитывается по формуле Крэга-Смита [1,13] при известных значениях ρ_{20} и $t_{д1}$:

$$\lambda_г = (156{,}6/\rho_{20})(1\text{-}0{,}00047\cdot T). \quad (11)$$

Расход теплоносителей определяют из материального баланса процесса перегонки нефтегазоконденсатной смеси. Средняя разность температур $\Delta t_{ср}$ между этими теплоносителями определяется следующим образом.

Наибольшая Δt_{max} и наименьшая Δt_{min} -разность температур между теплоносителями на концевых участках конденсатора определяется как [14,16]:

$$\Delta t_{max} = t_{кн1} - t_{см1};\quad \Delta t_{min} = t_{кн2} - t_{см2}. \quad (12)$$

В зависимости от величины соотношения $\Delta t_{max}/\Delta t_{min}$ средняя движущая сила процесса теплопередачи $\Delta t_{ср}$ при прямоточном и противоточном движении теплоносителей определяется как [14,16,17]:

- если $\Delta t_{max}/\Delta t_{min} < 2$, то $\Delta t_{ср} = (\Delta t_{max}+\Delta t_{min})/2$, (13)
- если $\Delta t_{max}/\Delta t_{min} > 2$, то $\Delta t_{ср} = (\Delta t_{max}-\Delta t_{min})/2.3lg(\Delta t_{max}/\Delta t_{min})$. (14)

В промышленной практике конденсация паров топливных фракций происходит при противоточном направлении движений теплоносителей: пары топливных фракций конденсируются в межтрубном пространстве кожухотрубчатого аппарата, на наружной поверхности теплопередающих труб, а нефтегазоконденсатная смесь движется во внутри теплопередающих трубок. В этом случае, интенсивность процесса конденсации представляется в терминах конвективного теплопереноса, определяя величину коэффициента теплоотдачи при конденсации пара $\alpha_{кн}$ на наружной поверхности вертикальных или горизонтальных труб аппаратов [6,9,14,16-18]. Расчет коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи в кожухотрубчатом конденсаторе производится в следующей последовательности.

Для расчета среднего по всей высоте вертикальных труб значения коэффициента теплоотдачи $\alpha^{в}_{кн}$ рекомендована формула [14,16-19]:

$$\alpha^{в}_{кн} = 0{,}943\,[\lambda^3\,\rho^2 rg/\,\mu\,(t_{кн} - t_{ст})\,h]^{0{,}25}, \quad (15)$$

где λ, ρ и μ- еплопроводность (Вт/м·К), плотность (кг/м^3) и динамическая вязкость (мм^2/с)

конденсата, определяемые при средней температуре пленки $t_{ср.пл} \approx (t_{кн}+t_{ст})/2$; $t_{кн}$ - температура конденсации пара, °С; $t_{ст}$ - температура стенки труб; r - теплота конденсации пара, кДж/кг; g - ускорение свободного падения, 9,81 м^2/с; h - высота труб, м.

Коэффициент теплоотдачи $\alpha^{г}_{кн}$ при конденсации паров фракций на наружной поверхности пучка горизонтальных труб определяется по формуле [14,16,18,19]:

$$\alpha^{г}_{кн} = 0{,}728\, \varepsilon_р\, [\lambda^3\, \rho^2 r g/\, \mu\, (t_{кн} - t_{ст})\, d_{нр}]^{0{,}25}, \qquad (16)$$

где $\varepsilon_р = \alpha_i/\alpha_1 \le 1$-коэффициент рядности, учитывает относительное уменьшение значения $\alpha^{г}_{кн}$ в i-м ряду пучка горизонтальных труб; $d_{нр}$-наружный диаметр труб, м; $t_{пл} = t_{кн}$; $t_{ст}$,°С.

Расчет коэффициента теплоотдачи α_2 от стенки труб к нагреваемой нефтегазоконденсатной смеси в конденсаторе производится в следующей последовательности.

Средняя скорость потока нефтегазоконденсатной смеси в трубках аппарата υ (м/с) определяется по выражению [14,16]:

$$\upsilon = z4V/(3600\, \pi\, n\, d^2_{вн}) = z\cdot 4G/(3600\pi d_{вн}{}^2 n\rho), \qquad (17)$$

где z-число ходов потока в трубном пространстве аппарата; $V_{см}$ и $G_{см}$-объемный (м^3/ч) и массовый (кг/ч) расход поступающей в аппарат смеси.

Режим вынужденного движения потока смеси в трубках конденсатора устанавливается по значению критерия Re [14,16]:

$$Re = \upsilon\, d_{вн}\, \rho\, /\mu = \upsilon\cdot d_{вн}\, /\, \nu. \qquad (18)$$

где $d_{вн}$-внутренний диаметр труб, м; ν и μ-кинематический (м^2/с) и динамический (Па с) коэффициенты вязкости смеси при средней температуре смеси $t_{см\ ср}$.

Для расчета критерия Nu при вынужденном движении потока в трубе рекомендованы следующие уравнения [14,16,17]:

- для ламинарного режима потока (Re<2320) [16]:

$$Nu = 0{,}17\,\mathrm{Re}^{0{,}33}\cdot \mathrm{Pr}^{0{,}43}\cdot Gr^{0{,}1}\left[\frac{\mathrm{Pr}}{\mathrm{Pr}_{ñò}}\right]^{0{,}25} \varepsilon_\ell\ , \qquad (19)$$

где $Pr_{ст}$-критерий Прандтля для потока при температуре стенки $t_{ст}$; $Gr = (gd^3_{вн}\rho^2/\mu)\beta\Delta t$ - критерий Грасгофа; β-коэффициент температурного расширения, K^{-1}; $\Delta t = t_{ст} - t_{ж}$ – температурный напор между стенкой и теплоносителем, °С; g = 9,81 м^2/с - ускорение свободного падения.

-для установившегося турбулентного режима потока (Re≥10^4), в случае значительного изменения физических свойств теплоносителей [14,16,19]:

$$Nu = 0{,}021\mathrm{Re}^{0{,}8}\cdot \mathrm{Pr}^{0{,}43}\left[\frac{\mathrm{Pr}}{\mathrm{Pr}_{ñò}}\right]^{0{,}25} \varepsilon_\ell\ ; \qquad (20)$$

- для переходного режима движения потока (2320< Re < 10^4):

$$Nu = C\cdot \mathrm{Pr}^{0{,}43}\left[\frac{\mathrm{Pr}}{\mathrm{Pr}_{CT}}\right]^{0{,}25} \varepsilon_\ell\,, \qquad (21)$$

где C-коэффициент, значение которого определяется в зависимости от величины Re [14]. При Re =(2,1÷10)10^3 величина C=1,9÷33,0.

При переходном режиме движения теплоносителя для приближенных расчетов рекомендовано уравнение [9,14,16]:

$$Nu = 0{,}008 Re^{0{,}9} Pr^{0{,}43}. \qquad (22)$$

где $Pr=c\mu/\lambda$-критерий Прандтля, характеризующий соотношение свойств теплоносителя; $\mu=\nu\rho\cdot 10^{-3}$-динамический коэффициент вязкости смеси, Па·с.

По величине критерия Nu рассчитывают значения коэффициента теплоотдачи α_1

(Вт/м^2·К) от стенки теплопередающих труб к потоку нагреваемой смеси [14,16-18]:

$$\alpha_1 = Nu \cdot \lambda / d_{экв}, \quad (23)$$

где $d_{экв}$-эквивалентный диаметр сечения потока, м;

При средней температуре смеси $t_{см\ ср}=(t_{в1}+ t_{в2})$ рассчитывают значения следующих показателей нефтегазоконденсатной смеси: плотности $\rho_{см.ср}$ по (6), динамического коэффициента вязкости $\mu=\nu\rho\cdot10^{-3}$ Па·с, коэффициента теплопроводности λ по (10) и критерия Прандтля $Pr=$ $c_{см\ ср}$ $\mu_{см\ ср}$ / $\lambda_{см\ ср}$.

Коэффициент теплопередачи K (Вт/м^2·К) в аппарате рассчитывают по известной формуле [14,16]:

$$K = (1/\alpha_1 + \delta_1/\lambda_1 + \delta_{ст}/\lambda_{ст} + \delta_2/\lambda_2 + 1/\alpha_2)^{-1}, \quad (24)$$

где $\delta_{ст}$, δ_1 и δ_2-толщина стенки труб и слоев отложений на их поверхности со стороны теплоносителя (пара) и жидкости, соответственно, м; $\lambda_{ст}$, λ_1 и λ_2-теплопроводность материала стенки труб и отложений на обе стороны их поверхности соответственно, Вт/(м·К).

Ориентировочное значение коэффициента теплопередачи K при конденсации паров фракций в присутствии газа в кожухотрубчатых аппаратах НПЗ составляет K = 115÷230 Вт/(м^2·К) [6,7,18]. Принимая значения коэффициента K рассчитывают предварительную поверхность теплообмена конденсатора по выражению [14,16-19]:

$$F_{ор.} = Q/(K\cdot\Delta t_{ср})\ м^2. \quad (25)$$

Далее определяется разность между значениями коэффициента теплопередачи для принятых и уточненных вариантов расчета

$$\Delta K = [(K_{ут} - K_{пр})/K_{пр}]\cdot100\%, \quad (26)$$

по допустимой величине которой (≤ 3÷5%) судят о необходимости произвести перерасчет конструктивных параметров аппарата.

Тепловая нагрузка теплообменника-конденсатора Q (кВт) рассчитывается по выражению:

$$Q = D_{тн}\cdot r_{тн}. \quad (27)$$

С другой стороны, количество тепла Q, переданное через поверхность теплообмена F (м^2) в стационарном режиме, определяется по основному уравнению теплопередачи [6,7,14,16-19]:

$$Q = K\,\Delta t_{ср}\,F, \quad (28)$$

откуда находят необходимую поверхность теплообмена аппарата:

$$F = Q/(K\,\Delta t_{ср}). \quad (29)$$

Число теплообменных трубок при известном их диаметре внутреннего $d_{вн}$, наружного $d_{нр}$ и рабочей длины l равняется:

$$n = F/(\pi\, d_{вн} l). \quad (30)$$

При размещении трубок на площади трубной решетки по вершине правильных шестиугольников внутренний диаметр кожуха теплообменного аппарата определяется по выражению:

$$D_{вн} = 1.1\ t\ (n/\eta)^{0,5}, \quad (31)$$

где t=(1,2÷1,4)$d_{нр}$-шаг расположения труб, м; η=0.8-коэффициент заполнения площади трубной решетки трубками.

Согласно базисным рядам диаметров обечаек [20] принимают значения диаметров кожуха аппарата $D_{вн}$ и $D_{нр}$.

Результаты. Согласно технологической схеме установки атмосферной перегонки нефти Бухарского НПЗ [8] подогрев нефтегазоконденсатной смеси 30%Н+70%ГК при конденсации паров фракций осуществляется в следующих трех теплообменных аппаратах I этапа предварительного подогрева: 10Е02-с парами общей нафты из колонн

предварительного фракционирования сырья 10С01 и атмосферной перегонки смеси 10С02, 10Е03-с парами верха колонны 10С02 и 10Е04-с парами верха колонны 10С01.

По вышеописанной методике произведен уточненный расчет коэффициента теплопередачи $K_{ут}$ в горизонтальном кожухотрубчатом теплообменнике-конденсаторе 10Е-03 Бухарского НПЗ, предназначенного для подогрева нефтегазоконденсатной смеси при конденсации паров тяжелой нафты [8,9]. Трубный пучок аппарата 10Е-03 состоит из теплопередающих труб диаметром d=20/25 мм и длиной каждого по l=6 м. При общем количестве труб n=1106 шт поверхность теплообмена аппарата составляет F=468,8 м^2.

Согласно расчетам, уточненное значение коэффициента теплопередачи в аппарате по (24) равняется $K_{ут}$=274,73 Вт/(м^2 К). Разность между значениями принятых и уточненных значений коэффициентов теплопередачи составляет $\Delta K=[(K_{ут} - K_{пр})/K_{пр}]\cdot 100$ = 52,9 %. При этом, уточненная же рабочая поверхность теплообмена конденсатора по (29) при известных параметрах трубок $d_{вн}$=20 мм, $d_{нр}$=25 мм, длины l=6000 мм и n=521 шт равняется $F_{ор.}$=220,83 м^2, а его внутренний диаметр кожуха по (31) составляет $D_{вн}$=1000 мм.

Основные результаты определения конструктивно-технологических параметров промышленного кожухотрубного конденсатора 10Е03 по существующей и уточненной методике расчетов, выполненных с использованием данных технологического регламента установки первичной перегонки нефтегазоконденсатного сырья, сведены в табл. 1.

Таблица 1

Конструктивно-технологические параметры промышленного кожухотрубчатого теплообменника-конденсатора 10Е03

№ п.п	Наименование показателей	Обозначение	Единица измерения	Значение параметров	
				по данным регламента	по расчету
1	Тепловая нагрузка аппарата	Q	кВт	5011,2	5011,2
2	Поток горячего теплоносителя (пары тяжелой нафты):				
	- расход массовый	$V_{хв}$	кг/час		61898
	- начальная температура	t_1	^{o}C	165	165
	- конечная температура	t_2	^{o}C	152	152
3	Поток охлаждающего агента (нефтегазоконденсатная смесь):				
	- расход	$V_{гв}$	м^3/час	137,385	137,385
	- начальная температура	$t_{б1}$	^{o}C	49	49
	- конечная температура	$t_{б2}$	^{o}C	96	96
4	Средняя разность температуры теплоносителей	$\Delta t_{ср}$	^{o}C	82,6	82,6
5	Коэффициент теплопередачи в аппарате	K	Вт/(м$^2\cdot$К)		275
6	Поверхность нагрева аппарата	F	м^2	468,8	220,8
7	Число теплообменных трубок:			1106	521
8	Внутренний диаметр кожуха	$D_{вн}$	мм	1329	1000

Обсуждение. Как видно из данных таблицы, при регламентированном режиме работы конденсатора 10Е03 с неизменной тепловой нагрузкой Q=5011,2 кВт разность между базовой и уточненной величинами его поверхности теплообмена составляет

$$\Delta F=F_{баз}-F_{пр}=468,8-220,8=248 \text{ м}^2$$

или

$$\Delta F=[(F_{ут}-F_{пр})/F_{пр}]\cdot 100\%=[(468,8-220,8)/468,8]\cdot 100\%=52,9 \%.$$

Следовательно, методика расчета основных конструктивно-технологических параметров кожухотрубчатого конденсатора 10Е03, учитывающая температурные изменения показателей основных свойств конденсируемых паров тяжелой нафты и подогреваемой нефтегазоконденсатной смеси, позволяет обоснованно сократить его поверхность тепло-обмена на 52,9 %, что приводит к существенному уменьшению массогабаритных параметров аппарата на стадии проектирования. С другой стороны, величина ΔF может характеризовать скрытую возможность повышения тепловой мощности эксплуатируемого конденсатора 10Е03 в среднем на 2 раза.

Выводы. Таким образом, благодаря использованию предложенной методики уточненного расчета теплообмена при конденсации паров топливных фракций, учитывающей температурные изменения показателей основных свойств конденсируемых паров фракций и подогреваемого нефтяного сырья, станет возможным сократить рабочую поверхность теплообменных аппаратов, уменьшить их массогабаритные параметры на стадии проектирования, повысить их технологическую (тепловую) эффективность или же сократить в рациональных пределах количество эксплуатируемых теплообменных аппаратов в стадии тепловой подготовки углеводородного сырья к перегонке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глаголева О.Ф., Капустин В.М., Гюльмисарян Т.Г. и др. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть I. Первичная переработка нефти/ Под ред. О.Ф. Глаголевой и В.М. Капустина. - М.: Химия, КолосС, 2006. - 400 с.

2. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. Учебное пособие для вузов. 2-е изд. - М.: Химия, 2001. - 568 с.

3. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газ: учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб: Недра, 2013. - 544 с.

4. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учебное пособие для вузов. - Уфа: Гилем, 2002. - 672 с.

5. Ахметов С.А., Сериков Т.П., Кузеев И.Р., Баязитов И.М. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учебное пособие/ Под ред. С.А. Ахметова. - СПб.: Недра, 2006. - 868 с.

6. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ООО "Недра-Бизнес центр", 2000. - 677 с.

7. Худайбердиев А.А. Интенсификация подогрева нефтяного сырья. Монография. - Ташкент: Navroz, 2019. - 213 с.

8. Технологический регламент установки атмоферной перегонки смеси газоконденсата и нефти и фракционирования гидроочищенной нафты (установка 10) Бухарского НПЗ. - TR 16472899-001: 2009.

9. Худайбердиев А.А., Шарипов К.К., Исмоилов О.Ю., Худайбердиев Аб.А. Анализ распределения коэфициента теплопередачи при конденсации углеводородных паров по высоте трубчатого теплообменника// Научно-технический журнал: Узбекский журнал нефти и газа. - Ташкент, 2017. - № 3. - С. 35-38.

10. Мухаммедов Б.И., Исроилова Г.Б., Туганов Б.Ш. Анализ и обобщение результатов комплексных исследований влияния технологических факторов на эффективность теплообменных процессов// Научно-технический журнал: Узбекский

журнал нефти и газа. - Ташкент, 2014. - № 2. - С. 36-40.

11. Мухаммедов Б.И., Умаров А.А., Исроилова Г.Б. Основные пути интенсификации и повышения эффективности теплообменных процессов в нефтеперерабатывающих производствах// Научно-технический журнал: Узбекский журнал нефти и газа. - Ташкент, 2010. - № 1. - С. 53-54.

12. Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа: учебное пособие для студентов нефтяных специальностей вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1980. - 256 с.

13. Рабинович Г.Г., Рябых П.М., Хохряков П.А. и др. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Справочник/ Под ред. Е.Н. Судакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1979. - 568 с.

14. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов/ Под ред. П.Г. Романкова. - 10-е изд., перераб. и доп. - Л.: Химия, 1987. - 576 с.

15. Раджибаев Д.П., Хурмаматов А.М., Худайбердиев Аб.А. Зависимость плотности паров углеводородного сырья от температуры и давления / Журнал: Химическая промышленность. - СПб, 2020. - № 2. - С. 97-101.

16. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. - 8-е изд., перераб. - М.: Химия, 1971. - 783 с.

17. Барулин Е.П., Кувшинова А.С., Кириллов Д.В. и др. Лабораторный практикум по тепловым процессам. Учебное пособие. - Иваново: ИГХТУ, 2009. - 65 б.

18. Общий курс процессы и аппараты химической технологии: Учебник. В 2 кн. /В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов и др.; Под ред. В.Г. Айнштейна. - М.: Логос, 2002. -1758 с. Кн.1. - 888 с.

19. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Изд. 2-е. В 2-х кн.: Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. - М.: Химия,1995. - 400 с.

20. Межгосударственный стандарт ГОСТ 9617-76. Сосуды и аппараты. Ряды диаметров.

УДК: 665.6: 665.6/7: 662.6/.9

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЕ ОПЫТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРОЦЕССА ГИДРИРОВАНИЕ И ГИДРООЧИСТКИ ПИРОДИСТИЛЛЯТА

Худайбердиев Абдукарим Абсаломович
Наманганского государственный-технический университет (PhD), доцент, ahudayberdiev@mail.ru

Аннотация. Приведены основные результаты исследования каталитических процессов переработки (гидроочистки и гидрирования) сырья, описано принципиальная схема, конструкция и принцип работы установки для каталитической переработки пиролизного дистиллята и методика проведения в ней экспериментов.

Аннотация. Хом ашёни қайта ишлаш (гидротозалаш ва гидрирлаш) нинг каталитик жараёнларининг асосий натижалари келтирилган бўлиб, пиролиз дистиллятини каталитик қайта ишлаш учун принципиал схемаси, ишлаш принципи ва конструкцияси ва тажриба ўтказиш метадикаси келтирилган.

Annotation. The main results of the study of catalytic processes of processing (hydrotreating and hydrogenation) of raw materials are presented, the basic diagram, design and operating principle of the installation for catalytic processing of pyrolysis distillate and the methodology for conducting experiments in it are described.

Ключевые слова: переработка газа, пиролизный дистиллят, сернистые соединения, гидроочистка, гидрирование, катализатор, гидрогенизат, перегонка, дистиллят, фракционный состав, плотность, вязкость.

Kalit so‘zlar: gazni qayta ishlash, piroliz distillyati, oltingugurtli bog‘lanish, gidrotozalash, gidrirlash, katalizator, gidrogenizat, haydash, distilyat, fraksion tarkibi, zichlik, qovushqoqlik.

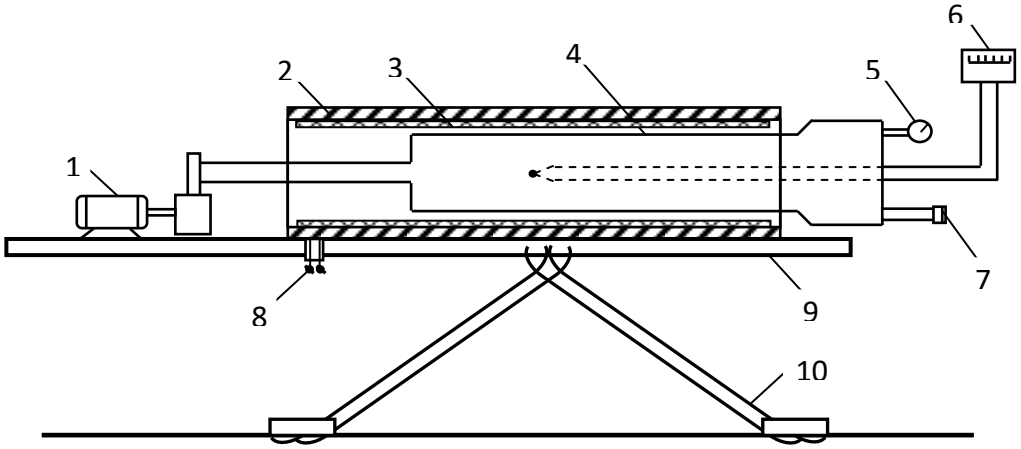
Key words: gas processing, pyrolysis distillate, sulfur compounds, hydrotreating, hydrogenation, catalyst, hydrogenate, distillation, distillate, fractional composition, density, viscosity.

Введение. Пиролизный дистиллят образуется как технологический отход производства при переработке природного газа на газохимических предприятиях. Он представляет собой сложную смесь углеводородов, которая состоит из парафиновых, нафтеновых, олефиновых и ароматических углеводородов и их производных. Известно, что при переработке природного газа на СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical» в год образуются более 103000 т пиролизного дистиллята, который в настоящее время в промышленном масштабе не перерабатывается. Поэтому, разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий переработки пиролизного дистиллята, основанные на углубленное изучение его коллоидных, физико-химических и теплофизических свойств в перспективе имеет важную научно-практическую ценность [9].

Рациональное использование углеводородного сырья, углубления степени его переработки и целенаправленная утилизация технологических отходов в условиях стабильного роста потребления нефтепродуктов и расширения области их применения являются одними из приоритетных направлений дальнейшего развития отрасли нефтегазопереработки [1].

Метод. Исследование каталитических свойств образцов разработанных катализаторов осуществляется в автоклаве объемом 0,5 и 1,0 л (рис. 1). Основными аппаратами установки является автоклав 4 и стальная рама 9, на которой при помощи шарниров смонтированы

рабочие элементы автоклава.



1-электродвигатель; 2-термоизоляционный корпус автоклава; 3-нагревательный тень; 4-автоклав; 5-манометр для измерения давление; 6-милливольтметр; 7-штуцер для подачи водорода; 8-вход электроэнергии; 9-стальная рама; 10-опорные ножки

Рис. 1. Принципиальная схема автоклава для гидроочистки пиролизного дистиллята

Автоклав представляет собой цилиндрический толстостенный сосуд из нержавеющей стали с верхней крышкой, на которой закреплены штуцеры для подачи водорода, карман для термопары и манометр, рассчитанный на давление более 750 атм и температуру-500 °С. Автоклав помещен в специальную электрическую обогревательную печь. Перемешивание сырья с катализатором осуществляется вращением автоклава электродвигателем, снабженным редуктором [3].

Автоклав и его элементы: фланцы, карманы для установки термопары и другие детали до загрузки катализатора и сырья подвергаются тщательному осмотру. При обнаружении на внутренней поверхности аппарата и его элементов ржавчины или других отложении, их тщательно очищают чистой хлопчатобумажной тканью и только потом в автоклав загружают расчетное количества катализатора и исходного сырья.

Во всех экспериментах соотношение катализатора к сырью берется постоянным, равным 1:10. Принимая во внимание, что активные компоненты катализатора гидрогенизацию сырья проводят в сульфидной форме, а для сульфидирования контакта в автоклаве должным образом требуется длительное время. По этой причине образцы катализаторов при проведении процесса использовали после предварительного сульфидирования [3].

В автоклав сначала загружают предварительно осерненный по выше описанному способу катализатор, затем-расчетное количество исходного нефтепродукта, закрывают крышки и герметизируют затягиванием болтов. Во всех опытах количество загружаемого катализатора и нефтепродуктов в сумме не должно превышать две трети свободного объема автоклава.

По достижении герметичности системы, автоклав промывают водородом. Для этого к щтуцеру автоклава в винчивают трубку и, открывая вентили водородного баллона, подают газ до давления 2,5-3,0 атм. Затем оба вентиля закрывают, трубку для подачи водорода отсоединяют и сбрасывают водород из автоклава. Операцию продолжают не менее 2 или 3 раза. После чего в автоклав снова подают свежий водород из баллона, устанавливают давление в автоклаве, согласно заданию. Включают обогрев реактора и одновременно пускают электродвигатель для вращения автоклава.

Температуру реакционной смеси поднимают до режимной по 45-50 °С в час. По достижению в аппарате режимных температуры и давления, процесс продолжают до прекращения поглощения водорода с последующей выдержкой в течение ещё 55-60 минут.

В процессе гидрогенизации сырья происходит интенсивное поглощение водорода и выделение тепла, поэтому температуру автоклава следует повышать постепенно, не допуская при этом резкого скачка. По мере снижения давления водорода в аппарате его подпитывают водородом из баллона с высоким давлением, согласно инструкции.

В процессе выполнения опытов допускается колебание общего давления водорода в автоклаве 5±0,5 МПа. Давление водорода в автоклаве контролируют по показанию манометра (ОБМГн 1-360), а температуру - потенциометра (МР-54-02,1,5; ГОСТ 9736-68).

Регистрацию температуры и давления водорода в аппарате осуществляют через каждые 15 минут. По окончании опыта отключают обогрев и при вращении автоклава снижают температуру до 150-160 °С, затем отключают вращение, продолжают снижать температуру гидрогенизата до 45-50 °С.

С целью анализа состава газа отбирают пробы, затем для освобождения жидкого гидрогенизата от H_2S и NH_3 образующихся при гидрогенизации продуктов с примесями сера- и азоторганики, автоклав 2-3 раза промывают водородом согласно инструкции. После чего открывают крышку автоклава, осторожно сливают гидрогенизат; проверяют состояние катализатора. Если нет разрушений, осмоления или коксования контакта, то в автоклав снова загружают расчетное количество испытуемого пиролизного дистиллята и продолжают эксперименты согласно программе.

Порядок сульфидирование катализатора. Сульфидирование образцов катализатора осуществляли на специально смонтированной для этой цели проточной установке, при атмосферном давлении порошкообразной элементарной серой. Основным элементом установки является реактор из нержавеющей стали, который состоит из двух секций серы и секции катализатора, разделенных двойной стеклянной сеткой. Сульфидирование контакта осуществляли в оксидной форме, так как анализ материалов, приведенных в литературе, показал, что катализатор, сульфидированный в оксидной форме, при гидрировании и гидрообессеривании прямогонных нефтепродуктов оказался более активным, чем образцы, сульфидированные после предварительного восстановления активных компонентов [4].

Осернение контакта проводили в токе водорода при от 94°С до 96 °С в секции серы, а в секции катализатора-от комнатной до 370 °С. Порядок сульфидирования катализатора элементарной серой таков: сначала в первую секцию реактора загружают расчетное количество элементарной серы, а во вторую-катализатора.

Реактор помещают в обогревательную печь и после обеспечения герметичности системы устанавливают термопары, скорость водорода (в начальный период, когда температура в секции серы - порядка от 75°С до 80 °С, а в секции катализатора – от 45°С до 50 °С) составляет от 55 до 60 пузыр/минут. По мере достижения температуры в зоне серы 90÷95 °С, скорость водорода увеличивают до 110÷120 пузыр/минут. Поддерживая температуру в зоне серы 95÷97 °С, при указанной скорости потока водорода, температуру в зоне катализатора поднимают от 45÷50 °С до 365÷370 °С по 8÷10 °С/ч и выдерживают при этой температуре в течение 4,5÷5,0 часов. По окончании осернения контакта, систему продувают водородом, и катализатор выгружают в герметично закрывающийся приемник и используют при осуществлении процессов гидрирования и гидроочистки [2].

Результаты. Как правило, пиролизу с последующим анализом его продуктов подвергают нелетучие соединения размером менее 10^{-6}, которые после пиролиза превращаются в летучие соединения и их можно анализировать обычными методами [8].

Следует отметить, что каталитические реакции осуществляются в присутствии тех или иных катализаторов, ускоряющих химические превращения, позволяющие произвести их в более лёгких условиях, например, при более низкой температуре, способствующих протеканию реакции в желательном направлении, полученных при более высоких

выходах основных целевых продуктов и сокращающих скорость протекающих поточных реакции [7].

В исследованиях уделено внимание гетерогенным реакциям, т.к. они характеризуются наличием двух или более числа фаз, к ним относятся реакции, протекающее в паровой фазе на твердом катализаторе.

Гидроочистку бензина проводят с целью подготовки его для процесцесса каталитического риформинга и снижения серы в бензинах, полученных каталитическим и термическим крекингом.

Для гидроочистки сырья риформинга используется прямогонный бензин или его узкие фракции. Остаточное содержание серы составляет 0,1÷3 млн$^{-1}$ с использованием АКМ-катализатора. По ГОСТ Р51105-97 содержание серы в бензинах 0,05 масс. %, а в перспективе должно быть-0,02 масс. % [5].

Бензины, полученные переработкой негидроочищенных газойлевых фракций и мазутов, содержат серы ≥ 0,4 масс. %. В их составе до 40 % непредельных углеводородов. Чтобы не потерять при гидроочистке эти высокооктановые компоненты рекомендуется снизить давление водорода с 4 до 2 МПа, при этом содержание серы в продукте составляет 0,08÷0,12 масс. %; содержание непредельных соединений снижается на 30 %, октановое число-на 0,5 пункта. Кроме того, проводить гидроочистку только фракции, кипящей выше 120 °С, где концентрируются, в основном, сернистые соединения тиофенового ряда. Непредельные соединения, содержащиеся в основном во фракции, кипящей при < 120 °С сохраняются.

Гидроочистка вакуумного газойля снижает содержание серы до 0,3 масс. %. При каталитическом крекинге такого газойля получают бензин, содержащий 0,006 масс. % серы и его выход увеличивается на 1÷1,5 масс. %.

Таблица 1

Гидроочистка смеси дизельного топлива и 20 % газойля каталитического крекинга

Показатели	Катализатор			
	ГП-497		KF-752 фирмы «Акзо-Нобель»	
Давление, МПа	3	3	3,2	3,1
Температура, °С	332	334	332	332
Объемная скорость подачи сырья, ч$^{-1}$	2,2	2,2	1,92	2,04
Кратность циркуляции ВСГ, м^3/м^3	250	260	250	260
Содержание водорода в ВСГ, об. %	73	71	65	65,2
Содержание серы, масс. %:				
- в сырье	0,8	1,0	0,9	0,92
- в продукте	0,06	0,05	0,048	0,076
Содержание ароматических углеводородов, об. %:				
- в сырье	31,6	25	-	-
- в продукте	16,5	17,1	-	-

Скорость обессеривания газойля зависит от наличия внутри диффузионного торможения, которое снимается применением широкопористых катализаторов [4,5].

При гидроочистке бензинов кратность циркуляции катализатора (отношение объема водорода к объему сырья в жидком состоянии, нм^3 H_2/м^3 сырья) составляет 900÷1500, для дизельного топлива - 80÷500 м^3 H_2/м^3.

В табл. 2 приведены примерные параметры гидроочистки нефтяных фракций.

Таблица 2

Примерные параметры гидроочистки нефтяных фракций

Параметры	Нефтяная фракция			
	бензиновая	керосиновая	дизельная	вакуумный газойль
Температура, °С:				
в начале цикла	330–350	280–300	340–350	350–360
в конце цикла	320–380	370–380	400	—
Давление, МПа	3,5–4,0	3,5–4,0	2,5–4	4–4,2
Объемная скорость, $ч^{-1}$	2,5–8	4–6	4–6	0,7–1,5

Выводы. Собрана экспериментальная установка для изучения процесса гидроочистки пиролизного дистиллята, состоящая в основном из автоклава, рамы, на которой смонтированы автоклав, электропривод, трансформатор, термо-электрический нагреватель, баллон с водородом и контрольно-измерительные приборы. Разработана методика проведения экспериментов и сульфидирование катализатора.

На основе проведенного анализа материалов [2], приняты следующие значения технологических режимов гидроочистки пиролизного дистиллята: производительность реактора 12,262 т/ч, температура сырья на входе - 150 ^{o}C, давление водорода в реакторе - 3,0 МПа; объемная скорость подачи дистиллята - 4,0 $ч^{-1}$, кратность циркуляции (расход) ВСГ - 300 $м^3/м^3$ сырья и концентрация водорода в составе газа - 70 % (об.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Султанов А.С. Развитие технологических процессов подготовки сырьевого газа в Шуртанском газохимическом комплексе // Узбекский журнал нефти и газа. Специальный выпуск. - Ташкент, май 2010. - с. 88-91.

