

ISSN 2181-7200

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН
ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

И Л М И Й – Т Е Х Н И К А Ж У Р Н А Л И



2024. Том 28. № 6

**НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ФерПИ**

**SCIENTIFIC – TECHNICAL
JOURNAL of FerPI**

ФАРҒОНА – 2024

ФарПИ ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ ТАХРИРИЯТИ

1997 йилдан буён нашр этилади.
Йилига 6 марта чоп қилинади.

ЎзР Олий аттестация комиссияси
Раёсатининг 2013 йил 30 декабрдаги
№201/3 қарори билан журнал ОАК нинг
илмий нашрлари рўйхатига киритилган

Бош муҳаррир

Ў.Р. САЛОМОВ

Тахрир хайъати:

Физика-математика фанлари:

1. Вайткус Ю.Ю., академик, ф.-м.ф.д., проф. – Вильнюс, Литва ДУ
2. Тарасенко С.А., ф.-м.ф.д., проф. – С-Пб. ФТИ, РФА
3. Мўминов Р.А., академик, ф.-м.ф.д., проф. – Ўз ФА ФТИ
4. Сиддиқов Б.М., Prof. of Mathem. – Ferris State University, USA
5. Нуриддинов И., ф.-м.ф.д., проф. – Ўз ФА ЯФИ
6. Юлдашев Н.Х., ф.-м.ф.д., проф. – Фар ПИ

Механика:

1. Алиматов Б.А., т.ф.д., проф. – Белгород ДТУ, Россия
2. Сиваченко Л.А., академик, т.ф.д., проф. – Бел.-Рос. Университет, Белорусия
3. Тожиёв Р.Ж., т.ф.д., проф. – Фар ПИ
4. Тўхтақўзиёв А., т.ф.д., проф. – Ўз ФА МЭИ
5. Файзиматов Ш.Н., т.ф.д., проф. – Фар ПИ
6. Валиев Г.Н., т.ф.д., проф. – Фар ПИ

Қурилиш:

1. Аббасов Ё.С., т.ф.д. – Фар ПИ
2. Ақромов Х.А., т.ф.д., проф. – Тош АҚИ
3. Одилхажоев А.Э., т.ф.д., проф. – Тош ТИТМИ
4. Раззаков С.Ж., т.ф.д., проф. – НамМКИ
5. Шинкова Н.Б. т.ф.д.проф. – Москва Арх. Инст., Россия

Энергетика, электротехника, электрон қурилмалар ва ахборот технологиялар

1. Арипов Н.М., т.ф.д., проф. – Тошкент ТИТМИ
2. Хайриддинов Б.Э., т.ф.д., проф. – Қарши ДУ
3. Қасимахунова А.М., т.ф.д., проф. – Фар ПИ
4. Расулов А.М., т.ф.д., проф. – ТАТУ ФФ
5. Эргашев С.Ф., т.ф.д., проф. – Фар ПИ

Кимёвий технология ва экология

1. Салиханова Д.С., т.ф.д. проф. – Ўз ФА УНКИ
2. Ибрагимов А.А., к.ф.д., проф. – Фар ДУ
3. Ибрагимов О.О., к.х.ф.д. проф. – Фар ПИ
4. Омонов Т.С., ф.-м.ф.д., проф. – Альберта Университети, Эдмонтон, Канада.
5. Хамдамова Ш.Ш., т.ф.д. – Фар ПИ
6. Хамроқулов З.А., т.ф.д. – Фар ПИ

Ижтимоий-иқтисодий фанлар

1. Ертаев К.Е., и.ф.д. проф. – Тараз ДУ, Қозғистон
2. Иқромов М.А., и.ф.д., проф. – Тош ИУ
3. Искандарова Ш.М., фил.ф.д., проф. – Фар ДУ
4. Исманов И.Н., и.ф.д., проф. – Фар ПИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ФерПИ

Издаётся с 1997 года.
Выходит 6 раз в год.

Постановлением Президиума Высшей
аттестационной комиссии РУз №201/3
от 30 декабря 2013 г. журнал включен в
список научных изданий ВАК.

Главный редактор

У.Р. САЛОМОВ

Редакционная коллегия:

Ё.С. Аббасов, Б.А. Алиматов, Х.А. Ақромов, Н.М. Арипов, Ю.Ю. Вайткус, Г.Н. Валиев, К.Е. Ертаев, А.А. Ибрагимов, О.О. Ибрагимов, М.А. Иқромов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Қасимахунова, Р.А. Муминов, И. Нуриддинов, А.Э. Одилхажоев, Т.С. Омонов, А.М. Расулов, С.Ж. Раззаков, Б. Сиддиқов, Л.А. Сиваченко, Д.С. Салиханова, С.А. Тарасенко, Р.Ж. Тожиёв, А.А. Тухтақўзиёв, Ш.Н. Файзиматов, Б.Э. Хайриддинов, Ш.Ш. Хамдамова, З.А. Хамроқулов, Н.Б. Шинкова, С.Ф. Эргашев, Н.Х. Юлдашев (ответственный редактор)

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL of FerPI

It has been published since 1997.
It is printed 6 times a year.

The decision of Presidium of the Supreme
Attestation Committee of the RUz №201/3
from December, 30th, 2013 Journal is included
in the list of scientific editions of the SAC.

Editor-in-chief

U.R. SALOMOV

Editorial board members:

Yo.S. Abbasov, B.A. Alimatov, X.A. Akromov, N.M. Aripov, Yu.Yu. Vaitkus, G.N. Valiev, K.E. Ertaev, A.A. Ibragimov, O.O. Ibragimov, M.A. Ikramov, Sh.M. Iskandarova, I.N. Ismanov, A.M. Kasimahunova, R.A. Muminov, I. Nuritdinov, A.O. Odilxajev, T.S. Omonov, A.M. Rasulov, S.J. Razzakov, B. Siddikov, L.A. Sivachenko, D.S. Salikhanova, S.A. Tarasenko, R.J. Tojiev, A.A. Tuxtakuziev, Sh.N. Fayzimatov, B.E. Hayriddinov, Sh.Sh. Xamdamova, Z.A. Xamroqulov, N.B. Shinkova, S.F. Ergashev, N.Kh.Yuldashev (Executive Editor)

ФУНДАМЕНТАЛ ФАНЛАР

Muhamediyeva D.T., Sotvoldiyev D.M., Xasanov U.U., Raupova M.H. Evolyution algoritmlar yordamida muqobillashtirish masalalarini yechish	9
Сиддиков Р.У., Сулаймонов Х.М., Юлдашев Н.Х. Поликристалл $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ пленкаларнинг тензометрик хоссаларини ЎЮЧ техникаси усули билан тадқиқ этиш	15

МЕХАНИКА

Тожиев Р.Ж., Ортиқалиев Б.С. Қурилиш материаллари саноатида ишлатилган оловга чидамли материаллардан қайта фойдаланиш	23
Atambayev D.D. Pishitilgan ip ishlab chiqarishga ta'sir qiluvchi asosiy omillarning maqbul qiymatlarini aniqlash	26
Мирзаумидов А.Ш. Модернизациялашган аррали цилиндр валинининг тадқиқи	31
Алиев Б.Т. Пахта чикиндилари таркибидаги толаларни ажратиб олиш қурилмасини ишчи органларини назарий таҳлили	36
Абдуллаев Р.К. Пахта толаси ишлаб чиқарилишидаги технологик муаммолар ва унинг таҳлили	43
Muradov A.A. To'quv mashinasi detallarini solidworks dasturida loyihalash	48
Teshaboyev O.A. Momiqni tashuvchi va tozalovchi samarali vintli konveyer egri, og'ma teshiklari bo'lgan to'rtli yuzasining tebranishlarini tajribada aniqlash	52
Tojiyev R.J. Past temperaturaning lentali konveer ishlash muddatiga ta'siri	56
Sidikov A.X. Tozalash qurilmasining samarali ishlashini ta'minlovchi optimal parametrlarini aniqlash	59
Mirsharipov R.X., Rajabova N.R. Kristallanish jarayonida ammoniy-nitratga ta'sir etuvchi omillar	66
Isomidinov A.S. Roror-filtrli qurilmada suyuqlik va gaz fazalardagi moddalarning ko'chirilish koeffitsientini nazariy asoslash	70
Abdullayev A.A. Ikki kamerali saralagichda urug'lik chigitlarning harakatini o'rganish	74
Berdiyev D.M., Shukin V.Y., Kojevnikova G.V., Pushanov A.N. Kon mashinasi tishlari asbobinining asosini olishning resurstejovchi texnologiyasi	78
Axmedov J.A., Sobirov Q.E., Ermatov Sh.Q., Tolibayeva Sh.I., Tashpulatov D.Sh. Nuqsonli pillalardan chiziqli zichligini nazoratisiz xom ipak kalavasi olishning nazariy asoslari	83
Xamdamov X.A., Sharipov X.N., O'ralov L.S., Qurbonov B.M. Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini olish texnologiyalari tahlili	90
Mirzaumidov A.Sh., Akramova D.Sh. Linter ishchi kamerasi. to'zitgichi va ishlov berilgan chigitning yuzasini fraktografik tekshirish	94
Kengboyev S.A. Po'lat yuzasiga plazma nitridini ta'sir ettirish natijasida uning ishqalanishga bardoshligini oshirish va parametrlarini asoslash	98

ҚУРИЛИШ

Kurbonov K.M. Mahalliy energiya tejamkor suv isitish qozoni quvuri parametrlarini hisoblash	103
Раззаков С.Ж., Мартазаев А.Ш. Темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлигини экспериментал тадқиқ қилиш натижалари таҳлили	107
Razzakov S.J., Fozilov O.Q. Yuqori mustahkam yengil beton ustida olib borilgan tadqiqotlar natijalari tahlili	113

**ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА
АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

Nasriddinov S.S., Xamrakulov A.Q., Keldiev X.X., Movlonov N.T., Saidova F.S. Tuproq parametrlarini aniqlashda innovatsion yondoshuv	119
Ergashev S.F., Umaraliyev N., Yusupov Y.A. Parabolosilindrik konsentratorning issilik quvvatini aniqlash uchun regression matematik modelini ishlab chiqish	122
Ibragimov U.X., Qodirov J.R. Turbulizatorlar yordamida quyosh havo kollektorlarida issiqlik-gidrodinamik jarayonlarni jadallashtirishning zamonaviy holati	129
Babakhodjayev R., Saitov E., Mamasaliyev O., Saodullayev A. Quyosh elementlari va fotoelektrik modullarning tashqi ta'sirlar ostidagi degradatsiya xususiyatlarining zamonaviy holati va tahlili	135
Boynazarov B.B., Uzbekov M.O. Past oqim tezliklarida gidroturbinaning ishlash samaradorligini oshirish usullari	140
Qilichev E.J., Noraliyev N.X., Isroilov I.E. Zichlash natijasida zararlangan fayllarni aniqlash va qayta tiklash	146
Olimov J.S., Shirinov S.G'. Yuklamasi turg'un bo'lmagan asinxron motorning chastotasini o'zgartirilishi asosida samaradorlik oshirish usuli	153
Zaynidinov X.N., Boytemirov A.M., Ibragimov S.S. Sun'iy neyron tarmoq va support vector mashinalari yordamida neft va gaz qatlamlarining g'ovakligi va o'tkazuvchanligini bashorat qilish	158
Sagatov M.V., Sarimsakov X.U. Zamonaviy elektromexanik tizimlarni modellashtirish masalalarini yechish uchun ularning strukturaviy va dinamik xususiyatlarini tahlil qilish	168
Muhamediyeva D.T., Sotvoldiyev D.M., Xasanov U.U., Raupova M.H. Intellectual tahlil qilishning korrekt bo'lmagan masalalarini yechish	175

КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ

Тошбоев Х.М., Ахмедова О.Б. Этилен мономерини пирогаз таркибидан ажратиб олишда технологик параметрларни оптимallashtiriш	185
Хайтметова С.Б., Халилова Г.А., Тураев А.С., Маккамбоева С.Р. Базидиал замбуруғ Ganoderma lucidum хомашёсидан полисахарид ажратиб олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва кимёвий таркибини ўрганиш	189
Турдиалиева Ш.И. Марказий Қизилқум фосфоритлари ювилган термоконцентратидан олинган, буғлатилган экстракцион фосфор кислоталари чўкмаларининг физик-кимёвий таҳлили	195

ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР

Kamilov A. Jadidchilik va Yangi O'zbekiston	201
---	-----

ҚИСҚА ХАБАРЛАР

Voxidova N.X. Ko'mir kukuni briketlarini sifat ko'rsatkichlarini aniqlashning dolzarbligi	205
Komilov Sh., Raxmonov A., Isaxanov H. Arrali jindan chiqqan chigitlarni saralash tahlili	207
Aripov N.M., Sadikov A.N. Virtual modeldan foydalangan holda mikroprotssessorli impulsli qabul qilgichning ishlash qobiliyatini tekshirish	211
Aripov N.M., Tojiyev B.M. Chastotaviy va vektorli boshqarishli asinxron elektr yuritmaning intellektual ish rejimlari	214
Муаллифлар диққатига !	218

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Мухамедиева Д.Т., Сотволдиев Д.М., Хасанов У.У., Раупова М.Х. Проблемы решения оптимизационных задач на основе эволюционных алгоритмов	9
Сиддиков Р.У., Сулаймонов Х.М., Юлдашев Н.Х. Исследование тензометрических свойств поликристаллических пленок $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ методом СВЧ техники	15

МЕХАНИКА

Тожиев Р.Ж., Ортикалиев Б.С. Повторное использование отработанных огнеупорных материалов в промышленности строительных материалов	23
Атамбаев Д.Д. Определение оптимальных значений основных факторов курченной на производство пряжи	26
Мирзаумидов А.Ш. Исследование вала новой модернизированной стенки цилиндра пилы .	31
Алиев Б.Т. Теоретический анализ рабочих органов устройства для извлечения волокна из хлопковых отходов	36
Абдуллаев Р.К. Технологические проблемы производства хлопкового волокна и его анализ	43
Мурадов А.А. Проектирование деталей ткацких машин в solidworks	48
Тешабоев О.А. Экспериментальное определение колебаний изогнутой сетчатой поверхности эффективного шнекового конвейера, транспортирующего и очищающего ворс	52
Тожиев Р.Ж. Влияние отрицательных температур на усталостное разрушение конвейерных лент	56
Сидиков А.Х. Определение оптимальных параметров очистительного устройства, обеспечивающих эффективную работу	59
Миршарипов Р.Х., Ражабова Н.Р. Факторы, влияющие аммиачную нитрату на процесс кристаллизации	66
Исомидинов А.С. Теоретический расчет коэффициента переноса веществ в жидкой и газовой фазе в устройстве ротор-фильтр	70
Абдуллаев А.А. Изучение движения семян в двухкамерном сортировщике	74
Бердиев Д.М., Щукин В.Я., Кожевникова Г.В., Пушанов А.Н. Ресурсосберегающие технологии получения основы инструмента зубков горнодобывающих комбайнов	78
Ахмедов Ж.А., Собиров К.Э., Эрматов Ш.К., Толибаева Ш.И., Ташпулатов Д.Ш. Теоретические основы получения шелка-сырца без контроля линейной плотности из бракованных коконов	83
Хамдамов Х.А., Шарипов Х.Н., Ёралов Л.С., Курбонов Б.М. Анализ технологий получения двухслойных трикотажных полотен	90
Мирзаумидов А.Ш., Акрамова Д.Ш. Фрактографическое исследование рабочей камеры линтерного агрегата, его ворошителя и обработанных семян хлопка	94
Кенгбоев С. Обоснование параметров и повышение износостойкости поверхности стали при воздействии плазменного нитридирования	98

СТРОИТЕЛЬСТВО

Курбонов К.М. Расчет параметров энергоэффективного местного водогрейного котла	103
Раззаков С.Ж., Мартазаев А.Ш. Анализ результатов экспериментальных исследований прочности железобетонных балок по наклонным сечениям	107
Раззаков С.Ж., Фозилов О.К. Анализ результатов исследований, проведенных на высокопрочном легком бетоне	113

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Насриддинов С.С., Хамракулов А.Г., Кельдиев Х.Х., Мовлонов Н.Т., Саидова Ф.С. Инновационный подход к определению параметров почвы	119
Эргашев С.Ф., Умаралиев Н., Юсупов Ё.А. Разработка регрессионной математической модели для определения тепловой производительности параболоцилиндрического концентратора	122
Ибрагимов У.Х., Кодиров Ж.Р. Современное состояние интенсификация тепло-гидродинамических процессов в солнечных воздушных коллекторах с использованием турбулизаторов	129
Бабаходжаев Р., Сайтов Э., Мамасалиев О., Саодуллаев А. Современное состояние и анализ характеристик деградации солнечных элементов и фотоэлектрических модулей под воздействием внешних факторов	135
Бойназаров Б.Б., Узбекиев М.О. Работа гидротурбины и методы повышения эффективности при малых скоростях потока	140
Киличев Э.Ж., Норалиев Н.Х., Исраилов И.Э., Идентификация и восстановление файлов, поврежденных при сжатии	146
Олимов Ж.С., Ширинов С.Г. Способ повышения КПД, основанный на изменении частоты асинхронного двигателя при нестабильной нагрузке	153
Зайнидинов Х.Н., Бойтемиров А.М., Ибрагимов С.С. Прогнозирование пористости и проницаемости нефтегазовых пластов с использованием искусственной нейронной сети и машин опорных векторов	158
Сагатов М.В., Саримсаков Х.У. Анализ структурных и динамических свойств современных электромеханических систем для решения задачи их моделирования	168
Мухамедиева Д.Т., Сотволдиев Д.М., Хасанов У.У., Раупова М.Х. Решение некорректных задач интеллектуального анализа	175

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Тошбоев Х.М., Ахмедова О.Б. Оптимизация технологических параметров при выделении этилен мономера из состава пирогаза	185
Хайтметова С.Б., Халилова Г.А., Тураев А.С., Маккамбоева С.Р. Разработка технологии выделения полисахаридов и изучения химического состава из сырья базидиального гриба <i>Ganoderma lucidum</i>	189
Турдалиева Ш.И. Физико-химический анализ осадков упаренных экстракционных фосфорных кислот, полученных из промытого термоконцентрата фосфоритов Центрального Кызылкума	195

СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Камилов А. Древность и Новый Узбекистан	201
---	-----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Вохидова Н.Х. Эффективность определения показателей качества угольных порошковых брикетов	205
Комилов Ш., Рахмонов А., Исаханов Х. Анализ сортировки семян, вышедших от пильного джина	207
Арипов Н.М., Садиков А.Н. Исследования работоспособности микропроцессорного импульсного приемника с использованием виртуальной модели	211
Арипов Н.М., Тожиев Б.М. Интеллектуальные режимы работы асинхронных электроприводов с частотным и векторным управлением	214
К сведению авторов !	219

FUNDAMENTAL SCIENCES

Mukhamedieva D.T., Sotvoldiev D.M., Khasanov U.U., Raupova M.H. Problems of solving optimization tasks based on evolutionary algorithms	9
Siddikov R.U., Sulaymonov Kh., Yuldashev N.Kh. Study of strain properties of polycrystalline films $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ by microwave technology	15

MECHANICS

Tojiev R.J., Ortikaliev B.S. Reuse of waste refractory materials in the building materials industry.....	23
Atambaev D.D. Determination of the optimal values of the main factors affecting the production of spun yarn	26
Mirzaumidov A.Sh. Research of the shaft of the new modernized saw cylinder wall	31
Алиев Б.Т. Theoretical analysis of the working elements of the device for extracting fiber from cotton waste	36
Abdullaev R.K. Technological problems of cotton fiber production and its analysis	43
Muradov A.A. Designing weaving machine parts in solidworks	48
Teshaboev O. Experimental determination of the oscillations of the curved mesh surface of an efficient screw conveyor transporting and cleaning lint	52
Tojiyev R.J. The influence of negative temperatures on fatigue failure of conveyor belts ..	56
Sidikov A.Kh. Determining the optimal parameters of a cleaning device to ensure effective operation	59
Mirsharipov R.X., Rajabova N.R. Factors affecting ammonium nitrate in the crystallization process	66
Isomidinov A.S. Theoretical based on the coefficient of substance transfer in liquid and gas phases in rotor-filter device	70
Abdullaev A.A. Studying the movement of seeds in a two-chamber sorter	74
Berdiev D.M., Shchukin V.Y., Kozhevnikova G.V., Pushanov A.N. Resource-saving technology for obtaining the basis of the tool teeth of mining combines	78
Akhmedov J.A., Sabirov Q.E., Ermatov Sh.Q., Tolibayeva Sh.I., Tashpulatov D.Sh. Theoretical basis of obtaining raw silk without control of linear density from defective cocoons	83
Hamdamov H.A., Sharipov H.N., O'ralov L.S., Qurbonov B.M. Analysis of technologies for obtaining two-layer knitted fabrics	90
Mirzaumidov A.Sh., Akramova D.Sh. Fractographic study of the working chamber of the linter unit, its stirrer and processed cotton seeds	94
Kengboev S. Enhancing wear resistance and justifying parameters of steel surface through plasma nitriding	98

BUILDING

Kurbonov K. Calculation of parameters of an energy-efficient local water-heating boiler ..	103
Razzakov S.J., Martazaev A.Sh. Analysis of the results of experimental research of shear strength of reinforced concrete beams	107
Razzakov S.J., Fozilov O.Q. Analysis of the results of studies on high-strength light concrete	113

ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Nasriddinov S.S., Khamrakulov A.Q., Keldiev Kh.Kh., Movlonov N.T., Saidova F.S. An innovative approach to determining soil parameters	119
Ergashev S.F., Umaraliev N., Yusupov Y.A. Development of a regression mathematical model for determining the thermal performance of a parabolic trough concentrator	122
Ibragimov U.X., Qodirov J.R. Current state of the art: intensification of thermo-hydrodynamic processes in solar air collectors using turbulators	129
Babakhodjayev R., Saitov E., Mamasaliyev O., Saodullayev A. The Modern State and Analysis of Degradation Characteristics of Solar Cells and Photovoltaic Modules Under External Influences	135
Boynazarov B.B., Uzbekov M.O. Hydro turbine operation and efficiency increasing methods at low flow speeds	140
Qilichev E.J., Noraliyev N.Kh., Israilov I.E., Identification and recovery of files damaged by compression	146
Olimov J.S., Shirinov S.G. A method of increasing efficiency based on changing the frequency of an asynchronous motor with an unstable load	153
Zaynidinov X.N., Boytemirov A.M., Ibragimov S.S. Prediction of porosity and permeability of oil and gas formations using artificial neural network and support vector machines	158
Sagatov M.V., Sarimsakov X.U. Analysis of structural and dynamic properties of modern electromechanical systems to solve the problem of their modeling	168
Mukhamedieva D.T., Sotvoldiev D.M., Khasanov U.U., Raupova M.H. Solving ill-posed problems of intellectual analysis	175

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Toshboyev Kh.M., Akhmedova O.B. Optimization of technological parameters in the isolation of ethylene monomer from pyrogas	185
Khaytmetova S.B., Khalilova G.A., Turaev A.S., Makkamboeva S.R. Development of technology for the isolation of polysaccharides and the study of the chemical composition of the raw material of the basidiomycete Ganoderma lucidum	189
Турдиалиева Ш.И. Physicochemical analysis of sediments of evaporated wet process phosphoric acids obtained from washed thermal concentrate of phosphorites of the Central Kyzylkum	195

SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES

Kamilov A. Jadidism and New Uzbekistan	201
--	-----

SHORT MESSAGES

Voxidova N.X. Effectiveness of determining the quality indicators of coal powder briquettes	205
Komilov Sh., Rakhmonov A., Isakhanov H. Sorting analysis of seed from sawing	207
Aripov N.M., Sadikov A.N. Research of the performance of a microprocessor pulse receiver using a virtual model	211
Dadaboyev Q.Q., Yunusov B.X. Reduction of circulating water waste in Steam-Gas plant Coolers	214
Information to the authors !	220

EVOLYUTION ALGORITMLAR YORDAMIDA MUQOBILLASHTIRISH MASALALARINI YECHISH

D.T. Muhamediyeva¹, D.M. Sotvoldiyev², U.U. Xasanov³, M.H. Raupova⁴

¹Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti,
dilnoz134@rambler.ru tel: 99 831 12 58

²Ma'mun universiteti, sotvoldiev_dilshodbek@mamunedu.uz tel: 97 263 45 67

³Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Urganch filiali,
usmonkhasanov@gmail.com tel: 97 360 19 91

⁴Chirchiq davlat pedagogika universiteti, r.mokhinur@gmail.com tel: 90 336 37 11
(Qabul qilindi 12.12.2024 y.)

Annotasiya: Ushbu maqolada muqobillashtirish masalalarini evolyution va gradient usullar yordamida yechish tahlil etilgan. Solishtirma tahlil masalalarini yechish maqsadida birinchisi uchun genetik algoritmlar, ikkinchisi uchun gradient usullar asosiy qism bo'lib hisoblangan ikkita dasturiy mahsulot ishlab chiqilgan. Har bir usul alohida o'rganib chiqilgan, shuningdek mazkur usullarning solishtirma tahlili amalga oshirilgan.

Kalit so'zlar: muqobillashtirish, genetik algoritmlar, gradient usul, solishtirma tahlil, test funksiyalar.

Аннотация: В данной статье проанализировано решение оптимизационной задачи с помощью эволюционных методов. В целях решения задач сравнительного анализа разработаны два программных продукта: в первом основная часть генетический алгоритм, а во втором градиентный метод. Каждый метод отдельно изучен, также осуществлен сравнительный анализ данных методов.

Ключевые слова: оптимизация, генетический алгоритм, градиентный метод, сравнительный анализ, тестовые функции.

Abstract: This article analyzes the solution of the optimization task using genetic and gradient methods. For the purpose of solving the tasks of the comparative analysis developed two software products: the first major part of the genetic algorithm, and the second gradient method. Each method is examined separately, also was done a comparative analysis of these methods.

Keywords: optimization, genetic algorithm, gradient method, comparative analysis, the test functions.

1. Kirish. Chiziqli va nozichiqli dasturlash, dinamik dasturlash, hamda sonli tahlilning asosi hisoblangan gradient usullar mukammalroq, ammo aniqligi pastroq. Jumladan izlash fazosi landshaftining murakkablashuvi bu kabi usullarning samaradorligini pasaytiradi. Gradient usullar akslantiruvchi fazo qavariq bo'lib, ikkinchi darajali qirralar, platalarning vujudga kelishiga yo'l qo'yilmaganda, yagona muqobil yechimning olinishini kafolatlamaydi.

Boshqa tomondan, genetik algoritmlar mansub bo'lgan evristik usullar mukammal hisoblanadi, shuning uchun masalaning yagona yechimi hisoblangan global optimumning topilishi kafolatlanadi [1-7].

Genetik algoritmlar hisoblash usullarining yangi yo'nalishi bo'lib hisoblanadi [8, 9]. Oxirgi yillarda tabiiy saralash va genetika qoidalariga asoslangan genetik algoritmlar tamoyillarning ta'rifiga oid ko'plab nashrlar paydo bo'ldi. Ko'pincha ularning imkoniyatlari muqobillashtirish va izlash masalalarini yechish misolida namoyish etiladi. Odatda muqobillashtirish masalalari gradient usullar yordamida yechiladi. Shu bois ikkita yondashuvni taqqoslash ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Genetik algoritmlar (GA) – tabiiy saralash va tabiiy genetikaga asoslangan izlash algoritmlaridir. Ular ko'rib chiqilgan tuzilmalar orasida “kuchlilarning yashab qolishi”ni amaliyotga joriy etib, izlash evolyutsiyasini modellashtirish asosida izlash algoritmini shakllantiradilar va unga

o'zgartirish kiritadilar. Har bir generasiyada sun'iy ketma-ketliklarning yangi to'plami eskilarning qismidan foydalanish hamda "yaxshi xossali" yangi qismlarni qo'shish yo'li bilan yaratiladi.

Bunda GA- nafaqat tasodif izlashdir, ularda evolyutsiya jarayonida to'plangan axborotdan samarali foydalaniladi [1, 9].

GA boshqa muqobillashtiruvchi va izlovchi tuzilmalardan quyidagilari bilan farq qiladi:

GA asosan masalaning o'zgaruvchilari bilan emas, kodlangan parametrlar to'plami bilan ish ko'radi;

GA yagona nuqtadan emas, nuqtalar to'plamidan izlashni amalga oshiradi;

axborotni baholash uchun GA turli xil xatoliklardan emas, fitness-funksiyadan foydalanadi;

GA aniq qoidalardan emas, ehtimolli qoidalardan foydalanadi.

GA muqobillashtirish muammosining tabiiy misollari to'plamini olib, ularni chekli alifboda chekli uzunlikdagi ketma-ketlik ko'rinishida kodlaydi.

Genetik algoritim oldindan satr-stringlar (xromosomalar) populyatsiyasini tasodifiy ravishda generatsialaydi. So'ngra boshlang'ich populyatsiyaga nisbatan sodda amallar tadbiq etilib, yangi populyatsiyalar generatsiyalanadi.

Asosiy qism

Genetik algoritim 3 ta operatoridan tashkil topgan:

- reproduksiya;
- chatishtirish;
- mutasiya.

Eng tez tushish usuli har bir iteratsiyada $f(x)$ funksiyaning harakat yo'nalishidagi minimumlik shartidan λ_k qadamni tanlab oladi, ya'ni

$$f(x^{(k-1)} - \lambda_k f'(x^{(k-1)})) = \min_{\lambda > 0} \varphi(\lambda), \quad (1)$$

bu yerda

$$\varphi(\lambda) = f(x^{(k-1)} - \lambda f'(x^{(k-1)})).$$

Nyuton usuli shartsiz minimallashtirish masalalarini sonli yechish uchun mo'ljallangan.

Nyuton usuli $f(x)$ minimallashtiruvchi funksiyani x^k nuqta atrofida kvadratik approksimatsiya bilan almashtirish g'oyasiga asoslangan:

$$q(x) = f(x^k) + \nabla f^T(x^k)(x - x^k) + \frac{1}{2}(x - x^k)^T \nabla^2 f(x^k)(x - x^k). \quad (2)$$

x^{k+1} nuqta sifatida $q(x)$ funksiyaning minimum nuqtasini olamiz. Bunga $\nabla^2 f(x^k)$ musbat aniqlangan matrisa bo'lgandagina erishish mumkin.

U holda $q(x)$ funksiya qat'iy qavariq bo'ladi va $\nabla q(x^{k+1}) = 0$ tenglikdan topiluvchi yagona minimum nuqtasi x^{k+1} ga egadir. Bu $\nabla f(x^k) = -\nabla^2 f(x^k)(x^{k+1} - x^k)$ chiziqli sistemaga olib keladi, undan quyidagi iteratsion formula hosil bo'ladi:

$$x^{k+1} = x^k - [\nabla^2 f(x^k)]^{-1} \nabla f(x^k). \quad (3)$$

(3) formula Nyuton usuli hisoblanadi. Mazkur usul ikkinchi tartibli usul hisoblanadi. Nyuton usuli kvadratik funksiyaning minimumini $x^{(0)}$ boshlang'ich nuqta va xatolik darajasi qanday bo'lishidan qat'iy nazar bir qadamda aniqladi. Ammo maqsad funksiyasi kvadratik bo'lmagan holda Nyuton usulining yaqinlashishi $x^{(0)}$ boshlang'ich nuqtaga bog'liq bo'ladi. Yana bir kamchilik hisoblashlar va matritsaning teskarisini topish jarayonida har bir qadamda minimallashtiruvchi funksiyaning ikkinchi tartibli hosilasini hisoblash zarurati bilan bog'liq usulning ko'p mehnat talab qilishidir.

Genetik algoritim va gradient usullarga doir ishlar uchta sinov funksiyasi asosida o'rganildi. Tadqiqot jarayonida GA bilan ishlashga mo'ljallangan dasturiy mahsulotdan foydalanildi.

Tadqiqotning asosiy vazifalarini sanab o'tamiz:

- funksiyaning optimumini topish uchun genetik algoritimning faoliyatini o'rganish,
- Berilgan parametrlar majmuiga qarab genetik algoritimning ishlash tezligini o'rganish.

Gradient usullarning faoliyatini o'rganish uchun gradient usullar bilan ishlashga mo'ljallangan dasturiy mahsulotdan foydalanildi. Tadqiqot quyidagi vazifalarga ko'ra olib borildi:

- ikkita gradient usul-tezkor tushish usuli va funktsiyaning optimumini topish uchun Nyuton usulini o'rganish,

- tezkor tushish usuli va Nyuton usulini taqqoslash.

Olingan natijalarga asosan, gradient usullar va genetik algoritmlarni quyidagi mezonlar bo'yicha taqqoslash talab qilindi:

- yaqinlashish tezligi,
- yaqinlashish aniqligi.

2.Dasturning bajarilishi. Genetik algoritm bilan ishlovchi dasturiy mahsulot genetik algoritmlar bilan ishlash uchun kerak bo'ladigan barcha parametrlarni kiritish hamda ishlash natijasini har bir qadamda chiqarish imkonini beradi.

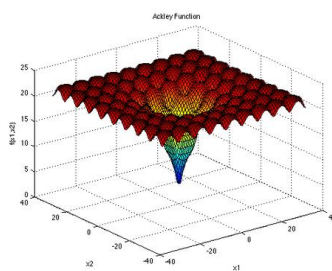
Mazkur dasturiy mahsulotning foydalanuvchi interfeysi uchta qismdan iborat:

- boshqaruv tugmalari,
- genetik algoritmning ishlash natijasini chiqarish,
- genetik algoritmning ish faoliyati uchun parametrlarni kiritish panellari.

Mazkur ishda usullar ustida tajriba o'tkazish va usullarni sinovdan o'tkazish uchun 3 ta test funksiyasidan foydalaniladi:

- Ackley funktsiya (1-rasm),
- Griewank funktsiya (2- rasm),
- Levy funktsiya (3- rasm).

Ackley funktsiyasi:



1- rasm. Ackley funktsiya

$$f(x) = -a \exp \left(-b \sqrt{\frac{1}{d} \sum_{i=1}^d x_i^2} \right) - \exp \left(\frac{1}{d} \sum_{i=1}^d \cos(cx_i) \right) + a + \exp(1)$$

Tavsiya etilgan o'zgaruvchilar: $a = 20$, $b = 0.2$ va $c = 2\pi$.

Aniqlanish sohasi:

barcha $i = 1, \dots, d$ larda $x_i \in [-32.768, 32.768]$.

Global minimum: $f(x^*) = 0$, $x^* = (0, \dots, 0)$.

Nyuton usuli: $x_{min} = 0.0000 \ 0.0000$; $opt = 4.1940e-014$;

Gradient usuli $x_{min} = 0.0000 \ 0.0000$; $opt = 1.9116e-011$;

Kichik kvadratlar usuli odatda minimallashtirishda eng kam sondagi iteratsiyalarni beradi.

$x_{min} = 0.4120 \ 0.3715$; $opt = 0.1446$

Qayd etish joizki, kutilishlardan farqli o'laroq funktsiya muvaffaqiyatga olib kelmadi. Iteratsiyalar sonining limitidan ortib ketganlik to'g'risida xabar chiqarildi, xmin qiymatlar esa haqiqatdan ancha yiroq.

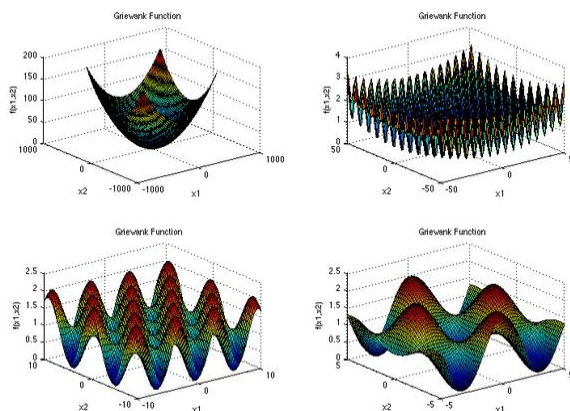
Genetik algoritm:

$d=10$, global minimumni topish soni 86%, maqsad funktsiyalarini hisoblash soni 1250 dan oshmaydi, maksimal qiymat 0,008325.

$d=30$, global minimumni topish soni 84%, maqsad funksiyalarini hisoblash soni 1250 dan oshmaydi, maksimal qiymat 0,108851.

$d=50$, global minimumni topish soni 76%, maqsad funksiyalarini hisoblash soni 2500 dan oshmaydi, maksimal qiymat 0,016291, chatishtirish uchun 40% populyatsiya saralab olindi.

Griewank funksiyasi:



2- rasm. Griewank funksiyasi

$$f(x) = \sum_{i=1}^d \frac{x_i^2}{4000} - \prod_{i=1}^d \cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right) + 1$$

Aniqlanish sohasi:

$x_i \in [-600, 600]$, $i = 1, \dots, d$.

Global minimum:

$$f(x^*) = 0, \quad x^* = (0, \dots, 0).$$

Nyuton usuli: $x_{min} = 0.0000 \ 0.0000$; opt = 5.2014e-015;

Gradient usuli $x_{min} = 0.0000 \ 0.0000$; opt = 2.077e-012;

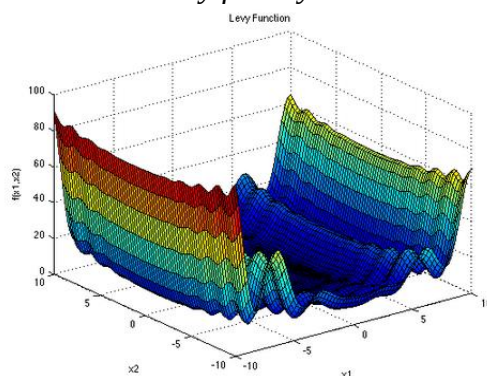
Genetik algoritm:

$d=10$, global minimumlarni topish soni 88%, maqsad funksiyalarini hisoblash soni 1250 dan oshmaydi, maksimal qiymat 0,007251.

$d=30$, global minimumlarni topish soni 83%, maqsad funksiyalarini hisoblash soni 1250 dan oshmaydi, maksimal qiymat 0,074382.

$d=50$, global minimumlarni topish soni 75%, maqsad funksiyalarini hisoblash soni 2500 dan oshmaydi, maksimal qiymat 0,027493, chatishtirish uchun 40% populyatsiya saralab olindi.

Levy funksiya:



3- rasm. Levy funksiyasi

$$f(x) = \sin^2(\pi w_1) + \sum_{i=1}^{d-1} (w_i - 1)^2 [1 + 10 \sin^2(\pi w_i + 1)] + (w_d - 1)^2 [1 + \sin^2(2\pi w_d)],$$

$$w_i = 1 + \frac{x_i - 1}{4}, \quad i = 1, \dots, d$$

Aniqlanish sohasi:

$x_i \in [-10, 10], i = 1, \dots, d$.

Global minimum: $f(x^*) = 0, x^* = (1, \dots, 1)$.

Ньютон usuli: $x_{min} = 1.0000$; opt = 7.8379e-017;

Gradient usul $x_{min} = 1.0000$; opt = 3.5943e-014;

Genetik algoritm:

d=10, global minimumni topish soni 81%, maqsad funksiyalarini hisoblash soni 1250 dan oshmaydi, maksimal qiymat 0,007437.

d=30, global minimumni topish soni 79%, maqsad funksiyalarini hisoblash soni 1250 dan oshmaydi, maksimal qiymat 0,073894.

d=50, global minimumni topish soni 72%, maqsad funksiyasini hisoblashlar soni 2500 dan oshmaydi, maksimal qiymat 0,049284, chatishtirish uchun 40% populyatsiya saralab olindi.

Olingan natijalarni batafsil o'rganish uchun berilgan dasturiy mahsulot 4 – rasmda keltirilgan grafikni quradi.

• Yaqinlashish grafigi (4- rasm) GA ning yaqinlashishini ko'rsatadi. Berilgan usul uchun yaqinlashish qiymati fitness-funksiya qiymatining ustma-ust tushishi bilan aniqlanadi. Individlarning fitness-funksiyalari qanchalik ko'p bir xil qiymat qabul qilsa, ular optimumga shunchalik yaqin bo'ladi.

Berilgan rasmdan gorizontaal yo'nalishda iteratsiya raqami, vertikal yo'nalishda esa ushbu itersiyada yaqinlashish qiymati joylashishi ko'rinib turibdi.



4- rasm. Populyasiya hajmi.

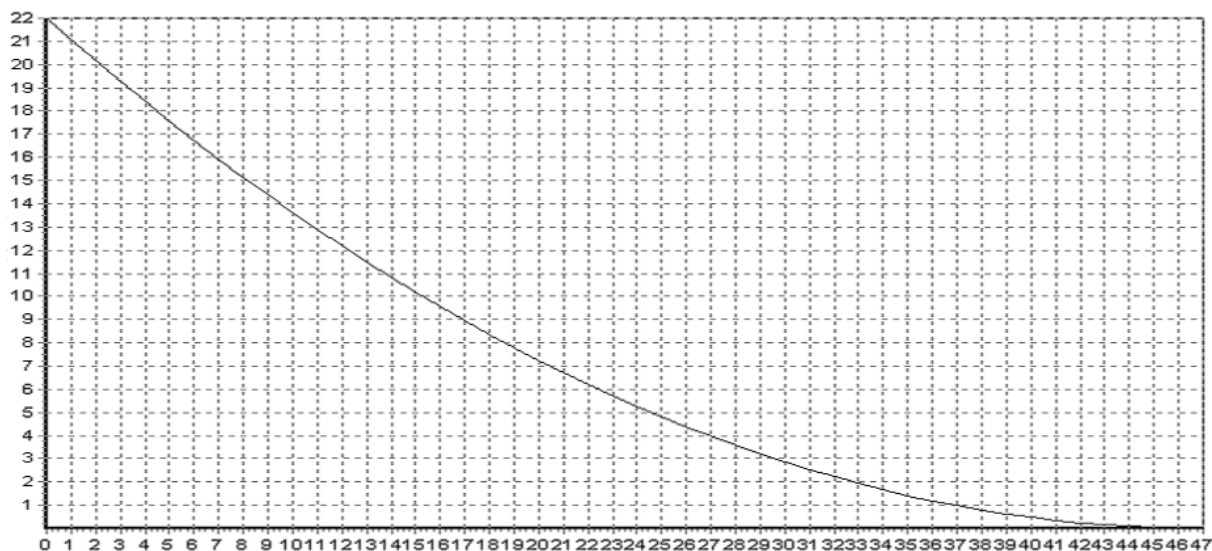
Gradient usullar bilan ishlash uchun mo'ljallangan dasturiy mahsulot genetik algoritm bilan ishlovchi dasturiy mahsulot singari barcha kerakli parametrlarni kiritish va har bir qadamda ishlash natijasini chiqarish imkonini beradi.

Olingan natijalarni batafsil o'rganish uchun berilgan dasturiy mahsulot yaqinlashish grafigini quradi (5- rasm.). Berilgan rasmdan gorizontaal yo'nalish bo'ylab iteratsiya raqami, vertikal yo'nalishda esa berilgan iteratsiyadagi funksiya qiymati joylashishi ko'rinib turibdi.

Xulosa. GA va gradient usullarni olingan natijalar bo'yicha taqqoslash GA ixtiyoriy murakkablikdagi funksiya optimumini topish uchun mukammal usul ekanligini ko'rsatadi. Oddiy funksiyalar uchun GA gradient usullarga qaraganda sekinroq, ayrim paytlarda kamroq aniqlikda, ammo sifat jihatidan qolishmagan holda ishlaydi. Murakkab funksiyalar uchun GA gradient usullar foyda bermaganda optimumni topishga imkon beradi. De Jong va Rozenbrok funksiyalari uchun

Nyuton usuli eng muqobil deb topildi. Rastrigin funktsiyasi uchun eng muqobil deb GA topildi.

Ishda GA va gradient usullarning tadqiqot natijalari, hamda funktsiya optimumlarini topish uchun ushbu usullarning taqqoslanmalari keltirilgan.



4- rasm. Populyasiya hajmi.

GA bilan ishlash uchun parametrlarni tanlashda ehtiyot bo'lish kerak, chunki algoritm ishining muqobil natijasidan kichik bo'lgan parameter tanlanganda algoritmnining ishlash natijasi noaniq bo'ladi, ammo algoritmnining ishlash tezligi ortadi. O'z navbatida, muqobildan katta parametrlarni tanlashda algoritmnining ishlash tezligi pasayadi, algoritm yaqinlashmasligi mumkin. Shu bois eng mahsuldor natija beradigan muqobil parametrlarni tanlash lozim.

Funktsiya optimumini topish uchun GA ishini o'rganish davomida genetik algoritm optimumni izlash uchun funktsiyaning murakkablik darajasiga qaramay universal usul ekanligini ko'rsatadi. Oddiy funktsiyaning optimumini izlash uchun GA dan foydalanish yaxshiroq, chunki ular genetik algoritmgaga qaraganda tezroq ishlaydi. Murakkab funktsiyaning optimumini izlash uchun genetik algoritmdan foydalanish yaxshiroq, chunki gradient usullar funktsiya xususiyatlari yoki gradient usulning xususiyatlaridan yaqinlashmasligi mumkin.

Adabiyotlar

- [1] Goldberg D. E. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Reading: Addison Wesley, New York, 1989 - 412p.
- [2] Батищев Д.И. Генетические алгоритмы решения экстремальных задач // Учеб. пособие. Воронеж, 1995. - 69 с.
- [3] Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. Состояние, проблемы, перспективы // Известия Академии наук. 1999. - №1. - С. 144-160.
- [4] Кусербаева В.Т. Некоторые тестовые функции для глобальной оптимизации. – СПб.: СПбГУ. 2007.
- [5] Herrera F., Lozano M. Adaptation of genetic algorithm parameters based on fuzzy logic controllers. In: F. Herrera, J. L. Verdegay (eds.) Genetic Algorithms and Soft Computing, Physica-Verlag, Heidelberg, 1996. - pp. 95-124.
- [6] Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: Физматлит, 2003.
- [7] Голубин А.В., Тарасов В.В. Нечеткие генетические алгоритмы. // Международные научно-технические конференции AIS'05 и CAD-2005. Труды конференций. – М.: Физматлит, 2005. – с. 39 – 45.
- [8] Kalyanmoy D., Dhiraj J., Ashish A. Real-Coded Evolutionary Algorithms with Parent-Centric Recombination. Indian Institute of Technology, Kanpur. KanGAL Report No 2001003.
- [9] Lozano M., Herrera F., Krasnogor N., Molina D. Real-Coded Memetic Algorithms with Crossover Hill-Climbing. Evolutionary Computation 12(3), 2004. – p. 273 – 302.
- [10] HuangC. *et al.* Stochastic configuration network ensembles with selective base models Neural Netw. (2021)
- [11] ZhangC. *et al.* Parallel stochastic configuration networks for large-scale data regression Appl. Soft Comput. (2021)
- [12] WangQ. *et al.* Multi-target stochastic configuration network and applications IEEE Trans. Artif. Intell. (2022)
- [13] PratamaM. *et al.* Deep stacked stochastic configuration networks for lifelong learning of non-stationary data streams Inform. Sci.(2019)
- [14] WangD. *et al.* Deep stochastic configuration networks with universal approximation property
- [15] ZhuX. *et al.* A further study on the inequality constraints in stochastic configuration networks Inform. Sci. (2019).

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ МЕТОДОМ СВЧ ТЕХНИКИ

Р.У. Сиддигов, Х.М. Сулаймонов, Н.Х. Юлдашев

Ферганский политехнический институт, Фергана uzferfizika@mail.ru

Abstract. This paper presents the results of an experimental study of the tens metric and dielectric properties of polycrystalline $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ films in the temperature range of 280–480 K and at microwave frequencies. The temperature dependences of the specific conductivity, impedance, and permittivity under the action of uniaxial static deformation are analyzed. The deformation phenomena detected in polycrystalline films under the action of a microwave field are qualitatively interpreted based on the effective medium theory.

Key words: polycrystalline film, $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$, electrical conductivity, microwave field, impedance, permittivity, tens metric parameters, technological factors.

Аннотация. В данной работе представлены результаты экспериментального исследования тензометрических и диэлектрических свойств поликристаллических пленок $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ в области температур 280–480 K и на СВЧ частоте. Проанализированы температурные зависимости удельной проводимости, импеданса и диэлектрической проницаемости под действием одноосной статической деформации. Обнаруженные деформационные явления в поликристаллических пленках при воздействии СВЧ-поля качественно интерпретированы на основе теории эффективной среды.

Ключевые слова: поликристаллическая пленка, $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$, электропроводность, СВЧ-поле, импеданс, диэлектрическая проницаемость, тензометрические параметры, технологические факторы.

Аннотация. Ushbu maqolada $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ polikristal plyonkalarining 280–480 K harorat oralig'ida va mikroto'lqinli chastotalarda tenzometrik va dielektrik xossalarni eksperimental tadqiqot natijalari keltirilgan. Bir o'qli statik deformatsiya ta'sirida solishtirma o'tkazuvchanlik, impedans va dielektrik kirituvchanlikning haroratga bog'liqligi tahlil qilingan. Mikroto'lqinli maydon ta'sirida polikristal plyonkalarda aniqlangan deformatsiya hodisalari effektiv muhit nazariyasi asosida sifat jihatidan izohlanadi.

Tayanch so'zlar: polikristall plenka, $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$, elektr o'tkazuvchanlik, O'YuCH-maydon, impedans, dielektrik kirituvchanlik, tenzometrik parametrlar, texnologik omillar.

1. Введение. Как известно, твердые растворы халькогенидов висмута и сурьмы являются эффективными термоэлектрическими [1-6] и тензоэлектрическими [7,8] материалами. Они используются не только для термоэлектрического охлаждения и нагрева, термоэлектрического преобразования тепловой энергии, а также в качестве топологического изолятора, эффективно экранирующих электромагнитных помех, но и для создания датчиков накопления усталостных повреждений. В настоящее время достаточное внимание уделяется установлению закономерностей формирования структуры, фазового состава поликристаллических пленок на основе твердого раствора $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ и исследованию их механизмов электропроводности и диэлектрических свойств. Так, в работах [6,8] обнаружено «металлический» и «полупроводниковый» характеры электропроводности в зависимости от температуры. В нашей предыдущей работе [7] показано, что сопротивление пористой поликристаллической $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ пленки, выращенной термовакуумным испарением при температуре подложки $T_{\text{п}} \leq 363\text{K}$, резко уменьшается вблизи пороговой частоты $\omega_0 \approx 10^5\text{ Hz}$ переменного тока до значений сопротивления плотных пленок с $T_{\text{п}} \approx 423\text{K}$. После воздействия $N \approx 10^5$ циклов механической деформации с амплитудой $\varepsilon = \pm 1 \cdot 10^{-3}$ отн. ед. сопротивление пленки увеличивается в 1.5 раза, а критическое значение ω_0 , определяемое неоднородностью

пленки, уменьшается почти в 10^2 раз.

В отличие от объемных кристаллов и поликристаллов в тонких полупроводниковых поликристаллических пленках по мере уменьшения толщины пленок свойства их

изменяются вследствие заметного вклада поверхностной и приповерхностной проводимости носителей за счет адсорбции, диффузии примесей и поверхностных электронных состояний. Существенно проявляется влияние переходного слоя между пленкой и подложкой, неоднородности по толщине, обусловленной технологией получения, и квантовых размерных эффектов при очень малых толщинах пленок. Необходимо учитывать также и качество полученной пленки, ее пористость, наличие разнофазных включений, многочисленных точечных и протяженных дефектов структуры и т.п. В данной работе представлены результаты экспериментального исследования тензометрических и диэлектрических свойств поликристаллических пленок $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ в области температур 280–480 К и на СВЧ частоте с целью обнаружения механизмов влияния неоднородностей на рабочие параметры образцов. Рассмотрены температурные зависимости удельной проводимости, импеданса и диэлектрической проницаемости под действием одноосной статической деформации. Обнаруженные деформационные явления в поликристаллических пленках при воздействии СВЧ-поля качественно проанализированы на основе теории эффективной среды.

2. Методика эксперимента. Импеданс является величиной, характеризующей электрические свойства поликристаллических пленок на определенной частоте переменного поля ($\tilde{Z} = R + iR_{LC}$, где R – и $R_{LC} = \omega L - (1/\omega C)$ – активное и реактивное сопротивления, $\omega = 2\pi\nu$ – циклическая частота, L – и C – индуктивность и емкость пленки в целом). Поэтому измерение этой величины с высокой точностью имеет немаловажное значение для фиксирования тензометрических характеристик образцов на переменном поле. В частности, исследование импеданса неоднородных пленок на основе твердого раствора $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ в зависимости от уровня относительной деформации растяжения $\varepsilon = \Delta\ell / \ell_0$ позволяет определить комплексный коэффициент тензочувствительности на СВЧ

$$\tilde{K} = K_R + iK_{LC}, \quad (1)$$

где

$$K_R = \frac{\Delta R}{R_0 \cdot \varepsilon}, \quad K_{LC} = \frac{\Delta R_{LC}}{R_{LC}^0 \cdot \varepsilon}, \quad (2)$$

коэффициенты тензочувствительности по активным и реактивным сопротивлениям, $\Delta R = R(\varepsilon) - R_0$, а $R(\varepsilon)$ и R_0 – активные сопротивления пленки при деформации и без неё.

Нами были получены и исследованы пленки из твердого раствора $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$. Выбор именно такого состава обусловлен тем, что имеющиеся в литературе данные [7-10] указывают на то, что в системе твердых растворов $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ наибольшей тензочувствительностью обладает состав $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$. Поликристаллические пленки толщиной 3–4 μm и размерами 5×30 mm на полиамидной подложке изготавливались методом термического испарения в вакууме $P \approx 10^{-2} \text{ Па}$ при температуре подложки $T_n = 363 \text{ К}$ и скорости напыления $W \approx 200 \text{ Å/с}$ [9,10].

Исследуемые поликристаллические пленки $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ помещались в измерительную ячейку с волноводной секцией, которая была обеспечена нагревателем, позволяющим изменять температуру от 77 до 480 К и частоты СВЧ поля в интервале $10^8 - 10^{10} \text{ Гц}$. Использована методика измерения импедансной спектроскопии, также, как и в работах [11-12].

Удельная электропроводность определялась как,

$$\sigma = \frac{\ell}{b \cdot d} \frac{I}{V_\sigma}, \quad (3)$$

где ℓ , b , d , – длина, ширина и толщина образца соответственно, I – сила тока через образец, V_σ – падение напряжения между электродами для измерения электропроводности.

Деформацию создавали изгибом консольной пластины обычного деформационного устройства равного сопротивления из титанового сплава. Наклеенные на него с помощью

специального клея пленочные образцы подвергались деформации одностороннего растяжения путем изгиба подложки. Величина относительной деформации ε вычислялось по известному выражению [13]

$$\varepsilon = \frac{4d}{\ell^2} \cdot y, \quad (4)$$

где y - прогиб свободного конца пластинки в точке приложения силы. Значения деформации варьировались в интервале от $\varepsilon=0$ до $\varepsilon = + 6 \cdot 10^{-3}$ отн. ед. Исследование диэлектрической проницаемости под действием механической деформации проводилось преимущественно на фиксированной частоте $\omega=5,1 \cdot 10^{10}$ Гц.

3. Полученные результаты и их обсуждение. Зависимость проводимости пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ от температуры приведена на рис. 1. Из рисунка видно, что вещественная часть электропроводности с ростом температуры носит характер возрастания. А мнимая часть электропроводности с ростом температуры до 350 К уменьшается, затем увеличивается. Электропроводность пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ на постоянном токе слабо зависит от температуры в исследуемом интервале. Также следует заметить, что вещественная часть электропроводности, измеренная методом СВЧ, отличается от электропроводности измеренных на постоянном токе. Естественно, проводимость поликристаллических слоев $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ на СВЧ существенно определяется электронными и структурными неоднородностями слоев. Сравнение величины проводимости, измеренной в СВЧ поле и на постоянном токе, подтверждает наличие этих неоднородностей в исследуемых образцах. Поликристаллические пленки $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ представляют собой неоднородную систему, состоящую из отдельных кристаллических зерен с различными локальными электропроводностями на резкой границе кристаллитов. Такие гетерогенные системы обладают высокой диэлектрической проницаемостью, измеряя которые, можно вычислить эффективные и истинные значения электрофизических параметров компонентов.

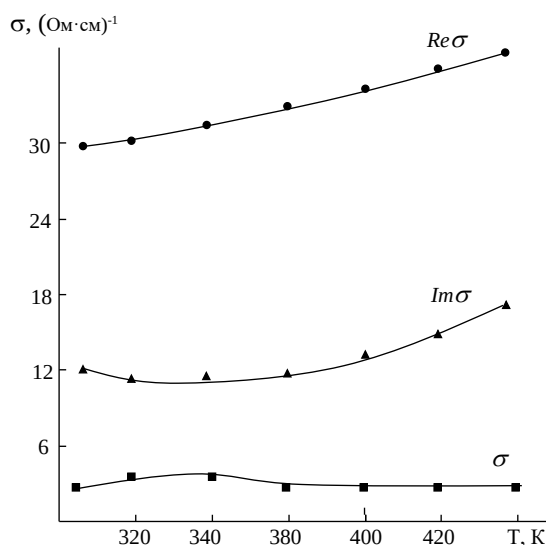


Рис. 1. Зависимость удельной электропроводности пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ от температуры.

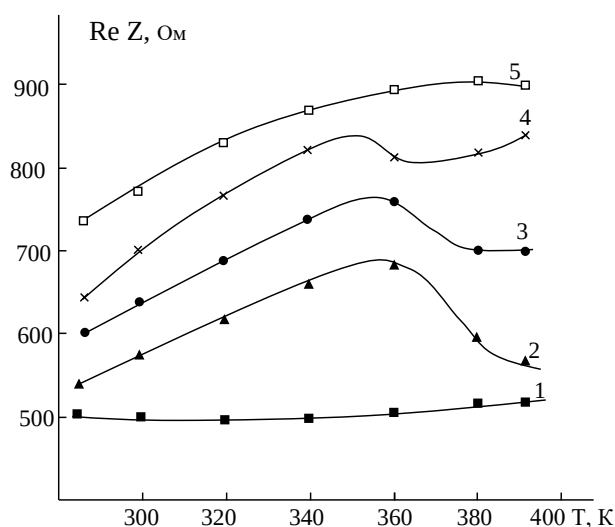


Рис. 2. Зависимость вещественной части импеданса $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ от температуры при различных уровнях деформации растяжения $\varepsilon \cdot 10^3$: 1-0, 2-1,12; 3-2,27; 4-3,4; 5-4,52.