2. Худайбердиев А.А., и др. Фракционный состав пиролизного дистиллята// Актуальные проблемы очистки нефти и газа от примесей различными физико-химическими методами: Сборник трудов республиканской НПК. - Карши: Карши ДУ, 27 апреля 2019 г. - С.201-203.

3. Худайбердиев Аб.А. Опытная установка для изучения процессов каталитической переработки пиролизного дистиллята// Материалы республ. НПК: Актуальные проблемы развития производств промышленных отрасли в Республике Каракалпакстан. - Нукус, 26 апреля 2021 г. - С. 110-112.

4. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, доп. и перераб. - Санкт-Петербург: Недра, 2013. - 544 с.

5. Ахметов С.А., Сериков Т.П., Кузеев И.Р., Баязитов И.М. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учебное пособие/ Под ред. С.А. Ахметова. - СПб.: Недра, 2006. - 868 с.

6. Капустин В.М., Гуреев Т.Г. и др. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть вторая. Деструктивные процессы. - М.: Химия, КолосС, 2008. - 334 с.

7. Химия нефти. Руководство к лабораторным занятиям: Учебное посо-бие для вузов/ И.Н. Дияров, И.Ю. Батуева, А.Н. Садыков, Н.Л. Солодова. - Л.: Химия, 1990. - 240 с.

8. Технологический регламент установки атмоферной перегонки смеси газоконденсата и нефти и фракционирования гидроочищенной нафты (установка 10) Бухарского НПЗ. - TR 16472899-001: 2009.

9. Технологический регламент установки переработки газоконденсата и углеводородного сырья ООО «Игилик-газ» TR 18841651-01:2009.

10. Химия нефти. Руководство к лабораторным занятиям: Учебное пособие для вузов/ И.Н. Дияров, И.Ю. Батуева, А.Н. Садыков, Н.Л. Солодова. - Л.: Химия, 1990. - 240 с.

УДК 665.6: 665.6/.7

ИЗУЧЕНИЯ ВЗКОСТИ ПИРОДИСТИЛЛЯТА В ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ДАВЛЕНИЯХ ОТ 0,1 МПа ДО 3,5 МПа

Худайбердиев Абдукарим Абсаломович
Наманганского государственный-технический университет (PhD), доцент, ahudayberdiev@mail.ru

Аннотация. Изучение закономерностей изменения вязкости пиролизного дистиллята от температуры и давления в процессах его тепловой подготовки (нагревания) к перегонке. Исследование проведено расчетно-экспериментальным путём в диапазоне от 20 ^{o}C до 160 ^{o}C и при давлениях от 0,1 МПа до 3,5 МПа, что соответствует условиям эксплуатации каталитических реакторов и теплообменных аппаратов на предприятиях нефтегазопереработки.

Annotatsiya. Piroliz distilyatini qayta ishlash uchun yuqori issiqlikkacha qizdirish jarayonlarida harorat va bosim ta’sirida qovushqoqligining o‘zgarish qonuniyatlarini o‘rganishdan iborat. Tadqiqotlar hisob-tajriba vositalari yordamida 20 °C dan 160 °C gacha va 0,1 MPa dan 3,5 MPa gacha bo‘lgan bosimlarda amalga oshirildi va bu neft va gazni qayta ishlash korxonalarida katalitik reaktorlar va issiqlik almashinish qurilmalarining ish sharoitiga mos keladi.

Annotation. Study of the regularities of change of viscosity of pyrolysis distillate from temperature and pressure in the processes of its thermal preparation (heating) for distillation. The study was carried out by calculation and experimental method in the range from 20 °C to 160 °C and at pressures from 0.1 MPa to 3.5 MPa, which corresponds to the operating conditions of catalytic reactors and heat exchangers at oil and gas processing plants.

Ключевые слова: переработка газа, пиролизный дистиллят, гидрирование, катализатор, гидрогенизат, перегонка, дистиллят, фракционный состав, плотность, вязкость.

Kalit so‘zlar: gazni qayta ishlash, piroliz distillyati, gidrirlash, katalizator, gidrogenizat, haydash, distilyat, fraksion tarkibi, zichlik, qovushqoqlik.

Key words: gas processing, pyrolysis distillate, hydrogenation, catalyst, hydrogenate, distillation, distillate, fractional composition, density, viscosity.

Введение. Пиролизный дистиллят образуется как технологический отход производства при переработке природного газа на газохимических предприятиях. Он представляет собой сложную смесь углеводородов, которая состоит из парафиновых, нафтеновых, олефиновых и ароматических углеводородов и их производных. Известно, что при переработке природного газа на СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical» в год образуются более 103000 т пиролизного дистиллята, который в настоящее время в промышленном масштабе не перерабатывается. Поэтому, разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий переработки пиролизного дистиллята, основанные на углубленное изучение его коллоидных, физико-химических и теплофизических свойств в перспективе имеет важную научно-практическую ценность.

Исследование изменения показателей свойств пиролизного дистиллята при различных температурах и давлениях способствует уточнению методики расчета отдельных процессов и аппаратов нефте- и газопереработки, проектированию компактных конструкций аппаратов и разработке оптимальных технологических схем его переработки [1-6].

Как известно, вязкость углеводородного сырья, в том числе и пиролизного дистиллята, повышается с увеличением их молекулярной массы и температуры кипения.

При повышенных температурах значения вязкости перерабатываемого сырья снижается. Отметим, что вязкость является одним из важных показателей качества жидкого углеводородного сырья и продуктов его перегонки. По величине вязкости судят о составе и концентрации продуктов однократного испарения сырья [1-3,7].

В промышленной практике значением вязкости приходится учитывать также при перекачке углеводородного сырья и продуктов его перегонки по технологическим трубопроводам и трубкам теплообменных аппаратов, где скорость его течения главным образом определяется вязкостью. Чем ниже вязкость сырья, тем легче осуществлять его транспортировки и переработки [4,5,8].

Целью данной работы является всестороннее изучение закономерности температурного изменения вязкости пиролизного дистиллята в процессах его тепловой подготовки (нагревания) к перегонке, что позволит повысить достоверность расчетов теплопередачи в теплообменных аппаратах, использующие углеводородные теплоносители.

Метод. Исходя из этой цели, нами исследован характер температурного изменения вязкости партии пиролизного дистиллята, образованного в ходе технологических процессов на СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical». Исследование проведено расчетно-экспериментальным путём в диапазоне от 20 ^{o}C до 160 ^{o}C и при давлениях от 0,1 МПа до 3,5 МПа, что соответствует условиям эксплуатации на предприятиях отрасли оборудования - каталитических реакторов и теплообменных аппаратов [8-12].

Опыты по измерению кинематической вязкости пиролизного дистиллята проведены на экспериментальной установке [13,14], принципиальная схема которой представлена на рис. 1.

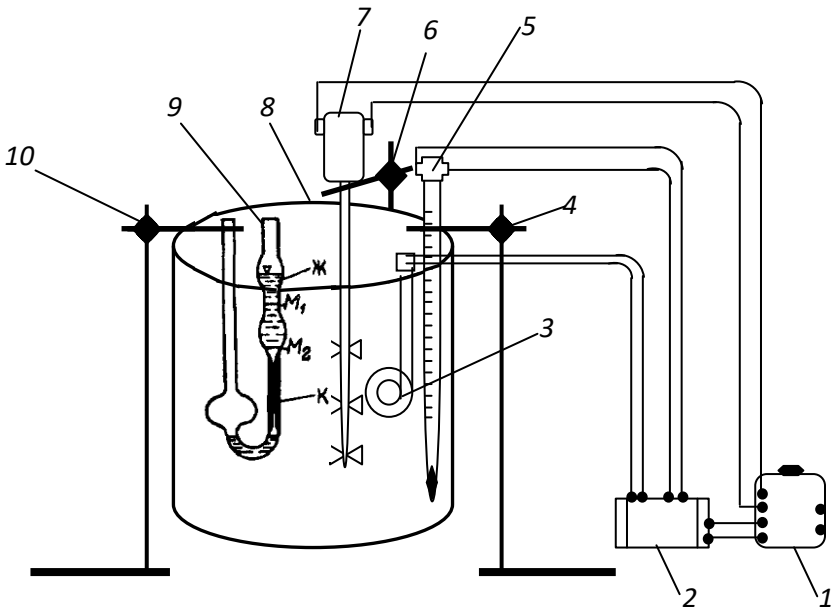
Экспериментальная установка в основном состоит из стеклянного водяного термостата *8*, электрического нагревателя (ЛАТР) *3*, планетарной мешалки *7* и капиллярного вискозиметра *9*. Термостат снабжен контактным термометром *5* и реле *2* для контроля температуры воды в нем.

Опыты на установке проводились в следующей последовательности. До начала экспериментов в емкость *8* заливают воду и включая электрический нагреватель *3* подогревают ее до необходимой температуры измерения, которая контролируется контактным термометром *5* и реле температуры *2*. Равномерный температурный режим подогрев слоя воды в емкости *8* и стабильное поддержание ее заданной температуры обеспечивается работой планетарной мешалки *7*, которая приводится в действие лабораторным автотрансформатором *1*. После достижения необходимой температуры воды в емкость *8* помещают вискозиметр *9* с пробой исследуемого пиролизного дистиллята на 20 мин. Постоянства температуры пробы дистиллята в вискозиметре обеспечивается ее перемешиванием при помощи резиновой «груши». После этого приступают к измерениям вязкости пробы дистиллята при температуре определения по установленной методике [15].

Во избежание влияния возможного испарения части легких фракций из состава дистиллята на точность измерения, исследуемую пробу в вискозиметре при каждом последующем опыте заменяют.

Для определения кинематической вязкости пиролизного дистиллята при температурах от 20 ^{o}C до 100 ^{o}C и атмосферном давлении выбран широко распространенный стационарный метод капиллярного истечения жидкостей [2,3,15-18]. Сущность выбранного метода заключается в измерении калиброванным стеклянным капиллярным вискозиметром времени истечения определенного объема испытуемого

дистиллята (в секундах) между метками M_1 и M_2 под действием силы тяжести при постоянной температуре.



1-лабораторный автотрансформатор; *2*- реле температуры; *3*-нагреватель электрический; *4*, *6* и *10*-штативы; *5*-термометр контактный; *7*-планетарная мешалка; *8*-термостат водяной; *9*-капиллярный вискозиметр ВПЖ-2

Рис. 1. Схема экспериментальной установки для измерения вязкости пиролизного дистиллята

Измерение вязкости пробы дистиллята при температуре определения произведено по методике, приведенной в [15,19]. В ходе измерений вязкости ν пробы дистиллята при от 20 °С до 100 °С использован вискозиметр ВПЖ-2 с диаметр капилляра d = 0,73 мм.

Значение кинематической вязкости исследуемого пиролизного дистиллята v (мм^2/с), измеренной при помощи вискозиметра, рассчитывалось по формуле [5,15,19]:

$$\vartheta = \frac{g}{9.807}\tau_{cp}K \quad (1)$$

где g=9,81-ускорение свободного падения, м/с^2; $\tau_{ср}$-среднее арифметическое значение времени истечения пробы дистиллята, с; K=0,03 мм^2/с^2-постоянная вискозиметра ВПЖ-2.

Эксперименты по определению вязкости v пиролизного дистиллята проведены согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 33-2000 [19]. Допускаемое расхождение последовательных определений значения вязкости пробы от его среднего арифметического значения не превышало ±1,2 %.

Результаты. Результаты измерений кинематической вязкости проб пиролизного дистиллята при 20÷100 °С под давлением 0,1 МПа (атмосферное) приведены в таблице 1.

С учетом температуры кипения воды в термостате кинематическая вязкость пиролизного дистиллята при температурах 100°С≤t≤160 °С рассчитана с использованием опытных данных. При этом для расчетно-экспериментального определения вязкости пиролизного дистиллята v_t (мм^2/с) использована формула [12,13]:

$$\vartheta_t = 117{,}02\, t^{0.955} \quad (2)$$

где t-температура пиролизного дистиллята, °С.

Результаты расчетов значений кинематической вязкости пиролизного дистиллята

по (2) при температурах от 100 °С до 160 °С отражены в таблице 1.

Таблица 1

Кинематическая вязкость пиролизного дистиллята при от 20 °С до 160 °С под атмосферным давлением

№	*t*, °С	Численные значения вязкости пиродистиллята ν, мм^2/с	
		экспериментальные	расчётные
1	20	6,345	6,695
2	30	4,712	4,546
3	40	3,652	3,454
4	50	2,881	2,791
5	60	2,351	2,345
6	70	1,951	2,024
7	80	1,721	1,782
8	90	1,571	1,592
9	100	1,481	1,400
10	110		1,314
11	120		1,210
12	130		1,121
13	140		1,044
14	150		0,978
15	160		0,919

По результатам расчетно-экспериментального определения вязкости пиролизного дистиллята ν_t (мм^2/с) построена кривое изменения его кинематической вязкости от повышения температуры при атмосферном давлении в диапазоне температур от 20 °С до 160 °С (рис. 2).

Судя по виду кривой на рис 2 можно заключить, что с повышением температуры до 60÷80 °С значение кинематической вязкости пиролизного дистиллята интенсивно падает от 6,35 до 1,72 мм^2/с, в среднем в 3,7 раза. В дальнейшем, с повышением температуры до 160 °С, вязкость пиролизного дистиллята плавно снижается по криволинейному закону до 0,92 мм^2/с. При этом темп снижения вязкости пиролизного дистиллята замедляется в среднем в 1,87 раза.

Проведены также расчеты по определению вязкости пиролизного дистиллята при избыточных давлениях и повышенных температурах, применительно к условиям

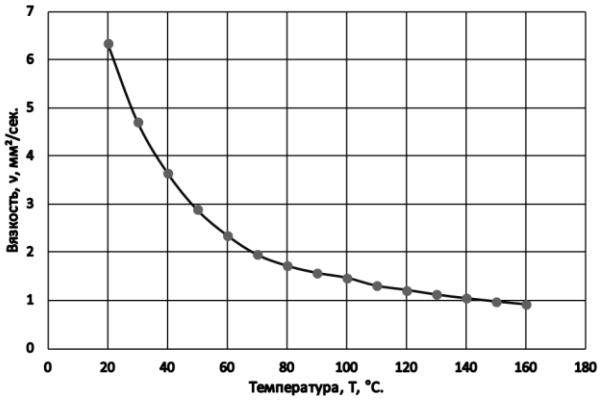


Рис. 2. Изменение кинематической вязкости пиролизного дистиллята *ν* от повышения температуры *t* при атмосферном давлении

его каталитической переработки, используя формулы [1];

$$\nu_p = \nu_t\ (1 + KP) \quad (3)$$

где ν_p и ν - кинематическая вязкость, соответственно при повышенных P и нормальном (0,1 МПа) давлениях, мм^2/с; K = 0,23÷0,03 - опытный коэффициент, зависящий от фракционного состава пиролизного дистиллята.

Результаты расчетов кинематической вязкости пиролизного дистиллята по (3) в диапазоне температуры от 20 до 160 ºС и при избыточных давлениях 0,1÷3,5 МПа приведены в таблице 2.

Таблица 2

Кинематическая вязкость пиролизного дистиллята при от 20 °С до 160 °С и от 0,1 МПа до 3,5 МПа

t, °С	Вязкость пиролизного дистиллята ν_p (мм^2/с) при 0,1÷3,5 МПа						
	0,1	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
20	6,708	6,8422	6,8959	6,9628	7,0298	7,0967	7,1637
30	4,555	4,6369	4,6824	4,7278	4,7733	4,8188	4,8642
40	3,461	3,5231	3,5576	3,5922	3,6267	3,6612	3,6958
50	2,7966	2,8468	2,8747	2,9026	2,9306	2,9585	2,9864
60	2,3497	2,3919	2,4154	2,4388	2,4623	2,4857	2,5092
70	2,028	2,0645	2,0847	2,105	2,1252	2,1454	2,1657
80	1,7856	1,8176	1,8355	1,8533	1,8711	1,8889	1,9067
90	1,5952	1,6238	1,6398	1,6557	1,6716	1,6875	1,7034
100	1,4028	1,428	1,442	1,456	1,47	1,484	1,498
110	1,3166	1,3403	1,3534	1,3666	1,3797	1,3928	1,406
120	1,2124	1,2342	1,2463	1,2584	1,2705	1,2826	1,2947
130	1,1232	1,1434	1,1546	1,1658	1,1771	1,1883	1,1995
140	1,0461	1,067	1,0753	1,0858	1,0962	1,1066	1,1171
150	0,98	0,9976	1,0073	1,0171	1,0269	1,0367	1,0465
160	0,9208	0,9374	0,9466	0,9558	0,965	0,9741	0,9833

По данным таблицы 2 построены кривые изменения кинематической вязкости пиролизного дистиллята ν_t (мм^2/с) от повышения температуры в диапазоне от 100 °С до 160 °С при избыточных давлениях от 1,0 МПа до 3,5 МПа (рис. 3).

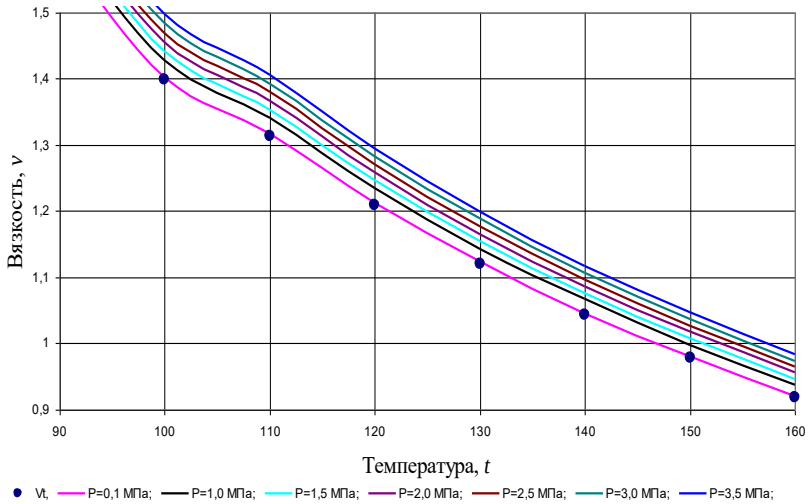


Рис. 3. Кривые изменения кинематической вязкости пиролизного дистиллята ν_p (мм^2/с) от повышения температуры в диапазоне от 100 до 160 °С при избыточных давлениях от 1,0 до 3,5 МПа

Как видно из рисунка, что изменения кинематической вязкости пиролизного дистиллята от повышения температуры в диапазоне от 100 °С до 160 °С при различных давлениях имеет тенденцию к плавному снижению. Например, в указанном диапазоне температуры при атмосферном давлении 0,1 МПа вязкость пиролизного дистиллята снижается от 1,4028 до 0,9208, при давлении 1,0 МПа кинематическая вязкость дистиллята падает от 1,4028 до 0,9374, а при 3,5 МПа этот показатель изменяется в пределах от 1,498 до 0,9833 мм^2/с.

Обсуждение. В вышеуказанных пределах повышения температуры при различных давлениях темп падения вязкости пиролизного дистиллята составляет постоянную величину, в среднем в 1,52 раза. При этом с ростом давления значение вязкости пиролизного дистиллята повышается в пределах от 1,403÷1,498 мм^2/с при 100 °С до 0,921÷0,983 мм^2/с при 160 °С. Относительное повышение вязкости пиролизного дистиллята от роста давления в системе составляет в среднем 6,8 %.

Выводы. Таким образом, результаты расчетно-экспериментальных исследований показали, что с повышением температуры кинематическая вязкость пиролизного дистиллята снижается по параболическому закону. Установлено, что под атмосферным давлением при 20÷100 °С величина вязкости пиролизного дистиллята находится в пределах 6,345÷1,481 мм/с^2. При этом темп снижения вязкости составляет в среднем в 6,9 раза. Выявлено, что дальнейшее повышение температуры от 100 до 160 °С при давлениях 0,1÷3,5 МПа приводит к падению вязкости пиролизного дистиллята от 1,4028 до 0,9833 мм^2/с, т.е. в среднем в 1,52 раза. В этих условиях относительное повышение вязкости пиролизного дистиллята от роста давления в системе составляет в среднем 6,8 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов. - СПб: Недра, 2013. - 544 с.

2. Глаголева О.Ф., Капустин В.М., Гюльмисарян Т.Г. и др. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти/ Под ред. О.Ф. Глаголевой и В.М. Капустина. - М.: Химия, КолосС, 2006. - 400 с.

3. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. Учебное пособие для вузов. 2-е изд. - М.: Химия, 2001. - 568 с.

4. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. - 677 с.

5. Худайбердиев А.А. Интенсификация подогрева нефтяного сырья. Монография. - Ташкент: Навруз, 2019. - 213 с.

6. Khudayberdiev Ab., Khudaiberdiev A.A. Technical and economic aspects of processing pyrolysis distillate into motor fuel // Наманган муҳандислик-технология институти илмий-техника журнали. - Наманган, 2021. - № 3. - С. 244-251.

7. ГОСТ 2177-99. Межгосударственный стандарт. Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава. Минск. Введён в действие 01.01.2001. - 25 с.

8. Ахметов С.А., Сериков Т.П., Кузеев И.Р., Баязитов И.М. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учебное пособие/ Под ред. С.А. Ахметова. - СПб.: Недра, 2006. - 868 с.

9. Постоянный технологический регламент установки гидроочистки газойля Бухарского НПЗ (установка 13) TR16472899-003:2015.

10. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Справочник /Рабинович Г.Г., Рябых П.М., Хохряков П.А. и др.; Под ред. Е.Н. Судакова. - 3-е изд.,

перераб. и доп. - М.: Химия, 1979. – 568 с.

11. Капустин В.М., Гуреев Т.Г. и др. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть вторая. Деструктивные процессы. - М.: Химия, КолосС, 2008. - 334 с.

12. Худайбердиев А.А. Влияние температуры на плотности нефти, газового конденсата и их смесей// Вестник ТГТУ. - Ташкент, 2013. - № 2. - С. 128-133.

13. Худайбердиев А.А., Сайидмуродов М.М. Изучение вязкости нефти, газового конденсата и их смесей// Химическая технология, контроль и управление. - Ташкент, 2012. - № 6. - С. 50-53.

14. Химия нефти. Руководство к лабораторным занятиям: Учебное пособие для вузов / И.Н. Дияров, И.Ю. Батуева, А.Н. Садыков, Н.Л. Солодова. - Л.: Химия, 1990. - С.55-61.

15. Григорьев Б.А., Богатов Г.Ф., Герасимов А.А. Теплофизические свойства нефти, нефтепродуктов, газовых конденсатов и их фракций / Под общ. ред. проф. Б.А. Григорьева. - М.: Издательство МЭИ, 1999. - 372 с.

16. Туманян Б.П. Практические работы по технологии нефти. Малый лабораторный практикум. - М.: Техника, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. Тума групп, 2006. – С. 14-17.

17. Фукс Г.И. Вязкость и пластичность нефтепродуктов. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. - 328 с.

18. ГОСТ 33-2000 (ИСО 3104-94). Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости. Принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 18.10.2000 г. взамен ГОСТ 33-82.

19. Рудин М.Г., Сомов В.Е., Фокин А.С. Карманный справочник нефтепереработчика. 2-е изд., испр. и доп./ Под ред. М.Г. Рудина. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2004. - 336 с.

УДК 669.054.82:2.046

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ ШЛАКОВ В ЧЁРНЫХ СПЛАВАХ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ЛИТЕЙНЫЕ СВОЙСТВА

Ташбулатов Шерзод Бахтиярович
Ташкентский государственний технический университет, (DSc) доцент, tashbulatov0889@gmail.com

Аннотация. Цель исследования заключается в изучении механизмов образования шлаков при плавке чёрных сплавов и разработке научных основ технологических решений, направленных на повышение литейных свойств. В ходе работы проанализировано температурно-зависимое влияние обработки расплава флюсом, технология модифицирования хромом, воздействие направленного охлаждения в песчано-глинистой форме, обработка сплава порошком титана, восстановление с использованием графита, а также технология извлечения железа из FeO в шлаке путём добавления ферросплавов. Установлено, что нормализация скорости охлаждения расплава позволяет снизить вероятность образования горячих трещин в отливках.

Annotatsiya. Tadqiqotning maqsadi qora metall qotishmalarini suyuqlantirish jarayonida shlaklarning hosil bo‘lish mexanizmlarini o‘rganish va quyma xossalarini oshirishga qaratilgan texnologiyaviy yechimlarning ilmiy asoslarini ishlab chiqishdan iborat. Ish jarayonida flyus bilan ishlov berishning haroratga bog‘liq ta’siri, xrom bilan modifikatsiyalash texnologiyasi, qum-gilli qolipda yo‘naltirilgan sovitish rejimi ta’siri, titan kukuni bilan ishlov berish, grafit yordamida qaytarish va ferroqotishmalar orqali FeO dan temirni qayta tiklash texnologiyalari tahlil qilindi. Suyuqlik metallning soviš tezligini normallashtirish orqali quymadagi issiq yoriqlarni kamaytirish imkoniyatlari aniqlandi.

Abstract. The aim of the research is to study the mechanisms of slag formation during the melting of ferrous alloys and to develop the scientific basis of technological solutions for improving casting properties. The study analyzed the temperature-dependent effect of flux treatment, the technology of chromium modification, the influence of directed cooling in sand–clay molds, treatment with titanium powder, the reduction process using graphite, and the recovery of iron from FeO in slag through ferroalloy additions. The normalization of cooling rates was shown to reduce hot cracking in cast products.

Kalit so‘zlar: qora metall qotishmalari, shlak, flyus, modifikatsiya, grafit, titan, ferroqotishma, soviš tezligi, quyma xossalari.

Ключевые слова: чёрные сплавы, шлак, флюс, модифицирование, графит, титан, ферросплав, скорость охлаждения, литейные свойства.

Key words: ferrous alloys, slag, flux, modification, graphite, titanium, ferroalloy, cooling rate, casting properties.

В мире особое внимание уделяется научному изучению образования отходов при производстве черных металлических сплавов и разработке ресурсосберегающих технологий. В настоящее время во многих странах актуально перерабатывать промышленные отходы, извлекать из них полезные компоненты и эффективно использовать эти вторичные ресурсы в литейной отрасли. В этом контексте разработка методов извлечения металлических сплавов из шлаков, образующихся при плавке черных металлов на металлургических и литейных предприятиях, создание дополнительных ресурсов для производства чугуна и стали, а также внедрение высококачественных отливок имеют особое значение [1-2].

В литейной промышленности мира ведутся масштабные научные исследования по

разработке ресурсосберегающих и безотходных технологий переработки сырья и промышленных шлаков, позволяющих получать качественные отливки. В частности, особое значение имеет применение многоступенчатых методов сепарации для извлечения металлических соединений из промышленных шлаков, определение оптимального размера частиц при этом методе, а также разработка технологических режимов с восстановительными элементами, содержащими углерод, для обработки полученных металлов и металлоксидов [3].

В Республике Узбекистан большое внимание уделяется эффективному использованию сырьевых ресурсов в литейной промышленности, разработке пошаговых методов переработки шлаков, образующихся при плавке стали, и созданию безотходных технологий получения черных металлических сплавов. В этой сфере реализуются меры стратегического и экономического значения, обеспечивая конкретные результаты. В стратегии развития «Нового Узбекистана» поставлены ключевые задачи: «...вывести промышленность на качественно новый уровень, глубоко перерабатывать местные источники сырья, ускорить производство готовой продукции, освоить новые виды продукции и технологии…».

В этой связи научные статьи, направленные на создание и совершенствование новых технологий извлечения черных и цветных металлов из производственных шлаков на крупных металлургических предприятиях страны, таких как АК «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», АК «Навоийский горно-металлургический комбинат», АК «Узметкомбинат», имеют особое значение [4].

Данное направление способствует реализации задач, закрепленных в нормативно-правовых актах, включая Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № PF-60 «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы», Постановление Президента от 27 апреля 2018 года № PQ-3682 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практической реализации инновационных идей, технологий и проектов», Постановление Президента от 17 января 2019 года № PQ-4124 «О мерах по совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургического комплекса», Постановление Президента от 24 июня 2021 года № PQ-5159 «О дополнительных мерах по развитию горно-металлургической промышленности и связанных с ней отраслей» и других нормативных документов [5-6].

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являются печные шлаки и стальные литейные изделия, образующиеся при плавке черных металлических сплавов на АК «Узметкомбинат». Предметом исследования выступают процессы восстановления оксидов железа из шлаков, выделение железа, переработка оксидов железа с использованием углеродсодержащих восстановителей, улучшение литейных свойств получаемых изделий, применение высокотемпературного и среднетемпературного восстановления в шлаках при плавке стали, а также технологии обработки жидкого сплава с использованием флюсов для повышения ударной вязкости отливок.

Для выполнения исследования применялись современные физико-химические методы анализа. В частности, использовалась спектроскопия на приборе 10 M SpectroLAB для определения элементного состава образцов, рентгенофазовый анализ (РФА) для изучения фазового состава, дифференциально-термический анализ (ДТА) для оценки термических характеристик и превращений, а также аналитические методы определения содержания металлов в пробах на основе стандартных методик. Применение комплексного подхода, включающего как качественные, так и количественные методы исследования, позволило получить достоверные данные о составе и свойствах шлаков и

литейных изделий, а также разработать технологические режимы их эффективной переработки.

Таким образом, сочетание лабораторных физико-химических методов анализа с практическими технологиями переработки шлаков обеспечило всестороннее исследование процессов восстановления железа и улучшения литейных характеристик черных металлических сплавов.

Цель и задачи статьи

Цель статьи заключается в изучении научных основ образования шлаков при плавке черных металлических сплавов и технологий повышения литейных свойств.

Основные задачи статьи включают:

- Анализ температурной зависимости воздействия флюсовых компонентов на элементы жидкого сплава при обработке жидкого металла флюсом;
- Разработка технологии модифицирования жидкого металла хромом в печи и определение динамики влияния хрома на ударную вязкость сплава;
- Определение степени зависимости размещения литейной заготовки в песчано-глиняной форме от направленного режима охлаждения сплава;
- Разработка технологии обработки сплава титановой пудрой в ковше;
- Разработка технологии восстановления сплава в печи с использованием графита и определение способности графита к восстановлению;
- Разработка технологии восстановления железа из FeO шлака путем добавления ферросплавов в жидкий металл;
- Разработка технологии снижения горячих трещин в отливке путем нормализации скорости охлаждения металла в форме.

Результаты исследования и их анализ. Физико-химические свойства шлаков, образующихся при плавке черных металлических сплавов, оказывают значительное влияние на качество литейных изделий. Состав, вязкость, плотность и другие свойства шлака играют ключевую роль в обеспечении оптимальной структуры и химического состава металлических сплавов.

Шлаки, образующиеся при плавке, включают следующие основные компоненты:

- **Силикаты и алюмосиликаты** – основную часть составляют оксид кремния (SiO_2) и оксид алюминия (Al_2O_3);
- **Оксиды** – кальция оксид (CaO), магния оксид (MgO) и оксид железа (FeO);
- **Остатки** – углерод, фосфор и соединения серы.

Состав шлака обеспечивает окисление металла, сжигание примесей и получение сплава в чистом состоянии. Физико-химические свойства шлака являются ключевыми факторами, влияющими на качество отливки. Вязкость шлака обеспечивает отделение примесей от металла; слишком высокая или низкая вязкость ухудшает качество отливки. Оптимальная вязкость зависит от температуры, состава и окислительной среды. Плотность шлака обеспечивает эффективное разделение с металлом, а поверхностное натяжение – правильное размещение металла в полости формы. Термические свойства влияют на процесс охлаждения, а химическая реактивность управляет переходом примесей в шлак.

Основной функцией шлака является удаление вредных элементов, таких как фосфор и сера. Например, оксид кальция переводит серу в шлак, защищая металл:

$$CaO+S \rightarrow CaS$$

Состав шлака и химический баланс металла определяют эффективность процесса плавки. Кислотные шлаки (высокое содержание SiO_2) удаляют алюминий и кремний, тогда как основные шлаки (высокое содержание CaO и MgO) более эффективно отделяют

серу и фосфор от металла. Повышение температуры снижает вязкость шлака и улучшает очистку металла, но чрезмерно высокая температура может вызвать нежелательные реакции между шлаком и металлом.

Для анализа состава шлаков использовались методы рентгеновской дифракции и электронная микроскопия. Структурный и составной анализ металла проводился с использованием оптической металлографии.

Методы, приведенные в статье–комплексная переработка шлаков, образование защитных условий для литейных свойств, восстановление оксидов железа углеродосодержащими восстановителями и получение железосодержащих сплавов из шлаков – до настоящего времени изучены недостаточно.

Объектами статьи являются шлаки черных металлических сплавов, литейные шлаки и готовые литейные изделия АК «Узметкомбинат». Междисциплинарная направленность материаловедения и литейного производства позволяет всесторонне изучать образцы, их свойства и качество, что обеспечивает создание новых материалов с необходимыми свойствами.

Особое внимание в статье уделено выбору и настройке параметров сканирующего электронного микроскопа (SEM), влияющих на точность анализа, включая минимальное расстояние между объектами для их правильного выделения и другие настройки, влияющие на результаты исследования.

Размеры образца определяются как минимальное расстояние между двумя объектами, которое позволяет выделить их как отдельные объекты. Поэтому этот параметр является одной из основных характеристик микроскопов.