В литературе обсуждался вопрос о шунтировании барьерных областей на границах микрокристаллов емкостями при высоких частотах [14]. Однако эта мысль не была проверена при исследовании тензосвойств поликристаллических пленок $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ в СВЧ - диапазоне.

Оказалось, что СВЧ метод имеет ряд преимуществ в измерении некоторых величин по отношению с измерениями на постоянном токе. На СВЧ некоторые объемные свойства полупроводника обладают рядом интересных особенностей, связанных с тем, что период

СВЧ – колебаний имеет величину порядка частоты столкновений носителей заряда. СВЧ измерения дают возможность получить дополнительные сведения об их свойствах, которые не могут быть установлены при измерениях на постоянном токе, и позволяют определить вещественную и мнимую части импеданса, при помощи которых можно было судить об их вкладе в тензочувствительность пленок.

На рис. 2 приведена зависимость вещественной части импеданса поликристаллических пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ n -типа от температуры при различных уровнях относительной деформации растяжения. Видно, что с ростом уровня относительной деформации и температуры импеданс пленок возрастает, а затем значительно быстро уменьшается, особенно при малых уровнях деформации (вещественная часть импеданса недеформированных пленок слабо зависит от температуры).

Зависимость мнимой части электропроводности неоднородных пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ n -типа от температуры при различных уровнях одноосной деформации растяжения в координатах $\ln \text{Im} \sigma - 1/T$ представлена на рис. 3, где видно, что мнимая часть электропроводности пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ уменьшается с ростом температуры и уровня одноосной деформации растяжения. Такая закономерность нарушается при $T > 360$ К., при этом, сначала наблюдается возрастание мнимой части электропроводности пленок с ростом температуры, а затем ее уменьшение.

Чувствительность импеданса пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ в СВЧ – диапазоне к внешним механическим деформациям позволяет судить о тензосвойствах этих пленок. Исследования тензоэффекта в поликристаллических пленках методом СВЧ позволяют определить механизм большой тензочувствительности. Анализируя экспериментальные данные, можно заметить, что аномально большая тензочувствительность наблюдается не во всех поликристаллических пленочных образцах.

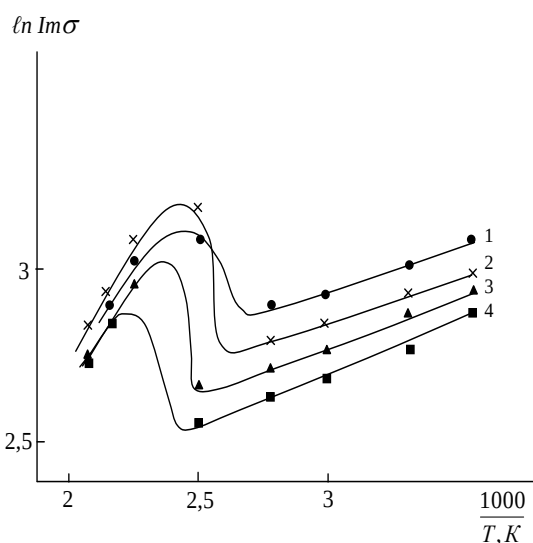


Рис. 3. Зависимость $\ln \text{Im} \sigma$ от $1/T$ пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ при различных уровнях относительной деформации $\varepsilon \cdot 10^3$: 1-0; 2; - 1,4; 3 - 2,8; 4 - 4,2.

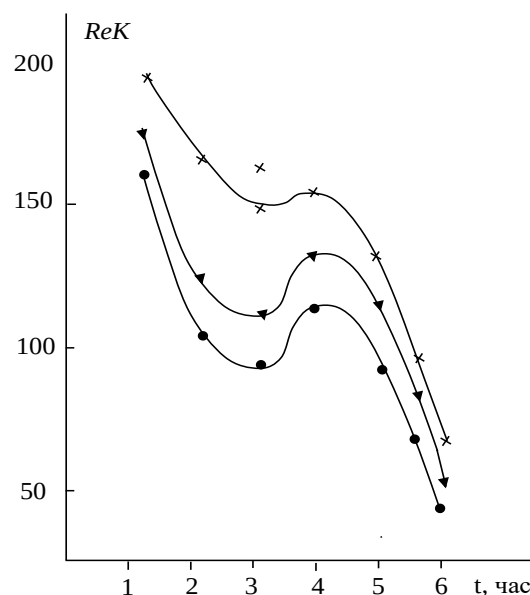


Рис. 4. Зависимость вещественной части коэффициента тензочувствительности $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ от времени отжига при уровнях относительной деформации $\varepsilon \cdot 10^3$: 1-3,3; 2-4,5; 3-5,6.

В самом простом случае пленочные образцы, используемые в качестве тензодатчиков, должны содержаться из двух фаз, проводимость которых отличается в определенных отношениях. Эффективная проводимость неоднородной среды является функцией проводимости компонентов и их доли объема. С ростом доли объема второй фазы эффективная электропроводность будет меняться определенной закономерностью (из σ_1 к σ_2). Если наблюдается плавное изменение эффективной электропроводности с ростом доли объема второй фазы, то эти образцы будут обладать тензосвойством, но не высокой

чувствительностью. Если наблюдается скачкообразное изменение эффективной электропроводности в определенном интервале доли объема второй фазы, то в этих образцах тензочувствительность может достичь максимального значения. В этой узкой области доли объема второй фазы флуктуация поляризуемости кристаллитов под действием одноосной деформации растяжения достигает максимального значения.

Бесконтактный СВЧ – метод служит мощным инструментом для исследования комплексной тензочувствительности пленок $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$, термообработанных на воздухе. Поэтому были исследованы закономерности изменения действительной и мнимой частей тензочувствительности пленок $(Bi_{0,3}Sb_{0,7})_2Te_3$ при различных температурах и времени отжига.

На рис. 4 приведена зависимость ReK от времени отжига при различных относительных деформациях, когда температура отжига была постоянная и равна $t_{отж} = 500$ К. Видно, что с увеличением времени отжига и относительной деформации растяжения ReK уменьшается. В интервале от 2,5 до 4,5 часа нарушается линейная зависимость ReK от времени отжига.

На рис. 5 приведена зависимость ImK от времени отжига при различных уровнях деформации. Видно, что с увеличением времени отжига ImK возрастает, а после достижения максимума экспоненциально уменьшается. ImK положительна во всем диапазоне времени отжига.

Предполагается, что изменение коэффициента тензочувствительности в СВЧ – диапазоне при термообработке на воздухе обусловлено изменением носителей заряда в пленках $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$. СВЧ – метод позволяет регистрировать изменения концентрации носителей заряда.

Деформационные явления в поликристаллических пленках при воздействии СВЧ – поля можно рассматривать на основе теории эффективной среды [14]. При термообработке пленок на воздухе будет меняться концентрация носителей тока в приграничных областях кристаллитов. Когда размеры кристаллитов соизмеримы с диффузионной длиной кислорода, то среда, в основном, содержится из второй фазы. В таких пленках нельзя ожидать аномальные тензоэффекты. Если в пленках отсутствуют различные типы неоднородностей, т.е. они являются совершенными пленками, то в этих образцах тензочувствительность может быть минимальной.

Увеличение коэффициента тензочувствительности обусловлено флуктуацией плотности тока в пространственных координатах пленок. За счет термонеоднородностей, возникающая поверхностная проводимость кристаллитов, по природе, существенно отличается от объемной проводимости. Поверхностная проводимость является функцией от диффузионной длины кислорода. Если объем этих прослоек равен объему основного материала, то эффективная комплексная проводимость значительно быстро изменяется, при этом флуктуация плотности тока достигает максимального значения. Наблюдение максимального значения мнимой части коэффициента тензочувствительности с ростом времени отжига не противоречит вышеизложенным объяснениям.

Заметим, что диэлектрические свойства телуридов висмута характеризуются большими статическими и оптическими диэлектрическими постоянными ϵ_s , ϵ_∞ ; низкими частотами поперечных оптических фононов [15]. Диэлектрическая проницаемость пленок Bi_2Te_3 имеет высокое значение (500÷1000) отн. ед. и на частоте 100 Гц в интервале от 193 до 400 К слабо зависит от температуры. Авторами работы [14] обнаружено, что Диэлектрическая

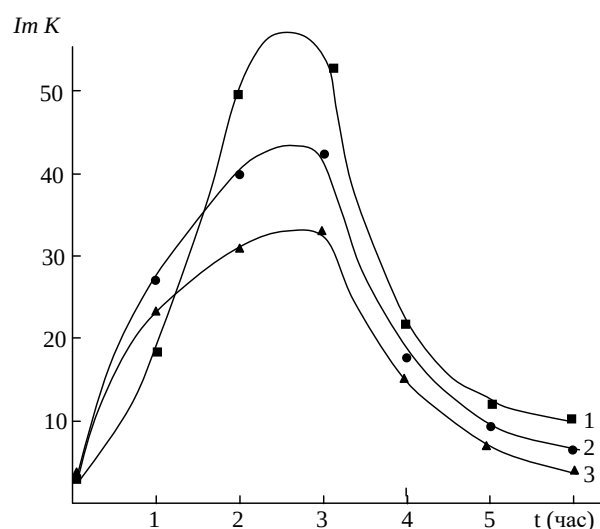


Рис. 5. Зависимость мнимой части коэффициента тензочувствительности $(Bi_{0,3}Sb_{0,7})_2Te_3$ от времени отжига при различных уровнях относительной деформации $\epsilon \cdot 10^3$: 1-1,12, 2-2,27, 3-3,30.

проницаемость ε в твердых растворах $Pb_{1-x}Sn_xTe$ достигает 10^4 , а температурная зависимость $\varepsilon(T)$, описываемая законом Кюри-Вайса, приближает это вещество к сегнетоэлектрикам.

На рис. 6 приведена зависимость $\ln \varepsilon_s$ от обратной температуры при различных деформациях. Видно, что диэлектрическая проницаемость пленок $(Bi_{0,3}Sb_{0,7})_2Te_3$ носит активационный характер. С ростом

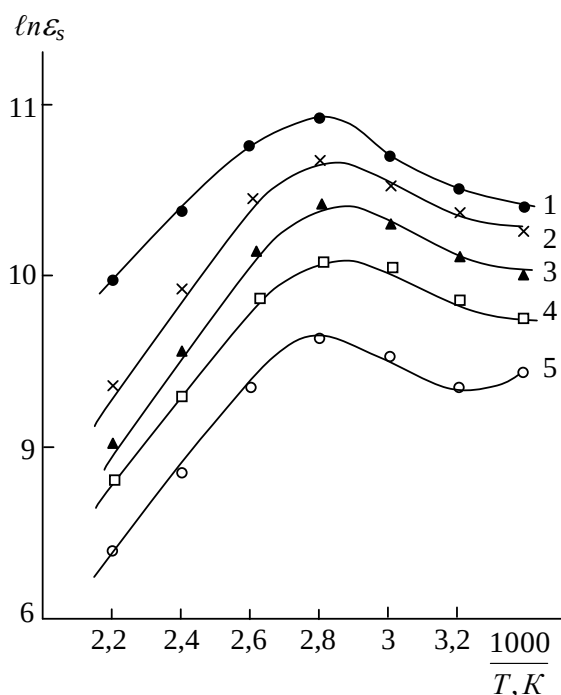


Рис. 6. Зависимость вещественной части диэлектрической проницаемости $(Bi_{0,3}Sb_{0,7})_2Te_3$ от температуры при различных уровнях деформации $\varepsilon \cdot 10^3$: 1-0; 2-0,68; 3-1,36; 4-2,04; 5-3,4.

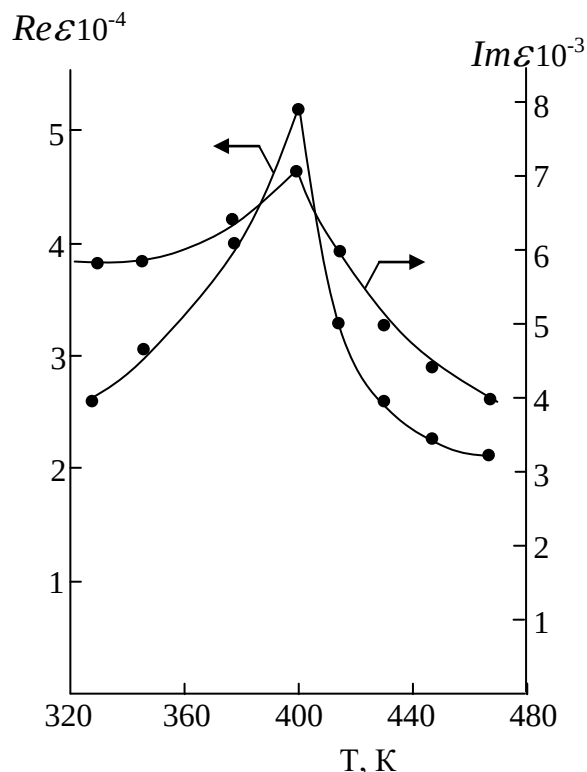


Рис. 7. Зависимость диэлектрической проницаемости $(Bi_{0,3}Sb_{0,7})_2Te_3$ от температуры.

температуры до 400 К диэлектрическая проницаемость возрастает, а затем уменьшается, т.е. имеется пологий максимум. Такая закономерность также наблюдается при исследовании мнимой части диэлектрической проницаемости пленок $(Bi_{0,3}Sb_{0,7})_2Te_3$ от обратной температуры при различных уровнях деформации растяжения в СВЧ – диапазоне. Ее абсолютная величина на порядок меньше величины вещественной части диэлектрической проницаемости. Экспериментально обнаружено, что вещественная часть диэлектрической проницаемости поликристаллических пленок $(Bi_{0,3}Sb_{0,7})_2Te_3$ достигает $5,3 \cdot 10^4$ ед., а мнимая часть - $7,1 \cdot 10^3$ ед. (рис. 7.). Эти данные, на наш взгляд, обусловлены взаимодействием пленки с кислородом при совместном влиянии температуры и деформации. При этом вносят определенный вклад локализованные состояния, образовавшиеся на границах кристаллитов. Динамика локальных неоднородностей и включения второй фазы с ростом температуры приводит к существенному изменению диэлектрической проницаемости поликристаллических пленок $(Bi_{0,3}Sb_{0,7})_2Te_3$. Напряженность СВЧ полей принимает случайную величину за счет неоднородности исследуемого материала. Это связано с тем, что в каждом участке исследуемых пленок могут располагаться компоненты гетерогенной среды с различными электрическими и диэлектрическими свойствами. При этом флуктуация электрических полей в пространственно – случайных областях отличается от нуля. Одноосная деформация, действуя на неоднородную среду, приводит к перераспределению локализованных носителей и изменению концентрации свободных носителей тока. Следовательно, электронная часть диэлектрической проницаемости уменьшается и качественно совпадает с экспериментальными результатами.

Большое значение диэлектрической проницаемости может быть обусловлено образованием гетерогенных систем при конденсации пленок в вакууме. В поликристаллических пленках

селенида свинца, вещественная часть импеданса ответственна за проводящую область, а мнимая часть – непроводящую. К такому заключению можно прийти на основе теории эффективных сред, которая достаточно описывает электропроводность и диэлектрическую проницаемость проводящих и непроводящих систем, если $Re\sigma$ и $Im\sigma$ отличаются друг от друга не более, чем на порядок. Если исследуемая гетерогенная среда содержится из двух фаз, то в случае $\sigma_1 \gg \sigma_2$ теория эффективной среды дает корректные результаты не для всех значений объемной доли низкоомного компонента, а лишь начиная с тех, которые соответствует порогу протекания $\Theta = \Theta_c$ [16].

Благодаря фиксированной частоте зависимость диэлектрической проницаемости и электропроводности $(Bi_{0.3}Sb_{0.7})_2Te_3$ от обратной температуры совпадает с результатами работы [17]. Экспериментальные результаты свидетельствуют о том, что, изменяя доли объема включений, возможно попасть в область порога протекания.

4. Заключение.

Таким образом, исследование температурной зависимости комплексной диэлектрической проницаемости твердых растворов $(Bi_{0.3}Sb_{0.7})_2Te_3$ выявило наличие особенностей в виде смены знака температурного коэффициента диэлектрической проницаемости, а также в виде максимумов и минимумов импеданса в области температур 350–450 К и частоты $\omega = 5,1 \cdot 10^{10}$ Гц. Данные особенности взаимосвязаны и обусловлены независимыми резонансными механизмами: совпадением частоты измерительного переменного напряжения с частотой перескоков электронов при реализации прыжковой проводимости; близостью периода измерительного сигнала к времени формирования барьерного слоя на границе зерен; приближением частоты внешнего СВЧ-поля к частоте структурных элементов образца. Полученные результаты могут быть использованы при создании функциональных устройств на основе твердых растворов $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$.

Список литературы

1. Khalid Bin Masood, Umar Farooq, Jai Singh. Evolution of the structural, dielectric and electrical transport properties of Bi_2Te_3 nano-sticks synthesized via polyol and solvothermal routes // *Physica B: Physics of Condensed Matter*. Volume 588, 1 July 2020, 412183. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2020.412183>
2. Дыбов В.А., Сериков Д.В., Федорова Е.Н., Синецкая Д.А., Мозговой П.С., Дяки М.С. Структура и механические свойства компактированных полупроводников на основе твердого раствора $Bi_2Te_3-Sb_2Te_3$, полученных в процессе горячего прессования и последующих обработок поверхности // *Вестник Воронежского государственного технического университета*, 2018, т.18, №6, сс.191-197.
3. Belonogov E.K., Dybov V.A., Kostyuchenko A.V., Kushchev S.B., Sanin V.N., Serikov D.V., Soldatenko S.A. Surface modification of thermoelectric branches based on $Bi_2Te_3-Bi_2Se_3$ solid solution by the method of pulsed photon processing // *Condensed media and interphase boundaries*. 2017. Т. 19. № 4.
4. Tasi C.-H., Tseng Y.-C., Jian S.-R., Liao Y.-Y., Lin C.-M., Yang P.-F., Chen D.-L., Chen H.-J., Luo C.-W., Juang J.-Y. Nanomechanical properties of Bi_2Te_3 thin films by nanoindentation // *Journal of Alloys and Compounds*. 2015. V. 619. P. 834-838.
5. Wang Z.-L., Matsuoka K., Araki T., Akao T., Onda T., Chen Z.-C. Extrusion Behavior and Thermoelectric Properties of $Bi_2Te_{2.85}Se_{0.15}$ Thermoelectric Materials // *Procedia Engineering*. 2014. V. 81. P. 616-621.
6. Абдуллаев Н.А., Абдуллаев Н.М., Алигулиева Х.В., Керимова А.М, Мустафаева К.М. и др. Механизм переноса заряда в тонких пленках твердых растворов $Bi_2(Te_{0.9}Se_{0.1})_3$ // *ФТП*, 2013, том 47, вып. 5, сс.586-590.

7. Сулаймонов Х.М. Влияние циклической деформации на электропроводность пленок $p\text{-(Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ на переменном токе. // Журнал технической физики. 2017. –Т. 87, № 3, с. 471-472.
8. Sulaymonov, H. M., & Yuldashev, N. K. (2016). Effect of internal stresses on the static strain characteristics of $p\text{-(Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ composite films. Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 10(4), 878-882.
9. Юлдашев Н.Х., Сулаймонов Х.М. Пьезосопротивления кристаллов и поликристаллических пленок узкозонных полупроводников типа PbS. Фергана, “Фарғона”: 2021. Монография. 132 с.
10. Sulaymonov Kh.M., Yuldashev N.Kh. The Third European Conference on Physics and Mathematics, 12th September, Vienna, Austria, 2015. 19p.
11. Гаджиев Г.М., Гамзатов А.Г., Алиев Р.А., Абакарова Н.С., Эмирасланова Л.Л., Маркелова М.Н., Кауль А.Р. Температурно-частотная зависимость диэлектрического отклика в мультиферроике LuFe_2O_4 , ФТТ, 2020, том 62, выпуск 5, 678–682.
12. Алиев Р.А., Гамзатов А.Г., Гаджиев Г.М., Абакарова Н.С., Кауль А.Р., Маркелова М., Эмирасланова Л.Л. Влияние частоты переменного электрического поля на температурные спектры импеданса керамического мультиферроика LuFe_2O_4 // ФТТ, 2018, том 60, вып. 6, сс.1062-1066.
13. Sulaymonov Kh.M., Yuldashev N.Kh. Effect of Internal Stresses on the Static Strain Characteristics of $p\text{-(Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ Composite Films. // Journal of surface investigation: X-ray, synchrotron and neutron techniques, 2016. Vol.10, No. 4, p.52-56.
14. Степанов Н. П., Калашников А. А., Улашкевич Ю. В. Оптические функции кристаллов твердых растворов $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ в области возбуждения плазмонов и межзонных переходов. Оптика и спектроскопия, 2010. Т. 109. № 6. С. 1138-1143..
15. Гольцман Б.М., Кудинов В.А., Смирнов И.А. Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе Bi_2Te_3 (М., Наука, 1972).
16. Ивон А.И., Черненко И.М. Температурная и частотная зависимости электропроводности и диэлектрической проницаемости неоднородных полупроводников в области порога протекания // ФТП, 1981, т. 15, в. 2, сс. 263-267.
17. Комник Ю.Ф., Палатник Л.С. О влияние структуры на электропроводность тонких пленок // ФТТ, 1965, т. 7, №2, сс. 539-544.

ҚУРИЛИШ МАТЕРИАЛЛАРИ САНОАТИДА ИШЛАТИЛГАН ОЛОВГА ЧИДАМЛИ МАТЕРИАЛЛАРДАН ҚАЙТА ФОЙДАЛАНИШ

Р.Ж. Тожиев, докторант Б.С. Ортиқалиев

Фаргона политехника институти
(Қабул қилинди 19.10.2024 й.)

Аннотация: Мақолада қурилиш саноатида оловга чидамли материалларни қўллаш ва ишлатиш жараёнида ҳосил бўладиган оловбардош чиқиндиларни қайта ишлаш ҳақида ёзилган. Қурилиш саноатининг келажакдаги ривожланишида оловга чидамли чиқинди материалларидан фойдаланиш ва қайта ишлатишда максимал даражада ошириш керак ва оловга чидамли материаллардан ишлаб чиқарилган юқори қўшимча қийматли маҳсулотларни доимий равишда тарғиб қилиш, оловга чидамли материаллардан фойдаланиш тўғрисида ёзилган.

Таянч сўзлар: оловга чидамли материал, саралаш, тозалаш, энергия тежаш, идиш, чиқинди, хом-ашё, технология, атроф-муҳит

Аннотация: В статье описана переработка огнеупорных отходов, образующихся при применении и использовании огнеупорных материалов в сфере сноса зданий. В будущем развитии строительной отрасли следует максимально увеличить использование и повторное использование отходов огнеупорных материалов, а также постоянное продвижение продукции с высокой добавленной стоимостью из огнеупорных материалов, основанной на использовании огнеупорных материалов.

Ключевые слова: огнеупорный материал, сортировка, очистка, энергосбережение, тара, отходы, сырье, технология, окружающая среда.

Abstract: The article describes the processing of refractory waste generated during the application and use of refractory materials in the demolition industry. In the future development of the construction industry, the use and reuse of waste refractory materials should be maximized, and the continuous promotion of high value-added products made of refractory materials is written on the use of refractory materials.

Keywords: fire-resistant material, sorting, cleaning, energy saving, container, waste, raw materials, technology, environment.

Оловга чидамли материаллар қурилиш материаллари саноатида кенг қўлланилади, корхоналар узлуксиз ишлаб чиқаришни таъминлаш учун юқори ҳароратларда ишлаш учун катта миқдорда оловга чидамли материалларни сотиб олишлари керак бўлади.

Корхоналарда ҳар бир ишлаб чиқариш жараёни чўян ва пўлат печларнинг кундалик тамири ва чўян сув идишидаги оловга чидамли материалларни ишлатиш оловга чидамли чиқинди материалларини ҳосил бўлишига олиб келади.

Умуман олганда, кўпчилик корхоналар ишлаб чиқариш жараёнларида ҳосил бўлган оловга чидамли чиқинди материалларини йўқ қилиш усулидан фойдаланишга қарор қилмоқдалар. Лекин айрим қурилиш саноатини ўзгартириш ва модернизатция қилиш, энергия тежаш ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш талабларини ишлаб чиқиш, пўлат қолдиқларидан оловга чидамли материалларни танлаш, таснифлаш ва махсус қайта ишлаш, юқори оловга чидамли хом ашёни, ҳар томонлама ишлаб чиқиш ва қайта ишлаш мумкин, нафақат қурилиш саноатини ўзгартириш ва янгилашга ёрдам беради, қурилиш корхонасининг иқтисодий айланишини амалга оширади, иқтисодий ёқотишларни камайтириши мумкин.

Ҳозирги вақтда Хитойда оловга чидамли чиқиндиларнинг йиллик ишлаб чиқарилиши ўсишда давом этмоқда, бу нафақат чиқиндилар ҳажмининг ошишига, пўлат фабрикаларини ишлаб чиқариш ва тозалаш харажатларининг ошишига, балки атроф-муҳитнинг ифлосланишига ҳам олиб келади.

Оловга чидамли материалларни технологик қайта ишлаш орқали саноат аҳамиятига эга бўлган янги маҳсулотларни олиш мумкин.

Шан Стеел Групп, Хитойнинг шимоли-гарбий қисмида йиллик 10 миллион тонна йирик ишлаб чиқариш қувватига эга бўлиб, гарбий минтақада биринчи даражали пўлат

хром гиштлири, чиқинди алюминий юқори таркибли алюминий гишт (шу жумладан муллит ва пўлат жаде гиштлири) ҳар бир қурилиш корхонасининг материалларга бўлган талабларини ишлаб чиқаришда бевосита қўлланилиши мумкин.

Саралашдан сўнг янги рефрактер оловга чидамли материал қўшиш учун 2 нисбатига мувофиқ бўлиши керак, шунингдек, чуқурликда янги рефрактер қайта ишлаш нисбати билан аралаштирилган бўлиши мумкин, яхлитлик қуйиш ёки қуйма тўқималарни ишлаб чиқариш усули янги оловга чидамли маҳсулотларни қайта ишлаш, шунинг учун оловга чидамли материаллардан фойдаланган ҳолда бошқа жараёнларнинг талабларини қондириш, қуйма темир таннархида оловга чидамли материал тайёрлашни камайтириш ва ишлаб чиқариш ва эксплуатация қилиш корхонасига айлантириш.

Шу билан бирга, келажакдаги ривожланиш жараёнида чиқиндиларни қайта ишлашга чидамли материалларни кенг қамровли қўллашни янада рағбатлантириш, қайта ишланган маҳсулотларнинг қўшимча қиймати ва технологик даражасини яхшилаш, чиқиндиларни қайта ишлашга чидамли материалларни қўллаш доирасини кенгайтириш ва оловга чидамлилиги туфайли атроф-муҳитнинг ифлосланишини камайтириш зарур.

Кўп амалиётдан оловга чидамли материаллар чиқиндиларини қайта тиклаш технологиясини такомиллаштириш шуни кўрсатадики, чиқиндиларни қайта ишлаш технологияси ва қўлланилиши даражасини ошириш учун, бир томондан, оловга чидамли чиқинди материални қайта ишланган маҳсулот эрозияга чидамлилигини, карозияга қаршилигини ва бошқа хусусиятларни яхшилаш, сифатни самарали яхшилаш имконини беради. Чиқиндиларни қайта ишлаб чиқариш, оловга чидамли материал ёқотилишини камайтириш, оловга чидамли материаллар чиқиндиларини йўқ қилишни оптималлаштириш тасирга эга;

Шу сабабли, қурилиш саноатида чиқиндиларни оловга чидамли материаллардан фойдаланишни кучайтириш учун нафақат барча турдаги оловга чидамли материаллардан комплекс фойдаланиш, балки чиқиндиларни қайта ишлаш технологияси ва жараёнига ҳам этибор қаратиш ва турли хил материалларни қўллаш керак.

Материалнинг ўзи ишлаб чиқариш жараёнида юқори қаттиқлик ва юқори ҳароратли эрозияга эга, органик ва ноорганик бирикмалар мажмуасини шакллантириш, майдалаш, кучдан ҳимоя қилиш, ишлаб чиқариш самарадорлиги паст бўлган оловга чидамли материал бўлиб, материалга қўйиладиган махсус талаблар туфайли, бир вақтнинг ўзида қуруқ бўлиши керак, майдалаш жараёни муқаррар равишда чанг бўлади, ходимлар ва атроф-муҳит объектларидан чангни тозалаш учун кўплаб қурилмаларга сармоя қилиш керак, бу эса юқори экологик харажатларга олиб келади.

Оловга чидамли материалларни бузиш ва тиклаш фақат техник хизмат кўрсатиш ва тамирлаш оралигида амалга оширилиши мумкин ва шу билан бирга, шикастланган асбоб-ускуналарни ўз вақтида тамирлаш керак. Иш жойидаги муҳит бир-бири билан ҳамбарчас боғлиқ ва кўпинча вақт билан чекланган техник хизмат кўрсатишга тўғри келади, бунинг натижасида чиқиндида чидамли материаллар тўғридан-тўғри тозаланади ва тузатиш ишларига тасир қилади.

Хулоса. Хулоса қилиб айтганда, қайта тикланадиган манба сифатида оловга чидамли чиқиндилар пўлат ишлаб чиқариш ва эксплуатация қилишнинг иқтисодий ва ижтимоий афзалликларини яхшилаш учун қурилиш саноати харажатларини самарали равишда камайтириши, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва қурилиш корхоналарининг барқарор ривожланишига ёрдам бериши мумкин.

Ҳозирги вақтда қурилиш саноатида оловга чидамли чиқинди материаллардан фойдаланиш маълум бир миқёсга эга, масалан, чиқинди темир-бетон хандақ, углеродли чиқиндилар магний гиштлири аста-секин кенг қамровли қайта ишлашга айланади.

Шу билан бирга, қурилиш саноатининг келажакдаги ривожланишида оловга чидамли чиқиндиларни материаллардан фойдаланиш ва қайта ишлашни максимал даражада ошириш керак ва оловга чидамли материаллардан ишлаб чиқарилган юқори қўшимча қийматли гишт маҳсулотларни доимий равишда тарғиб қилиш ва оловга чидамли чиқинди материаллардан

фойдаланиш керак.

Адабиётлар

- [1]. Хорошавин, Л.Б. Значение вторичных огнеупоров недооценено / Л.Б. Хорошавин // Уральский рынок металлов. 2006. № 8. – С. 39–42.
- [2]. Хорошавин, Л.Б. Современные тенденции развития производства и применения огнеупоров. / Технология композиционной керамики в материаловедении: материалы заочной Всероссийской конференции. – Уфа: Вагант, 2008. – С. 22–30.
- [3]. “Иктидорли талабалар, магистрантлар, докторантлар ва мустакил изланувчилар “ илмий – амалий анжумани материаллари 2018 йил 11-12 май. 25-бет. “ Донадор ва сочилувчан материалларни саралаш машинаси” т.ф.д, проф: Тожиев Р.Ж, магистрант: Ортиқалиев Б.С.
- [4]. “Истеъмол бозорини сифатли озиқ-овқат маҳсулотлари билан таъминлаш-фаровонлик ва тараққиётнинг муҳим омили” республика илмий - амалий анжумани материаллари 2018 йил 4-5 май. 279-бет. “KVARTS” АЖ да Оловбардош гишт хомашёсини саралаш жараёнларини тадқиқ қилиш” т.ф.д, проф: Тожиев Р.Ж, магистрант: Ортиқалиев Б.С.
- [5]. Тожиев Р.Ж., Садуллаев Х.М., Ортиқалиев Б.С. Техноген хом-ашёлардан тайёрланган оловбардош гиштнинг хоссаларига тўлдирувчи моддалар гранулометриқ таркибининг таъсири ФарПИ ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ 2024, Т.28.спец.выпуск №15 9-13 бетлар.

PISHITILGAN IP ISHLAB CHIQARISHGA TA’SIR QILUVCHI ASOSIY OMILLARNING MAQBUL QIYMATLARINI ANIQLASH

D.D. Atambayev

Namangan muhandislik-texnologiya instituti
[\(Qabul qilindi 28.09.2024 y.\)](#)

Ushbu maqolada iplarni qo’shib o’rash mashinasining takomillashirilgan ishchi qismi ishlashiga ta’sir qiluvchi asosiy omillar chegaraviy parametrlarini belgilab, matematik rejalashtirish usulida ularning maqbul qiymatlari aniqlandi. Ushbu qiymatlar mashina ishlaganda ipning pishiqligiga ta’siri bo’yicha grafiklar qurildi hamda ular tahlil qilindi.

Kalit so’zlar. *To’qimachilik, pishiqlik, yigirish, ip, ipni pishitish, maqbul qiymatlar, omillar, ip tarangligi, ip o’rash tezligi, shayba og’irligi.*

В данной статье определены предельные параметры основных факторов, влияющих на производительность усовершенствованной рабочей части нитемотальной машины, и методом математического планирования определены их оптимальные значения. Эти значения были построены на графике и проанализированы на предмет влияния машины на твердость пряжи.

Ключевые слова. *Текстиль, прочность, прядение, пряжа, варка пряжи, допустимые значения, факторы, натяжение пряжи, скорость намотки пряжи, вес шайбы.*

This article defines the limiting parameters of the main factors influencing the performance of the improved working part of the thread winding machine, and their optimal values are determined by the method of mathematical planning. These values were plotted and analyzed for the effect of the machine on yarn stiffness.

Keywords. *Textiles, maturity, spinning, yarn, yarn cooking, acceptable values, factors, yarn tension, yarn winding speed, puck weight.*

Kirish. Jahon to’qimachilik mahsuloti bozoridagi raqobatning kuchayishi, to’qimachilik xomashyosi ishlab chiqaruvchi mamlakatlarda ishlab chiqarish texnologiyalarini rivojlantirish hisobiga mahsulot sifatini yanada yaxshilash va texnika va texnologiyalar ish unumdorligini oshirish natijasida sanoat korxonalarida resurstejamkorlikni ta’minlash, mahallif xom ashyolardan keng foydalanish zaruratini yanada oshirmoqda. Shunga ko’ra dunyo bozorida to’qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarish sohasida mahsulotlar sifatini yaxshilash va tannarxini kamaytirish maqsadida asosiy jarayonlardan biri - yigirish hamda iplarni to’quvchilikka tayyorlash jarayonlarida texnologik jarayonlar ishlashiga salbiy ta’sir ko’rsatuvchi omillarni aniqlash va bartaraf qilish, avtomatlashtirilgan, resurstejamkor zamonaviy mashinalarni yaratish va joriy qilish katta ahamiyatga egadir [1,2].

Jahonda yigirilgan iplarni tayyorlash va ularni pishitish texnika va texnologiyalarining ilmiy asoslarini yaratish, ishlab chiqarish jarayoniga mos bo'lgan zamonaviy mashina va uskunalar ilmiy-texnik imkoniyatlarini atroflicha o'rgangan holda me'yoriy texnologik parametrlarni ishlab chiqish alohida ahamiyat kasb etib bormoqda. Bu borada yigirish jarayonidan chiqqan iplarni pishitish orqali sifat va mustahkamlik ko'rsatkichlarini o'zgartirish, bozor talablariga mos bo'lgan pishiq iplarni ishlab chiqarish, pishitilgan ip ishlab chiqarishda resurstejamkorlikni ta'minlash hamda ishlab chiqarilgan mahsulot tannarxini kamaytirish bo'yicha maqsadli ilmiy izlanishlarni amalga oshirish dolzarb ahamiyat kasb etadi [3].

Ipni qo'shish jarayoni ipning bir xil uzunlikda va taranglikda qo'shib o'ralishi bilan sifati baxolanadi. Qo'shish texnologik jarayonining ta'sir etuvchi omillar sifatida kiruvchi omillar x_1 - ip tarangligi, sN , x_2 – ipni o'rash tezligi, m/min, x_3 – shayba og'irligi, gram, ko'rsatkichlari olingan. Tadqiq etilayotgan omillar o'zgarish sathlari va oraliqlarini tanlash 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Tadqiq etilayotgan omillar o'zgarish sathlari va oraliqlarini tanlash

Omillar nomi va belgilanishi	O'zgartirish sathlari			O'zgartirish oralig'i
	-1	0	+1	
x_1 - ip tarangligi, sN ,	250	400	550	150
x_2 - ip o'rash tezligi, m/min,	350	500	650	150
x_3 - shayba og'irligi, gramm,	14,2	20,1	26	5,9

O'rganilgan ipning pishiqligi va izilishdagi izayishini aniqlash bo'yicha sinov natijalari sifatida o'zgarishi ko'rsatkichlari olindi. Sinov ishlari markaziy nokompozitsion tajriba matritsasi asosida 3 ta qiruvchi omillarni 15 hil sinov ishlari tahlil uchun qabul qilinib, sinov natijalari bo'yicha baxolandi (2-jadval).

2-jadval

Markaziy nokompozitsion tajriba matritsasi

№	Omillar			$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	x_1^2	x_2^2	x_3^2	Y_1	Y_2	$S_u^2(Y_1)$	$S_u^2(Y_2)$
	x_1	x_2	x_3										
1	+	+	0	+	0	0	+	+	0	1185	3,8	68,4	0,98
2	+	-	0	-	0	0	+	+	0	921	6,8	29,8	1,2
3	-	+	0	-	0	0	+	+	0	951	7,2	48,9	0,68
4	-	-	0	+	0	0	+	+	0	695	11,5	62,7	1,26
5	+	0	+	0	+	0	+	0	+	1105	7,8	39,4	1,4
6	+	0	-	0	-	0	+	0	+	958	8,2	74,6	1,9
7	-	0	+	0	-	0	+	0	+	924	7,6	68,4	0,89
8	-	0	-	0	+	0	+	0	+	768	11,6	49,7	0,62
9	0	+	+	0	0	+	0	+	+	1108	5,8	52,7	0,14
10	0	+	-	0	0	-	0	+	+	995	7,8	72,6	0,97
11	0	-	+	0	0	-	0	+	+	820	8,2	67,4	0,78
12	0	-	-	0	0	+	0	+	+	701	10,5	94,2	0,38
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1105	6,8	82,4	0,02
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1128	5,9	76,9	0,14
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1139	6,1	98,4	0,11

Regressiya koeffitsientlarini aniqlashda Styudent, matematik modelning adekvatli yoki adekvat emasligini tekshirish maqsadida Fisher mezonlaridan foydalanildi. Chiquvchi omillar sifatida Y_1 – Ipning pishiqligi (N) bo'yicha tanlandi [4].

Tajriba natijalaridan kelib chiqib, ikkinchi darajali regression ko'p omilli matematik modelni

qidiramiz. Ushbu tajriba natijasida quyidagi umumiy ko‘rinishdagi regression modelni olish mumkin:

$$Y_R = b_0 + \sum_{i=1}^M b_i x_i + \sum_{\substack{i,j=1 \\ j \neq i}}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^M b_{ii} x_i^2$$

Yoki tajribamizda uchta omil qatnashayotgani uchun yuqoridagi ifoda quyidagi ko‘rinish oladi:

$$Y_R = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2$$

Aniqlangan regressiya koeffitsientlarini hisobga olgan holda tenglama quyidagicha yoziladi:

$$Y_{R1} = 1124 + 103,88x_1 + 137,75x_2 + 66,88x_3 + 2x_1x_2 - 2,25x_1x_3 - 1,5x_2x_3 - 77,75x_1^2 - 94,12x_2^2 - 93,75x_3^2$$

Ma’lumki, agar mezonning hisobiy qiymati jadval qiymatidan kichik bo‘lsa, o’sha koeffitsient ahamiyatli emas va uni tenglamadan chiqariladi. Tadqiqotlarda b_{12} , b_{13} , b_{23} koeffitsienti tadqiq etilayotgan parametrlar uchun ahamiyatsiz ekanligi ma’lum bo‘ldi:

Ahamiyatli koeffitsientlar bilan tenglamani qayta yoziladi:

$$Y_{R1} = 1124 + 103,88x_1 + 137,75x_2 + 66,88x_3 + 77,75x_1^2 + 94,12x_2^2 - 93,75x_3^2$$

Olingan Y_1 - ipning pishikligi bo‘yicha regressiya koeffitsientlarining ahamiyatligini aniqlash bo‘yicha tenglamalarni adekvatlikka tekshirish. Tekshirish Fisher mezonni yordamida amalga oshiriladi. Fisher mezonining hisobiy qiymati aniqlanadi. Optimallanayotgan omilning hisobiy qiymati Y_1 tenglama matritsadagi (-1, 0 va +1) barcha ustunlarining kodlashtirilgan qiymatlarini qo‘yib hisoblanadi. Qiymatlar ustun bo‘yicha emas, qator bo‘yicha olinadi. Y formula uchun hisoblash ishlari quyidagicha bo‘ladi va hisobiy natijalar 3-jadvalga kiritilgan.

3-jadval

Adekvativ dispersiya uchun tenglamaga kodlashtirilgan qiymatlarining hisobiy natijalar

№	Y ₁ -Ipning pishikligi (N)				Y ₂ - Ipning uzilishdagi uzayishi (%) bo‘yicha			
	Y _{1i}	Y _{1i}	(Y _{1i} -Y _{R1i})	(Y _{1i} -Y _{R1i}) ²	Y _{2i}	Y _{2i}	(Y _{2i} -Y _{R2i})	(Y _{2i} -Y _{R2i}) ²
1	1185	1194	8,8	76,7	3,8	4,89	1,09	1,19
2	921	918	-2,7	7,5	6,8	7,99	1,19	1,42
3	951	986	35,0	1225,0	7,2	7,71	0,51	0,26
4	695	711	15,5	240,3	11,5	10,8	-0,69	0,48
5	1105	1123	18,3	333,4	7,8	6,99	-0,81	0,66
6	958	990	31,5	992,3	8,2	7,37	-0,83	0,69
7	924	916	-8,5	72,3	7,6	8,01	0,41	0,17
8	768	782	13,7	188,8	11,6	12	0,39	0,15
9	1108	1141	32,8	1073,2	5,8	5,59	-0,21	0,04
10	995	1007	12,0	144,0	7,8	7,77	-0,03	0,00
11	820	865	45,3	2048,5	8,2	8,69	0,49	0,24
12	701	732	30,5	930,3	10,5	10,9	0,37	0,14

$$\sum_{u=1}^{N-N_g+1} (Y_{R1,u} - \bar{Y}_{1u})^2 = 7332,146$$

$$\sum_{u=1}^{N-N_g+1} (Y_{R2,u} - \bar{Y}_{2u})^2 = 5,428$$

$$S_{nad}^2\{Y_1\} = \frac{7332,146}{4} = 1833,04$$

$$S_{nad}^2\{Y_2\} = \frac{5,428}{4} = 1,36$$

Ma'lumki agar mezonning hisobiy qiymati jadval qiymatidan kichik bo'lsa, o'sha koeffitsent adekvat bo'lib hisoblashlar to'g'ri olib borilganligini isbotlaydi [5,6]

$$F_{R1} = \frac{S_{nad}^2\{Y\}}{S^2\{\bar{Y}\}} = \frac{1833,04}{128,85} = 14,2$$

$$F_{R2} = \frac{S_{nad}^2\{Y\}}{S^2\{\bar{Y}\}} = \frac{1,36}{3,135} = 10,01$$

$$F_j \left[P_D = 0,95; f\{S_{nad}^2\{Y\}\} = 15 - 6 - (3 - 1) = 5; f\{S_u^2\} = 3 - 1 = 2 \right] = 4,74$$

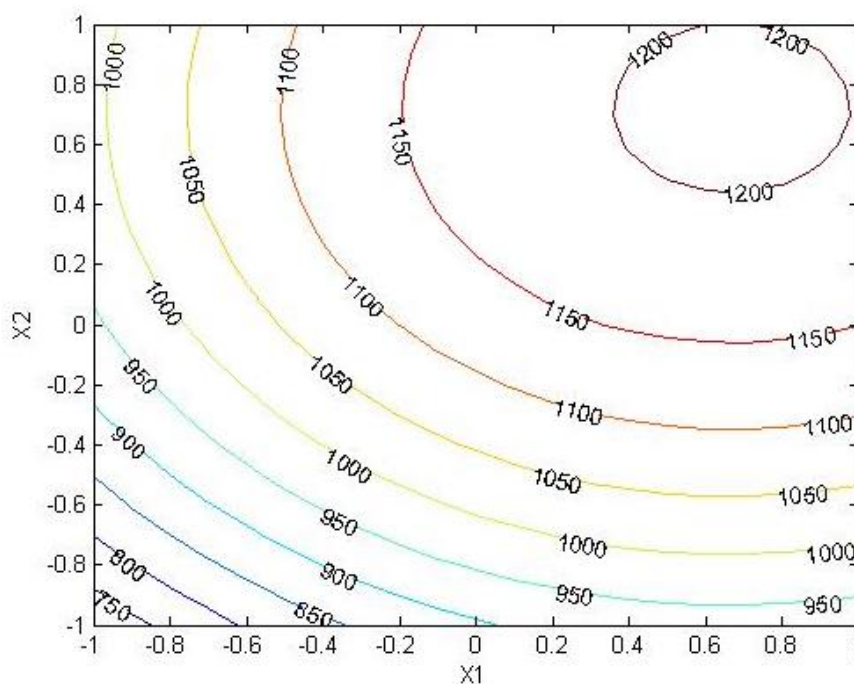
$$F_{R1} = 14,21 < 19,25 = F_j$$

$$F_{R2} = 10,01 < 19, = F_j$$

Demak olingan regresion matematik modelar tadqiq etilgan jarayonni etarli aniqlikda ifodalaydi.

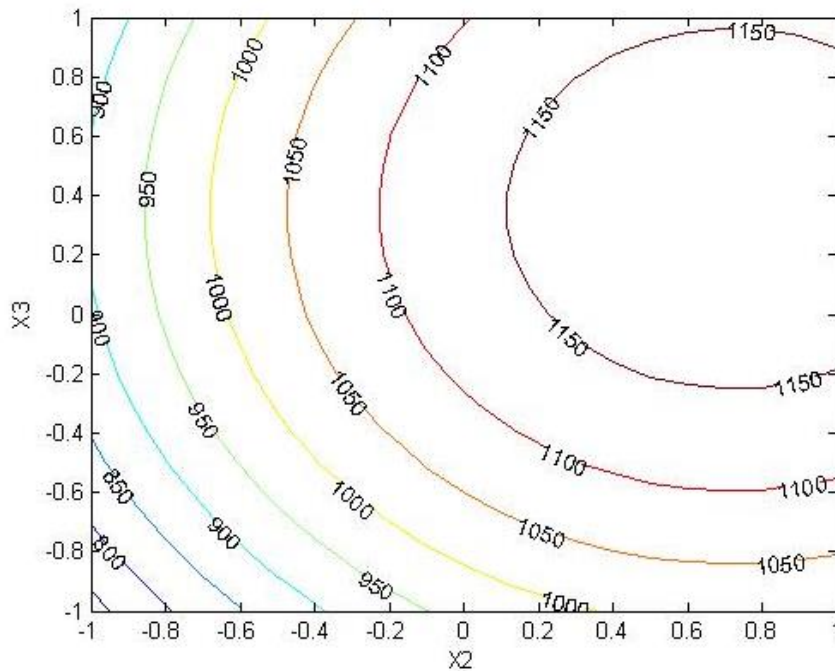
Tadqiqot natijalari. Tadqiqot uchun chiqish parametrining xususiyatlarini aniqlash uchun tuzilgan tenglama uch o'lchovli bo'lgani uchun, tahlildagi kirish omillaridan biri $X_i = 0$ (markaziy holat) deb qabul qilinadi va biz ikki o'lchovli grafikni modellarni 3 ta tenglamaga o'zgartirish yo'li bilan tuzamiz [7].

$$Y_{R1} = 1124 + 103,88x_1 + 137,75x_2 + 66,88x_3 + 77,75x_1^2 + 94,12x_2^2 - 93,75x_3^2$$



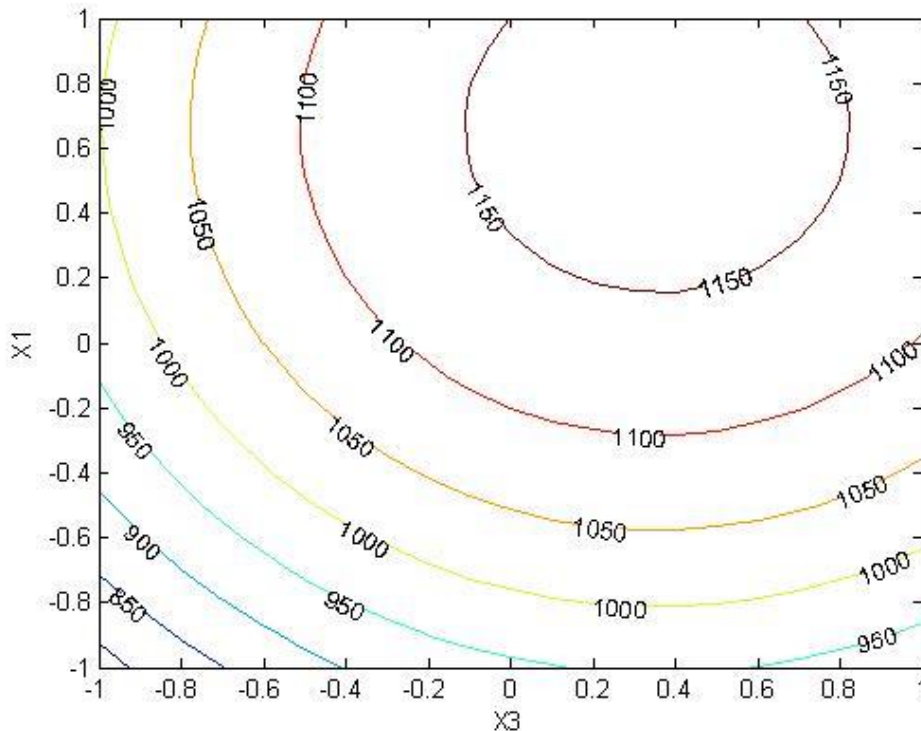
1 -rasm. Ip tarangligining ip o'rash tezligiga bog'liqlik modeli grafiklari.

1-rasmdagi grafiklarda ikkita x_1 (ip tarangligi) ning x_2 (ip o'rash tezligi) ga bog'liq holda ip pishiqligiga ta'siri tasvirlangan. Har bir tajribada bo'lgani kabi mazkur tadqiqotda ham kiruvchi omillarning ta'siri o'rganib chiqildi. Chiquvchi parametr Y_1 qiymatlari maksimizatsiya holatida tanlashi kerak.



2-rasm. Shayba og'irligining ip o'rash tezligiga bog'liqlik modeli grafiklari.

2-rasmdagi grafiklarda esa yana ikkita asosiy omillar x_2 (ip o'rash tezligi) ning x_3 (shayba og'irligi) ga bog'liq holda ip pishiqligiga ta'siri tasvirlangan. Ushbu holatda kichik tajribalar uslubi yordamida ikki omilning chiquvchi parametrga ta'sirini o'rganish ishlari amalga oshirilgan hamda optimallashtirish orqali asosiy qiymatlar aniqlangan.



3-rasm. Ip tarangligining shayba og'irligiga bog'liqlik modeli grafiklari.

3-rasmdagi grafiklarda x_1 (ip tarangligi) ning x_3 (shayba og'irligi) ga bog'liq holda ip pishiqligiga ta'siri tasvirlangan. Barcha holatlar uchun chiquvchi parametr qiymatlarini aniqlaymiz.

Xulosa. Mazkur tadqiqotlarda ip qo'shish qurilmasida ip tarangligi (sN), ipni o'rash tezligi (m/min) va shayba og'irligi (gramm) o'zgarishini olingan ipning pishiqligiga bog'liqligi (tahlili) izoliniyalari sirtini og'ishi tasvirlangan bo'lib, grafiklardan ko'rinib turganidek maksimal pishiqlik ip tarangligi $X_1=400$ sN yuqori, ipni o'rash tezligi $X_2=500$ m/min va taranglovchi shayba og'irligi $X_3=20,1$ gramda bo'lganda erishiladi.

Adabiyotlar

- [1]. L.A.Amzaev, Q. J. Jumaniyazov, S.L.Matmailov. Tadqiqotni ilmiy asoslari va texnologik jarayonlarni muqobillash. Darslik. - T.: TTESI. 2008. - 147 bet.
- [2]. U.X. Meliboev, To'qimachilik sanoati texnologik jarayonlarini modellashtirish asoslari, O'quv qo'llanma, Adabiyot uchqulari, Namangan, 2020.
- [3]. A.G. Sevostyanov, Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. - М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. - 648 с.
- [4]. J. Yuldashev, M.Mirxojaev, D.Atambaev, D.Raimberdieva. Analysis of modern sportswear materials. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 3, March 2019
- [5]. D.Atambaev. Analysis of Fibrous Waste Generated in the Preparation Departments of Spinning Mills and Cotton Processing. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 9, September 2020
- [6]. D.Atambaev, M.Sultanov. Murakkab tuzilishdagi pishirilgan iplarning notekisligini kamaytirishda cho'zish asbobining ahamiyati. Farg'ona politexnika institute Ilmiy-texnika jurnali T 26,2022, 198-201 b.
- [7]. M.Mirxojayev, D.Atambaev. Change Of Cotton Fiber Quality Indicators Under Technological Processes. The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research Volume 03 Issue 04-2021, 241-249 p.

МОДЕРНИЗАЦИЯЛАШГАН АРРАЛИ ЦИЛИНДР ВАЛИНИНГ ТАДҚИҚИ

А.Ш. Мирзаумидов

Наманган муҳандислик-технология институти,
E-mail: bek_mirzaumidov@mail.ru, tel: +998(50) 10000881
(Қабул қилинди 14.10.2024 й.)

Анотация: Пахта тозалаш саноати учун машиналар яратишда унумдорлиги юқори машиналар юритма ва валларини ҳисоблаш усулларини яратиш ва аниқлаштириш масалалари айниқса, муҳим ҳисобланади.

Мақолада жиннинг асосий ишчи органи аррали цилиндр вали массасини камайтириш вазифаси ўйиқ очиш йўли билан бажарилган ва енегиллашган валнинг конструктив хусусиятлари белгиланган. Унинг моҳияти шундан иборатки, жин аррали цилиндри валининг ички ўйиқ қисмини айлана томонини симметрик тишили қилиб бажариш ва валнинг тегишли ички иллицаларидаги ариқчаларига кирадиган ташиқ иллицаларнинг кириши массасини айланиш ўқиға нисбатан ўзига ҳос мувозанатланишиға олиб келади ҳамда мустаҳкамлигини ва ишлашда ишончлигини ортишиға олиб келади. Бу эса вал ва аррали цилиндр эгилиш бикрликларини унча камайтирмаган ҳолда уларнинг массасини анча камайтириш йўли билан ресурстежамкорлик ва ишончлиликни ошириш ҳамда талаб қилинган сифат кўрсаткичларига эга пахта тола олишни таъминлайди.

Таянч сўзлар: Жин, аррали цилиндр, вал, хом ашё валиги, солқилик, массани камайтириш, ўйиқ, конструктив хусусиятлари, эгилиш бикрлиги.

Аннотация: В статье определена задача уменьшения массы основного рабочего органа джина, т.е. вала цилиндра, за счет раскрытия канавки и конструктивных особенностей вала. Суть ее в том, что внутренняя канавочная часть Вала цилиндра пилы выполняет круговую сторону с симметричными зубчатыми колесами, а входение

наружных шлицов в канавки в соответствующих внутренних шлицах вала приводит к определенному равновесию массы относительно оси вращения и повышает его прочность и надежность в эксплуатации. Это позволит повысить ресурсоэффективность и надежность за счет значительного снижения массы вала и цилиндров пилы без существенного снижения жесткости на изгиб, а также получения хлопкового волокна с требуемыми качественными характеристиками. Вопросы создания и определения методов расчета высокопроизводительных машинных приводов и валов особенно важны при создании машин для хлопкоочистительной промышленности.

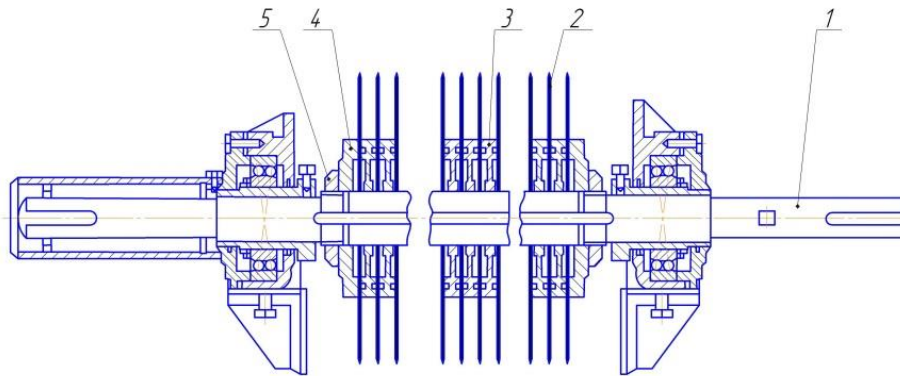
Ключевые слова: джин, цилиндрические тыквы, пыльный цилиндр, вал, сырой валок, прогиб, снижение веса, канавки, конструктивные особенности, изгибная жесткость.

Annotation: In the article, the task of reducing the mass of the main working body of the gin, i.e. the cylinder shaft by means of the opening of the groove and the design features of the shaft is determined. Its essence is that the inner groove part of the gin saw cylinder shaft performs the circular side with symmetrical gears and the entry of external slits into the grooves in the corresponding inner slits of the shaft leads to a specific equilibrium of the mass relative to the axis of rotation and increases its strength and reliability in operation. This will increase resource efficiency and reliability by significantly reducing the mass of the shaft and saw cylinders without significantly reducing the bending stiffness, as well as obtaining cotton fiber with the required quality characteristics. The issues of creating and defining methods for calculating high-efficiency machine drives and shafts are especially important in the creation of machines for the ginning industry.

Keywords: gin, cylinder gourds, saw cylinder, shaft, raw roller, deflection, weight reduction, grooves, design features, bending stiffness.

Пахта тозалаш саноати учун пахтани жинлашда янги техника ва технологияларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштиришга йўналтирилган кенг камровли илмий изланишлар олиб борилмоқда. Дунёда чигитли пахтани ўрта толали навларини жинлаш техникатеологиясини такомиллаштириш бўйича қатор устувор йўналишларда тадқиқодлар олиб борилмоқда. Уларга қуйидагиларни мисол келтириш мумкин: юқоринамлик ва ифлосликдаги чигитли пахтадан тола ажратиш учун аррали жинларни такомиллаштириш; жинлаш жараёни ва арра тишларидан толани аэромеханик усулда ажратишнинг илмий асосларни яратиш; жинлаш режимлари ва ишчи параметрларини асослаш бўйича ҳисоблаш методлари, чигитни ишчи камерададан максимал даражада чиқишини таъминлайдиган хомашё валиги тезлаткичини ва параметрларини ҳисоблашнинг илмий асосларини яратиш, тебранувчи таркибли колосникларни ва тола сифатини максимал даражада сақлайдиган юқори иш унумида ишлайдиган енгиллаштирилган аррали цилиндр конструкциясини ишлаб чиқиш ва параметрларини асослаш ва ҳ.к. Пахтани дастлабки ишлаш заводининг асосий машиналаридан жин машинаси бўлиб, унинг ишчи органларининг ишлаш жараёнидаги асосий муаммоларига тола чиқишини камлиги, тола ва чигитни юқори даражада шикастланиши, камерада тозаланган чигитни ажратиш олишни мураккаблиги, юқори сарф қуввати, самаранинг пастлиги, юқори намликдаги пахтани жинлашни имкони йўқлиги киради.

Ўшбу конструкциянинг камчилиги: Арралар орасидаги технологик масофани ва бўшлиқни ўзгаришига олиб келувчи валнинг катта эгилиши, аррали цилиндр массасининг катта эканлиги сабабли талаб қилинувчи қувватнинг юқорилиги бўлиб, улар толаларни ва чигитларни шикастланишига, шунингдек жинни унумдорлигини пасайишига олиб келади. Аррали цилиндр массасининг катталиги, шунингдек массанинг номутоносиблиги циклик ўзгариши сабабли подшибникли таянчларда юқори реакция кучларини ҳосил бўлиши бу конструкциянинг камчилиги ҳисобланади. Биринчи расмда аррали цилиндр кўрсатилган. (1-расм)



1-рasm. Аррали цилиндр.

Унинг таркибига 1 аррали вал, 2 аррали дисклар, 3 арралар орасидаг икистирмалар, 4 шайбалар, 5 ўнг ва чап сиқувчи гайкалар киради. Аррали валнинг бир учи муҳофазаловчи втулка билан ёпилган, иккинчиси ярим бикр муфти орқали электрюрутувчининг вали билан бириктирилган. Аррали валнинг ўртасида функцияловчи шайба ўрнатилиб унинг икала

Аррали валнинг ўртасида функцияловчи шайба ўрнатилиб унинг икала томонига аррали дисклар жойлаштирилган.

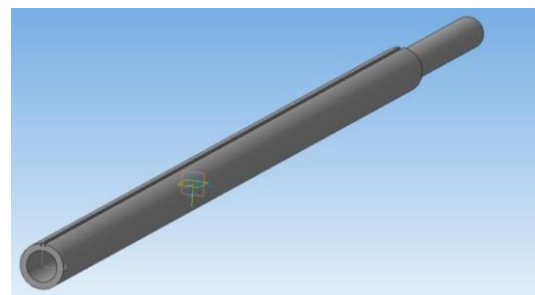
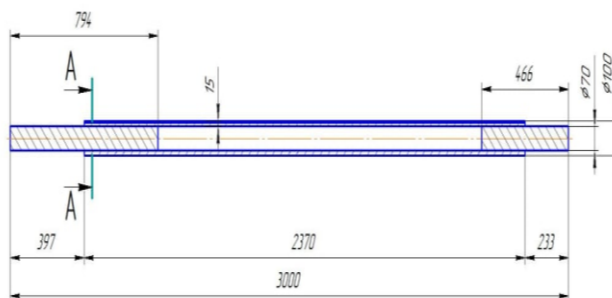
Аррали валнинг ўртасида функцияловчи шайба ўрнатилиб унинг икала томонига аррали дисклар жойлаштирилган.

Аррали дискларнинг диаметри 320 мм, уларнинг орасидаги диаметри 162 мм, калибрланган қистирмалар жойлаштирилган бўлиб, улар арраларнинг бикрлигини оширади ва уларни берилган оралик масофасини аниқ таъминлайди. [1].

Валнинг эгилиши 0,3-0,4 мм дан ошмаслиги керак ва айланишда ён томонини урулиши 0,15 мм дан ошмаслиги керак, чунки акс ҳолда арраларни колосниклар орасидаги бўшлиқда ўрнашиши ўзгаради, бу эса колосниклар орасидан диск тишига илашган толаларни шикастланишига олиб келади.

Амалдаги конструкцияда аррали валнинг айланиш тезлиги 730 айл/мин [2,3].

Юқоридагиларни инобатга олган ҳолда таклиф этилаётган янги конструкция зарур бўлган эгилишдаги мустаҳкамлик ҳарактерида аррали цилиндрни массасини камайтириш учун аррали жин цилиндрининг янги енгил конструкцияси ишлаб чиқилди. Валдан очилган ўйиқ ҳисобига массани кўпроқ камайтиришга олиб келади, валнинг бикрлигини сақлайди, ресурсни тежайди, ишончлилини оширади ва пахта толасини зарур бўлган сифатда олишга имкон беради. Аррали жин цилиндри валининг ички қисми ўйиқ бажарилиши ҳисобига валнинг рухсат этилган чегарада эгилишини таъминлайди, пахтадан толани ажратиб олишнинг талаб қилинган жараёнини таъминлайди жиннинг талаб қилинган қувватини камайтиради (2-рasm).

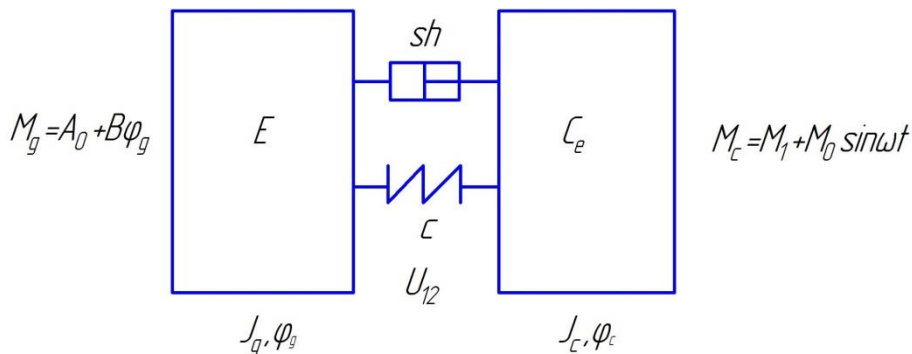


2-рasm. Аррали цилиндр валининг янги конструкцияси.

Аррали жин цилиндри валининг ички ўйиқ қисмини айлана томонини симметрик тишли қилиб бажариши ва валнинг тегишли ички шлицаларидаги ариқчаларига кирадиган ташқи шлицаларнинг кириши массасини айланиш ўқиға нисбатан ўзига хос мувозанатланишига

(номутаносибликни бўлмаслигига) олиб келади ҳамда мустаҳкамлигини ва ишлашда ишончлигини ортишига олиб келади.

Назарий изланишларда аррали жин икки массали машина агрегат сифатида қаралди (3-расм). Машина агрегати динамикаси масаласини ечишда, аррали цилиндр, электр юритгич ротори ҳаракати ўрганилди.



3-расм. Икки массали машина агрегатининг ҳисоб схемаси.

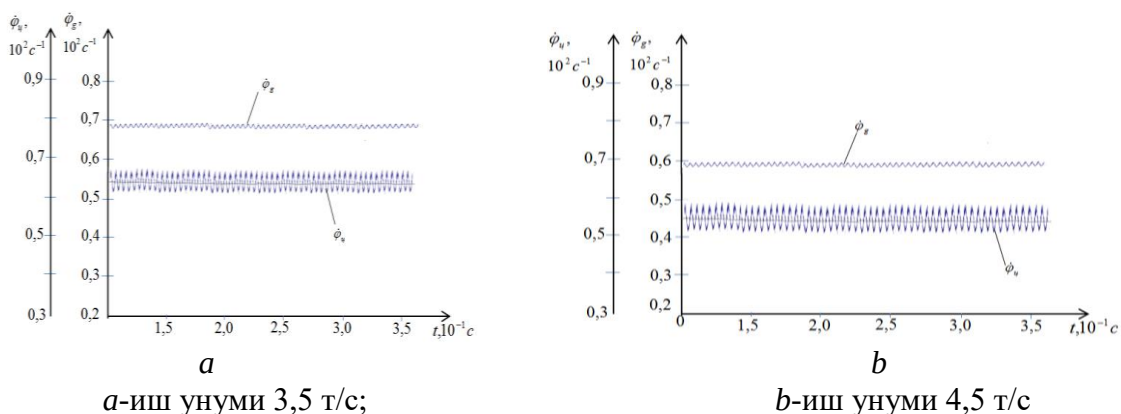
3-расмда келтирилган ҳисоб схемаси бўйича маълумки, электр юритгич ротори ва аррали цилиндр айланма ҳаракат қилади, шу сабабли 2 та умумлашган координатани белгилаш мумкин.

Ўтказилган тадқиқотлар натижасида машина агрегатининг ҳаракатини ифодаловчи дифференциал тенгламалар системасини қуйидагича ҳосил қилинди [4].

$$\begin{aligned} J_g \ddot{\varphi}_g &= A_0 + B\dot{\varphi}_g - c(\varphi_g - U_{12}\varphi_c) - b(\dot{\varphi}_g - U_{12}\dot{\varphi}_c); \\ J_c \ddot{\varphi}_c &= U_{12}c(\varphi_g - U_{12}\varphi_c) + U_{12}b(\dot{\varphi}_g - U_{12}\dot{\varphi}_c) - M_c \pm \delta M_c, \end{aligned} \quad (1)$$

бунда J_g , J_c , φ_g , $\dot{\varphi}_c$ -двигател ва аррали цилиндр инерция моментлари ҳамда бурчак силжишлари; b , c -муфтанинг бикрлик ва диссипатив коэффицентлари; A_0, B -двигателнинг параметрлари; U_{12} -узатиш функцияси [5].

Ўтказилган назарий тадқиқотлар натижасида олинган (1) дифференциал тенгламаларни сонли ечимини олиш учун MathCAD дастуридан фойдаланилди. Олинган (1) дифференциал тенгламаларни сонли ечими асосида двигател ва енгиллаштирилган аррали цилиндрнинг бурчак тезликларини ўзгариш қонуниятлари олинди (4-расм).



4-расм. Двигател ва енгиллаштирилган аррали цилиндрнинг бурчак тезликларини ўзгариш қонуниятлари.

Тадқиқотларда аррали цилиндрнинг ҳаракатлари таҳлил этилди. Таҳлиллар шуни кўрсатдики, иш унумини ортиши билан, аррали цилиндр бурчак тезлигининг тебраниш амплитудаси ҳам ортар экан. Бу эса бурчак тезланишни ҳосил қилади. Маълумки, бурчак тезланишни ҳосил бўлиши билан қўшимча импульсив кучлар пайдо бўлишига олиб келади. Шу сабабли, импульсив кучлар ҳосил бўлиши ҳисобига арра тишларининг чигитдан толани

ажратиш имконияти ортади. Лекин тезланиш жуда катта бўлса, толанинг шикастланиши ҳам мумкин [6].

Тадқиқотларда аррали цилиндрнинг иш жараёнлари бир маромда бўлишига эришишни таъминлаш усуллари ҳам ўрганилди (5 ва 6-расмлар). Назарий изланишларда аррали цилиндрнинг иш кўрсаткичларига чигитли пахтадан тола ажратиш жараёнида ҳосил бўладиган қаршилик кучлари қаршилик моментлар кўринишида инобатга олинди.

Технологик машиналарни узун, оғир ва тез айланувчан органлари валларини эгилишларини камайтириш учун енгиллаштирилган валлар конструкциясини, жумладан аррали жин цилиндри учун ишлаб чиқилган, шу асосида аррали цилиндр билан толани ажратиш бруси орасидаги технологик тирқиш етарлича сақланиши ҳисобига тола чиқиши ортди, ифлосланиш ва қувват сарфи камайди[7,8].

Осциллограммалар таҳлили асосида шуни айтиш мумкинки, мавжуд аррали цилиндр вали эгилишида тебраниш қамрови 0,9 мм дан ортиб кетади, тавсия этилган аррали цилиндрда бу қамров (1,5-2,0) мартагача камаяди.

Тажрибаларда олинган маълумотларга «регрессион таҳлиллар» дастури бўйича ишлов берилди. Бунда дисперсиянинг бир хиллигини баҳолашда Кохрен критериясидан, регрессия коэффицентлари қийматини баҳолашда Стьюдент критериясидан, регрессион моделларнинг адекватлигини баҳолашда Фишер критериясидан фойдаланилди. Чиқувчи омиллар сифатида толадаги ифлосликлар йиғиндиси (Y_1) ва тола чиқиши олинди (Y_2). Кирувчи омилларни чиқувчи омилларга таъсири такрорий ўтказилган тажрибалар асосида ўрганилди. Бунинг учун режалаштириш матрицаси тузиб олинади. Ҳар бир шароитда тажрибалар 3 мартадан такроран ўтказилади. Кирувчи омилларсони 3 та бўлса жами тажрибалар сони $n=8$ та, такрорланишлар сони $m=3$ та, умумий тажрибалар сони 24 тани ташкил этди. Чиқувчи омилнинг тажрибавий натижалари ва дисперциялари жадвал тарзида ёзиб олинди. Тадқиқотлар натижасида олинган регрессия тенгламалари

$$Y_1 = 3,14 + 0,421X_1 - 0,671X_2 + 0,543X_3 + 0,362X_1^2 + 0,293X_1X_2 + 0,31X_2^2 - 0,291X_2X_3 + 0,531X_3^2 \quad (1)$$

$$Y_2 = 34,323 + 0,419X_1 + 0,92X_2 - 0,512X_3 - 0,291X_1^2 + 0,334X_1X_2 - 0,446X_1X_3 - 0,229X_2^2 \quad (2)$$

Хулоса. Технологик машиналарни узун, оғир ва тез айланувчан органлари валларини эгилишларини камайтириш учун енгиллаштирилган валларни конструкциясини, жумладан аррали жин цилиндри учун ишлаб чиқилган, шу асосида аррали цилиндр билан толани ажратиш бруси орасидаги технологик тирқиш етарлича сақланиши ҳисобига тола чиқиши ортди, ифлосланиш ва қувват сарфи камайди. Енгиллаштирилган аррали цилиндри бўлган жин конструкциясини ишлаб чиқариш синовии натижаларига кўра аррали цилиндр эгилишини камайтириш ҳисобига тола чиқиши 0,25-0,30% гача ортиши, толадаги ифлосликлар миқдори мавжуд конструкцияга нисбатан 0,45% гача, қувват сарфи 15-18% гача камайиши, ресурсни 1,5 мартага ортиши аниқланди.

Список литературы

- [1]. Г.И.Мирошниченко. Основы проектирования машин для обработки хлопка. «Машиностроение», М. 1972, с. 235-237.
- [2]. А.Джураев, С.Юнусов, И.Шин, А.Мирзаумидов. Пильный цилиндр джина. Патент IAP06087., Бюль. №12, 2019.
- [3]. А.Джураев, С.Юнусов, А.Мирзаумидов, М.Худайбергенова. Пильный цилиндр джина. Патент IAP06325., Бюль. №12, 2020.
- [4]. A.Djurayev, S.Yunusov, A.Mirzaumidov / «Development of an effective design and calculation for the bending of a gin saw cylinder» / International Journal of Advanced Science and Technology, vol.29.№4, (2020), ISSN: 2005-4238, pp. 1371-1390.

- [5]. A.Djurayev, S.Yunusov, A.Mirzaumidov / «Research to improve the design of the node of the saw cylinder gin» / International journal of advanced research in science, engineering and technology, vol. 6, №6, (2019), ISSN: 2350-0328, pp. 9875-9884.
- [6]. Юнусов С.З. «Разработка эффективных конструкций и совершенствование научных основ расчета параметров рабочих органов и механизмов пильных джинов». дисс. д.т.н., Ташкент, 2017.
- [7]. А. Джураев, С.Юнусов, А.Мирзаумидов. “Анализ шлицового пильного вала на прочность в статическом состоянии” ФарПИ илмий – техника журнали. – Фарғона, 2018 (махсус сон). – № 1. – Б. 40-44.
- [8]. А.Мирзаумидов. Разработка облегченной конструкции пильного цилиндра джина. НамМТИ илмий техника журнали. – Наманган, 2019. – № 4. – Б. 123-128.

УДК 677.21:021

ПАХТА ЧИҚИНДИЛАРИ ТАРКИБИДАГИ ТОЛАЛАРНИ АЖРАТИБ ОЛИШ ҚУРИЛМАСИНИ ИШЧИ ОРГАНЛАРИНИ НАЗАРИЙ ТАҲЛИЛИ

Б.Т. Алиев

Наманган муҳандислик-технология институти

Tel: +99(894) 276 95 85, e-mail: alievbotir1111983@gmail.com

[\(Qabul qilindi 14.10.2024 y.\)](#)

Аннотация: Илмий мақолада пахта чиқиндиларидан йигирувга яроқли толаларни ажратиб олувчи қурулмада, толалар массасини стационар ҳаракати кўрилган. Толали чиқинди массасидан, чиқиндиларни ажратиш жараёнига, уларни дастлабки зичлигини таъсири, пичоқлар сонига боғлиқлиги қонуниятини аниқланган. Бундан ташқари қурулмада, толаларни ажратишнинг эффекти, тола массасини титилиш даражасига катта боғлиқ эканлиги олинган графикларда келтирилган.

Таянч сўзлар: пахта, тола, зичлик, тола рейтинги, толали чиқинди, тола, селекция нави.

Аннотация: В научной статье рассмотрены выделения хлопкового волокна от отходов хлопка сырца, после джиннирования, а также стационарного движения масса улюка по поверхности барабаны конструкции. Установлено зависимость выделения волокна в плотность и разрыхление массы отходов

Ключевые слова: хлопок, волокно, плотность, сортность волокна, отходы волокна, волокно, тип селекции.

Abstract: The scientific article discusses the allocation of cotton fiber from raw cotton waste, after ginning, as well as the stationary movement of the mass of hives on the surface of the construction drums. Dependence of fiber release to density and loosening of waste mass is established.

Key words: cotton, fiber, density, fiber grade, fiber waste, fiber, selection type.

Пахта чиқиндилари пахта тозалаш корхоналарида мавжуд бўлиб, бу маҳсулот “Улюк” деб номланиб, пахтани жинлаш жараёнидан сўнг тола тозалаш агрегатидан улюк чиқиндиси ажралиб чиқади. Улюк таркибидаги йигирувга яроқли толалар миқдори 20 фоиздан 40 фоизгача бўлиши илмий – амалий тадқиқотларда аниқланган. Пахта чиқиндилари таркибидаги йигирувга яроқли пахта толалари деганда, 0.5 дюймдан (12.7мм дан) ўлчами узун бўлган толалар тушунилади. 0.5 дюймдан калта бўлган пахта толалари эса йигирувга яроқсиз бўлиб, бундай калта толалар йигирув жараёнида иштирок этмайди. Сабаби, бу калта толалар пахта толасидан калава ип йиғириш корхонасида титиш – савалаш ва тароқ машиналарида ажратиб олиниб, пиликлаш ва пилталаш жараёнигача етиб бормади чиқинди сифатига қолади. Пахта чиқиндилари таркибидаги йигирувга яроқли пахта толалари мавжудлигини илмий асослаш ва бу борадаги технологик, механик ҳамда техник муаммоларни бартараф қилиш йўлида кўплаб илмий – амалий ишлар олиб борилмоқда. Асосий масала пахта чиқиндилари таркибидаги йигирувга яроқли толаларни ажратиб олишда механик ва техник муаммоларни ҳал қилган ҳолда янги ускуна яратиш. Механик – техник муаммо қилиб:

А) Пахта чиқиндилари таркибидаги йигирувга яроқли толаларни ажратиб олиш ускунасининг бутун металл аррали лентаси

Б) Қурилма пичоқларининг маълум қияликдаги жойлашуви

В) Қурилма аррали лента билан пичоқлар оралигидаги масофаларни оптималлаштиришни оламир.

Барабан $\omega(t)$ - бурчак тезлиги билан айланиши натижасида dt - вақт ичида толаларни Е нуқтага судрайди. R – арра марказидан тишларни учигача бўлган масофа. Бу вақтда арра тиши $Rd\alpha$ – йўлни босиб ўтади.

Жумладан:

$$t = 0: \alpha = 0 \quad (1)$$

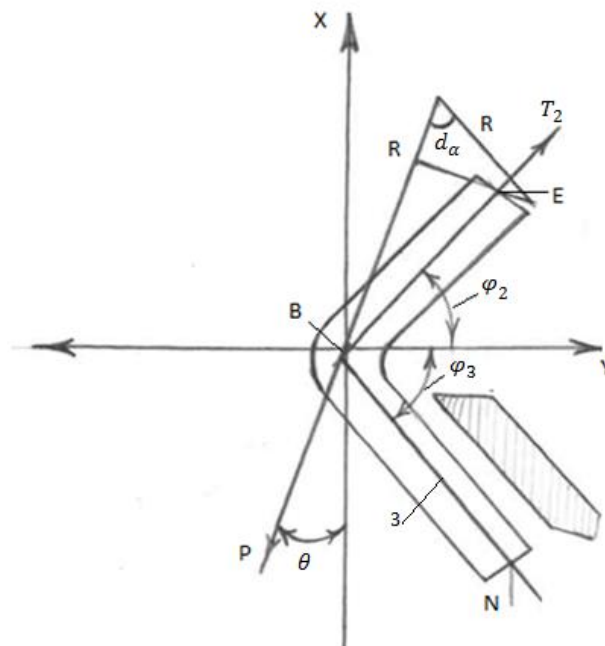
$$dt \Rightarrow \alpha = \varphi_2$$

Бу вақтда, пичоқ учи – В нуқтада, толаларга - $\vec{P}$ босим кучини беради ва улар орасида –

$F_{иш}$ – ишқаланиш кучи ҳам ҳосил бўлади. У Кулон қонуни бўйича аниқланади. Бу

ҳолда, толаларни хусусий оғирлиги, бошқа кучларга қараганда етарлича кичикдир. Шу сабабли толани хусусий оғирлигини ва ундан ҳосил бўладиган инерция кучини эътиборга олмаймиз. Идеал ҳолатда толалар, билан пичоқ сиртида ва арра тишлари ўртасида ишқаланиш кучи ҳосил бўлмайди. Бу ҳолда P – босим кучи, φ_2 бурчак биссектрисаси бўйича йўналади. 1 – расмда θ – бурчак P – босим кучини йўналишини характерлайди. Бу бурчак толалар тўпламини арра тишлари томонидан тортишиш кучини аниқловчи параметр ҳисобланади. BE – участкада (1- расм) толалар тўпламига T – тортиш кучи таъсир этади. Лекин BN – участкада тортишиш кучи ҳосил бўлмайди. Чунки толаларни учи эркин ҳаракатланади.

Толалар тўпламини ҳаракат қонунини, импульси кучини сақланиш қонуни бўйича Oxy – координаталар системасига нисбатан келтириб чиқарамиз (1 – расм)



1- расм. Пахта чиқиндисини аррали гарнитура ва пичоқ орасидаги таъсири.

$$P_0 F_0 dS_2 (\dot{x}_2 - \dot{x}_3) = (T \cos \varphi_2 - P \sin \theta - f P \cos \theta) dt \quad (2)$$

$$P_0 F_0 dS_2 (\dot{y}_2 - \dot{y}_3) = (-T \cos \varphi_2 - P \sin \theta - f P \cos \theta) dt \quad (3)$$

Бу ерда: $\dot{x}$ ва $\dot{y}$ — толаларни Ox ва Oy — координата ўқларидаги тезликларини проекциялари, f - ишқаланиш коэффиценти; P_0, F_0 — толалар тўпламини бошланғич зичлиги ва кўндаланг кесим юзаси; d_s — текшилаётган толалар тўплами элементар узунлиги.

(2) ва (3) —тенгламалардан, x ва y — индекслари мос равишда BE —2 — участка, BN — 3 участкани ифодалайди.

Ушбу ҳолда толаларни силжишдаги узлуксизлик шarti қуйидагича ёзилади.

$$dS_2 = dS_3 \quad (4)$$

Буерда:
$$dS_2 = \frac{[\dot{x}_2]dt}{\cos \varphi_2} = \frac{[\dot{y}_2]dt}{\sin \varphi_2} \quad (5)$$

$$dS_3 = \frac{[\dot{x}_3]dt}{\cos \varphi_3} = \frac{[\dot{y}_2]}{\sin \varphi_3} \quad (6)$$

Бундан ташқари:
$$ds_2 = \sqrt{(\dot{X}_2 dt)^2 + (\dot{Y}_2 dt)^2} = \vartheta dt = \omega R dt \quad (7)$$

Шундай қилиб (2) ва (7) тенгламалар системаси, $\dot{x}_2, \dot{y}_2, \dot{x}_3, \dot{y}_3, T_2, dS_2, dS_3$ —каби параметрларни аниқловчи ёпиқ системани ташкил этади:

$$T^* = \frac{T_2}{P_0 F_0}, P^* = \frac{P}{P_0 F_0} \quad (8)$$

(6) ва(7) — муносабатдан;
$$\begin{cases} \dot{X}_2 = \vartheta \cos \varphi_2 \\ \dot{Y}_2 = \vartheta \sin \varphi_2 \\ \dot{X}_3 = \vartheta \cos \varphi_3; \dot{Y}_3 = \vartheta \sin \varphi_3 \end{cases}$$

(9) => (3) ва (4);

$$\begin{cases} \omega^2 R^2 = (\cos \varphi_2 + \cos \varphi_3) = T^* \cos \varphi_2 - P^* (\sin \theta + f \cos \theta) \\ \omega^2 R^2 (\sin \varphi_2 - \sin \varphi_3) = T^* \sin \varphi_3 - P^* (\cos \theta - f \sin \theta) \end{cases} \quad (8) \text{ ва } (9)$$

Ушбу системадан T^* ва P^* — ни аниқлаймиз.

$$P^* = \frac{\omega^2 R^2 \sin\left(\frac{Vt}{R} + \varphi_3\right)}{\cos\left(\frac{Vt}{R} + \theta\right) - f \sin\left(\frac{Vt}{R} + \theta\right)} \quad (10)$$

$$T^* = \frac{V^2 \sin(\varphi_2 + \varphi_3) + P^* [\cos(\varphi_2 + \theta) + f \sin(\varphi_2 - \theta)]}{\sin 2\varphi_2} \quad (11)$$

$$V = \omega R = 25 \text{ М/с.}$$

Кўпгина ҳолларда толали чиқиндилардан йигирувга яроқли толаларни ажратиб олишда пичоқ билан барабан орасидан ўтувчи толали чиқиндилар тўпламини чўзилиш ҳам муҳим рол ўйнайди. Бу ҳолда толали чиқиндилар тўпламини чўзилишдаги зўриқишдаги унинг массаси ҳам таъсир кўрсатади.

А. Г. Севостьянов модели асосида, ишчи барабани камерадан, толали массада чикиндиларни ажралиб чиқиши ҳисобига, умумий масса ўзгаради.

Бу ўзгаришни қуйидаги функция орқали ифодалаймиз [22]

$$m(t) = m_0 \exp\left(-\frac{bknt}{1+\alpha}\right) \quad (12)$$

Бу ерда: $m(t)$ — t - вақтдаги чиқиндиларни толани умумий массаси; $m_0 - t = 0$ даги чиқиндиларни толани умумий массаси; α, b — пропорционаллик коэффициентлари; k — пичоқлар сони; n — барабанни айланиш частотаси; $\varepsilon - t$ — вақтдаги, чиқиндиларни тозалаш эффекти, қуйидаги функция орқали ифодаланади:

$$\varepsilon_0(t) = \frac{m_0 - m}{m_0} = 1 - \exp\left(-\frac{bknt}{1+\alpha}\right) \quad (13)$$

Ҳисоблаш натижаси аррали барабан тишлари ва пичоқлар томонидан чиқиндиларни толаларга таъсир этувчи босим кучи, толаларни судраш натижасидаги ҳосил бўлувчи тортишиш кучларини тегишли оғиш бурчакларига боғлиқли ўзгариш қонуниятлари келтирилган.

Жумладан: 1 – расмда келтирилган схема бўйича

а) $\theta = 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ$ бурчакларда, босим кучи $P^* = P^*(\varphi_3)$, тортишиш кучи $T^* = T^*(\varphi_3)$, ларни $\varphi_2 = 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$ учун тегишли графиклар олинган.

3 – расмда $\theta = 40^\circ$ ҳолдаги келтирилган бўлиб, қолган ҳоллар учун, босим ва тортишиш кучларини ҳарактерли қийматлар 1: 2 – жадвалда келтирилган.

б) $\varphi_2 = 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$ бурчакларда

босим ва тортишиш кучи: $\begin{cases} P^* = P^*(\theta) \\ T^* = T^*(\theta) \end{cases}$ бу функцияларда $\varphi_3 = 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ$ тенг бурчак қийматларидаги ўзгариш қонуниятлари ҳам график кўринишида олинган.

Жумладан 3 – расмда $\varphi_2 = 10^\circ$ ҳол учун босим ва тортишиш кучларини ўзгариш графиклари келтирилган.

а) 1- жадвалдан қуйидаги ҳулосаларни чиқариш мумкин . Пичоқларни толаларга босим кучини горизонтал йўналиши билан ташкил қилган бурчаги $\varphi_3 = 60^\circ$ бўлганда максимал қийматига $P_{max} = 1500\text{Н}$ эришади. Бу бурчакда толаларга таъсир этувчи тортишиш кучини миқдори 1300Н га тенг, бу ҳолатда $\theta = 20^\circ, \varphi_2 = 20^\circ$ га тенг.

Босим кучини энг катта миқдори $\theta = 40^\circ, \varphi_2 = 20^\circ, \varphi_3 = 60^\circ$ да $P_{max} = 10000\text{Н}$ га тенг бўлиб, тортишиш кучини миқдори $T = 1500\text{Н}$ га тенг бўлади. Булардан шуни ҳулоса қилиш мумкинки пичоқларни горизонтал йўналиш билан ташкил этган оғиш бурчаги $\varphi_3 = 60^\circ$ ни оптимал бурчак деб қабул қилишимиз мумкин.

б) 2-жадвалдан қуйидаги ҳулосаларни чиқариш мумкин Пичоқларни толаларга берган босим кучи ва тортишиш кучларини θ — бурчакни ўзгаришга боғлиқ қонуниятини текширганимизда тортишиш кучини ва босим кучини горизонтал йўналиш билан ташкил этган бурчаклари: $\varphi_2 = 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$; $\varphi_3 = 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ$; қийматлар бўйича ўзгарганда энг катта босим кучини миқдори $\theta = 58^\circ$ да $500: 4500$ оралиқда ўзгариб $\theta > 58^\circ$ да кескин ошиб кетади.

Бу ҳолат, тортишиш кучини қийматларида ҳам аниқланади. Шу сабабли θ — бурчакни қиймати 30° дан кам бўлиши зарурдир.

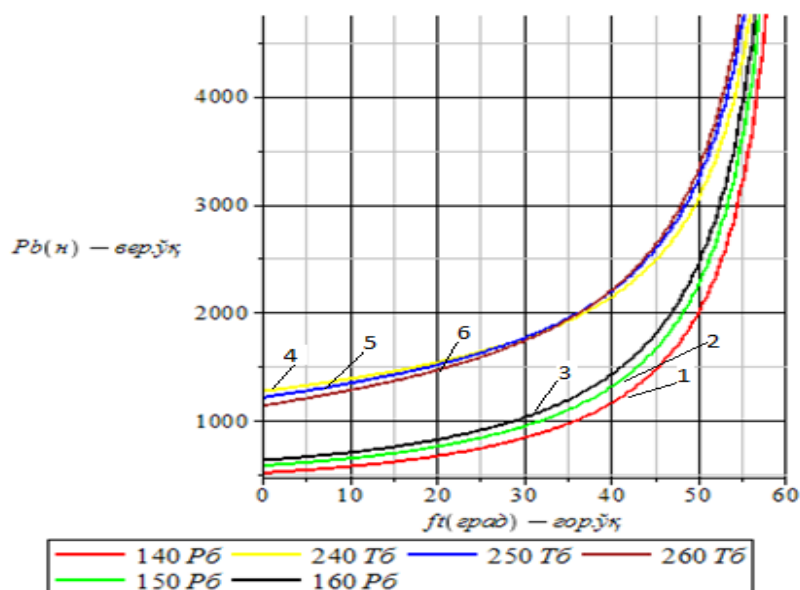
Умумий ҳолатда толали чиқиндидан толани ажратиб олиш учун, пичоқларни горизонтал йўналиш билан оғиш бурчаги $\varphi_3 = 60^\circ, \theta = 20^\circ$ энг оптимал ҳисобланади.

1-жадвал

$\theta = 20^0$	$\varphi_2 = 10^0$	$P_{max} = (\varphi_3 = 80^0) = 750$	$T_{max}(\varphi_3 = 80^0) = 1000$
	$\varphi_2 = 20^0$	$P_{max} = (\varphi_3 = 60^0) = 1500$	$T_{max}(\varphi_3 = 60^0) = 1300$
	$\varphi_3 = 30^0$	$P_{max} = (\varphi_3 = 70^0) = 1100$	$T_{max}(\varphi_3 = 70^0) = 1350$
$\theta = 30^0$	$\varphi_2 = 10^0$	$P_{max} = (\varphi_3 = 80^0) = 1100$	$T_{max}(\varphi_3 = 85^0) = 1000$
	$\varphi_2 = 20^0$	$P_{max} = (\varphi_3 = 60^0) = 2500$	$T_{max}(\varphi_3 = 60^0) = 1800$
	$\varphi_2 = 30^0$	$P_{max} = (\varphi_3 = 70^0) = 1500$	$T_{max}(\varphi_3 = 70^0) = 1600$
$\theta = 40^0$	$\varphi_2 = 10^0$	$P_{max} = (\varphi_3 = 80^0) = 1500$	$T_{max}(\varphi_3 = 20^0) = 1000$
	$\varphi_2 = 20^0$	$P_{max} = (\varphi_3 = 60^0) = 10000$	$T_{max}(\varphi_3 = 60^0) = 1500$
	$\varphi_2 = 30^0$	$P_{max} = (\varphi_3 = 70^0) = 2800$	$T_{max}(\varphi_3 = 70^0) = 3800$

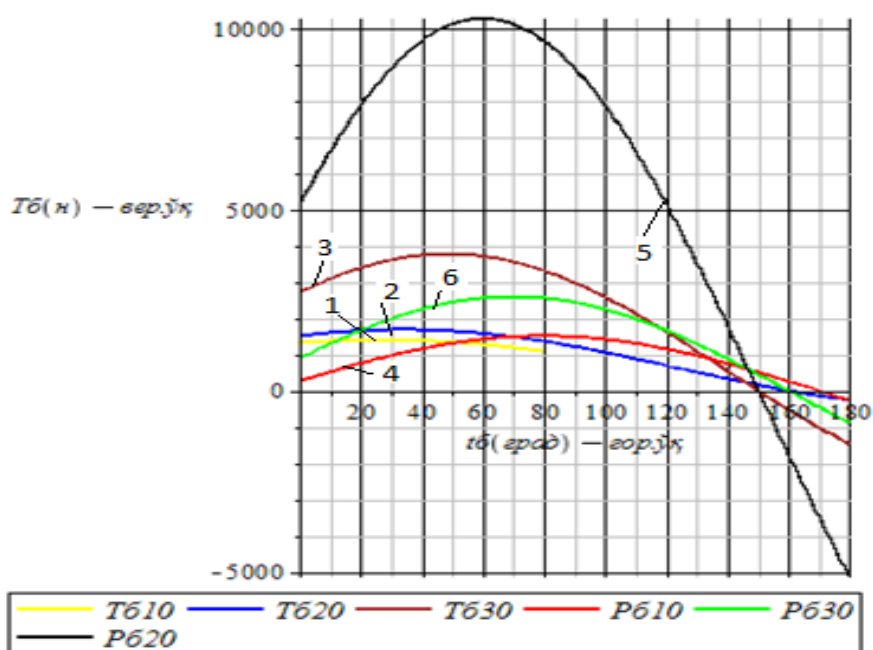
2-жадвал

$\varphi_2 = 10^0$	$\varphi_3 = 40^0$	$P_{max}(\theta = 58^0) = 500 \div 4500$	$T(\theta = 58^0) = 1300 \rightarrow 4250$
	$\varphi_3 = 50^0$	$P_{max}(\theta = 55^0) = 550 \rightarrow 4300$	$T(\theta = 55^0) = 1250 \rightarrow 4250$
	$\varphi_3 = 60^0$	$P_{max}(\theta = 53^0) = 600 \rightarrow 4250$	$T(\theta = 53^0) = 1200 \rightarrow 4250$
$\varphi_2 = 20^0$	$\varphi_3 = 40^0$	$P_{max}(\theta = 45^0) = 3500 \uparrow$	$T(\theta = 45^0) = 4500$
	$\varphi_3 = 50^0$	$P_{max}(\theta = 48^0) = 4000 \uparrow$	$T(\theta = 48^0) = 4500$
	$\varphi_3 = 60^0$	$P_{max}(\theta = 58^0) = 4100 \uparrow$	$T(\theta = 58^0) = 4500$
$\varphi_2 = 30^0$	$\varphi_3 = 40^0$	$P_{max}(\theta = 40^0) = 3800 \uparrow$	$T(\theta = 40^0) = 5000$
	$\varphi_3 = 50^0$	$P_{max}(\theta = 40^0) = 4100 \uparrow$	$T(\theta = 40^0) = 5000$
	$\varphi_3 = 60^0$	$P_{max}(\theta = 40^0) = 4200 \uparrow$	$T(\theta = 40^0) = 5000$

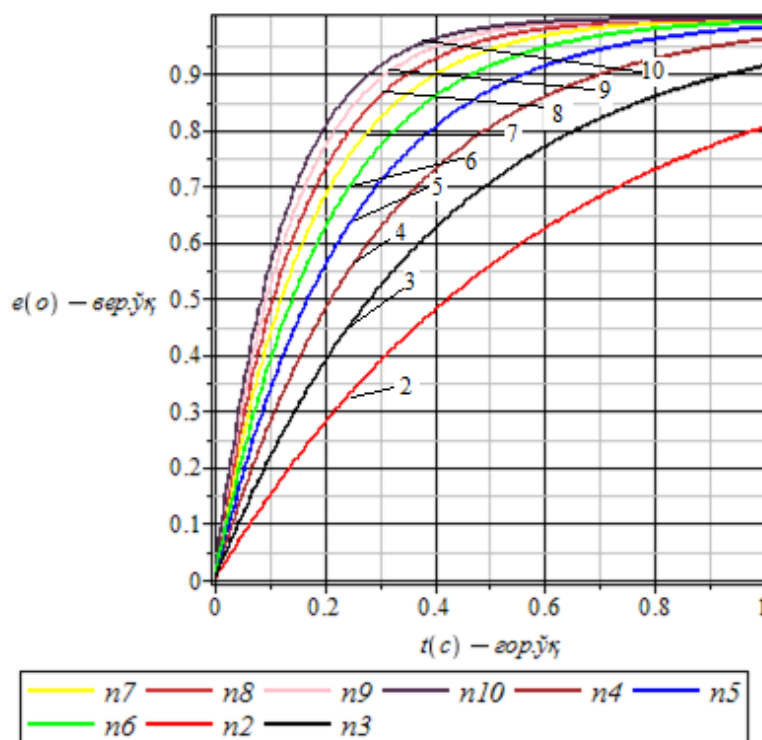


2 – расм. Пахта чиқиндилари йигирувга яроқли толаларга таъсир этувчи босим кучи - P^* ни вертикал билан ташкил этувчи θ – бурчак ўзгаришига боғлиқ қонуният ва тортишиш кучини - T^* ни ҳам шу ҳолатдаги ўзгариш қонуният келтиришган.

а) P^* : 1- $\varphi_3 = 40^\circ$, 2- $\varphi_3 = 50^\circ$, 3- $\varphi_3 = 60^\circ$, 6) T^* : 4- $\varphi_3 = 40^\circ$, 5- $\varphi_3 = 50^\circ$, 6- $\varphi_3 = 60^\circ$; $\varphi_2 = 10^\circ$;



3-расм. Пахта чиқиндилари йигирувга яроқли толаларга таъсир этувчи босим кучи - P^* ни ва тортишиш кучини - T^* ни пичоқларни горизонтал билан ташкил қилувчи оғиш бурчаги φ_3 га боғлиқ ўзгариш қонуният келтирилган.



а) P^* : 1- $\varphi_2 = 10^\circ$, 2- $\varphi_2 = 20^\circ$, 3- $\varphi_2 = 30^\circ$, б) T^* : 4- $\varphi_2 = 10^\circ$, 5- $\varphi_2 = 20^\circ$, 6- $\varphi_2 = 30^\circ$; $\theta = 40^\circ$;

4- расм. Пахта чиқиндисини толалар массасидан ажралиш эффективлиги ε_0 -ни фоизларда пичоқлар сони - n бўйича, t - вақтга боғлиқ ўзгариш қонуниятлари $n = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$;

Хулоса

1. Толалар массасидан чиқиндиларни ажратиш олиш жараёни асосан 1, 2, 3-пичоқларда содир бўлиши, яъни 4 та пичоқ олиш етарлилиги, қолганлари эса тозалаш жараёнида кам қатнашиши аниқланди.
2. Чиқиндиларни бўлақларга бўлиб, толалардан ажратиш олиш самарадорлиги, уларни титилиш даражасига катта боғлиқлиги исботланди.
3. Чиқиндили толалар тўпламини ҳаракати қонуни бўйича дифференциал тенгламалар системаси тузилди, толаларга таъсир қилувчи босим кучи ва толаларда ҳосил бўлувчи тортишиш кучларини аналитик ифодалари келтириб чиқарилди. Босим кучидан ташқари тортишиш кучларини ҳам, пичоқларни оғиш бурчагига боғлиқ ўзгариш қонуниятлари олинди.
4. Толалар тўпламига пичоқлар томонидан бериладиган босим кучини, пичоқларни горизонтал билан ҳосил қилувчи бурчакларига боғлиқ ўзгариш қонуниятларини графиклари олинди, ҳарактерли бурчак қийматлардаги натижалар жадваллар кўринишда келтирилди.
5. Жадваллар таҳлили натижасида, толалар тўпламига максимал босим кучини берувчи пичоқларни оптимал оғиш бурчаги аниқланди.

Адабиётлар

- [1]. <https://www.lex.uz/ru/docs/5731033>, Пахта-тўқимачилик кластерлари фаолиятини тартибга солиш чоратadbирлари тўғрисида.

- [2]. Р.В.Корабельников, А.П.Рогов, Э.К.Нуралиев. Исследование трения-скольжения хлопковых семян по металлическим поверхностям // Хлопковая промышленность. Ташкент, 1990. №4. С.24-25.
- [3]. Р.К.Абдуллаев, Р.М.Мурадов, Б.Т.Алиев. Пахта чиқиндилари таркибидаги йигирувга яроқли толаларни ажратиш қурилмаси. Бухоро муҳандислик-технология институти. “Илмий тадқиқот ва кадрлар тайёрлаш тизимида инновацион ҳамкорликни ривожлантиришнинг муаммолари ва истикболлари” мавзусида халқаро илмий-амалий анжумани материаллари. Бухоро, 24-25 ноябр 2017 йил, 102-105 бет.
- [4]. Б.Т.Алиев, Р.К.Абдуллаев, Р.М.Мурадов. Пахта толасини чигитдан ажратишда янги пневмомеханик жин машинасининг яратилиши ва тадқиқотлар таҳлили. Ўзбекистон табиий толалар илмий тадқиқот институти, халқаро илмий-техникавий анжуман. “Тўқимачилик саноати корхоналарида ишлаб чиқаришни ташкил этишда илм-фан интеграциялашувини ўрни ва долзарб муаммолар ечими” (ЎзТТИТИ-80) материаллар тўплами. Тўқимачилик материаллари технологияси 2-қисм. Марғилон, 27-28 июл 2017 йил 106-111 бет.
- [5]. B. Aliyev, A. Maxmudov, 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)
- [6]. ISSN: 2278-0181 IJERTV9IS020356// 2 february-2020
- [7]. 26. А.Махмудов, Б. Алиев, А. Бобоматов «Влияние новой конструкции сетчатой поверхности с упругими пластинами на эффективность очистки» // «Интернаука» Научный журнал (Россия), Февраль 2020 г. Часть 2 № 4(133)
- [8]. 27. А.Каримов, Х.Хайдаров, Б.Алиев, А.Мирзаакбаров. “Тола ишлаб чиқаришда саралаш таркибини мақбуллаштириш” // ФерПИ 2019 йил, 1-сон, 29-33 бетлар.
- [9]. 28. Б.Алиев, Ш.Халиков, А.Мирзаакбаров, Р.Мурадов. “Пахта тозалаш заводларининг технологик жараёнида чиқадиган толали чиқиндиларни ўрганиш” // НамДУ илмий ахборотномаси, махсус сон 2018 йил. 107-110 бетлар.
- [10]. Б. Алиев, А. Мирзаакбаров, Н. Дадаханов. “Пахта чиқиндилари ичидан тўқувга яроқли толаларни ажратиш олиш қурилмасини такомиллаштириш”//“Замонавий ишлаб чиқаришнинг иш самарадорлиги ва энерго-ресурс тежамкорлигини ошириш муаммолари” мавзусидаги халқаро илмий-амалий анжуман тўплами. 3-4 октябрь 2018 йил, Андижон. 797-800 бетлар.

УДК 677.21:021

ПАХТА ТОЛАСИ ИШЛАБ ЧИҚАРИЛИШИДАГИ ТЕХНОЛОГИК МУАММОЛАР ВА УНИНГ ТАҲЛИЛИ

Р.К. Абдуллаев

Наманган муҳандислик-технология институти
Tel: +99(895) 020 62 10, e-mail: rabdullayev@gmail.com
(Qabul qilindi 14.10 .2024 y.)

Аннотация: Мақолада аррали жиннинг чигитдан толаларни ажратишдаги муаммолари атрофлича ўтказилган тадқиқотлар ва лаборатория синовларида аниқланди. Энг аввало мбор пахта толасининг олти селекция нави бўйича унинг табиий хусусиятлари замонавий HVI-900 SA лаборатория тизимида аниқланиб ўрганилди. Ундан сўнг айнан мана шу олти селекция навидаги пахта толаларини аррали жиндан кейинги сифат кўрсаткичларини ҳам HVI-900 SA лаборатория тизимида синовдан ўтказилиб, аниқланди.

Таянч сўзлар: пахта, тола, сифат, жин машинаси, пневмомеханик жин, тўқимачилик, микронейр, тадқиқот, HVI лаборатория тизими, селекция нави.

Аннотация: В статье подробно описаны проблемы, с которыми сталкивается вильном джине при отделении волокон от семян, которые были выявлены в ходе исследований и лабораторных испытаний. Прежде всего, по шести селекционным сортам хлопкового волокна были выявлены и изучены его природные свойства в современной лабораторной системе HVI-900 SA. После этого именно в этих шести сортах селекции были испытаны и определены в лабораторной системе HVI-900 SA и показатели качества после вильного джина.

Ключевые слова: хлопок-сырец, волокно, качество, джинная машина, пневмомеханический жин, текстиль, микронейр, исследования, лабораторная система HVI, селекционный сорт.

Abstract: The article describes in detail the problems encountered in saw gin when separating fibers from seeds, which were identified during research and laboratory tests. First of all, according to six breeding varieties of cotton fiber, its natural properties were identified and studied in the modern laboratory system HVI-900 SA. After that, it was in these six varieties of breeding that the quality indicators after the saw gin were tested and determined in the HVI-900 SA laboratory system.

Key words: raw cotton, fiber, quality, genie machine, pneumomechanical women, textiles, micronair, research, laboratory system HVI, selection type.

Аррали жиннинг чигитдан толаларни ажратишдаги муаммолари атрофлича ўтказилган тадқиқотлар ва лаборатория синовларида аниқланди. Энг авваломбор пахта толасининг олти селекция нави бўйича унинг табиий хусусиятлари замонавий HVI-900 SA лаборатория тизимида аниқланиб ўрганилди. Ундан сўнг айнан мана шу олти селекция навидаги пахта толаларини аррали жиндан кейинги сифат кўрсаткичларини ҳам HVI-900 SA лаборатория тизимида синовдан ўтказилиб, аниқланди. Пахта толаларини табиий сифатини аниқланишидан асосий ва ягона мақсад, аррали жиндан кейинги толалар сифати билан солиштириш ҳамда аррали жин толанинг табиий сифатига қай даражада ва қанча фоиз зарар етказишини аниқлаш бўлади.

Муаммонинг ўрганиш йўналишида жуда кўплаб толалар HVI-900 SA лаборатория тизимида 11 та халқаро универсал сифат кўрсаткичларда аниқланиб чиқилди. Лаборатория синовлари учун Республикамизда кўплаб экилаётган С 64-24, С 82-86, Порлок-2, Наманган-34, Наманган-77 ва Андижон-35 каби пахталарнинг селекция навлари танланди.

Ўтказилган лаборатория синовлари натижаларидан сўнг пахта толаларининг табиий сифат кўрсаткичлари ва аррали жин машинасидан олинган толаларни сифат кўрсаткичлари таққослаб кўрилиши жараёнида, аррали жин машинасининг бир қатор жиддий камчиликлари ва муаммолари аниқланди ҳамда ўрганиб чиқилди.

Олинган натижаларга асосан аррали жин машинаси толанинг табиий сифат кўрсаткичларига ўртача: Len – юқори ўртача узунликга 6.4 фоиз, Unf-узунлик бўйича бирхилликга 1.0 фоиз, SFI- калта толалар фоизини ошишига 4.9 фоиз, Str- толанинг солиштирма узилиш кучига 6.82 фоиз зарар етказиши аниқланди ёки тўрта сифат кўрсаткич бўйича толага ўртача 4.8 фоиз зарар етказилмоқда.

Шунингдек, аррали жиннинг хом ашё камерасида чигалланган толалар ва комбинацияланган чигал толалар ҳамда толали синиқ чигит бўлаклари тоза толалар таркибида пайдо бўлиши кузатилиб, толалар нуқсони йиғиндиси 0.25-0.32 фоизга кўпайиб кетмоқда.

Муаллифлар жинлаш вақтида нуқсонлар ҳосил бўлишини таҳлил қилиб, толаларнинг шикастланиш жадвалини келтириб чиқардилар.

1-жадвал

Тола	Чидамлик	Механик шикастланиш тола, %
Дастлабки пахта хомашёси	4,8	2,0
Хомашё валигидан ўтгандан сўнг		
Таранг	4,2	25,5
Ўртача	4,4	18,5
Бўш	4,7	9,0

Толаларнинг механик нуқсонларини ўрганиш юзасидан олиб борилган ишларини таҳлил қилиб, қуйидаги хулосага келиш мумкин, бизнинг ва хориж тадқиқотчиларининг камчилиги тадқиқотлар сунъий равишда шикастланган пахта намуналари устида ўтказилган бўлиб, бу ҳақиқий реал шикастланишдан йироқда бўлган.

Чизиқли зичлик - 1км узунликдаги толанинг грамм билан ўлчанадиган вазни. Бу кўрсаткич м. текс билан ифодаланади. Тола типларига қараб чизиқли зичлик 127-200 га тенг бўлади.

Нисбий узулиш кучи - толанинг нисбий пишиқлигини кўрсатади ва узулиш кучи кўрсаткичини (гк) чизиқли зичлик кўрсаткичига бўлишдан чиққан бўлинмага тенг бўлади. Кўрсаткич гк/текс ёки сН/текс билан ифодаланади. Нисбий узулиш кучи кўрсаткичи ўз вазни таъсирида узиладиган км ҳисобида белгиланадиган тола узунлигидан иборатдир. Тола типига қараб 37-25гк/текс.га ёки сН/тексга тенг бўлади. Толанинг етилганлиги-шартли равишда етилиш коэффициентида деб ҳам аталади. Бу микроскоп остида тола деворчаларида клетчатка қаватларининг пайдо бўлиш даражасига қараб аниқланади. Махсус шкала бўлиб 0-5 градацияга бўлинган. Агар тола 0 коэффициентида бўлса ўлик толани, 5- бўлса ўта қалинлашган, буралувчанлиги бўлмаган толани кўрсатади. Толанинг етилганлиги 1,8-2-2,5 коэффицентда яхши бўлади. Тола буралувчанлиги - толанинг 1 мм қисмидаги буралиш билан белгиланади. Нормал ривожланган толаларда 1 мм тола 10-12 мартагача буралади. Эластиклиги – бу толанинг чўзилувчанлик хусусияти бўлиб, ўз навбатида пишиқлиги билан боғлиқ. Ингичка ва пишиқ тола ҳаммавақт эластик бўлади. Улардан махсус пишиқ техник газмоллар тайёрланади. Тола чиқиши– тола массасининг чигитли пахта массасига бўлган фоиз ҳисобидага нисбатига айтилади. Экилаётган ғўза навларида тола чиқиши ўрта толали навларда 32-40 %, узун толали навларда эса 29-34% бўлади. Тўқимачилик саноати тола сифати ва унинг ассортиментида алоҳида талаблар қўяди. Ёзанинг янги навларини яратишда ва реестрга киритилганларнинг ижобий хусусиятларини юқори даражада сақлаб туришда ана шу талабларга асосланилади. Ўзбекистонда қабул қилинган ЎзРСТ 615-94 стандарти (андоза) бўйича пахта толасини сифатига қуйидаги талаблар қўйилган (2-жадвал). Тола типлари шартли равишда 7 типга бўлинган бўлиб, дастлабки 1а, 1б, 1,2,3 типдаги толалар узун (ингичка) толали навлардан олинади. Толалари мустаҳкам бўлиб, ундан алоҳида қимматбаҳо буюмлар нафис ва мустаҳкам газламалар, юқори навли сатин, ҳар хил газлама ва тўқималар тайёрланади.

Пахта толаси сифатига қўйилган қўйилган техник шартлар

2 жадвал

Кўрсаткичларнинг номи	Пахтадаги толанинг типига оид меъёрлар								
	1а	1б	1	2	3	4	5	6	7
Штапел вазн узунлиги, мм.	40,2	39,2	38,2	37,2	35,2	33,2	31,2	30,2	29,2
Чизиқли зичлик, мтекс.	125	135	144	150	165	180	190	200	200 дан ортиқ
Нисбий узулиш кучи I-нав, асосий сН/текс.	33,3-34,3	36,3-35,3	33,3-34,3	31,4-32,4	29,4-30,4	25,5-26,5	24,0-25,0	23,5-24,5	23,0-24,0
гк/текс	36,0-37,0	35,0-36,0	34,0-35,0	32,0-33,0	30,4-31,0	28,0-27,0	24,5-25,5	24,0-25,0	23,5-24,5
II-нав, камида сН/текс.	34,3	33,3	32,4	30,4	28,4	25,0	23,5	23,0	22,5
гк/текс	35,0	34,0	33,0	31,0	29,0	25,5	24,0	23,5	23,0

Қолган тўрт тип толалар ўрта толали ғўза навларидан олинади. Улар нисбатан тезпишар ва ҳосилдорли бўлганлиги учун ҳам катта майдонларда экилади. IV-тип толалардан тўқимачилик иплари, ҳаракатга келтирувчи қайиш тўқималари, оёқ кийими тўқима ва иплари тайёрланади V-тип толалар кўплаб ишлатиладиган тўқима тайёрлашга яъни кийим-кечак, чойшаб ва бошқа матолар ишлаб чиқаришда қўлланилади. VI-тип толаларидан ҳам турли буёққа бўялган газламалар олинади, жун билан аралаштирилиб ишлатишда фойдаланилади.

С 65-24 селекция навидаги толаларни HVI 900-SA лаборатория тизимидаги халқаро сифат кўрсаткичларини солиштирма кўриниши:

3-жадвал.