Астигматизм возникает из-за несовершенства линз или других шумов, и его можно корректировать с помощью дополнительных элементов, называемых стигматизаторами, расположенных внутри объективных линз. На рисунке 1 показан процесс настройки электронного пучка для точного наблюдения микроструктуры образца.

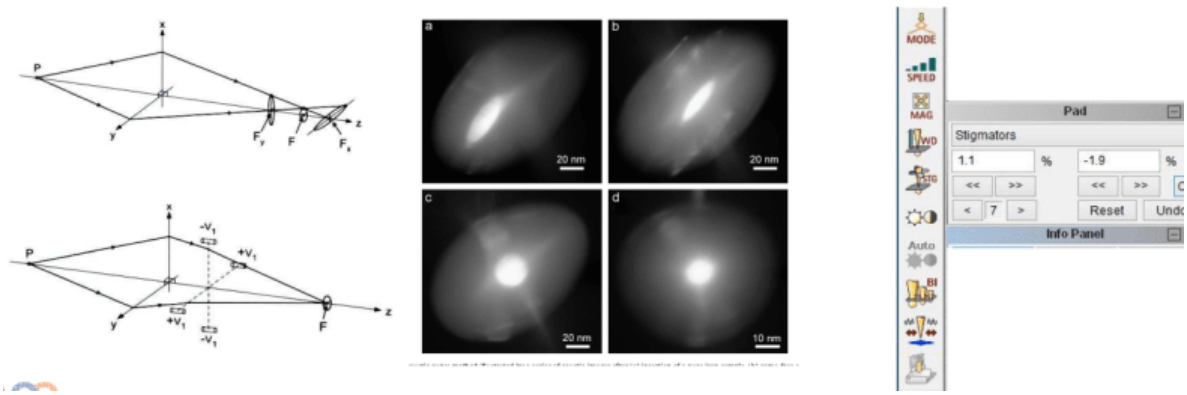


Рисунок 1. Процесс настройки для точного наблюдения микроструктуры образца

Влияние энергии электронного пучка на изображение микроструктуры образца можно увидеть на рисунке 2. При этом проводилось сравнение с подачей энергии на образец в 5 кВ, 12 кВ, 20 кВ и 30 кВ.

Выводы.

На основе результатов исследований по теме «Научные основы образования шлаков при плавке черных металлических сплавов и повышения литейных свойств получаемого сплава» для докторской диссертации по техническим наукам (DSc) представлены следующие выводы:

1. Внедрена технология обработки жидкого металла флюсом при плавке черных

металлических сплавов. Она позволяет увеличить растекаемость сплава на 8–10 %.

2. Внедрена технология модифицирования жидкого металла хромом в печи. Она обеспечивает повышение ударной вязкости получаемого сплава на 16–18 %.

3. Внедрен режим направленного охлаждения сплава в песчано-глиняной форме. Это позволяет увеличить износостойкость получаемой литой продукции на 12–14 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Karimov K, Tashbulatov SH, Turakhodjayev N, Axmedov A. A mathematical model of the technology of extraction of copper from industrial slags. E3S Web Conf. Volume 264, 202. International Scientific Conferense “Construction Mechanics, Hydraulics and water Resources Engineering” (CONMECHYDRO-2021)

2. Н.Д.Тураходжаев, Ш.Н. Турахужаева,, Ш.Б Ташбулатов, Н.Х. Таджиев, Р.С. Зокиров, Ш.М. Чоршанбиев. “Технология извлечения меди из медных шлаков” Композицион материаллар илмий-техникавий ва амалий журнал 4/2022 йил. ДУК “Фан ва тараққиёт”.

3. Н.Д.Тураходжаев, Ш.Н. Турахужаева,, Ш.Б Ташбулатов, Ш.М. Чоршанбиев, Ш.Ў Худойқулов. “Композицион материаллар илмий-техникавий ва амалий журнал 4/2022 йил. ДУК “Фан ва тараққиёт”.– pp. 600-603 (05.00.00. №3)

4. Nodir Turakhodjaev, Sherzod Tashbulatov, Shukhrat Chorshanbiev “Technologies for extraction of copper from copper slag by flotation” International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics 10.17683/ijomam/issue11.6 2022 (05.00.00. №3)

5. Ташбулатов Шерзод, Тураходжаев Нодир. Саидмахамадов Носир, Турсунбоев Сарвар. Методы утилизации и переработки цветных и черных металлургических шлаков // НамМТИ илмий – техника журнали. 2022 йил Махсус сон 2 www.nammti.uz ISSN 2181-8622

6. Ташбулатов Шерзод, Саидмахамадов Носир, Иноятов Қахрамон, Таджиев Нуритдин, Кам легирланган пўлатларнинг таркибига қўшимча элементлар киритиш орқали қотишманинг қуймакорлик хоссаларини ошириш НамМТИ илмий – техника журнали. 2023 йил Махсус сон 1 www.nammti.uz ISSN 2181-8622

УДК. 66.047:55

ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТВА БАЗАЛЬТОВЫХ ПОРФИРИТОВ И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ ПОЛУЧЕННЫХ СИТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВ

Ахунов Даниёр Бахтиёрович
Наманганский государственный технический университет к.т.н., doni78@inbox.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada, Kutchi koni bazalt tog‘ jinslari mineralogik, kimyoviy tarkiblari o‘rganilib ular asosida olingan shisha-kristall materiallar fizik-kimyoviy xossalari o‘rganilgan.

Аннотация. В статье изучен минералогический и химический состав базальтовых пород месторождения Кутчи, а также изучены физико-химические свойства стеклокристаллических материалов, полученных на их основе.

Abstrakt. The article studies the mineralogical and chemical composition of basalt rocks from the Kutchi deposit, and also examines the physicochemical properties of glass-crystalline materials obtained from them.

Kalit so‘zlar: bazalt, tog‘ jinsi, infraqizil spektroskopik tahlil, kimyoviy barqarorlik, IQ spektr, shisha-kristall.

Ключевые слова: базальт, горная порода, инфракрасный спектроскопический анализ, химическая устойчивость, ИК-спектр стеклокристаллический.

Keywords: basalt, rock, infrared spectroscopic analysis, chemical stability, IR spectrum glass-crystalline.

Введение. Минеральный состав базальтовых порфиритов представлен пироксеном, актинолитом, эпидотом и кварцем (табл.1). Последние два минерала являются продуктами разложения плагиоклаза. Структура пород порфиробластовая, лепидогранобластовая, мелкозернистая. Текстура - параллельно - ориентированная. В минералогическом составе по степени преобладания присутствуют пироксен > эпидот > актинолит > кварц.

В химическом составе базальтовых порфиритов преобладают кремнезем, глинозем, оксиды кальция, магния и железа (табл. 2). Анализы выполнены в лаборатории «Физико-химических методов исследований» Института минеральных ресурсов (ИМР) Госкомгеологии РУз [1].

Таблица 1

Минеральный состав базальтовых порфиритов проявления Кутчи

№№ пробы	Пироксен	Актинолит	Эпидот	Кварц	Рудные минералы
1	62	20	10	7	1
2	60	23	10	6	1
3	42	23	22	12	1
Средняя	49	15	26	9	1

Базальтовые породы месторождения Кутчи практически отвечают всем требованиям промышленности к качеству сырья. По ряду опытных данных считается, что содержание оксида кремния в породе не должно превышать 51 %, так как он повышает вязкость и снижает кристаллизационную способность. Оксид алюминия по своему влиянию на вязкость расплава имеет некоторую аналогию с оксидом кремния [2].

Таблица 2

Результаты химического анализа базальтовых пород Кутчинского месторождения (в мас %, среднее по 3 пробам)

№ проб	SiO_2	Fe_2O_3 общ.	FeO	TiO_2	MnO	AI_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	П.п.п
1	49,8	8,8	6,12	0,98	0,19	14,0	16,5	3,6	0,15	2,18	0,05	1,0
2	48,9	8,8	6,98	1,6	0,18	15,7	12,3	5,5	0,21	2,07	0,05	1,4
3	49,8	8,0	7,2	1,52	0,17	15,3	15,9	1,8	0,22	2,62	0,09	1,7
Средняя	49,1	9,33	7,16	1,27	0,15	14,48	13,2	7,5	0,32	2,23	0,03	1,55

Экспериментально установлено, что при наличии оксида алюминия до 10% вязкость расплава несколько снижается. С дальнейшим повышением её содержания вязкость расплава растёт и снижается его кристаллизационная способность. Оксид магния снижает вязкость и повышает кристаллизационную способность расплава.

Регулируя температурный и временной режим процессов производства, а также химический состав расплава, получают изделия с определенными физико-химическими и механическими свойствами.

Методика исследованиий. В работе нами применены общепринятые методы исследований. При проведении кристаллооптических анализов основной упор делали на определение оптических констант и габитуса спеченных или закристаллизованных образцов. Из существующих методов был использован метод определения показателей светопреломления. Определение формы и размеров кристаллов, выпадающих при обжиге или кристаллизации расплавов, проводили при выключенном анализаторе. Точность измерений составляла ±0,02 [3].

При рентгенографическом анализе синтезированных соединений и материалов из существующих лау- и дифракто-методов использовали метод анализа поликристаллов. Съемки дифрактограм пробы, предварительно измельченной до размера частиц 10 мкм и спрессованной в стеклянной кювете диаметром $2x10^{-3}$ м, проводили по методу порошка. В расчетах и при идентификации фаз использовали таблицы и справочники, составленные С.С. Толкачевым, В.Н. Михеевым, Л.Н. Миркиным, Я.Г. Гиллером [4], а также американскую картотеку [5].

Из термических методов наиболее надежным и информативным является дериватографический анализ образцов, позволяющий одновременно определять термические эффекты (экзо-и эндоэффекты) и потери веса [6].

Исследования образцов при высоких увеличениях проводились методом самоотененной одноступенчатой, угольно - серебряной реплики [7]. Увеличение при этом составляло 5500-6000 раз. Для исследования брали поверхность свежего излома.

Кристаллизационная способность стекол изучалась методом массовой кристаллизации [8] в интервале температур 600-1100^{o}C через каждые 100^{o}C. Время выдержки при каждой температуре составляло 1 час.

Инфракрасный спектроскопический анализ применяли для диагностики связей между катионами и ионами кристаллических фаз и стекол для дополнительного подтверждения данных рентгенографического анализа. Метод ИК-спектров использовали также для обнаружения в стеклах зародышевых групп [9].

Химическую устойчивость стекол и ситаллов по отношению к 35% HCl, 35% NaOH

и H_2SO_4 осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ 100134.1-82-10134.3-82; ГОСТ 473.1-81-473.3-81 [10].

Физико-химические свойства образцов: микротвердость, механическая прочность, плотность замерялись по стандартным методикам.

Плотность стекол и ситаллов определялись по ГОСТ 9553-74.

Температурный коэффициент линейного расширения определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 10978-83.

При исследовании использована современная аппаратура, позволяющая определять химико-минералогический состав, физико-химические и химические свойства, провести технологические опыты по подбору шихты, варкм и выработки стекол, а также осуществлять соответствующие работы по получению стеклокристаллических материалов. Шихты составлялись из расчета стекломассы для определения области стеклообразования, для структурных исследований и для определения физико-химических свойств.

Шихтные компоненты в лабораторных условиях кафедры «Технологии силикатных материалов» взвешивали на технических весах с точностью до 0,01 г. Тщательное их истирание осуществляли с применением агатовой ступки. Затем их засыпали в варочные тигли. В качестве последних применяли платиновые, корунзитовые и корундовые тигли емкостью 300 мл. [11].

Приготовленные шихты варили в корунзитовых тиглях емкостью 250-500 мл в электрической печи с силитовыми нагревателями при температуре 1400^{o}C. Выдержка составляла 1 ч. Также для варки была использована газовая лабораторная печь малой емкости. Варку стекол также проводили в полупромышленных условиях ОАО «ОНИКС».

Кристаллизация ситалловых расплавов и стекол осуществлялась в лабораторных камерных печах. Сначала получали расплав стекла, затем его помещали в камерную печь или в кристаллизатор для осуществления направленной и регулируемой кристаллизации [12].

После выдержки в области выделения центров кристаллизации, температуру поднимали на 200^{o}C и осуществляли окончательную выдержку в течение 2 часов. Во втором случае сначала получали стекло, затем его обрабатывали при 800-1100^{o}C одно- или двукратной термообработкой. По данным литературы [13], при оптимальной температуре первой ступени термообработки при одноминутной выдержке количество кристаллов составляет примерно 100 шт/мм^3. Но при увеличении выдержки до 10 минут число кристаллов существенно возрастает и составляет несколько тысяч в мм^3. Поэтому в данной работе время выдержки принято с учетом вышеизложенных рекомендаций.

В случае наностеклокерамики ученые рекомендуют оптимальные размеры кристаллов порядка 50 нм. В этом случае облегчается введение ионов-нуклеаторов кристаллизации и способность стекла легко плавиться. При формовании обеспечивается изготовление различных изделий из стекла.

В соответствии с данными, большинство исследователей кристаллизацию стекла проводили двухкратно. Вторая, более высокая, температура способствовала выделению основной фазы. Она в будущем обеспечивала высокие физико-механические и химические характеристики разработанных материалов. В случае термообработки стекла при более высоких температурах происходит увеличение размеров образующихся кристаллов и их частичное растворение в размягченном стекле.

Контроль температуры в камерных печах или в кристаллизаторах осуществляли при низких температурах хромель-алюминиевой термопарой, при высоких температурах платино-платинородиевой термопарой.

Определение возможности стеклообразования проводили путем резкой закалки расплава стекла на холодной металлической плите. Полученные стекла и их прозрачность оценивали визуально. Определение кристаллизационной способности стекол производили методом стабильного падения температур в градиентной электрической печи в интервале температур 500-1100^{o}C. Стекла, помещенные в шамотную, фарфоровую или платиновую лодочку, выдерживали в печи в течение одного часа, а затем охлаждались на воздухе до комнатной температуры. Степень кристаллизации оценивалась визуально.

Качественный фазовый рентгеновский анализ сырьевых материалов, шихты и продуктов кристаллизации стекол проводили по порошковому методу на дифрактометре ДРОН-4. Использовалось характеристическое медное излучение, отфильтрованное через никелевый фильтр. Скорость счетчика составляла 2 град/мин .

Электронно–микроскопические исследования проводились на электронном микроскопе ЭМВ-100 БР.

ИК-спектроскопические исследования стекол и продуктов кристаллизации проводились на двухлучевом регистрирующем спектрофотометре Specord 75 IR по стандартной методике в интервале 400-4200 см$^{-1}$. Образцы готовили методом нанесения суспензии в вазелиновом масле на бромистый калий или прессованием с этим же веществом.

Определение оптических констант, габитуса и размера зерен кристаллов проводилось при увеличениях 400 и 800 при помощи поляризационного микроскопа МИН-8 и металлографического микроскопа МИН-4. В последнем случае готовились непрозрачные шлифы при помощи расплавленной серы, которые последовательно шлифовались и полировались вручную. Травление осуществляли при помощи различных травителей.

Для определения термических констант при нагреве или охлаждении образцов в интервале 20-1100^{o}C был использован «Derivatograph Q-1500 D» системы Ф. Паулик, У. Паулик, Л. Эрдей. Дифференциальную и температурную кривую записывали с использованием Pt–Pt-Rh термопары. Кривые нагревания снимались при величине навески в среднем 200 мг. В качестве эталона применялся прокаленный глинозем Al_2O_3. Скорость подъема температуры составляла 10-15 град/мин.

Определение коэффициента линейного термического расширения (КЛТР) проводили на отожженных образцах на кварцевом дилатометре ДКВ-4. Воспроизводимость результатов для образцов разных варок составляла $\pm 3 \cdot 10^{-7}$ град$^{-1}$.

Определение плотности стекол проводили методом гидростатического взвешивания образцов в толуоле марки «ЧДА» на аналитических весах с точностью до 0,001 г.

Основные физико-механические свойства (предел прочности при сжатии, предел прочности при изгибе, предел прочности при растяжении, микротвердость и др.) определялись на стандартной аппаратуре, принятый в стекольных лабораториях стран СНГ и Узбекистана.

Химстойкость стекол и ситаллов определяли по потере веса пластинок, подвергавшихся воздействию концентрированной HCl и H_2SO_4 при температуре кипячения в течение 2 ч. Для определения щелочеустойчивости также применяли пластины, подвергавшиеся обработке 35% раствором NaOH в течение 3 ч при температуре 100^{o}C.

Выше приведёнными методами анализа изучены физико-химические свойства полученных стекол и ситаллов полученных на основе базальтов Кутчинского месторождения (Табл. 3.).

Таблиц 3

Физико-механические и химические свойства полученных стекол

Свойства	Составы				
	2Б	3Б	5Б	6Б	7Б
Температура варки,°С	1450	1450	1400	1400	1400
Плотность, г/см^3	2,71	2,73	2,75	2,73	2,72
ТКЛР, $\alpha \cdot 10^{-7}$ град	60	61	65	72	62
Кристаллизационная способность,°С нижний предел верхний предел	 800 950	 800 950	 750 900	 800 950	 750 945
Предел прочности при изгибе, МПа	50	50	54	53	56
Предел прочности при сжатии, МПа	400	410	430	448	464
Химическая устойчивость, % к 35 %-ной NaOH к конц. HCl к конц.H_2SO_4	 91,4 99,73 98,60	 89,96 99,39 99,61	 96,78 98,94 99,46	 95,9 96,79 96,34	 95,78 99,45 99,60

Выводы. Из приведенных данных видно, что стекла, полученные на основе базальтов, обладают сравнительно высокими механическими и термическими свойствами, что объясняется относительно высоким содержанием в них оксидов щелочноземельных металлов и небольшим содержанием щелочных. Они также характеризуются высокой химической устойчивостью к концентрированной серной кислоте и шелочи, что обусловлено, по- видимому, влиянием анортитового состава стекла, в структуре которого преобладают бесконечные цепочки $[Si_2O_6]^{-4}_{\infty}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исматов А.А., Ахунов Д.Б, Ходжаев Н.Т. Новые проявления базальтов – сырье для производства стеклокристаллических изделий // Т.руды Межд. научно – техн. конф. «Высокие технологи и перспективы интеграции образования, науки и производства»: Сб. науч. ст. – Ташкент: ТГТУ, 2006. - Т. 1. – С. 310-312.

2. Ахунов Д.Б., Исматов А.А., Арипова М.Х., Мкртчян Р.В., Ходжаев Н.Л. Базальтовые породы Кутчинского месторождения – сырьё для получения стекол и ситаллов // Kimyo va kimyo texnologiyasi. -Ташкент, 2007. - №3. - С.22 - 26.

3. Торопов Н.А., Булак Л.Н. Лабораторный практикум по минералогии. –М.: Стройиздат, 1969. -240 с.

4. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. –Москва: Госгеолтехиздат, 1957. -868 с.

5. Лепилина Р.Г., Смирнов Н.М. Термограммы неорганических фосфатных соединений. –Ленинград: Наука, 1984. -333 с.

6. Вегман Е.Ф., Руфанов Ю.Г., Федорченко И.Н. Кристаллография, минералогия, петрография и рентгенография. –М.: Металлургия, 1990. -262 с.

7. Артамонова Т.И. Практикум по технологии стекла и ситаллов. –Москва: Высшая школа, 1996. -364 с.

8. Плюснина И.И Инфракрасные спектры минералов. –Москва: Изд. Моск. ун-та, 1977. -173 с.

9. Орлова Л.А., Михайленко Н.Ю. Стеклокристаллические облицовочные материалы //СтройПРОФИль, 2002. -№1. www story-press/ru/

10. Бобкова Н.М. Основы технологии ситаллов. – Минск: БГТУ, 2004. – 67 с.
11. Саркисов П.Д., Михайленко Н.Ю., Орлова Л.А. Стеклокристаллические материалы в структуре современного материаловедения // Стекло и керамика. -Москва, - 2003. – № 9. – С. 8-13.
12. G.H. Beall, L.R. Pinckney. Nanophays Glass – Ceramics// J.Am.Ceram. Soc. - 1999. - V. 82. - Nol. - P. 63 - 73.
13. L.R.Pinckney. Transparent b – willemite glass – ceramicks// Proc. 19 Int. Congr. Glass, Edinbourg, Scotland. 2001. – V.2. – P. 7-8.

UDK 677.021.152.001.76

LINT TOZALASH MOSLAMASINING TO‘RLI YUZASINI TOZALASH SAMARADORLIGIGA TA’SIRINI O‘RGANISH

Abdurahmonov Jahongir Bahodir o‘g‘li
NamDTU. assistent PhD, jahongirabdurahmonov09@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada paxta tozalash korxonasining linterlash sexida mavjud 5 LP Linter mashinasiga o‘rnatilgan tozalash moslamasining to‘rli yuzasi nazariy tomondan o‘rganilgan. Nazariy tadqiqotda takomillashtirilgan linter mashinasiga chiqayotgan lint mahsuloti tarkibidan mayda iflosliklarni maksimal tozalash uchun o‘rnatilgan cho‘tkali baraban va to‘rli yuza parametrlarlari aniqlangan.

Аннотация. В данной статье проведено теоретическое исследование ячеистой поверхности очистного устройства, установленного на действующей линтерной машине 5 ЛП в линтоочистительном цехе хлопкоочистительного предприятия. В результате теоретического исследования определены параметры щёточного барабана и ячеистой поверхности, обеспечивающие максимальную очистку линты, поступающего на усовершенствованную линтерную машину, от мелких примесей.

Abstract. This article theoretically studies the mesh surface of the cleaning device installed on the existing 5 LP Linter machine in the linting shop of a cotton ginning enterprise. The theoretical study determined the parameters of the brush drum and mesh surface installed for maximum cleaning of fine impurities from the lint product entering the improved linter machine.

Kalit so‘zlar: paxta, linter mashinasi, lint, to‘rli yuza, cho‘tkali baraban, konstruksiya, mayda iflosliklar, yangi muhandislik-texnik ishlanmalarni ishlab chiqarishga joriy etish sanoatni rivojlantirishda katta ahamiyatga ega bo‘lib, iqtisodiy o‘sishning asosiy omili hisoblanadi.

Ключевые слова: хлопок, линтоочистительная машина, линтоволокно, сетчатая поверхность, щеточный барабан, структура, мелкие примеси.

Keywords: cotton, linter machine, lint, mesh surface, brush drum, structure, fine impurities, The introduction of new engineering and technical developments into production is of great importance in the development of industry and is a key factor in economic growth.

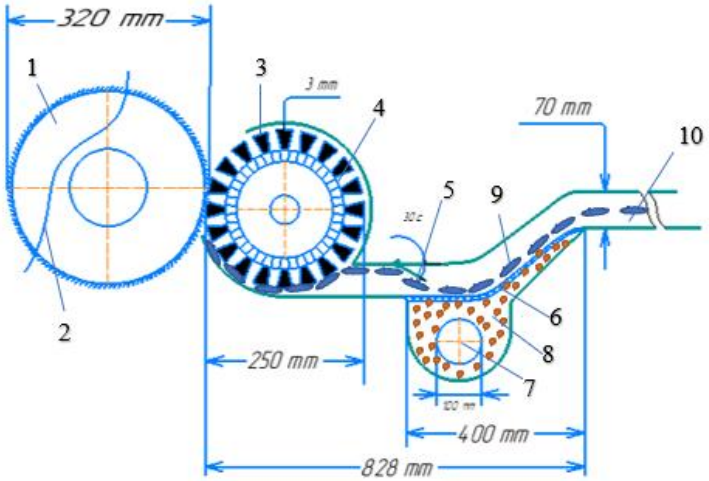
Kirish. Hozirgi kunda rivojlangan mamlakatlarda texnologik jarayonlarni boshqarish usullarini modernizatsiya qilish, asbob-uskunalar va texnologiyalarni loyihalashning avtomatlashtirilgan usullarini ishlab chiqarish, paxtani qayta ishlash jarayonini avtomatlashtirilgan boshqarish tizimini yaratishga katta ahamiyat berilmoqda. Ushbu yo‘nalishda, jumladan, paxta tozalash korxonalarida asosiy jarayonlardan bo‘lgan linterlash va lintni tozalash jarayonlarini avtomatlashtirish, jarayon unumdorligini oshirish, asbob-uskunalarni resurs tejovchi uzellar bilan ta’minlash lint va urug‘larning sifatini yaxshilash vazifalarini optimallashtirish mumkin bo‘lgan matematik modellarni ishlab chiqishga qaratilgan tadqiqotlar ustivor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, yangi lint tozalagichni ishlab chiqish, chigitlarni linterlash va lintlarni tozalashda mahsulot sifatini yaxshilovchi belgilovchi parametrlarni asoslash usuli dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Tadqiqot metodi. Texnik reglamentga muvofiq paxta xomashyosi paxta tozalash korxonalarida jindan o‘tkazilgandan so‘ng to‘qimachilik, kimyo va sellyuloza-qog‘oz sanoatida keng qo‘llaniladigan lint olish uchun paxta chigitlari linterlash mashinalarida linterlanadi. Paxta chigitini linterlashning hozirgi holati paxta tozalash sanoatining ortib borayotgan talablariga javob bermaydi. 5LP linterlari pasportida ko‘rsatilgan unumdorlikni 50-60% ni ta’minlaydi xolos. Bundan tashqari, lintni ajratib olish foizi pastligi (2-2,5%) tufayli chigitlarni ishchi

kameradan chiqishi qiyinchilik tug‘diradi, bu ularning linterlash zonasida uzoq vaqt qolishiga, chigitlarning mexanik shikastlanishining oshishiga va lintning sifati pasayishiga olib keladi.

Shu munosabat bilan, paxta chigitlarini linterlash va lintni tozalash uchun mo‘ljallangan jihozlarlarning eng samarali parametrlarini aniqlash bo‘yicha tadqiqotlar olib borish dolzarb vazifa hisoblanadi.

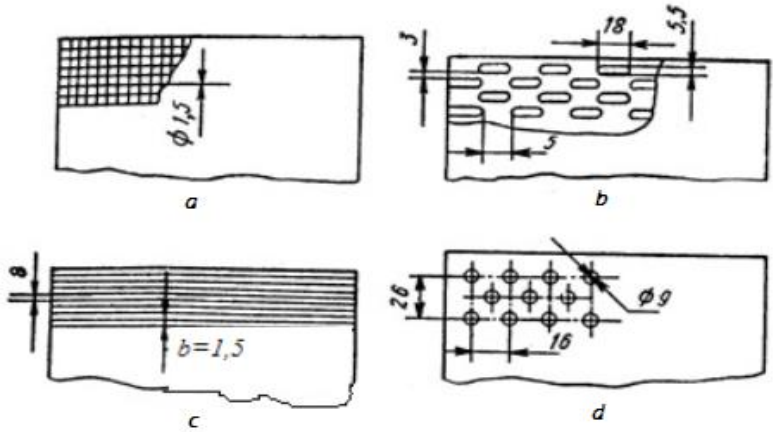
Tadqiqot natijalari. Linter mashinasining tozalash samaradorligini oshirish uchun yangi kontruksiyaning texnologik sxemasi tanlab olindi (1-rasm). Ushbu konstruksiya mavjud 5LP linteriga o‘rnatilib lint tarkibidan mayda iflosliklarni tozalaydi



1-arrali baraban, 2-kolosnik, 3- korpus, 4-cho‘tkali baraban, 5-yo‘naltirgich, 6-to‘rli yuza, 7-ifloslik shnegi, 8- iflosliklar, 9-lint, 10-lint chiqarish yo‘li.

1-rasm. Lint tozalash moslamasining texnologik sxemasi

Hozirda quyidagi turdagi to‘rli yuzalardan foydalaniladi (2-rasm).



2-rasm. To‘rli yuza turlari

a) to‘rtburchak sirtli, b) ellipsimon sirtli, c) to‘g‘ri chiziqli d) dumaloq tirqishli.

Yuza konstruksiyasini tozalash samaradorligiga ta’sirini ko‘rsatuvchi to‘rli yuza foydali yuzasining samaradorlik koeffitsiyenti muhim hisoblanadi

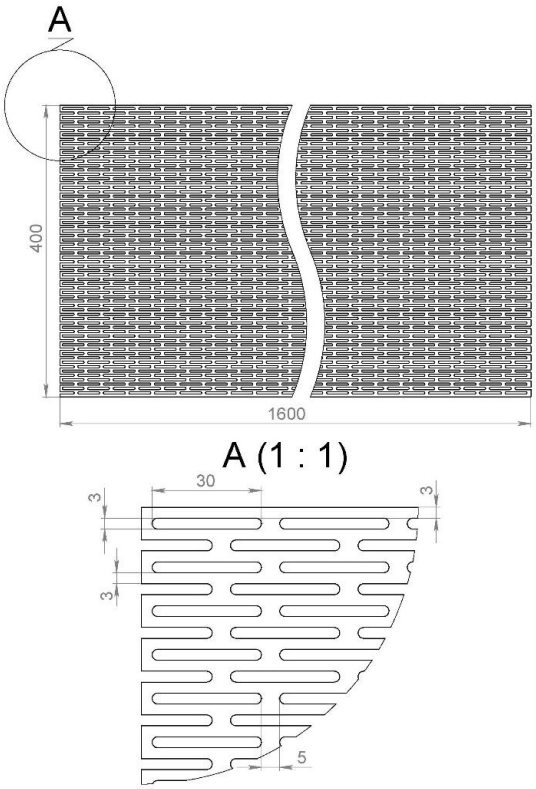
$$k_s = \frac{k}{k_f},$$

bu yerda k -tozalash samaradorligi, %.

Agarda F_f ni (1) dagi qiymati bilan almashtirsak, u holda

$$k_s = \frac{k \cdot 100}{F \cdot k_{f \cdot y \cdot u}}..$$

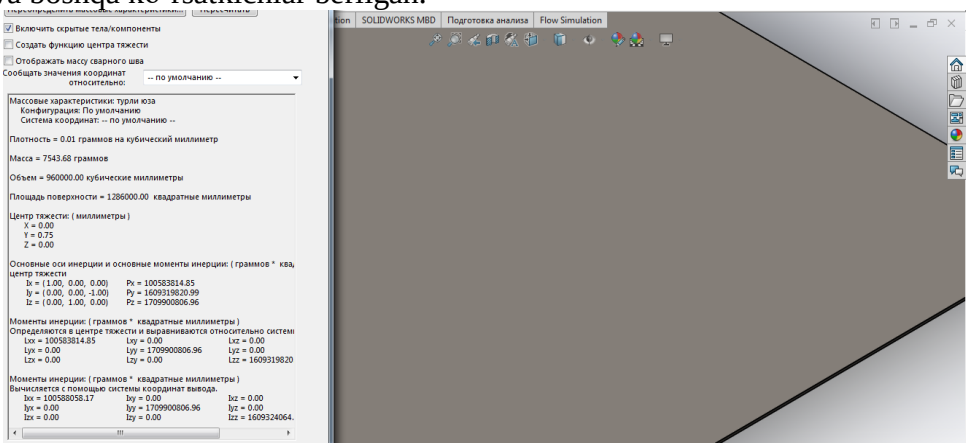
To‘rli yuzani loyihalayotganda iflosliklarni ushlab qolish va ish sohasidan chiqarish sharoitini yaxshilash hisobiga foydali yuzani va ishining samaradorligini oshirib uning yuqori samarasini ta’minlash kerak.



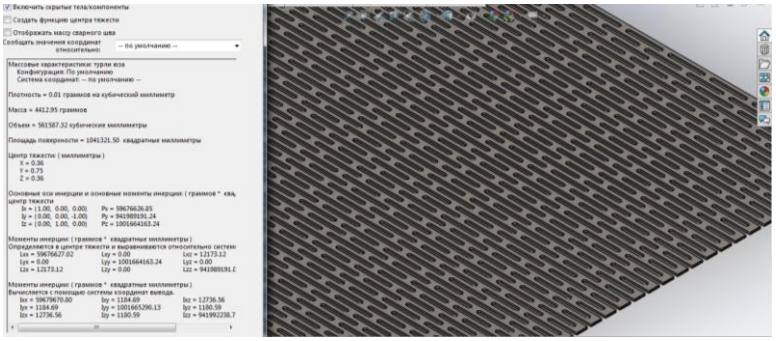
3-rasm. Taklif etilayotgan to‘rli yuza

Foydali yuza koeffitsiyentini aniqlashda SolidWorks kompyuter dasturidan foydalanamiz va o‘lchamlari 1600×400 mm li to‘rli yuza turini olamiz. Teshik o‘lchami 3x30 mm, to‘rli yuza list qalinligi 1,5 mm, To‘rli yuza materialini “Listovaya uglerodistaya stal” deb qabul qilamiz.

Hosil bo‘lgan to‘rli yuzaning massasini aniqlaymiz. Buning uchun “Analizirovat” ga kirib, “Massovie xarakteristiki” buyrug‘iga bosamiz. Ochilgan oynada zichligi (Plotnost-zichlik), massasi (Massa), hajmi (Obyom-hajm), barcha yuzalar maydoni (Ploshad poverxnosti-yuzalar maydoni) va boshqa ko‘rsatkichlar berilgan.



4-rasm. Listning teshilishdan oldingi massa yuzasi



5-rasm. Listning teshilishdan keyingi massa yuzasi

Listning teshilishdan oldingi $(M_0 = 7543{,}68gr,\ M_0 = 7343gr\ F_0 = 640000mm^2)$ va keyingi

$(M_t = 4412{,}95gr,\ F_t = 374391{,}54mm^2)$ massa va yuzalarini aniqlaymiz.