№	Толаларни HVI лаборатория тизимидаги сифат кўрсаткичлари номи ва белгиси	Аррали жиндан чиққан толаларининг сифат кўрсаткичлари			Пневмомехани қ жиндан чиққан толаларни сифат кўрсаткичлари	Толанинг табиий сифат кўрсаткичлари
		1-тадқиқот	2-тадқиқот	3-тадқиқот		
1.	Len -Upper Half Mean Length Юқори ўрта узунлик. дюйм	1.13(код 36) 28.7 мм, (33.8 мм)	1.15 (код 37) 29.2 мм (34.4 мм)	1.14 (код 37) 28.95 мм (34.1 мм)	1.18 (код 38) 29.9 мм (35.4 мм)	1.21 30.7 мм (36.2 мм)
2.	Unf -Uniformity Index. Узунлик бўйича бирхиллик индекси, %	83.4	84.6	83.8	85.4	86.1
3.	SFI- Short Fiber Index. Калта толалар индекси, %	5.2	5.6	5.4	3.8	2.3
4.	Mic.- Micronare. Микронейр.	4.6	4.4	4.4	4.6	4.6
5.	Elg.- Elongation. Узилишдаги узайиши, %	6.5	6.8	6.6	7.7	7.5
6.	Str -Strength Солиштирма узилиш кучи, гс/текс	32.5	33.4	33.2	36.8	37.4
7.	Rd- Reflectance Нур қайтариш коэффициент	79.2	76.4	74.2	74.9	74.6
8.	+b -Yellowness. Сарғишлик даражаси	8.8	8.6	8.4	7.7	8.9
9.	Trash -Trash Code. Ифлослик коди	3.8	3.7	3.6	4.0	4.2
10	Cnt -Trash Count. Ифлос аралашмалар сони	11	10	12	10	8
11	Area- Trash Area. Ифлос аралашмалар майдони, %	0.2	0.4	0.6	0.4	0.3

Юқоридаги жадвалдан кўриниб турибдики, пахтадан тола ва чигитларни ажратилишидан мавжуд аррали жинлар пахта толасининг сифат кўрсаткичларига жиддий зарар етказмоқда.

Хулоса

- 1) Жинлаш жараёнидаги мавжуд муаммоларни бартараф қилиш учун тола ва чигитлар механик шикастланмаслиги учун чигитли пахталар эркин ҳолатда ҳеч қандай зичликлар ва тўсиқларсиз толасидан ажралиши керак.
- 2) Тадқиқот натижаларини таққослаш мақсадида, олтита селекция навларидаги толаларнинг табиий сифат кўрсаткичлари ҳам халқаро стандарт асосида аниқланиб, тола намуналари аниқланди.
- 3) Ишлаб чиқаришга мўлжалланган жин машинасининг экспериментал қурилмаси конструкцияси тайёрланди ҳамда унинг техник конструкцияси тайёрланди ҳамда унинг техник характеристикаси тузиб чиқилди, ишлаб чиқариш синовлари Порлок-2, С 65-24, С 82-86, Наманган -34, Наманган-77 ва Андижон-35 саноат навли пахталарида ўтказилди. Ҳар бир селекция навларида ўтказилган толалар намуналари ҳам тайёрланди.

Адабиётлар:

- [1]. <https://www.lex.uz/ru/docs/5731033>, Пахта-тўқимачилик кластерлари фаолиятини тартибга солиш чора-тадбирлари тўғрисида.
- [2]. Ўзбекистон Республикаси Президентининг Фармони, 16.11.2021 йилдаги ПФ-14-сон.
- [3]. Р.К.Абдуллаев, Р.М.Мурадов, Б.Т.Алиев. Пахта чиқиндилари таркибидаги йиғирувга яроқли толаларни ажратиш қурилмаси. Бухоро муҳандислик-технология институти. “Илмий тадқиқот ва кадрлар тайёрлаш тизимида инновацион ҳамкорликни ривожлантиришнинг муаммолари ва истикболлари” мавзусида халқаро илмий-амалий анжумани материаллари. Бухоро, 24-25 ноябр 2017 йил, 102-105 бет.
- [4]. Б.Т.Алиев, Р.К.Абдуллаев, Р.М.Мурадов. Пахта толасини чигитдан ажратишда янги пневмомеханик жин машинасининг яратилиши ва тадқиқотлар таҳлили. Ўзбекистон табиий толалар илмий тадқиқот институти, халқаро илмий-техникавий анжумани. “Тўқимачилик саноати корхоналарида ишлаб чиқаришни ташкил этишда илм-фан интеграциялашувини ўрни ва долзарб муаммолар ечими” (ЎзТТИТИ-80) материаллар тўплами. Тўқимачилик материаллари технологияси 2-қисм. Марғилон, 27-28 июл 2017 йил 106-111 бет.
- [5]. Х.Т.Ахмедходжаев, А.А.Обидов, Р.К. Абдуллаев, М.И.Охунжонова.
- [6]. Пахта толаси таркибидаги калта толалар фоизини камайтириш борасидаги олиб борилаётган илмий-тадқиқот ишлар ва натижалар таҳлили. Наманган муҳандислик-технология институти илмий-техника журнали. “Ишлаб чиқариш технологияси муммолари” Том 4 №1 2019 3-7 бет.
- [7]. Р.К.Абдуллаев, Х.Т.Ахмедходжаев, М.И.Охунжонова, М.М.Султонов.
- [8]. Пахтани жинлаш жараёнида жин машинасининг селекция навлар бўйича тола сифатига таъсирини таҳлил қилиш. Наманган муҳандислик-технология институти илмий-техника журнали. “Ишлаб чиқариш технологияси муммолари” Том 4 №2 2019 21-27 бет.
- [9]. Р.К.Абдуллаев, Р.М.Мурадов, М. Н. Салоҳиддинова. Пахта толаси сифатини оширилишида илм-фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси истикболлари. “Инновацион ривожланиш даврида интенсив ёндашув истикболлари” халқаро анжумани. Наманган, 2018 йил 10-11 июл, 246-247 бет.
- [10]. Р.К.Абдуллаев, А.А.Обидов, Р.М.Мурадов. Пахтани қайта ишлаш инновацион технологияларини яратилишида саноат ва илм-фан ўртасидаги кооперацияни йўлга қўйиш истикболлари. “Инновацион ривожланиш даврида интенсив ёндашув истикболлари” халқаро анжумани. Наманган, 10-11 июль 394-398 бет.
- [11]. М.М.Султонов, Р.К.Абдуллаев. Тўқимачилик кластери комплекслари технологик жараёнларида тола йўқотилиши кескин камайтириш чора-тадбирлари. Наманган муҳандислик-технология институти илмий-техника журнали. “Ишлаб чиқариш технологияси муммолари” Том 4 №3 2019 66-73 бет.
- [12]. Р.К.Абдуллаев, Х.Т.Ахмедходжаев, О.Ш.Саримсоқов, М.И.Охунжонова. Пахта толаси сифат кўрсаткичларини халқаро универсал стандарт бўйича аниқланишида “сифат” сертификатлаш маркази билан ҳамкорлик интеграциясини мустаҳкамлаш истикболлари. Наманган муҳандислик-технология институти илмий-техника журнали. НамТИ, 2018 й. 4-сон 25-31 бет.

A.A. Muradov

Namangan muhandislik-texnologiya instituti
bek_mirzaumidov@mail.ru, tel: +998(99 5198053
[\(Qabul qilindi 04.10.2024 y.\)](#)

Аннотация: *To'quv mashinalarini unumdorligi ularning asosiy texnik-iqtisodiy harakteristikasi bo'lib, ularni oshirish esa to'quv jihozlarini loyihalash va takomillashtirishda asosiy masala hisoblanadi. Ushbu maqolada kichik o'lchamli arqoq tashlagichli to'quv mashinalari ish resurslariga ta'sir qiluvchi omillarni modellashirish va avtomatik loyihalash tizimini qo'llab mashina unumdorligini oshirish masalasidan biri ko'rilgan.*

Калит so'zlar: *To'quv dastgohi, arqoq tashlagich, avtomatik loyihalash, arqoq, detal, dastur, mexanizm, modellashirish.*

Аннотация: *Производительность ткацких станков является их основным технико-экономическим показателем, а ее повышение – основным вопросом проектирования и совершенствования ткацкого оборудования. В данной статье рассмотрена одна из задач моделирования факторов, влияющих на рабочий ресурс малогабаритных ткацких станков и повышения производительности станка с использованием системы автоматического проектирования.*

Ключевые слова: *Ткацкий станок, прокладчик утка, автоматическое проектирование, уток, деталь, программа, механизм, моделирование.*

Abstract: *The productivity of weaving machines is their main technical and economic performance, and their increase is the main issue in the design and improvement of weaving equipment. In this article, one of the problems of modeling the factors affecting the working resources of small-sized loom weaving machines and increasing the productivity of the machine using an automatic design system is considered.*

Key words: *Weaving loom, weft layer, automatic design, weft, detail, program, mechanism, modeling.*

To'qimachilik fabrikalari asosan kichik o'lchamli arqoq tashlagichli to'quv mashinalari bilan jihozlangan. Bundan tashqari faqatgina arqoq iplarini o'tkazishning aynan shu usullaridan foydalanib to'qiluvchi bir qator matolar mavjuddir. Kichik o'lchamli arqoq tashlagichli to'quv mashinalari ishlashining tahlili ularning ish unumdorligini oshirish va ishlab chiqarilayotgan matolar (assortimentini) turini ko'paytirish imkoniyatlari mavjudligini ko'rsatadi. SHu munosabat bilan, mahalliy to'quv mashinasozligi oldida ushbu turdagi mashinalarni ilmiy-tadqiqotlar ishlari natijasida yaratilgan innovatsiyalarni qo'llash orqali takomillashtirish vazifalarini qo'yimoqda.

To'quv mashinalarini takomillashtirishni ikki yo'nalishda olib borish lozim: mavjud kichik o'lchamli arqoq tashlagichli to'quv mashinalarini modernizatsiyalash va kichik o'lchamli arqoq tashlagichli to'quv mashinalarining yangi avlodini yaratish. To'quv mashinalarining bunday yangi avlodi hozirda mavjud bo'lgan STB rusumli to'quv mashinalari unumdorligiga nisbatan yuqoriroq ish unumdorligi ega bo'lishi lozim. Ularning unumdorligi to'quv mashinasining tanda kengligi o'sishi darajasida asta-sekinlik bilan oshib borishi lozim. Bundan tashqari ularning muhim mehanizmlari hamda to'quv mashinasining o'zi ham butunligicha yuqori ishonchlilik va chidamlilikka ega bo'lishi lozim.

To'quv mashinalarini unumdorligi ularning asosiy texnik-iqtisodiy harakteristikasi bo'lib, ularni oshirish esa to'quv jihozlarini loyihalash va takomillashtirishda asosiy masala hisoblanadi. To'quv mashinalari ish unumdorligini hisoblashga bag'ishlangan juda ko'p materiallar [1], [2], [3] ishlarda keltirilgan bo'lib, u yerda to'quv mashinasini nazariy, haqiqiy va rejaviy unumdorligini aniqlash formulalari hamda uning qiymatiga ta'sir qiluvchi sabablari keltirilgan. Bundan tashqari to'quv mashinasi ishchi tezliklarini oshirish hisobiga uning unumdorligini oshirish - faqatgina mato

to'qish texnologik jarayonida qatnashuvchi mexanizmlar konstruksiyasini yaxshilash evaziga, xususan tanda homuzasiga arqoq tashlash jarayonida qatnashuvchi mexanizmlarni takomillashtirish orqali amalga oshirish mumkin. Arqoq tashlash jarayonida qatnashuvchi mexanizmlardan eng ko'p yuklanganligi zarba, batan va homuza hosil qilish mexanizmlari kiradi. Zarb mexanizmini vazifasi mokiga yoki arqoq tashlagichni zapravka kengligidagi homuzadan o'tishga kerak bo'lgan tezlikni ta'minlashdir. to'quv dastgohini zarb mexanizmi dinamikasi masalalari [1] ishda ko'rilgan. Mualliflar tomonidan zarb mexanizmining elastik tizimi zvenolarini xususiy chastotasi davrlari aniqlangan, shuningdek mokining og'irligi ta'siri, mokining qutidagi ishqalanish kuchi, mokining jadallashishida jangovor mexanizmlarining zvenolarini qayishqoqligini, pogonyalka (turtki) ning deformatsiyasi qiymatiga ta'siri tadqiq qilingan. Olingan natijalar tajriba asosida tasdiqlangan va mokining jadallashishdagi harakatini kinematik parametrlarini zarb mexanizmi zvenolarini kuchlanishlarini tenzometrik yozuvlar natijasiga ko'ra aniqlash mumkinligi haqida xulosaga kelingan. Mokili to'quv dastgohlaridagi mavjud kinetik energiya tizimi amortizatsiyasi mukammal emasligi [2] ishda aniqlangan. Mavjud amortizatsiya tizimini boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lgan elastik tizimga yoki elastik bo'lmagan qo'zaluvchan massaga zarb berish tizimiga almashtirish taklif etilgan. Zarb kuchini aniqlash formulasi keltirilgan. Mualliflar fikriga ko'ra, bu takomillashtirish shovqinni kamayishiga va to'quv mashinasi ishini yaxshilashga olib keladi.

Mokili to'quv mashinalariga yuqori tezlik berilganda zarb mexanizmi ishlashi batan mexanizmini kinematik parametrlariga bog'liqligini tajriba yo'li bilan aniqlangan [4]. Dezaksial batan mexanizmi taklif qilingan. Bu mexanizm mokili to'quv dastgohlarini tezligini sezilarli oshirish bilan birga, jangovor mexanizm zvenolaridagi kuchlanishlarni ko'paytirmaydi. To'quv dastgohlarini ishlab chiqarish jarayonini zamonaviy avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlarini qo'llash orqali qisqartirish mumkin. Avtomatik loyihalash tizimida yangi detallarni yoki yangi mexanizmlarni yaratish va ilmiy tadqiq etish ishlari kompyuterlarda konstruktorlik dasturlari yordamida amalga oshiriladi [5.6]. Mashinasozlik korxonalarida yangi mahsulot ishlab chiqarish uchun sarfdanadigan mablag' taxlili shuni ko'rsatadiki, uning 30-50% tajriba va sinov ishlariga hamda aniqlangan nuqsonlarni bartaraf etish uchun, mahsulot loyihalash uchun esa faqatgina 10% mablag' sarflanar ekan. Bundan kelib chiqqadiki tajriba-sinov ishlarini avtomatik loyihalash tizimida virtual nazariy tadqiqotlar yordamida amalga oshirish, bo'lishi mumkin bo'lgan nuqsonlarni aniqlash va bartaraf etish, optimallashtirish uslublarini qo'llagan holda ko'p variantli loyihalashni amalga oshirish mumkin.

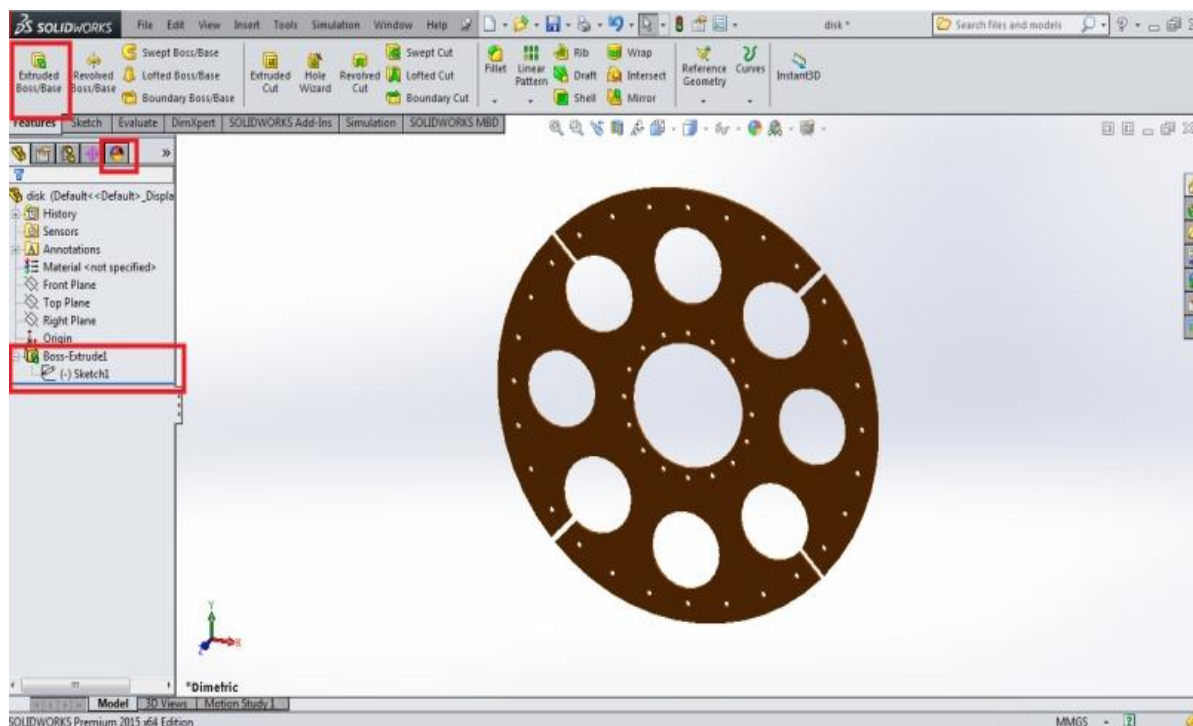
To'quv mashinalarini avtomatlashtirilgan loyihalash tizimining vazifasi – fan va ilmiy-texnika yutuqlarini mahsulot yangi turlari va sifatning yuqori bosqichlarini ko'zlagan holda yangi konstruksiyalarini yaratishdir. Bularni CAD/CAM/CAE texnologiyalarini keng miqyosda qo'llamasdan turib amalga oshirish iloji yo'q. To'qimachilik sanoati mashinasozlik sohasida “Avtomatik loyihalash tizimi (ALT)” iborasi odatda, avtomatlashtirilgan loyihalash (computer-aided design- CAD), avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish (computer-aided manufacturing- CAM) va (chizmalarni) avtomatlashtirilgan ishlab chiqish yoki konstruksiyalash (computer- aided engineering - CAE) funktsiyalarini, ya'ni kompyuter yordamida loyihalash, ishlab chiqarish va muhandislik ma'lumotlarini boshqarishlarni amalga oshiruvchi dasturlar to'plamiga nisbatan ishlatiladi. **CAD modeli ko'rinishi** To'quv dastgohlarini ishlab chiqarish jarayonini zamonaviy avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlarini qo'llash orqali qisqartirish mumkin.



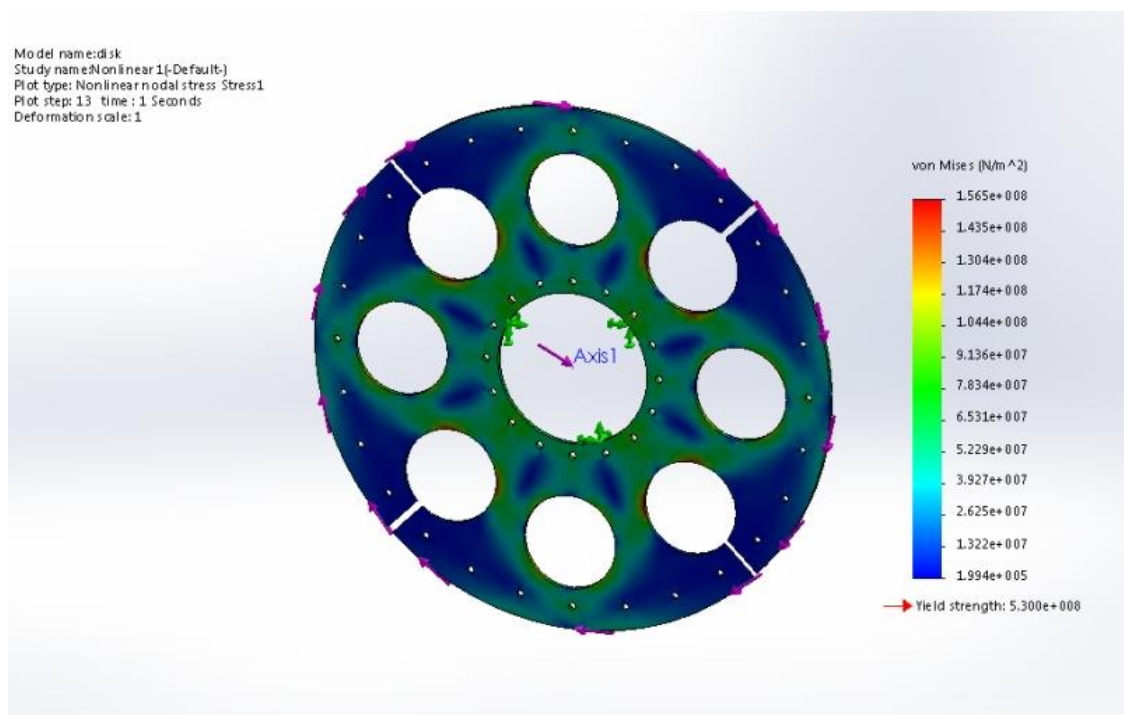
1-rasm. STB to'quv mashinasining zarb mexanizmi xaydagich richagi.

Avtomatik loyihalash tizimida yangi detallarni yoki yangi mexanizmlarni yaratish va ilmiy tadqiq etish ishlari kompyuterlarda konstruktorlik dasturlari yordamida amalga oshiriladi [7,8.].

“SolidWorks” mexanik detallar va konstruktsiyalarni loyihalash hamda ishlab chiqish uchun mo‘ljallangan funktsional modullardan tashkil topgan dasturlar to‘plamidir.

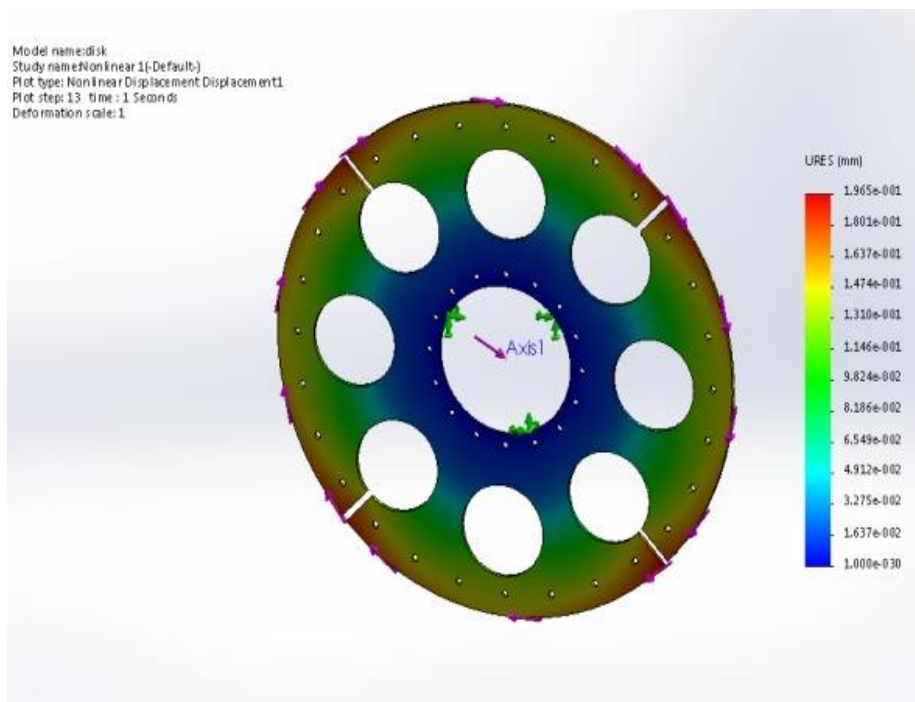


2-rasm. Yuritma mufta diskining CAD modeli.

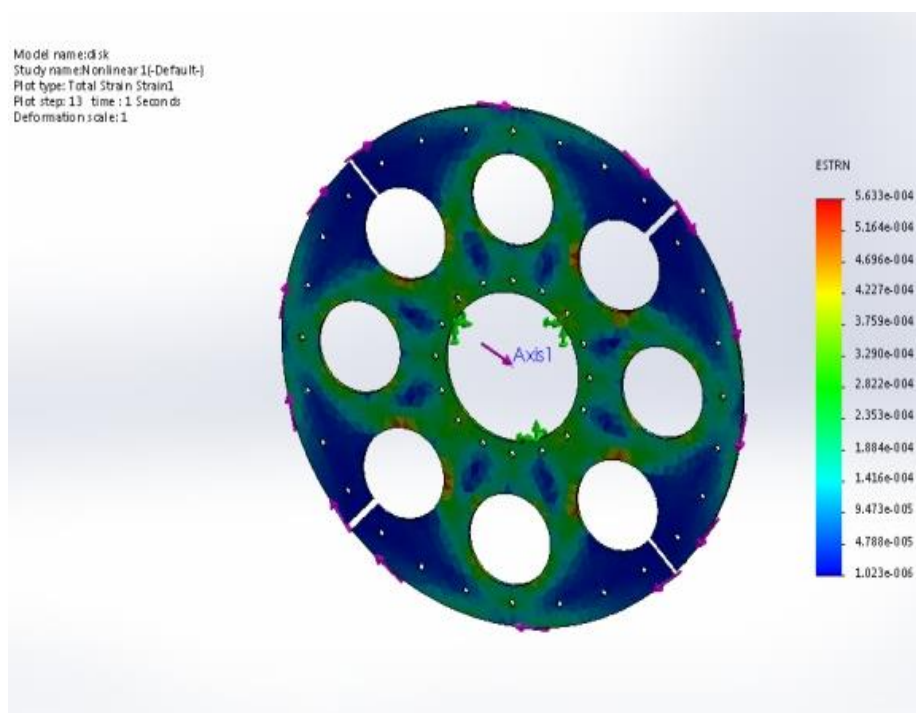


3-rasm. Mufta diskida chiziqli kuchlanishlar hosil bo‘lishi.

“SolidWorks” dasturi yordamida loyihalanayotgan detallarning mustahkamligini oshirishga, yaroqlilik muddatlarini uzaytirishga, tejamkorlikka, samaradorligini oshirish kabi imkoniyatlarga erishiladi. Bu dastur tez va sifatli loyihalarni amalga oshirish uchun ulkan hissa qo‘shadi.



4-rasm. Mufta diskida siljishlarni hosil bo'lishi.



5-rasm. Mufta diskida urinma kuchlanishlar hosil bo'lishi.

Konstruktorlashda detallarni ikki va uch o'lovchi fazoda konstruktorlash, mexanizmlarni standart detallardan va elementlardan yig'ish, detallarning ishchi chizmalarini tayyorlash, tekshirish, mexanizmlar detallarini konstruktiv hisoblash, mashinada ularning joylashishini o'rganish va avtomatlashtirishlar bajariladi.

Vertual tajriba sinovida sinov stendlarining sxemasini loyihalash; sinov rejimlarini hisoblash va boshqarish; sinov natijalarini tahlil etish va ular asosida tavsiyalar ishlab chiqiladi.

"SolidWorks" dasturi yordamida loyihalanayotgan detallarning mustahkamligini oshirishga, yaroqlilik muddatlarini uzaytirishga, tejamkorlikka, samaradorligini oshirish kabi imkoniyatlarga erishiladi. Bu dastur tez va sifatli loyihalarni amalga oshirish uchun ulkan hissa qo'shadi.

Adabiyotlar

- [1]. B. X. Boymuratov , A. D. Daminov, To'quvchilik texnologiyasi. Toshkent: TTESI, 2015.
- [2]. A. П. Алленова, Автоматические ткацкие станки СТБ. Москва: Легпромбытиздат, 1985.
- [3]. А. Е. Стрешнев, "Диагностирование механизмов ткацкого станка СТБ с использованием методов экспертных систем", Санкт-Петербург, 2006.
- [4]. О. С. Ковалева, Е. Н. Хозина, , В. А. Макаров, "Влияние основных характеристик ткацких машин типа СТБ и СТБУ на их теоретическую производительность," Технология текстильной промышленности, №. 3, стр. 93–98, 2006.
- [5]. 5 A. Pirnazarov , U. Sellgren, "Reduced testing , modelling of the bearing capacity of rooted soil for wheeled forestry machines," J. Terramechanics, vol. 60, стр. 23–31, Aug. 2015.
- [6]. Designing resource-saving mechanisms for stable operation of the loop-forming system of stitch-knit machines
- [7]. Study of dynamics of the turning process in pneumatic spinning in the presence of double false torsion. М.М. Саидмуродов, М. Абдувахидов, А. Мурадов Американский инженерно-технологический журнал.2020. Июль, 58-64
- [8]. A.A.Muradov. Calculation of shafts bending vibrations. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal 11 (5), 1103..2021.

UDK 621.01

MOMIQNI TASHUVCHI VA TOZALOVCHI SAMARALI VINTLI KONVEYER EGRI, OG'MA TESHIKLARI BO'LGAN TO'RLI YUZASINING TEBRANISHLARINI TAJRIBADA ANIQLASH

O.A. Teshaboyev

Andijon mashinasozlik instituti,
masterlevelteshaboyev@mail.ru
(Qabul qilindi 19.10.2024 y.)

Annotatsiya. Maqolada tavsiya etilgan momiqni tashuvchi-tozalovchi konveyerning og'ma-egri teshiklari bo'lgan, amortizatorlarga o'rnatilgan to'qli yuzasini tebranishlarini tajribada aniqlash natijalarini tahlili keltirilgan. Tajribalarni o'tkazish metodikasi, olingan otsillogrammalarni asosida bog'lanish grafiklari tahlil qilingan. Momiqni tozalash samaradorligini yuqori bo'lishini ta'minlaydigan to'qli yuza hamda rezinali amortizatori birlilik qiymatlari aniqlangan.

Kalit so'zlar. Vintli konveyer, elektrotenzometrik sxema, datchik, otsillogramma, grafik, tebranish, to'qli yuza, amplituda, qamrov, tozalik, birlilik, dissipatsiya, tozalash samarasi.

Аннотация. В статье представлен анализ результатов экспериментального определения колебаний сетчатой поверхности предлагаемого ворсоносно-очистительного конвейера с криволинейными отверстиями, установленного на амортизаторах. Методика проведения экспериментов, графики связи анализировались на основе полученных осциллограмм. Установлено, что сетчатая поверхность и резиновый амортизатор, обеспечивающие высокую эффективность очистки пуха, обладают уникальными свойствами.

Ключевые слова. Шнековый конвейер, электротензометрическая схема, датчик, осциллограмма, график, вибрация, поверхность сетки, амплитуда, покрытие, чистота, однородность, рассеивание, очищающий эффект.

Abstract. The article presents an analysis of the results of experimental determination of oscillations of the mesh surface of the proposed lint-cleaning conveyor with curvilinear holes installed on shock absorbers. The methodology of conducting experiments, the connection graphs were analyzed based on the

obtained oscillograms. It was found that the mesh surface and the rubber shock absorber, providing high efficiency of fluff cleaning, have unique properties.

Key words: Screw conveyor, electrical strain gauge circuit, sensor, oscillogram, graph, vibration, mesh surface, amplitude, coating, cleanliness, homogeneity, dispersion, cleaning effect.

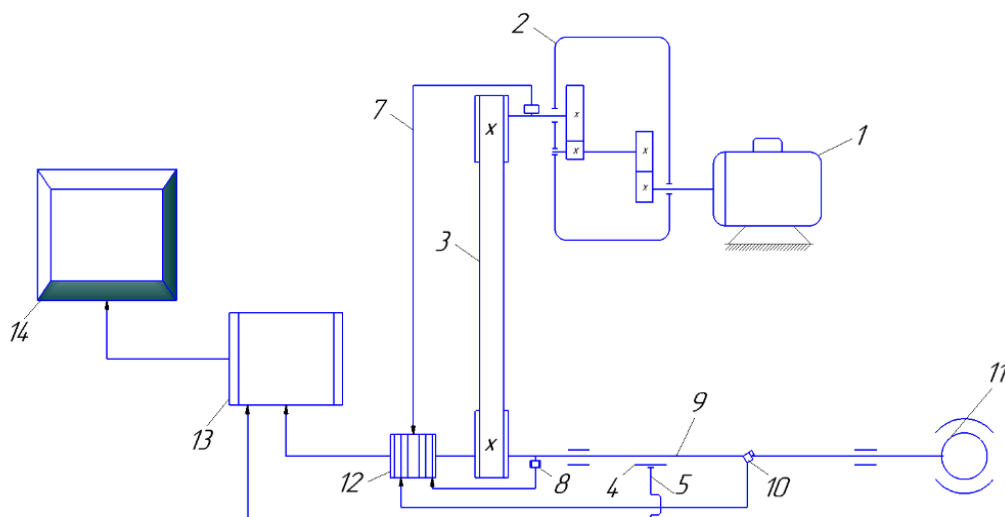
Annotatsiya. Maqolada tavsiya etilgan momiqni tashuvchi-tozalovchi konveyerning og'ma-egri teshiklari bo'lgan, amortizatorlarga o'rnatilgan to'rtli yuzasini tebranishlarini tajribada aniqlash natijalarini tahlili keltirilgan. Tajribalarni o'tkazish metodikasi, olingan otsillogrammalarni asosida bog'lanish grafiklari tahlil qilingan. Momiqni tozalash samaradorligini yuqori bo'lishini ta'minlaydigan to'rtli yuza hamda rezinali amortizatori bikrlilik qiymatlari aniqlangan.

Tajribaviy tadqiqotlarni o'tkazish metodikalari. Momiqni tashuvchi va tebranuvchi to'rtli yuzali vintli konveyerni tavsiya qilingan konstruksiyasi tajriba nusxasi tayyorlandi va tajribaviy tadqiqotlarni o'tkazish bo'yicha mavjud usullardan foydalanildi [1,2]. 1-rasmda yangi konstruksiyadagi vintli konveyerning tajriba nusxasi ko'rinishlari keltirilgan [3,4]. Momiqni tashuvchi va tozalovchi, tebranuvchi to'rtli yuzali to'rtlinsimon sirtli vinti bo'lgan konveyerning tajriba stendining elektrotenzometrik sxemasi 2-rasmda keltirilgan.



a – tarnovning ostki qismiga rezinali tayanchlarga o'rnatilgan 50x6, 45x4.5, 40x4 mm o'lchamli setkaning ko'rinishi.

1-rasm. Tavsiya qilingan vintli konveyer tajriba nusxasi ko'rinishlari.



2-rasm. Vintli konveyerning tajriba stendining elektrotenzometrik sxemasi. Bu yerda, 1–elektrodvigatel; 3–tasmasli uzatma; 4–setka, 5–siljish datchigi, 2–reduktor; 7–yuqori tasirchang ky-037 markali tovush moduli; 8–optik taxometer; 9–vint vali; 10–yarim ko'priq usulida yelimlangan tenzorezistor; 11–tormozlash qurilmasi; 12 – tokos'yomnik; 13 - Arduino (ASP) mikrokontroller; 14 – kompyuter.

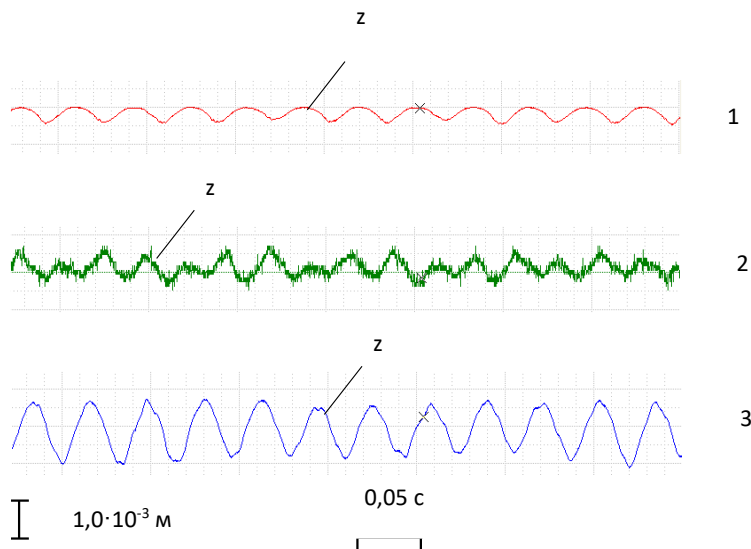
Tajriba stendi ishga tushganida harakat elektrodvigatel 1, reduktor 2, tasmali uzatma 3, vintli val 9 ga uzaiadi. Ishchi vint 9 validagi burovchi momentni o'lchash uchun mos ravishda valga tenzorezistorlar 10 yopishtirilgan. Vintli 9 valning ikkinchi uchiga tormozlash qurilmasi 11 o'rnatilgan. Valning ikkinchi uchiga tokosyomnik 12 o'rnatilgan. Arduino (ASP) mikrokontroller 13 orqali malumotlar kompyuter 14 ga uzatiladi [5].

Tenzadatchiklar 10 va takos'yomniklar 12 lar orqali elektr yuritgich, reduktor chiqish validagi va vint validagi yuklanishlar o'lchangan bo'lsa, 8 toxometrlar orqali burchak tezliklari o'lchanadi. To'rli yuzaning tebranishlari siljish datchigi 5 orqali o'lchangan. Parametrlarni o'lchashda ularni qiymatlari torirovka grafiklari orqali amalga oshirilgan [5, 6].

Richagning o'lchami $l=1\text{ m}$ qilib olindi. Tarirovkalash jarayonida valning bir uchi harakatini to'xtatish maqsadida maxsus tomozlab qo'yildi. Richakga yuk mos ravishda 1kg dan orttirib borildi

hamda 0kg dan 8kg gacha og'irlikdagi yuklar osildi. Bu jarayonda valni tarirovkalash uchun 0N dan 75N gacha bo'lgan yuklanish berildi [7,8].

Parametrlarning olingan qiymatlari 13ASP sonli o'zgartirgich orqali kompyuter 14 ga uzatiladi. Natijalar otsillogrammalar shaklida qayd qilingan.



1-I.U-125kg/soat; 2-I.U-160kg/soat; 3-I.U-195kg/soat

3-rasm. Vintli konveyer vinti ostidagi egri to'rli yuzasini ish unumiga bo'g'liq tebranish qonuniyatlari (b) ko'rinishlari.

tebranishlari (siljishi) asosan tashilayotgan momiq (paxta bo'laklari)ni ta'siri asosida tayanchlariga o'rnatilgan rezinali yostqchalar deformatsiyalanishlari hisobiga bo'ladi. Bunda amortizator har ikki tayanchlarda bir hil markali rezinadan foydalanilganda, to'rli yuzani tebranishlarini vertikal

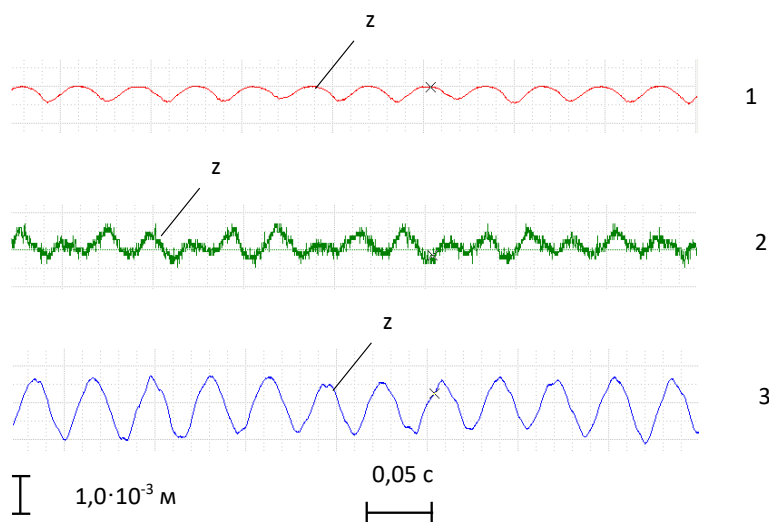
Tavsiya etilgan konveyer vinti ostidagi egri chiziqlari bo'lgan to'rli yuzani tebranishlarini tahlili.

Yuqorida keltirilgan elektrotenzometrik sxemaga asosan (2-rasm) to'rli yuzani tebranishlarini siljish datchigi 5 orqali amalga oshirildi.

Ma'lumki to'rli yuzani yo'nalishda bo'ladi. Agarda oldingi va keyingi tayanchlardagi rezinali amortizatorlar (yostiqlar) har hil rezinalar markalaridan, ya'ni birkliklari har xil qilib olinganida, to'rli yuza ham vertikal, ham og'ma tebranishlari bo'ladi.

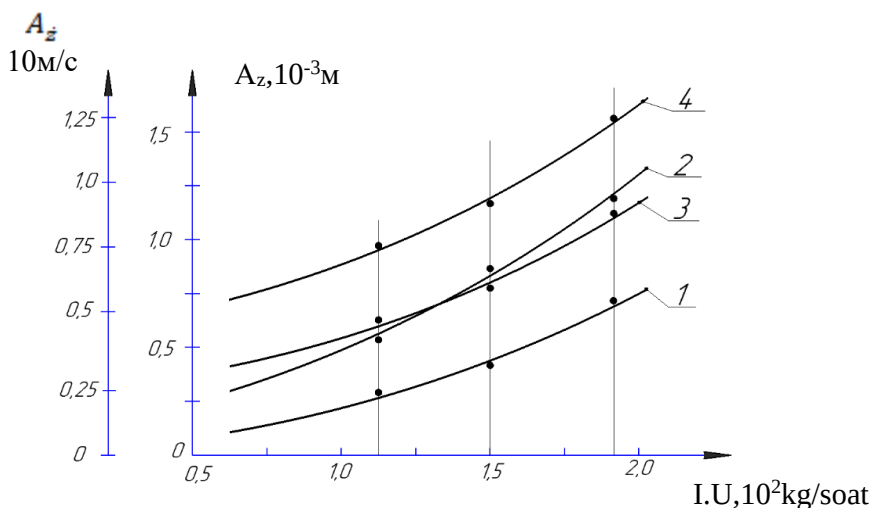
To'rli yuzani tebranishlarini otsillogrammalar shaklida olindi. 3-rasmda vintli konveyer vinti ostidagi egri to'rli yuzasini ish unumiga bo'g'liq tebranish qonuniyatlari keltirilgan.

To'rli yuzani tebranishlarini otsillogrammalar shaklida olindi. 4-rasmda vintli konveyer vinti ostidagi egri to'rli yuzasini ish unumiga bo'g'liq tebranish qonuniyatlari keltirilgan.



1-I.U-125kg/soat; 2-I.U-160kg/soat; 3-I.U-195kg/soat

4-rasm. Vintli konveyer vinti ostidagi egri to'rli yuzasini ish unumiga bo'g'liq tebranish qonuniyatlari.



1,2- $A_z = (I.U.)$; 3,4- $A_z = (I.U.)$; 1,3- $J_t = 0,31 \text{ kgm}^2$; 2,4- $J_t = 0,25 \text{ kgm}^2$;

5-рasm. То'рли yuza vertikal tebranishlari siljish va tezlik amplitudalarini konveyer ish unumini o'zgarishiga bog'liqlik grafiklari.

Olingan otsillogrammalar tahlili shuni ko'rsatadiki, vintli konveyerning ish unumi ortishi bilan to'rtli yuzaning tebranish amplitudasi ortib boradi. (4-rasm, 1,2,3-otsillogrammalar). Bunda to'rtli yuza tebranish chastotasi asosan vintli valni aylanish chastotasi, hamda texnologik qarshilikni o'zgarish chastotasiga bog'liq ravishda o'zgaradi. Qayd qilish kerakki keltirilgan otsillogrammalarda to'rtli yuza oldingi s_1 va keyingi

s_2 tayanchlardagi rezinali amortizatorlar bikrlilik koeffitsientlari bir xil, olingan bo'ladi. Shuning uchun to'rtli yuza faqat vertikal yo'nalishda tebranadi. Ushbu otsillogrammalar asosida parametrlarni bog'lanish grafiklari olindi. Jumladan 5-rasmda to'rtli yuza vertikal tebranishlari siljish va tezlik amplitudalarini konveyer ish unumini o'zgarishiga bog'liqlik grafiklari keltirilgan.

Tahlillarga asosan konveyer ish unumi $0,75 \cdot 10^2 \text{ kg/soat}$ dan $1,86 \cdot 10^2 \text{ kg/soat}$ gacha momiq tashilib tozalanganda to'rtli yuzaning inersiya momenti $0,25 \text{ kg/m}^2$ bo'lganida to'rtli yuza tebranish amplitudasi $0,46 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ dan $0,46 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ gacha chiziqli bog'lanishda ortib borsa, mos ravishda tezlikni tebranish amplitudasi $0,82 \cdot 10 \text{ m/s}$ dan $1,62 \cdot 10 \text{ m/s}$ gacha ortib borishini ko'rish mumkin (5-rasm 2,4-grafiklar). Xuddi shuningdek $J_t = 0,31 \text{ kgm}^2$ bo'lganida A_z qiymatlari $0,23 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ dan $0,59 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ gacha ortib boradi. Bunda A_z qiymatlari $0,37 \cdot 10 \text{ m/s}$ dan $0,82 \cdot 10 \text{ m/s}$ gacha ko'payib boradi. (5-rasm, 1,3-grafiklar). Buning asosiy sababi inersiya momenti ortishi bilan tebranishlar qiymati kamayadi.

Adabiyotlar

- [1]. Немец И. Практическое применение тензорезисторов. М.: Энергия, 1970. -с. 144.
- [2]. Сафронова И.В. Технические методы и средства измерений в швейной промышленности. М. "Легкая и пищевая промышленность", 1983. – с. 229.
- [3]. Менли Р. Анализ и обработка записей колебаний// -М.: Машиностроение, 1972. -с. 368.
- [4]. https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/248780/.
- [5]. Раевский Н.П. Датчики механических параметров машин. М. Изд., 1999. -с. 226.
- [6]. Далского А.М., Суслова А.Г., Касиловой А.Г., Мещерякова Р.К. Справочник технолога машиностроителя // В 2 т. / под ред.-5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. -Т. 2. - с. 944.
- [7]. Юденич В.В. Лабораторный практикум по ТММ. Высшая школа, М., 1962. - с. 287.
- [8]. Пономарев С.Д., Бидерман В.Л., Лицарев К.К. и др. Расчеты на прочность в машиностроении. М.: Машгиз, 1959. – с. 1118.
- [9]. Григорьев Е.Т. Расчет и конструирование резиновых амортизаторов. -М.: 1990. – с. 153.
- [10]. Потураев В.Н., Дырда В.И. Резиновые детали машин. – М.: машиностроение. 1977. – с. 216.
- [11]. Транспортные ленты, резиновые, // Изделия «Sava» и «Mathcad» <http://sava.belimpex.ru>
- [12]. Острейковский В.А., Карманов Ф.И. Статистические методы обработки экспериментальных данных. – М.: Абрис, 2012. -208 с.
- [13]. Платт Ч., Янссон Ф. Энциклопедия электронных компонентов. Том 3. Датчики местоположения, присутствия, ориентации. -ВНУ. 2017. -288 с.
- [14]. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. – м.: Колос. 1973, - с. 221.

ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА УСТАЛОСТНОЕ РАЗРУШЕНИЕ
КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТЕ

Р.Ж. Тожиев

*Ферганский политехнический институт,
(Получена 22.10.2024 г.)*

Аннотация: В статье приведены наблюдения за конвейерными установками в зимнее время показали, что при отрицательных температурах их эксплуатационные параметры изменяются.

Для оценки влияния температуры на число циклов нагружения до расслоения лент проведены опыты, в которых повышение и понижение температуры снижают износостойкость ленты. Так как расслоение ленты происходит вследствие разрушения резиновых прослоек, то есть понижение ее износостойкости при изменении температуры можно объяснить изменением механических свойств резины.

Ключевые слова: Конвейер, лента, расслоения, износ, резина, прослойка, температура, число циклов, опыты, ткань, прокладка

Annotatsiya: Maqolada qishda konveyer qurilmalarining kuzatuvlari keltirilgan va noldan past haroratlarda ularning ishlash parametrlari o'zgarishi ko'rsatilgan.

Iplarni delaminatsiyalashdan oldin haroratning yuklash davrlari soniga ta'sirini baholash uchun haroratning oshishi va pasayishi lentaning mustaxkamligini pasaytiradigan tajribalar o'tkazildi. Lentaning delaminatsiyasi kauchuk qatlamlarning deformasiya tufayli sodir bo'lganligi sababli, ya'ni harorat o'zgarishi bilan uning mustaxkamlik qarshiligining pasayishi kauchukning mexanik xususiyatlarining o'zgarishi bilan izohlanishi mumkin.

Kalit so'zlar: Konveyer, lenta, qatlam, eskirish, kauchuk, oraliq qatlamlar, harorat, tsikllar soni, tajribalar, mato, qistirma

Abstract: The article presents observations of conveyor installations in winter, which showed that at negative temperatures their operating parameters change.

To assess the effect of temperature on the number of loading cycles before belt delamination, experiments were conducted in which an increase and decrease in temperature reduced the wear resistance of the belt. Since belt delamination occurs due to the destruction of rubber layers, that is, a decrease in its wear resistance with a change in temperature can be explained by a change in the mechanical properties of rubber.

Key words: Conveyor, belt, delamination, wear, rubber, interlayer, temperature, number of cycles, experiments, fabric, gasket.

Выполненные ранее исследования [1] характеризуют износостойкость конвейерных лент при положительной температуре. Но наблюдения за конвейерными установками в зимнее время показали, что при отрицательных температурах их эксплуатационные параметры изменяются [2]. Отмечено влияние температурного режима на сопротивление движению ленты и расходуемую мощность, а также зависимость от температуры упругости, жесткости и прочности лент [3].

Для оценки влияния температуры на число циклов нагружения до расслоения лент проведены опыты, в которых напряжения в ленте были неизменными, а температура изменялась ступенями по 10°C в интервале от $+30$ до -60°C . Установлено, что наибольшее число циклов нагружения до разрушения при разных величинах напряжений лента выдерживает при температуре около -10° . [4].

Повышение и понижение температуры снижает износостойкость ленты. Так как расслоение ленты происходит вследствие разрушения резиновых прослоек, то есть понижение ее износостойкости при изменении температуры можно объяснить изменением механических свойств резины.

При повышении температуры выше оптимального уровня снижается механическая прочность резины вследствие изменения ее упругих свойств [5]. Последнее приводит к появлению остаточных деформаций при действии переменных напряжений, а следовательно и к ослаблению связей между тканевыми прокладками.

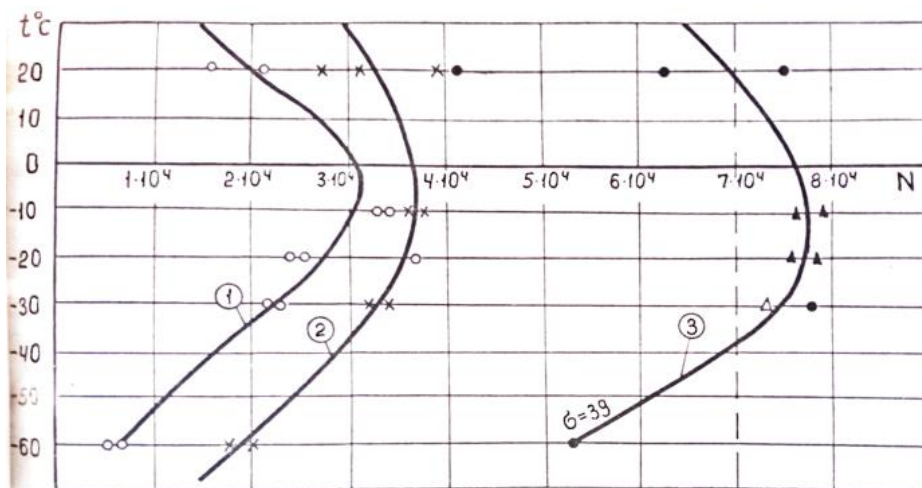


Рис. 1. График зависимости числа циклов до расслоения от температуры (PAS-250/120 пятипрокладочная).

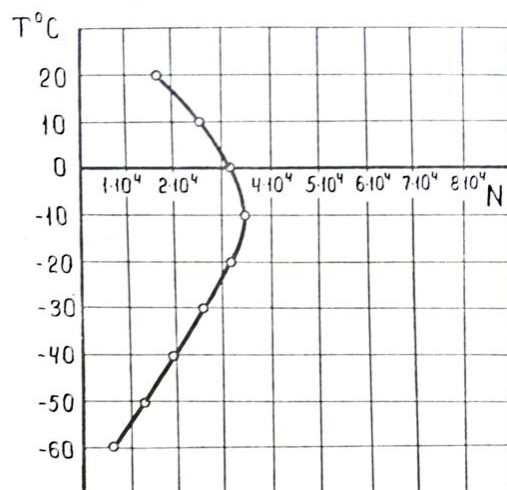


Рис. 2. Сравнение теоретической и экспериментальной зависимости числа циклов до расслоения от температуры (PAS-250/120 пятипрокладочная).

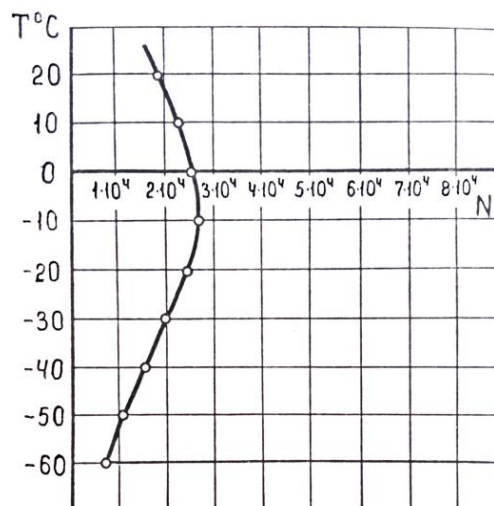


Рис. 3. График зависимости числа циклов до расслоения от температуры /TK-300 восьмипрокладочная, вероятность не разрушения 0,9, $\sigma=51$ кгс/см.пр.

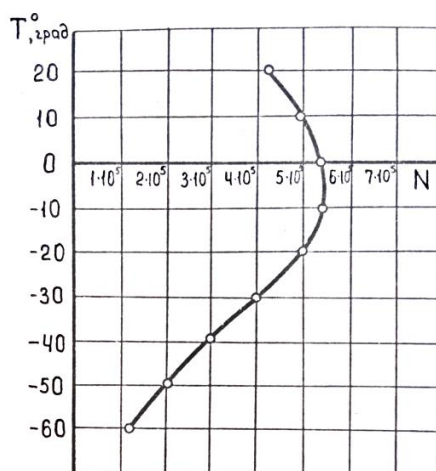


Рис. 4. График зависимости числа циклов до расслоения от температуры /TK-300 трехпрокладочная, вероятность не разрушения 0,5, $\sigma=51$ кгс/см.пр.

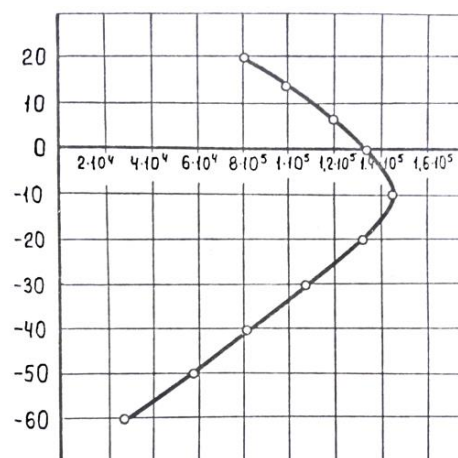


Рис. 5. График зависимости числа циклов до расслоения от температуры /TK-300 восьмипрокладочная, вероятность не разрушения 0,9, $\sigma=51$ кгс/см.пр.

При весьма низких температурах упругость резины понижается настолько, что происходит ее стеклование и даже кристаллизация [6]. Вследствие этого жесткость резины возрастает [7] и увеличиваются напряжения сдвига при изгибе ленты на барабанах.

Испытаны ленты трех типов: восьми прокладочная, трехпрокладочная на капроновой основе ТК – 300 и пяти прокладочная на капроновой основе PAS-250/120

В результате опытов построены графики зависимости числа циклов нагружения до расслоения ленты от температуры при разных значениях напряжений (рис.5). Из графиков следует, что с увеличением напряжений, зависимость числе циклов нагружения до разрушения от температуры выражается более резко.

Область рациональной эксплуатации испытанной ленты находится в температурном интервале от +30 до -40° С.

Кривые на рис. 8 можно аппроксимировать степенной функцией вида:

$$N_i = N_0 - a(t_i - t_0)^2 \quad (1)$$

где N_i - число циклов нагружения до расслоения образца лент при температуре t_i

t_i - температуре, при которой определяется число циклов нагружения ленты до ее разрушения;

N_0 - число циклов нагружения до разрушения ленты, соответствующее максимуму на графиках;

t_0 -температура, при которой лента выдерживает наибольшее число циклов нагружения до расслоения;

a -параметр.

Определив экспериментальным путем величины t_0 и a , можно с помощью предлагаемой формулы перейти от числа циклов N_0 к числу циклов при любой другой температуре t_i .

Если известны величины t_0 , a и число циклов нагружения до разрушения при положительной температуре t , величину N_0 можно найти по формуле

$$N_0 = N_i - a(t_i - t_0)^2 \quad (2)$$

Значения параметра a приведены в таблица 1.

Таблица 1.

Параметр a для испытанных типов лент

Типы ленты	Количество прокладок	Предел прочности на разрыв одной прокладки кгс/см	a
PAS-250/120	5	250	8
ТК-300	8	300	22
ТК-300	3	300	262

на рис. 8 пунктиром нанесен график зависимости при $\sigma = 39$ кгс/см пр., полученный в результате расчета по формула (2)

Выводы

Опыты позволили сделать также вывод о существовании оптимального температурного интервала эксплуатации конвейерных лент. Установлено, что при температуре - 10° С износостойкость испытанных лент наибольшая. Оптимальный практический температурный интервал рациональной их эксплуатации находится в пределах от +30° С до - 40° С.

Список литературы

- [1]. Головань В.П. Исследование усталостного износа конвейерных лент при изгибах на барабанах и опорных роликах. Диссертация, Киев, 1970.

- [2]. Швецов А.В. Работоспособность ленточных конвейеров в условиях низких температур. Магадан «колыма», 1967, №4.
- [3]. Федоров Е.А. Влияние низких температур воздуха на основные свойства конвейерных лент. Магадан «колыма», 1969, №9.
- [4]. Тожиев Р.Ж. Испытания конвейерных лент на усталостное разрушение в условиях низких температур. В сб. «Горные, строительные и дорожные машины» вып.22, Киев, «Техника»
- [5]. Ченцов В.Ф., Головань В.П., Тожиев Р.Ж. Расчет конвейерных лент на выеливость. Прогрессивные конструкции, исследования и расчет конвейерных лент. Тезисы докладов к научно-технической конференции. Свердловск, 1975.

UO‘K 677.21

TOZALASH QURILMASINING SAMARALI ISHLASHINI TA’MINLOVCHI OPTIMAL PARAMETRLARINI ANIQLASH

A.X. Sidikov

Namangan muhandislik-texnologiya instituti,

sidikov_akbarxon@mail.ru
(Qabul qilindi 29.10.2024 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada paxtani og‘ir aralashmalardan tozalash qurilmasi ya‘ni, pnevmotransport tizimining gorizontal uchastkasiga moslashtirilgan yangi tozalash qurilmasi ishchi kamerasing yuqori qismiga o‘rnatiladigan yo‘naltirgich, ya‘ni kolosnikli panjaraning og‘ish burchagi, kolosnikli panjara qoziqlari orasidagi masofa va kolosnikli panjaraning o‘rnatilgan joyidan ishchi kameraga kirish qismi boshigacha bo‘lgan masofaning optimal qiymatlari ko‘p omilli rejalashtirish usuli yordamida aniqlangan. Olingan natijalardan ishlab chiqarishga joriy qilishdan foydalaniladi.

Kalit so‘zlar: ishchi kamera, pnevmotransport, tozalash qurilmasi, optimal qiymat, kolosnikli panjara, og‘ish burchagi, regressiya koeffitsienti.

Аннотация. В данной статье устройство для очистки хлопка от тяжелых примесей, то есть новое устройство очистки, адаптированное к горизонтальному участку пневмотранспортной системы, представляет собой направляющую, установленную на верхней части рабочей камеры, то есть угол отклонения сетки колонн, расстояние между колоннами сетки колонн, а также оптимальные значения расстояния от места установки до начала входа в рабочую камеру определялись с помощью многофакторного метода. метод планирования. Полученные результаты используются для внедрения в производство.

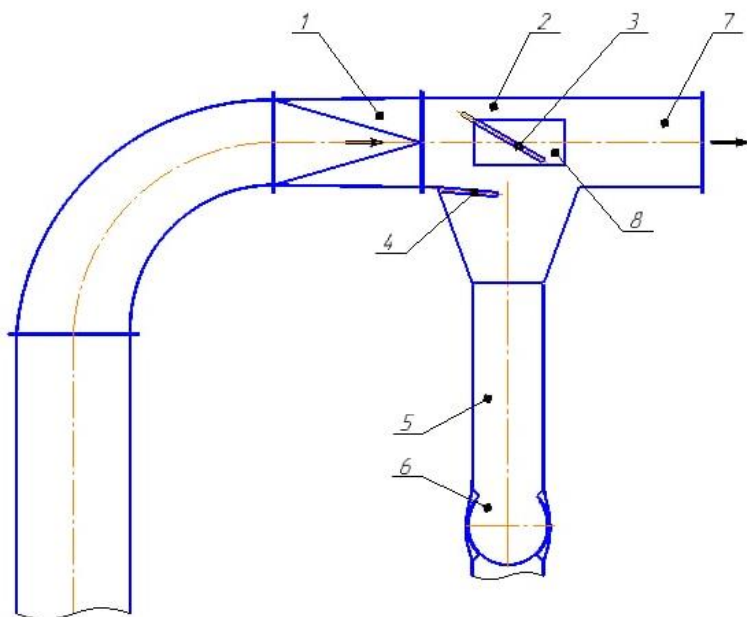
Ключевые слова: рабочая камера, пневмотранспорт, очистительное устройство, оптимальное значение, колонная сетка, угол отклонения, коэффициент регрессии. **Annotation.** In this article, a device for cleaning cotton from heavy impurities, that is, a new cleaning device adapted to the horizontal section of the pneumatic transport system, is a guide installed on the upper part of the working chamber, that is, the deviation angle of the column grid, the distance between the columns of the column grid, and the optimal values of the distance from the installation site to the beginning of the entrance to the working chamber were determined using a multifactorial planning method. The results obtained are used for implementation in production.

Key words: working chamber, pneumatic transport, cleaning device, optimal value, column mesh, deflection angle, regression coefficient.

KIRISH

Paxta tozalash korxonalariga qabul qilingan Chigitli paxta tarkibida yot og‘ir aralashmalarning mavjudligi, korxonaning texnologik jixozlari ishchi organlarining sinishiga, ishlash muddatini kamayishiga hamda yong‘in kelib chiqishiga sabab bo‘ladi. Shuningdek og‘ir aralashmalar, paxta va undan olinadigan maxsulotlar sifatiga jiddiy zarar yetkazadi. Ushbu salbiy oqibatlarni kamaytirish maqsadida, asosiy texnologik jarayonlardan biri hisoblangan pnevmotransport tizimida, paxtani og‘ir aralashmalardan tozalash qurilmalaridan foydalaniladi.

Taklif etilayotgan tozalash qurilmasi pnevмотransport tizimining gorizontaal yoʻnalishdagi havo quvuriga oʻrnatiladi (1-rasm). Tozalash qurilmasi toʻplanib kelgan paxta boʻlagining titilishi uchun, qurilma ishchi kamerasing yuqori qismiga ogʻish burchagi oʻzgartiriladigan kolosnikli panjara oʻrnatildi. Yoʻnaltirgich orqali paxta xomashyosidan ogʻir aralashmalar hamda boshqa



1-rasm. Tozalash qurilmasi. 1 - kirish quvuri, 2 - ishchi kamera, 3 - 4 - yoʻnaltirgichlar, 5 - toʻplagich, 6 - baraban shaklidagi klapan, 7 - chiqish qismi, 8 - plastik oyna.

turdagi iflosliklarni, paxtaga shikast yetkazmasdan ajratish imkoniyati yaratilganligi bilan boshqa turdagi tozalash konstruksiyalaridan farqlanib turadi.

Tozalash qurilmasining samarali ishlashini taʼminlash maqsadida, qurilma ishchi kamerasing yuqori qismiga yoʻnaltirgich, yaʼni kolosnikli panjarani eng maqbulini tanlab olinishi hamda uni qaysi ogʻish burchagida va kameraga kirish qismidan qanday masofada oʻrnatilishini aniqlash zarur. Koʻrsatib oʻtilgan omillar, amaliy va nazariy tadqiqotlar asosida samaradorlikka sezilarli taʼsir koʻrsatuvchi omillar, deb qabul qilindi.

Paxta xomashyosini aerodinamik tozalash jarayonida yuqori samaradorlikka erishish, bevosita tanlab olingan kiruvchi parametrlarning qiymatlariga bogʻliqdir.

Tajribalarni koʻp omilli rejalashtirish yordamida amalga oshirildi, yaʼni TOT 2^3 tajribasi oʻtkazildi. Bunda, 2-darajalar soni; 3-omillar soni; sinovlar soni $2^3=8$ [1].

Optimallashtirish jarayonini amalga oshirishni taʼsir etuvchi omillar va chiquvchi parametrlar tanlanadi.

Tozalagich ishchi kamerasi yuqori qismiga oʻrnatiladigan yoʻnaltirgich, yaʼni kolosnikli panjaraning ogʻish burchagi α° (gradus) (X_1), kolosnikli panjara qoziqlari orasidagi b - masofa mm (X_2) va kolosnikli panjaraning oʻrnatilgan joyidan ishchi kameraga kirish qismi boshigacha boʻlgan a - masofa mm (X_3) boʻyicha ratsional qiymatlari tanlab olingan [1].

Kiruvchi parametrlarning quyi (-1) va yuqori (+1) qiymatlarini aniqlaymiz.

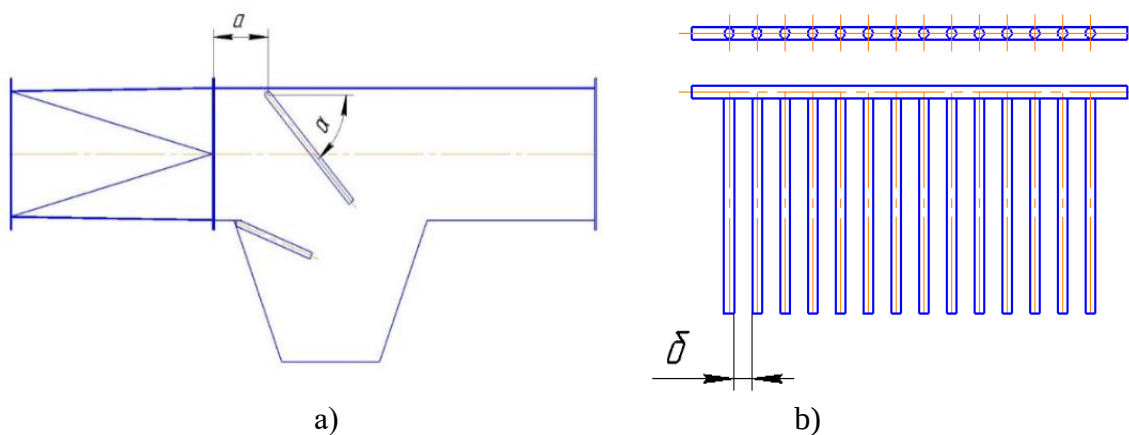
Chiquvchi parametr sifatida Y_1 – qurilma tozalash samaradorligi, %.

Bunda, Y_1 – tozalash qurilmasida paxtadan ogʻir aralashmalar va boshqa turdagi iflosliklarni ajratib olishdagi samaradorlik, foizlarda. Kerakli aniqlikni taʼminlash uchun tajribalar uch martadan olinib oʻtkazildi, ularning oʻrtacha qiymatlari jadvalga kiritildi [2] (2-jadval).

1-jadval

Kiruvchi omillar qiymatlari

Omillar nomi va oʻlchov birliklari	Belgilanishi	Omillarning tabiiy qiymatlari	
		-1	+1
kolosnikli panjara ogʻish burchagi; α° (gradus)	X_1	30	70
qoziqlar orasidagi masofa; mm	X_2	20	30
kolosnikli panjaraning ishchi kamera kirish qismiga nisbatan joylashgan masofasi; mm	X_3	100	140



2-rasm. Tozalash qurilmasining kiruvchi omillari.

2-jadval

Tajribalar natijalarini umumlashtirish jadvali

№	Omillar				O‘zaro bog‘langan omillar				Y ning qiymati	Qatoriy dispersiya
	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	Y	$S^2(Y)$
1	+	-	-	-	+	+	+	-	93	0,5
2	+	+	-	-	-	-	+	+	98	0,5
3	+	-	+	-	-	+	-	+	93	1,5
4	+	+	+	-	+	-	-	-	96	1
5	+	-	-	+	+	-	-	+	91	0,5
6	+	+	-	+	-	+	-	-	95	0,5
7	+	-	+	+	-	-	+	-	90	0,5
8	+	+	+	+	+	+	+	+	93	1

Tajriba natijalari bo‘yicha har bir sinov uchun optimallashtirish parametrlarining o‘rtacha arifmetik qiymatini aniqlaymiz [1].

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{m} \quad (1)$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{m} = \frac{749}{3} = 249,6; \quad Y_i = 749;$$

Dispersiyalarning qiymati quydagicha hisoblandi.

$$S^2\{Y\} = \frac{\sum (Y_i - Y)^2}{m-1} \quad (2)$$

bu yerda m – takroriyliklar soni.

$$S^2\{Y\} = \frac{(94 - 93)^2 + (93 - 93)^2 + (93 - 93)^2}{3 - 1} = 0,5$$

$$\begin{aligned}
 S_2^2\{Y\} &= \frac{(97-98)^2 + (98-98)^2 + (98-98)^2}{3-1} = 0,5 \\
 S_3^2\{Y\} &= \frac{(92-93)^2 + (92-93)^2 + (94-93)^2}{3-1} = 1,5 \\
 S_4^2\{Y\} &= \frac{(96-96)^2 + (97-96)^2 + (95-96)^2}{3-1} = 1 \\
 S_5^2\{Y\} &= \frac{(91-91)^2 + (90-91)^2 + (91-91)^2}{3-1} = 0,5 \\
 S_6^2\{Y\} &= \frac{(95-95)^2 + (94-95)^2 + (95-95)^2}{3-1} = 0,5 \\
 S_7^2\{Y\} &= \frac{(90-90)^2 + (91-90)^2 + (90-90)^2}{3-1} = 0,5 \\
 S_8^2\{Y\} &= \frac{(94-93)^2 + (93-93)^2 + (92-93)^2}{3-1} = 1
 \end{aligned}$$

Dispersiya bir jinsliliği Koxren mezonı [1, 2] yordamida aniqlandi:

$$G_x = \frac{S^2\{Y\}_{max}}{\sum S^2\{Y\}} \quad (3)$$

bu yerda G_x – Koxren mezonining hisobiy qiymati;

$S^2\{Y\}_{max}$ – i-chi sinovning maksimal dispersiyasi;

$S^2\{Y\}$ – hamma qatoriy dispersiyalar yig'indisi.

$$G_x = \frac{S^2\{Y\}_{max}}{\sum S^2\{Y\}} = \frac{1,5}{6} = 0,25$$

Tajriba tiklanishini aniqlash uchun Koxren mezonı hisobiy qiymati jadval bilan taqqoslandi.

Bizning holda TOT 2³ va P=0,95 uchun. 0,95-ishonchlilik ehtimoli.

G_{jad} – Koxren mezonining jadval qiymati,

$G_{jad} = (f_1 \text{ va } f_2)$ P=0,95 bo'lganda,

bu yerda ($f_1 = N = 8$; $f_2 = m - 1 = 3 - 1 = 2$) = 0,5157

(N – erkinlik darajasi soni)

Agar $G_x < G_{jad}$ bo'lsa, tajriba tiklanadi va regressiya koeffitsientlarini hisoblashga o'tish mumkin.

$G_x = 0,25$; 1-ilova bo'yicha $G_{jad} = 0,5157$;

Bizning natijalarimizda $G_x < G_{jad}$ tengsizlik qanoatlanirildi $0,25 < 0,5157$. Demak, biz regressiya koeffitsientlarini hisoblashga o'tishimiz mumkin [1].

$$Y_R = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 \quad (4)$$

Tenglamadagi koeffitsientlarni hisoblaymiz:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum Y \quad (5)$$

$$\begin{aligned}
 b_0 &= \frac{1}{8} (y + y + y + y + y + y + y + y) = \frac{1}{8} (93 + 98 + 93 + 96 + 91 + 95 + 90 + 93) \\
 &= 93,625
 \end{aligned}$$

$$b_i = \frac{1}{N} \sum X_i Y \quad (6)$$

$$b_{ji} = \frac{1}{N} \sum X_i X_j Y \quad (7)$$

bu yerda i – sinov tartibi,

j – omillar tartibi

Regressiya koeffitsientlarining ahamiyatga molikligi Sthyudent mezonining [2, 3] hisobiy mezonı t_R yordamida aniqlandi:

$$t_R\{b_i\} = \frac{|b_i|}{s\{b_i\}} \quad (8)$$

$$S^2\{b_i\} = \frac{S^2\{Y\}}{N} \quad (9)$$

bu yerda $S^2\{Y\}$ – qatoriy dispersiyasi. U quyidagi formula yordamida aniqlandi:

$$S^2\{Y\} = \frac{1}{m} S^2\{\bar{Y}\} \quad (10)$$

bu yerda m – sinovlar tokroriyligi soni.

$S^2\{\bar{Y}\}$ – tiklanish dispersiyasi. U quyidagi formula yordamida aniqlandi:

$$S_m^2\{\bar{Y}\} = \frac{1}{N} S^2\{Y\} \quad (11)$$

bu yerda N – sinovlar soni

$S^2\{Y\}$ – qatoriy dispersiyalar yig‘indisi

Hisoblangan koeffitsientlar uchun Sthyudent mezonining hisobiy qiymatlarini aniqlaymiz.

$$t_R\{b_i\} = \frac{|b_i|}{s\{b_i\}};$$

Sthyudent mezonining hisobiy qiymati ko‘rsatilgan kritik qiymati bilan taqqoslandi [1, 2, 4].

$$f = (m - 1) \cdot N = (3 - 1) \cdot 8 = 16$$

$$m = 3; N = 8$$

$$t_{jad}[P = 0.95; f = 16] = 2,12$$

Agar, regressiya koeffitsientlari $t_R > t_{jad}$ bo‘lsa ahamiyatga molik bo‘ladi.

Demak, bizning misolimizda $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}$ koeffitsientlar ahamiyatga molik va regressiya tenglamasi ahamiyatga molik bo‘lmagan koeffitsientlarni chiqarib tashlaganda quyidagi ko‘rinishga keldi [5].

$$Y_R = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 \quad (12)$$

Olingan tenglamani adekvatlikka tekshiramiz. Tekshirish Fisher mezonini yordamida amalga oshiriladi. Fisher mezonining hisobiy qiymati [1]:

$$F_R = \frac{S_{ad}^2\{Y\}}{S^2\{Y\}}; \quad N - M > 0 \quad (13)$$

bu yerda:

M -ahamiyatga molik regressiya koeffitsientlari soni,

N -sinov umumiy misolda,

m -takroriy sinovlar soni,

$S_{ad}^2\{Y\}$ -adekvatlik dispersiyasi.

$S^2\{Y\}$ -qatoriy dispersiyasi.

$$S^2\{Y\} = 0,25;$$

$$S_{ad}^2\{Y\} = \frac{m}{N-M} \sum (Y_i - Y_{Ri})^2 \quad (3.23)$$

$$S_{ad}^2\{Y\} = \frac{3}{8-5} \cdot 0,37 = 0,37;$$

$$N = 8; M = 5; \quad m=3$$

(13) tenglamaga asosan Fisher mezonining hisobiy qiymatini aniqlaymiz:

3-jadval

Fisher mezonini yordamida modelni tekshirish uchun hisoblash jadvali

№	Y_i	Y_{Ri}	$(Y_i - Y_{Ri})$	$(Y_i - Y_{Ri})^2$
1	93	93,375	-0,375	0,14
2	98	97,875	0,125	0,015
3	93	92,875	0,125	0,015
4	96	95,875	0,125	0,015
5	91	90,625	0,375	0,14
6	95	95,125	-0,125	0,015
7	90	90,125	-0,125	0,015
8	93	93,125	-0,125	0,015

Demak natijalar bo‘yicha keltirilgan regressiya tenglamasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi.

$$Y_R = 93,625 - 1,875x_1 + 0,625x_2 + 1,375x_3 - 0,375x_1x_2$$

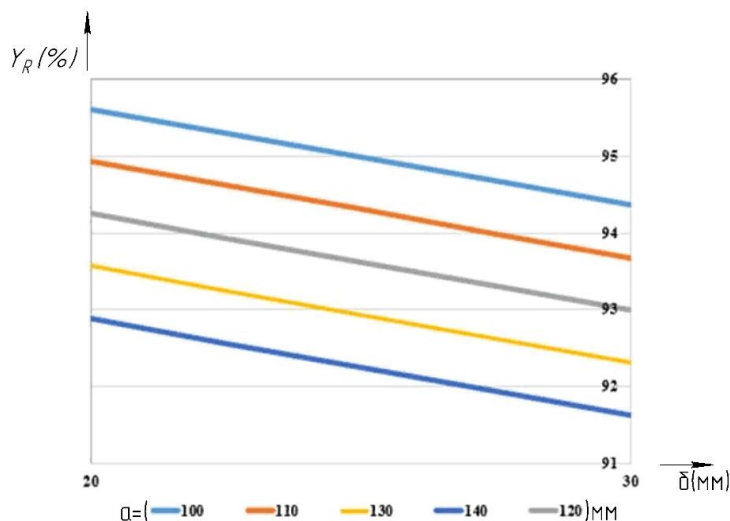
Regressiya tenglamasidagi regressiya koeffitsientlari chiquvchi omilni harakterlab berishda katta ahamiyatga ega bo‘ladi.

Ilmiy tadqiqotimizda chiquvchi parametr sifatida tanlab olingan paxta xomashyosini tozalash samaradorligi uchun tuzilgan tenglamani tahlil qilishda, kiruvchi omillar qiymatlari bo'yicha o'zgarish sohasi grafiklarini quramiz [5].

Kiruvchi parametrlar, yo'naltirgichning qurilma ishchi kamerasi kirish qismiga nisbatan uzoqlikda joylashgan masofasi a , mm (2.a-rasm); va yo'naltirgich, ya'ni kolosnikli panjara qoziqlari orasidagi masofa b , mm (2.b-rasm) bo'yicha matematik modelimizni ko'rinishi quyidagicha bo'ldi.

$X_1=0$ xolatdagi ko'rinishi;

3-rasmdagi grafikdan ko'rinib turibdiki, kiruvchi X_3 va X_2 omillarning qabul qilingan qiymatlari minimal (-1) dan va maksimal (+1) gacha o'zgarib borganda, paxtani tozalash samaradorligi qiymatlari ham o'zgaradi. (X_3) omil yo'naltirgichning qurilma ishchi kamerasi kirish qismiga nisbatan joylashgan masofasi $a = 100$ mm ya'ni (-1) minimal qiymatida (X_2) omilning yo'naltirgich, ya'ni kolosnikli panjara qoziqlari orasidagi masofa $b=20$ mm, ya'ni (-1) minimal va $b=30$ mm ya'ni (+1) maksimal qiymatlarida, tozalash samaradorligining ko'rsatkichlari mos ravishda $Y_R = 95\%$ hamda $Y_R = 94\%$ teng qiymatlariga erishdi [5].



3-rasm. Matematik model bo'yicha $X_1=0$ bo'lgandagi, tozalash samaradorligi, %.

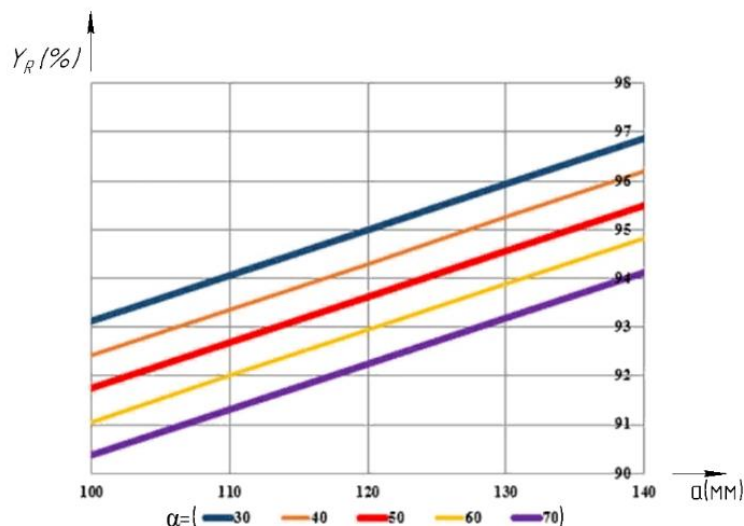
(X_3) omil $a=140$ mm ya'ni (+1) maksimal qiymatida (X_2) omilning (-1) minimal (+1) maksimal qiymatlarida, qurilma tozalash samaradorligining ko'rsatkichlari mos ravishda $Y_R = 92\%$ hamda $Y_R = 91\%$ teng qiymatlariga erishdi.

Grafikdan ko'rinib turibdiki, bunda Y_R ning eng katta qiymati 95% ni tashkil qiladi.

Kiruvchi parametrlar, yo'naltirgich, ya'ni kolosnikli panjara qoziqlari orasidagi masofa - b mm (2.a-rasm) va qurilma ishchi kamerasi kirish qismiga nisbatan joylashgan masofasi - a , mm (2.a-rasm) bo'yicha matematik modelimizning grafik ko'rinishi quyidagicha bo'ldi [5]:

$X_2=0$ holatdagi ko'rinishi;

4-rasmdagi grafikdan ko'rinib turibdiki, kiruvchi X_1 va X_3 omillarning qabul qilingan qiymatlari minimal (-1) dan va maksimal (+1) gacha o'zgarib borganda, paxtani tozalash samaradorligi oshib boradi. (X_1) omil yo'naltirgichning og'ish burchagi $\alpha = 30^\circ$, ya'ni (-1) minimal qiymatida, (X_3) omil yo'naltirgichning qurilma ishchi kamerasi kirish qismiga nisbatan joylashgan masofasi $a = 100$ mm, ya'ni (-1) minimal va $a = 140$ mm ya'ni (+1) maksimal



4-rasm. Matematik model bo'yicha $X_2=0$ bo'lgandagi, tozalash samaradorligi, %.

qiymatlarida, tozalash samaradorligining ko'rsatigichlari mos ravishda $Y_R = 93\%$ hamda $Y_R = 97\%$ teng qiymatlariga erishdi [5].

(X_1) omil $\alpha = 70^\circ$, ya'ni (+1) maksimal qiymatida (X_3) omilning (-1) minimal (+1) maksimal qiymatlarida, qurilma tozalash samaradorligining ko'rsatkichlari mos ravishda $Y_R = 90\%$ hamda $Y_R = 94\%$ teng qiymatlariga erishmoqda.

4-rasmdagi grafikdan ko'rinib turibdiki, bunda Y_R ning eng katta qiymati 97% ni tashkil qildi.

Kiruvchi omillar, yo'naltirgich, ya'ni kolosnikli panjara qoziqlari orasidagi masofa - b mm (2.b-rasm) va yo'naltirgichning og'ish burchagi α° (2.a-rasm) bo'yicha matematik modelimizning grafik ko'rinishi quyidagicha bo'ldi [5]:

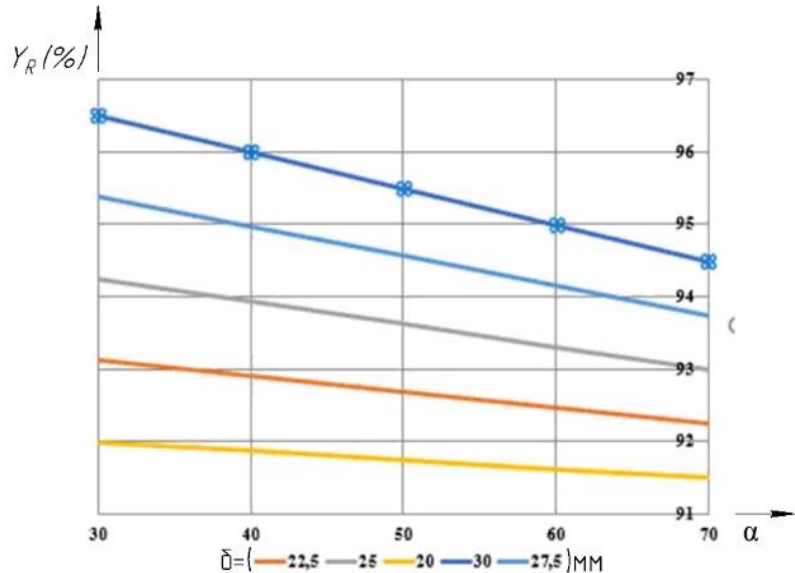
$X_3=0$ xolatdagi ko'rinishi;

5-rasmdagi grafikdan ko'rinib turibdiki, kiruvchi X_2 va X_1 omillarning qabul qilingan qiymatlari minimal (-1) dan va maksimal (+1) gacha o'zgarib borganda,

paxtani tozalash samaradorligi qiymatlari pasayadi. (X_2) omil yo'naltirgich, ya'ni kolosnikli panjara qoziqlari orasidagi masofa $b = 20$ mm, ya'ni (-1) minimal qiymatida, (X_1) omil yo'naltirgichning og'ish burchagi $\alpha = 30^\circ$, ya'ni (-1) minimal va $\alpha = 70^\circ$, ya'ni (+1) maksimal qiymatlarida, tozalash samaradorligining ko'rsatigichlari mos ravishda $Y_R = 92\%$ hamda $Y_R = 91\%$ teng qiymatlariga erishdi [1, 5].

(X_2) omil $b = 30$ mm, ya'ni (+1) maksimal qiymatida (X_1) omilning (-1) minimal (+1) maksimal qiymatlarida, qurilma tozalash samaradorligining ko'rsatkichlari mos ravishda $Y_R = 96\%$ hamda $Y_R = 94\%$ teng qiymatlarga erishdi.

5-rasmdagi grafikdan ko'rinib turibdiki, bunda Y_R ning eng katta qiymati 96% ni tashkil qildi [5].



5-rasm. Matematik model bo'yicha $X_3=0$ bo'lgandagi, tozalash samaradorligi, %.

paxtani tozalash samaradorligi qiymatlari pasayadi. (X_2) omil yo'naltirgich, ya'ni kolosnikli panjara qoziqlari orasidagi masofa $b = 20$ mm, ya'ni (-1) minimal qiymatida, (X_1) omil yo'naltirgichning og'ish burchagi $\alpha = 30^\circ$, ya'ni (-1) minimal va $\alpha = 70^\circ$, ya'ni (+1) maksimal qiymatlarida, tozalash samaradorligining ko'rsatigichlari mos ravishda $Y_R = 92\%$ hamda $Y_R = 91\%$ teng qiymatlariga erishdi [1, 5].

(X_2) omil $b = 30$ mm, ya'ni (+1) maksimal qiymatida (X_1) omilning (-1) minimal (+1) maksimal qiymatlarida, qurilma tozalash samaradorligining ko'rsatkichlari mos ravishda $Y_R = 96\%$ hamda $Y_R = 94\%$ teng qiymatlarga erishdi.

5-rasmdagi grafikdan ko'rinib turibdiki, bunda Y_R ning eng katta qiymati 96% ni tashkil qildi [5].

Xulosa

Ilmiy izlanishlar asosida, yangi tozalash qurilmasi geometrik o'lchamlarining quyidagi optimal qiymatlari aniqlandi. Yo'naltirgichning og'ish burchagi $\alpha = 30^\circ$, yo'naltirgich, ya'ni kolosnikli panjara qoziqlari orasidagi masofa $b = 30$ mm va yo'naltirgichning qurilma ishchi kamerasi kirish qismidan uzoqlikda joylashgan masofasi $a = 140$ mm.

Adabiyotlar

- [1]. У.Х.Мелибоев. “Тўқимачилик саноати технологик жараёнларини моделлаштириш асослари” // Ўқув қўлланма. – Наманган-2020.
- [2]. Севостьянов.А.Г., Севостьянов.П.А. Моделирование технологических процессов. // М. Легкая и пищевая промышленность, 1984.
- [3]. О.Саримсаков, А.Сидиков, Э.Қамбаров. “Тоштутгич қурилмасининг оғир аралашмалардан тутиб қолиш самарадорлигини ошириш.” // Наманган муҳандислик-технология институти. Тўқимачилик ва енгил саноати машиналарини лойиҳалаш ва такомиллаштиришда инновацион ёндашувлар, Республика илмий-амалий анжумани, 182-184 б, 26-март, 2021 й
- [4]. Севостьянов.А.Г. Методы и средства исследования механико – технологических процессов текстильной промышленности. // Москва: Легкая индустрия, 2007.

- [5]. A.X.Sidikov. Paxta xomashyosini aerodinamik tozalash jarayonini takomillashtirish. Texnika fanlari bo'yicha falasafa doktori (PhD) dissertatsiyasi. Namangan-2022.

КРИСТАЛЛАНИШ ЖАРАЁНИДА АММОНИЙ-НИТРАТГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ ОМИЛЛАР

R.X. Mirsharipov N. R. Rajabova

Фаргона политехника институти
(Қабул қилинди 29.10.2024 й.)

Аннотация: Мақолада қишлоқ хўжалиги экинларини етиштиришида кенг қўлланиладиган аммоний-нитратли селитра ўғитини ишлаб чиқариш технологияси, ўғитни кристалланиш жараёни ва кристалланиш жараёнига таъсир этувчи омиллар ўрганилган.

Таянч сўзлар: Аммоний-нитрат, кристалл, модификация, қуришиш, гигроскопия,

Аннотация: В статье рассматриваются технология производства аммиачно-нитратного удобрения, широко используемого при возделывании сельскохозяйственных продуктов, процесс кристаллизации удобрения и факторы, влияющие на процесс кристаллизации.

Ключевые слова: Аммиачная селитра, кристалл, модификация, сушка, гигроскопия

Abstract: The article examines the technology of production of ammonium nitrate fertilizer, widely used in the cultivation of agricultural crops, the process of crystallization of fertilizer and the factors influencing the crystallization process.

Key words: Ammonium nitrate, crystal, modification, drying, hygroscopy.

Грануланган аммоний-нитратли селитра қишлоқ хўжалик экинларининг барча турлари учун ишлатиладиган оммавий ўғит ҳисобланади. Мамлакатимизда ишлаб чиқарилаётган аммоний нитратли селитра ички бозорга ҳамда қишлоқ хўжалигига етказиб беришдан ташқари яқин ва узоқ мамлакатларга ҳам экспорт қилинмоқда. Кейинги йилларда ушбу турдаги ўғитга бўлган талабнинг юқорилиги сабабли корхоналарда иш унумдорлигини ошириш, ишлаб чиқариш режимларини қайта лойихалаш ва сифат кўрсаткичи юқори бўлган ўғит ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш талабини кучайтирмоқда. Мавжуд технологик регламентлар бўйича, Республикамизда ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг асосий камчилиги сифатида ўғитнинг донаторлик таркиби, кристалланиш режимлари, жараёнда ҳосил бўлаётган ўғит чанги ва х.к ларни айтиш мумкин. Бу келтирилган камчиликлар бир-бирига узвий боғлиқдир.

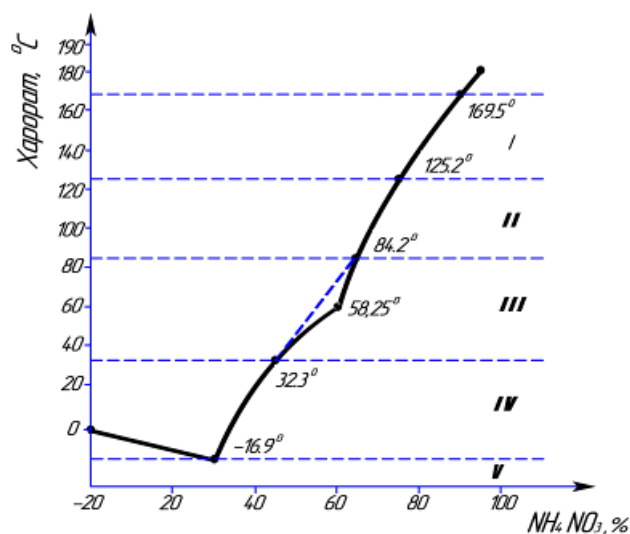
Юқоридаги муаммоларни ечиш мақсадида кўплаб илмий изланишлар олиб борилган. Мавжуд адабиётлар ва илмий тадқиқот натижаларида келтирилган маълумотлар, кўрсатиб ўтилган камчиликларни тўлиқ бартараф этган деб бўлмайди. Лекин жараёни умумий ҳолда ўрганиб олинган натижаларни баҳолаш мумкин [1,2,3,4]. Шу мақсадда ўғит олиш технологик режимларни ўрганиш ва мақбул қийматларни танлаш бўйича илмий тадқиқот ишлари олиб борилди.

Аммоний-нитрат ўғити атмосфера босими остида гранулаловчи минорага берилаётган ҳаво таъсирида ва $169,6^{\circ}\text{C}$ дан -50°C гача ҳарорат оралиғида беш хил модификацияда кристалл ҳолатига ўтади (1-расм). 1-расмдаги $\text{NH}_4\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ нинг политермик диаграммасида аммоний нитратнинг I-IV турғоқ кристалл шакли учун ҳарорат оралиқлари кўрсатилган. У $169,6^{\circ}\text{C}$ да суюқланади ва V шакли эса $-16,9^{\circ}\text{C}$ дан қуйи ҳароратдагина турғун бўлади [2].

Аммоний нитратнинг сувли эритмасини кристалланиш ҳароратидан юқорироқда буғлатилса, тамоман сувсиз суюлган тузга айланади. У ўта гигроскопик модда ҳисобланади. 30°C ҳароратда тўйинган эритмаси (70,2% ли) нинг юзасидаги буғ босими 2,46 кПа (ёки 18,5 мм.сим.уст) атрофида, гигроскопик нуктаси эса 60% атрофида бўлади. Ҳавонинг нисбий намлиги 60% дан юқори бўлганда у намланиб қолади. Аммоний нитратга эрувчан ноорганик тузлар қўшилганда гигроскопиклиги пасайиб, ҳаводан нам тортиш тезлиги эса ошади.

Масалан 1,2% магний нитрат қўшилса, аммоний нитратнинг гигроскопик нуктаси 8-12% гача пасаяди, нам тортиш тезлиги эса ошади [1].

Қаттиқ ҳолатдаги аммоний нитрат 169,6⁰С дан -50⁰С гача бўлган ҳарорат оралиғида кристалл структураси, зичланган кристаллари ва кристалл панжараси ҳажми билан бир биридан фарқ қиладиган беш хил полиморф модификация ҳолатида бўлади.



1-расм. Структураси билан фаркланадиган $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ системанинг политемик барқарорлик диаграммаси. Кристаллар шакли: I -кубсимон; II-тетрагонал; III-ромбик-моноучлик; IV-бипирамидлик; V-тетрагонал.

Ҳар бир модификация ўз ҳарорат интервалида турғунликка эга бўлиб, бир модификациядан бошқасига ўтишда ўғит донаси структураси ва кристаллик панжарасининг ҳажми ўзгаради. Бу ўзгариш қайтувчан жараён бўлиб, иссиқлик энергиясининг ажралиб чиқиши ёки иссиқлик ютилиши кузатилади ва нисбий ҳажмнинг сакраб ўзгариши билан боради.

Аммоний нитрат суюқланмасининг технологик жараён давомида совуши натижасида унинг структураси кетма-кет биринчи модификациядан иккинчисига, иккинчисидан учинчисига, учинчисидан тўртинчисига ва тўртинчисидан бешинчисига ҳарорати пасайиб ўтиб боради.

Бир модификациядан бошқасига ўтиш нуктасида шаклланаётган кристалларда юқори кучланишли деформация ҳосил бўлади ва бу кристалларнинг

парчаланишига ҳамда аммоний нитрат донаси ҳажмининг кенгайишига сабаб бўлади.

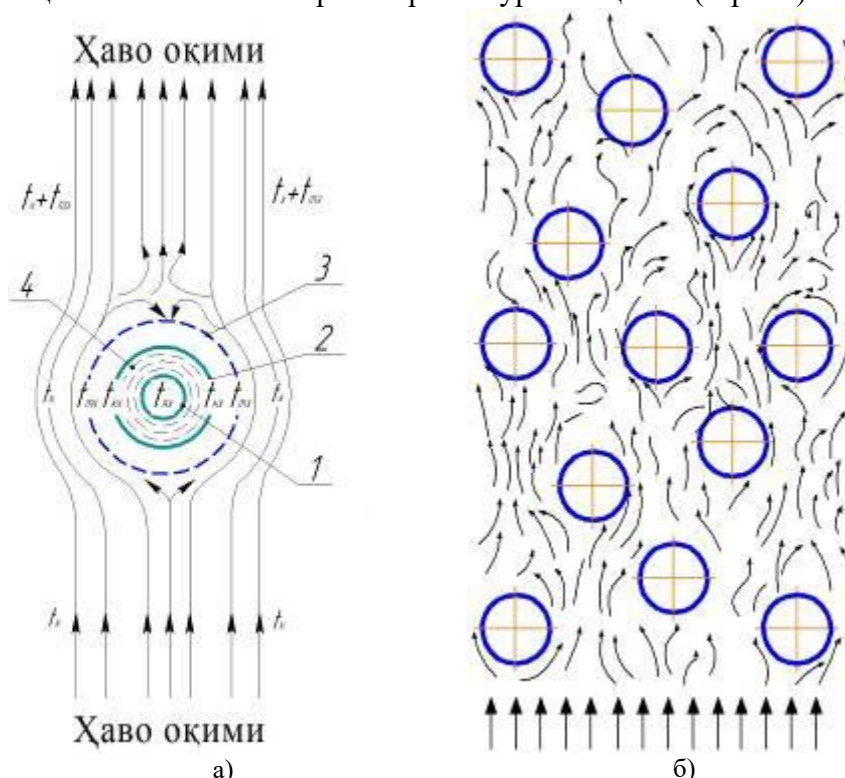
Энг юқори кучланиш деформацияси аммоний нитрат NH_4NO_3 кристаллининг II-модификациядан III га ва IV га ўзгариб ўтишида ҳосил бўлади. Бу ҳолат элементар ҳажм кристалл панжараси III-модификацияга ўтишда юз беради, яъни II-модификацияга нисбатан III-модификацияда кристаллнинг элементар ҳажми икки баробарга катталашиб кетади, шу вақтнинг ўзида II ва IV-модификацияларда элементар ҳажм ўлчамлари бир хил ҳолатда бўлади. II-модификациядан III-модификацияга ўтиш 84,2⁰С ҳароратда, III-дан IV-га ўтиш эса 32,3⁰С ҳароратда рўй беради.

III модификациядаги деформация кучланишининг кучайиши аммоний нитрат донаси марказидаги ва сиртидаги ҳароратнинг кескин фаркланиши ҳисобига бўлади. Бунинг олдини олиш учун модефикациялар кетма-кетлигини алмаштириш орқали барқарорлигини таъминлаш, яъни II-модификациядан IV-модификацияга III-модификацияни қолдириб, сакраб ўтиш бўйича таклифлар берилган. Бу ҳолатда аммоний нитрат NH_4NO_3 кристали ҳажмининг кучланиш деформацияси нисбатан минимум бўлади, чунки II-модификациянинг кристалл панжара ҳажми 163,7 Å³ ни, IV-модификация кристалл панжараси ҳажми эса 155,4 Å³ ни ташкил қилади (1-расмда пунктир чизигига қаранг). Лекин доналанаётган суюқланманинг ички ҳарорати ўзгармайди. Бу эса ўз навбатида кристалланиш вақтининг ортишига сабаб бўлади.

Минорадаги кристалланиш жараёнида кристаллар I -шаклдан II -га, II → III → IV- га ўтиш юз беради. Натижада маҳсулотнинг солиштира ҳажми ўзгаради (III да IV-дан катта ва доначалар мустаҳкам эмас). Кристалларнинг II дан IV- га ўтишини таъминловчи энг самарали усул эритмага магний нитрат (0,3-0,6%) қўшиш йўли билан амалга оширилади. Бунда суюқланмадаги намлик 0,25% дан ошмаслиги лозим. Натижада 50,8⁰С ҳароратда II → IV га ўтишни таъминлаш мумкин. Бу ўтиш туфайли маҳсулотнинг солиштира ҳажми кичикланиб, доначаларнинг мустаҳкамлиги ошади. Минора ичидан тушаётган кристалланишга улгурмаган маҳсулотни эримайдиган моддалар билан қоплаш эса доначаларнинг майда кристалл структура ҳолида қотишига, зичлиги ошишига ва мустаҳкам

бўлишига ёрдам беради. Ушбу масала юзасидан шу кунга қадар илмий тадқиқот ишлари амалга оширилган. Масалан: жараён характери ва модификация кетма-кетлигининг ўзгариши суёқланмадаги нам миқдорига боғлиқлигини билган ҳолда суёқланмага аммоний сульфат аралашмаси, аммоний фосфат ва аммоний магнитни қўшиш орқали режимни яхшилаш бўйича олиб борилган илмий тадқиқот ишини олайлик. Бунда модификацияда қотаётган донанинг ички энергияси бу қўлланилган усулларда ҳам ўз қийматини сақлаган. Бу эса $\text{II} \rightarrow \text{III} \rightarrow \text{IV}$ - га ўтиш оралиғида суёқланманинг бир-бирига қўшилиши ва катталашган дондаги ички энергиянинг ортишига сабаб бўлади. Натижада гранулаланаётган ўғитнинг сифат кўрсаткичлари пасайиб кетади.

Муаммонинг ечими ҳар бир модификация даврида донланаётган ўғитнинг ичидан ажралиб чиқаётган иссиқлик энергиясининг минорага берилаётган совуқ ҳаво оқими билан иссиқлик алмашилиш даври ва тезлигини ошириш бўлиши мумкин. Бунинг учун модданинг ички энергияси ҳаракати ва энтальпиянинг хусусий ҳоссаларини аниқ билиш талаб этилади. Келинг аммоний-нитратнинг ички энергияси ва минорага берилаётган совуқ ҳаво оқими ўртасидаги иссиқлик алмашилиш жараёнларини кўриб чиқамиз (2-расм).



2-расм. Доналанаётган ўғит ички иссиқлик энергияси тарқалишига ҳаво оқимининг таъсири. а) ўғит донасида иссиқликнинг тарқалиши, б) гранулаларга ҳаво оқимининг таъсири.
1-ўғит ядроси, 2-ўғит сирти, 3- сирт ташқарисида ҳосил бўладиган ҳарорат, 4-ҳарорат энергиясининг тарқалиши.

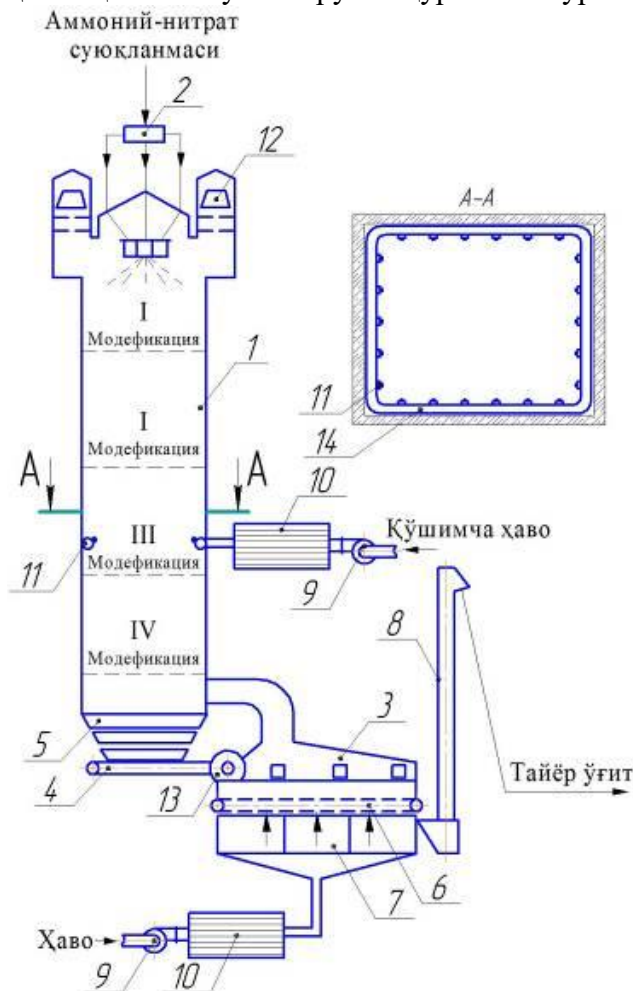
Маълум бўлишича доналанаётган ўғит ўзидаги иссиқлик энергиясини уч босқичда ташқи муҳитга чиқаради (2-расмга қаранг). Бунда донда ичидан чиқаётган иссиқлик энергияси донанинг ядросида $t_{\text{як}}$, қобиғидаги ҳарорат $t_{\text{кх}}$ ва қобиғидан ташқаридаги $t_{\text{мх}}$ лар алоҳида алоҳида ҳароратга эга бўлади. Минорага берилаётган совуқ ҳаво оқими $t_{\text{х}}$ фақатгина қобиқ ташқарисидаги $t_{\text{мх}}$ иссиқлик энергиясини ўзи билан олиб чиқиб кетади $t_{\text{х}} + t_{\text{мх}}$. Бу эса ўз навбатида модификациядаги $\text{II} \rightarrow \text{III} \rightarrow \text{IV}$ - режимларга ўтиш оралиғида донанинг ички энергияси ҳамда ташқи энергияси ўртасидаги термодинамик мувозанатнинг бузилишига сабаб бўлади. Шу боис 1-расмда кўрсатилган $\text{II} \rightarrow \text{III}$ модификациясига ўтишда донда ичидаги ҳароратнинг кескин кўтарилиши рўй беради.

Бунинг олдини олиш учун гранулаланаётган ўғит ички ва ташқи иссиқлик энергиясининг термодинамик мувозанатини сақлаш талаб этилади. Бунга минорага

берилаётган совуқ ҳаво оқимининг тезлигини режимга мос ҳолда ўзгартириш орқали эришиш мумкин. Бунда совуқ ҳаво оқимининг тезлашиши дона қатламидан ташқарида қобик ҳосил қилган иссиқлик энергиясини олдингига нисбатан тезроқ олиб ўтишга ҳаракат қилади. Натижада донанинг термодинамик мувозанати тикланади. 1-расмда пунктир чизиги билан ажратиб кўрсатилган III модефикациядаги дона хажмининг ўзгаришига таъсир этувчи ички ҳарорати $I \rightarrow II$ модефикацияда йўқотилади. Бу эса ўз навбатида III модефикацияда ўғит донаси термодинамик мувозанатга келганлигини билдиради. Натижада совуқ ҳаво оқимининг кристаллаш самарадорлиги ҳамда миноарнинг иш унумдорлиги ортади. Лекин берилаётган совуқ ҳаво оқимини миноранинг тўлиқ ишчи хажми бўйлаб турбулентлигини сақлаш талаб этилади. Технологик регламентда ушбу ҳолат инобатга олинмаса $I \rightarrow II$ модефикациядаги иссиқлик алмашаётган ўғит донаси совуқ ҳавонинг ламинар оқими билан тўкнашади. Маълумки термодинамикада иссиқлик узатиш коэффициенти иссиқлик алмашинувчи агентнинг режимига боғлиқ бўлади. Шунинг учун юқорида айtilган $I \rightarrow II$ модефикацияда ҳам совуқ ҳаво оқимининг турбулент режимини таъминлаш юқорида айtilган камчиликларни тўлиқ бартараф этиш имконини беради. Бунга гранулаловчи минора ичига қўшимча совуқ ҳаво оқимини йўналтирувчи қурилмани лойиҳалаш миноранинг тўлиқ ишчи ҳажмида турбулент режимни таъминлаш имконини яратади. Юқоридагилардан келиб чиққан ҳолда биз томонимиздан гранулаловчи минорага қўшимча ҳаво оқимини йўналтирувчи қурилмани ўрнатиш таклифи ишлаб чиқилди (3-расм).

Ҳаво оқимининг минора хажми бўйлаб тарқалиш режимини текшириш мақсадида экспериментал тадқиқотлар ўтказилди. Тадқиқотлар ишчи факторларнинг қуйидаги чегараларида ҳамда ишлаб чиқаришда қўланиладиган қурилмаларнинг ўлчамларига мос равишда олиб борилди. Бунга кўра берилаётган ҳаво тезлиги 1-5м/с, труба узунлиги 0.7м, томонлари $a=0.08$ м, $b=0.09$ м, форсунка тешигининг диаметри 3мм танланди;

Туртбурчакли шиша труба вертикал ҳолатда ўрнатилди ва остки қисмидан форсунка орқали вентелятор ёрдамида ҳаво оқими 1-5м/с гача микдорлаб юборилди. Ҳаво оқимининг кириш ва чиқиш тезликлари анемометр ёрдамида аниқланди ҳамда Рейнольдс критерияси бўйича оқим режимлари ҳисобланди. Қушимча ҳаво оқими берилмаган ҳолатда трубанинг пастки қисмида оқим режими 10^4 дан 10^5 гача бўлиши аниқланди, юқори қисмида эса ҳаво оқими ламинар режимдан турбулент режимга ўтиш оралиғида бўлиши кузатилди. Бунга труба деворидаги маҳаллий қаршилиқлар ҳамда оғирлик кучи таъсир кўрсатди. Иккинчи ҳолатда трубанинг 4/1.5 қисмига форсунка ўрнатилди ва остки қисмидан берилаётган ҳаво оқимида қўшимча ҳаво оқими берилди. Натижада трубанинг остки қисми ҳамда юқори қисмида тўлиқ турбулент режим кузатилди. Ораликдаги режим ўзгариши унча юқори бўлмаганлиги сабабли



3-расм. Аммоний-нитрат суюкланмасини кристалланиш жараёнининг технологик схемаси. 1-гранулаловчи минора; 2-йиғувчи бак; 3-мавхум қайнаш қатлами; 4-лентали конвейр; 5-йўналтирувчи пластина; 6-сеткали конвейр; 7-ҳавони йўналтирувчи мослама; 8-ковушли элеватор; 9-вентелятор; 10-совутгич; 11- қўшимча ҳаво форсункаси; 12-чангли ҳавони тозаловчи скруббер.

труба ичидаги оқим режимини тўлиқ турбулент ҳолатида дейиш мумкин.

Адабиётлар:

- [1]. Тожиев Р.Ж., Садуллаев Х.М., Миршарипов Р.Х., Ражабова Н.Б. “Аэрофонтан усулида фосфор кукунини пуркаш орқали ўғит доналар сиртини қоплаш ва қуришти технологияси”. ФарПИ. Илмий-техника журнали. 2018 йил 4-сон.
- [2]. М.Е.Позин. “Технология минеральных удобрений”. Ленинград “Химия”. 1989.
- [3]. В.В.Перегудов. “Теплотехника и теплотехническое оборудование”. Москва-Стройиздат.
- [4]. Классен П.В. и др. Гранулирование. М.: Химия, 1991, с.183-184.

**ROTOR-FILTRLI QURILMADA SUYUQLIK VA GAZ FAZALARDAGI
MODDALARNING KO‘CHIRILISH KOEFFITSIENTINI NAZARIY ASOSLASH**

A.S. Isomidinov

Farg‘ona politexnika instituti

a.s.isomidinov@ferpi.uz, isomiddinov1985@mail.ru

(Qabul qilindi 09.10.2024 y.)

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot ishida suyuqlik gaz tizimlarida modda almashinish jarayonlari o‘rganilgan. Rotor-filtrli qurilmadagi modda almashinish jarayonini hisoblash uchun tenglamalar tavsiya etilgan. Qurilmaning tozalash samaradorligining aniq qiymatini belgilash uchun η_{RFA} modda o‘tkazish soni orqali ifodalanaishi belgilangan va K.T. Simrauning tadqiqot ishidan foydalanilgan. Modda o‘tkazish soni, rotor yuzasini namlashning (sug‘orishning) massaviy zichligi, rotor yuzasida hosil bo‘ladigan plyonka oqim rejimi hamda girodinamikasini aniqlash tenglamalari tuzilgan. Gaz sarfida modda berish koefitsientini aniqlash tenglamasi tavsiya etilgan.

Kalit so‘zlar: rotor-filtr, modda o‘tkazish soni, modda berish koefitsienti, plyonka gidrodinamikasi, massaviy zichlik.

Аннотация: В данной работе изучены процессы обмена веществ в системах жидкость-газ. Предложены уравнения для расчета процесса массообмена в роторно-фильтровальном устройстве. С целью определения точного значения эффективности очистки устройства определяют, что η_{RFA} выражается количеством переноса вещества, а К.Т. Симрау. Сформулированы уравнения для определения количества массообмена, массовой плотности смачивания (орошения) поверхности ротора, режима течения и гидродинамики пленки, образующейся на поверхности ротора. Рекомендовано уравнение для определения коэффициента массоотдачи при расходе газа.

Ключевые слова: ротор-фильтр, число массопередачи, коэффициент массоотдачи, пленочная гидродинамика, массовая плотность.

Abstract: In this research work, the processes of substance exchange in liquid-gas systems are studied. Equations for calculating the mass exchange process in the rotor-filter device are proposed. In order to determine the exact value of the cleaning efficiency of the device, it is determined that η_{RFA} is expressed by the number of substance transfer, and K.T. Simrau's research work was used. Equations for determining the number of mass transfers, the mass density of wetting (watering) of the rotor surface, the flow regime and gyro dynamics of the film formed on the rotor surface have been formulated. The equation for determining the coefficient of mass transfer in gas consumption is recommended.

Key words: rotor-filter, mass transfer number, mass transfer coefficient, film hydrodynamics, mass density.

Kirish:

Qurilmaning gidrodinamik rejimini hisoblash murakkabligi va turli chetga chiqishlarni talab etganligi uchun, modda almashinish jarayonini hisoblash ham murakkab hisoblanadi. Qurilma ho‘l usulda ishlaganligi bois undagi modda almashinish jarayonini kechishi nasadkali va plyonka qatlami hosil qilib ishlovchi absorberlarda kechadigan modda almashinish jarayoniga o‘xshashdir.

Rotor-filtrli qurilmadagi modda almashinish jarayonini hisoblash uchun albatta, undagi fazalar kontakti hosil bo‘ladigan xududlari aniqlab olish lozim. Qurilmada quyidagicha kontakt yuazalar hosil bo‘ladi. Dastlab, ishchi suyuqlikni forsunka orqali sepib berilishi natijasida filtrlovchi

material sirtiga tushgan suyuqlik plyonka qatlami hosil qilib oqadi. U yerdan suyuqlik vannasiga oqib tushadi, suyuqlik vannasiga yig'ilgan ishchi suyuqlik ham ma'lum xajmdagi yuza hosil qiladi, bu yuza sirtiga gaz oqimining urilishi oqibatida ham ikkinchi modda alshmashtirish yuzasi hosil bo'ladi. So'ngra tozalanadigan gaz oqimining rotor ichidan konfuzor tomon xarakatlanishi natijasida ikkinchi plyonka qatlamida ham tozalandigan gaz oqimi tarkibidagi komponentlar suyuqlik plyonkasiga yutiladi. Ushbu kontakt yuzalarga gaz oqimi tarkibidagi komponentlarni yutilishi suyuqlik fazada modda almashinish jarayonini harakterlaydi [1].

Izlanishlar metodikasi:

Gazlarni tozalash samaradorligi va energiya sarfi o'rtasidagi bog'liqlik quyidagicha ifodalanadi, %[2];

$$\eta_{P\Phi A} = 1 - e^{BK_{P\Phi A}^x}, \quad (1)$$

bunda V va x – o'zgarish son bo'lib, u changning dispers tarkibi bo'yicha tajriba yo'li bilan aniqlanadi [1].

Tozalash samaradorligining aniq qiymatini belgilash uchun η_{RFA} modda o'tkazish soni orqali ifodalanadi. Modda o'tkazish soni quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi[3,4,5]:

$$N_m = \ln\left(\frac{1}{1 - \eta_{P\Phi A}}\right). \quad (2)$$

Tenglamada olingan son qiymati 0,5÷10 oralig'ida bo'lganda aniqlangan qiymat 1-jadval bo'yicha taqqoslanadi hamda qurilmaning tozalash samaradorligi belgilanadi.