Foydali yuza F_f ni topish uchun to‘la yuza F_0 dan teshik hosil bo‘lgandan keyingi list yuzasi F_t ni ayriymiz:

$$F_f = F_0 - F_t = 640000 - 374391{,}54 = 265608{,}46 \quad mm^2,$$

Olingan natijalarni (1) ifodaga qo‘yamiz:

$$k_{f.yu} = \frac{265608{,}46}{640000} \cdot 100\,\%$$

Xulosa. List massasini necha foizga yengillashganini ham aniqlashimiz mumkin, uni oldingi massadan keyingi massani ayrib, oldingi massaga nisbatidan topamiz (odatda, foydali yuza koeffitsiyentiga mos bo‘ladi):

$$\frac{7543{,}68 - 4412{,}95}{7543{,}68} \cdot 100\% = 41{,}5\%.$$

Demak, biz qabul qilgan to‘rli yuzaning foydali yuza koeffitsiyenti $k_{f.yu.} = 41{,}5\ \%$ ga teng.

ADABIYOTLAR

1. Azambaev Muxammadjon Gafurjanovich. Teoreticheskoe issledovanie dvijeniya semyan xlopchatnika v setchatom vibrosortirovщike. Nauchny jurnal “Internauka”, №20 (196), 2021, s.44-47.

2. Juan Carlos Zumba, J. Rodgers. Fiber micronaire, fineness, and maturity predictions using NIR spectroscopy instruments on seed cotton and cotton fiber, in and outside the laboratory. Journal of Cotton Science 21(3):247-258, January 2017.

3. Kamalov N.Z., Maxmatkulov Ch.M. Metodi optimizatsii razdelitelnix protsessov. Tashkent, 1991. – 28 s. – Dep. v UzNIINTI №1442-Uz.

4. Sevastyanov A.G. Metodы i sredstva issledovaniy mexaniko-texnologicheskix protsessov tekstilnoy promishlennosti. // M.: Legkaya industriya, 1980. 392 s.

5. Azimov S.S. Razrabotka vibropitatelya dlya linterny mashin s selyu uluchsheniya kachestva linta i semyan. Diss. kand.tex.nauk. Toshkent. TTESI 1993 y.

6. G.I.Miroshnichenko. Osnovi proektirovaniya mashin pervichnoy obrabotki xlopka. M., «Mashinostroenie», 1972. 486 s.

7. Pod obщ. red. A.I.Makarova. Osnovы proektirovaniya tekstilnix mashin. M., «Mashinostroenie», 1976. 416 s.

8. A.A. Umarov, D.M. Kurbanov. “Paxta sanoatida muhandislik tahlil” fanidan amaliy mashg‘ulotlarni bajarish uchun uslubiy qo‘llanma. Namangan, 2021 y. 144 b.

УДК 621.89

ПРОГРЕССИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Асатиллаев Йулдашали Маликович
Наманганский государственный технический университет, к.т.н., доцент, asatillaevyuldashali@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены смазочно-охлаждающие технологические средства, используемые при резании металлов для обеспечения стойкости инструмента и требуемого качества обработанной поверхности и обосновано технологические возможности смазочно-охлаждающие материалы для повышения износостойкости режущей кромки инструментов. Проведено эксперименты для определения эффективности применения смазочно-охлаждающих технологических средств, что обеспечивает повышения износостойкости режущей части инструмента.

Annotatsiya. Maqolada metalllarni kesish jarayonida ishlatiladigan yog‘lovchi-sovituvchi texnologik vositalar o‘rganilgan bo‘lib, ular orqali asbobning soykaligini ta’minlash va ishlov berilgan yuzaning talab etiladigan sifatini oshirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, kesuvchi asboblar ishchi qirrasining yopishib qolishga va yeyilishga chidamliligini oshirishda yog‘lovchi-sovituvchi materiallarning texnologik imkoniyatlari asoslab berilgan. Yog‘lovchi-sovituvchi texnologik vositalarni qo‘llash samaradorligini aniqlash uchun tajribalar o‘tkazilib, ularning kesuvchi qismdagi yeyilishni kamaytirish qobiliyati isbotlangan.

Annotation. This article discusses examines cutting lubricants used in metal cutting to ensure tool life and the required surface quality. It also substantiates the technological capabilities of cutting lubricants for increasing the wear resistance of tool cutting edges. Experiments were conducted to determine the effectiveness of cutting lubricants, which improves the wear resistance of tool cutting edges. The effectiveness of the use of coolant technological tools provides increased wear resistance of the cutting part of the tool.

Ключевые слова: режущая часть инструмента ,смазочно-охлаждающий жидкость, пластическая деформация, износ, поломка, выкрашивание, наплавка, защитная пленка, заготовка, температура, коррозия, стойкость, скорость резания.

Kalit so‘zlar: asbobning kesuvchi qismi, yog‘lovchi-sovituvchi suyuqlik, plastik deformatsiya, yeyilish, sinish, uchining maydalanishi, naplavka, himoya qatlam, zagotovka, harorat, korroziya, soykalik, kesish tezligi.

Key words: cutting parts of the tool coolant, plastic deformation, wear, breakage, chipping, welding, protective film, workpiece, temperature, corrosion, durability, cutting speed.

Введение. В технологических процессах обработки деталей, металлорежущий инструмент является один из основных элементов металлообрабатывающего оборудования. Выход из строя металлорежущего инструмента в зависимости от условий эксплуатации составляет 23…63% от общего количество нарушений работоспособности оборудования.

Рабочие поверхности режущей части инструмента в процессе резания подвергаются действию различного рода напряжений, высоких температур, поверхностно-активных трения передней и задней поверхности инструмента. В этом случае использование смазочно-охлаждающий жидкости (СОЖ) позволяет повысить стойкость и срок эксплуатации режущего инструмента. При этом значительно возрастает скорость обработки (резания), а поверхности, подвергшиеся обработке, имеют меньшую

шероховатость и большую точность, смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), что уменьшает работоспособность инструмента из-за пластического деформирования, поломок, износа. Нарушения работоспособности металлорежущего инструмента при выполнении различных технологических операций составляют: 10% - из-за скалывания, 12% - из-за отделения режущей части, 21% - из-за поломок, 22 % - из-за выкрашивания и 97% - из-за износа [1].

Литературные данные свидетельствуют о возможности получения ожидаемых эффектов от применения металлоплакирующих смазочных материалов в качестве смазочно-охлаждающих технологических средств (СОЖ) в металлов резанием [2].

Объект исследования. В процессах обработки деталей характерны следующие особенности: высокая температура в зоне контакта инструмента и заготовки, большие силы резания, образование нароста на режущей кромке инструмента, его адгезионный, диффузионный и абразивный износ. Однако существует ряд мер, повышающих эффективность обработки резанием: - оптимизация режимов резания, совершенствование геометрических параметров режущей части инструмента, материалов, из которых он изготовлен, и защитных покрытий, а также использование смазочно-охлаждающих технологических средств (СОЖ). Это в свою очередь привело к разработке новых методов обработки деталей а для борьбы с изнашиванием используются, в частности, методы повышения прочности материала режущего инструмента и его поверхностной твердости, а снижением трения. Классификация СОЖ приведено в таблице 1.

Таблица 1

Классификация СОЖ

Смазочно-охлаждающих технологических средств (СОЖ)	
Масляные	Водные
Минеральные масла	Эмульсии
Растительные масла и животные жиры	Синтетические СОЖ
Синтетические масла	Полусинтетические СОЖ
Жирные кислоты	Растворы электролитов

Эксперименты показывают, что повышение износостойкости поверхностей трения и качества обработки определили увеличением химической активности смазочно-охлаждающих технологических средств, были использованы масла с повышенным содержанием серы. Это позволило улучшить повышения износостойкости режущей кромки инструмента. В связи с этим доля применяемых на производстве минеральных масел остается значительной благодаря их химической стабильности и возможности повторного использования. Принцип действия таких смазочных композиций состоит в формировании на участках фактического контакта поверхностей трения металлосодержащих пленок, которые локализуют в себе деформации сдвига при трении, в результате чего уменьшается силовое взаимодействие и интенсивность изнашивания поверхностей.

Основные характеристики и преимущества смазочно-охлаждающих технологических средств использование при резании металла допустимо использование любого из перечисленного видов СОТС, на практике чаще всего применяются СОЖ. Смазочно-охлаждающие жидкости, используемые во время металлообработки, обладают следующими характеристиками и свойствами:

-уменьшают силу трения и смазывают поверхность металла в зоне обработки;

-существенно охлаждают инструмент и поверхность заготовки;

-снижают деформацию материала, проникая в микротрещины;

-уменьшают шероховатость поверхности, за счет препятствования образования очагов взаимодействия инструмента со стружкой.

По своей природе процесс образования металлосодержащих пленок на рабочих поверхностях стального металлообрабатывающего инструмента и заготовки (стальной или чугунной) является коррозионным. Он связан с восстановлением ионов металла на железе с образованием металлической меди, ее окислов и соединений железа, входящих в состав защитной пленки. В условиях резания большие контактные давления и температуры вызовут и повышенную интенсивность изнашивания поверхностей или срыв защитной пленки. В этой связи ставятся задачи локализации коррозионных процессов только в зоне контакта инструмента и заготовки и одновременно защиты от коррозии свободных поверхностей инструмента, заготовок и металлообрабатывающего оборудования [3].

В связи с этим появляется необходимость минимизации или замены вредных компонентов на экологически чистые, отвечающие существующим требованиям и обеспечивающие необходимые функциональные свойства смазочно-охлаждающих технологических средств. Эффективность применения СОЖ сильно зависит от способа ее подачи в зону резания. К наиболее распространенным относятся следующие способы: свободно падающей струей (поливом); под давлением через сопловые насадки; под высоким давлением через каналы в инструменте с выходом в зону резания; в распыленном состоянии [3,4]. Проникновение среды в зону резания зависит как от физических свойств СОЖ, так и от способа подвода ее в зону резания. Способ подачи поливом просто, но имеет следующие недостатки:-малая скорость струи, большой расход и разбрызгивание жидкости. При подаче поливом СОЖ отбирает теплоту от обрабатываемой поверхности заготовки, приближающейся к зоне резания, от поверхностей нагретой стружки, поверхностей резца, которые не контактируют со стружкой и заготовкой, и от обработанной поверхности. Однако степень влияния этих тепловых потоков неодинакова. В технологических процессах определено, что наибольшую роль при охлаждении играет отвод теплоты от контактной площадки резца и стружки через инструмент в охлаждающую среду. Чем интенсивнее теплообмен между свободными поверхностями инструмента и жидкостью, тем ниже температура контактной площадки на передней поверхности инструмента [4,5,6].

Оптимизация основных параметров и результаты исследований. Опытные испытания проводили в производственных условиях на операции развёртывания отверстий в ступице ведомого диска конвейера. Испытания проводили на станке мод. 2Р135Ф2 (материал детали ступицы ведомого диска - сталь 40Х, твердость НВ 255 - 285, способ получения заготовки детали - поковка). Длина обрабатываемого отверстия 50 мм, диаметр 30,4 мм. Режущий инструмент-развертка ГОСТ 1672- 80 с числом зубьев 6, материал Р6М5. Режимы обработки отверстий при развертывании: частота вращения инструмента 150 об/мин, скорость резания 13,6 мм/мин, подача на один оборот 0,586 мм/об. Для сравнения была взята 5 %-ная водная эмульсия на основе эмульсола, широко применяемая в металлообработке.

Исследования показывают, что эффективность смазочного и охлаждающего действия усиливается при подаче СОЖ в контактную зону под давлением, так как это способствует лучшему проникновению среды на тяжело нагруженные контактные поверхности. Струю СОЖ при подаче под высоким давлением направляют в зону между нижней поверхностью стружки и передней поверхностью инструмента при давлении 1,5…15 МПа в зависимости от характеристик рабочей станции. Также используют подачу

на заднюю поверхность и на обе поверхности одновременно с применением внутреннего подвода СОЖ через инструмент.

Ниже приведены результаты испытаний новой смазочно-охлаждающей жидкости СОЖ % (по массе), приведен ниже (поверхностное натяжение 32 мДж/м^2 , pH = 7,1, кинематическая вязкость 0,5 10^{-6} м^2/с, плотность 1 10^3 кг/м^3):

Сольмеди (сульфат, хлорид, нитрат)……..0,1-0,3
Серий ……..……...0,5-1,0
Калиевые триэтаноламиновые и натриевые мыла натуральных или синтетических жирных кислот от С17 до С30 …….....0,2-0,5
Нитрит натрия……...0,1-0,3
Неионогенное ПАВ (ОП-7, ОП-10, Синтанол ДС-10, ДТ-7)……0,007-0,009
Противопенная присадка ПМС-200……0,0004-0,0008

В результате оптимизации новой СОЖ удалось в определенной степени локализовать коррозионные процессы в зоне резания и выполнить требования, предъявляемые к производству (технологические, санитарно-гигиенические, стойкость к биоповреждению и др.) [5,6,7].

Известно, что чем выше скорость резания, тем быстрее начинается изнашивание. При неизменной подаче и глубине резания существует следующая зависимость:

$$V_1T_1^m = V_2T_2^m = ... = C_v = const;$$

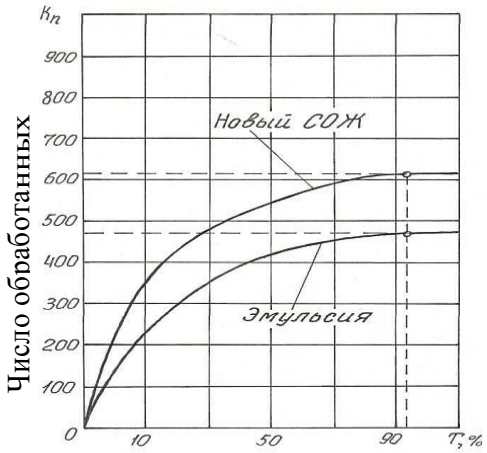
В общем виде эта зависимость выражается формулой или

$$V = \frac{C_v}{T^m};\ \text{или}\ \ VT^m = C_v = const;$$

где T-стойкость, мин, соответствующая данной скорости резания V, м/мин.

Коэффициент C_V показатель относительной стойкости зависят от физико-механических свойств инструментального и обрабатываемого материала и системы охлаждения [8,9,10].

В лабораторных испытаниях смазочной способности водных композиций, содержащих триэтаноламиновый комплекс меди, водорастворимое мыло испытания проводились при оптимизации состава новый СОЖ. Зависимость износа инструмента от количество обрабатываемой поверхности приведена на рис 1.



Возрастания стойкости

Рис.1. График возрастания стойкости инструмента

Из рисунок 1 видно что, новый СОЖ применяемый при обработки металлов превышают стойкость инструмента. Свою очередь уменьшает трение, облегчает

процесс стружкообразования и уменьшает силу резания.

Среднее увеличение стойкость инструмента при применении новой смазочно-охлаждающий жидкости (СОЖ) составило 93%, для обработки 605 отверстий. Средняя стойкость инструмента с надежностью 48% составила для 5% эмульсии, для обработки 469 отверстия.

Выводы. Представленная работа выявила эффективность использования смазочно - охлаждающих технологических средств и дает возможность:

- локализовать коррозионные процессы в зоне резания;
- снизить температуру и контактное давление инструмент;
- повышать режущие способности инструмента.

Они должны обладать хорошими как функциональными, так и эксплуатационными свойствами, обеспечивающими возможность их применения в условиях современного производства с учетом экологических, технологических и экономических требований.

Критерием оценки эффективности применения смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) являлась износостойкость инструмента, характеризуемая числом деталей, обработанных без переточки инструмента до потери его режущей способности.

При определенных условиях обработки резанием, применение смазочно-охлаждающий жидкости, (СОЖ) обеспечивает экономически выгодную эксплуатацию режущего инструмента, и хорошее качество обработанной поверхности деталей. Таким образом, в решении вопроса использования смазочно-охлаждающий жидкости (СОЖ) существует две направлении:

- уменьшение или исключение применения смазочно-охлаждающий жидкости;
- замена традиционно смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) на минеральной основе альтернативными с использованием присадок, которые более эффективны при обработке резанием и менее вредны для человека и окружающей среды.

Для нашей страны актуально развитие производства конкурентоспособных смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), обеспечивающее исключение зависимости от импортной продукции. Для модифицирования уже имеющихся смазочно-охлаждающий жидкости (СОЖ) и разработки новых смазочно-охлаждающий жидкости (СОЖ), отвечающих современным требованиям, необходимо исследовать влияние смазочно-охлаждающий жидкости (СОЖ) на эффективность технологического процесса обработки деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таратынов О.В., Земсков Г.Г. Металлорежущие системы машиностроительных производств : Учеб. пособ.- М. : Высшая школа, 1988. - 464 с. : ил.

2. Кишуров В.М.,Черников П. П, Назначение рециональных режимов резания при механической обработке : Учебное пособие.-2-е изд., перераб. и доп.-Издательство «Лань», 2018. -2016 с.

3. Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технологических системах. Москва, Машиностроение, 1990, 288 с.

4. Ермолаева Н.В., Голубков Ю.В., Кущева М.Е. Определение молекулярного состава смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) на масляной основе хромато-масс-спектрометрическим методом. Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2010, № 5, с. 34–37.

5. Асатиллаев Й.М., Оптимизация параметров резания в зависимости от глубины резания и подачи/ Асатиллаев Й.М., Шерматов Г.Г., Мухторов С.А.- Научно – технический журнал ФерПИ, 2020. - Т.24, спец. вып. №3. стр.142-146.

6. Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ: учебное пособие/Ю.А. Бондаренко, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе, М.А. Федоренко. – 3-изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ. 2016. – 292 с.

7. Гаркунов Д.Н. Триботехника: Учеб.пособ. - 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1989. - 328 с.: ил.

8. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов. М.: Академия, 2005. -350 с.: ил.

9. Авраамов А.А., Бушуев В.В., Варламов А.М. и др. Станочное оборудование автоматизированного производства. Т. 2.//Под ред. В.В. Бушуева.-М.: Изд-во «СТАНКИН», 1994. -656 с.

10. Гончаров П.С. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ / Гончаров П.С., Артамонов И.А., Халитов Т.Ф., Денисихин С.В., Сотник Д.Е. -М.: ДМК Пресс, 2012. - 504 с.

UDK 677.021.152.001.76

PAXTA CHIQINDILARI TARKIBIDAGI YIGIRUVGA YAROQLI TOLALARNI AJRATISH QURILMASINI ISHCHI SXEMASINI YARATISH VA UNI SAMARALI ISHLASHINI ASOSLASH

Aliyev Botirjon Toxirjonovich
Namangan davlat texnika universiteti, t.f.f.d (PhD), dotsent, alievbotir1111983@gmail.com

Anotatsiya. Malumki, maqolada paxta chiqindilarini tarkibidagi yigiruvga yaroqli tolalar qushilib ketishini bilamiz, shu bois taklif etilayotgan qurilmada paxta chiqindilari yigiruvga yaroqli tolalari ajratish keltirilgan. Qurilma ignali baraban va pichoqlar yordamida ajratilgan asosan boshqa qurilmalardan farqi bitti baraban bilan amalga oshirilgan. Maqolada pichoqlar va ignali baraban bilan orasidagi masofalar keltirilgan ҳamda optimali olingan va ҳar bir o‘tkazilgan tajribalarni jadvallar yordamida keltirilgan. Jadvallar va olingan natijalar solishtirma jadvalda ko‘rsatilgan.

Анотатция. Известно, что в статье мы знаем, что прядильные волокна в составе хлопковых отходов смешиваются, поетому в предлагаемом устройстве показано отделение прядильных волокон от хлопковых отходов. Устройство в основном отличается от других устройств, разделенных игольчатым барабаном и ножами, одним барабаном. В статье приведены расстояния между ножами и игольчатым барабаном, а также получен оптимальный вариант и приведены результаты каждого эксперимента с использованием таблис. Таблисы и полученные результаты представлены в сравнительной таблитсе.

Abstract. It is known that in the article, we know that spinning fibers are mixed in the composition of cotton waste, therefore, the proposed device shows the separation of spinning fibers from cotton waste. The device mainly differs from other devices, separated by a needle drum and knives, by a single drum. The article presents the distances between the knives and the needle drum, and also obtains the optimal variant and presents the results of each experiment using tables. The tables and the obtained results are presented in a comparative table.

Kalit so‘zlar: tola, chiqindi, shyotka, barban, igna, ulyuk, cho‘tkali baraban, pichoq, arrali lenta, patrubka,shnek.

Ключевые слова: волокно, отходы, щетка, барабан, игла, улюк, щеточный барабан, нож, пильная лента, патрубок, шнек.

Keywords: fiber, waste, brush, drum, needle, leech, brush drum, knife, saw ribbon, nozzle, auger.

To‘qimachilik korxonasining qimmatbaҳo xomashyosi bo‘lgan paxta tolasining o‘rtacha 3-4 foizi tolali chiqindilar tarkibiga qo‘shilib ketadi. Bu avvalo qimmatbaҳo tolaning yo‘qolishiga, ikkinchi tomondan sifatining buzilishiga olib keladi. Taklif qilinayotgan qurilmani joriy qilish orqali chiqayotgan momiqli aralashma tarkibidagi yigirishga yaroqli uzun tolalarni ajratib olish imkoniyati yaratiladi.

Qo‘yilgan vazifani xal qilish maqsadida chiqindi tarkibidagi yigiruvga yaroqli tolalarni ajratish qurilmasini yaratishni maqsad qilib olindi. Buning natijasida korxonada tola chiqish miqdori oshadi va yaxshilanadi. Qurilmani taklif qilishdan maqsad chiqindi tarkibiga qo‘shilib ketayotgan uzun tolalarni ajratib olib, korxonada tola chiqishi miqdorining oshirish va uzun tolalarni chiqindi tarkibiga qo‘shilib ketishini oldini olish orqali chiqindi tarkibidan tola ajratib olishdan iborat.

Taklif qilinayotgan qurilma quyidagi asosiy elementlardan iborat: paxta chiqindisi; riflyonli valik; baraban; cho‘tka; arrali lenta pichoq; cho‘tkali baraban; tola; patrubka.

Ushbu qurilma quyidagicha ishlaydi: kirish quvuri 1 orqali chiqindi kiradi va 2 shyotka orqali ignali baraban 3 ga keladi va baraban ignalari yordamida uzun tolalalar ilib olinadi xamda aylanishi tufayli pichoqlarga 4 ga uriladi, cho‘tkali barabanga keladi va cho‘tkali baraban 5 yordamida ignalardan sidirib olinib, tola chiqish quvuri 6 orqali chiqariladi [5].



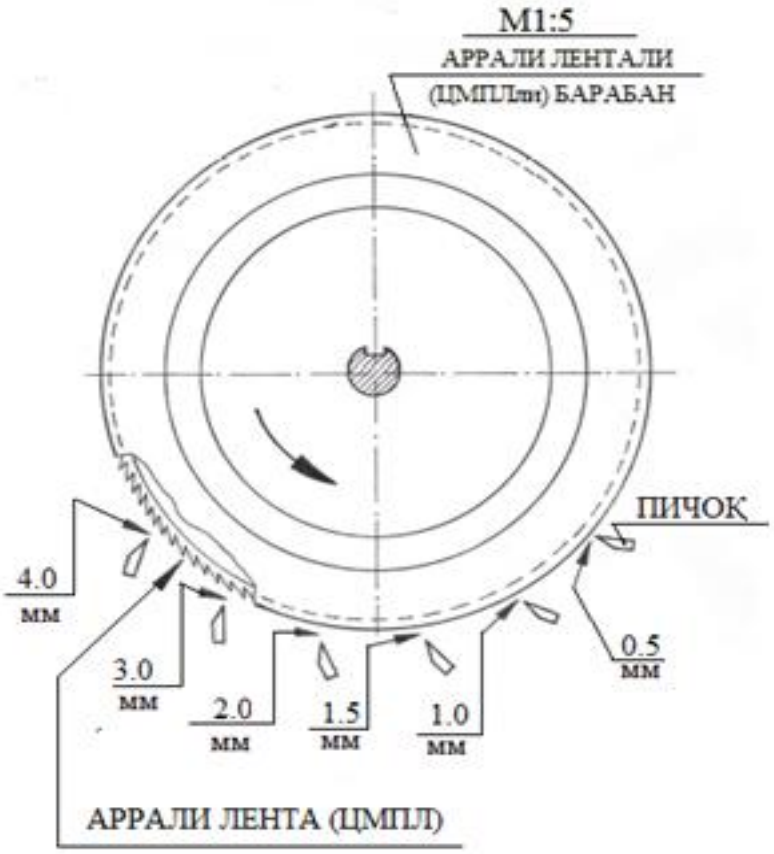
Ulyuk



Ulyuk tarkibidan ajratib olingan tola

Masalani yechilishi. Mazkur qurilmaning tajriba nusxasi tayyorlangan bo‘lib, unda dastlabki sinovlar o‘tkazib ko‘rildi va sinovlar natijasiga ko‘ra xaqiqatdan xam 1-2 % uzun tolalar chiqindi tarkibiga qo‘shilib ketib, qimmatbaxo xomashyoning yo‘qolishiga sabab bo‘lishi aniqlandi.

Tolaning uzunligini tavsiflovchi xossalari ichida uzunlik bo‘yicha bir tekisda taqsimlanishi muxim texnologik axamiyatga ega. Shu sababli tajribalar bir necha marotaba takrorlandi.

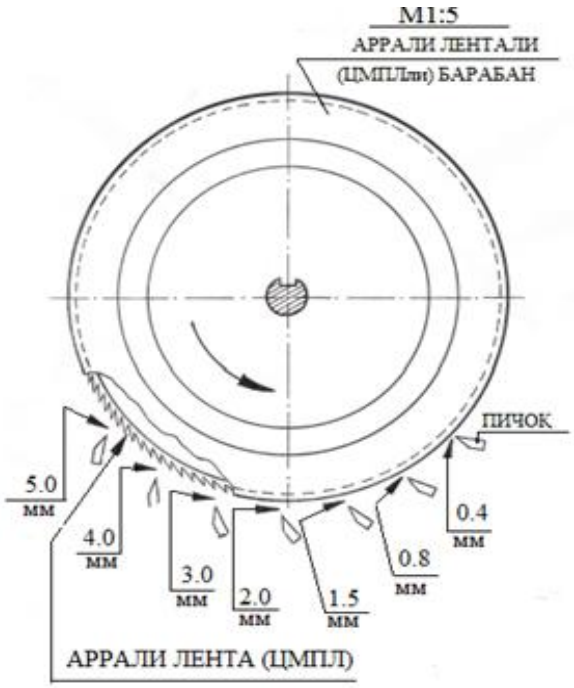


1-rasm. Paxta chiqindilari tarkibidagi yigiruvga yaroqli tolalarni ajratib oluvchi qurilmani

Birinchi tadqiqot bo‘yicha olingan natijalar o‘rtachasi 1- jadvalda keltirilgan.

1-jadval

№	Chiqindilar olingan kalava ip yigiruv korxonasi	Chiqindilar namunalari, 100 grammdan	Paxta chiqindisi, Standart-3,7,11	
			Toza tola gramm	Iflos aralashma Gramm
1	Nam teks. (Namangan)	100	79.46	20.54
2	RUSO-UZBEK-TEKS (Farg‘ona)	100	70.69	29.31
3	AL-YOR-TEKS. (Andijon)	100	76.05	23.95

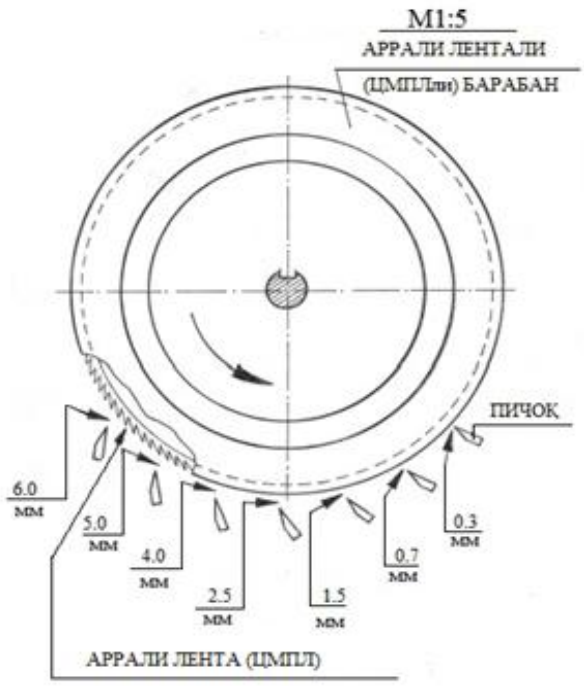


2-rasm. Paxta chiqindilari tarkibidagi yigiruvga yaroqli tolalarni ajratib oluvchi qurilmani

2- jadval

№2-tadqiqot bo‘yicha olingan natijalari o‘rtachasi

№	Chiqindilar olingan kalava ip yigiruv korxonasi	Chiqindilar namunalari, 100 grammdan	Paxta chiqindisi, Standart-3,7,11	
			Toza tola gramm	Iflos aralashma gramm
1	Nam teks. (Namangan)	100	77.19	22.81
2	RUSO-UZBEK-TEKS (Farg‘ona)	100	71.95	28.05
3	AL-YOR-TEKS. (Andijon)	100	67.85	32.15



3-rasm. Paxta chiqindilari tarkibidagi yigiruvga yaroqli tolalarni ajratib oluvchi qurilma garniturasi

3-jadval

№3-tadqiqot bo‘yicha olingan natijalari o‘rtachasi

№	Chiqindilar olingan kalava ip yigiruv korxonasi	Chiqindilar namunalari, 100 grammdan	Paxta chiqindisi, Standart-3,7,11	
			Toza tola gramm	Iflos aralashma gramm
1	Nam teks. (Namangan)	100	79.04	20.96
2	RUSO-UZBEK-TEKS (Farg‘ona)	100	74.08	25.92
3	AL-YOR-TEKS. (Andijon)	100	72.93	27.07

4-jadval

Paxta chiqindilari tarkibidagi yigiruvga yaroqli tolalarni ajratib oluvchi qurilmani №1-2-3-tadqiqot bo‘yicha olingan natijalari o‘rtachasi

№	Chiqindilar olingan kalava ip yigiruv korxonasi	Chiqindilar namunalari, 100 grammdan	Paxta chiqindisi, Standart-3,7,11	
			Toza tola gramm	Iflos aralashma gramm
1	Nam teks. (Namangan), RUSO-UZBEK-TEKS (Farg‘ona), AL-YOR-TEKS.(Andijon) korxolarni	100	74.35	25.65

	O‘rtachasi			

Xulosa. Yuqoridagi jadval bo‘yicha xulosa qilinsa, kalava ip yigirish korxonalarining paxta chiqindilari (tarandilari)ning o‘rtacha xisobda 74.35 foizini toza tola va 25.65 foizini esa yaroqsiz iflos aralashmalar tashkil qilmoqda. Bundan ko‘rinib turibdiki tadqiqotlar natijasida qurilmaga eng maqbul sMPli baraban bilan pichoqlar orasidagi masofani birinchi tadqiqot bo‘yicha olingan, undan kam qilinsa pichoqlarni sonini toza tolalar miqdori iflos aralashma chiqindilariga ko‘p chiqib ketadi.

ADABIYOTLAR

1. B.T. Aliyev, A.A.Maxmudov, A.I. Karimov. Theoretical analysis of the working bodies of the spinoff in cotton waste. International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 12s, (2020), pp. 1891-1897

2. B.T. Aliyev, A.A.Maxmudov, A.I. Karimov. Mathematical Modeling of The Interaction Of Cotton Wastes With The Discrete Position of The Mass Of Cotton Waste. International journal of advanced science and technology Vol. 29, No. 9s, (2020), pp. 6313-6320.

3. A.A.Maxmudov, B.T. Aliyev, A. Bobomatov. Detection of influencing forces of cotton flier on the elastic plate of impurity taking grid of the cleaner. International Journal of Engineering Research & Technology. (IJERT) ISSN: 2278-0181 Vol. 9 Issue 02, February-2020

4. Sultonov M.M. Obidov A.A. Study of fiber motion in a needle drum fiber separation device. universum: technical science, 5-74, 33-37 R.

5. M.Sultanov, A.Obidov. Investigation of working parts of fixed device designed to separate spinning fibers from fibrous waste that can be spun. Journal of Critical Reviews, JCR. 2020; 7(4): 2314-2322, doi: 10.31838/jcr.07.04.362, 5614-5623 P.

6. A.A.Obidov, M.M.Sultanov. Study of Technological Parameters of Fiber Separation Device. International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 2020, Volume 24 - Issue 5, 6400-6407 P.

7. U.Boboyev, A.A.Obidov, K.J.Matkarimov. Research Capacity of the Fiber of Long Fiber Separating Drums from Waste Fibers Composition, International Journal of Innovative Studies in Sciences and Engineering Technology (IJISSET), Volume: 5 Issue: 3 | 2019, 28-31 P.

8. A.Obidov, O.Mamatqulov M.Sultanov. Theoretical Analysis of the Movement of Cotton Piece on the Slope Surface, International Conference «Science and practice: a new level of integration in the modern world». Conference Proceedings. Berlin-Warsawa, 2018, 82, 151-156 P.

9. Kh.Axmedxodjayev, A.Umarov, K.Ortiqova. Investigation of the Ginning Process on DP Series Saw Gin Stands, Engineering Vol.11 No.08(2019), Article ID:94702,8 pages.

10. J. Ergashev, J.Kayumov, N.Ismatullaev, U.Parpiev. Theoretical Basis for Calculating the Determination of the Optimal Angle of Rotation of the Slit and Air Velocity. International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 03, (2020), pp. 12776 – 12784.

11. Obidov A.A. Investigation of the working surface of a new seeding machine // Journal of Textile Problems. - Tashkent: TITLI, 2006. - №2. - 29-32 p.