1-jadval

Modda o'tkazish soniga bog'liq holda tozalash samaradorligini belgilanishi

Modda o'tkazish soni N_m	Tozalash samaradorligi η_{RFA}	Modda o'tkazish soni N_m	Tozalash samaradorligi η_{RFA}
0,5	39,35	4,0	98,17
1,0	63,21	6,0	99,752
2,0	86,47	10,0	99,9953

Yuqoridagilardan ko'rinadiki ho'l usulda ishlovchi qurilmalarda changli gazlarni tozalash samaradorligini aniq hisoblashning eng samarali usuli bu K.T.Semrauning tadqiqot ishi hisoblanadi. Bunda modda o'tkazish soni muhim ahamiyatga ega hisolanadi.

Qurilmada gaz-suyuqlik tizimi bo'lganligi uchun ham gaz fazada ham modda berish kuzatiladi. Gaz fazada modda berish koeffitsienti qurilmaning gidrodinamik rejimiga bog'liq bo'lib, qurilmadagi qarshilik koeffitsientini o'zgarishi modda miqdorining o'tishini harakterlaydi. Rotor-filtrli qurilmada modda berish koeffitsientlari quyidagicha hisoblanadi.

Datslab qurilmaga beriladigan suyuqlik sarfi bo'yicha sug'orishning massaviy zichligi hisoblanadi:

$$\Gamma = \rho \frac{3Q}{\Pi \cdot 3600} \quad (3)$$

bunda, ρ -ishchi suyuqlik zichligi, kg/m³*s; Q-qurilmaga beriladigan va tajriba yo'li bilan aniqlanadigan ishchi suyuqlik sarfi, m³/soat;P-plenka fatlami hosil bo'ladigan kontakt yuza perimetri.

Q miqdorda suyuqlikning tushishi natijasida filtrlovchi qatlam yuzasida hosil bo'lgan plyonka qatlami quyidagi tenglamadan hisoblanadi,

$$s_{pl} = \sqrt{\frac{3 \cdot \Gamma \cdot \mu_c}{\rho_s^2 \cdot g}} \quad (4)$$

bunda, μ_c -suyuqlikning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti, mPa*s.

Ushbu suyuqlik plyonkasi qalinligi orqali plyonkaning gidrodinmik rejimi quyidagi ifodadan foydalanib topiladi,

$$Re_c = \frac{4 \cdot \Gamma}{\mu_s} \quad (5)$$

Suyuqlik plenkasi tezligi V.G.Levich va T.Xobler taklif etgan tenglamga binoan quyidagi ifodadan hisoblanadi,

$$w_s = \frac{\Gamma}{\rho_s \cdot s_{pl}} \quad (6)$$

Yuqorida aniqlangan kattaliklar foydalangan holda suyuqlik plyonkasi uchun Nusselt soni quyidagi nazariy tenglamdan aniqlanadi,

$$Nu_s = A \cdot Re_s^m \cdot (Pr_s)^n \cdot \left(\frac{s_{pl}}{l} \right) \quad (7)$$

bunda, A,m,n-tajriba yo‘li bilan aniqlanadigan konstruksiyaga bog‘liq koeffitsientlar; Pr_s -suyuqlik fazadagi Prandtl soni; l -plyonka qatlami oqadigan yoy uzunligi, m [3,6,7,8,9,10]. Qurilmada suyuqlik va gaz fazalarda kechadigan modda almashinish jarayoni bir biriga uzviy bog‘liq, chunki suyuqlikning fizik-kimyoviy xossalari va gidrodinamikasidan foydalanib gaz fazadagi modda berish koeffitsienti hisoblanadi.

Rotor-filtrli appartadai gaz fazadagi modda berish koeffitsientini hisoblan shuchun suyuqlik va gaz fazani ishqalanishidagi qarshiligini hisoblash zarur va u quyidagi nazariy tenglamdan hisoblanadi [4,11,12],

$$\lambda = \frac{0,11 + 0,9 \left(\frac{w_s \cdot \mu_s}{\sigma_s} \right)}{Re_g^{0,16}} \quad (8)$$

bunda $Re_g^{0,16}$ -qurilmaga gazni kirishdagi va suyuqlik plyonkasining oqish tezliklarini hisobga oluvchi Reynolds soni; σ_s -suyuqlikning sirt taranglik koeffitsienti, mN/m².

Gaz fazadagi modda berish esa quyidagi tenglama orqali hisoblanadi [11,12],

$$Nu_G = \frac{\lambda}{8} \cdot Re_G \cdot (Pr_G)^{1/3} \quad (9)$$

bunda Pr_G -gaz faza uchun Prandtl soni.

Yuqori keltirilgan tenglamalardan shuni ta’kidlash mumkinki, rotor-filtrli qurilmadagi modda o‘tkazish koeffitsienti ishchi suyuqlik sarfining ortishi bilan ortib boradi. Qurilmaga berilayotgan gaz tezligini ortishi natijasida esa modda o‘tkazish koeffitsienti kamayishi kuzatiladi. Bunda suyuqlik sarfini ko‘paytirib plyonkani qalinligini ortirish tozalash samaradorligini yaxshilaydi. Plyonka qatlamining qalinligi esa ishchi suyuqlikning fizik-kimyoviy xossalari hamda filtrlovchi qatlamdagi teshiklar o‘lchamiga bog‘liq bo‘ladi.

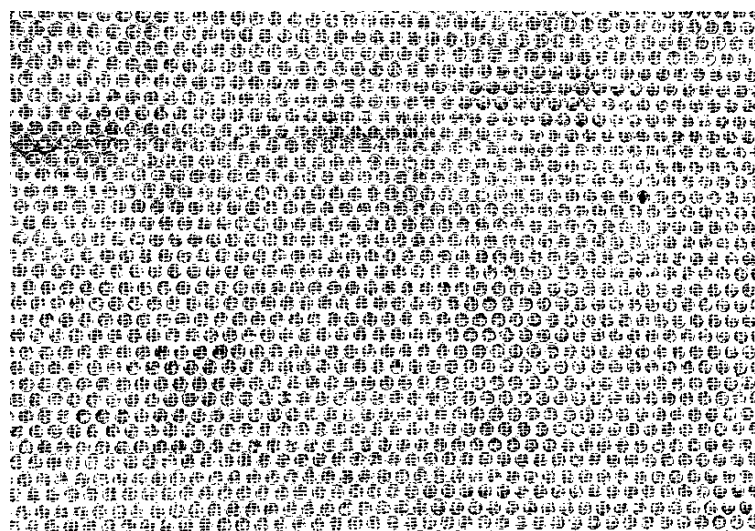
Tajriba natijalari:

Qurilma rotorining diametri bo‘ylab tayanch sifatida setkali po‘lat to‘r va uning ustidan filtrlovchi to‘rli material qoplangan. Filtr uchun paronit material tanlangan [1, 11,12]. Sanoatda paronit materialidan asosan agressiv va harorati yuqori jarayonlarda qurilmalar germetikligini ta’minlash hamda to‘siq sifatida foydalaniladi. 2-jadvalda paronit materialining asosiy texnik ko‘rsatkichlari keltirilgan.

Qurilma rotoriga filtrlovchi material qoplanishidan maqsad qurilma gidravlik qarshiligining tozalash samaradorligiga ta’sirini o‘rganishdir. Buning uchun filtrlovchi to‘rli materialga diametri 2;3;4 mm mayda teshiklar ochildi. 1-rasmda teshiklar ochilagn poronit materialining ko‘rinishi keltirilgan. Changli gazlarni tozalash jarayonida filtrlovchi materialda teshik ochildigan yuzasi passiv va teshik ochildmagan yuzasi aktiv hisoblanadi.

Filtr uchun tanlangan paronit materialining texnik

№	Material nomi	Zichligi	Ishlab chiqarish o'lchami	Issiqlikka chidamliligi	Yutuvchanligi
1.	Poronit	2 g/sm ³	1,5×1 m ² dan 1,5×3 m ² gacha	-50°S dan + 450°S gacha	Qizdirilgan suvda massasi 14% gacha ortadi



1-rasm. Mayda diametrli teshiklar ochilgan paronit.

Filtrlovchi materialning ishchi kontakt yuzasi qurilmaga changli gazni yo'naltiruvchi diffuzorning chiqish yuzasiga teng deb qabul qilingan. $a=900$ mm; $b=180$ mm. Berilgan o'lchamlar bo'yicha kontakt ishchi yuzani quyidagi tenglama orqali aniqlaymiz, m²;

$$S_{\text{конт}} = a \cdot b. \quad (10)$$

U holda a va b o'lchamlar bo'yicha umumiy kontakt yuza 0.325 m² ga teng bo'ladi.

Aktiv va passiv yuzalar quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi, m²;

$$S_{\text{конт}} = S_{\text{акт}} + S_{\text{пас}}, \quad (11)$$

Diametri 2 mm teshiklar ochilgan filtr materialining aktiv va passiv yuzalarini aniqlashda a o'lcham bo'yicha ochilgan teshiklar soni 300 dona; b o'lcham bo'yicha ochilgan teshiklar soni esa 60 donani tashkil etdi. Demak, umumiy aktiv yuza 0,268 m² ni va umumiy passiv yuza esa 0,057 m² ni tashkil qiladi. Umumiy kontakt yuzaga nisbatan aktiv va passiv yuzalarni % bo'yicha ko'rilsa aktiv yuza 82,46 % ni va umumiy passiv yuza esa 17,53 % ni tashkil qiladi.

Diametri 3 mm teshiklar ochilgan filtr materialining aktiv va passiv yuzalarini aniqlashda a o'lcham bo'yicha ochilgan teshiklar soni 225 dona; b o'lcham bo'yicha ochilgan teshiklar soni 45 donani tashkil etdi. Demak, umumiy aktiv yuza 0,229 m² ni va umumiy passiv yuza esa 0,096 m² ni tashkil qiladi. Umumiy kontakt yuzaga nisbatan aktiv va passiv yuzalarni foizlar bo'yicha ko'rilsa aktiv yuza 70,46 % ni va umumiy passiv yuza esa 29,54 % ni tashkil qiladi.

Diametri 4mm teshiklar ochilgan filtr materialining aktiv va passiv yuzalarini aniqlashda a o'lcham bo'yicha ochilgan teshiklar soni 180 dona; b o'lcham bo'yicha ochilgan teshiklar soni esa 36 donani tashkil etdi. Demak, umumiy aktiv yuza 0,202 m² ni va umumiy passiv yuza esa 0,122 m² ni tashkil qiladi. Umumiy kontakt yuzaga nisbatan aktiv va passiv yuzalarni foizlar bo'yicha ko'rilsa, aktiv yuza 62,15 % ni va umumiy passiv yuza esa 37,84 % ni tashkil qiladi[19,20].

Xulosa

1. Rotor-filtrli qurilmaning gidravlik qarshiligi modda o'tkazish koeffitsienti tozalash samaradorligi, ish unumdorligi va energiya sarfining qiymatlarini belgilashda muhim rol o'ynaydi. Qurilmaning gidravlik qarshiligi diffuzor, ishchi **A** va **B** yuzalar va konfuzordagi mahalliy qarshiliklarga bog'liq bo'lib, qurilmani loyihalashda ushbu omillar hisobga olinadi.

2. O'tkazilgan nazariy tadqiqotlar bo'yicha rotor-filtrli qurilmaga berilayotgan changli gaz va suyuqlikka qurilmaning ishchi organlarida ta'sir qiladigan gidravlik qarshiliklar, ishchi organlardagi ishqalanish kuchi va mahalliy qarshilik koeffitsientlari, suyuqlik va gaz fazalarida modda o'tkazish koeffitsienti imkonini beradigan analitik bog'lanishlar va matematik modellardan foydalanildi.

3. 1m^3 changli gazni tozalash uchun sarflanadigan suyuqlik sarfining minimal qiymati 0,1 litrdan kamaymasligi va maksimal qiymati 0,2 litrdan oshmasligi lozim.

4. Qurilmadan tozalangan gaz bilan birga chiqib ketadigan suyuqlik tomchisini ushlab qolish uchun konfuzorning xy o'qiga nisbatan qiyalik burchagi 25° dan yuqori bo'lishi lozim.

Adabiyotlar

- [1]. Исомидинов А.С. Разработка эффективных методов и устройств очистки пылевых газов химической промышленности: Дисс. ... PhD. – Ташкент, 2020. – 118 с.
- [2]. Тожиев Р.Ж., Каримов И.Т., Исомидинов А.С. Чангли газларни ҳўл усулда тозаловчи қурилмани саноатда қўллашнинг илмий-техник асослари: Монография. ФарПИ "Илмий-техника" журнали нашриёт бўлими-Фарғона 2020. – 91 б
- [3]. Мадаминова Г. И., Тожиев Р. Ж., Каримов И. Т. Барабанное устройство для мокрой очистки запыленного газа и воздуха //Universum: технические науки. – 2021. – №. 5-4 (86). – С. 45-49.
- [4]. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. – М. : Дрофа, 2008. –239 с.
- [5]. Isomiddinov A. et al. Application of rotor-filter dusty gas cleaner in industry and identifying its efficiency //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2019. – №. 9-10.
- [6]. Исомидинов А. С. Исследование гидравлического сопротивления роторно-фильтрующего аппарата //Universum: технические науки. – 2019. – №. 10-1 (67).
- [7]. Rasuljon, T., Azizbek, I., & Abdurakhmon, S. (2021). Research of the hydraulic resistance of the inertial scrubber. Universum: технические науки, (7-3 (88)), 44-51.

UO'K 677.21

**IKKI KAMERALI SARALAGICHDA URUG'LIK CHIGITLARNING
HARAKATINI O'RGANISH**

A.A. Abdullayev

Namangan muhandislik texnologiya instituti,

abdullayevabror738@gmail.com

(Qabul qilindi 09.10.2024 y.)

Annotatsiya. Maqolada uruglik Chigitni qayta ishlash texnologiyasida Chigit sraralsh qurilmasini takomillashtirib uning ishchi kamerasida saralagichda urug'lik Chigitlarning harakatini o'rganish bo'yicha nazariy tadqiqotlat olib borilgan. Tadqiqotda urug'lik Chigitlarni ishonchli saralash va fraktsiyaga ajratish jarayonini takomillashtirish maqsadida paxta Chigitlarining massa va boshqa xususiyatlariga bog'liq holda gorizontal ikki kamerali Chigit saralash qurilmasi taklif qilingan.

Kalit so'zlar: paxta, tola, Chigit, lint, saralagich, ishchi kamera, quvur.

Аннотация. В статье проведены теоретические исследования по изучению движения семян в сортировщике в рабочей камере усовершенствованного устройства сортировки семян в технологии переработки семян. В целях совершенствования процесса надежной сортировки и фракционирования посевных семян в зависимости от массы и других свойств семян хлопчатника предложена горизонтальная двухкамерная сепарационная установка.

Ключевые слова: хлопок, волокно, семена, линт, сортировщик, рабочая камера, труба.

Annotation. The paper presents theoretical studies on the study of the movement of seeds in the separator in the working chamber of the seed sorting device in the seed processing technology. To improve

the process of reliable seed sorting and fractionation, a horizontal two-chamber seed sorting device is proposed depending on the mass and other properties of cotton seeds.

Key words: cotton, fiber, seeds, lint, sorter, working chamber, pipe.

KIRISH

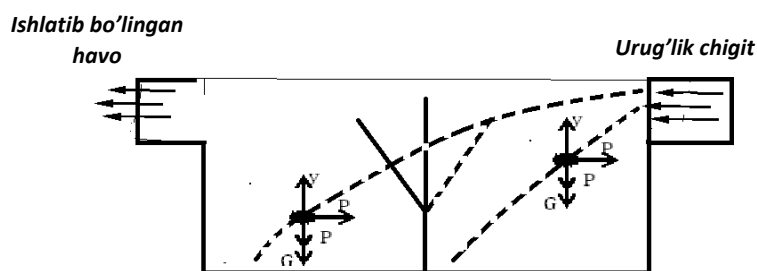
Jahon ishlab chiqarishida paxtaning yuqori iste'mol xususiyatlariga ega bo'lgan navlarini yaratish, sifatli urug' tayyorlash, ishlab chiqarish jarayoniga ijobiy ta'sir etadigan me'yoriy texnika va texnologiyalarni ishlab chiqish, korxonalaridagi mavjud texnologiyalarni takomillashtirish alohida ahamiyat kasb etmoqda. Bu borada urug'lik Chigit sifat ko'rsatkichlarini tubdan o'zgartirish, yuqori unuvchanlik, kimyoviy preparatlar bilan bir me'yorda va tekis ishlov berilganlik ko'rsatkichlariga ega bo'lgan urug'lik Chigit ishlab chiqarish yo'nalishlarida ilmiy izlanishlarni amalga oshirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Urug'lik Chigitning sifat ko'rsatkichlarini yuqori bo'lishini uni saralash va sifatli dorilash texnologik tizimlari ta'minlaydi. Saralash sifatini oshirish uchun, uskunalarining takomillashtirilishidan tashqari saralash agregatlariga Chigitni bir me'yorda uzatish katta ahamiyatga ega. Urug'lik Chigit tayyorlash tsexlariga joriy etilgan saralash qurilmalarining ish unumdorligini oshirish bilan tayyorlanayotgan urug'lik Chigit sifat ko'rsatkichlarini oshirishga erishish uchun, agregatlar ishchi organlarini takomillashtirish va yangi uskunalarini yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Urug'lik Chigitlarni saralash texnologik jarayonlariga qo'yiladigan asosiy talablardan biri urug'lik Chigitlarni ishonchli saralash hamda fraktsiyalarga samaradorligini oshirishdir. Paxta Chigitlarining tabiiy xususiyatlarini saqlagan holda sara urug'lik tayyorlash uchun texnologik jarayonni to'g'ri ishlatish hamda texnik imkoniyatlardan to'liq foydalanish lozim bo'ladi. Paxtaning urug'lik Chigitlarini saralash texnologik jarayonida urug'lar tarkibida turli iflosliklar, yetilmagan va puch Chigitlar ma'lum miqdorni tashkil qilishi kuzatilmoqda. Bu yot aralashmalarining saralanayotgan urug'lik Chigitlar tarkibida chiqib ketishi albatta urug'lik Chigitlarni tayyorlash sifat ko'rsatkichlarini pasaytirib yuboradi.

Mazkur tadqiqotda, paxta Chigitini yuqori unumdorlikda saralash imkoniyatiga ega, yangi ikki kamerali saralash qurilmasi taklif qilingan. Yangi qurilmani ishlash usuli gorizontal havo oqimi ta'sirida saralashdir (1-rasm). Saralash kamerasida Chigitlarni tashuvchi havo tezligining o'zgarishi hisobiga, aerodinamik parametrlari bo'yicha saralash amalga oshirish imkoniyati yaratiladi. Saralsh qurilmasida urug'lik Chigitlarni sifatli saralash ulardan urug'lik navlarini olish uchun muhim ahamiyat kasb etadi. SHu sababli ishlab chiqarishda, urug'lik Chigitlarga ishlov berish tsexlarini resurstejamkor va sifatli ish jarayonini bajaradigan gorizontal hamda vertikal aerodinamik saralash qurilmalarini keng qo'llanilmoqda. Tadqiqotda urug'lik Chigitlarni ishonchli saralash va fraktsiyaga ajratish jarayonini takomillashtirish maqsadida paxta Chigitlarining massa va boshqa xususiyatlariga bog'liq holda gorizontal ikki kamerali Chigit saralash qurilmasi taklif qilindi.

Gorizontal yo'nalishdagi havo oqimi ta'siridagi Chigitlarning harakat qonuniyati, vertikal harakatga qaraganda bir muncha murakkabdir. CHunki havo bilan aralashgan donali material (urug'lik paxta Chigitlari) bo'lakchalari tebranma ilgarilanma harakatda bo'lib, havo oqimi esa laminar bo'lmasdan, turbulentli holatda bo'ladi. Ushbu holat o'z navbatida Chigitlarning gorizontal havo oqimidagi harakatini murakkab ekanligini ko'rsatadi. Ishlab chiqilgan ikki kamerali saralagichning vazifasi ish kamerasini hajmiy kengayishi hisobiga Chigitlarni fraktsiyalarga, ya'ni urug'lik va texnik Chigitlarga ajratish imkoniyatini yaratishdan iborat.

Paxta Chigitlarini sharsimon m massali jism deb qaraymiz. Chigitli havoni ishchi kameradagi harakati turbulent bo'lsada uning o'z og'irlik markaziga nisbatan aylanma harakatini hisobga olmaymiz. Chigitlar asosan havo oqimi kuchi va og'irlik kuchi ta'sirida harakatlanadi deb olamiz.



1-rasm. Ikki kamerali Chigit saralagichning matematik modeli uchun sxemasi.

Chigitlar ishchi kameraga 0-0 kesim orqali kirib keladi. Havo tezligi v_o , yo'naltirgich orqali o'tishda φ burchakka og'adi va XOY koordinatalar sistemasiga nisbatan

$$v_{ox} = v_o \cos \varphi, v_{oy} = v_o \sin \varphi$$

tashkil etuvchilarga ajraydi.

XOY – Dekart koordinatalar sistemasini 1-rasmda ko'rsatilgandek joylashtirilgan. Ishchi kamerani 0-0 kesimidan o'tuvchi havo va Chigitlar oqimini tezligi kesim yuzasida teskari qonuniyat bilan o'zgaradi. Saralash qurilmasining asosiy o'lchamlarining son qiymatlari quyidagicha qabul qilingan:

$$h_0=0,25 \text{ m}, h_1= 0,5 \text{ m}, h_2= 0,6 \text{ m}, h=1,2 \text{ m}, a_0=0,4 \text{ m}, b_0=1 \text{ m},$$

$$l_1 = l_2 = 1,2, 0 \leq \varphi \leq \pi/4, g=10 \text{ m/s}^2, v_o = 16 \div 20 \text{ m/s}.$$

Havoning Chigitlarni harakatga keltiruvchi aerodinamik qarshilik koeffitsientlari qiymatlari OX va OY yo'nalishlar bo'yicha quyidagicha: $k_x=0,1 \div 0,6, k_y= 0,2 \div 0,8$.

Ishchi kamera kesimlarini yuzalarini hisoblaymiz. 0-0 ko'ndalang kesimining yuzasi: $S_{ox}= b_o \cdot h_o, S_{oy}= b_o \cdot a_o$. Mos havo tezligi $v_{ox} = v_o, v_{oy} = 0$;

0-1 oraliqdagi ishchi kameraning ko'ndalang kesimining yuzasi.

$$S_{1x} = b_o y, S_{1y} = b_o x, v_{1x} = \frac{S_{ox}}{S_{1x}} v_o \cos \varphi, v_{1y} = \frac{S_{oy}}{S_{1y}} v_o \sin \varphi, h_o \leq y \leq (h_o + h_1),$$

$$0 \leq \varphi \leq \pi/4, 0 \leq x \leq l_1$$

1-2 oraliqdagi ishchi kameraning ko'ndalang kesimi yuzasi.

$$S_{2x} = b_o y, S_{2y} = b_o x, v_{2x} = \frac{S_{ox}}{S_{2x}} v_o \cos \varphi, v_{2y} = \frac{S_{oy}}{S_{2y}} v_o \sin \varphi, (h_o + h_1) \leq y \leq h, \\ 0 \leq \varphi \leq \pi/4, l_1 \leq x \leq (l_1 + l_2)$$

Ishchi kamerada, Chigitni harakatga keltiruvchi tashqi kuchlar sistemasini quyidagilar:

$G=mg$ - og'irlik kuchi:

$$\begin{cases} P_x = k_x(v_{ox} - \dot{x}(t))^2 \\ P_y = k_y(v_{oy} - \dot{y}(t))^2 \end{cases} \quad (2.3)$$

(2.3) da: v_{ox}, v_{oy} - havo oqimi tezliklari

$\dot{x}(t), \dot{y}(t)$ Chigitlarning OX, OY- yo'nalishlar bo'yicha absolyut tezliklari.

Mazkur ishda paxta Chigitlarining massasi bilan va tuklanganlik darajasi bo'yicha bir-biridan farq qilib, o'zaro bog'lanishga ega emas deb qabul qilamiz. Dinamikaning ikkinchi qonuni bo'yicha Dalamber printsiptiga ko'ra Chigitlarni ishchi kameraga kirib kelgandan so'ng kameralar bo'yicha harakatining differentsial tenglamalarini tuziladi. Chigitlarning harakat qonuniyatini ifodalovchi differentsial tenglamalar sistemasini tuzib olamiz:

$$\begin{cases} \ddot{x}(t) = k_x(v_{1x} - \dot{x}(t))^2 \\ \ddot{y}(t) = k_y(v_{1y} - \dot{y}(t))^2 \end{cases} \quad (2.4)$$

Boshlang'ich shartlar

$$\begin{cases} x(t)=0, \dot{x}(t) = 0 \\ y(t)=0, \dot{y}(t) = 0 \end{cases} \quad (2.5)$$

$$k_x = 0.2; 0.35; 0.45; 0.50; 0.55; 0.6 ; k_y=0.2; 0 \leq \varphi \leq \pi/4;$$

1-2 oraliqda Chigitlarni harakat qonuniyatlarini ifodalovchi differentsial tenglamalar sistemasi quyidagicha:

$$\begin{cases} \ddot{x}(t) = k_x (v_{2x} - \dot{x}(t))^2 \\ \ddot{y}(t) = k_y (v_{2y} - \dot{y}(t))^2 \end{cases} \quad (2.6)$$

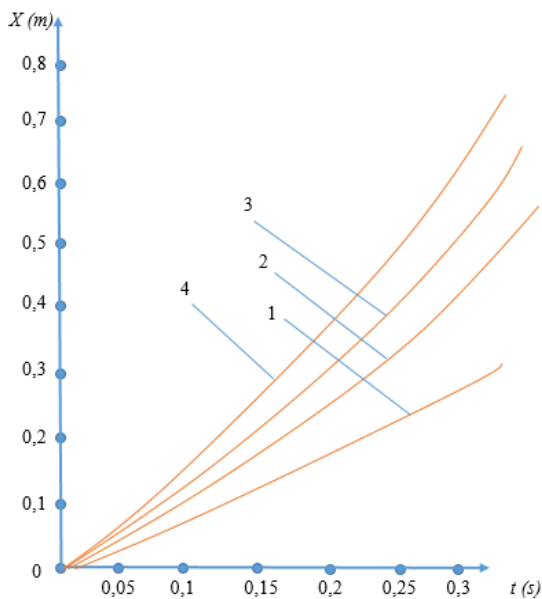
Boshlang'ich shartlar

$$\begin{cases} x(t_0) = l_1, \dot{x}(t_0) = v_x(t_0), \\ y(t_0) = (h_0 + h_1), \dot{y}(t_0) = v_y(t_0) \end{cases} \quad (2.7)$$

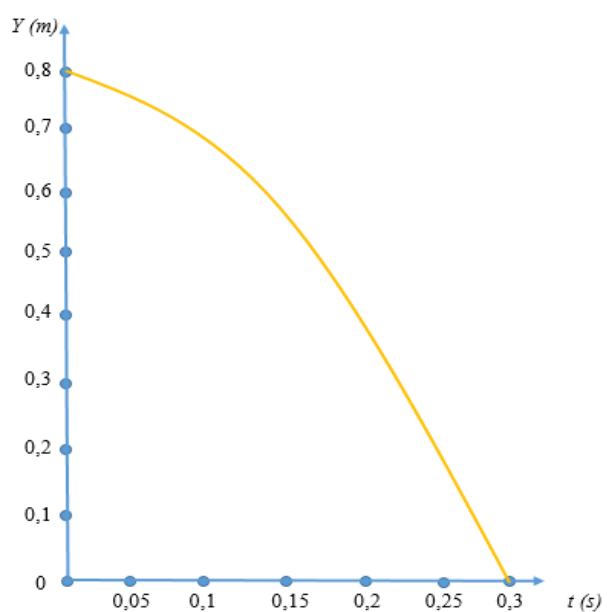
$$k_x = 0.55; 0.6; 0.75; k_y = 0.2; 0.3; 0.4; 0 \leq \varphi \leq \pi/4;$$

Mazkur tadqiqotda ishlab chiqilgan differentsial sistemalar tenglamasi nochiziqli bo'lgani uchun sonli usulda maxsus dastur asosida yechildi. Chigitlarni gorizontaal, vertikal yo'nalishda ko'chishlari, nisbiy, absolyut tezliklari vaqtga bog'liq o'zgarishlarini ifodalovchi qonuniyatlarini mos grafiklari olingan (2.5-2.8-rasmlar).

2-rasmda saralash kameraning urug'lik Chigitlarga mo'ljallangan qismida Chigitlarning fraktsiyalar bo'yicha harakat qonuniyati keltirilgan. Mazkur rasmdagi grafiklar Chigitlarning saralash kamerasidagi gorizontaal yo'nalishlari bo'yicha aerodinamik qarshilik koeffitsienti aks ettiradi.



2-rasm. Paxta Chigitlari gorizontaal yunalishdagi xarakatining vaqt bo'yicha o'zgarish qonuniyati. 1-egri chiziqli $k_x = 0.25$ va $k_y = 0.2$, $m_1 = 0.8$ dagi, 2-egri chiziqli $k_x = 0.35$ va $k_y = 0.2$, $m_2 = 0.26$ dagi, 3-egri chiziqli $k_x = 0.45$ va $k_y = 0.2$, $m_3 = 0.20$, 4-egri chiziqli $k_x = 0.50$ va $k_y = 0.2$, $m_4 = 0.18$ dagi holatda $X(m)$ vaqt $t(s)$ ga bog'liq o'zgarishi qonuni.



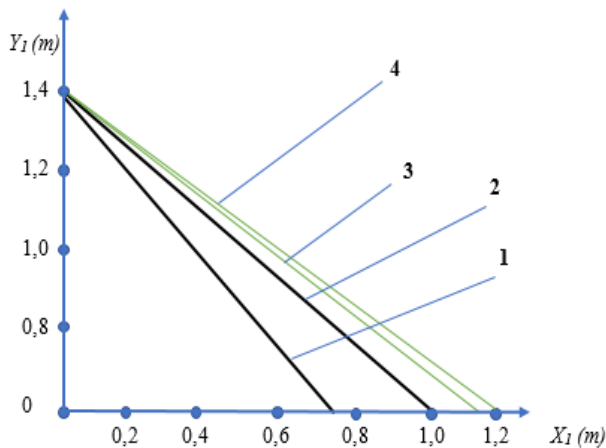
3-rasm. Paxta Chigitlarining vertikal yunalishdagi harakatini vaqt bo'yicha o'zgarish qonuniyati.

3-rasmda Chigitlarni vertikal yo'nalishda $k_x = 0.2, 0.35, 0.45, 0.50$ va $k_y = 0.2$ qiymatlaridagi ko'chishi $Y(m)$ va vaqt $t(s)$ ga bog'liqlik qonuniyati keltirilgan.

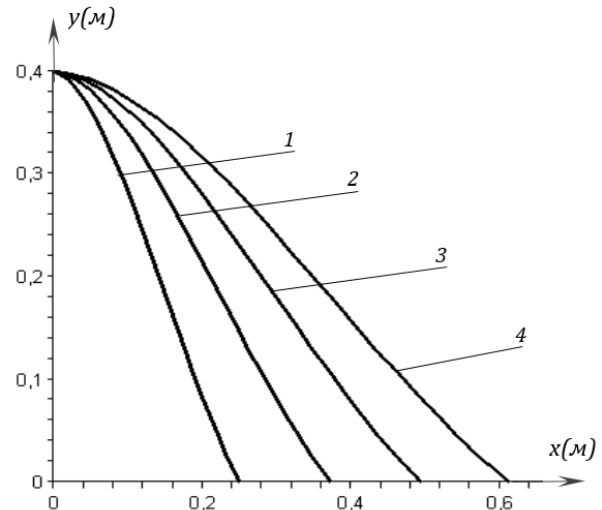
4-rasmda paxta Chigitlarini birinchi kamera bo'yicha uchib tushishi $y(x)$ ni $k_x = 0.4, 0.65, 1.0, 1.2$ va $k_y = 0.2$ (1-4 egri chiziqlar) larga bog'liqlik qonuniyati keltirilgan.

Paxta Chigitlarining tuksizlik darajasini belgilovchi qarshilik koeffitsienti k_x ning ortib borishi, saralash kamerasi uzunligi bo'yicha uchib tushish masofasini ortishiga olib keladi. Ya'ni qarshilik koeffitsienti $k_x = 0.4, 0.65, 0.85$ bo'lgan Chigitlar birinchi kamera bo'yicha taqsimlanib, $x(0.66) = 0.46$ m; $x(0.85) = 0.6$ m; $x(0.85) = 0.65$ m masofalarga tushadi. Qarshilik koeffitsienti $k_x \geq 0.8$ bo'lgan Chigitlar asosan ikkinchi kamera tomon uchib tushadi. Ya'ni $x(k_x \geq 0.8) \geq 1.2$ m.

$k_x \geq 0,8$ bo'lgan Chigitlarni kamera bo'yicha harakat qonuniyatlari



4-rasm. Chigitlarni birinchi kamera bo'yicha uchib tushish qonuniyati.



5-rasm. Chigitlarni kameralar bo'yicha turli tezliklarda uchib tushish qonuniyati.

5- rasmda keltirilgan, 3-rasmdan Chigitlarni birinchi kamera bo'yicha tushish vaqti $t = 0,3$ sekundligini ko'rishimiz mumkin. $t > 0,3$ sekunddan boshlab qarshilik koeffitsienti $k_x \geq 0,8$ bo'lgan Chigitlar, ikkinchi kamera bo'ylab kamera asosi tomon harakatlanishini kuzatamiz. Chigitlar asosan ikkinchi kameraning oxirgi qismlariga tushadi. Ya'ni tuklilik darajasi yuqori yengil Chigitlar ikkinchi kameraga, tuksiz massalari yuqori Chigitlar birinchi kameraga tushadi. Grafiklarda saralash kamerasi kirib keluvchi havo oqimining tezliklari:

$$v_0 = 16 - 26 \text{ m/s}$$

(1-4 egri chiziqlar) qiymatlarda Chigitlarni 1 va 2 kamera bo'yicha taqsimlanib, tushish qonuniyatlari keltirilgan. Grafiklardan, $v_0 = 16-18 \text{ m/s}$ larda Chigitlar birinchi kameraga uchib tushishini $v_0 \geq 18 \text{ m/s}$ tezliklarda esa ikkinchi saralash kamerasini tubiga tushishini kuzatish mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. Ахмедходжаев Х.Т., Турсунов А. «Пневматический сортировщик хлопковых семян» Хлопководство и зерноводство. Республиканский научно технический журнал, 2000, №2. стр.30-32.
- [2]. Obidov A.A., Abudullaev A.A. Urug'lik Chigitlarni saralash qurilmasi. Foydali modelgan patent, FAP 2022 0328.
- [3]. Paxtani dastlabki ishlash bo'yicha qo'llanma. "Paxtasanoat ilmiy markazi" AJ, T-2019 y. -114 b.
- [4]. Obidov A., Abudullayev A. Theoretical justification of the efficient operation of the seed sorting device. Engineering, Scientific Research Publishing. 2023, 15, 720-728
- [5]. Obidov A., Abdullaev A. Chigitlarni saralash qurilmasining samarali ishlashini nazariy asoslash. Namangan to'qimachilik sanoati instituti "To'qimachilik va moda sanoatida ilm-fan va innovatsiyalar" ilmiy texnika jurnali, № 1.

УДК 621.77

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОСНОВЫ ИНСТРУМЕНТА ЗУБКОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ КОМБАЙНОВ

Д.М. Бердиев¹, В.Я. Щукин², Г.В. Кожевникова², А.Н. Пушанов¹

¹Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова

²Физико-технический институт национальной академии наук Беларуси

(Получена 01.11.2024 г.)

В статье разработана технология производства основы инструмента зубков

горнодобывающих комбайнов для предприятий горного машиностроения методом поперечно-клиновой прокатки. В результате долговечность инструмента увеличивалась как минимум в два раза, коэффициент использования металла увеличивается с 0,85 до 0,95, производительность труда возрастает в 2,5 раза.

Ключевые слова: прокатка, инструмент, износостойкость, пластическая деформация, компьютерное моделирование, прочность, калийные соли.

Maqolada tog'-kon mashinasolik ishlab chiqarish korxonalarida qo'llaniladigan kon mashinalarini qirquvchi tishlarini asosini ko'ndalang-ponasimon prokatlash usuli bilan olish texnologiyasi ishlab chiqilgan. Natijada asbob asosini chidamliligi kamida ikki marotabaga oshgan, metaldan foydalanish darajasi 0,85 dan 0,95 gacha ortadi, ishlab chiqarish samardorligi 2,5 marotabaga o'sadi.

Tayanch iboralar: prokatlash, asbob, yeyilishbardoshlik, plastik deformatsiya, kompyuterda modellashirish, mustaxkamlik, kaliy tuzi.

The article develops a technology for producing the base of the tool teeth of mining combines for mining engineering enterprises using the method of cross-wedge rolling. As a result, the service life of the tool increased at least twice, the metal utilization coefficient increased from 0.85 to 0.95, labor productivity increased by 2.5 times.

Key words: rolling, tool, wear resistance, plastic deformation, computer modeling, strength, potassium salts.

Главной причиной выхода из строя тяжелой горнодобывающей и обогащательной техники является коррозионно-абразивный износ механизмов вследствие эксплуатации в условиях коррозионных сред и высоких механических нагрузок. В результате снижается производительность горнодобывающих режущих инструментов, увеличивается расход металла за счет износа и, как следствие, себестоимость снаряжения (оборудования) увеличивается. Это напрямую зависит от Д6-22 и других видов зубцов, которые используются при добыче горных пород. Так как основу инструмента режущих зубьев получают механообработкой на токарных станках, то большое количество металла уходит в отход в виде стружки.

При изготовлении валов и осей в условиях массового и крупносерийного производства в настоящее время используются разнообразные способы обработки металлов давлением, так как они придают изделиям повышенные механические свойства, обеспечивают высокую производительность труда и экономное использование металла. Особое место среди них занимает поперечно-клиновой прокатки (ПКП) [1]. Опыт промышленного применения ПКП также свидетельствует, что для достаточно широкой группы материалов возможно устанавливать определенные технологические параметры (геометрию инструмента, степен обжатия, температуру прокатки), которые исключают вскрытие осевой полости.

Анализ публикаций по технологии ПКП [2, 3] показал, что в настоящее время для изготовления осесимметричных деталей используется методы ПКП, позволившие при разработке соответствующего инструмента, прокатывать основные типы осесимметричных деталей без применения токарной обработки. От других процессов ее выгодно отличает высокий коэффициент использования металла, возможность полной автоматизации процесса, максимальное приближение прокатной детали к профилю изделия, широкие технологические возможности, высокая стойкость инструмента, низкий уровень шума, отсутствие источников виброколебания.

Методом ПКП изготавливается широкая номенклатура изделий типа тел вращения с удлиненной осью. Их конфигурация может быть самой разнообразной: цилиндрические, конические и сфероидальные поверхности, изготавливаемые из конструкционных сталей, ряда инструментальных сталей, а также сплавов на основе меди, титана, никеля, цирконий. В процесс эксплуатации прокатанные изделия отличаются более высокой прочностью и износостойкостью. За один проход инструмента диаметральные размеры могут быть уменьшены в 4 – 8 раз. При этом обеспечивается изготовление деталей или полуфабрикатов диаметром от 2 до 120 мм, длиной от 40 до 1000 мм, максимально достигаемая точность –

0,01 мм (на диаметре 7 мм), максимально достигаемая шероховатость поверхности - 0,6 Ra [4].

В данной работе предлагается по технологии ПКП основного инструмента типа зубков горнодобывающих комбайнов без применения токарной обработки. Получение зубцов комбайнов горнодобывающей промышленности методом ПКП является высокопроизводительной, энерго - и ресурсосберегающей технологией, обеспечивает коэффициент использования металла 0,8-0,98, сводит к минимуму затраты на хранение и утилизацию отходов. Исследования направлены на разработку методом полей линий скольжения и компьютерным методом конечных элементов оптимальной геометрии инструмента для процесса резания породы, в результате чего достигается снижение усилия резания калийной породы и повышается стойкость инструмента.

Ожидаемые результаты:

- с помощью прокатки и компьютерного моделирования улучшается геометрическая форма инструмента, режущего породы в соляных отложениях;
- увеличение стойкости инструмента не менее чем в 2 раза;
- сокращение времени, используемого для замены изношенных инструментов в технике позволяет увеличить производительность процесса;

В качестве объектов исследований использованы малолегированная сталь 35ХГСА. Марки сталей регламентируются по ГОСТ 3541–79 [5].

Металлографический анализ выполняли на ионном хроматографе Metrohm 850 Professional IC (SEM-EDX) и растровом электронном микроскопе Zeiss EVO MA 10 [6].

С помощью программа QFORM строили проектные геометрические модели клиновых инструментов и сборочные конструкции [7].

Для прокатки основы инструмента зубков горнодобывающих комбайнов использован стан с горизонтальным расположением плоским клиновым инструментом [3] для высокоточной прокатки, так как он обеспечивал точное перемещение инструментов, которые могут быть изготовлены в свою очередь с высокой точностью и высокой твердостью. Благодаря высокой твердости стойкость таких инструментов (с ремонтами) может превышать миллион прокатных деталей. Инструмент изготовлен на универсальном металлорежущем оборудовании и характеризуется низкой себестоимостью. Обычно станы в свою очередь делается на станы с верхней подвижной плитой, нижней подвижной плитой и двумя подвижным плитам [8]. На нашей исследовании использована стан горизонтальным расположением плоским клиновым инструментом с верхней подвижной плитой. Стане в качества силового привода использована гидравлический поперечно-строгальный станок. Установка прокатки крепится на столе станка и выполнена в виде массивного литого башмака, в котором установлены нижняя неподвижная плита и верхняя подвижная плита, размещенная в направляющих скольжения: стал по бронзе. Расстояние между верхними и нижними инструментами регулируется клиновой плитой, закрепленной в башмаке.

При индукционном нагревании (ИН) образцы нагревали высокочастотным током (ТВЧ) до $T = 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$, продолжительность от нескольких до 20 с, затем охлаждали подачей воздуха. Для нагревания использовали устройство ЛЗ107, для определения температуры – термопары. Важным при ИН является обеспечение закалки стали на требуемую глубину и исключение появления окалины на поверхности изделия. Преимуществами данной обработки являются высокая производительность, получение изделия с высокими механическими свойствами, возможность обработки изделий любой формы.

Условия работы зубков горнодобывающих комбайнов связаны с комплексным силовым воздействием, включающим высокие статистические и динамические нагрузки, температуры в зоне контакта, присутствие абразива. Зубок изготовлен составным: основной корпус инструмента из стали 35ХГСА, наконечник из твердого сплава ВК6, который запаян в корпус. Узким местом данной детали является зона термического влияния, образованная в результате пайки высокотемпературным припоем твердого сплава в корпус. В результате 1-2 дневной работы разупрочненная область корпуса инструмента интенсивно изнашивается, что

приводит к выпадению твердого сплава из корпуса. Если вырабатываемая сол и вмещающие породы отличаются повышенной абразивностью, высокой вязкостью и твердостью, то причиной выхода из строя инструмента является абразивный износ зубка (изготовленного из стали 35ХГСА), приводящий к выпадению твердосплавной режущей вставки.

Современные подходы компьютерного моделирования при исследовании технологии ПКП, это позволит избежать проведения натурных экспериментов и связанных с ними затрат, получит характеристики напряженно-деформированного состояния и выявит наиболее проблемные зоны прокатываемых заготовок. В процессе проектирования имели возможность скорректировать геометрическую модель, внести изменения в параметры расчетной модели, просчитать и проанализировать несколько вариантов технологического процесс и выбрать оптимальный варианты конкретные технологии ПКП [8].

Одним из основных требований численного моделирования процесса ПКП является возможность выявления закономерностей возникновения различных дефектов (вскрытие полости, скручивание, проскальзывание заготовки и т. д.) в процессе формообразования заготовки и определения условий устойчивого протекания процесса при различных технологических параметрах без проведения натурных экспериментов. Для осуществления данной задачи необходимо провести серию компьютерных испытаний и проанализировать полученные результаты, что позволит ответить на вопросы, связанные с определением характеристик прокатываемой заготовки при различных параметрах прокатки.

В отличие от зарубежных исследователей, необоснованно доверяющих компьютерным моделями ПКП, мы осуществили ее тестирование путем сравнения с точными аналитическими решениями. В итоге было установлено, что применение метода компьютерных моделей, позволяет достаточно точно прогнозировать напряжения и деформации в очаге пластического течения, однако приводит к существенным ошибками при расчете кинематических параметров прокатки и не перестраивает центрирование поле деформаций в местное при обжатиях менее 1.02. В итоге нами установлена доверительная область получаемых решений.

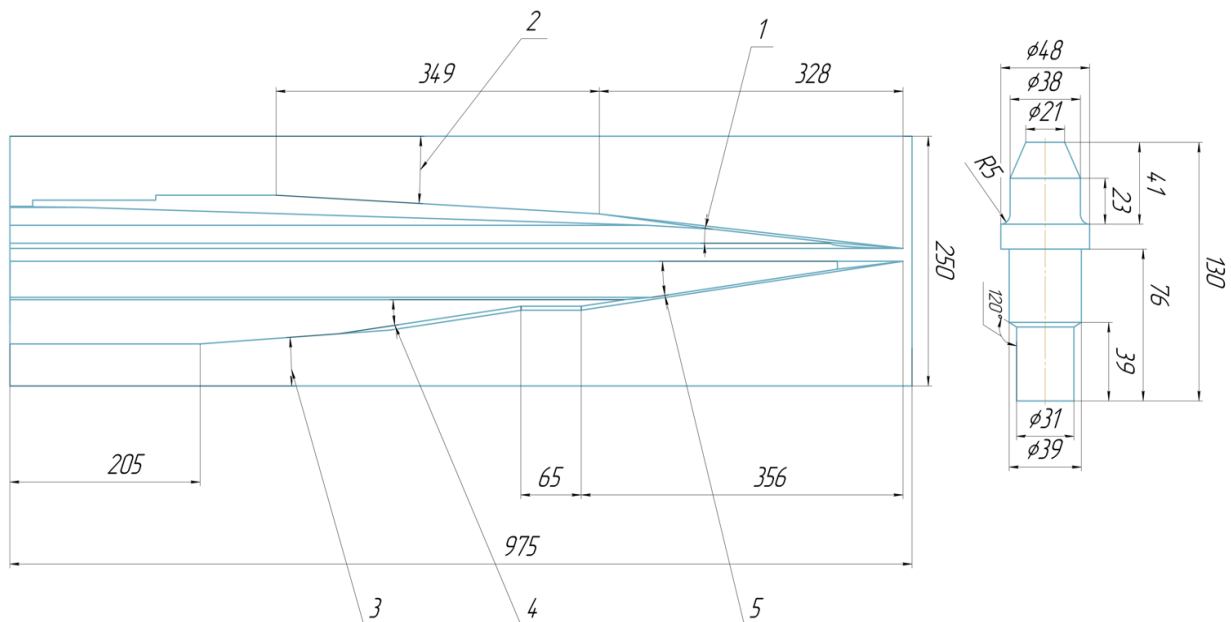


Рис. 1. Клиновой инструмент (а) для ее изготовления зубок РКС1.00.00.111 (б) горнопроходческого комбайна.

На рис. 1 показан зубок РКС1.00.00.111 (б) горнопроходческого комбайна и клиновой инструмент (а) для его прокатки на стане ПКП. Заготовка диаметром 25 мм и длиной 230 мм из стали 35ХГСА нагревается ТВЧ до 1100 °С и подается на лоток 2 до упора 1. Деформирующим клином 3 на заготовке прокатываются конусные части зубка до диаметра 14 мм. Дорожки 4 предотвращают перекося заготовки в начальной стадии прокатки.

Деформирующими клиньями 5 формируют ступени диаметром 24 мм и 20 мм. Отрезными ножами 6 от заготовки отделяют концевые отходы. В заключительной стадии прокатки заготовку разделяют на две детали.

Геометрические параметры деформирующего клина 3: $\beta_1=7^\circ$, $\alpha_1=17^\circ$ на длине 105 мм, $\alpha_2 = 33^\circ$ на длине 70 мм, $\alpha_3 = 31^\circ$ на длине 70 мм, $\alpha_4 = 12^\circ$ на оставшейся длине клина. Переменный угол наклона боковой грани клина способствует четкому оформлению конусной поверхности зубка. Максимальная степень обжатия $\delta = 1,79$. Геометрические параметры деформирующего клина 5: $\beta = 9^\circ$, $\alpha = 25^\circ$, максимальная степень обжатия $\delta = 1,25$.

Исследование прокатных образцов на электронном микроскопе показало, что неметаллические включения отрицательно сказываются на ресурсе пластичности. Микротрещины зарождаются вблизи неметаллических включений и распространяются по границам зерен металла.

После ПКП в зубке сверлится отверстие по оси конусной части, куда впаивается твердосплавный резец. После термообработки деталь готова к употреблению.

Разработанная технология получения основы инструмента зубков горнодобывающих комбайнов методом ПКП увеличивалась стойкости инструмента не менее чем в 2 раза, заменяет токарную обработку, коэффициент использования металла увеличивается с 0,85 до 0,95, производительность труда возрастает в 2,5 раза, повышение эксплуатационных характеристики прокатных изделий на 10-15%, снижается количество металла в отход в виде стружки.

Аналогичная технология для зубка Д6-22, применяемого в шахтах для добычи соли, разработана на кафедры «Обработка металлов давлением» Ташкентского государственного технического университета им. И. Каримова. В этом случае также заменяется процесс токарной обработки. Коэффициент использования металла увеличивается с 0,79 до 0,93, производительность труда возрастает в 8 раз.

Выводы.

1. С помощью прокатки и компьютерного моделирования улучшается геометрическая форма инструмента, режущего породы в соляных отложениях.
2. Увеличение стойкости инструмента не менее чем в 2 раза.
3. Сокращение времени, используемого для замены изношенных инструментов в технике позволяет увеличить производительность процесса.
4. Технология ПКП заменяет токарную обработку, коэффициент использования металла увеличивается с 0,85 до 0,95, производительность труда возрастает в 2,5 раза, повышение эксплуатационных характеристики прокатных изделий на 10-15%, снижается количество металла в отход в виде стружки.

Список литературы

- [1]. Кожевникова Г.В., Щукин В.Я. Пластические свойства металлов и сплавов: феноменологическая деформационная теория разрушения при пластическом течении. – Минск: Беларус навука, 2021. – 277 с.
- [2]. Колмогоров В.Л. Напряжения, деформации, разрушение. – М.: Металлургия, 1970. – 230 с.
- [3]. Shu Xuedao, Valery Y. Shchukin, G. Kozhevnikova, Sun Baoshou, Peng Wenfei Theory and technology of cross-wedge rolling (on the Chinese. lang.). – Academic library of Ningbo University, 2014. – 314 с.
- [4]. Kozhevnikova G. Cross-wedge rolling. – Minsk: Belorusskaya nauka, 2012. – 321 с.
- [5]. Гольдштейн М.И., Грачев С.В. Векслер Ю.Г. Специальные стали. М.: МИСиС, 1999. 408 с.
- [6]. Батаев В. А., Батаев А. А., Алхимов А. П. Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей. М.: Наука, 2007. 224 с.
- [7]. Власова А.В. Конечно-элементное моделирование технологических процессов прокатки. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2019. – 383 с.
- [8]. Кожевникова, Г.В. Теория и практика поперечно-клиновой прокатки / Г.В. Кожевникова. – Минск: Беларус навука, 2010. – 291 с.

UO‘K 677.021.153.7

NUQSONLI PILLALARDAN CHIZIQLI ZICHLIGINI NAZORATISIZ XOM IPAK
KALAVASI OLIISHNING NAZARIY ASOSLARI

J.A. Axmedov, Q.E. Sabirov, Sh.Q. Ermatov, Sh.I. Tolibayeva, D.Sh. Tashpulatov

Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti, O‘zbekiston, jahongir-ahmad@mail.ru
(Qabul qilindi 01.11.2024 y.)

Annotatsiya. Ushbu ishda pilla qobig‘idan ipni ajratib olish jarayoni suvli muhitda ma‘lum chuqurlikda cho‘kkan holati va unga ta’sir qiluvchi kuchlar yo‘nalishi tasvirlangan. Pilla chuvish boshlanishi bilan uning harakati qonuniyati o‘zgarishi va ta’sir qiluvchi kuchlar dinamikasi tahlil qilingan. Jarayonni aks ettiruvchi matematik model tuzilgan. Pilla qobig‘i yuzasidagi ipni yopishqoqlik kuchini kamaytirishni chuvish davomidagi uzilish kuchiga, chuqurligiga bog‘liqligi grafiklarda keltirilgan.

Kalit so‘zlar: pilla, qobiq, suvli muhit, kuchlar, shar, nuqta, qiymat, harakat, tezlik, yopishqoqlik kuchi.

Аннотация. В данной работе описан процесс извлечения нити из оболочки кокона при погружении на определенную глубину в водную среду и направление действующих на нее сил. С началом размотки проанализированы изменения в законе его движения и динамике воздействующих сил. Создана математическая модель, отражающая процесс. Зависимость снижения силы сцепления нити с поверхностью оболочки кокона от силы разрыва и глубины при размотке представлена на графиках.

Ключевые слова: кокон, оболочка, водная среда, силы, сфера, точка, величина, движение, скорость, силы адгезии.

Abstract. In this work, the process of extracting the thread from the cocoon shell is described in the case of sinking at a certain depth in the water environment and the direction of the forces acting on it. With the beginning of cocoon reeling, changes in the law of its movement and the dynamics of influencing forces were analyzed. A mathematical model reflecting the process is created. The dependence of the reduction of the adhesive force of the thread on the surface of the cocoon shell on the breaking force and depth during the reeling is shown in the graphs.

Key words: cocoon, shell, aqueous medium, forces, sphere, point, value, motion, speed, adhesion force.

KIRISH

Tut ipak qurti pillalarni qayta ishlab xom ipak ishlab chiqarish jarayonlarida hosil bo‘ladigan tolali chiqindilarni qayta ishlashda resurstejamkor texnika va texnologiyalarni yaratish borasida keng qamrovli ishlar amalga oshirilib, ma‘lum natijalarga erishilmoqda. 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan “...ipak mahsulotidan shoyi gazlamalari tayyor mahsulotlari, shuningdek import o‘rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarishdagi mavjud bo‘shliqlarni to‘ldirish orqali 2026 yilga borib sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmlarini oshirish...” bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, jumladan, tut ipak qurtining yangi yaratilgan mahalliy duragay pillalarini qayta ishlash rejimlarini ishlab chiqish va ulardan sifatli xom ipak olish, hosil bo‘ladigan chiqindilarni aralashtirib yigirilgan ip olish jarayonlarini tadqiq qilgani holda pillalarni qayta ishlashning chiqindisiz texnologiyalarini yaratish va ishlab chiqarishga joriy etish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

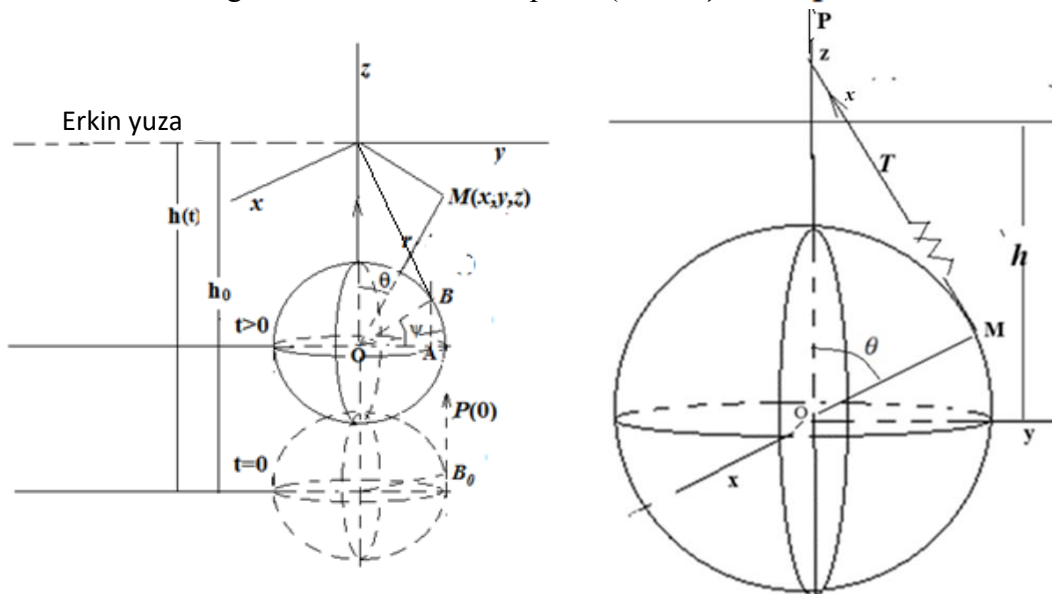
2017 yilda “O‘zbekipaksanoat” uyushmasini tashkil etilishi va sohaga hukumatimiz tomonidan katta e’tibor berilishi natijasida pilla xom-ashyosi yetishtirish o‘tgan davrga nisbatan 69,75% ga o‘sishga erishgan. Shu bilan bir qatorda yurtimizda har bir quti ipak qurti urug‘idan o‘rtacha 56,9 kg pilla hosili olinayotgan bo‘lsa ipakchilik sanoati rivojlangan Xitoy va Hindiston davlatlarida ushbu ko‘rsatkich 80-85 kg ni tashkil qilmoqda. Pillalarni saralashda ularni navlari bo‘yicha ulushi quyidagicha: 1 nav-50%, 2 nav-27%, navsiz-20%, qorapachiq-3% ni tashkil qilmoqda [1].

Dunyo olimlari tomonidan qilinayotgan bashoratlarga ko'ra, 2050 yillarga borib dunyo bo'yicha yetishtirilayotgan to'qimachilik tolalari balansida ipak tolalari ulushi 0,12% ni tashkil qilishi kutilmoqda [2 b.39-42; 3 b.71-74; 4 b.4; 5 b.4; 6 b.65].

Tabiiy ipak tolali chiqindilarini tuzilishini o'ta murakkabligi bois pillalarni qayta ishlashning chiqindisiz texnologiyasini yaratishni haligacha oxirigacha yetkazishga erishilmagan. Bu borada TTYSI olimlari tomonidan tut ipak qurti pillalari chiqindilarini qayta ishlash va ipak nanotexnologiyasi bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda [7 b.35-42; 8 b.20-25; 9 b.5].

Aralash tolali bikomponent yigirilgan iplar ishlab chiqarishda aralashmada qo'llanilayotgan tolalarning texnologik ko'rsatkichlari, chiziqli zichliklari, uzilish kuchlari, uzilishdagi cho'ziluvchanliklari kabi ko'rsatkichlari muhim ahamiyatga ega [10; 11]. Navsiz pillalardan chiziqli zichligini nazorat qilmasdan ipak kalavalari olishda ushbu pillalarning chiziqli zichliklarini tadqiq qilinganda pillalar iplarining chiziqli zichliklari 0,15 tex dan 0,26 tex gacha, qobig'i yumshoq pillalardan olingan tolalarning chiziqli zichliklari 0,15 tex dan 0,20 tex gacha bo'lishi aniqlandi. Pilla iplarining nisbiy uzuvchi kuchi 27,6-35,0sN/tex ni tashkil qiladi[12; 13].

Bizga ma'lumki, pilla qobig'idan ipni ajratib olish jarayoni suvli muhitda ma'lum chuqurlikda cho'kkan holatda amalga oshiriladi. Ipni qobiqdan ajratib olish jaryoniga ipni pilla qobig'iga yopishganlik kuchidan tashqari markazni harakati qonuniyati hamda suvli muhitda pillaning harakati ham ta'sir qiladi. Bunda pillaning harakat qonuni oddiy jismlar uchun o'rnatilgan gidrodinamika usuli yordamida aniqlanadi. Shar shaklidagi o'zgaruvchan massali pillaning suvli muhitda cho'kkan holatdagi harakatini ko'rib chiqamiz (1-rasm). θ M_1



1-Rasm. Sharning suvli muhitda joylashishi sxemasi

Muhitni ideal siqilmaydigan suyuqlik deb qabul qilamiz va uni ichida R radiusli shar vertikal yo'nalishda harakat qiladi va $h = h(t)$ i $\theta(t)$ qonuniyatga muvofiq og'irlik markazi atrofida aylanadi. Koordinataning boshlanishini O chiqish nuqtasida o'rnatamiz va Oz o'qni shar o'qi Oy i Ox harakati yo'nalishiga perpendikulyar holatda yo'naltiramiz. Laplas tenglamasini qanoatlantiruchi $\varphi(x, y, z)$ potensial tezliklarni kiritamiz.

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

va chekka shartlar bo'yicha

$$\varphi = 0 \quad \text{bunda } z = 0, -\infty < x < \infty, -\infty < y < \infty \quad (2)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial r} = \dot{h}(t) \cos \theta, \quad \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} = \dot{\theta} \sin \theta, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial \varepsilon} = 0 \quad \text{shar yuzasida} \quad (3)$$

bu yerda, (r, θ, ε) sferik koordinatalar bo'lib, ular yordamida formulalar orqali dekart koordinatalari ifodalaniladi.

$$x = r \cos \varepsilon \sin \theta, \quad y = r \sin \varepsilon \sin \theta, \quad z = h(t) + r \cos \theta, \quad r = \sqrt{(z-h)^2 + x^2 + y^2}$$

tenglamani R/h nisbatning kichik qiymatlaridagi yaqinlashtirilgan yechimi keltirilgan [200].

$$\varphi = \frac{1}{2} R^3 \dot{h} \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{bu yerda, } r_1 = \sqrt{(z-h)^2 + x^2 + y^2}, \quad r_2 = \sqrt{(z+h)^2 + x^2 + y^2}$$

Shar harakati tenglamasi [4.1-rasm] ko'rinishida olingan

$$\frac{d}{dt} \dot{h} \left[m + \frac{2\pi R^3}{3} \rho \left(1 + \frac{3R^3}{8h^3} \right) \right] + \frac{3\pi \rho R^6}{8h^4} \dot{h}^2 = P + T \sin \theta \quad (4)$$

bu yerda, m - pilla og'irligi, ρ - suvli muhit zichligi, P - pillaga ta'sir qiluvchi tashqi kuch, R - shar radiusi

Pilla yuzasidan M nuqtada tortib olinayotgan T ip tarangligi. M_0 nuqta (1) tenglamaga muvofiq z o'qi bo'ylab quyidagi qonuniyat bo'yicha harakatni amalga oshiradi

$$u = u_0 \left[1 - \cos \pi \left(\frac{t}{t_0} \right) \right]$$

Bunda, $M_0 M_1$ ip (uchastkalarini) oraliqlarini harakatlanishi uchun quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz.

$$u_1 = u \sin \theta = u_0 \left[1 - \cos \pi \left(\frac{t}{t_0} \right) \right] \sin \theta \quad (5)$$

$u_0 = \omega R t_0 / \pi$, ω - charx aylanishining burchak tezligi, t_0 - charx qovurg'alari oralig'ining o'tish vaqti.

Taranglik kuchi T ning qiymati pilla qobig'i yuzasi bo'ylab ipni ajratib olish nuqtasi o'zgarishi bo'yicha ajratish kuchining oshib hamda kamayib borishiga bog'liq bo'ladi. Ushbu kuchlarni pilla qobig'idan ipni ajralish nuqtasi o'zgarishiga bog'liq ravishda chiziqli va kamayuvchi eksponensial bog'liqliklar bo'yicha 4.1- rasmda keltirilgandek modellashtiramiz.

$$T = k_0 [u_1(t) - h(t)] \quad \text{bunda} \quad 0 < h < h_0$$

$$T = k_0 [u_1(t) - h_0] \exp\{-\alpha[u_1(t) - h_0]\} \quad \text{bunda} \quad h > h_0 \quad (6)$$

k_0 - pilla qobig'idan ipni ajralish nuqtasidagi qattqlik koeffitsenti, α - Ipni qobiqdan ajratib olish jarayonidagi ajralish kuchining kamayishini xarakterlovchi parametr. $R^3/h^3 \approx 0$, deb qabul qilib balandlik h ni aniqlash tenglamasini tuzamiz.

$$\left(m + \frac{2\pi R^3 \rho}{3} \right) \ddot{h} = T \sin \theta \quad (7)$$

bu yerda, m - pilla og'irligi, ρ - suv zichligi, ip tarangligi T har bitta interval bo'yicha (6) formulaga muvofiq pilla qobig'idan ipni ajratish nuqtalarining uzgarishi bo'yicha aniqlanadi.

Pillaning og'irlik markazi atrofida aylanish burchagi θ quyidagi tenglamani qanoatlantiradi.

$$J_0 \ddot{\theta} = R(T - \mu S) \quad (8)$$

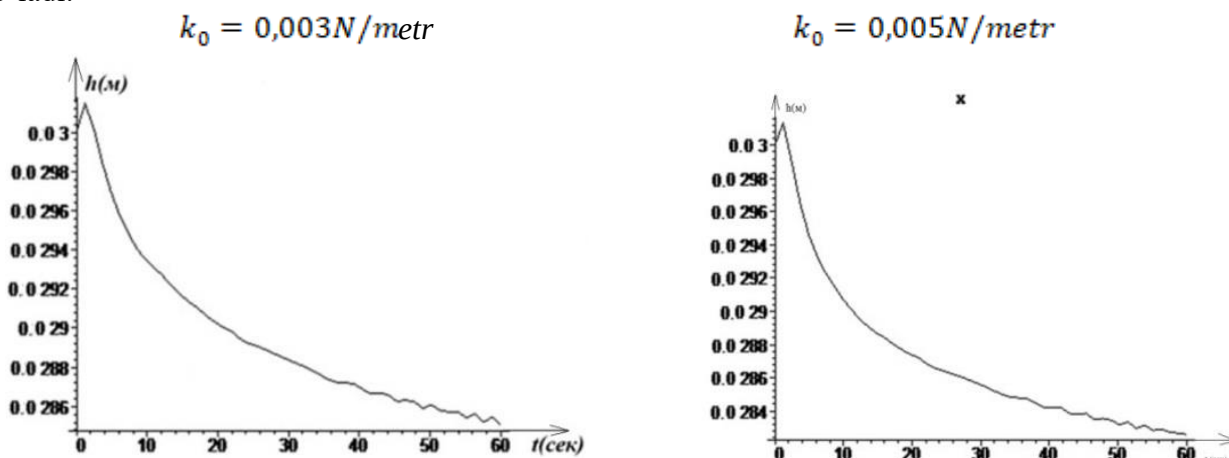
μ - suvli muhit qovushqoqligi (vyazkost), S - shar yuzasi maydoni

$x = h \sin \theta$ ni hisobga olgan holda (5) tenglamadagi bog'liqliklar bo'yicha (7) va (8) tenglamalarni pillani ko'tarilish $h(t)$ va aylanish burchagi $\theta(t)$ ni aniqlash uchun sistemaga keltiramiz.

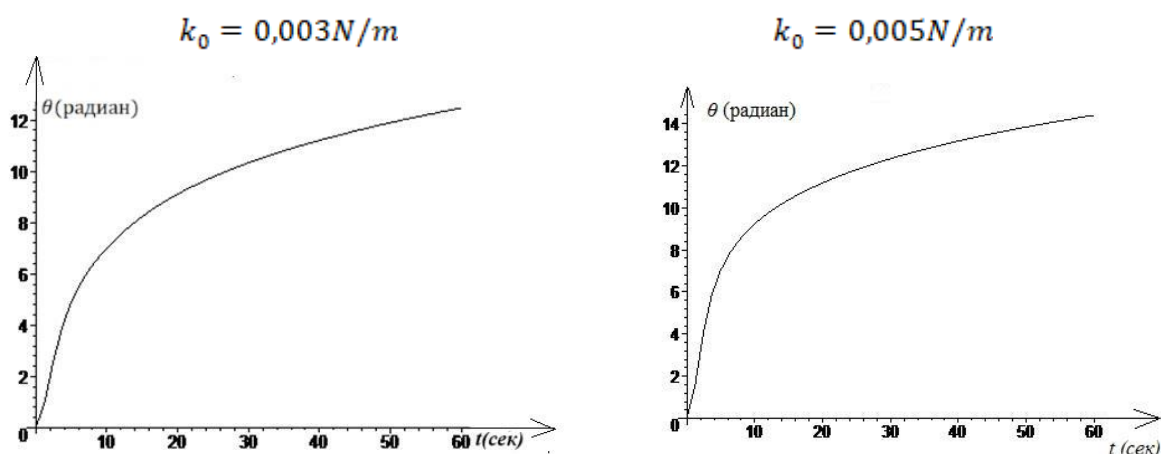
2 va 3-rasmlarda shar markazi $h(\text{metr})$ ni va markaz bo'yicha aylanish burchagi $\theta(\text{radian})$ ni $t(\text{sek})$ vaqt bo'yicha pilla qobig'i yuzasidan ipni tortish nuqtasidagi qattqlik koeffitsenti $k_0 \left(\frac{N}{\text{metr}} \right)$ ning ikkala qiymatlarida bog'liqlik grafiklari keltirilgan. Hisoblashlarda $h_0 = 0,02m$,

$R = 0,02m$, $t_0 = 0,1sek$, $\rho_0 = 1000kg/m^3$, $\omega_0 = 50 \text{ 1/s}$, $\alpha = 10$, $m = 5 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$, $\mu = 0,003Ns/m^2$, $S = 0,00508 \text{ m}^2$ qabul qilingan.

2 va 3-rasmlarda keltirilgan grafiklardan ko‘rishimiz mumkinki, pilla qobig‘i yuzasidan ipni tortib olish jarayonidagi ipni tarangligi qobiqdan tortib olish nuqtalaridagi yopishganligiga bog‘liq bo‘ladi.



2-rasm. Shar markazini vaqt bo‘yicha ko‘tarilishi



3-rasm. Sharning aylanish burchagini vaqt bo‘yicha o‘zgarishi

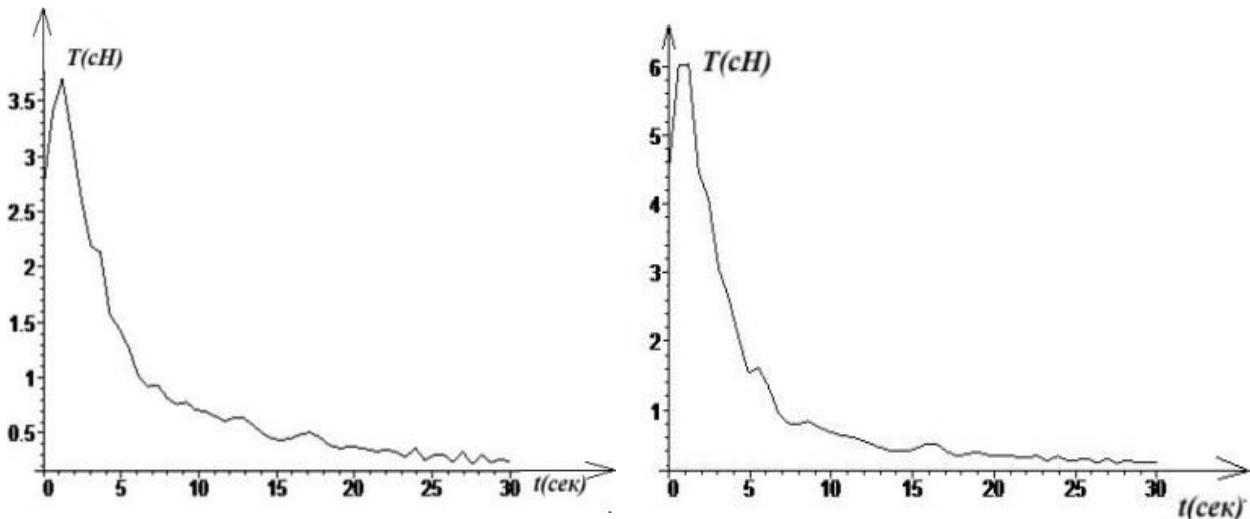
Ushbu kuchning ortishi pillani suvli muhit yuzasiga ko‘tarilish kattaligiga ta’sir qilmaydi. Kuchning ortishi pilla qobig‘i yuzasidan tortib olinayotgan ip miqdorini ortishiga olib keladi. Shunday qilib pillalarni oldindan chuvishga tayyorlash yo‘li bilan pilla qobig‘i yuzasidan tortib olinayotgan ip miqdorini tartibga solish mumkin. Pilla qobig‘i yuzasidagi ipni yopishqoqlik kuchini ortiqcha kamaytirish ip uzunligini ortishini ta’minlamaydi. 4-rasmda pilla qobig‘idan olinayotgan ipning tarangligi keltirilgan.

$k_0 = 0,003N/m$

$k_0 = 0,005N/m$

Seritsinning yopishqoqlik kuchining ortishi taranglikni ortishiga olib kelishini ko‘rishimiz mumkin. Shu sababdan yopishqoqlik kuchining yuqori qiymatlarida ipni uzilishi ehtimoli ortishini hisobga olishni taqozo qiladi. Bu o‘z navbatida taranglikni pilla ipining uzilish kuchidan oshib ketmasligini inobatga olgan holda chuvish tezligini belgilashni talab qiladi.

Tajribalar davomida pillalar saralanib navsiz pillalar alohida ajratib olindi. Navsiz chuviladigan pillalarga qobiqlarning sirtidagi dog‘ yoki umumlashtirilgan dog‘larning yuzasi qobiq yuzasining 25 foizidan ortiq bo‘lgan, silliq yaltiroq joyining uzunligi 15 mm dan katta bo‘lgan, kigizsimon, qobiq ichidan sirtiga chiqqan dog‘ning diametri 5 mm gacha bo‘lgan ichki dog‘li, ikkala qutblari o‘tkir uchli, pillalar kiradi.



4-rasm. Ip tarangligini vaqt bo'yicha o'zgarishi.

Navsiz chuvilmaydigan pillalar tarkibiga uzunasi bo'yicha qobig'i o'ta ezilgan va pachoqlanib yopishgan, qobiq ichidan sirtiga chiqqan dog'ning diametri 5 mm dan katta bo'lgan ichki dog'li pillalar, paxtasimon pillalar, qo'shaloq g'umbakli pillalar, teshik pillalar, mog'orlangan pillalar, qotib qolgan pillalar, chala o'ralgan pillalar, qutblari yubqa va shakli jihatdan boshqa pillalardan kesin farq qiladigan pillalar kiradi.

Navsiz pillalar qobiqlarining qattiqligi bo'yicha saralanib, qattiq qobiqli pillalar alohida va yumshoq qobiqlilari alohida qilib guruhlarga ajratib olindi. Bundan asosiy maqsad pillalarni pishirish va seritsinni yumshatish jarayonlarini sifatli qilib o'tkazishdir.

Saralashdan chiqqan navsiz pillalar tarkibida begona aralashmalar, tirik terixo'rlar, qorapachiq pillalar hamda kimyoviy zaharli moddalarning bo'lishiga ruxsat qilinmaydi.

Navsiz pillalarning meyoriy namligi – 10% ni qilib belgilangan.

Ma'lumki, pillalardan iplarini tortib olishda tortish kuchiga qarshilik qiluvchi teskari tomonga yo'nalgan og'irlik kuchi bo'lishi lozim bo'ladi. Ushbu og'irlik kuchini pillalar ichlariga suv to'ldirish orqali hosil qilinadi. Pillalardan ipni ajratib olishda ipni qobiqqa yopishganlik kuchini kamaytirish lozim bo'ladi. Bunga pillalar qobiqlariga yuqori haroratli bug' va suv orqali ishlab berish orqali erishiladi. Qobiq seritsini 40°C haroratli suvli sharoitda bo'ka boshlaydi. Pillalarni chuvishga tayyorlashda mavjud texnologiya bo'yicha bug'lashda FY-522, Chibo-G, Chibo-DZ, KZ-2, KZ-4M hamda keyingi yillarda ZD-427 rusumli pilla bug'lash dastgohlaridan foydalanilmoqda. Yuqoridagi 2.4-jadvalda (navsiz pillalarni havo va suv o'tazuvchanligi) keltirilgan ma'lumotlardan ko'rishimiz mumkinki, navsiz pillalar qobiqlari xususiyatlari navli pillalar xususiyatlaridan keskin farq qilganligi bois ularni bug'lash rejimlarini takomillashtirish lozim bo'ladi. Ilmiy ishimizda navsiz pillalarni pilla bug'lash dastgohlaridan foydalanmasdan faqat ZD-800 Vakuum ostida pillalarni suv bilan to'ldirish dastgohidan foydalangan holda sifatli qilib pishirishga erishildi.

Izlanishlar bo'yicha tajribalar "XORAZM IPAGI" MCHJ ishlab chiqarish sexlarida va laboratoriyasida olib borildi. Pillalar ichlarini suv bilan to'ldirishda ZD-800 Vakuum ostida pillalarni suv bilan to'ldirish dastgohidan foydalanildi. Har bitta tajriba uchun 100 gr lik porsiyalardagi navsiz pillalar ishlatildi va tajribalar olti martalik takroriylikda amalga oshirildi. Navsiz pillalar dastlab vakuum ostida ichlarini suv bilan to'ldirish dastgohida 0,1MPa vakuum ostida 2 minut davomida harorati 50°C bo'lgan suv bilan ichlari to'ldirildi. Bunda qobiqlari yubqa pillalar korxona sharoitidagi texnologiya bo'yicha hech qanday qo'shimchalarsiz ichlariga suv to'ldirildi. Qobiqlari qattiq pillalardan ip chiqishini osonlashtirish maqsadida ZD-800 Vakuum ostida suv bilan to'ldirish dastgohida pillalarni ichlarini suv bilan to'ldirishda har-xil konsentratsiyadagi sovun va soda aralashmali eritmalar qo'llanildi.

Tajribalar davomida navsiz pillalar qobig'i qattiqlariga mos ravishda optimal ratsional rejimlari tanlanib, barcha tajribalar shular asosida olib borildi.

Qobiqlari qattiq va yumshoq navsiz pillalarni suvda cho'kkanlik darajasi ularni suvga tashlab ko'rish yo'li bilan aniqlandi. Pillalarni suvda cho'kkanlik darajasi 100% ni tashkil qildi. Qobiqlari qattiq va yumshoq navsiz pillalarni yakka uchlarini chiqishi ko'rsatkichi (uch berishi) qo'lda uchlarini axtarish yo'li bilan aniqlandi. Pillalardan ipak massasini ajratib olishda tayyorlangan pilla iplarining qobiqqa yopishqoqlik kuchlari katta ahamiyatga ega bo'ladi. Pishirilgan navsiz pillalarni uchlarini chiqishi quyidagi formula yordamida aniqlandi:

$$B_k = \frac{K_k}{K_o} 100 \quad (9)$$

K_k – uchlarini topilgan pillalar;

K_o - porsiyadagi umumiy pillalar soni.

Pishirilgan navsiz pillalarda uchlarini chiqishi qattiq qobiqli pillalarda 65% ni va yumshoq qobiqli pillalarda 67% ni tashkil qildi.

Pishirilgan yumshoq qobiqli navsiz pillalar iplarini qobiqqa yopishqoqlik kuchlari 0,40-0,45 sN oralig'ida bo'ldi.

Navsiz pillalar iplarini qobiqqa yopishqoqlik kuchlarini aniqlashda pillalar UzNIISHP sistemasidagi yakka chuvish dastgohida 40-45°C haroratda chuvildi va olingan iplarning har 100 m dagi qobiqqa yopishqoqlik kuchlari qiymatlari aniqlandi. Har bir 100 m oraliq chuvib olinib, pilladagi ip uchi og'irlik kvadrantining strelkasini gorizontol holatga keltirilib uning ilgichiga mahkamlandi. Og'irlik kvadrantining strelkasi sekin-asta ohista pastga tushirildi. Strelkaning tortish kuchi natijasida pilladan ip ajralishi boshlandi. Ipning taranglik kuchi uni pillaga yopishganlik kuchiga tenglashguncha davom etdi. Taranglik kuchi ipni pillaga yopishganlik kuchiga tenglashganda pilladan ip chiqishi to'xtadi. Kvadrant tarozi strelkasi ko'rsatkichi ipni qobiqqa yopishganligini kuchini ko'rsatadi.

Qobig'i qattiq navsiz pillalarni pishirishdagi eritmalar tarkibi va ipni qobiqdan ajralish kuchi va pillalar uchlarini chiqishi ko'rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

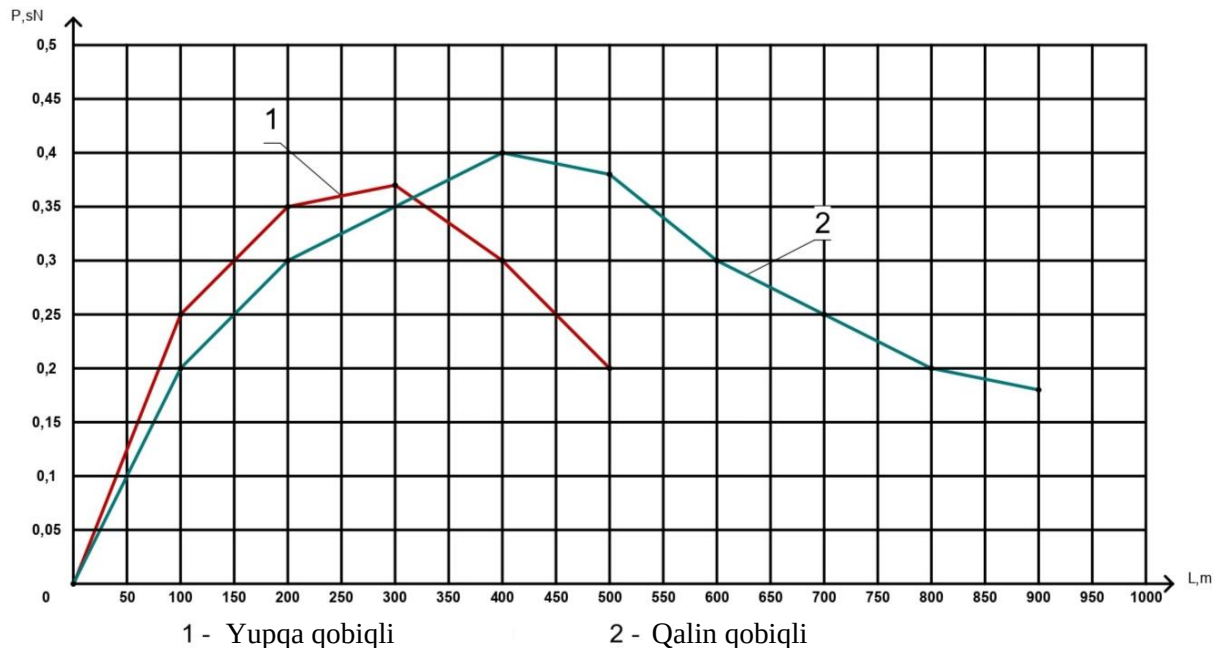
Qobig'i qattiq navsiz pillalarni pishirishdagi eritmalar tarkibi, ipni qobiqdan ajralish kuchi va pillalar uchlarini chiqishi ko'rsatkichlari

Kimyoviy modda nomi		Pilla ipini qobiqdan ajralish kuchi (sN)	Uchli pillalar chiqishi (%)
Sovun (g/l)	Soda (g/l)		
0,5	1,0	0,4	65,0

1-jadvalda qobiqlari qattiq navsiz pillalarni ZD-800 Vakuum ostida suv bilan to'ldirish dastgohida pishirishdagi kimyoviy moddalar tarkibi, ularning konsentratsiyasi, pilla ipining qobiqdan ajralish kuchi hamda pillalar uchlarini chiqishi bo'yicha ko'rsatkichlar keltirilgan bo'lib, jadvalga muvofiq, sovun konsentratsiyasi 0,5 g/l va kalsiylangan soda (Na_2CO_3) konsentratsiyasi 1,0 g/l bo'lganda, pilla ipini qobiqdan ajralish kuchi 0,4 sN ni, pillalarni yakka uchlarini chiqishi 65,0% ni tashkil qildi.

Grafiklardan ko'rishimiz mumkinki, tajribalar davomida pishirilgan ikkinchi mavsumda yetishtirilgan mahalliy "Navbahor-1" va "Navbahor-2" duragaylari navlvr aralashmasidan ajratib olingan yubqa qobiqli navsiz pillalar iplarini qobiq qatlamlari bo'yicha yopishqoqlik kuchi 100 m dan 400 m oraliqda yuqori yopishqoqlikga ega bo'lib, 300 m da o'zining maksimum qiymatiga erishgan. Pillalar iplari uzunliklari 400 m dan oshgandan keyin pilladagi iplarni yopishqoqlik kuchlari pasayib ketgan. Qalin qobiqli navsiz pillalar iplarini qobiq qatlamlari bo'yicha yopishqoqlik kuchi 150 m dan 600 m oraliqda yuqori yopishqoqlikga ega bo'lib, 400 m da o'zining maksimum qiymatga erishgan. Pillalar iplari uzunliklari 400 va dan oshgandan keyin pilladagi iplarni yopishqoqlik kuchlari pasayib ketgan. Pillalar iplarining uzunliklari 400 m va 600 m dan oshgandan keyin pilladagi ipning yopishqoqlik kuchining pasayib ketishining asosiy sababi

pillaning ichki qatlamlarida seritsin miqdorining kam bo'lishi hamda suvli muhitda chuvish jarayonida uni suvda erib ketishi hisobga bo'ladi.



5-rasm. Tajribalar davomida pishirilgan qattiq va yumshoq qobiqli navsiz pillalar iplarining yopishqoqlik kuchlarini uzunligi bo'yicha o'zgarishi.

XULOSA

Navsiz pillalardan chiziqli zichligini nazorat qilmasdan ipak kalavalari olishning nazariy asoslangan, amaliy isbotlangan texnologiyasi ishlab chiqildi. Navsiz pillalarni chiziqli zichligini nazorat qilmasdan ipak kalavalari olishga tayyorlash jarayonlari tahlil qilindi va navsiz pillalardan chiziqli zichligini nazorat qilmasdan ipak kalavalari olishning optimal rejimlari ishlab chiqildi. Ishlab chiqilgan rejimlar asosida navsiz pillalardan chiziqli zichligini nazorat qilmasdan ipak kalavalari olishga erishildi.

Adabiyotlar

- [1]. Sharipov J.Sh. Ipakning tolali chiqindilarini qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirish Diss. ... t.f.f.d. - Toshkent. -2022. 110b.
- [2]. Умурзакова Х.Х., Ахмедов Ж.А. Табий ипак хом ашёсини етиштириш ҳолатлари ва истиқболлари // "Техника ва технологияларни модернизациялаш шароитида иқтидорли ёшларнинг инновацион ғоялари ва ишланмалари" мавзусидаги ОТМ миқёсидаги илмий-амалий анжумани, ТТЕСИ. 5-6 май. -2016. -С. 39-42.
- [3]. Алимова Х.А., Гуламов А.Э., Арипджанова Д.У., Ахмедов Ж.А. Мировое производство и потребление текстильного сырья // Ж. Композиционные материалы. -2013. -№4. -С. 71-74.
- [4]. Engelhardt A.W.// Ind. News, 2011, June-p 4.
- [5]. Chem Fibers Int. 2011. №1-p 4.
- [6]. Chem Fibers Int. 2011. №2-p 65.
- [7]. Алимова Х.А., Саидова Р.А., Арипджанова Д.У., Гуламов А.Э. Состояние и развитие нанотехнологии шелка. //Ж. Проблемы текстиля. -2012. -№2. -С. 35-42.
- [8]. Алимова Х.А., Арипджанова Д.У., Гуламов А.Э., Умурзакова Х.Х. Наноиндустрия в текстильной технологии // Тўқимачилик муаммолари. -Тошкент. -2017. -№4. -Б. 20-25.
- [9]. Silk Road Chamber of committee Zhangjiajie, China From the Secretariat of the ISAC/ Cooperation@srcic/com,December 17, 2018
- [10]. Хабибуллаев Д.А., Арипджанова Д.У., Мадумарова М.Р. Табий ипак чиқиндиларидан самарали фойдаланишнинг янги усуллари // "Фан, таълим, ишлаб чиқариш интеграциялашуви шароитида пахта тозалаш, тўқимачилик, енгил саноат, матбаа ишлаб чиқариш инновацион технологиялари долзарб муаммолари ва уларнинг ечими", Республика илмий-амалий анжумани мақолалар тўплами. Тошкент, ТТЕСИ, (16-17 май 2018 й.). 2-қисм, II-шўба. 477 б., 104-107 б.
- [11]. Kh.Alimova, U. Bobatov, J.A.Akhmedov, Q.E.Sobirov and Kh.Kh. Umurzakova "The formation of defects during the reeling of raw silk"// Journal of Physics: AIP Conference Series 2021 June. 1-5 p.

- [12]. Khabibullaev D.A., Aripjanova D.U., Umurzakova Kh., Maxkamov Kh. Producing yarn from mixed fibers. J. International Journal of Innovative research (IJIRSET) ISSN:2319-8753, Volume-10, Issue-3. March 2021. -P. 1876-1879.
- [13]. Алимова Х.А.Усмонова Ш.А.Собиров К.Э.Умурзакова Х.Х. Технология производства поликомпонентной пряжи “Наука и инновационное развитие” Xalqaro ilmiy-texnikaviy jurnal PRINT ISSN 2181-9637 ONLINE ISSN 2181-4317 C.83-90 Volume 7 ISSUE 2 March-April 2024 Toshkent – 2024.

IKKI QATLAMLI TRIKOTAJ TO‘QIMALARARINI OLIISH TEXNOLOGIYALARI TAHLILI

X.A. Xamdamov, X.N. Sharipov, L.S. O‘ralov, B.M. Qurbonov

*Namangan to‘qimachilik sanoati instituti,
xamdamovxakimjon66@gmail.ru
(Qabul qilindi 11.11.2024 y.)*

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot O‘zbekistonning to‘qimachilik mahsulotlarini jahon bozorlarida raqobatbardoshligini oshirish maqsadida ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarni tuzilishini, mustahkamligini va resurslardan samarali foydalanishni yaxshilash orqali yangilashga qaratilgan. Shaklni saqlash va materiallardan samarali foydalanishni oshirish uchun ilg‘or trikotaj texnologiyalari sinovdan o‘tkazildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, optimallashtirilgan ikki qatlamli mato dizaynlari xom ashyo talabini kamaytiradi va yuqori sifat standartlariga javob beradi, bu esa barqaror to‘qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarishni qo‘llab-quvvatlaydi.

Kalit so‘zlar: To‘qimachilik sanoati, ikki qatlamli trikotaj to‘qimalar, trikotaj texnologiyasi, O‘zbekiston-2030 strategiyasi, paxta-to‘qimachilik klasterlari, eksport salohiyati, yassi trikotaj to‘quv mashinasi, aylana ignadonli to‘quv mashinasi, interlok trikotaji, tashqi kiyim, gigiyenik xususiyatlar, resurs tejamkorlik.

Аннотация. Цель данного исследования - повысить конкурентоспособность текстильных изделий Узбекистана на мировом рынке за счет создания новых двухслойных трикотажных тканей с улучшенной структурной целостностью, долговечностью и эффективностью использования ресурсов. Были протестированы передовые технологии вязания для повышения сохранения формы и снижения расхода материала. Результаты показали, что оптимизированные конструкции двухслойных тканей снижают потребность в сырье, соответствуя высоким стандартам качества и поддерживая устойчивое производство текстиля.

Ключевые слова: Текстильная промышленность, двухслойные трикотажные ткани, технология вязания, стратегия Узбекистан-2030, хлопково-текстильные кластеры, экспортный потенциал, плосковязальная машина, кругловязальная машина, интерлок, верхняя одежда, гигиенические свойства, ресурсосбережение.

Abstract. The purpose of this research is to increase the competitiveness of Uzbekistan's textile products in world markets, and to create two-layer knitted fabrics with improved structural integrity, strength and efficient use of resources. Advanced textile technologies have been tested to improve shape retention and material efficiency. The results show that optimized two-layer fabric designs reduce raw material demand and meet high quality standards, supporting sustainable textile production.

Key words: Textile industry, double-layer knitted fabrics, knitting technology, Uzbekistan-2030 strategy, cotton-textile clusters, export potential, flatbed knitting machine, circular needle knitting machine, interlock knit, outerwear, hygiene properties, resource efficiency.

Kirish. Davlatimiz tomonidan to‘qimachilik sanoati mutaxassislari va olimlari oldiga qo‘yilgan muhim vazifalardan biri to‘qimachilik mahsulotlarini jahon bozorlarida mustahkam o‘z o‘rinlarini topishiga erishib, iqtisodiyoti jihatidan rivojlangan mamlakatlar qatoriga kirishida hissa qo‘shishdan iboratdir. Bu borada, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 11-sentabrdagi “O‘zbekiston-2030” strategiyasi to‘g‘risidagi PF-158-son Farmoni, 2023 yil 10-yanvardagi “Paxta-to‘qimachilik klasterlari faoliyatini qo‘llab-quvvatlash, to‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini tubdan isloh qilish hamda sohaning eksport salohiyatini yanada oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PF-2-son Farmoni, 2024 yil 1-maydagi “To‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirishni

yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to'g'risida" PF-71-son farmoni hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu maqola muayyan darajada xizmat qiladi [1].

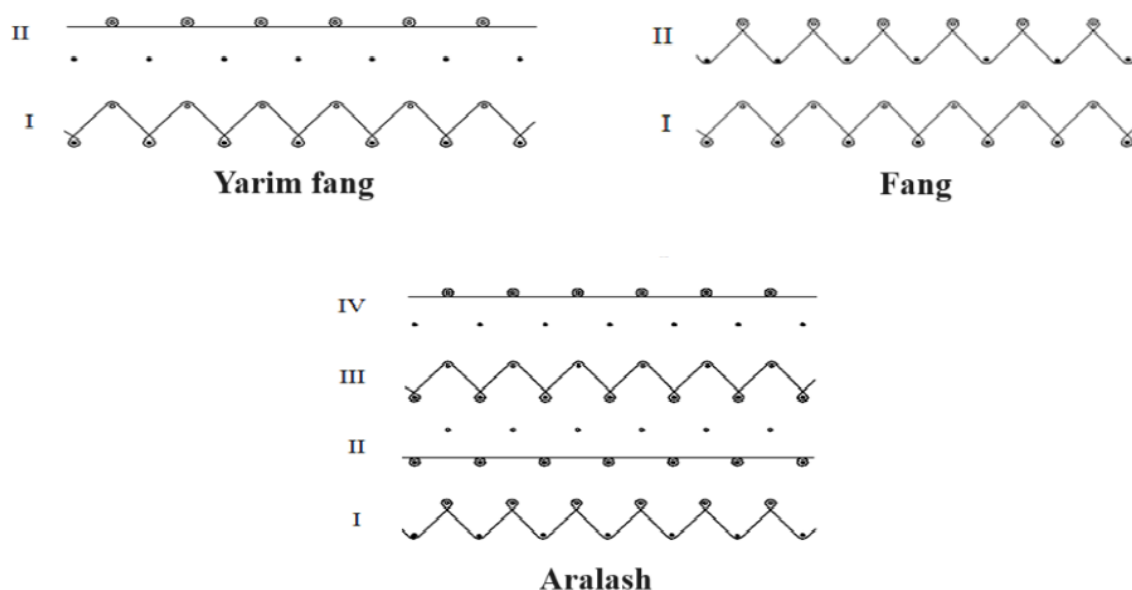
Adabiyotlar sharhi. Trikotaj to'qimalarini olish texnologiyasini takomillashtirish, trikotaj to'qimalarini tadqiq qilish va xom ashyo sarfini kamaytirish bilan bog'liq bo'lgan masalalar bo'yicha chet el olimlari: prof. A. S. Dalidovich, I. I. Shalov, L. A. Kudryaven, L. V. Shukunova, V. M. Lazarenka, N. A. Grechuhena, V. Kumar, V. R. Sampath, S. A. Frydrych va boshqalar ilmiy tadqiqot ishlarini olib borganlar. Mamlakatimizda ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini olish, trikotaj mahsulotlari assortimentini kengaytirish, texnologik va fizik-mexanik xususiyatlarini tadqiq etish bo'yicha bir qator olimlar, jumladan, M.M.Muqimov, N.R.Xanxadjayeva, Q.M.Xoliqov, A.T.Jo'raboev, Sh.Sh.Shog'ofurovlar, S.Rahmatova kabi bir qator olimlarning fundamental ishlari ma'lum.

Tadqiqot maqsadlari. Ushbu tadqiqot quyidagilarga qaratilgan:

1. Tuzilma xususiyatlari yaxshilangan ikki qatlamli trikotaj to'qimalarni ishlab chiqish.
2. Xom ashyoni tejash maqsadida tekis fanli to'quv mashinalarida to'qish texnikasini optimallashtirish.
3. "O'zbekiston-2030" strategiyasida belgilangan O'zbekiston tekstil sanoati maqsadlariga hissa qo'shish.

Materiallar va metodologiya. Ushbu tadqiqotda mahalliy ishlab chiqarilgan paxta va polyester iplar ishlatilgan bo'lib, sifat bir xilligi uchun tanlangan. Namunalarning yaratilishi uchun tekis fanli to'quv mashinalari yordamida yarim-fan, fan va aralash texnikalar qo'llanilgan. Ikki qatlamli to'qimalar yarim-fan, fan va aralash texnikalar yordamida ishlab chiqilib, ularning tuzilma xususiyatlari taqqoslangan. Jismoniy sinovlar tortilish kuchi, elastiklik va shaklni saqlash xususiyatlarini baholash uchun o'tkazilgan.

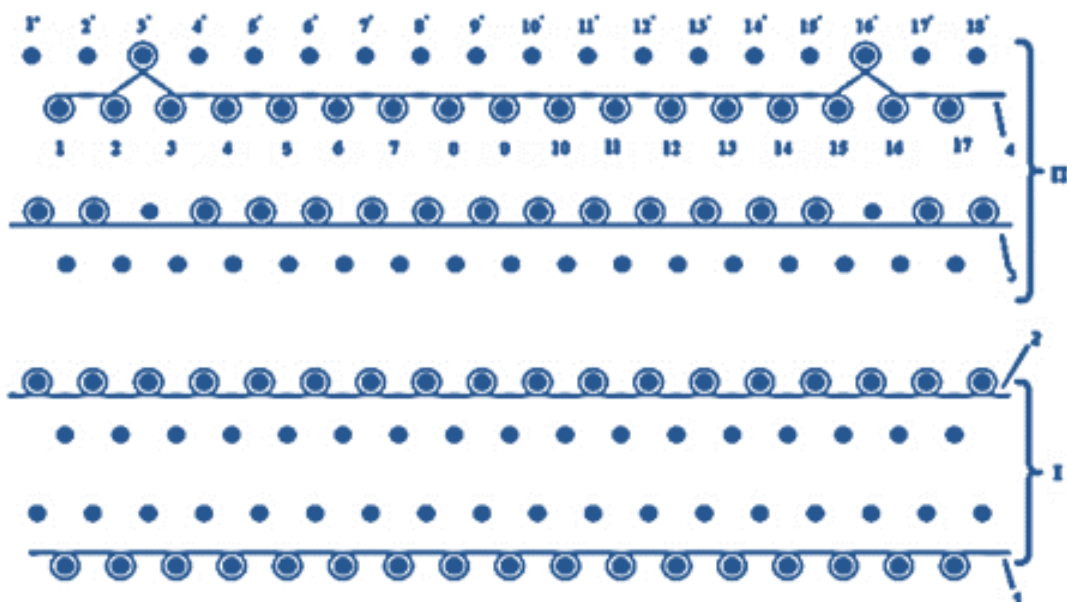
Natijalar tahlili. Natijalar statistik ravishda tahlil qilinib, turli to'qima tuzilmalarida materiallardan foydalanish samaradorligi va ishlash ko'rsatkichlari taqqoslangan. Diagramma va grafiklar orqali bu taqqoslashlar tasvirlangan. Tadqiqotda yangi ikki qatlamli trikotaj matolar ishlab chiqarish uchun yassi to'quv mashinalaridan foydalanilgan. Tadqiqotchilar yarim-fang, fang va aralash usullardan foydalanib, yangi mato tuzilmalarini ishlab chiqdilar, bu esa tashqi kiyim va bolalar mahsulotlarini ishlab chiqarishda qo'llanilishi mumkin. Jo'rabayev Abdurashid To'ramirzaevich o'zining ilmiy ishida ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini shakl saqlash xususiyatlarini oshirish bo'yicha tadqiqot ishlarini olib borgan. Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini ishlab chiqishda yassi fang trikotaj to'quv mashinalarida yordamida yangi to'qimalarni to'qib olishgan.



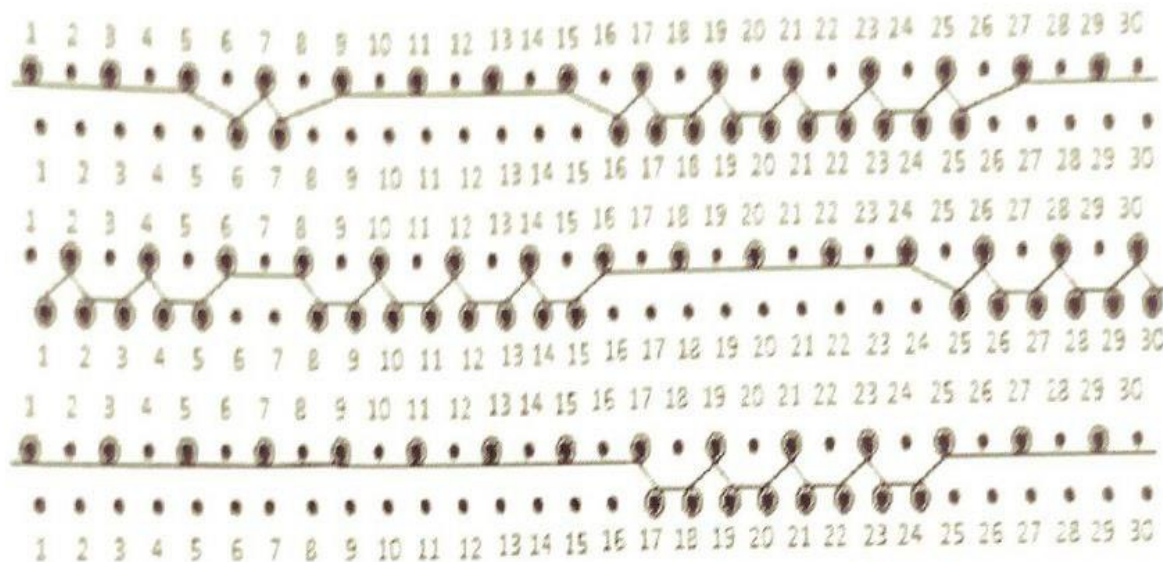
1-rasm. Ikki qavatli trikotaj to'qimalarning birlashtirish usullari.

Qatlamlarni biriktirishda yarim fang, fang va aralash usullardan foydalanib yangi tuzilishdagi trikotaj to'qimalar ishlab chiqilgan. Taqdim etilgan arqoqli ikki qatlamli trikotaj to'qima variantlaridan ustki trikotaj mahsulotlari va bolalar assortimentini tayyorlashda muvaffaqiyatli foydalanish mumkin [2-3].

Shog'ofurov Shahboz Shokirjonovich tadqiqot ishida ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini birlashtirish uchun Yassi fang to'quv mashinasidan foydalanib yangi tuzilishga ega to'qimalar ishlab chiqilgan. Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini birlashtirishda asos ipi yordami birlashtirilgan (2-rasm).



2-rasm. Ikki qavatli trikotaj to'qimasini asos ipi orqali birlashtirish.



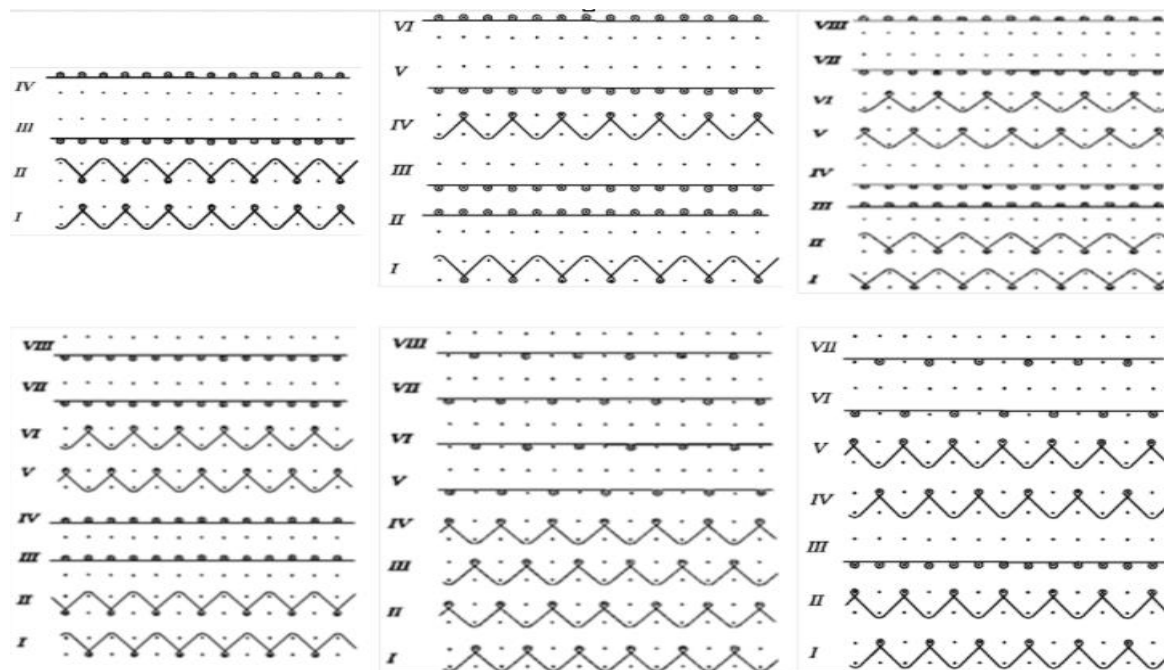
3-rasm. trikotaj namunalarining grafik yozuvi.

Natijada, yuqori sifat ko'rsatkichlarga ega bo'lgan, gigienik xususiyatlari yuqori va mahsulot birligiga nisbatan xom ashyo sarfi kam bo'lgan ikki qatlamli arqoqli trikotaj to'qimasini olishga erishilgan [4-5].

Rahmatova Sadoqat Umarjonovna o'zining ilmiy ishida turli xom ashyolardan olingan ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini asos ipi yordamida ishlab chiqqan.

Olingan trikotaj to'qimalar turli mahalliy xom ashyolardan samarali foydalanib, yassi va aylana ignadonli trikotaj to'quv mashinalarida olish mumkin va ustki ayollar trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarishga mo'ljallangan [6-7-8].

Borotov Jamshid Zokirjonovich ilmiy tadqiqot ishida Interlok to'qimasi asosida olingan yangi tuzilishdagi ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini olish texnologiyasini ishlab chiqishga bo'yicha tadqiqotlar olib borgan. Unga ko'ra yangi tuzilishdagi ikki qatlamli trikotaj to'qimalari tarkibiga asos va naqshli to'qima elementlarini kiritish yoki ishlab chiqarish jarayonini o'zgartirish yo'li bilan olinadi, bu esa trikotajning xususiyatlarini o'zgarishiga olib keladi. Yassi ignadonli trikotaj to'quv mashinasini texnologik imkoniyatlaridan keng foydalanib, interlok to'qimasi asosida yangi tuzilishdagi ikki qatlamli trikotaj to'qimalari ishlab chiqilgan (4-rasm).



4-rasm. Yassi ikki ignadonli trikotaj to'quv mashinasida yangi tuzilishdagi ikki qatlamli trikotaj to'qimalari grafik yozuvi.

Yangi tuzilishdagi ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini ishlab chiqarishga joriy etish orqali xom ashyo sarfi kam va sifat ko'rsatkichlari yuqori bo'lgan trikotaj mahsulotlari assortimentini kengaytirishga erishish mumkinligi isbotlangan. Ishlab chiqarilgan namunalar ustki trikotaj mahsulotlariga tavsiya etilgan.

Qo'shimcha elementlarni kiritish orqali hamda trikotaj to'qima tuzilishiga o'zgartirishlar kiritib, trikotaj mahsulotlarini sifat ko'rsatkichlarini oshirish yo'nalishida sanoqli olimlar tadqiqot ishlarini olib bormoqdalar. Ikki ignadonli aylana to'quv mashinalarida ikki qatlamli naqshli trikotaj to'qimalarini olish usulini takomillashtirish va tuzilishiga bag'ishlangan ilmiy-tadqiqot ishlarining tahlil natijalaridan ma'lum bo'ldiki, bunda Respublikamiz trikotaj to'qimalarini ishlab chiqaruvchi korxonalarida o'rnatilgan trikotaj to'quv mashinalarining texnologik imkoniyatlaridan to'liq foydalanib, sifat ko'rsatkichlari yuqori, xom ashyo sarfi kam bo'lgan yangi tuzilishdagi ikki qatlamli naqshli trikotaj to'qimalarini ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish hisobiga trikotaj assortimentini kengaytirish ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo'lgan dolzarb vazifalardan biridir [9].

Munozara. Aralash tuzilmali ikki qatlamli to'qima yuqori chidamlilik va shaklni saqlash xususiyatini ko'rsatgan bo'lib, gibril to'qish texnikalari mahsulotning xizmat muddatini oshirishi va xom ashyo xarajatlarini kamaytirishi mumkinligini ko'rsatadi. Ushbu tadqiqot Jo'raboev va Shog'ofurovning natijalarini qo'llab-quvvatlab, xorijiy to'qish usullarining lokalizatsiyasi mintaqaviy bozorlar uchun yuqori sifatli matolarni ishlab chiqarishi mumkinligini ko'rsatadi.

Xulosa. Optimallashtirilgan ikki qatlamli to'qima tuzilmalari, xususan aralash texnika yordamida ishlab chiqarilganlari, yuqori chidamlilik va kamroq material iste'molini ko'rsatadi. Ushbu ilg'or to'qish usullarini qabul qilish orqali O'zbekiston tekstil sanoati o'zining barqarorlik maqsadlariga erishishi va jahon bozorlaridagi o'rnini mustahkamlashi mumkin. Kelgusi tadqiqotlar turli xil ip tarkibining ikki qatlamli to'qima xususiyatlariga ta'sirini o'rganishi va ushbu to'qimalarning o'zgaruvchan atrof-muhit sharoitlarida qanday natijalar ko'rsatishini sinab ko'rishi mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 11-sentabrdagi "O'zbekiston-2030" strategiyasi to'g'risidagi PF-158-son Farmoni.
- [2]. Uralov L. et al. Comprehensive evaluation of dictations of two layer knitted textile fabrics from cotton and polyester yarn //Universum: Technicheskie nauki. – 2022. – №. 6. – С. 99.
- [3]. Uralov L., Xamdamov X.A. et al. Study of technological performance of two-layer knitted fabrics //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2022. – Т. 2789. – №. 1.
- [4]. Шогофуров Ш. Ш., Уралов Л. С. Анализ потребительского спроса на женскую домашнюю одежду //Экономика и социум. – 2020. – №. 2 (69). – С. 471-474.
- [5]. Umarjonovna R. S. et al. Analysis of the Effect of Physical-mechanical Performance of Two-level Knitted Fabrics on Shape Stability //International Journal on Orange Technologies. – 2021. – Т. 3. – №. 2. – С. 43-47.
- [6]. Umarjonovna R. S. et al. Physical-mechanical analysis of performance pattern knitted fabrics //International journal of human computing studies. – 2021. – Т. 3. – №. 1. – С. 109-113.
- [7]. Soyibnazar og O. L. et al. Analysis of technological indicators of two-layer knitted fabrics of the new structure //European Journal of Interdisciplinary Research and Development. – 2022. – Т. 10. – С. 426-434.
- [8]. Soyibnazar og O. L. et al. Evaluation of quality indicators of double-layer porous knitted fabrics //Spectrum Journal of Innovation, Reforms and Development. – 2022. – Т. 10. – С. 520-522.
- [9]. Xoliqov Q. M. et al. Ikki qatlamli g'ovakli naqshli trikotaj to'qimalarining texnologik ko'rsatgichlari //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 4. – С. 18-20.

УО'К 677.21

ФРАКТОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕЙ КАМЕРЫ ЛИНТЕРНОГО АГРЕГАТА, ЕГО ВОРОШИТЕЛЯ И ОБРАБОТАННЫХ СЕМЯН ХЛОПКА

А.Ш. Мирзаумидов, Д.Ш. Акрамова

Наманганский инженерно-технологический институт,
akramovad163@gmail.com
(Получена 11.11.2024 г.)

Annotatsiya. Ushbu ishda linterning ishchi kamerasi, uning asosiy komponenti – to'zitgichning va linterlangan Chigitning fraktografik tekshiruvi o'tkazildi. Tadqiqotning maqsadi paxta xomashyosini linterlash jarayonida yuzaga keladigan eskirish, yorilish va shikastlanishlarni tahlil qilish. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, asosiy nosozlik mexanizmlari abraziv ishqalanish, charchoq va urilishlar bo'lib, ular kamera devorlari va paxta xom ashyosi orasidagi ishqalanish natijasida, shuningdek, to'zitgich aylanishi bilan bog'liq dinamik kuchlanishlardir. Olingan ma'lumotlarga asoslanib, materiallarni takomillashtirish va voroshitel konstruksiyasini optimallashtirish orqali uskunaning ishlash muddatini oshirish bo'yicha asosiy xulosalarga ega bo'lindi.

Kalit so'zlar. Linter agregati, fraktografiya, ishchi kamera, to'zitgich, abraziv eskirish, charchoq, paxta xom ashyosi, ishqalanish, mexanik shikastlanish, konstruksiyani optimallashtirish.

Аннотация. В данной работе проведено фактографическое исследование рабочей камеры лентерного агрегата и её ключевого компонента — ворошителя. Цель исследования заключалась в анализе износа, трещинообразования и повреждений, возникающих при эксплуатации агрегата в процессе лентерования хлопкового сырья. Исследование показало, что основными механизмами разрушения являются абразивный износ и усталостное разрушение, возникающие вследствие трения

между стенками камеры и хлопковым сырьём, а также динамических нагрузок, связанных с вращением ворошителя. На основе полученных данных предложены рекомендации по увеличению срока службы оборудования за счёт улучшения материалов и оптимизации конструкции ворошителя.

Ключевые слова. Линтерный агрегат, фрактография, рабочая камера, ворошитель, абразивный износ, усталостное разрушение, хлопковое сырьё, трение, механические повреждения, оптимизация конструкции.

Annotation. In this paper, a fractographic study of the working chamber of a linter unit and its key component, the stirrer, was conducted. The aim of the study was to analyze wear, cracking, and damage that occur during operation of the unit during the linting of cotton raw materials. The study showed that the main mechanisms of destruction are abrasive wear and fatigue failure that occur due to friction between the chamber walls and the cotton raw materials, as well as dynamic loads associated with the rotation of the stirrer. Based on the data obtained, recommendations are proposed to increase the service life of the equipment by improving materials and optimizing the design of the stirrer.

Key words: Linter unit, fractography, working chamber, stirrer, abrasive wear, fatigue failure, cotton raw material, friction, mechanical damage, design optimization.