12. U.Kh.Meliboyev. Fundamentals of modeling technological processes in the textile industry. Study guide, Namangan, 2020, 250 P.

13. Sevostyanov AG. Methods and means of research of mechanical and technological processes of the textile industry. Moscow State Technical University named after Kosygin. LLC "Soviage Bevo", M., 2007.

14. A.Obidov, M. Vokhidov, J.Abdurahmonov. Exploring the Efficiency of Experimental

Construction of Sorting Ginned Cotton Seed Machine. Engineering, Scientific Research Publishing. Vol.13 No.1, January 2021.

15. Obidov A.A. Improvement of the technology of cleaning and sorting of ginned seeds. Dissertation of Candidate of Technical Sciences. - Tashkent: TITLI, 2007. - 200 p.

16. A.Obidov,X.Akhmedhodjaev, O.Sarimsakov, Q.Holikov. investigation of the properties of fibrous cotton seeds, for sorting on a mesh surface. engineering, Vol.10 No.09(2018), 572-578 P.

17. Obidov Avazbek, Sultonov Mirzaolim, Muhksinov Ibrohim, Abdullaev Shokir. The Theoretical Studies of the Cultivation of Three Cotton Seeds along the Plain. Engineering Vol.10 No.08(2018), 514-520 P.

18.A.A.Obidov M.M.Sultanov. To research the method of separating fibers suitable for spinning on a needle drum. International scientific and practical conference cutting edge-science. June 29-30, 2020 Shawnee, USA, 128-131 P.

UDK 677.021.152.001.76

PAXTA CHIQINDILARINI AJRATIB OLISH QURILMASINI ARRALI GARNITURANING USHLAB TURISH QOBILIYATINI TEKSHIRISH SINOVI VA NATIJALARINI TAXLILI

Aliyev Botirjon Toxirjonovich
Namangan davlat texnika universiteti t.f.f.d (PhD), dotsent, Alievbotir1111983@gmail.com

Anotatsiya. Malumki, maqolada paxta chiqindilarini tarkibidagi yigiruvga yaroqli tolalar qushilib ketishini bilamiz, shu bois taklif etilayotgan qurilmada paxta chiqindilari yigiruvga yaroqli tolalari ajratish keltirilgan. Qurilma ignali baraban va pichoqlar yordamida ajratilgan asosan boshqa qurilmalardan farqi bitti baraban bilan amalga oshirilgan. Maqolada ignali baraban bilan optimali olingan va har bir o‘tkazilgan tajribalarni jadvallar yordamida keltirilgan. Jadvallar va olingan natijalar solishtirma jadvalda ko‘rsatilgan.

Анотация. Известно, что в статье рассматривается проблема присутствия прядильных волокон в хлопковых отходах. Предлагаемое устройство предназначено для отделения прядильных волокон от хлопковых отходов. Устройство отличается от других тем, что разделение осуществляется с помощью одного игольчатого барабана и ножей. В статье представлены оптимальные параметры игольчатого барабана и результаты каждого проведенного эксперимента в табличной форме. Таблицы и полученные результаты сопоставлены в сравнительной таблице.

Annotation. As we know, cotton waste contains spinnable fibers in its composition. Therefore, the proposed device presents a method for separating spinnable fibers from cotton waste. The device uses a needle drum and knives for separation, differing from other devices mainly by utilizing a single drum. The article describes the optimal parameters obtained for the needle drum and presents each conducted experiment using tables. The tables and obtained results are shown in a comparative table.

Kalit so‘zlar: tola, chiqindi, shyotka, barban, igna, ulyuk, cho‘tkali baraban, pichoq, arrali lenta, patrubka,shnek.

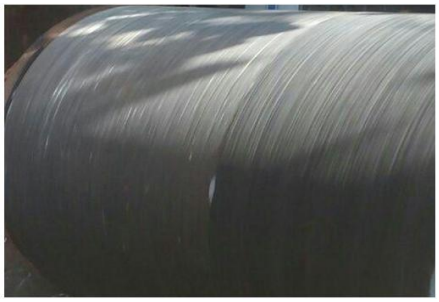
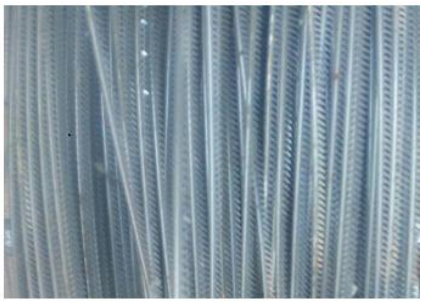
Ключевые слова: волокно, отходы, щетка, барабан, игла, улюк, щеточный барабан, нож, пильная лента, патрубок, шнек.

Keywords: fiber, waste, brush, drum, needle, leech, brush drum, knife, saw ribbon, nozzle, auger.

Masalani qo‘yilishi. Paxta chiqindilari tarkibidagi yigiruvga yaroqli tolalarni ajratib olish qurilmalarini takomillashtirish uchun uning arrali garnitura (SMPL)ni, tolalarni ignali garnitura bilan ta'sirlashuvi sxemasi tahlillaridan ko‘rinadiki tolalarni garniturada ushlab turish vaqti cho‘tkali barabanga borgunga qadar, yoki uzun tolani olib ketadigan havo oqimi bilan uchrashgunga qadar bo‘lishi lozim bo‘ladi. Ishlab chiqarish sharoitidagi tajribalarda arrali garnitura (1-rasm) uch xil metall lenta bilan o‘ralgan hollarda sinab ko‘rildi. Shuning uchun arrali garnituraning ushlab qolish qobiliyatini tahlil qilish uchun uch xil yuzadagi ta'sirlashuvini ko‘rib chiqish maqsad qilib olindi.

Nazariy tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, arrali garnituraning ushlab qolish qobiliyati, ignali garnituraniki kabi ishqalanish koeffisienti , tasma navivkasi qadami , tola uzunligi , tishlar qatori soni , qadam va tishlarning boshqa o‘lchamlari bog‘liq.

Ushbu parametrlarni arrali va ignali garnituralarning ushlab qolish qobiliyatiga ta'sirini tahlil qilish maqsadida ko‘rsatkichlar o‘sishi bilan ushlab qolish qobiliyatining o‘zgarishi jadvali tuzildi.

a)  b) 

1-rasm. Tajriba qurilmasining arrali garniturasi: a) barabanga o‘ralgan holdagi TSMP**, b) arrali yaxlit lenta (**TSMP**)**

1-jadval

Kattaliklar (nazariy tadqiqotlar bo‘yicha)	Ushlab qolish qobiliyati				
	TSMP -1.8-1.0		TSMP -3,0-1.0		Ignali garnitura uchun
	Nazariy tahlil bo‘yicha	Amaliy tadqiqot bo‘yicha	Nazariy tahlil bo‘yicha	Amaliy tadqiqot bo‘yicha	
M ↑	↑	↑	↑	↑	↑
S ↑	↓	↑	↑ ↓	↑	↑ ↓
l_n ↑	↑	-	↑	-	↑
r_o ↑	↑	↓	↑	↓	-
t ↑	↓	↓	↓	↓	↓
h_y ↑	↓	↑	↓	↑	↓
h ↑	↑	↓	↑	↓	-
h_1 ↑	↓	↑	↓	↑	-
a_1 ↑	↓	↑	↑	↑	-
b_1 ↑	↓	↑	↓	↑	-
b_2 ↑	↓	↑	↓	↑	-
β^0 ↑	↑	↑	↑	↑	↑
β_1^0 ↑	↓	↑	↓	↑ ↓	-
α^0 ↑	-	-	-	-	↓
α ↑	-	-	-	-	↓

Strelkalarning mos ravishdagi yo‘nalishi parametr oshishidagi ushlab qolish qobiliyatining ortishini ko‘rsatadi. Agar strelkalar yo‘nalishi mos tushmasa, u holda parametr ortishi bilan ushlab qolish qobiliyati kamayadi. Strelkalarning juft holdagi harakati ma'lum bir qiymatgacha parametrning ortishida ushlab qolish qobiliyati oshadi, lekin keyinchalik kamayishi

kuzatiladi.

Bunda tola garnituraga $h_y = h_2$ tishlar chuqurligigacha yuklangan deb hisoblangan. Qolgani berilganlar quyidagicha: , $k = 3$, $s = 2.5$ mm, $r_0 = 0.05$ mm, $l_n = -15$ mm (TSMP -1.8-1.0) va $l_n = -18$ mm (TSMP-3.0-1.0) – arrali garnituralar uchun; $s = 3$ mm, $\pi = 0$ va $l_n = 20$ mm – ignali garnituralar uchun maqbul qilib olindi.

Masalani echilishi. Tajribalardan ko‘rinadiki TSMP-1.8-1.0 dan tayyorlangan garnitura ushlab qolish qobiliyati SMPL-3.0-1.0 nikiga qaraganda yuqori. Shuning uchun boshqa teng shartlarda ikkinchi turdagi arrali garnitura tomonidan tolani o‘z-o‘zidan otilishi ikkinchisiga qaraganda yaxshiroq bo‘ladi. Hamda tolaning eng yaxshi o‘z-o‘zidan otilishi ignali garnitura ishlatilganda sodir bo‘ladi. Bundan tashqari tolaning tishlar yon yuzalariga ishqalanishini hisobga olgan holda garnituraning ushlab qolish qobiliyati, ishqalanishni hisobga olmagan holdagi ushlash qobiliyatiga qaraganda katta. Shunday qilib, tolani tishlar yuzasiga ishqalanishi ajratish jarayonida ham, tolaning o‘z-o‘zidan otilish jarayonida ham sezilarli rol o‘ynaydi. Ajratish zonasida u samaradorlikki ijobiy ta'sir ko‘rsatadi, o‘z-o‘zidan otilish zonasida esa ta'siri garnituradan tolaning otilishini sekinlashtiradi. Shuni ta'kidlash joizki tolaning tishlar yon yuzalariga ishqalanishini o‘z-o‘zidan otilishiga salbiy ta'siri ikkinchi garniturada birinchiga qaraganda kam.

2-jadval

Tishlar yuzalarining aylana radiusi, mm	SMPL-1,8-1,0		SMPL-3,0-1,0	
	Nazariy	Amaliy	Nazariy	Amaliy
0	6,9876	10,6918	4,9313	6,6674
0,005	7,0044	10,6892	4,9350	6,6618
0,01	7,0212	10,6866	4,9388	6,6562
0,05	7,1576	10,6653	4,9682	6,6114
0,10	7,3329	10,6379	5,0043	6,5549

Jadvaldan ko‘rinadiki, nazariy va amaliy tadqiqotlar bo‘yicha hisoblar bir-biriga teskari, ya'ni (tishlar aylana radiusi) ortishi bilan birinchi tadqiqotda arrali garnituralarning ushlab qolish qobiliyatini ortishini, ikkinchi tadqiqotda esa kamayishini ko‘rsatdi.

Xulosa. Yuqoridagilardan shuni ta'kidlash lozimki tolali chiqindi massasidan chiqindilarni ajralish jarayoniga, ularni dastlabki zichligi ta'siri katta ekan. Ya'ni massani TSMP li barabanga yuborishdan oldin titilish darajasini oshirib olish kerak bo‘ladi. Bu o‘z navbatida tolalarni chiqindilardan ajratib olish effektini oshiradi va ish unumdorligiga ijobiy ta'sir qiladi

ADABIYOTLAR

1. B.T. Aliyev, A.A.Maxmudov, A.I. Karimov. Theoretical analysis of the working bodies of the spinoff in cotton waste. International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 12s, (2020), pp. 1891-1897

2. B.T. Aliyev, A.A.Maxmudov, A.I. Karimov. Mathematical Modeling of The Interaction Of Cotton Wastes With The Discrete Position of The Mass Of Cotton Waste. International journal of advanced science and technology Vol. 29, No. 9s, (2020), pp. 6313-6320.

3. A.A.Maxmudov, B.T. Aliyev, A. Bobomatov. Detection of influencing forces of cotton flier on the elastic plate of impurity taking grid of the cleaner. International Journal of Engineering Research & Technology. (IJERT) ISSN: 2278-0181 Vol. 9 Issue 02, February-2020

4. Sultonov M.M. Obidov A.A. Study of fiber motion in a needle drum fiber separation device. universum: technical science, 5-74, 33-37 R.

5. M.Sultanov, A.Obidov. Investigation of working parts of fixed device designed to separate spinning fibers from fibrous waste that can be spun. Journal of Critical Reviews, JCR. 2020; 7(4): 2314-2322, doi: 10.31838/jcr.07.04.362, 5614-5623 P.

6. A.A.Obidov, M.M.Sultanov. Study of Technological Parameters of Fiber Separation Device. International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 2020, Volume 24 - Issue 5, 6400-6407 P.

7. U.Boboyev, A.A.Obidov, K.J.Matkarimov. Research Capacity of the Fiber of Long Fiber Separating Drums from Waste Fibers Composition, International Journal of Innovative Studies in Sciences and Engineering Technology (IJISSET), Volume: 5 Issue: 3 | 2019, 28-31 P.

8. A.Obidov, O.Mamatqulov M.Sultanov. Theoretical Analysis of the Movement of Cotton Piece on the Slope Surface, International Conference «Science and practice: a new level of integration in the modern world». Conference Proceedings. Berlin-Warsawa, 2018, 82, 151-156 P.

9. Kh.Axmedxodjayev, A.Umarov, K.Ortiqova. Investigation of the Ginning Process on DP Series Saw Gin Stands, Engineering Vol.11 No.08(2019), Article ID:94702,8 pages.

10. J. Ergashev, J.Kayumov, N.Ismatullaev, U.Parpiev. Theoretical Basis for Calculating the Determination of the Optimal Angle of Rotation of the Slit and Air Velocity. International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 03, (2020), pp. 12776 – 12784.

11. Obidov A.A. Investigation of the working surface of a new seeding machine // Journal of Textile Problems. - Tashkent: TITLI, 2006. - №2. - 29-32 p.

12. U.Kh.Meliboyev. Fundamentals of modeling technological processes in the textile industry. Study guide, Namangan, 2020, 250 P.

13. Sevostyanov AG. Methods and means of research of mechanical and technological processes of the textile industry. Moscow State Technical University named after Kosygin. LLC "Soviage Bevo", M., 2007.

14. A.Obidov, M. Vokhidov, J.Abdurahmonov. Exploring the Efficiency of Experimental Construction of Sorting Ginned Cotton Seed Machine. Engineering, Scientific Research Publishing. Vol.13 No.1, January 2021.

15. Obidov A.A. Improvement of the technology of cleaning and sorting of ginned seeds. Dissertation of Candidate of Technical Sciences. - Tashkent: TITLI, 2007. - 200 p.

16. A.Obidov,X.Akhmedhodjaev, O.Sarimsakov, Q.Holikov. investigation of the properties of fibrous cotton seeds, for sorting on a mesh surface. engineering, Vol.10 No.09(2018), 572-578 P.

17. Obidov Avazbek, Sultonov Mirzaolim, Muhksinov Ibrohim, Abdullaev Shokir. The Theoretical Studies of the Cultivation of Three Cotton Seeds along the Plain. Engineering Vol.10 No.08(2018), 514-520 P.

18.A.A.Obidov M.M.Sultanov. To research the method of separating fibers suitable for spinning on a needle drum. International scientific and practical conference cutting edge-science. June 29-30, 2020 Shawnee, USA, 128-131 P.

TEXNOLOGIYA

UDK677.21:021

TO‘RLI SILINDRSIMON QURILMA YORDAMIDA PAXTA XOM ASHYOSI TARKIBIDAGI IFLOSLIK ZARRACHALARINI AJRATISHNI NAZARIY TADQIQOTI

Aliyev Botirjon Toxirjonovich
Namangan davlat texnika universiteti t.f.f.d (PhD), dotsent, Alievbotir1111983@gmail.com

Annotasiya. Ilmiy maqolada to‘rli silindrsimon qurilma yordamida, paxta xom ashyosi tarkibidagi ifloslik zarrachalarini ajratishni nazariy tadqiqoti ko‘rilgan. Tegishli matematik model asosida, paxta bo‘lakchalrini to‘rli silindrik aylanuvchi sirt ichidagi harakati differensial tenglamalari tuzilgan, uni echimlari aniqlangan.

Аннотация. В научной статье рассматривается теоретическое исследование разделения частиц примесей в хлопке-сырце с помощью сетчатого цилиндрического устройства. На основе соответствующей математической модели составлены дифференциальные уравнения движения частиц хлопка внутри сетчатой цилиндрической вращающейся поверхности, определены их решения.

Abstract. In a scientific article theoretical studies of clean cotton from small litters. Clean cotton is made using a cylindrical mesh structure. The appropriate differential equation and the results obtained.

Kalit so‘zlar: paxta, to‘rli silindr, matematika, model, differensial, tenglama, kurilma, kinematika, parametr.

Ключевые слова: хлопок, сетчатый цилиндр, математика, модель, дифференциал, уравнение, устройство, кинематика, параметр.

Keywords: cotton, a scientific, a cylindrical,differential equation,article, theoretical, studies.

1. Kirish

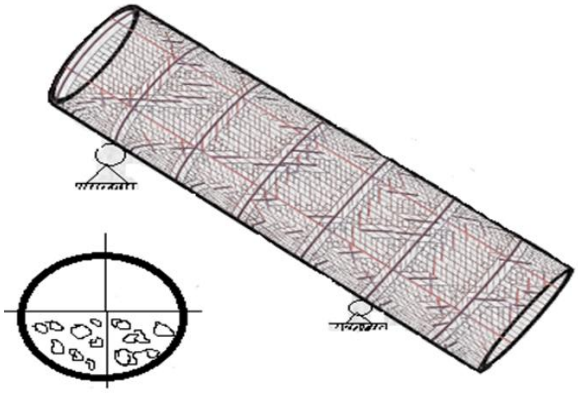
Chigitli paxta xom-ashyosini dastlabki ishlash texnologiyasida har–xil chet ifloslikdardan, paxtani tozalab olish muhim axamiyatga egadir. Ifloslikdar o‘lchamlari bo‘yicha yirik va mayda ifloslikdarga bo‘linadi. Ular o‘lchamlariga qarab paxta xom-ashyosining sirtida va ichki sohasida tarqalgan bo‘ladi. Mayda ifloslikdar xom-ashyoni ichki sohasiga chuqurroq joylashgan bo‘lib, ularni xom-ashyodan ajratib olish ancha murakkabdir. Shu sababli, ushbu yo‘nalishdagi nazariy va amaliy tadqiqotlar etarli darajada emas[1]. Hozirgacha mayda zarrachalar bilan tolalar orasidagi bog‘lanish qonunlari to‘liq ochib berilmagan.

Ko‘pgina ilmiy ishlar mualliflari, paxta xom-ashyosi tarkibidagi mayda ifloslikdarni ajratish uchun tekis to‘rli yuzali qurilmalar taklif etishgan. Undagi paxta xom-ashyosini harakati dinamikalarni o‘rganishgan, xamda paxta xom-ashyosi to‘rli yuza bo‘ylab xarakatlanganda, mayda ifloslikdarni tola tarkibidan ajralib chiqish jaryonlari aniqlangan. Agar tolaga zarba yoki silkitish kuchi ta'sir etsa, u holda zarrachalarni tolaga nisbatan xarakati sodir bo‘lib, ularni paxta yuzasidan ajralib chiqish intensivligi oshar ekan. Ushbu maqolada konturi doiraviy bo‘lgan, ma'lum burchak tezligida aylanib turuvchi to‘rli sirtli silindr ichidan o‘tadigan paxta bo‘lakchalarini harakatini, nazariy tadqiq etilgan[2].

2. Masalani qo‘yilishi

Paxta xom-ashyosini to‘rli yuza bo‘ylab harakati davomida, uning tarkibidagi ifloslik zarrachalar bilan to‘rli yuza orasida kontakt kuchi hosil bo‘ladi. Uning ta'siri ostida zarrachalar fazoviy xarakatga keladi. Natijada ularning bir qismi yuzaning ochiq joylaridan tashqariga chiqib keladi. Ushbu xolatlar [3]da A.G. Sevastyanov tomonidan taklif etilgan modul asosida nazariy

tadqiq etilgan. Ulardan farqli ravishda, quyida paxta bo‘lakchasini silndirsimon qurilmadagi xarakatini, qurilmani kinematik parametrlariga bog‘liq holda nazariy o‘rganib chiqamiz(1-rasm).



1-rasm. Paxta bo‘lakchalari xarakatlanadigan, ma'lum burchak tezligida aylanib turuvchi to‘rli sirt

Silindrik qurilmani aylanish o‘qi, gorizontal tekislikka tekislikka nisbatan ma'lum α-burchak ostida og‘ishgan bo‘lib, o‘zgarmas ώ-burchak tezlikda aylanib turadi.

Paxta bo‘lakchlarini o‘z o‘qi atrofida aylanib turuvchi to‘rli yuzani ichki tomonidagi xarakat qonuni nazariy o‘rganib chiqamiz.

3. Masalani matematik modeli.

Paxta bo‘lakchasi, radiusi-r bo‘lgan silindrsimon jism deb qaraymiz. U radiusi R- bo‘lgan to‘rli sirtli silindr qurilma ichida, vintsimon xarakatda bo‘lib,tashki silindr o‘qi bo‘ylab yuqori kirish kesimidan pastki chiqish kesimi tomon xarakatlanadi. Paxta bo‘lakchasini to‘rli sirt bo‘yicha siljishdagi ishqalanish koeffisenti-f

To‘rli sirtli silindr ω burchak tezligi bilan aylanma xarakat qilganda, paxta bo‘lakchasi u bilanbirgalikda ma'lum maksimal-φ_{max} burchakka ko‘tariladi, so‘ng og‘irlik kuchi, siljishdagi va aylanishdagi qarshilik kuchlari hisobiga, pastga ag‘darilib tushadi[4].

Bu jarayon paxta bo‘lakchasi to‘rli silindrni tark etguncha davom etadi. Ushbu modelda paxta bo‘lakchasini har ondagi xolatini: φ-ko‘tarilish burchagi, z-silindr (tashqi) o‘qi bo‘ylab bosib o‘tgan masofasi aniqlaydi.

Paxta bo‘lakchasiga ta'sir etuvchi kuchlar: $\vec{p} = m\vec{g}$-og‘irlik kuchi; $\vec{F}_\tau$ va N-bog‘lanish reaksiya kuchlari.

Aylanib turuvchi to‘rli silindrni chiziqli tezligi:

$$v_0 = \omega_0 R \tag{1}$$

Paxta bo‘lakchasini og‘irlik markazini chiziqlitezligi:

$$v = \omega_1 (R - r) \tag{2}$$

Paxta bo‘lakchasining og‘irlik markazini harakat qonunini, tabiy o‘qlarda, Dalamber prinspiga asosan tuzamiz

$$m\frac{dv}{dt} = F_\tau - mg\sin\varphi \tag{3a}$$

$$m\frac{v^2}{R-r} = N - mg\cos\varphi \tag{3b}$$

$$\frac{mr^2}{2}\frac{R-r}{r}\ddot{\varphi} = -F_\tau r \tag{3c}$$

$$m\ddot{z} = F_z - fmg\sin\propto \quad (3d)$$

bu erda: $F_z = \text{mg}\sin\propto$,

$\propto$- silindr o‘qini gorizontal tekislik bilan tashkil etgan burchagi;m- paxta bo‘lakchasini massasi;
Paxta bo‘lakchasini kinematik parametrlari:

$$v = (R-r)\dot{\varphi} \quad (4)$$

$\dot{\varphi} = \omega$bo‘lgani uchun,

$$(4)\text{ dan }\omega = \frac{v}{r} = \frac{R-r}{r}\dot{\varphi}\text{ bo‘ladi} \quad (5)$$

$$\text{Burchak tezlanish: } \varepsilon = \frac{R-r}{r}\ddot{\varphi} \quad (6)$$

(3a) va (3s) –tenglamalaridan F_τ-ni chiqaramiz. Ushbu holda:

$$\frac{dv}{dt} = (R-r)\ddot{\varphi} \quad (7)$$

ni hisobga olsak

$$\frac{1}{2}m(R-r)\ddot{\varphi} = F_\tau \quad (8)$$

ni keltirib chiqaramiz. Bu holda (3a)-tenglama quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$m(R-r)\ddot{\varphi} + \frac{1}{2}m(R-r)\ddot{\varphi} = -mg\sin\varphi \quad (9)$$

$$(9)\text{ dan: } \ddot{\varphi} = -\frac{2}{3}\frac{g}{R-2}\sin\varphi \quad (10)$$

kelib chiqadi.

Enda $F_\tau$va $G = mg$larni φga bog‘liq munosabatini o‘rnatamiz:

$$m(R-r)\ddot{\varphi} = F_\tau - mg\sin\varphi$$

$$\frac{1}{2}m(R-r)\ddot{\varphi} = -F_\tau$$

$$\text{yoki: } F_\tau = \frac{1}{3}mg\sin\varphi \quad (11)$$

Demak ishqalanish kuchi, paxtani to‘rli sirti bo‘ylab siljishi boshlanmaguncha, ishqalanish koeffisenti f ga bog‘liq bo‘lmas ekan. [5]

(10)-tenglamani echimlarini aniqlashda, quydagicha o‘zgartirishni hisobga olamiz.

$$\ddot{\varphi} = \frac{d\omega}{dt} \to \ddot{\varphi}\,d\varphi = \frac{d\omega}{dt}d\varphi = \omega d\omega \to \omega d\omega = -\frac{2}{3}\frac{g}{R-2}\sin\varphi d\varphi$$

$$\text{yoki: } \int_{\omega_0}^{\omega}\omega d\omega = -\frac{2}{3}\frac{g}{R-2}\int_{\varphi_0}^{\varphi}\sin\varphi d\varphi,$$

$$\text{bunda: } \frac{\omega^2-\omega_0^2}{2} = \frac{2}{3}\frac{g}{R-r}(\cos x-1)\vdots *(R-r)^2$$

$$\text{yoki } v^2 = v_{co}^2 + \frac{4}{3}g(R-r)(\cos\varphi-1) \quad (12)$$

Ushbu formula, paxtani bo‘lakchasini og‘irlik markazic-nuktani chiziqli tezligi v-ni,

uning ko‘tarilish burchagi φ-ga bog‘lovchi qonuniyatni ifodalaydi[6]. (12) ni (30) qo‘yib, normal bosm kuchi-Nni aniqlaymiz:

$$N = mg\cos\varphi + \frac{m}{R-r}\left[v_{c0}^2 + \frac{4}{3}g\left(R-r\right)\left(\cos\varphi - 1\right)\right] \tag{13}$$

Ushbu xolda paxta bo‘lakchasini sirpanmasdan yumalashi kuyudagi tengsizlik bajarilgan xolda yuz beradi:

$$F_\tau < fN = fmg\left[\cos\varphi + \frac{v_{c0}^2}{\left(R-r\right)g} + \frac{4}{3}\left(\cos\varphi - 1\right)\right] \tag{14}$$

(11) ni (14) qo‘yamiz

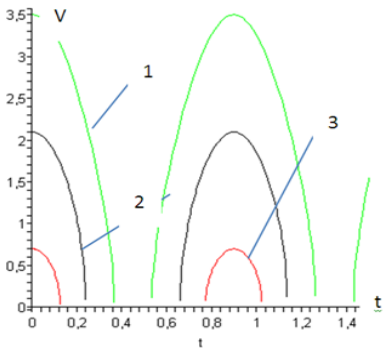
Ushbu tengsizlikdan, paxta bo‘lakchasini, to‘rli sirt bo‘yicha maksimal ko‘tarilish burchagini aniqlash mumkin[7].

Quyidagi tenglamalar sistemasi, paxta bo‘lakchasini to‘rli silindrni ichki sirti bo‘ylab vintsimon xarakati qonunini ifodlaydi:

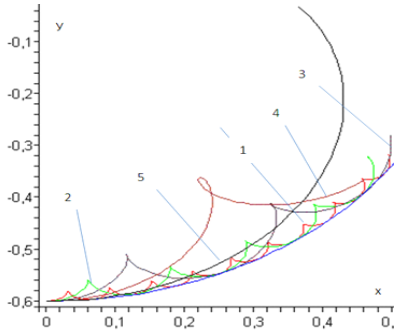
$$\begin{cases} x = \left(R-r\right)\sin\varphi \\ y = \left(R-r\right)\cos\varphi \\ z = g\left(1-f\right)\sin\propto\dfrac{t^2}{2} \end{cases} \tag{15}$$

Bu erda ishkalanish koeffisenti $f = f_0\left(1 - \frac{s}{s_0}\right)$bo‘lib,$f_0$ –silindrni to‘lik sirti yuzasi bilan paxta bo‘lakchalari orasidagi ishkalanish koeffisenti,s_0- silindrni to‘lik sirti yuzasi, s- silindr sirtini to‘r teshiklarini xisobga olmagandagi yuzasi.

4. Natijalar taxlili



2-rasm.To‘rli silindr ichki sirti bo‘yicha paxta bo‘lakchasi xarakat tezligini vaqt bo‘yicha o‘zgarishi qonuniyati.



3-rasm. Paxta bo‘lakchasini to‘rli silindr ichidagi aylanma xarakat traektoriyasini *xy*- tekislik bo‘yicha o‘zgarishi.

1-rasmda paxta bo‘lakchasini to‘rli silindr ichida vintsimon harakatidagi tezliklarini vaqt bo‘yicha o‘zgarish qonuniyatlari keltirilgan.1,2,3-grafiklar mos ravishda ,paxta bo‘lakchasi radiusi 0.1,0.3,0.5 m bo‘lgan xolda ,tezliklarni o‘zgarishini ifodalaydi. Paxta bo‘lakchasini radiusini ortib borishi bilan, uni to‘rli silindr ichida aylanma harakat tezliklarini kamayishini kuzatish mumkin.

Ushbu xollarda paxta bo‘lakchasini to‘rli sirt bo‘yicha ko‘tarilish vaqti mos ravishda 0.15s,0.24s,0.38s bo‘lib,bunda tezliklar maksimal kiymatdan minimal kiymatga tushadi.Ya'ni birinchi paxta ag‘darilishi sodir bo‘ladi[8]. Bu jarayon malum davr oralig‘ida takrorlanib, u aylanma ilgarilanma harakatda bo‘ladi. 2-rasmda paxta bo‘lakchasini to‘rli silindr ichida

aylanma harakati traektoriyasini vaqt bo‘yicha o‘zgarishi qonuniyati keltirilgan. Grafiklarda 1-chiziq to‘rli silindr konturini ifodalaydi. 2,3.4,5-chiziqlar esa mos ravishda 0.02m,0.02m,0.04m,0.09m,0.2m radiusli paxta bo‘lakchasini to‘rli silindr ichidagi aylanma harakati traektoriyalari tasvirlangan. Kichik radiusli paxta bo‘lakchalari, katta radiusli paxta bo‘lakchalariga nisbatan tez ag‘darilishi ro‘y berar ekan. Bu jarayon ,ulardan mayda iflosliklarni tez ajralib chikishini ko‘rsatadi[9].

Hulosalar

1. To‘rli silindrsimon qurilma yordamida paxta xom-ashyosi tarkibidagi ifloslik zarrachalarini ajratish jarayonlarini matematik modeli tuzilgan.

2. Matematik model asosida, paxta bo‘lakchalrini to‘rli silindrik aylanuvchi sirt ichidagi harakati differensial tenglamalari tuzilgan.

3. Differensial tenglamalar echimlari asosida,paxta bo‘lakchalrini to‘rli silindrik aylanuvchi sirt ichidagi harakati traektoriyalari,tezliklarini o‘zgarishi qonuniyatlari aniqlangan.

ADABIYOTLAR

1. A.Obidov,X.Akhmedhodjaev, O.Sarimsakov, Q.Holikov. Investigation of the properties of fibrous cotton seeds, for sorting on a mesh surface engineering, Vol.10 No.09(2018), 572-578 P.

2. Obidov Avazbek, Sultonov Mirzaolim, Muhksinov Ibrohim, Abdullaev Shokir. The Theoretical Studies of the Cultivation of Three Cotton Seeds along the Plain. Engineering Vol.10 No.08(2018), 514-520 P.

3. A.A.Obidov M.M.Sultanov. To research the method of separating fibers suitable for spinning on a needle drum. International scientific and practical conference cutting edge-science. June 29-30, 2020 Shawnee, USA, 128-131 P.

4. Sultonov M.M. Obidov A.A. Study of fiber motion in a needle drum fiber separation device. universum: technical science, 5-74, 33-37 R.

5. M.Sultanov, A.Obidov. Investigation of working parts of fixed device designed to separate spinning fibers from fibrous waste that can be spun. Journal of Critical Reviews, JCR. 2020; 7(4): 2314-2322, doi: 10.31838/jcr.07.04.362, 5614-5623 P.

6. A.A.Obidov, M.M.Sultanov. Study of Technological Parameters of Fiber Separation Device. International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 2020, Volume 24 - Issue 5, 6400-6407 P.

7. U.Boboyev, A.A.Obidov, K.J.Matkarimov. Research Capacity of the Fiber of Long Fiber Separating Drums from Waste Fibers Composition, International Journal of Innovative Studies in Sciences and Engineering Technology (IJISSET), Volume: 5 Issue: 3 | 2019, 28-31 P.

8. A.Obidov, O.Mamatqulov M.Sultanov. Theoretical Analysis of the Movement of Cotton Piece on the Slope Surface, International Conference «Science and practice: a new level of integration in the modern world». Conference Proceedings. Berlin-Warsawa, 2018, 82, 151-156 P.

9. Kh.Axmedxodjayev, A.Umarov, K.Ortiqova. Investigation of the Ginning Process on DP Series Saw Gin Stands, Engineering Vol.11 No.08(2019), Article ID:94702,8 pages.

10. J. Ergashev, J.Kayumov, N.Ismatullaev, U.Parpiev. Theoretical Basis for Calculating the Determination of the Optimal Angle of Rotation of the Slit and Air Velocity. International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 03, (2020), pp. 12776 – 12784.

11. Obidov A.A. Investigation of the working surface of a new seeding machine // Journal of Textile Problems. - Tashkent: TITLI, 2006. - №2. - 29-32 p.

12. U.Kh.Meliboyev. Fundamentals of modeling technological processes in the textile industry. Study guide, Namangan, 2020, 250 P.

13. Sevostyanov AG. Methods and means of research of mechanical and technological processes of the textile industry. Moscow State Technical University named after Kosygin. LLC "Soviage Bevo", M., 2007.

14. A.Obidov, M. Vokhidov, J.Abdurahmonov. Exploring the Efficiency of Experimental Construction of Sorting Ginned Cotton Seed Machine. Engineering, Scientific Research Publishing. Vol.13 No.1, January 2021.

15. Obidov A.A. Improvement of the technology of cleaning and sorting of ginned seeds. Dissertation of Candidate of Technical Sciences. - Tashkent: TITLI, 2007. - 200 p.

16. B.T. Aliyev, A.A.Maxmudov, A.I. Karimov. Theoretical analysis of the working bodies of the spinoff in cotton waste. International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 12s, (2020), pp. 1891-1897

17. B.T. Aliyev, A.A.Maxmudov, A.I. Karimov. Mathematical Modeling of The Interaction Of Cotton Wastes With The Discrete Position of The Mass Of Cotton Waste. International journal of advanced science and technology Vol. 29, No. 9s, (2020), pp. 6313-6320.

18. A.A.Maxmudov, B.T. Aliyev, A. Bobomatov. Detection of influencing forces of cotton flier on the elastic plate of impurity taking grid of the cleaner. International Journal of Engineering Research & Technology. (IJERT) ISSN: 2278-0181 Vol. 9 Issue 02, February-2020

UDK: 621.865.8

HARAKAT TURLARIGA BOG‘LIKLI ROSTLANUVCHI BO‘G‘IN KONSTRUKSIYASINING NAZARIY VA AMALIY ASOSLARI

Haydarov Bahtiyor Abdullajon o‘g‘li
NamDTU, “Texnologik jaryonlarni ishlab chiqarishni avtomatlashtirish” kafedrasi katta o‘qituvchisi,
bahtiyorhaydarov944@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada rostlanuvchi bo‘g‘inlarning harakat turlari va ularning konstruktiv yechimlari tahlil qilinadi. Harakat turlarining bo‘g‘in konstruksiyasiga ta’siri o‘rganilib, sanoat robot manipulyatorlari va avtomatlashtirilgan mexanizmlarda qo‘llanilishi yoritiladi.

Аннотация. В статье анализируются виды движения регулируемых соединений и их конструктивные решения. Изучается влияние типов движения на конструкцию суставов и освещается его применение в промышленных роботах-манипуляторах и автоматизированных механизмах.

Annotation. The article analyzes the types of motion of adjustable joints and their design solutions. The influence of motion types on the design of joints is studied and its application in industrial robotic manipulators and automated mechanisms is covered.

Kalit so‘zlar: rostlanuvchi bo‘g‘in, harakat turlari, konstruksiya, manipulyator, bo‘g‘inli mexanizm.

Ключевые слова: регулируемое сочленение, виды движения, конструкция, манипулятор, шарнирный механизм.

Key words: adjustable joint, types of movement, design, manipulator, hinge mechanism.

Kirish. Mexanik tizimlarda, ayniqsa, robot manipulyatorlar va sanoat mashinalarida rostlanuvchi bo‘g‘inlar asosiy elementlardan biridir. Ular harakatni uzatish, yo‘naltirish yoki qayta taqsimlash vazifasini bajaradi. Harakat turiga qarab bo‘g‘inlarning konstruksiyasi ham o‘zgaradi, bu esa mexanizmning umumiy samaradorligi va aniqligiga bevosita ta’sir qiladi. [1]

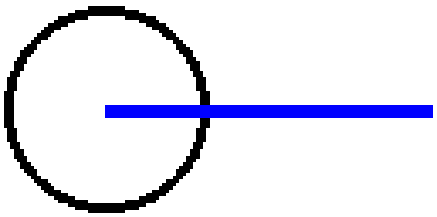
Harakat turlarining turlari va xususiyatlari

Rostlanuvchi bo‘g‘inlar quyidagi harakat turlariga asoslanadi: Bu harakat turi burilish (pivot) nuqtasiga ega bo‘lgan bo‘g‘inlarda kuzatiladi. Masalan, robot manipulyatorning tirsak yoki yelka qismi. Bunday bo‘g‘inlar odatda silindrsimon rulmanlar va g‘ildirak mexanizmlariga asoslanadi.

Silliq (translyatsion) harakati: Bo‘g‘in tekis yo‘nalishda harakatlanadi. Masalan, avtomatik presslash moslamalarida yoki CNC stanoklarida bu harakat turi qo‘llaniladi.[2]

Spiral (heliksoidal) harakat: Aylanish va silliq harakatning birgalikdagi ko‘rinishi bo‘lib, vintli mexanizmlarda, lift tizimlarida va boshqa o‘rnatish mexanizmlarida uchraydi.

Kombinatsiyalashgan harakat: Bir nechta harakat turlarining uyg‘unlashgan ko‘rinishi bo‘lib, ayniqsa yuqori darajada erkinlik talab qilinadigan manipulyatorlar uchun zarur.[3]



1-rasm. Aylanish (rotatsion) harakatga ega rostlanuvchi bo‘g‘in chizmasi

Rostlarning bo‘g‘in konstruksiyasi muhimi

Kinematik erkinlik darajasi. Harakat turini tanlashda eng muhimdan biri bu bo‘g‘inning kinematik erkinlik darajasidir. Oddiy mexanizmda bu daraja 1-2 bo‘lsa, murakkab robot manipulyatorlarda 6 va undan ortiq bo‘lishi mumkin.[4]



2-rasm. Bo‘g‘inning kinematik erkinlik darajasi

Rostlanuvchi bo‘g‘inlar robot manipulyatorlarining moslashuvchanligini oshiradi va ularning turli vazifalar bo‘yicha yuqori aniqlikda ishlashiga imkon beradi.

Bo‘g‘inning dinamik modeli Nyuton–Euler tenglamalari asosida quyidagicha ifodalanadi:

$$\tau = I(q)\cdot\ddot{q} + C(q, \dot{q})\cdot\dot{q} + G(q) \quad (1)$$

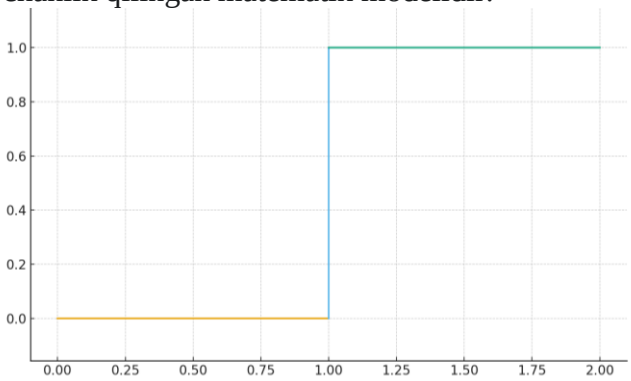
Bu erda τ-bo‘g‘in momenti, I(q)-inertsiya matritsasi, C(q, q̇)-korioils va markazdan qochma kuchlar matritsasi, G(q) -og‘irlik kuchi vektori.

Quydagi jadvalda rostlanuvchi bo‘g‘inlar robot manipulyatorni Denavit-Hartenberg (DH) parametrlaru keltirildi.

1-jadval

a(i)	α(i)	d(i)	θ(i)
a_1	α_1	d_1	θ_1
a_2	α_2	d_2	θ_2

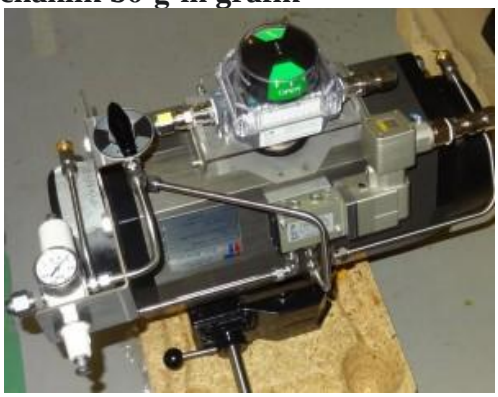
Ushbularning robot manipulyatori imkoniyatlarini bir nuqtadan yangi holatga o‘tishini ifodalaydi. U tizimning dinamik parametrlarini bir vaziyatda binor vaziyatga o‘tkazish jarayonining moslashuvchanlik qilingan matematik modelidir.



3-rasm Oddiy oslashuvchanlik bo‘g‘in grafik



4-rasm. Servomotor



elektromexanik aktuator

Material tanlovi. Bo‘g‘inlar ko‘pincha alyuminiy qotishmalari, po‘lat, titan yoki kompozit materiallardan ishlab chiqariladi. Harakat turi va yuklama belgilariga qarab mos material tanlanadi.

Mustahkamlik va foydalanishlik. Bo‘g‘inlar yuqori dinamik yuklamaga bardosh berishi kerak. Buning uchun ularda elastik mahsulotlar, amortizatorlar yoki rulmanlar.**Datchik va aktuatorlar integratsiyasi**: Zamonaviy rostlanuvchi bo‘g‘inlarda pozitsiya, moment, tezlikni baholash uchun datchiklar o‘rtacha. Harakatni ta'minlash esa servomotor yoki elektromexanik aktuator orqali amalga oshirish.

Xulosa

Rostlanuvchi bo‘g‘inlarning harakat harakat konstruktsiyasiga bevosita ta'sir ko‘rsatadi. Texn tizimlarda tekshirish optimal mexanizmning umumiy tizimini ta'minlash. Konstruktiv ishlab chiqarish, to‘g‘ri material tanlovi va harakat turiga mos yechim – zamonaviy robototexnika tizimlarining ishlab chiqarish kafolatidir.

ADABIYOTLAR

1. Kreyg, JJ *Robototexnikaga kirish: mexanika va boshqaruv* . Pearson,
2. Spong, MW, Hutchinson, S., Vidyasagar, M. *Robot modellashtirish va boshqarish* . Wiley, 2020 yil.
3. Qobulov A.R., *Robototexnika tizimlari* , Toshkent, 2021.
4. Bolhovitinov AA, *Mexanik uzatmalar nazariyasi* , Moskva, 2019.
5. ISO 8373: 2012 - *Robotlar va robot qurilmalar - Lug‘at*.
6. Djuraev, A., Sayitkulov, S., Rajabov, O., Kholmirzaev, J., & Haydarov, B. (2022). Analysis of the impact effect of a piece of cotton with a flat surface with a multi-sided grates slope. Journal of Physics: Conference Series, 2373(2), 022048. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2373/2/022048
7. Djuraev, A., Sayitkulov, S., Kholmirzaev, J., Haydarov, B., & Mustafaev, N. (2024). Substantiated parameters of multifaceted grates in the coarse cleaning zones of a cotton gin. AIP Conference Proceedings, 2969(1), 050027. https://doi.org/10.1063/5.0190707
8. Haydarov B.A. Qodoqlovchi robot manipulyator rostlanuvchi bo‘g‘in konstruksiyasini o‘rganish strategiyalari bo‘yicha tadqiqot, “Mexanika va texnologiya” Namangan 2025.

УДК 628.5:504.06

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СТАНДАРТОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ДАННЫХ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Сативалдиев Азиз Кахраманович
Андижанский государственный технический институт, к.т.н. доцент, azizsativaldiev@mail.ru
ORCID: 0000-0002-6085-6287

Аннотация. В современных условиях индустриализации и роста производства особенно в автомобилестроении, экологический контроль становится важнейшим аспектом устойчивого развития предприятий. Обеспечение качества данных при измерениях загрязняющих веществ в окружающей среде играет ключевую роль в соблюдении экологических норм и стандартов. В статье рассматривается разработка и внедрение комплексных стандартов для гарантирования метрологической прослеживаемости и достоверности экологических данных, получаемых на промышленных предприятиях с использованием экосистемного подхода. Проанализированы основные международные и российские нормативные документы, а также специфика применения стандартов в условиях автомобилестроения.

Abstract. In the modern conditions of industrialization and production growth, especially in the automotive industry, environmental control becomes a crucial aspect of sustainable enterprise development. Ensuring data quality in measurements of pollutants in the environment plays a key role in complying with ecological norms and standards. This article discusses the development and implementation of comprehensive standards to guarantee metrological traceability and reliability of environmental data obtained at industrial enterprises using an ecosystem approach. The main international and Russian regulatory documents are analyzed, as well as specifics of applying standards in the automotive industry.

Annotatsiya. Sanoatlashtirish va ishlab chiqarish o‘sishi zamonaviy sharoitlarida, ayniqsa avtomobilsozlik sohasida, atrof-muhit nazorati korxonalar barqaror rivojlanishining muhim jihatiga aylanmoqda. Atrof-muhitdagi ifloslantiruvchi moddalar o‘lchovlarida ma’lumotlar sifatini ta’minlash ekologik me’yor va standartlarga rioya qilishda muhim rol o‘ynaydi. Mazkur maqolada sanoat korxonalarida ekosistema yondoshuvi asosida olingan ekologik ma’lumotlarning metrologik izchilligi va ishonchliligini kafolatlash uchun kompleks standartlarni ishlab chiqish va joriy etish masalalari ko‘rib chiqilgan. Xalqaro va Rossiya normativ hujjatlari hamda avtomobilsozlik sohasida standartlarni qo‘llashning o‘ziga xosligi tahlil qilingan.

Ключевые слова: стандартизация, качество данных, экологический мониторинг, загрязняющие вещества, метрологическая прослеживаемость, автомобилестроение, экосистемный подход, ISO 14001.

Keywords: standardization, data quality, environmental monitoring, pollutants, metrological traceability, automotive industry, ecosystem approach, ISO 14001.

Kalit so‘zlar: standartlashtirish, ma’lumotlar sifati, atrof-muhit monitoring, ifloslantiruvchi moddalar, metrologik izchillik, avtomobilsozlik, ekosistema yondoshuvi, ISO 14001.

Введение. Автомобилестроение как одна из крупнейших отраслей промышленности оказывает значительное влияние на экологическую обстановку. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы в водные объекты и воздействие на почву требуют тщательного контроля и мониторинга. Для оценки и управления экологическими рисками предприятиям необходимо получать достоверные и

сопоставимые данные измерений загрязняющих веществ.

Современный экосистемный подход подразумевает комплексное изучение взаимосвязей между различными компонентами окружающей среды и промышленными воздействиями. Для реализации такого подхода важна стандартизация процедур измерений и обработки данных, что обеспечивает высокое качество и прослеживаемость результатов.

Задачи статьи включают анализ существующих стандартов в области экологического мониторинга и метрологии, выявление пробелов, а также разработку модели интеграции стандартов, ориентированной на промышленное внедрение в автомобилестроении.

Обзор нормативно-правовой базы и литературных источников. Для обеспечения качества данных экологического мониторинга в промышленности используются различные стандарты и нормативные документы, в частности:

- ISO 14001:2015-стандарт системы экологического менеджмента, регламентирующий требования к процессам контроля и улучшения экологической деятельности предприятия [1];
- ISO/IEC 17025:2017-стандарт, определяющий требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий, что критично для достоверности измерений загрязняющих веществ [2];
- Российские стандарты: ГОСТ Р ИСО 14001-2016, ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2019, ГОСТ Р 8.736-2011, регулирующие вопросы метрологической прослеживаемости и контроля качества измерений [3–5].

В автомобилестроении стандарт IATF 16949 дополняет требования к системе менеджмента качества, в том числе с учётом влияния на экологию, что создаёт условия для интеграции экологических и производственных стандартов [6].

Анализ публикаций показывает, что недостаточное внимание уделяется комплексной стандартизации данных экологического мониторинга с учётом всех этапов: от отбора проб до обработки и аудита данных. Ряд зарубежных исследований подчёркивает необходимость создания интегрированных моделей качества данных, включающих цифровые технологии и автоматизацию процессов [7, 8].



Рис. 1 Модель менеджмента качества окружаюшей среды

Методика исследования

Исследование основано на комплексном подходе, включающем:

- сравнительный анализ международных и российских стандартов по качеству данных и метрологической прослеживаемости;
- системный анализ процессов экологического мониторинга на предприятиях автомобилестроения;
- моделирование интеграции требований метрологических и управленческих стандартов;
- разработку процедур контроля качества данных, адаптированных под специфику промышленного внедрения.

Использовались методы контент-анализа нормативных документов, а также оценки рисков получения недостоверных данных при различных технологических этапах мониторинга.

Результаты исследования

Модель интеграции стандартов качества данных

Предложена трёхуровневая модель интеграции стандартов:

- метрологический уровень-применение ГОСТ и ISO/IEC 17025 для обеспечения точности и прослеживаемости измерений;
- технологический уровень-внедрение процедур экологического менеджмента согласно ISO 14001 с учётом особенностей автомобилестроения и интеграция с IATF 16949;
- управленческий уровень-организация аудита и контроля качества данных по стандарту ISO 19011, обеспечение документации и отчётности.

Промышленное внедрение в автомобилестроении

Внедрение модели на примере крупного автомобилестроительного предприятия показало снижение отклонений в результатах измерений загрязняющих веществ в воздухе и водных объектах на 18 %, что подтверждается повторными анализами и внутренними аудитами.

Использование стандартизированных процедур позволило улучшить взаимодействие между лабораторией контроля качества и экологической службой предприятия, повысить оперативность и достоверность данных для принятия решений.



Рис 2. Факторы влияющие на качество продукции

Экосистемный подход в стандартизации. Обеспечение качества данных при мониторинге разных компонентов экосистемы (воздух, вода, почва) требует согласованных процедур и единых критериев оценки, что обеспечивается описанной моделью.

Результаты подтверждают эффективность комплексной стандартизации экологических данных с акцентом на промышленное применение. Использование современных международных стандартов в сочетании с российскими нормативами создаёт предпосылки для устойчивого развития предприятий автомобилестроения с минимизацией экологических рисков.

Таблица 1

Взаимосвязь стандартов ИСО 9001 и ИСО 14001

Элемент ИСО 9001	Наименование элемента ИСО 9001	Требования ИСО 14001
4.1	Ответственность руководства	• Разработка экологической политики • Установление целей и задач предприятия в области охраны окружающей среды • Установление ответственности и полномочий в менеджменте качества окружающей среды • Определение требований к ресурсам • Анализ менеджмента качества окружающей среды со стороны руководства
4.2	Система качества	• Документирование процедур менеджмента качества окружающей среды • Планирование работ по реализации экологической политики
4.3	Анализ контракта	Анализ контракта с позиций охраны окружающей среды
4.5	Управление документами и данными	Управление всеми документам и данными предприятия, относящимися к качеству окружающей среды
4.8	Идентификация продукции и прослеживаем ость	Идентификация и прослеживаемость деятельности, оказывающей отрицательное воздействие на окружающую среду
4.9	Управление процессами	Управление процессами, непосредственно влияющими на окружающую среду
4.10	Контроль и испытания	Контроль операций и деятельности, которые связаны с экологическими аспектами и согласуются с целями и задачами экологической политики
4.11	Управление контрольным, измерительным и испытательным оборудованием	Калибровка оборудования для мониторинга и регулярного измерения параметров операций, которые связаны с экологическими аспектами и согласуются с целями и задачами экологической политики
4.13	Управление	Управление продукцией, представляющей

Элемент ИСО 9001	Наименование элемента ИСО 9001	Требования ИСО 14001
	несоответствующей продукцией	экологическую опасность (химические вещества, жидкие и твердые отходы и др.)
4.14	Корректирующие и предупреждающие действия	Корректирующие и превентивные действия по устранению или уменьшению вредных воздействий на окружающую среду
4.16	Управление регистрацией данных о качестве	Идентификация, обслуживание и размещение (хранение) протоколов (записей) о деятельности по охране окружающей среды
4.17	Внутренние проверки качества	Аудит системы менеджмента качества
4.18	Подготовка персонала	Обучение и повышение квалификации персонала, деятельность которого связана с возможным воздействием на окружающую среду

Важным направлением является дальнейшее развитие цифровых методов контроля качества данных, в том числе автоматизированных систем мониторинга и применения методов искусственного интеллекта для анализа больших данных.

В результате проведённого исследования выполнен всесторонний анализ нормативно-правовой базы в области метрологии и стандартизации экологического мониторинга, что позволило выявить существующие недостатки и противоречия, влияющие на достоверность и сопоставимость измерений загрязняющих веществ на промышленных предприятиях, в частности в сфере автомобилестроения. На основе полученных данных разработана интеграционная модель, предусматривающая гармонизацию требований международных и российских стандартов, направленная на обеспечение высокой степени метрологической прослеживаемости и качества измерений.

Практическая апробация предложенной модели на промышленном объекте показала её эффективность, выраженную в снижении количественных отклонений и повышении оперативности экологического контроля. Внедрение модели способствовало улучшению взаимодействия между лабораториями и экологическими службами предприятия, что обеспечило повышение доверия к результатам мониторинга.

Таким образом, интеграция метрологических и управленческих стандартов с применением экосистемного подхода способствует оптимизации процедур экологического мониторинга и уменьшению негативного воздействия производственной деятельности на окружающую среду. В качестве перспектив дальнейших исследований и внедрения рассматривается развитие цифровых технологий и автоматизированных систем, направленных на повышение качества контроля и поддержки принятия обоснованных управленческих решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. ISO 14001:2015. Environmental management systems-Requirements with guidance for use. -Geneva: ISO, 2015. -32 p.

2. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. -Geneva: ISO, 2017. -44 p.

3. ГОСТ Р ИСО 14001-2016. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. -М.: Стандартинформ, 2016. -44 с.

4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. -М.: Стандартинформ, 2019. -62 с.

5. ГОСТ Р 8.736-2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическая прослеживаемость результатов измерений. -М.: Стандартинформ, 2011. -20 с.

6. IATF 16949:2016. Quality management system requirements for automotive production and relevant service parts organizations. -2016. -42 p.

7. Иванов А.А. Проблемы стандартизации экологических измерений на промышленных предприятиях // Стандарты и качество. -2021. -№ 5. -С. 42-47.

8. Peterson J., Smith K. Data Quality Objectives in Environmental Monitoring Systems // Environmental Science & Technology. -2022. -Vol. 56, No. 3. -P. 1234-1242.

9. European Environment Agency. Data Quality Assurance Guidelines. -Copenhagen: EEA, 2023. -56 p.

10. U.S. Environmental Protection Agency. Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems. Vol. II: Ambient Air Quality Monitoring Program. -EPA-600/R-94/038, 1994. -85 p.

11. Sato Y., Tanaka M. Integration of Environmental Data Quality Standards in Manufacturing // Journal of Cleaner Production. -2023. -Vol. 378. -Article 134567.

УДК 621:681

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ СЛЕЖЕНИЯ С ВОЛНОВЫМИ КАНАЛАМИ

Атауллаев Азизжон Одилович
доцент кафедры «Технология машиностроения» НГГТУ; aziz-217@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования критериев эффективности работы систем автоматического управления, применительно к радиотехническим следящим системам с волновыми каналами. Задача оптимального управления такими системами сформулирована как минимизация функционала ошибки или рассогласования, решенная в рамках вариационного исчисления. Установлено, что в качестве критерия эффективности целесообразно применять критерий качества, выраженный через интеграл квадрата ошибки на заданном интервале управления в будущем. Этот критерий присваивает положительные веса как положительным, так и отрицательным отклонениям между прогнозируемыми реальными выходами системы и желаемыми выходными сигналами.

Annotatsiya. Maqolada to‘lqin kanallariga ega bo‘lgan radiotexnik kuzatuv tizimlariga nisbatan avtomatik boshqaruv tizimlarining ishlash samaradorligi mezonlarini o‘rganish natijalari keltirilgan. Bunday tizimlarni optimal boshqarish masalasi variatsion hisoblash doirasida yechilgan xatolik yoki nomuvofiqlik funksionalini minimallashtirish sifatida shakllantirilgan. Samaradorlik mezoni sifatida kelajakda berilgan boshqaruv oralig‘ida xatolik kvadrati integrali orqali ifodalangan sifat mezonini qo‘llash maqsadga muvofiqligi aniqlandi. Ushbu mezon tizimning bashorat qilingan haqiqiy chiqishlari va istalgan chiqish signallari o‘rtasidagi ijobiy va salbiy og‘ishlarga ijobiy vazn beradi.

Abstract. This article presents the results of a study of the performance criteria of automatic control systems, as applied to radio-technical tracking systems with wave channels. The optimal control problem for such systems is formulated as minimizing the error or mismatch functional, solved within the framework of the calculus of variations. It is established that a performance criterion expressed as the integral of the squared error over a given control interval in the future is appropriate for use as an efficiency criterion. This criterion assigns positive weights to both positive and negative deviations between the predicted actual system outputs and the desired output signals.

Ключевые слова: целевая функция, критерий эффективности управления, радиотехнические следящие системы с волновыми каналами, сигнал рассогласования или ошибки регулирования.

Kalit so‘zlar: maqsad funksiyasi, boshqarish samaradorligi mezoni, to‘lqin kanalli radiotexnik kuzatuv tizimlari, nomuvofiqlik signali yoki rostlash xatolari.

Key words: objective function, control efficiency criterion, radio-technical tracking systems with wave channels, mismatch signal or control error.

Насущная необходимость в качественных системах управления и достижения в области реализаци новых информационных технологий и внедрения быстродействующих цифровых вычислительных машин во все сферы человеческой деятельности стимулирует дальнейшее развитие теории и практики автоматического управления.

Развитые в последние годы методы теории оптимального управления находят применение для решения важнейших задач радиоэлектроники [1]. Так, например, методы теории оптимального управления используются для автокоррекции электронных схем радиоавтоматики, радиоуправления и др. [2÷7].

Возрастание требований к характеристикам радиоэлектронных систем, в частности, к следящим системам, диктует необходимость обращения к более эффективным методам проектирования подобных систем. В данном случае таковыми являются современные методы теории оптимального управления.

Для синтеза алгоритмов оптимального слежения и сканирования используются вариационные принципы: принцип максимума Понтрягина, динамическое программирование Беллмана и их модификаци. Задача синтеза оптимальных следящих систем радиоэлектроники и радиоавтоматики на основе современных методов теории оптимального управления в сочетании с методами искусственного интеллекта отличается актуальностью.

Основой критериев качества систем управления является мера ошибок, характеризующая ошибку системы, а также другие требования, предъявляемые к следящим системам с волновыми каналами (ССВК) [8].

Если меру ошибки ССВК H определить как разность между действительным и желаемым выходами:

$$H[x^d(t), x(t)] = x^d(t)-x(t), \quad (1)$$

то ССВК будет вырабатывать управление $U(t)$, которое является функцией меры ошибки

$$U(t) = U\{H[x^d(t) - xX(t)]\} = U[x^d(t) - x(t)]. \quad (2)$$

Мгновенное значение управления $U(t)$ есть функция мгновенных значений действительного выхода $x^d(t)$ и желаемого выхода $x(t)$.

Оптимальные ССВК учитывают рассогласование между предсказанными значениями действительного выхода и желаемыми в будущем. Они представляют собой функцию управления $U(\tau)$ $(t \le \tau \le T)$ на всем интервале управления $(t \le \tau \le t \div T)$ в будущем.

Для этой цели используется критерий качества, равный интегралу от квадрата меры ошибки на интервале управления в будущем. Последний приписывает положительные веса как положительным, так и отрицательным разностям между предсказанными действительными и будущими желаемыми выходами. При этом мера ошибки определяется, как:

$$H[x^d(\tau), x(\tau)] = [x^d(\tau) - x(\tau)]^2, \quad (3)$$

а критерий качества имеет вид:

$$J = \int_{t}^{t+T} \left[X^d(\tau) - x(\tau)\right]^2 d\tau. \quad (4)$$

Существенное различие между обычной ССВК, стремящейся минимизировать меру ошибок, и оптимальным, минимизирующим критерием качества, заключается в том, что последний вычисляет не только управляющий сигнал $U(t)$ в настоящем, но и предсказывает управляющий сигнал $U(\tau)$, $(t \le \tau \le t \div T)$ в будущем:

$$U(\tau) = u[x^d(\tau), x(\tau)], \ (t \le \tau \le t \div T). \quad (5)$$

В случае следящих систем желаемая выходная величина $x^d(t)$ является случайной функцией времени. Соответственно средне квадратическая мера ошибки равна:

$$H[x^d(t), x(t), t] = [x^d(t) - x(t)]^T Q(t) [x^d(t) - x(t)], \quad (6)$$

где $x^d(t)$ – n-мерный вектор желаемого выхода (например, траектория цели); $x(t)$ – n-мерный вектор действительных выходов (например, направление равносигнальной зоны луча); $Q(t)$ – диагональная (n×n) матрица с положительно изменяющимися во времени элементами, учитывающая соответствующие веса различных выходов (эта матрица в общем случае положительно определенная) и критерий качества

$$J = \int_0^{\infty} \left[x^d(\tau) - x(t)\right]^T Q(\tau) \left[x^d(t) - x(\tau)\right] d\tau. \quad (7)$$

В подавляющем большинстве случаев рассматриваются только выходные ошибки ССВК из предположения, что можно найти управляющие входы, которые минимизируют соответствующие критерии качества. Однако в ряде случаев для минимизatsii таких критериев, без учета других соображений, могут потребоваться бесконечно большие управления, что приводит к ситуatsii, не имеющей практического смысла.

Хотя эта трудность может быть преодолена несколькими способами, рассмотрим здесь лишь один из них, когда компонента вводится в меру ошибки следующим образом:

$$H\,[x^d(t), x(t), u(t), t] = [x^d(t) - x(t)]^T Q(t)\,[x^d(t) - x(t)] + u^T(t)\,L(t)\,u(t), \quad (8)$$

где $U(t)$ – m-мерный вектор управляющих входов; L – диагональная (m×m) матрица с положительными элементами, зависящими от времени.

Приписывая в этом выражении достаточный вес компонентам, содержащим управления, можно поддерживать (хотя и за счет увеличения выходной ошибки) в практически допустимых пределах соответствующий критерий качества.

В системах регулирования, цель которых – поддерживать действительный выход как можно ближе к постоянному желаемому выходу, имеет смысл выбирать элементы весовых матриц Q и L постоянными, поскольку ошибки в различные моменты времени одинаково нежелательны. Для систем слежения некоторых типов (например, для слежения за целью, когда длительность интервала управления велика по сравнению со временем установления в объекте управляемой части) имеет смысл выбирать постоянный вес.

В случае синтеза алгоритма управления антенной, когда в процессе сканирования требуется быстрый обзор пространства или перевод антенны из одного состояния в другое за минимальное время, выбирается следующим образом:

$$J = \int_0^{t_1} 1 \cdot dt = t_1 - t_0. \quad (9)$$

Отсюда следует, что управление минимизирует время перехода при $H = 1$.

До сих пор рассматривались средне квадратические меры ошибки, в которые входили квадраты ошибки и другие величины. Как известно, определение средне квадратических мер ошибок обладают удобным свойством облегчать последующий математический анализ и имеют практическое преимущество, поскольку приписывают большим ошибкам больший вес. Однако в задачах ССВК имеют место важные случаи, когда требуются другие формы амплитудного взвешивания. В качестве примера можно указать системы с ограниченным амплитудным состоянием.

Из теории оптимального регулирования известно, что управления, минимизирующие критерий качества типа модуля, имеют вид импульсных функций, которые не могут быть реализованы ни в одной реальной системе. Следовательно, в таких случаях необходимо предпринимать определенные дополнительные шаги для реализatsii конкретной системы. Обычно используется либо включение штрафных функций в меру ошибки, либо принцип максимума. Штрафные функции – это составляющие меры ошибки, часто имеющие вид $\left(\frac{u}{v}\right)^{2M}; \left(\frac{x}{x}\right)^{2M}$, где U и x обычно интерпретируются как максимально допустимые амплитуды U и x; M – большое положительное целое число.

К примеру, штрафные функции, вносят незначительный вклад в критерий качества, когда $u<v$; в противном случае, их вклад становится существенным. Когда M достаточно велико, эти члены приводят к такому же результату, что и ограничение переменных в диапазонах

$$-U \le u \le U;\ -X \le x \le X.$$

При введении штрафных функций, как правило, возрастает объем вычислений, необходимых для нахождения оптимальных функций управления. Штрафных функций от управления можно избежать, если воспользоваться принципом максимума. Однако обычно этого не делают, поскольку штрафные функции необходимы для решения задач с ограниченными амплитудными состояниями.

Несмотря на то, что вышеуказанное непосредственно и не связано с критериями качества, следует отметить принципиальную разницу между ограничениями, накладываемыми проектировщиком на множество переменных состояния из соображений надежности или каких-либо других, а также ограничениями типа насыщения, возникающими в объекте вследствие физических ограничений. В то время как наложение ограничений вводится в задачу управления посредством штрафных функций, ограничения типа насыщения представляют собой нелинейности в уравнениях состояний.

С математической точки зрения, задача оптимального управления представляет собой задачу минимизатsii функционала, рассматриваемую в вариatsионном исчислении [9]. Она сходна с обычной задачей минимизатsii в математическом анализе, когда необходимые условия, которым должны удовлетворять независимые переменные скалярной функции, определяют путем приравнивания к нулю всех частных производных функций по своим аргументам. При минимизатsii функционала получается не система алгебраических уравнений, которой удовлетворяют независимые переменные в точке минимума скалярной функции, а система дифференциальных уравнений, удовлетворяющих на интервале управления состоянием которые являются функциями времени и которые соответствуют экстремуму критерия качества. Кроме того, процедура минимизатsii функционала усложняется вследствие необходимости удовлетворять ограничениям, налагаемым на переменные управлений и состояний. Ограничения состояний можно учесть в задаче минимизатsii функционала. При этом используется метод множителей Лагранжа.

В данном случае вводится мера ошибки, учитывающая ограничения. Пусть уравнение состояний управляемой части ССВК имеет вид:

$$\dot{x}(t) = f[x(t), u(t), t], \tag{10}$$

где x – n-мерный вектор состояний; U – m-мерный вектор управлений; $f[\cdot]$ – n-векторная функция, которая может быть нелинейной и зависящей от времени.

Начальные условия: $x(t) = x'_0$.

Задача заключается в нахождении необходимых условий, которые должны удовлетворять $x(t)$ и $U(t)$ $(t_0 < t < t_1)$ в точке экстремума критерия качества при условии, что уравнения состояний налагают ограничения на функции $x(t)$ и $U(t)$.

Воспользуемся идеей множителей Лагранжа и введем меру ошибки при ограничениях

$$H_C[x(t), u(t), \lambda(t), t] = H[x(t), u(t), t] + \lambda^T(t)\{f[x(t), u(t), t] - \dot{x}(t)\}, \tag{11}$$

где λ - n-мерный вектор множителей Лагранжа.

В формуле (11) предполагается, что функции $\dot{x}(t)$, u(t) и λ(t) независимы.

Определяя соответствующий критерий качества при ограничениях с помощью соотношения:

$$J = \int_0^{t_1} H_C\left(X, \dot{X} u \lambda, t\right) dt, \tag{12}$$

воспользуемся вариационными принципами минимизации функционалов для отыскания необходимых условий, которым должны удовлетворять функции $x^*(t)$, $u(t)$ и $\lambda(t)$. Такой

анализ приводит к необходимым условиям, которые записываются в виде [8, 10]:

$$H^*_{CU} = 0 \text{ (уравнения управлений);} \quad (13)$$

$$H^*_{C\lambda} = 0 \text{ (уравнение состояний);} \quad (14)$$

$$H_{C\lambda}{}^* - \frac{d}{dt} H_{Cx}{}^* = 0 \text{ (уравнение Эйлера-Лагранжа, или сопряженные);} \quad (15)$$

$$\left[\tilde{X}^T H_{Cx} \right]_{t_0}^{t_1} = 0 \text{ (условия трансвертальности);} \quad (16)$$

где $H_{Cu} = \frac{\partial H_C}{\partial u}; H_{C\lambda} = \frac{\partial H_C}{\partial \lambda}; H_{Cx} = \frac{\partial H_C}{\partial x}.$

Необходимые условия (13)-(16) имеют фундаментальное значение в оптимальном управлении, поскольку составляют основу для определения оптимальных траекторий [11-14].

Подытоживая вышесказанное, результаты можно обобщить в виде табл. 1.

Таблица 1

Соотношения между конечными условиями для уравнений состояний и сопряженных уравнений

Конечное условие для переменной состояния:	Соответствующее конечное условие для сопряженной переменной:
- фиксирована в некоторой точке в пространстве состояний; - частично ограничена некоторым подмножеством точек в пространстве состояний; - свободна, может принимать любое значение в пространстве состояний.	- свободна, может принимать любое значение в сопряженном пространстве; - частично ограничена некоторым подмножеством точек в сопряженном пространстве; - ограничена началом координат в сопряженном пространстве.

Таким образом, в качестве критерия эффективности ССВК целесообразно использовать критерий качества, представляющий собой интеграл от квадрата среднеквадратической ошибки на интервале управления в будущем, приписывающий положительные веса как положительным, так и отрицательным разностям между предсказанными действительными выходами и будущими желаемыми выходами.

ЛИТЕРАТУРА

1. A.O. Ataullaev, O.X. Ataullaev, F.A. Ergashev Automated rectification of pulse response characteristics in radio engineering two-stage amplifiers //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 417. – pp. 05007.

2. Атауллаев А.О. Задачи быстродействия в следящих системах с волновыми каналами// «Химическая технология. Контроль и управление». - Ташкент, 2010. - №5. – с.96-97.

3. N. Sheina, F. Ergashev, A. Irgashev, A. Ataullaev. Assessment of Uncertainty and Quality Control in Agricultural Infrastructure / AIP Conference Proceedings, 2024, 3244 (1), 040014

4. A.O. Ataullayev. Control of Support-rotating Device of Antenna //Special issue International Scientific and Technical Jurnal “Chemical technology. Control and management”. Jointly with the Journal of Korea Multimedia Society, South Korea, Seoul-Uzbekistan, Tashkent. – 2015. – №. 3-4. – С. 172.

5. A.O. Ataullaev, O.H. Ataullaev. Modeling the dynamics of rotary support devices of tracking systems with wave channels // Science and Technology Research 2022. - 2022. - P. 33-

39.

6. Юсупбеков А.Н., Атауллаев А.О. Синтез системы автоматической регулировки усиления следящей системы// Научно-технический журнал «ГОРНЫЙ ВЕСТНИК Узбекистана» -Навоий. 2012. -№2. – С. 64÷66.

7. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. М.: Радиотехника, 2003, 398 с.

8. Пузырев В.А. Введение в оптимальное управление. Изд-во МАИ, М.: 1975.

9. Бугров В.Н., Воронков Ю.Н. Формализatsiя задачи структурно-параметрического синтеза радиоэлектронных систем, Радиотехника, №9, 2001.

10. A.N.Yusypbekov, A.O. Ataullaev. Implementation of intelligent servo system with a wave channels// Eighth world conference on intelligent systems for industrial automation «WCIS – 2014» -Tashkent, 2014. –P. 246÷249.

11. Злобин С.Л., Стальной А.Я. Матричные алгоритмы ускоренного вычисления быстрых преобразований Фурье и Хартли, Радиотехника, №1, 2001.

12. Зинчук В.М., Лимарев А.Е., Сосулин Ю.Г. Инвариантное многоальтернативное обнаружение и различение сигналов в условиях параметрической априорной неопределенности, Радиотехника, №3, 2001.

13. Джавадов Г.Г. Оценка влияния рассогласования реальных наблюдений и их моделей на результаты синтеза алгоритмов обработки, Радиотехника, №3, 2001.

14. Поликарпов С.Н., Тарасенко Н.Н. Оценка пост погрешностей измерения координат цели при совместной обработке информatsii нескольких РЛС, Радиотехника №4, 2001.

UDK 378.146

TALABALAR BILIM DARAJASINI ANIQLASHNING SAMARALI USULI

Mahmudov Zokirjon Sotivoldievich
Namangan davlat texnika universiteti, t.f.n., prof. zokirjon.1956ms@gmail.com

Annotatsiya. Hozirgi kunda oliy o‘quv yurtlarida nazariy mexanika fani bo‘yicha talabalar bilimini baholashni amalga oshirishda zamonaviy usullardan foydalanish muhim tadbir hisoblanadi. Ko‘pchilik olimlar va o‘qituvchilar tomonidan keng qo‘llab kelinayotgan interfaol chalkashgan mantiqiy zanjir usulini qo‘llab talabalar bilim darajasini adolatli aniqlash va ularning darslarda faolligini oshirish uchun taklif etilayotgan usul. Maqolada usulni nazariy mexanika fani bir mavzusi, bo‘limi va to‘liq qismi uchun qo‘llash orqali talabalar bilim darajasini adolatli, shaffof va tezkor baxolash mumkinligi ko‘rsatilgan.

Аннотация. В настоящее время применение современных методов оценки знаний студентов по теоретической механике в высших учебных заведениях является важным фактором. Метод интерактивной запутанной логической цепочки, широко используемый многими учёными и преподавателями, предлагается для объективного определения уровня знаний студентов и повышения их активности на занятиях. В статье показано, что применение метода к одной теме, разделу и всему разделу теоретической механики позволяет объективно, прозрачно и быстро оценить уровень знаний студентов.

Abstract. The use of modern methods for assessing students' knowledge of theoretical mechanics in higher education institutions is currently important. The interactive entangled logic chain method, widely used by many scholars and teachers, is proposed for objectively assessing students' knowledge and increasing their engagement in the classroom. The article demonstrates that applying this method to a single topic, section, or entire section of theoretical mechanics allows for an objective, transparent, and rapid assessment of students' knowledge**.**

Kalit so‘zlar: nazariy mexanika, statika, kinematika, dinamika, kuch, tenglama, og‘irlik markazi, simmetriya o‘qi, simmetriya tekisligi, harakat, tezlik, tezlanish, aylanma harakat.

Ключевые слова: теоретическая механика, статика, кинематика, динамика, сила, уравнение, центр тяжести, ось симметрии, плоскость симметрии, движение, скорость, ускорение, вращательное движение.

Key words: theoretical mechanics, statics, kinematics, dynamics, force, equation, center of gravity, axis of symmetry, plane of symmetry, motion, velocity, acceleration, rotational motion.

Butun dunyoda ta'lim soxasida katta o‘zgarishlar amalga oshirilmoqda. Ayniqsa mamalakatimizda oliy o‘quv yurtlari talabalari soni va ta'lim yo‘nalishlari soni muntazam kengayib, ko‘payib bormoqda. Birgina Namangan viloyatida so‘nggi yillarda mavjud 3 oliy o‘quv yurtlari qatoriga yana 7 ta davlat va nodavlat oliy o‘quv yurtlari qo‘shilgani fikrimiz dalilidir. Demak, talabalar sonini oshishi ularga sifatli bilim berish va bilim darajasini adolatli, tezkor va shaffof baholash usullaridan foydalanishni hozirgi davr taqazo etadi. Shu sababli so‘nggi paytda keng qo‘llanilayotgan chalkashgan mantiqiy zanjir usulini fan mashg‘ulotlarida qo‘llash masalasi dolzarb hisoblanadi.

“Chalkashgan mantiqiy zanjir” usuli juda ko‘p fanlarda talabalar bilim darajasini aniqlashda eng samarali usullardan biriga aylanib ulgurdi. Bu usulni nazariy mexanika fanining bir mavzusi doirasida, oraliq baxolashni o‘tkazish jarayonida, yakuniy baxolashni o‘tkazish bosqichida foydalanish qulay. Ushbu usuldan foydalanilganda talaba nazariy mexanika faniga doir formula, ibora, ta'rif, teorema kabi o‘rganilayotgan mavzuga oid tushunchalarni o‘rganilgan bir nechta mavzuga doir ma'lumotlar birga chalkashtirib keltirilganda, ular ichidan to‘g‘risini bir-

biriga mos keltirishni uddalashi lozim. Bu xolda talabalar e'tiboriga mavzuga tegishli faktlar to‘plami sabab-natija xronologik tartibi chalkashgan (buzilgan) holda taqdim etiladi. Talabalar berilgan topshiriqni tartib bilan to‘g‘ri joylashtirishni uddalashlari lozim.

Usuldan nazariy mexanika fani statika bo‘limi “Qattiq jismning og‘irlik markazi” mavzusini o‘qitish jarayonida qo‘llashni ko‘rib chiqaylik**.** Chalkashgan mantiqiy zanjir usuli bo‘yicha mavzuga doir kattalik va formulalardan iborat ma'lumotlar bazasidan variantlar oldindan tayorlab olinadi. O‘qituvchi auditoriyadagi talabalar soniga mos keluvchi nusxadagi variant-jadvallarni guruh talabalariga tarqatadi. Talabalar berilgan jadvalni batafsil o‘rganib chiqib, chap tomonda keltirilgan har bir savolga o‘ng tomonda to‘g‘ri keluvchi raqamini javob nomerini tartib bilan yozib chiqadilar. So‘ngra o‘qituvchi barcha talabalardan javoblarni yig‘ib olib, tekshiradi va natijalarini e'lon qiladi. Quyida yuqorida keltirilgan mavzuga mos keluvchi jadval keltirilgan.

Moslikni aniqlang:

1	Og‘irlik markazini aniqlash formulasini ko‘rsating?	1	$x_c = \frac{\sum l_k \cdot x_k}{\sum l_k}$, $y_c = \frac{\sum l_k \cdot y_k}{\sum l_k}$, $z_c = \frac{\sum l_k \cdot z_k}{\sum l_k}$
2	Chiziqning og‘irlik markazini aniqlash formulasini ko‘rsating?	2	$\vec{r}_c = \frac{\sum \vec{F}_k \cdot \vec{r}_k}{\sum \vec{F}_k}$
3	Og‘irlik markazini aniqlash usullarini ayting?	3	Qattiq jism sismetriya nuqtasiga, o‘qiga yoki tekisligiga ega bo‘lsa, uning og‘irlik markazi albatta shu simmetriya nuqtasida, o‘qida yoki tekisligida yotadi.
4	Uchburchak og‘irlik markazi qaerda joylashgan?	4	Uchburchak medianalarining kesishish nuqtasida
5	Simmetriya usuli moxiyati nimadan iborat?	5	1. Simmetriya. 2. Bo‘laklash. 3. To‘ldirish (manfiy yuzalar). 4. Integrallash. 5. Tajriba (tortish).

To‘g‘ri javoblar (2,1,5,4,3).

Ushbu chalkashgan mantiqiy zanjir usulini endi nazariy mexanika fanining statika bo‘limi uchun qo‘llab ko‘ramiz. Bu holdagi natijalardan talabalar bilimini noana'naviy usulda sinab o‘rganilgan bo‘limni talaba tomonidan o‘zlashtirganlik darajasini aniqlash uchun va oraliq baholash ballarini aniqlab olish uchun foydalanishi mumkin. Bu holda savollar soni bitta mavzuni baholashga nisbatan ko‘proq bo‘ladi. Chunki savollar soni qancha ko‘p bo‘lsa, xolislik darajasi shuncha yuqori bo‘ladi. O‘quv yili boshida kafedra professor-o‘qituvchilari tomonidan savollar banki shakllantiriladi va ular muntazam ravishda to‘ldirilib, takomillashtirilib boriladi. Nazariy mexanika statika bo‘limi barcha mavzularini qamrab olgan jadval quyida keltirilgan:

Moslikni aniqlang:

1	Nuqtaga nisbatan kuch momentini hisoblash formulasini ko‘rsating?	1	$F_{ish} = \mathbf{f \cdot N}$
2	Fazoviy uchrashuvchi kuchlar sistemasi analitik muvozanat shartlarini yozing?	2	$\sum F_{kx} = 0$, $\sum F_{ky} = 0$, $\sum m_o(\vec{F}_k) = 0$
3	Statikaning asosiy teoremasini ayting?	3	Bir tekislikda yotuvchi, o‘zaro parallel bo‘lmagan uch kuch ta'sirida jism muvozanatda bo‘lsa, bu kuchlarning ta'sir chiziqlari bir nuqtada kesishadi va kuchlarga qurilgan kuch uchburchagi

			yopiq bo‘ladi
4	Qo‘zg‘aluvchi sharnirli tayanch reaksiya kuchi qanday yo‘naladi?	4	Agar kuch o‘qqa tik yo‘nalsa
5	Tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasi muvozanat shartlarini yozing?	5	$\sum F_{kx}=0, \sum F_{ky}=0, \sum F_{kz}=0$
6	Uch kuch haqidagi teoremani ayting?	6	Fazoda ixtiyoriy joylashgan kuchlar biror markazga keltirilganda berilgan kuchlar geometrik yig‘indisiga teng bosh vektor va qo‘shilgan juft momentlarining geometrik yig‘indisiga teng bosh moment bilan almashadi
7	Juft kuch momenti qanday yo‘naladi?	7	$\vec{R}=\vec{F}_1+\vec{F}_2 \quad , \quad R=F_1+F_2$
8	Bir tomonga yo‘nalgan ikki parallel kuchning teng ta’sir etuvchisi nimaga teng?	8	Juft tekisligiga tik, shu vektor uchidan qaralganda juftlar soat strelkasiga teskari aylanadi
9	Kuchning o‘qqa proyeksiyasi qachon nolga teng bo‘ladi?	9	Tayanch turgan tekislikka tik yo‘naladi
10	Sirpanishdagi ishqalanish kuchi miqdori qanday formula orqali topiladi?	10	$m_0(\vec{F})=h\cdot F$

To‘g‘ri javoblar (10,5,6,9,2,3,8,7,4,1).

Taklif etilayotgan usulni nazariy mexanika fani bo‘yicha talabalar egallagan bilim darajasini aniqlash uchun qo‘llash natijasida ularni bilim darajasini tez, shaffof va adolatli tarzda baholash imkoniyati paydo bo‘ladi. Bu holda o‘qituvchi tomonidan fanning statika, kinematika va dinamika bo‘limlaridan savollar bankidan materiallar tanlab olinadi. Fanning barcha bo‘limlarini qamrab olgan jadval quyida keltirilgan. Material salmog‘i kengayishi bilan talabalarga taklif etilayotgan savollar soni ham oshib borishi tabiiy hol. Ammo ma’lum sondagi savollardan so‘ng (40-50 ta) chalkashgan mantiqiy zanjir usulini qo‘llash bir qator noqulayliklar keltirib chiqaradi. Shu sababli yakuniy baholash o‘tkazishda imkoni boricha savollar sonini 25 tadan oshirmasdan ushbu usulni qo‘llash lozim.

Moslikni aniqlang:

1	Bog‘lanishdan bo‘shatish aksiomasini ayting?	1	Moddiy nuqtaga ta'sir etuvchi kuch uning massasi bilan tezlanishi ko‘paytmasiga teng va tezlanish kuch bo‘ylab yo‘naladi
2	Fazoviy parallel kuchlar sistemasi analitik muvozanat tenglamasini yozing?	2	$m\ddot{x}_c=\sum R_x^e,\ m\ddot{y}_c=\sum R_y^e,\quad m\ddot{z}_c=\sum R_z^e$
3	Fermalar hisobi deganda nimani tushunasiz?	3	Agar har qanday mumkin bo‘lgan ko‘chishda reaksiya kuchlari bajargan ishlari nolga teng bo‘lsa
4	Ip,tros, zanjir reaksiya kuchi nomi va yo‘nalishini ayting?	4	Nuqta trayektoriyasiga urinma bo‘ylab
5	O‘qqa nisbatan kuch momenti qachon nolga teng bo‘ladi?	5	Agar ko‘chirma harakat ilgarilanma harakat bo‘lsa va nisbiy tezlik va ko‘chirma burchak tezlik vektorlari parallel bo‘lsa
6	Moddiy nuqtani urinma va normal tezlanishlari qanday formula orqali topiladi?	6	$\vec{a}_B=\vec{a}_A+\vec{a}_{AB}$
7	Aylanma harakatda chiziqli tezlik qanday yo‘naladi?	7	Taranglik kuchi va osilish nuqtasiga qarab yo‘naladi

8	Tekis aylanma harakat qonunini yozing?	8	$x = c_1 \cos k\,t + c_2 \sin k\,t$
9	Tekis parallel harakat qilayotgan jism ixtiyoriy nuqtasi tezlanishi qaysi formula orqali topiladi?	9	$a_\tau = \frac{dv}{dt}, \quad a_n = \frac{v^2}{\rho}$
10	Koriolis tezlanishi qachon nolga teng bo‘ladi?	10	O‘q bilan kuch bir tekislikda yotsa
11	Dinamika asosiy qonunini ayting?	11	Har qanday bog‘lanishdagi jismni erkin deb qarash uchun bog‘lanishni bog‘lanish reaksiya kuchi bilan almashtirish kerak
12	Erkin tebranma harakat qonunini yozing?	12	$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t$
13	Sistema massalar markazini harakati haqidagi teorema analitik formulasini yozing?	13	$\sum F_{kz} = 0, \sum m_x(\vec{F}_k) = 0$, $\sum m_y(\vec{F}_k) = 0$
14	Og‘irlik kuchini bajargan ishini topish formulasini ko‘rsating?	14	$A(\vec{G}) = \pm mgh$
15	Ideal bog‘lanish deb qanday bog‘lanishlarga aytiladi?	15	Ferma tayanch reaksiya kuchlarini topish va barcha sterjenlar zo‘riqishini topish

To‘g‘ri javoblar (11,13,15,7,10,9,4,12,6,5,1,8,2,14,3).

Chalkashgan mantiqiy zanjir usulini qo‘llash natijasida talabalarda o‘zi fan bo‘yicha o‘rgangan mavzularini tartibga solish, ularni tarkibiy qismlarga ajrata olish, boshqa mavzu qismlari bilan solishtirish, yangi o‘rganilayotgan mavzuga doir ma’lumotlarni anglab olish kabi ko‘nikmalari shakllanadi. Ushbu usulni ma'ruza mashg‘ulotlarida muntazam ravishda qo‘llab borish fanga doir materiallarni talabalar tomonidan tizimli o‘rganib borish, o‘rganganlarini tartibga solish, qismlarga ajratish, bir-biridan farqlash imkoniyatini beradi. Yuqorida keltirilgan faktlar natijasida talabalarning bilim darajasi sezilarli ravishda oshadi. Darslarda talabalarning faolligi ham oshadi. O‘qituvchiga talabalar bilim darajasini tezkor usulda xolisona aniqlab olish, oraliq baxolash hamda yakuniy baxolashlarni muvaffaqiyatli o‘tkazish imkoniyatlari kengayadi.

Chalkashgan mantiqiy zanjir usulini qo‘llab talabalar bilimini baholash amalga oshirish rejalashtirilganda quyidagilarga e'tibor berish kerak:

- fanga doir savollar bankini mavzular bo‘yicha kengaytirib tuzib olish lozim.
- savollar banki fanning har bir mavzusi, bobi va bo‘lagi uchun alohida tuzib olinishi lozim.
- mavzularga tegishli mantiqiy, osonroq yechiladigan misol va masalalar bankini ham tuzib olish maqsadga muvofiq.
- fan mavzusini o‘zlashtirganlik darajasini aniqlash uchun 5-10 ta savoldan iborat jadvallar variantlarini kamida gurux talabalari soniga teng qilib tuzib olish tavsiya etiladi.
- oraliq nazoratni baholash uchun talabalarga 10-20 ta savoldan iborat jadvallar varianti professor-o‘qituvchi tomonidan tuzib olinadi.
- yakuniy nazorat baholashini o‘tkazish uchun 15-25 ta savoldan iborat jadvallar tuzib olish tavsiya etiladi.
- savollar banki va misol-masalalar banki namunalari va bajarish tartibi kafedra saytida muntazam e'lon qilib boriladi.

- har bir o‘quv yilida savollar banki va misol-masalalar banki yangilanib boriladi.

Xulosa qilib aytganda chalkashgan mantiqiy zanjir usuli talabalar bilim darajasini aniqlashda zamonaviy va qulay usullardan biri ekanligi kafedradagi professor o‘qituvchilarning so‘nggi yillardagi pedagogik tajribalari orqali isbotlanmoqda. Ushbu usulni, ayniqsa, talabalar bilimini fanning bir mavzusi bo‘yicha, fanning bir bobi bo‘yicha va oraliq nazorat o‘tkazishdagi bilimini tekshirishda yuqori samara berishi bilan boshqa baholash usullaridan ajralib turadi.

ADABIYOTLAR

1. Mahmudov, Z. (2021). Application Of Venn Diagrams In Lectures On Theoretical Mechanics. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT) Vol*, *24*, 219-222.

2. Sotivoldievich, Z. M. (2021). A Way To Increase Students Activity In The Organization Of Lectures. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT) Vol*, *25*, 90.

3. Sotivoldievich, Z. M. (2021). A Method of Assessing Students' Knowledge in Practical Classes. *Design Engineering*, 9573-9578.

4. Sotivoldievich, M. Z. (2022). The use of venn diagrams in independent study of theoretical mechanics. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE & INTERDISCIPLINARY RESEARCH ISSN: 2277-3630 Impact factor: 7.429*, *11*, 192-197.

5. Sotivoldievich, M. Z. (2024). USING THE POSSIBILITIES OF THE CONFUSION LOGIC CHAIN METHOD IN ASSESSING STUDENTS'KNOWLEDGE. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EUROPEAN RESEARCH OUTPUT*, *3*(5), 165-174.

6. Sotivoldievich, M. Z. (2024). FROM THE EXPERIENCE OF MAKING MULTIPLE OPTION PROBLEMS ON THE DEPARTMENT OF STATICS OF THEORETICAL MECHANICS. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EUROPEAN RESEARCH OUTPUT*, *3*(5),

7. Sotivoldievich, M. Z. (2024). COMPOSITION OF MULTIPLE OPTION PROBLEMS ON THEORETICAL MECHANICS. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EUROPEAN RESEARCH OUTPUT*, *3*(5), 187-195.

UDK. 331.45

YOSHLARNI SHAXSIY HIMOYA VOSITALARDAN FOYDALANISH KO‘NIKMALARINI SHAKLLANTIRISH

Xuramova Xadicha Mamadovna
Namangan Davlat texnika universiteti, dotsent, hadich71@inbox.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada yoshlar orasida himoya vositalaridan ko‘nikmalarini shakllantirish masalalariko‘rib chiqiladi. Shaxsiy himoya vositalarining ahamiyati, yoshlarni xavfsizlikka o‘rgatish metodlari va samarali ta’lim usullar tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari yoshlar orasida xavfsizlik madaniyatini rivojlantirish va himoya vositalarini qo‘llashga bo‘lgan munosabatni yaxshilashga qaratilgan.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы формирования у молодёжи навыков использования средств индивидуальной защиты. Анализируется значение средств индивидуальной защиты, методика обучения молодёжи технике безопасности и эффективные методы обучения. Результаты исследования направлены на формирование культуры безопасности у молодёжи и улучшение отношения к использованию средств индивидуальной защиты.

Abstract. This article examines the development of skills in the use of personal protective equipment among young people. It analyzes the importance of personal protective equipment, methods for teaching youth safety, and effective teaching methods. The study's results are aimed at fostering a safety culture among young people and improving their attitudes toward the use of personal protective equipment.

Kalit so‘zlar: yoshlar, shaxsiy himoya vositalari, xavfsizlik, qo‘nikmalar, ta’lim, o‘rganish, xavfsizlik madaniyati.

Ключевые слова: молодёжь, средства индивидуальной защиты, безопасность, навыки, образование, обучение, культура безопасности.

Keywords: youth, personal protective equipment, safety, skills, education, training, safety culture.

Kirish.

Bugungi kunda dunyo keskin keskin o‘zgarishlarga duch kelmoqda, ijtimoiy va xavfsizlik muammolari tobora murakkablashmoqda. Ayniqsa, yoshlar uschun xavfsizlik masalalari dolzarb ahamiyat kasb etmoqda, chunki , ular jamiyatning kelajagi, faol va barkamol shaxslar sifatida shakllanish jarayonida turli xavf-xatarlar, zo‘ravonlik va kamsitish holatlari bilan yuzlashadilar. Shaxsiy himoya vositalari-bu yoshlarning o‘zlarini jismonan va ruhiy jihatdan himoya qilish uchun foydalaniladigan asbob-uskunalar, texnikalar va bilimlar majmuasi bo‘lib, ularni xavfsizlik madaniyatini oshirishda muhim o‘rin tutadi. Shaxsiy himoya ko‘nikmalarini yoshlar orasida shakllantirish, nafaqat ularni turli tahdidlardan himoya qilish, balki o‘ziga ishonchini mustahkamlash, stressni kamaytirish va jamiyatda faol, mas’uliyatli fuqarolar sifatida etishish imkonini beradi. Bugungi kunda ijtimoiy muhitda zo‘rpvonlik, jinoyatchili, giyohvandlik kabi salbiy holatlar ko‘payib bormoqda, bu esa, yoshlarning xavfsizligini ta’minlash zarurligini yanada oshirmoqda. Shu bois, yoshlarni o‘zaro himoya qilishga o‘rgatish tizimli va samarali yondashuvni talab etadi.

Shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish nafaqat jismoniy qurollor yoki texnik vositalarni egallashni, balki xavfsizlik qoidalarini tushunish, to‘g’ri qaror qabul qilish va favqulodda vaziyatlarda tezkor harakat qilish ko‘nikmalarini o‘z ichiga oladi. Ta’lim jarayonida ushbu ko‘nikmalarni shakllantirishda interaktiv metodlar, amaliy mashg’ulotlar, psixologik

tayyorgarlik va oilaviy tarbiya muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, maktab va oliy ta'lim muassasalari yoshlarining shaxsiy xavfsizligini ta'minlash borasida faol rol o'ynashi zarur. Bundan tashqari, shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish ko'nikmalarini shakllantirish jamiyatda xavfsizlik madaniyatini oshirishga xizmat qiladi. Yoshlarning o'zini himoya qilishga tayyorligi, zo'ravonlik va jinoyatchilik holatlarini oldini olishda muhim vosita hisoblanadi. Shu sababli, yoshlarni himoya ko'nikmalariga o'rgatish nafaqat individual, balki ijtimoiy darajada ham foydali hisoblanadi. Ushbu maqolada yoshlar orasida shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish ko'nikmalarini shakllantirishning nazariy va amaliy jihatlari o'rganiladi, mavjud muammolar tahlil qilinadi va samarali yondashuvlar taklif etiladi.

Maqsad-yoshlarni xavfsizlik madaniyatini oshirish va ularni turli xavf-xatarlardan himoya qilish imkoniyatlarini kengaytirish.

Adabiyotlar tahlili.

Shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish ko'nikmalarini shakllantirish masalasi ko'plab olmilar tomonidan o'rganilgan. Bandura (1977) o'zining ijtimoiy o'rganish nazariyasida insonlarning hulq-atvori va ko'nikmalarining atrof-muhitdan o'rganilishi mumkin ekanligini ta'kidlaydi [1]. Ushbu nazariya yoshlar orasida shaxsiy himoya vositalarini qo'llash ko'nikmalarini shakllantirishda interaktiv va amaliy mashg'ulotlarni samaradoriligini tushuntirishda asos bo'lib xizmat qiladi. Zimmerman (2000) esa, o'z-o'zidan boshqarish va o'zini baholash ko'nikmalarining xavfsizlik xabardorligini oshirishda katta rol o'ynashini ko'rsatadi[2]. Unga ko'ra, yoshlarning xavfsizlik holatida tez va to'g'ri qaror qabul qilishi shaxsiy himoya ko'nikmalarining ajralmas qismi hisoblanadi.

Xayes va boshqalar (2014) yoshlarni xavfsizlikka o'rgatishning interaktiv modellari, xususan, rol o'yinlari va simuliyatsiya yordamida ta'limning samaradorligini o'rganib, bunday yondashuv yoshlarning himoya vositalaridan foydalanish ko'nikmalarini sezilarli darajada oshirishni aniqlashdi[3]. Joxnson va Txompson (2017) o'z tadqiqotlarida yoshlarning xavfsizlik madaniyatini shakillantirishda maktab va oilaning ta'sirini tahlil qildi. Ular oilaviy va ijtimoiy qo'llab-quvvatlash yoshlarning o'zini himoya qilishga bo'lgan qobiliyatini kuchaytirishini qayd qildi[4]. Mahalliy tadqiqotlarda esa, yoshlar orasida shaxsiy himoya vositalari bo'yicha etarli bilim va ko'nikmalarning mavjud emasligi, shu bilan birga ularni rivojlantirish uchun o'quv darsligini takomillashtirish zarurligi ta'kidlangan (Islomova 2021) [5]. Shuningdek, xavfsizlik ta'limi va psixologik tayyorgarlik borasida olib borilgan tadqiqodlar yoshlarning himoya ko'nikmalarini rivojlantirish uchun multidisipliner yondashuv zarurligi qayd etilgan (Peterson & Brovn, 2018)[6]. Bu yondashuv ta'lim jarayonida psixologlar, pedagoglar va xavfsizlik mutaxasislarining birgalikta ishlashini nazarda tutadi.

Tahlil va natijalar.

Yoshlarda shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish ko'nikmalarini shakillantirish sohasidagi tahlil va natijalar ko'yidagi jihatlarni o'z ichiga oladi. Ushbu jarayon nafaqat texnik bilimlarni o'zlashtirish, balki psixologik, ijtimoiy va amaliy ko'nikmalarni oshirish talab qilinadi. Birinchi navbatda, yoshlarning o'z xavfsizligini ta'minlashga bo'lgan munosabati va shaxsiy himoya vositalarining axamyatini tulik anglashlari muximdir. Kup hollarda yoshlar bu vositadan qanday foydalanishni bilmasliklari yoki ularti jiddiy qabul qilmasliklari sababli xavfga duch keladi. Shu bois, xavfsizlikka oid bilimlarni mustaxkamlash va yoshlarni himoya vositalari haqida to'liq ma'lumot berish zarur. Yoshlar orasida shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish ko'nikmalarini shakillantirishda ta'lim muassasalari va jamoatchilikning roli katta. Maktab va oliy ta'limda xavfsizlik darslari, treninglar va amaliy mashg'ulotlar orqali yoshlar o'zlarini himoya qilishga tayyorlanadilar. Amaliyotda interaktiv metodlar, jumladan, rol o'yinlari va favqulodda vaziyatlarni simulyatsiya qilish yoshlarning ko'nikmalarini sezilarli darajada

yaxshilaydi. Bu usullar yoshlarni nafaqat nazariy bilimlar bilan ta’minlab qo‘ymay, balki ularga real hayotdagi vaziyatlarda qanday harakat qilishni o‘rgatadi.

Psixologik tayyorgarlik ham alohida ahamiyatga ega. Zuravonlik yoki favqulodda vaziyatlarda yoshlar o‘zini qanday tutishni bilishi, stress va qo‘rquvni boshqarish ko‘nikmalariga ega bo‘lishi muximdir. Bu jihat yoshlarning o‘zini qilish darajasini oshiradi va ularni xavfli vaziyatlarda yanada samarali harakat qilishga undaydi. Shu bois, ta’lim dastrlarida psixologik treninglarga ham e’tibor qaratilishi lozim. Oila va atrof- muhitning ta’siri ham yoshlarning shaxsiy himoya ko‘nikmalarini rivojlantirishda muhim. Oilaviy tabiat, ota-onalarning xavfsizlikka bo‘lgan munosabati va ularning farzandlariga shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish bo‘yicha berayotgan ko‘rsatmalari yoshlarning ongida xavfsizlikni qadirlash hissini shakillantiradi. Dustlar va tengdoshlar orasidagi ijobiy ta’sir ham yoshlarning o‘ziri himoya qilishga bo‘lgan qiziqishini oshiradi. Yoshlarning shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish darajasi ko‘p jihatdan ularning yashash joyi, ta’lim olish darajasi va ijdimoiy muhit bilan bog’lik. Shahar yoshlarida xavfsizlikka bo‘lgan e’tibor va himoya vositalaridan foydalanish ko‘nikmalari qishloq joylarga nisbatan yuqoriroq ekanligi kuzatiladi. Bu holat axborot va resurslarga erkinroq kirish, ta’lim muassasalari va ijtimoiy tashkilotlarning faoliyati bilan bog’liq. Shu bois, xavfsizlikka oid ta’lim va treninglarni qishloq xududlarda ham kengaytirish zarur. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, yoshlarni shaxsiy himoya vositalaridan foydalanishga o‘rgatishda faqat nazariy bilimlar etarli emas. Ular amaliyotda, ya’ni haqiqiy yoki sun’iy yaratilgan xavfli vaziyatlarda o‘zlarini qanday tutishni ko‘rish va mashq qilishlari lozim. Bunday mashg’ulotlar yoshlarning o‘ziga ishonchini oshiradi, ko‘nikmalarni mustahkamlaydi va ular yuzaga keladigan muammolarga nisbatan tayyorligini oshirad. Amaliy mashg’ulotlar davomida olingan tajriba yoshlarning himoya vositalaridan foydalanishdagi xatolarini kamaytiradi va xavfsizlikni ta’minlashga yordam beradi.

Yana bir muhum jihat-yoshlar orasidagi shaxsiy himoya vositalarining turlari va ularning ko‘llanishiga oid bilimlarning etarli darajada oshirilishi. Ko‘plab yoshlar qaysi himoya vositalari qaysi vaziyatda foydali ekanligini bilishmaydi yoki noto‘g’ri qo‘llashadi. Shu bois, himoya vositalarining turli xil shakillari, ularning to‘g’ri saqlanishi, foyddalanish qoidalari va texnikasi bo‘yicha aniq va tushunarli ma’lumot berish lozim. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, yoshlar orasida xavfsizlikka doir bilimlarni oshirish ularning nafaqat shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish ko‘nikmalarini yashirmaydi, balki ularni xavfsizlikka yanada mas’uliyat bilan yondashuvga xizmat qiladi. O‘qituvchilar va ta’lim mutaxasislari yoshlar xavfsizligini ta’minlash uchun doimiy ravishda yangi usullarni joriy etishlari, xavfsizlik ta’limini rivojlantirishlari kerak. Shuningdek, yoshlarni shaxsiy himoya vositalaridan foydalanishga o‘rgatishda texnologiyalarining roli ortib bormoqda. Zamonaviy texnologiyalar, jumladan, onlayn treninglar, mobil ilovalar va videomateriallar yordamida xavfsizlik bo‘yicha ko‘nikmalarni shakillantirish samaradorligi oshmoqda. Bu vositalar yoshlar uchun yanada qulay va qizikarli ta’lim imkoniyatlarini yaratmokda.

Xulosa.

Yoshlarda shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish ko‘nikmalarini shakillantirish nafaqat ularning o‘z xavfsizligini ta’minlashga yordam beradi, balki jamiyatdagi umumiy xavfsizlik madaniyatini rivojlantirishga ham xizmat qiladi. Ushbu jarayon ta’lim, psixologik tayyorgarlik, oilaviy tarbiya va ijtimoiy qo‘llab-quvvatlashning uyg’unlashgan faoliyatni talab etadi. Amaliy mashg’ulotlar va interaktiv metodlar yoshlarning nazariy bilimlarini mustahkamlab, ularni favqulodda vaziyatlarda samarali harakat qilishga tayyorlaydi. Shuningdek, zamonaviy texnologiyalar va innovatsion yondashuvlar xavfsizlik ko‘nikmalarini shakillantirishda samaradorligini oshiradi. Shunday qilib, yoshlarning shaxsiy himoya vositalaridan foydalaniishga o‘rgatish tizimli va keng qamrovli bo‘lishi lozim, bu esa, ularning

shaxsiy xavfsizligi va jamiyatning barqarorligi uchun muhum omil hisoblanadi. Kelesekte yoshlar xavfsizligini ta'minlash maqsadida ta'lim va tarbiya tizimlarida xavfsizlik madaniyatini yanada rivojlantirish va kengaytirishga alohida e'tibor qaratish zarur.

ADABIYOTLAR

1. Bandura, A.(1977). Social Learning Theary.Prentise Xall.
2. Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. Conterporary Educational Psychology, 25 (1), 82-91.
3. Xayes,S., et al. (2014). nterfctive safety training for youth: A study of Effectiveness. Journal of Safety Reseach, 50, 35-42.
4. Joxson, M., & Txompson,S. (2017). Famly and school influences on youth Safety culture. Youth & Socity, 49 (3), 377-396.
5. Islomova.N. (2021). Yoshlar orasidagi shaxsiy himoya vositasi buyicha bilimlarni oshirish muammolari. Xavfsizli va jamiyat, 3 (1), 45-52.
6. Petrson, D., &Brovn, L. (2018). Multidisciplinary approaches to youth safety education. Journal of Educational Psychology, 110 (2), 150-162.

UDK 631.316.022.2

TAKOMILLASHTIRILGAN TUPROQ FREZASINING KONUSTRUKTIV SXEMASINI ISHLAB CHIQISH

Qidirov Adxam Rustamovich
Namangan davlat texnika universiteti, dotsenti, PhD, aqidirov@gmail.com

Аннотация. Maqolada jahon amaliyotida ekish oldidan yerga ishlov berishda qo‘llanilayotgan mashinalarga oid ma’lumotlar, ular uchun belgilangan agrotexnik talablar hamda ishlov berish texnologiyalarining tahlili keltirilgan. Shuningdek, ichki qismiga passiv pichoqlar joylashtirilgan tuproq frezasining konstruktiv tuzilishi, uning texnologik ishlash jarayoni va ishchi organlari parametrlarini asoslashga qaratilgan tajribaviy tadqiqotlar natijalari bayon etilgan.

Аннотация. В статье представлена информация о машинах, используемых в мировой практике для предпосевной обработки почвы, агротехнических требованиях к ним и анализ технологий обработки почвы. Также описывается конструктивное строение мельничного барабана с установленными внутри пассивными лезвиями, технологический процесс его работы и результаты экспериментальных исследований, направленных на обоснование параметров его рабочих органов.

Annotation. This article presents information on machines used globally for pre-sowing tillage, their agronomic requirements, and an analysis of tillage technologies. It also describes the design of a milling drum with passive blades installed inside, its operating process, and the results of experimental studies aimed at validating the parameters of its working elements.

Kalit so‘zlar: frezali baraban, Г-simon pichoq, passiv pichoqlar, disk; val, konstruktiv sxema, zichlagich-to‘siq, reduktor, zanjirli uzatma.

Ключевые слова: фрезерный барабан, Г-образный нож, пассивный нож, диск, вал, конструктивная схема, фартук-выравниватель-уплотнитель, редуктор, цепная передача.

Keywords: milling drum, L-shaped knife, passive knife, disk, shaft, structural diagram, apron-aligner-seal, reducer, chain drive

Bugungi global tendentsiyalarga ko‘ra, tuproqqa ishlov berish sohasida ish unumi yuqori, shu bilan birga energiya va resurslarni tejaydigan texnika hamda texnologiyalar yetakchi o‘rinni egallab bormoqda. Jahon miqyosida qishloq xo‘jaligi ekinlarini yetishtirish maqsadida 1,6 milliard gektardan ortiq yer maydonlariga ishlov berilayotganini inobatga olganda [1], yuqori samaradorlikka ega, ish sifati yuqori hamda energiya va resurs sarfini kamaytiruvchi tuproqqa ishlov berish mashinalarini yaratish dolzarb masala hisoblanadi. Bu yo‘nalishda O‘zbekiston Respublikasida ham qator amaliy ishlar olib borilmoqda. Xususan, “O‘zbekiston Respublikasi qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo‘ljallangan strategiyasi”ning IV va VI ustivor yo‘nalishlarida yer va suv resurslaridan, shu jumladan o‘rmon fondidan oqilona foydalanishni ta’minlash, atrof-muhitni muhofaza qilish tizimini takomillashtirish, fermer xo‘jaliklarida mehnat unumdorligini oshirish, mahsulot sifati va qo‘shimcha qiymatni yuksaltirish, shuningdek, ilmiy-tadqiqot, ta’lim va maslahat xizmatlarini ishlab chiqarish bilan uzviy integratsiyalashtirish vazifalari belgilangan [2]. Mazkur vazifalar yerga ishlov berishning zamonaviy va samarali tizimlarini joriy etishni taqozo etadi.

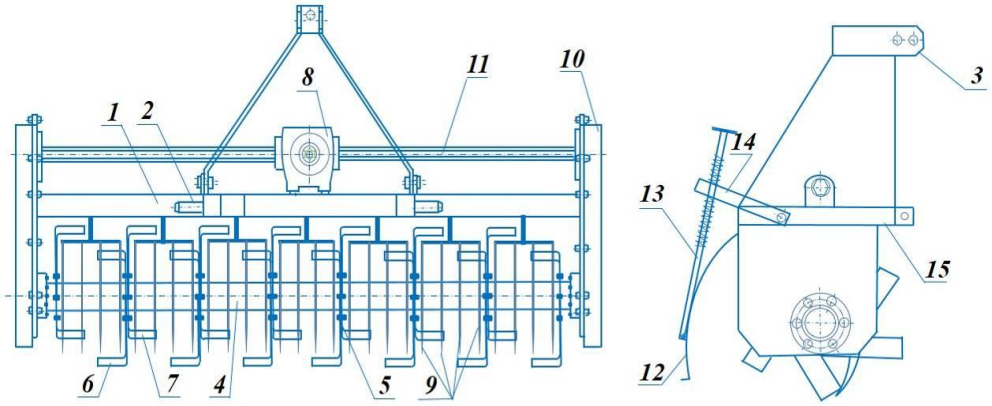
Shu bilan birga, respublikada ishlab chiqarilayotgan mavjud qishloq xo‘jaligi texnikalarini takomillashtirish, yangi turdagi texnikalarning iqtisodiy jihatdan maqbul modellarini ishlab ‘chiqish hamda mahalliy ishlab chiqarish asosida milliy qishloq xo‘jaligi texnikasi brendini shakllantirish bo‘yicha ham tizimli ishlar amalga oshirilmoqda [3].

Ayni paytda qishloq xo‘jalik ekinlarini yetishtirishda qo‘llanilayotgan texnologiyalar

mashina-traktor agregatlarining bir maydondan bir necha marotaba o‘tishini talab qiladi. Bu holat tuproqning zichlashishiga, haydov qatlami strukturasining buzilishiga va uning ayrim fizik-mexanik xususiyatlarining o‘zgarishiga sabab bo‘ladi, natijada esa tuproq unumdorligi pasayadi. Yuqorida qayd etilgan omillarni hisobga olgan holda, ekish oldidan tuproqqa ishlov berish jarayonlarida kombinatsiyalashgan agregatlardan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Olib borilgan tadqiqotimizning maqsad va vazifalaridan hamda o‘tkazilgan tahlilardan kelib chiqib, takomillashtirilgan tuproq frezasi ishlab chiqildi (1-rasm).

Mazkur tuproq frezasi tuproqqa ekish oldidan ishlov berish jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi va yer maydonini bir marta o‘tishda ekishga tayyor holatga keltiradi. Ekish oldidan tuproqqa ishlov beruvchi tuproq frezasi konstruktsiyasi rama, ramaga o‘rnatilgan val, faol Г-shaklli pichoqlar va ularni mahkamlash uchun mo‘ljallangan disklar, ishlov berilgan tuproq yuzasini tekislash va zichlash vazifasini bajaruvchi tekislagich-zichlagich hamda uni sozlash mexanizmi, frezali barbanga harakat uzatuvchi reduktor, zanjirli uzatma va passiv pichoqlardan iborat.

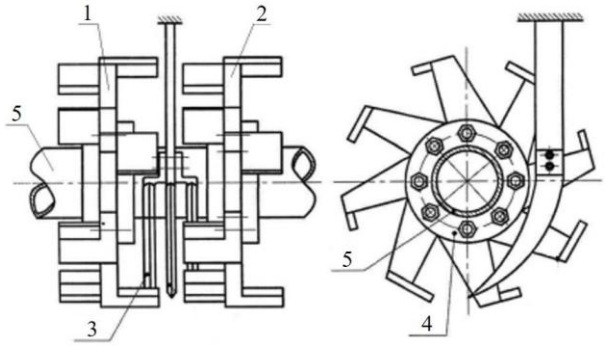


a) b)

1-rama; 2-pastki osish qurilmasi; 3-yuqorigi osish qurilmasi; 4-frezali baraban vali; 5-disk; 6-o‘ng aktiv Г-simon pichoq; 7-chap aktiv Г-simon pichoq; 8-reduktor; 9-passiv pichoqlar; 10-zanjirli uzatma; 11-harakat uzatuvchi val; 12-tekislagich-zichlagich; 13-rostlash mexanizmi; 14-kronshteyn; 15-bo‘ylama rama.

1-rasm. Tuproq frezasinning konstruktiv sxemasi

Tuproq frezasining bir sektsiyasi umumiy ko‘rinishi 2-rasmda keltirilgan. Bunda dastlab frezali barban valiga belgilangan oraliqlarda disklar payvandlash orqali mustahkamlanadi. Faol Г-shaklli pichoqlar esa disklarga boltli birikmalar yordamida o‘rnatiladi. Ramaga ustun orqali mahkamlangan passiv pichoqlar esa frezali barban aylanishi natijasida hosil bo‘ladigan ichki bo‘shliqqa joylashtiriladi (IAP №06920, 30.05.2022) [4; 1–4-b.].



a) b)

1, 2-ikki qo‘shni aktiv Г-simon pichoqlar; 3-passiv pichoq; 4-disk; 5-val

2-rasm. Tuproq frezasi bitta seksiyasining umumiy ko‘rinishi (IAP №06920 30.05.2022.)

Taklif etilayotgan yerni ekishga tayyorlash texnologiyasida kuz mavsumida haydalgan dala tuproq frezasi yordamida ishlovdan o‘tkaziladi, natijada tuproq qatlami yumshatiladi, yirik kesaklar maydalanadi va maydon tekislanib, sug‘orish egatlarini hosil qilish uchun maqbul holatga keltiriladi [5; 89–95-b.].

Yuqorida qayd etilgan mavjud va taklif etilayotgan yerni ekishga tayyorlash texnologiyalarini solishtirma tahlil qilish natijasida, yangi texnologiyada yerni chizellash, boronalash hamda molalash kabi qo‘shimcha agrotexnik tadbirlarni amalga oshirish talab etilmasligi aniqlanadi. Bu esa mehnat, energiya hamda yonilg‘i-moylash materiallari sarfining sezilarli darajada kamayishiga, shuningdek, mashina-agregatlarning dala bo‘ylab harakatlanishlar sonining keskin qisqarishiga (3-4 martadan 1-2 martagacha) olib keladi. Natijada tuproqning ortiqcha zichlanishi oldi olinadi.

Tuproq frezasinning ishlash tartibi quyidagicha amalga oshadi. Ish jarayonida frezali barbanda o‘rnatilgan faol Г-shaklli pichoqlartuproq qatlamini kesib oladi. Kesilgan tuproq keyinchalik passiv pichoqlarning qirquvchi qirralari bilan to‘qnashib, faol va passiv pichoqlar orasidagi masofaga mos ravishda maydalanadi.

Tuproq frezasiga harakat reduktor orqali zanjirli uzatma yordamida uzatiladi. Reduktor esa aylanishni traktorning quvvat olish validan qabul qiladi. Kinematik sxemaga ko‘ra traktorning quvvat olish validan kardan uzatma orqali aylanishlar soni n=540 ayl/min bo‘lgan harakat uzatishlar nisbati u=1,25 ga teng bo‘lgan bir bosqichli konussimon reduktorga yetkaziladi. Reduktordan harakat tishlar soni Z_1 va Z_2 bo‘lgan yulduzchalar orqali zanjirli uzatmaga, undan esa to‘g‘ridan-to‘g‘ri frezali barbanga uzatiladi.

Tavsiya etilayotgan tuproq frezasinning dastlabki talablari va texnik topshiriqlari ishlab chiqilgan hamda unga qo‘yilgan asosiy agrotexnik talablar 1-jadvalda keltirilgan.

1-Jadval

Tuproq frezasiga qo‘yilgan agrotexnik talablar

T/r	Ko‘rsatkichning nomlanishi	Qiymati
1	Turi	osma
2	Ishchi tezlik, km/h	5-7
3	Ishlov berish chuqurligi, m	0,01-0,015
4	Qamrash kengligi, m	2,20
5	Ishlov berilgan tuproqdagi 25 mm dan kichik bo‘lgan kesak fraksiyalarining miqdori, % kamida	80
6	Ish unumi, ha/h	
	asiy ish vaqtidagi	1,10-1,54
	ekspluatatsion vaqtdagi	0,77-1,08
7	O‘rtacha ishlov berish chuqurligining belgilangandan chetlanishi, sm, ko‘pi bilan	±2
8	Ishlov berish chuqurligining o‘rtacha kvadratik chetlanishi, sm, ko‘pi bilan	±2

Tuproq frezasining asosiy parametrlari hamda mashinasining energetik va agrotexnik ish ko‘rsatkichlariga ta’sir etuvchi asosiy parametrlari quyidagilar xisoblanadi [5]: z_f–frezali baraban diskining bir tomoniga o‘rnatiladigan pichoqlari soni, dona; R-frezali barabanning radiusi, mm; V_0-baraban pichoqlarining aylanma tezligi, m/s; S-pichoqning qadami, (pichoqqa uzatish) mm; λ-frezali barabanning ish rejimi; V-frezali baraban (agregat)ning ilgarilanma harakatdagi tezligi, km/h; γ-frezali baraban pichoqlari qanotlarining o‘rnatilish burchagi, °; b-frezali barabanning pichoqlar o‘rnatiladigan disklari orasidagi masofa, mm; i-pichoq tig‘ining o‘tkirlanish burchagi, °; l_q–pichoq qanotining uzunligi, mm; n_f–barabanning aylanishlar soni, r/min; R_e–pichoq qanotining egilish burchagi, °; Г-passiv pichoqlar orasidagi masofa 60 mm; α-passiv pichoqning buralish burchagi, º.

Nazariy hisoblar hamda tajribaviy tadqiqotlar natijasiga tayanilgan holda, tuproq frezasining optimal konstruktiv va ish rejimi parametrlari asoslab berildi. Olingan natijalarga ko‘ra, agregat osma turda bo‘lib, u 0,8–1,4 klassdagi traktorlar bilan qo‘shib ishlatilishi maqsadga muvofiq hisoblanadi. Mashinaning ishlash tezligi 5–7 km/soat, qamrov kengligi 2,2 m, tuproqqa ishlov berish chuqurligi esa 12–15 sm oralig‘ida belgilanadi.

Tuproq frezasi disklarining har bir tomoniga 3 tadan pichoq o‘rnatilishi, ularning radiusi 18 sm, aylanma tezligi 5 m/s bo‘lishi tavsiya etiladi. Pichoq qadami 9,4 sm, frezali barabanning ish rejimi 4 ga teng, agregatning harakat tezligi esa 1,5 m/s ni tashkil etadi. Shuningdek, pichoq qanotlarining o‘rnatilish burchagi 68°, frezali barabanning bitta sektsiyasi uzunligi 30 sm, pichoq tig‘ining o‘tkirlanish burchagi 30°, qanot uzunligi 12 sm etib qabul qilingan.

Barabanning aylanishlar soni 318 ayl/min bo‘lib, pichoq qanotining egilish burchagi 90° ni tashkil etadi. Passiv pichoqlar orasidagi masofa 60 mm, passiv pichoqning buralish burchagi esa 12° etib belgilanganda, agrotexnik talablar va texnologik jarayonlarni yuqori sifatda bajarish ta’minlanishi aniqlandi [6–11].

Olib borilgan hisob-kitoblar hamda eksperimental tadqiqotlar natijalari shuni tasdiqlaydiki, taklif etilayotgan tuproq frezasi tuproqni jadal maydalash imkonini beradi. Xususan, yerga 14,2 sm chuqurlikda ishlov berilganda, o‘lchami 25 mm dan kichik bo‘lgan tuproq fraktsiyalarining ulushi 93 % ni tashkil etadi. Shuningdek, mazkur agregatdan foydalanish natijasida dalaga mashina-agregatlarning kirishlar soni 2–3 martaga qisqaradi, mehnat sarfi 40,2 % ga kamayadi hamda bir gektar maydonga to‘g‘ri keladigan ekspluatatsion xarajatlar 60,3 % ga qisqarishi ta’minlanadi.

ADABIYOTLAR

1. www.fao.orgdocrep018i1688ri1688r03.pdf
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 23 oktyabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi Qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo‘ljallangan strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5853-sonli farmoni.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 31 iyuldagi “Qishloq xo‘jaligi mashinasozligini jadal rivojlantirish, agrar sektorni qishloq xo‘jaligi texnikalari bilan ta’minlashni davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlashga oid chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi PQ-4410-sonli qarori.
4. Patent UZ IAP № 06920. Tuproqqa ekish oldidan ishlov beruvchi qurilma / Otaxanov B.S., Qirg‘izov X.Q., Qidirov A.R., Otaxanov O.B. // Byul. - № 6(254). - 2022 y.
5. Qidirov A.R. Ichki bo‘shlig‘iga passiv pichoqlar o‘rnatilgan frezali barabanning konstruktiv sxemasi va uning texnologik ish jarayoni // Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali. – Namangan, 2022. – № 1. Maxsus son. – B. 89-95.
6. Синеков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. –М.: Машиностроение, 1977. -328 с.
7. Кидиров А.Р. Определение угла защемления почвенного комка между активными и пассивными ножами, - Фарғона политехника институти илмий-техник журнали, 2020 йил. Том 24. №2 79-82 бетлар.
8. B.S.Otaxanov., A.R.Qidirov. // Theoretical background to the self-discharge ability of the milling drum for tillage. International Journal of AdvancedResearch in Science, Engineering and Technology. Vol. 6, Issue 1, January 2019, 7733-7736 pages.
9. Kidirov A.R., Sattarov B.D. // Passiv pichoqli freza-barabanning aylanishlar sonini uning agrotexnik va energetik ko‘rsatkichlariga ta’siri. QXMITI. “Yuqori samarali qishloq xo‘jalik mashinalarini yaratish va texnika vositalaridan foydalanish darajasini oshirishning innovatsion yechimlari” Xalqaro ilmiy-texnik konferentsiyasi ilmiy maqolar to‘rlami. Gulbaxor. 27 may 2022 yil. 102-105 b.

10. А.Р.Кидиров. // Влияние пассивных ножей, расположенных во внутренней полости фрезерного барабанана агротехнические и энергетические показатели. МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «Инновации в сельскохозяйственном машиностроении, энергосберегающие технологии и повышение эффективности использования ресурсов», посвященнаяпамяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина. г. Рязань. 24 мая 2022 года. 145-150 б.

11. B.S.Otaxanov., A.R.Qidirov. // Frezali barabandan tuproqni chiqarib yuborish shartlari. “Innovatsion texnika va texnologiyalarning qishloq xo‘jaligi-oziq-ovqat tarmog‘idagi muammo va istiqbollari” mavzusidagi xalqaro ilmiy va ilmiy-texnik anjuman Toshkent. 24-25 aprel 2020 yil. 143-145 betlar.

12. V.M.Turdaliev Tuproqqa ekish oldidan ishlov beruvchi va mayda urug‘li sabzavot ekinlarini ekuvchi kombinatsiyalashgan agregat konstruktsiyasini ishlab chiqish hamda parametrlarini hisoblashning ilmiy asoslarini takomillashtirish. Diss. tex.fan doktori (DSe), 2018 y.-200 b.

MUALLIFLAR DIQQATIGA

Mexanika va texnologiya ilmiy jurnalida maqolalarni chop etish uchun rasmiylashtirishga qo‘yiladigan talablar:

1. Namangan davlat texnika universitetining «Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali» («Научный журнал механики и технологии», «Scientific Journal of Mechanics and Technology») da respublikamizning oliy ta’lim va ilmiy tadqiqot institutlari, ilmiy-ishlab chiqarish markazlari va xorijda bajarilgan ilmiy ahamiyatga molik ilmiy tadqiqot ishlarining natijalari nashr etiladi. Ilmiy jurnal bir yilda to‘rt marta chop etilib, unda quyidagi yo‘nalishlar bo‘yicha maqolalar e’lon qilinadi:

- mexanika;

- avtomobilllar va qishloq xo‘jalik mashinalari;

- texnologiya;

- qisqa xabarlar.

2. Tahririyatga taqdim etilayotgan maqola qo‘lyozmasi bo‘yicha muallif faoliyat olib borayotgan muassasa rahbariyati tomonidan imzolangan yo‘llanma xati, maqolani chop etish mumkinligi haqidagi ekspert xulosasi va maqola mualliflarining tarkibida fan doktori bo‘lmagan taqdirda tegishli fan yo‘nalishi bo‘yicha fan doktorining rasmiy taqrizi bo‘lishi shart. Maqolalar o‘zbek(lotin yozuvuda), rus yoki ingliz tillarida taqdim etilishi mumkin. **Maqolaning nomi, qisqacha annotatsiyasi (8-10 qator) va kalit so‘zlar (10-15 ta) o‘zbek, rus va ingliz tillari**da beriladi.

3. Maqola matni “MS Word” dasturida “Times New Roman” shiriftida 12 pt o‘lchamda, hajmi 1 intervalda 6-10 bet bo‘lishi kerak. Varaq o‘lchami 210x297 mm (A4-format), matn chegara o‘lchamlari yuqoridan va pastdan– 2,0 sm, chapdan – 3,0 sm, o‘ngdan – 1,5 sm bo‘lishi lozim.

4. Maqolani rasmiylashtirish qoidalari quyidagilardan iborat. Maqola boshining chap tomonida UO‘T (UDK), keyingi qatorda maqolaning nomi o‘zbek, rus va ingliz tillarida (bosh harflarda, o‘rtada, qalin yozuvda (jirniy)), undan keyingi qatorda mualliflar to‘g‘risidagi ma’lumotlar (familiyasi, ismi, otasining ismi, ish joyi, lavozimi, ilmiy darajasi va unvoni, elektron manzili hamda telefon raqamlari) o‘zbek, rus va ingliz tillarida kichik bosma harflarda yoziladi, qisqacha annotatsiyasi (8-10 qator) va kalit so‘zlar (10-15 ta) o‘zbek, rus va ingliz tillarida beriladi.

Maqolaning annotatsiyasi(abstract), ya’ni maqolaning qisqacha mazmunida maqsadi(objective), usullari(methods), natijalari(results) va xulosa (conclusion) qismlari qisqacha yoritilib o‘tilishi shart. Chunki maqola annotatsiyasini o‘qib chiqib, olim maqolani to‘liq o‘qishga qaror qilishi uchun maqolaning asosiy tushunchalarini yetarlicha tushunishi kerak. Annotatsiyadan so‘ng mavzuga tegishli terminlar, kalit so‘zlar(keywords) ham keltirilishi kerak;

Maqolaning asosiy qismida Kirish(Introduction), usullari(methods), natijalar (results), muhokamalar(discussion), va xulosalar(conclusion) bo‘limlari aniq ma’lumotlar asosida yoritib berilishi kerak.

Bir qatordan so‘ng maqola matni yoziladi. Maqoladagi formulalar **Microsoft Equation 3.0** da yoziladi. Rasm (grafik, sxema va chizma)lar standart qoidalarga rioya qilingan holda 10x10 sm dan katta bo‘lmagan o‘lchamda tayyorlanishi, ularni soni 5 tagacha, qisqa xabarlarda esa 2 tagacha ruxsat etiladi. Nomlari esa rasmdan so‘ng qalin yozuvda o‘rtada yoziladi (**1-rasm. Nomi**). Jadvallarning nomlari jadvalning yuqori qismida qalin yozuvda o‘rtada yoziladi (**1-jadval. Nomi**). Adabiyotlarga havolalar maqola ichida [1] ko‘rinishda bo‘lib, foydalanilgan adabiyotlar maqola oxirida havolalar ketma-ketligi tartibida beriladi. Adabiyotlar ro‘yxatida quyidagilar ko‘rsatiladi: jurnalda chop etilgan maqolalar va ma’ruza tezislari uchun -

Mualliflarning familiyasi, ismi sharifi. Maqolaning nomi // Jurnalning nomi. – Nashr joyi va yili. – Soni yoki qismi. – Betlari. (1. Turdaliyev V.M., Maxkamov G‘.U. Piyoz ekish texnologiyasini tanlash bo‘yicha tajribaviy tadqiqotlar // Namangan muhandislik-texnologiya instituti ilmiy-texnika jurnali. – Namangan, 2019. – №3. – B. 77-81.); monografiyalar uchun - Mualliflarning familiyasi, ismi sharifi. Nomi. – Nashriyot nomi, joyi va nashr yili. – Betlar soni. (1. Djurayev A., Maqsudov R.X., Turdaliyev V.M. O‘zgaruvchan uzatish nisbatli tasmali uzatmalarni kinematik va dinamik tahlili. – Fan va texnologiyalara: Toshkent, 2013. – 168 b.); avtoreferatlar uchun - Muallifning familiyasi, ismi sharifi. Mavzusi: ishning darajasi. – Nashr joyi va yili. – Betlar soni. (1. Turdaliyev V.M. Tuproqqa ishlov beradigan va sabzavot ekinlarini ekadigan kombinatsiyalashgan mashinani ishlab chiqishning ilmiy-texnik yechimlari: Texn. fan. dok. diss. avtoref. – Toshkent, 2018. – 64 b.); dissertatsiya uchun - Muallifning familiyasi, ismi sharifi. Mavzusi: ishning darajasi. – Nashr joyi va yili. – Betlar soni. (1. Turdaliyev V.M. Tuproqqa ishlov beradigan va sabzavot ekinlarini ekadigan kombinatsiyalashgan mashinani ishlab chiqishning ilmiy-texnik yechimlari: Texn. fan. dok. diss. – Toshkent, 2018. – 200 b.); kitoblar uchun - mualliflarning familiyasi, ismi sharifi, kitobning nomi, nashr joyi, nashriyot nomi, nashr yili, qismi va betlari (1. Jo‘rayev A., Mavlyaviyev M., Abdukarimov T., Miraxmedov D. Mexanizm va mashinalar nazariyasi. – T.: G‘.G‘ulom, 2004. – 592 b.); patent uchun – Patent olingan davlat va uning raqami / e’lon qilingan yil. Mualliflarning familiyasi, ismi sharifi. Mavzusi // Patent raqami, nashr yili. – Byulleten raqami. (1. Patent O‘zR FAP 00848 / 31.10.2013. Djurayev A., To‘xtaqo‘ziyev A., Muxamedov J., Mamaxanov A. Zanjirli uzatma // O‘zbekiston Respublikasi patenti, 2013. – Byul. №10.); internet ma’lumotlari uchun - URL, ma’lumotga murojaat etilgan sana. (1. ZiyoNet ta’lim portali. http://library.ziyonet.uz/ru. 20.05.2020.)

5. Tahririyat barcha maqolalarni taqrizga yuboradi, ushbu taqriz natijalari asosida maqolani chop etish masalasi bo‘yicha tegishli qaror qabul qiladi.

6. Yuqoridagi talablarga javob bermaydigan maqolalar tahririyat tomonidan ko‘rib chiqilmaydi.

7. Keltirilgan talablar yakuniy emas, ba’zi maqolalar borasida tahririyat qo‘shimcha ma’lumot so‘rash huquqini saqlaydi.

MEXANIKA VA TEXNOLOGIYA ILMIY JURNALI TAHRIRIYATI:

Nashr uchun mas’ul	S.K. Qo‘chqorov
Mas’ul muharrir	J.Z. Xolmirzayev
Musahhih	D.Shermatova
Kompyuterda sahifalovchi	A.A.Qosimov

Tahririyat manzili:
160103. Namangan shahri, Islom Karimov ko‘chasi, 12-uy.
Telefon/faks: (0-369) 234-15-23,
Bizning sayt: mextexuz.uz
E-mail: Mex-tex@edu.uz

Aloqa uchun:
+998941590032
+998951590032

+998941590032

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan 2020-yil 21-avgustda №1101 raqam bilan davlat ro‘yxatidan o‘tgan

NamDTU kichik bosmaxonasida 2025-yil 30-dekabrda chop etildi.
Manzil: Namangan vil. Namangan shahar. I. Karimov ko‘cha, 12-uy.