ВВЕДЕНИЕ

Фрактографический анализ исследования рабочих органов и семян в линтерных машинах включает в себя изучение поверхностных повреждений, возникающих в результате абразивного и механического воздействия. Этот метод позволяет выявить характерные виды повреждений, такие как микротрещины, надрывы, деформации поверхности семян и волокон. В процессе анализа используются высококачественные микроскопы (например, электронные микроскопы), что позволяет детально изучить структуру повреждений и выявить основные механизмы, приводящие к деградации материалов. Фрактографическое исследование направлено на изучение природы разрушений, износа и трещинообразования в компонентах оборудования, таких как рабочие камеры линтерных агрегатов, их ворошители и поверхности обрабатываемых материалов (в данном случае семян хлопка). Исследование этих процессов помогает выявить причины повреждений и предложить пути повышения износостойкости и долговечности оборудования.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Исследование рабочей камеры

Рабочая камера линтерного агрегата постоянно подвергается значительным механическим и динамическим нагрузкам, которые приводят к износу и разрушению её поверхностей. Главными причинами повреждений в рабочих камерах являются:

- Абразивный износ от контакта с семенами и линтом хлопка;
- Усталостные разрушения из-за циклического воздействия ворошителя;
- Коррозионное воздействие в условиях повышенной влажности и агрессивной среды [1,2].

Фрактографический анализ внутренней поверхности камеры показывает характерные следы абразивного воздействия, которые выражаются в форме параллельных царапин и микротрещин. Эти повреждения накапливаются в зонах интенсивного трения, что приводит к их постепенному разрушению.

2. Исследование ворошителя

Ворошитель играет ключевую роль в перемешивании и транспортировке семян хлопка в рабочей камере. Основными повреждениями ворошителя являются:

Износ лопастей из-за постоянного контакта с твёрдыми частицами (семенами и волокнами хлопка);

Механические трещины в местах крепления лопастей к оси вращения из-за циклических нагрузок;

Повреждения от ударов о стенки рабочей камеры, что приводит к появлению трещин и деформаций.

Фрактографический анализ выявляет характерные микроструктуры трещин на лопастях ворошителя, которые указывают на усталостное разрушение. Также можно обнаружить износные следы в виде микрорельефа, характерного для абразивного износа [3].

Таблица 1.

Показатели фрактографического исследования рабочей камеры и ворошителя:

№	Параметр	Метод исследования	Показатель	Описание повреждений
1	Глубина абразивного износа	Сканирующая электронная микроскопия (SEM)	10-30 мкм	Износ вызван трением между стенками камеры и хлопковым сырьём, особенно в местах постоянного контакта.
2	Ширина трещин на поверхности камеры	SEM	0.3-1.5 мкм	Усталостные трещины образуются в местах концентрации напряжений из-за циклических механических воздействий.
3	Микроструктура трещин	Микроскопия	Разветвлённые трещины	Трещины разветвляются в результате повторяющихся динамических воздействий и абразивного износа.
4	Рельеф изношенной поверхности камеры	Оптическая микроскопия	Грубый	Грубая текстура из-за постоянного механического воздействия и абразивного контакта с хлопковым сырьём и ворошителем.
5	Усталостные трещины на лопастях ворошителя	Микроскопия	2-5 мкм	Трещины в зонах наибольшего механического напряжения, особенно в местах соединения лопастей с осью вращения.
6	Износ лопастей ворошителя	Микроскопия	15-40 мкм	Сильный абразивный износ поверхности лопастей в результате постоянного контакта с семенами и волокнами хлопка.
7	Диаметр микропор	Оптическая микроскопия	1-4 мкм	Микропоры образуются из-за усталостных и абразивных процессов на поверхности камеры и ворошителя.
8	Следы ударного воздействия	Микроскопия	Обнаружены	Механические повреждения, вызванные ударами лопастей о стенки рабочей камеры.
9	Тип разрушений в рабочей камере	SEM, оптическая микроскопия	Абразивный износ, усталостные трещины	Основные повреждения вызваны абразивным воздействием сырья и динамическими нагрузками от работы ворошителя.
10	Тип разрушений в ворошителе	SEM, оптическая микроскопия	Абразивный износ, усталостные трещины	Лопасты подвержены интенсивному износу и усталостным трещинам в результате циклической работы и контакта с материалом.

Фрактографический анализ рабочей камеры и ворошителя выявил основные типы разрушений, среди которых наиболее значимыми являются абразивный износ и усталостные трещины. Эти разрушения обусловлены постоянным механическим воздействием хлопкового сырья и динамическими нагрузками от вращения ворошителя [3,4].

3. Повреждение поверхности семян хлопка

Поверхности семян хлопка также подвергаются механическим воздействиям во время

процесса дженирования и линтерования. Основные виды повреждений включают:

Механическое истирание оболочки семян, что может снижать качество извлекаемого линта;

Повреждения от ударов лопастей ворошителя, приводящие к частичному разрушению внешних слоёв семян.

Фрактографическое исследование семян хлопка позволяет выявить механизмы разрушения оболочек, что может помочь оптимизировать параметры работы агрегатов и снизить повреждения конечного продукта. Повреждения семян обычно носят характер ударных трещин и следов истирания.

Таблица 2.

Показатели фрактографического исследования зерен:

№	Параметр	Метод исследования	Показатель	Описание повреждения
1	Глубина микротрещины	Микроскопия	5-15 мкм	Повреждения, вызванные механическим воздействием лопастей ворошителя. Микротрещины локализованы на оболочке зерен.
2	Ширина микротрещин	Микроскопия	0.2-0.5 мкм	Микротрещины на поверхности оболочки, вызванные абразивным износом и ударами.
3	Глубина повреждений оболочки	Оптическая микроскопия	20-50 мкм	Поверхностный абразивный износ зерен, вызванный трением в рабочей камере и контактом с другими семенами.
4	Форма микротрещин	Микроскопия	Неправильная (с ветвлениями)	Усталостные трещины с разветвлениями, возникающие в результате циклических нагрузок и динамических воздействий.
5	Рельеф поверхности зерен	Микроскопия	Грубый	Грубая текстура поверхности, связанная с абразивным воздействием и механической обработкой в процессе линтерования
6	Образование микропор	Оптическая микроскопия	Диаметр 1-3 мкм	Наличие микропор, указывает на микроскопические повреждения, вызванные потерей влаги и механическим воздействием.
7	Следы усталостного разрушения	Микроскопия	Обнаружены	Образование микротрещин в местах концентрации напряжений, вызванных циклическим воздействием ворошителя.
8	Тип повреждений	Оптическая микроскопия	Абразивный износ, ударные следы	Комбинация механических повреждений, вызванных контактом с лопастями ворошителя и абразивным взаимодействием с другими семенами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фрактографическое исследование рабочей камеры, ворошителя и повреждённой поверхности семян хлопка выявляет ключевые механизмы разрушения и износа: абразивный износ, усталостное разрушение и ударные повреждения. Анализ этих процессов позволяет разработать рекомендации по улучшению материалов, конструкции и условий эксплуатации линтерных машин, что повысит их долговечность и эффективность [5].

Фрактографический анализ семян хлопка выявил микроскопические повреждения оболочек, вызванные механическим воздействием и абразивным износом в процессе линтерования. Наиболее типичными являются микротрещины и микропоры, что указывает на воздействие трения и циклических нагрузок от ворошителя и других элементов машины.

Список литературы

- [1]. Абдуллаев, Р. А. Исследование параметров джиновых пил с целью повышения качества и эффективности дженирования / Р. А. Абдуллаев. – Ташкент: Узбекский институт текстильной и лёгкой промышленности, 2019. – 160 с.
- [2]. Джалилов, Х. М. Совершенствование технологического процесса линтерования на хлопкоочистительных заводах / Х. М. Джалилов. – Ташкент: УзНИИ хлопководства, 2020. – 140 с.
- [3]. Ниязов, А. О. Оптимизация работы линтерных машин на основе изучения износа их рабочих органов / А. О. Ниязов, И. Т. Каримов // Вестник Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. – 2018. – №3. – С. 35-42.
- [4]. Рахманов, Ф. М. Анализ износостойкости рабочих камер линтерных машин / Ф. М. Рахманов, Ш. И. Юлдашев // Технология хлопка и текстиля. – 2017. – №2. – С. 45-53.
- [5]. Алимов, Б. К. Совершенствование рабочих органов линтерного оборудования на основе исследования динамики процесса линтерования / Б. К. Алимов. – Ташкент: УзГТУ, 2016. – 180 с.

UO‘K 62-21474

PO‘LAT YUZASIGA PLAZMA NITRIDINI TA‘SIR ETTIRISH NATIJASIDA UNING ISHQALANISHGA BARDOSHLIGINI OSHIRISH VA PARAMETRLARINI ASOSLASH

S.A. Kengboyev

Toshkent kimyo-texnologiya instituti Shahrisabz filiali katta o‘qituvchisi.

Email: sirojmagistrstudent@gmail.com, ORCID: 0009-0000-1050-2133

(Qabul qilindi 29.10.2024 y.)

Annotatsiya: Maqolada plazmali nitridlash (azotlash bilan po‘latning yuza qatlam o‘zgarishi) borasida olib borilgan. O‘tkazilgan metallografik sinovlar natijasida, yupqa, g‘ovak va geterogen azotli qatlam mavjudligi yoki uning yo‘qligi, yadrosi uning to‘yinmagan holati va termal parametrlari o‘zgarganligi aniqlangan. Nitridlash parametrlarini o‘zgartirishda gazlar, vaqt va nitridlashning harorati o‘zgartirish bo‘yicha jarayon taklif qilindi. Ion azotlash jarayonining eng optimal natija olish uchun gaz oqimi, vaqt, harorat parametrlarini rostlash zarur.

Tayanch so‘zlar: issiqlik bilan ishlov berish, yadro, mikron, kimyoviy tozalash, plazma nitridlash, vaqt, metal yuzasi, geterogen, metallografik sinov. Harorat

Аннотация: В статье рассматривалось плазменное нитрование (изменение поверхностного слоя стали азотированием). Проведенные металлографические испытания выявили наличие или отсутствие тонкого, пористого и неоднородного азотистого слоя, ядра в его ненасыщенном состоянии и изменение тепловых параметров. При изменении параметров азотирования был предложен процесс изменения газов, времени и температуры азотирования. Для получения оптимального результата процесса ионного азотирования необходимо отрегулировать параметры расхода газа, времени, температуры.

Базовые слова: термическая обработка, сердечник, микрон, химическая обработка, плазменное нитрование, время, поверхность металла, гетерогенный, металлографическое испытание. Температура

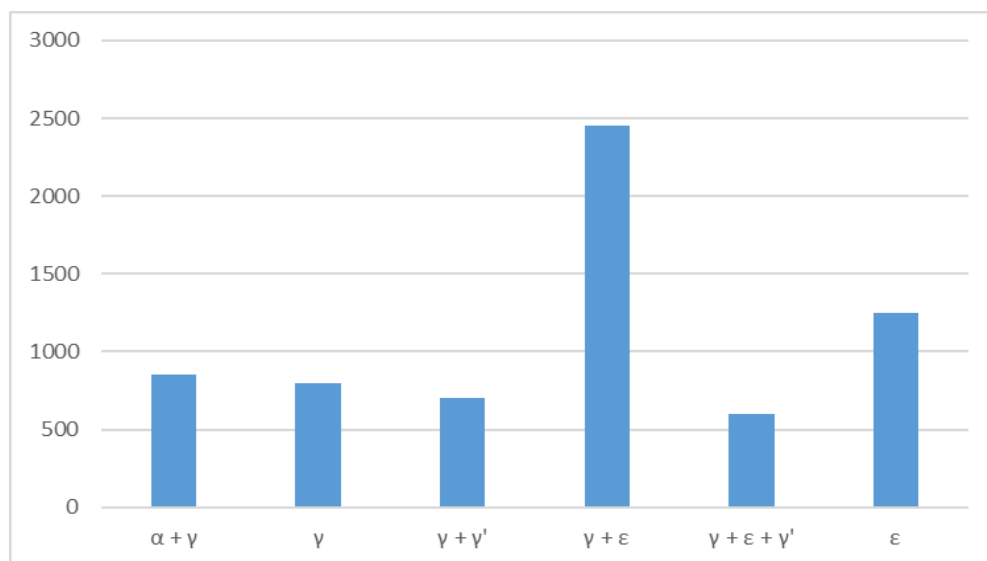
Annotation: Plasma nitration (changing the surface layer of steel by nitriding) was considered in the article. The metallographic tests carried out revealed the presence or absence of a thin, porous and

heterogeneous nitrogen layer, a core in its unsaturated state and a change in thermal parameters. When changing the nitriding parameters, the process of changing gases, time and temperature of nitriding was proposed. To obtain the optimal result of the ion nitriding process, it is necessary to adjust the parameters of gas flow, time, and temperature.

Basic words: heat treatment, core, micron, chemical treatment, plasma nitration, time, metal surface, heterogeneous, metallographic testing. Temperature.

Kundalik hayotda ham, sanoatda ham hayotimizni osonlashtiradigan, yaxshilaydigan mahsulotlar va xavfsizroqlari juda muhim. Shuni hisobga olgan holda, doimiy ravishda takomillashtirish zarurati mavjud bo'lgan ishlab chiqarishga yondashuv zarur. Sirt xususiyatlarini yaxshilash usullaridan biri mahsulotning ishlab chiqarilishidan keyin uning yuzasiga ishlov berish, odatda uning qattiqlashishiga qaratilgan bo'ladi. Materiallarning, ayniqsa metallarning sirtini mustahkamlash zarurati har qachongidan ham ko'proq talabga ega bo'lmoqda [1]. Bu metall materiallarga muntazam ravishda o'sib borayotgan talab tufaylidir, yuqori qattqlik bilan, yuqori kuch, abraziv yeyilishga qarshilik ko'rsatish va eng muhimi ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish orqali olinadi. Ko'pincha zamonaviy sirt qattqligini oshirish usullarida kimyoviy qoplama va plazma nitridlanishidir [2].

Nitridlash zamonaviy sanoat uchun juda muhim bo'lgan sirt qattqligini va eyilishga qarshilik ko'rsatishni oshirish usullaridan biridir. Bu ko'plab sohalarda, jumladan, mashinasozlik, avtomobilsozlik va asbobsozlik sanoatida qo'llaniladi. Nitridlash jarayoni sirt xususiyatlarini, birinchi navbatda qotishmani yaxshilashni kafolatlaydi. Nitridlash uchun mo'ljallangan po'latlar, minimal o'lchovli qismining haqiqiy o'ziga xosligi, shakli yoki joylashuvi va parametrlarining o'ziga nisbatan ruxsat berilgan farqni ko'rinishilarni hamda yuqori yuza qarshiliklarni saqlagan holda olib boriladigan jarayondir. Sirt qattqligini oshirishdan tashqari, yuza qarshilik va korroziyaga chidamliligini ham o'z ichiga oladi. Bu jarayonda Temirning (Fe) turli allotropik shakl orqali uning fazasini yo'qotishi, bu fazalar esa belgilangan haroratlar oralig'ida hosil bo'ladi hamda tegishli qotishma qo'shimchalari bilan birgalikda fazalarning shakllanishiga yordam beradi. Temir (Fe) ma'lum bir haroratga yetganda turli kristall panjara tuzilmalarida kristalllanadi, bu materialning mexanik va fizik xususiyatlariga ta'sir qiladi. Masalan: 912°C gacha bo'lgan haroratda temir tanaga markazlashtirilgan krilstallografik parjara (Body-Centered Cubic) **hosil bo'lsa**, 912°C dan 1394°C gacha bo'lgan harorat oralig'ida temir yuzaga markazlashgan krilstallografik parjara (Face-Centered Cubic) hosil qiladi. 1394°C dan 1538°C gacha bo'lgan haroratda temirning yuqori haroratdagi fazasi kristallari (**Fe δ +Body-Centered Cubic**) **hosil bo'ladi**. Bu fazalar qismlarining o'zgarishlar temir va qotishma issiqlikka etkazib berish jarayonida katta yuklanishga ega bo'ladi. Quyida temir-azot tizimida sodir bo'lgan fazalar ko'rsatilgan muvozanat holati keltirilgan.



1-diagramma. Temir va azot (Fe—N) oralig'idagi muvozanat fazasi diagrammasi.

Diagrammadan ko‘rinib turibdiki, temir ferrit ($Fe\alpha$) fazasi tarkibidagi azotning eruvchanligi past va $590^{\circ}C$ da maksimal darajaga etadi. Bu haroratda eruvchanlik 0,10% ni tashkil qiladi va haroratning pasayishi bilan tez kamayadi, shuning uchun $200^{\circ}C$ da u faqat 0,004% ni tashkil qiladi. Temirdagi azotning bu oraliq eritmasi azotli ferrit deb ataladi. $Fe\alpha$ panjarasida azotning joylashishi mumkin bo‘lgan ikkita interstitsial joy mavjud. Oktaedr va tetraedr bo‘sh joylarning radiusi mos ravishda 0,019 nm va 0,052 nm ni tashkil qilmoqda. Azot atomining radiusi 0,07 nm bo‘lsa ham, u $Fe\alpha$ panjarasida kichikroq oktaedral bo‘shliqda ekanligi aniqlandi, bu esa $Fe\alpha$ panjarasining kengayishiga, eritmaning mustahkamlanishining oshishiga olib keladi. Harorat va azotning miqdori bo‘yicha turli fazalar ko‘rinishi. Masalan, $590^{\circ}C$ da $Fe\alpha + \gamma$ fazalari mavjud bo‘lib, bu temirning ferrit va austenit aralashishini anglatadi. Harorat va azot miqdori o‘zgargan sari γ , e kabi yangi fazalar hosil bo‘ladi. Diagramma azotning turli fazalar bilan o‘zaro ta’siri va kristall panjara tuzilmalarida qanday joyni oshirish uchun muhim ilmiy asosdir.

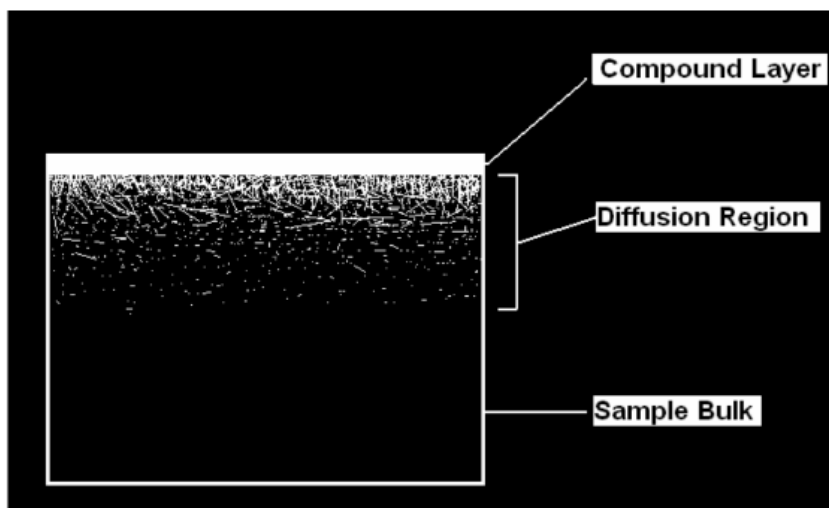
Ichki eruvchanligi va $Fe\gamma$ da azotning eruvchanligi ancha yuqori va azot ostenit deb ataladigan bu eritma faqat $590^{\circ}C$ dan yuqori haroratlarda barqaror bo‘ladi. $Fe\gamma$ da azotning eng katta eruvchanligi $650^{\circ}C$ da 2,80% ni tashkil qiladi, keyin esa evtekoid haroratda 2,35% gacha kamayadi. Bunday tarkibga ega azotli ostenit evtekoid tarzda $Fe\alpha(N)$ azotli ferrit va γ' faza aralashmasiga parchalanadi. Sekin sovutish paytida hosil bo‘lgan bu evtekoid braunit deb ataladi. Tez sovutish orqali azot ostenitini diffuziyasiz transformatsiya natijasida azot martensiti hosil bo‘ladigan haroratga qadar sovutish mumkin.

Harorat Ms (martensit) bu holda po‘latlarga qaraganda pastroq va evtekoid tarkibiga ega qotishmada u atigi $35^{\circ}C$ ni tashkil qiladi.

γ' fazasi temir nitridi Fe_4N asosida tor bir jinsli diapazonli qattiq eritma hisoblanadi. Bu faza $680^{\circ}C$ gacha barqaror bo‘lib, keyin olti burchakli va fazaga o‘tadi, bu keng bir xillikka ega bo‘lgan qattiq eritma. Azotli ostenit kabi ϵ fazasi 4,55% azotni o‘z ichiga oladi, $650^{\circ}C$ da γ va γ' fazalarning evtekoid aralashmasiga parchalanadi.

Hosil bo‘lgan diffuziya qatlamlarining tuzilishi, birinchi navbatda, nitridlanish haroratiga, nitridlanish atmosferasining kimyoviy tarkibiga va nitridlangan obyektlar materialining kimyoviy tarkibiga bog‘liq.

Yuqorida aytib o‘tilganidek, nitridlangan namuna sirt qattiqligining oshishi, qarshilikka bardoshliligi, yeyilishga chidamliligi, korroziyaga chidamliligi bilan tavsiflanadi. Bu mumkin, chunki po‘lat yuzasida azotning yetarlicha yuqori konsentratsiyasi $Fe-N$ fazalarining shakllanishini belgilaydi. Agar azot kontsentratsiyasi yetarli darajada oshsa, sirtida bu birikmalarning qattiqligi juda yuqori bo‘lgan qatlam hosil bo‘ladi. Bu qatlam ostida



2- diagramma. Nitridlangan komponentning tipik kesma ko‘rinishining diagrammasi. Bu yerda diffuziya hududi bo‘lgan aralash qatlam (Diffusion Region), namuna hajmi (compound layer), kompozit qatlam (sample bulk) lar keltirilgan.

qotishma nitridlarning mayda cho‘kmalari bilan oraliq qattiq eritmadagi azotdan iborat diffuziya zonasi hosil bo‘ladi. Oddiy nitridlangan namunaning soddalashtirilgan tasvirlar diagrammasi quyida ko‘rsatilgan. Diffuziya zonasi $Fe\alpha$ panjarasida erigan interstitsial azot va Fe qotishma karbonitridlaridan iborat. Azotlash natijasida olingan yuqori sirt qattiqligi mayda donador qotishma karbonitridlarning cho‘kishidan kelib chiqishi ko‘rsatilgan. Ikkinchisi po‘lat substratda Al, Cr, Mo, Ti, Mn, Si va V kabi kuchli nitrid hosil qiluvchi elementlarning mavjudligi natijasidir. Diffuziya

zonasidagi qattqlik po'latdagi qotishma elementlarning turi va soniga bog'liq. Bundan tashqari, yuqori qotishma po'latlarda qotishma nitridlarning cho'kishi tufayli nitridlashdan keyin qattqlashuv chuqurligining pasayishi kuzatiladi, bu esa azotning substratga tarqalishini qo'shimcha ravishda cheklaydi. diagrammada namuna hajmi (compound layer), diffuziya maydoni (diffusion region), kompozit qatlam (sample bulk) lar keltirilgan.

Plazmani nitridlash termokimyoviy zamonaviy usullaridan biri bo'lib, u odatda asosan azot va boshqa ikkilamchi kimyoviy moddalardan foydalangan holda amalga oshiriladi. Jarayon kamaytirilgan bosim ostida amalga oshiriladi, bu erda namunalar va pechning devorlari o'rtasida kuchlanish holatida qo'llaniladi. Qism atrofida yuqori darajadagi ionlanish (plazma) bo'lgan nurli razryad hosil bo'ladi. To'g'ridan-to'g'ri ionlar bilan bombardimon qilingan ish qismi yuzasida azotga boy nitridlar hosil bo'ladi va parchalanadi va faol azotni yuzaga chiqaradi. Katodik darajasini sozlash, tegishli oqim kuchlanish xususiyatlarini tanlash va ish kamerasidagi bosimni oshirish yoki kamaytirish qobiliyati nitridlangan qatlamlarning tuzilishini shakllantirish imkonini beradi. Plazmali nitridlash sirtni kerakli xususiyatlarga ko'ra o'zgartirishga imkon beradi. Gaz aralashmasini (proporsiyalarini) sozlash orqali, past azotli birikmalar qatlami bo'lmagan va qalinligi 20 mikrongacha bo'lgan sirtidan nitrid birikmalari va qattiq eritmani o'z ichiga olgan qatlamgacha moslashtirilgan qatlamlar va qattqliklshgan yuza natijaslarini olish mumkin.

An'anaviy nitridlash usullari ko'pincha nuqsonlarning paydo bo'lishiga olib keladi, masalan, mo'rt sirt qatlamlari shakllanadi, metal yuzasida bir xil bo'lmagan mikro qirralar paydo bo'ladi. Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun, ayniqsa plazma nitridlashda, tegishli nitridlash usullari chiqilgan. Ushbu sohadagi so'nggi yangiliklardan biri Active Screen Plasma Nitriding (ASPN) innovatsion texnologiyasini joriy etishdir. ASPN nitridlash usuli ishlov beriladigan qismning shaklini aks ettiruvchi nitridlarning bir xil shakllanishini ta'minlaydi. Bu effektga metal yuzasi kristallografik ko'rinishi, shuningdek, nitridlangan detalda bombardimon bo'layotgan azotni faollashtiruvchi plazma orqali erishiladi, bu detalda katta o'lchamli plazma ajralishi natijasida kelib chiqadigan boshqa qatlam yuzalari shikastlanishi yoki metal yuzasida kuyishlar bo'lmashligini kafolatlaydi. Bu texnologiyada elektr yoyi bilan ishlov berilgan elementlarning shikastlanish xavfini va turli o'lchamdagi elementlarning yuzasiga ishlov berish vaqtida issiqlikning notekis tarqalish xavfini kamaytiradi va an'anaviy plazma nitridlashdagai ishlov beriladigan elementlarga boshqa bir qancha kuchlanishlarini yo'q qilishga yoki kamaytirishga katta yordam beradi.

Tadqiqotning birinchi bosqichida plazma qo'llanilishidan oldin va keyingi holatda bo'lgan 38HMJ po'latdan olingan namunalar nitrlash jarayoni sinovdan o'tkazildi. Korxona uchun xos bo'lgan nitridlash jarayonining parametrlaridan foydalanildi: gaz oqimining tezligi (1,3 litr hajmda/min N; 0,7 litr hajmda/min H; 0,2 litr hajmda/min Ar); oqimlari (BIAS-420 V 5,0 A, SCREEN-320 V 3,0 A); vaqt (26 soat va 35 minut); va harorat (510°C).

Ion nitridlash usuli bilan issiqlik-kimyoviy ishlov berilgan namunalarni mikroskopik tekshirish natijasida yuqorida qayd etilgan parametrlarga ko'ra yupqa, g'ovak va bir hil bo'lmagan nitridlangan qatlam mavjudligi va diffuziya mavjudligi aniqlangan.

Olingan natijalarni tahlil qilgandan so'ng, hozirda foydalanilayotgan po'latga alternativ sifatida zamonaviy po'latdan foydalanish imkoniyati taklif qilindi, masalan, 33CrMoV12-9, 32CrAlMo7-10, 42CrMo4 markali po'latlar.

Biroq, yuqorida keltirilgan harakatlar kerakli natijani bermadi. Shu sababli, nitrlash jarayonining parametrlarini o'zgartirish choralari ko'rildi. Shunday qilib, to'rtta sinov o'tkazildi. Har safar boshqa jarayon parametrlari (gaz aralashmasi, oqimlar, vaqt va harorat) o'zgartirildi, qolganlari esa dastlabki qiymatlariga qaytdi.

Nitridlashdan so'ng namunalarni mikroskopik tekshirishlar asosida yadroda issiq plastmassa bilan ishlov berishdan keyingi xom holatga xos bo'lgan ferrit-perlit tasmasimon strukturaning mavjudligi aniqlandi Bu nitrlash jarayonidan oldin talab qilinadigan issiqlik bilan ishlov berish qo'llanilmaganligini ko'rsatadi. Nitrlashdan keyin namunalar yuzasida azot miqdori o'rtacha 8,50% massani tashkil etdi.

Sirt zonasida umumiy metallografik qalinligi taxminan 0,2 mm bo'lgan nitridlangan qatlam topildi.

Xulosa

Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, po'latning turi va nitridlash parametrlarining to'g'ri tanlanishi nitridlash qatlaminig samaradorligiga katta ta'sir ko'rsatadi, bu esa komponentlarning qattiqligi, aşınma qarshiligi va ishlash xususiyatlariga ta'sir qiladi. Xom holatda 38HMJ po'lat foydalanish uchun mos plazmali nitridlash orqali olinadi. Uning tuzilishida ko'plab metall bo'lmagan qo'shimchalarning mavjudligi notekis taqsimlanish va nozik dispersli ferritning bir hil bo'lmagan tarmoqli tuzilishi bilan perlit topilgan. Bu materialning sifatini pastlatadi. Shu bilan birga, sirtidan azot miqdorini kamaytirish aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1]. S. A. Kengboyev, N. M. Safarov, «Tikuv mashinalari transport mexanizmi va ulardagi mumkin bo'lgan muammolarni bartaraf etish usullari,» Buxoro davlat universiteti ilmiy axborotnomasi, 40-45, 2023.
- [2]. Olimov Q.T., «Yengil sanoat mashina va apparatlari», Toshkent, 2011, 246.
- [3]. Sh.Mamasoliyeva, Texnologik ta'limi praktikumi, Toshkent, 2020-yil.
- [4]. Safarov N., Kengboyev S.A., Sanoat tikuv mashinalari mokisini azotlash va borlash jarayonidan so'ng uning ichki devoridagi harorat kuchlanishi tadqiqi, Buxoro, 2024.
- [5]. Nazirjon Safarov, Akbar Abrorov, and Laziz Abdullaev AAPM-2023 "Dynamic analysis of physical and mechanical forces of acting on the needle of a shoe sewing machine in the process of sewing leather". Journal of Physics: Conference Series. 2573 012036. 12.
- [6]. Nazirjon Safarov, Ilkhomjon Mirsultonov. Development of mathematical model of drying the raw cotton during transportation in pipeline by hot air flow. Participated in the II International scientific conference on "ASEDU-II 2021: Advances in Science, Engineering Digital Education" on October 28, 2022 / Krasnoyarsk. Russia.
- [7]. Kengboyev Sirojiddin Abray o'g'li, Safarov N.M., Buxoro davlat universiteti ilmiy axboroti, Ilmiy-nazariy jurnal 2023, № 10, noyabr.

UDK 621.565.94

**MAHALLIY ENERGIYA TEJAMKOR SUV ISITISH QOZONI QUVURI
PARAMETRLARINI HISOBLASH**

K.M. Kurbonov

*Namangan muhandislik-qurilish instituti
(Qabul qilindi 22.10.2024 y.)*

Annotatsiya. Ushbu maqolada mahalliy energiya tejamkor suv isitish qozon quvuri parametrlarini takomillashtirish orqali suv isitish qozon qurilmasidagi issiqlik uzatilishi bo'yicha tadqiqotlar tahlili keltirilgan. Olib borilgan nazariy va laboratoriya tadqiqotlari asosida issiqlik ta'minoti qozon qurilmalaridagi oqimning harakat rejimi va Reynolds sonining o'zgarishi aniqlandi. Bu esa suv isitish qozon qurilmalarini foydali ish ko'effitsiyentini oshiradi hamda yoqilg'i sifatida ishlatiladigan resurslarning tejashga xizmat qiladi.

Tayanch so'zlar: issiqlik, qozon qurilmasi, quvur, issiqlik almashtirgich, qobirg'alar, energiya, harorat.

Аннотация. В данной статье представлен анализ исследований теплопередачи в водогрейного котла путём улучшения параметров трубы местного энергоэффективного водогрейного котла. На основе проведенных теоретических и лабораторных исследований определен режим течения и изменение числа Рейнольдса в котельных устройствах теплоснабжения. Это повышает коэффициента полезного действия водогрейных котлов и экономит ресурсы, используемые в качестве топлива.

Ключевые слова: тепло, котел, труба, теплообменник, ребра, энергия, температура.

Annotation. This article presents an analysis of the research on heat transfer in a hot water boiler by improving the parameters of the pipe of a local energy-efficient hot water boiler. Based on the theoretical and laboratory studies, the flow regime and the change in the Reynolds number in boiler heat supply devices are determined. This increases the efficiency of hot water boilers and saves resources used as fuel.

Key words: heat, boiler, pipe, heat exchanger, fins, energy, temperature.

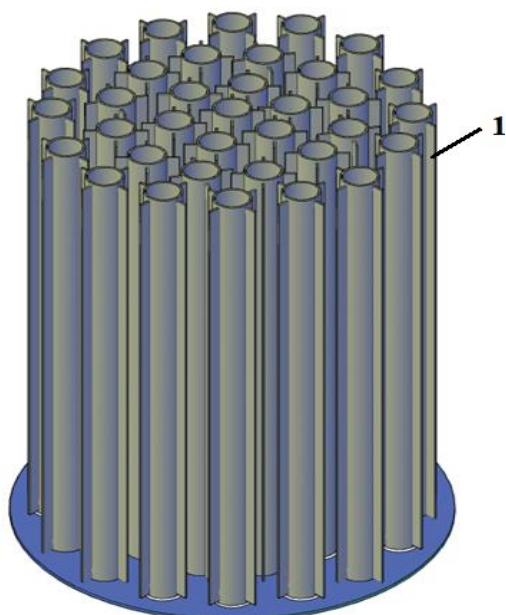
Kirish. Bugungi kunda Respublikamiz hududida ko'plab ijtimoiy ob'yektlar, jumladan maktabgacha ta'lim muassasalari, maktablar, oilaviy poliklinikalar va boshqa jamoat binolarini qish mavsumida isitish uchun individual qozonlar bilan ta'minlanmoqda. Ushbu isitgich qozonlari qattiq yoqilg'i (ko'mir) va tabiiy gaz yoqilg'isiga ishlaydi. Bu borada, energiya manbalaridan oqilona foydalanish maqsadida issiqlik ta'minoti tizimi samaradorligini oshirish bo'yicha kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Shu bilan birga, 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan, "...hududlarning muhandislik-kommunikatsiya va ijtimoiy infratuzilma tizimini hamda xizmat ko'rsatish va servis sohalarini rivojlantirish, hamda uy-joy-kommunal xo'jaligi, ijtimoiy soha ob'yektlari va boshqa sohalarda aholiga qulay sharoit yaratish maqsadida binolarni issiqlik bilan ta'minlashda energiya samarador va qayta tiklanuvchi manbalarini keng joriy etish.." bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Shu sababli, bugungi kunda, isitish qozonlarida issiqlik oqimini har xil rejimlardagi harakati va issiqlik almashinuv jarayonlarini inobatga olib energiya tejamkor isitish qozonlarini yaratish eng dolzarb masalalardan biri bo'lib qolmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "2018-2022 yillarda issiqlik ta'minoti tizimini rivojlantirish dasturi to'g'risida" gi qarori, PQ-3379-son 2017-yil 8-noyabrdagi "Energiya resurslaridan oqilona foydalanishni ta'minlash chora tadbirlari to'g'risida" gi qarori va PQ-4542-son 2019-yil 2-dekabrdagi "Issiqlik ta'minoti tizimini takomillashtirish va issiqlik ta'minoti korxonalarini moliyaviy sog'lomlashtirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" gi qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu ilmiy maqola muayyan darajada xizmat qiladi. [1.,2.,3.,4].

Birgina Namangan viloyati faoliyat olib borayotgan "Issiq buloq" MCHJ korxonasi tamonidan viloyatimizdagi maktab, bog'cha va oilaviy poliklinikalar uchun UVK-80, UVK-100, UVK-150 markali UVK (Универсальная водогрейная котел) qozon ishlab chiqiladi va u maktablardagi isitish tizimlari manbai bo'lib xizmat qiladi

Yuqoridagilardan kelib chiqib mazkur suv isitish qozon qurilmalarining issiqlik berish samaradorligini oshirish, sarflanadigan yoqilg'i resurslarini tejash maqsadida energiya tejamkor mahalliy isitish qozoni quvuri parametrlarini aniqlash va ularni takomillashtirish bo'yicha nazariy va laboratoriya tadqiqotlari natijasida takomillashgan suv isitish qozoni tavsiya etildi.

Suv isitish qozon qurilmalarini samaradorligini oshirish maqsadida laboratoriya qurilmasi yaratildi. Tajriba qurilmasini tayyorlashda diametri 50 mm., bo'yi 0,7 m., o'lchamlardagi 2 ta bir xil po'lat quvurdan foydalandik. Quvurlardan biri o'z holicha, ikkinchisiga esa tashqi qovurg'a o'rnatilib tashqi yuzasini ortirildi. Tajriba qurilmasida oddiy quvur va tashqi yuzasiga qovurg'a o'rnatilgan quvurni issiqlik berish samaradorligi tadqiq qilingan. Mazkur isitish qozonlaridagi 32 tadan 64 tagacha bo'lgan issiqlik uzatish quvurlariga po'lat plastinkali qovurg'alar o'rnatildi. Buning natijasida issiqlik almashinuv yuzasi oshdi [5,6,7].



1 - po'lat quvur qovurg'asi.

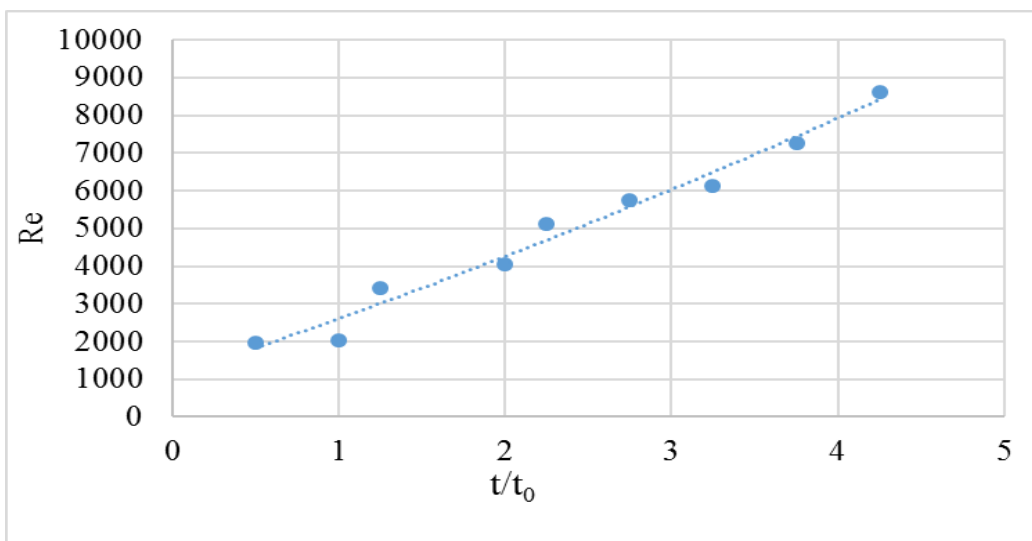
1-rasm. Takomillashtirilgan suv isitish qozoni kesimi.

Laboratoriya tadqiqotlarida olingan natijalar tahlilidan ma'lum bo'ldiki tashqi yuzasiga qovurg'a o'rnatilgan quvurning issiqlik berish samaradorligi oddiy quvurga nisbatan 15% ga oshirildi. Ushbu xulosalardan kelib chiqib suv isitish qozon qurilmalarining optimal parametrlarini aniqlash bo'yicha nazariy tadqiqotlar olib borildi. Mavjud silindrik quvurlari uchun issiqlik uzatish miqdorini aniqlash uchun quyidagi yangi ifoda tavsiya etildi:

$$Q = 0,023 \frac{\alpha}{D} Re^{0,8} Pr^{0,33} S \Delta t, \quad (1)$$

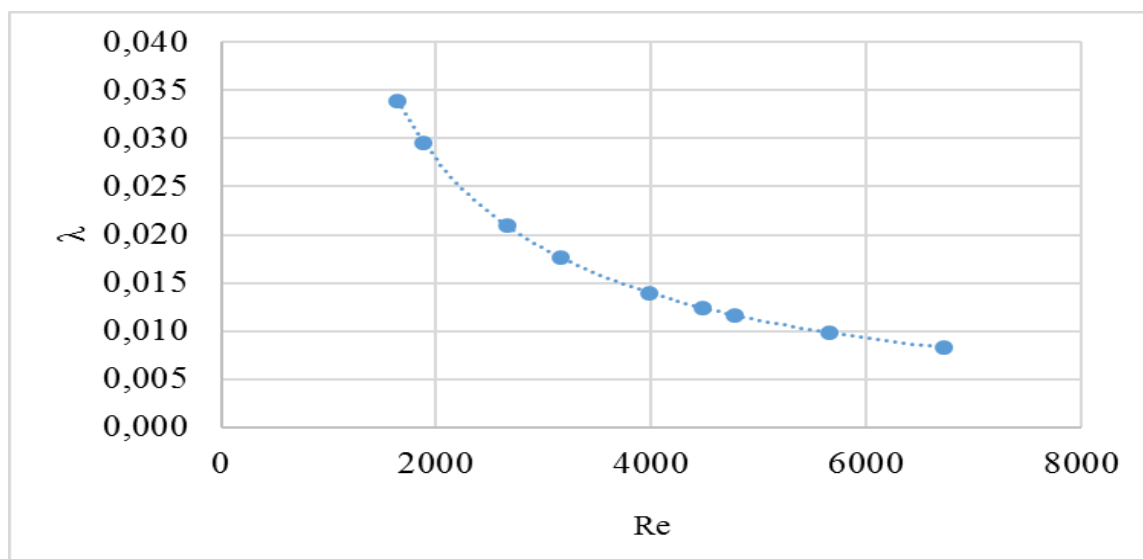
bu yerda: Re- Reynolds soni; α - issiqlik berish koeffitsiyenti; $Pr = c\mu / \alpha$ - Prandtl mezoni; S- silindrik quvurlar issiqlik alashinuv yuzasi; Δt -haroratlar farqi [8.,9.,10.,11].

Olib borilgan nazariy va laboratoriya tadqiqotlari asosida issiqlik ta'minoti qozon qurilmalaridagi oqimning harakat rejimi va Reynolds sonining o'zgarishi aniqlandi (1-rasm).

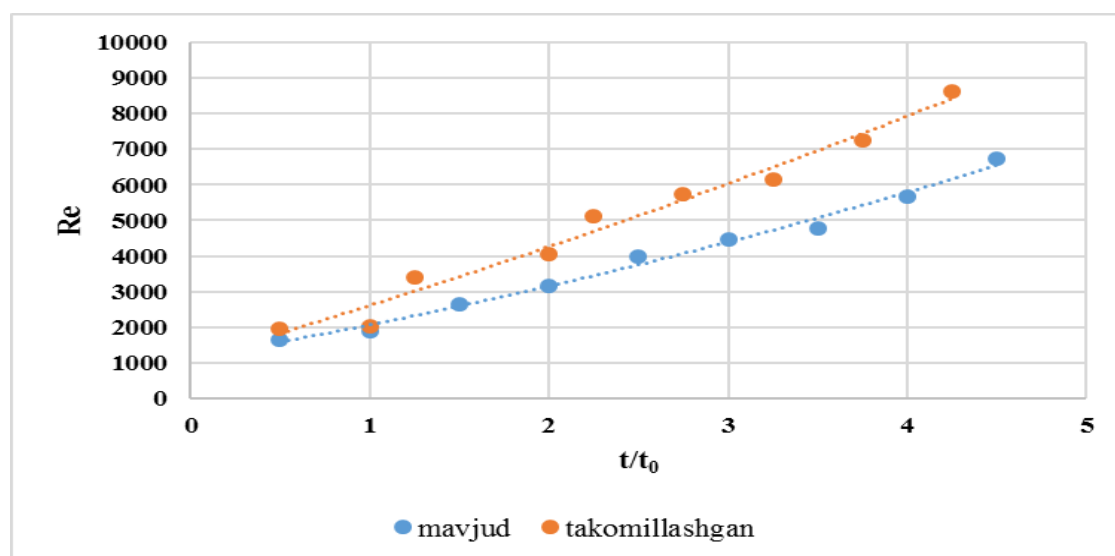


2-rasm. Issiqlik ta'minoti qozon qurilmalaridagi oqimning harakat rejimi.

Yuqorida olingan natijalar tahlil qilinib issiqlik ta'minoti qurilmalari quvuridagi gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti quyidagicha o'zgarishi aniqlandi.



3-rasm. Isitish qozoni quvurining gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti harakat rejimiga bog'liqlik grafigi.



4-rasm. Oqim harakat rejimining nisbiy haroratga bog'liqlik grafigi.

An'anaviy va takomillashgan usulda qurilgan suv isitish qozonlaridagi Reynolds sonlari taqqoslandi. Taqqoslash natijalariga ko'ra takomillashgan usulda qurilgan isitish qozonidagi suv oqimining Reynolds soni, mavjud issiqlik ta'minoti suv isitish qozoniga nisbatan 20-22% ortiq bo'lishi aniqlandi [12.,13.,14].

Olib borilgan nazariy izlanishlar, tadqiqotlarda foydalanilgan usullar, to'plangan ma'lumotlar, tanlab oilingan va o'zaro taqqoslanganda qovurg'ali quvurlarning qovurg'asiz quvurlarga nisbatan energiya samadorligi aniqlashda quyidagi formulalardan foydalanildi [15.,16.,17].

$$\eta = \frac{Q_2 W_2}{Q_1 W_1}, \quad (2)$$

bu yerda: η – takomillashtirilgan isitish qozonining FIK (foydali ish koeffitsiyenti); Q_1 – mavjud isitish qozonining issiqlik uzatish miqdori, kVt; W_1 – mavjud isitish qozon qurilmasidagi

suyuqlik hajmi, m^3 ; Q_2 – takomillashtirilgan isitish qozonining issiqlik uzatish miqdori, kVt ;
 W_2 – takomillashtirilgan isitish qozon qurilmasidagi suyuqlik hajmi, m^3 ;

$$Q_1 = k_1 S_1 \Delta t, \quad (3)$$

bu yerda: S_1 – silindrik quvurlar issiqlik alashinuv yuzasi; k_1 – issiqlik uzatish koeffitsiyenti;
 Δt – haroratlar farqi.

$$Q_2 = k_2 S_2 \Delta t,$$

bu yerda: S_2 – takomillashtirilgan issiqlik alashinuv yuzasi; k_2 – issiqlik uzatish koeffitsiyenti;
 Δt – haroratlar farqi [18.,19].

Xulosa. Tadqiqotlar natijasida hozirgi kundagi mavjud suv isitish qozon qurilmalarining issiqlik samaradorligini oshirish maqsadida, qozon qurilmasining takomillashgan konstruktiv parametrlari ishlab chiqildi va gidravlik hisobi bajarildi. Jumladan issiqlik oqimi harakat qiladigan kesim yuzalari qo‘shimcha qoburg‘alar hisobiga oshirildi, natijada suv isitish qozon qurilmasining issiqlik samaradorligini ortishiga erishildi. Bu esa ijtimoiy obyektlarda ishlatiladigan suv isitish qozonlarini foydali ish koeffitsiyentini oshiradi hamda yoqilg‘i sifatida sarflanadigan resurslarning tejashga hizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Arifjanov, A., Xodjiyev, N., Jurayev, S., Kurbanov, K., & Samiev, L. (2020, June). Increasing heat efficiency by changing the section area of the heat transfer pipelines. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 869, No. 4, p. 042019). IOP Publishing.
- [2]. Xodjiev, N., Juraev, S., Kurbanov, K., Sultonov, S., Axatov, D., & Babayev, A. (2022, June). Analysis of the resource-saving method for calculating the heat balance of the installation of hot-water heating boilers. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2432, No. 1). AIP Publishing.
- [3]. Arifjanov A., Kurbonov K. Increasing the thermal efficiency of water heating boilers by improving design parameters //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 452. – С. 04010.
- [4]. Ходжиев, Н., Курбонов, К., & Хошимов, С. (2019). Иссиқлик алмаштиргич қурилмасида қувур кесим юзасини ўзгартириш орқали самарадорлигини ошириш усуллари. ФарПИ Илмий техника журнали,(2).
- [5]. Melikuziyev, S., Mirnigmatov, S., Elmuratova, A., Ibragimova, Z., Juraev, S., & Kurbanov, K. (2022, June). New technology for protecting agricultural products from pests. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2432, No. 1). AIP Publishing.
- [6]. Imamnazarov, O. B., Qurbonov, K. M., Pulatova, M. M., Khayitova, M. S., Numonjon, U. A., & Malikov, E. N. (2020). Ground water modes regulation during irrigation by the water-saving method. Journal of Critical Reviews, 7(12), 924-927.
- [7]. Arifjanov, A., & Kurbonov, K. (2021). Improvement of hydraulic parameters of heat supply devices. European Journal of Agricultural and Rural Education (EJARE) Available Online at: <https://www.scholarzest.com>, 2(12).
- [8]. Арифжанов, А., Ходжиев, Н., Жўраев, Ш., Курбонов, К., & Олимов, И. (2020). Иссиқлик таъминоти қувурларининг ресурс тежамкор параметрларини ҳисоблаш усулини такомиллаштириш. ФарПИ Илмий техника журнали,(2).
- [9]. Курбонов, К. М. (2022). Повышение тепловой эффективности водогрейных котлов путём улучшения конструктивных параметров. Энегосбережение и водоподготовка,(2), 136.
- [10]. Arifjanov, A. M., & Xodjiev, N. R. Jo'rayev Sh. Sh., Kurbonov KM, Sultonov SS Analysis of the resource-saving method for calculating the heat balance of the installation of hot-water heating boilers. NamMTI Ilmiy texnik jurnali,(6).
- [11]. Ходжиев, Н., & Курбонов, К. (2014). Фойдаланилган энергиядан иккиламчи энергия сифатида фойдаланиш учун яратилган қурилмани такомиллаштириш усуллари тадқиқ қилиш. Ўзбекистон архитектураси ва қурилиш журналі” Тошкент, 2.
- [12]. Арифжанов, А. М., Мухаммадрашитович, Қ. К., & Парпиев, О. Т. (2022). Сув иситиш қозон қурилмасининг гидравлик параметрларини ҳисоблаш. Механика и технология, 4(9), 157-161.
- [13]. Мажидов, Н. Н., & Курбонов, К. М. (2022). Роль Сезонных Солнечных Аккумуляторов В Экономии Топливных Ресурсов. Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science, 3(12), 172-177.
- [14]. Курбонов, К. М., & Мажидов, Н. Н. (2023). ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СПОСОБОВ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ. European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 12, 195-200.
- [15]. Арифжанов, А., Ходжиев, Н., & Курбонов, К. (2022). Иссиқлик таъминоти қурилмаларининг гидравлик параметрларини такомиллаштириш. ФарПИ Илмий техника журналі, 26(2), 110-114.

- [16]. Жўраев, Ш., Курбонов, К., & Ахатов, Д. (2021). Сув иситиш қозон қурилмаларини энергия тежамкор параметрларини такомиллаштириш. ФарПИ Илмий техника журналы, 25(1), 131-135.
- [17]. Kurbonov, K. M. (2023). USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES FOR HEATING BUILDINGS. Open Access Repository, 4(03), 349-354.
- [18]. Kurbonov, K. (2023). EFFICIENT USE OF ENERGY-SAVING METHODS OF THE HEAT SUPPLY SYSTEM OF RESIDENTIAL BUILDINGS. European Journal of Interdisciplinary Research and Development.
- [19]. Kurbonov, K. (2022). INCREASING THE THERMAL EFFICIENCY OF WATER BOILERS BY IMPROVING DESIGN PARAMETERS. Энегосбережение и водоподготовка.–2022.–№ 2 (136).–С. 21-23.

УДК 624.072.2

ТЕМИР-БЕТОН ТЎСИНЛАРНИНГ ҚИЯ КЕСИМ БЎЙИЧА МУСТАҲКАМЛИГИНИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ НАТИЖАЛАРИ ТАҲЛИЛИ

А.Ш. Мартазаев, С.Ж. Раззақов

Наманган муҳандислик-қурилиш институти
(Қабул қилинди 07.11.2024 й.)

Мақолада темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлигини ошириш бўйича ўтказилган экспериментал тадқиқотлар натижалари, улар бўйича таҳлил ҳамда хулосалар келтирилган.

Таянч сўзлар: темир-бетон, тўсин, қия кесим бўйича мустаҳкамлик, сиқилишдаги мустаҳкамлик, эгилишдаги мустаҳкамлик, пўлат тола, базальт тола, шиша тола, полипропилен тола.

В статье приведены результаты экспериментальных исследований, анализ и выводы по повышению прочности железобетонных балок в наклонном сечении.

Ключевые слова: железобетон, балка, прочность по наклонному сечению, прочность на сжатие, прочность на изгиб, стальная фибра, базальтовая фибра, стекловолокно, полипропиленовая фибра.

The paper presents experimental results, analysis and conclusions on improving the shear strength of reinforced concrete beams.

Key words: reinforced concrete, beam, shear strength, compressive strength, bending strength, steel fiber, basalt fiber, glass fiber, polypropylene fiber.

Жаҳонда аҳоли сонининг ўсиши билан бирга, бино ва иншоотларга бўлган эҳтиёжлар ҳам ортиб бормоқда. Шу билан бирга, қурилиш саноатининг асосий қурилиш материалларидан бири бўлган бетон ва унинг технологиясининг доимий ривожланиб бораётганлиги кузатилмоқда. Қолаверса, янги тайёрланган бетоннинг пластиклик хусусияти мавжудлиги туфайли осонгина керакли шаклга келтириш имконияти мавжуд. Шунингдек, бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги ва умрбоқийлиги юқори, қурилиш ва таъмирлаш ишлари учун меҳнат харажатлари бошқа қурилиш материалларига қараганда камроқ ҳисобланади.

Маълумки, бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги сиқилишдаги мустаҳкамлигига нисбатан 10-15 маротаба кичик ҳисобланади. Темир-бетон конструкцияларда чўзилишдаги мустаҳкамликни таъминлаш учун арматуралардан фойдаланилади. Бундан ташқари бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлигини турли хил пўлат ва композит толаларидан фойдаланган ҳолда амалга оширилади. Ҳозирги даврда тадқиқотчилар бетоннинг мустаҳкамлигини ошириш бўйича бир нечта турдаги материаллар ва усуллардан фойдаланишни илмий-тадқиқотлар орқали илгари суриб келишмоқда.

Жумладан, Saribiyik, A., Abodan, B., Balci, M. T. [1] базальт матоси билан турли хил усулда ўраб мустаҳкамланган тўсинларни қия кесим бўйича экспериментал ва назарий тадқиқ қилишган. Бу иш тадқиқотлари учун 18 та темир-бетон тўсин намуналар тайёрланганлигини кўриш мумкин. Темирбетон тўсинларни базальт толалар асосидага композит мотолар ёрдамида 3 хил бурчак йўналишида ва 8 хил усулда мустаҳкамлаш амалга

оширилган. Мустаҳкамлашда ишлатилган базальт толалар асосидаги матонинг кенглиги 7,5 см ва 50 см ни ташкил этган бўлса, базальт матосининг орасидаги масофа 5 см ни ва толаларнинг йўналишлари 45° ва 90° ни ташкил этган. Оддий темир-бетон намуналарнинг қия кесим бўйича бузилиши 58,7 кН да содир бўлган бўлса, базальт толалар асосидаги матолар билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича бузилиши 83,9÷117,6 кН да содир бўлган. Темир-бетон тўсинларда дарзлар кенглиги 4 мм ни ташкил этган ва толалар билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларда дарз кенглиги 1 мм дан 6 мм гача бўлганлиги аниқланган. Базальт толалар асосида композит матолар билан мустаҳкамланган барча намуналарнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги назорат намуналарига нисбатан сезиларли даражада 43% дан 100% гача ошган. Энг яхши натижаларга базальт толалар асосидаги матолар билан тўлиқ ўралган намуналарда эришилган.

Aref A. Abadel [2] турли хил мустаҳкамлаш усулларида фойдаланган ҳолда ўзи зичланадиган бетон асосидаги темир-бетон тўсинларни қия кесим бўйича мустаҳкамликка экспериментал тадқиқ қилган. Ўзи зичланадиган бетон – бу ўз оғирлиги таъсирида оқадиган, керакли бўшлиқни ёки қолипни тўлиқ тўлдиришга вибрацияли зичлашни талаб қилмасдан зичланадиган бетондир. Илмий-тадқиқот ишида 7 та серияда темир-бетон тўсинлар 15x25x180см ўлчамларда тайёрланган. Ҳамма тўсинларда ишчи арматура сифатида 2Ø16 ли арматура, монтаж арматуралар сифатида эса Ø8 арматуралардан ва кўндаланг арматура сифатида Ø4 ли углерод толалар асосидаги композит арматуралардан фойдаланилган ҳамда тўсинларда кўндаланг арматуралар 90° ва 45° ларда ўрнатилган.

Тадқиқот натижаларига кўра, назорат намуналарида қия кесим бўйича мустаҳкамлик 164,1÷196,9 кН ни ташкил этган бўлса, ўзи зичланадиган бетон асосидаги ва арматура сифатида Ø4 ли углерод толали композит арматуралардан фойдаланилган намуналарда қия кесим бўйича мустаҳкамлик 233,8÷256,4 кН бўлганлигини кўриш мумкин. Барча тавсия этилган мустаҳкамловчи усулларнинг синов натижалари назорат намуналарига солиштирилганда қия кесим бўйича мустаҳкамлик 43÷56% га ортишини кўрсатган. Ишлаб чиқилган усуллар тўсинларнинг қия кесим бўйича юк кўтариш қобилиятини оширишга хизмат қилган ва қўшимча равишда темир-бетон тўсинларда мўрт бузилиш рўй бермаган.

Özkılıç, Y. O. ва бошқалар [3] томонидан алюминий сим чиқиндиларидан фойдаланган ҳолда темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлигини тадқиқ қилинган. Алюминий сим чиқиндиларининг ўртача узунлиги 10-20 мм ни, унинг бетондаги миқдорлари 1%, 2% ва 3% ни ташкил этган. Илмий-тадқиқот ишларида узунлиги 100 см ва кўндаланг кесим ўлчамлари 10x15 см бўлган 12 та темир-бетон тўсинлар тайёрланган. Барча намуналарнинг сиқилувчи қисмига 2Ø6 ли арматура, чўзилувчи қисмига 2Ø12 ли арматуралар қўйилган. Кўндаланг арматуралар орасидаги масофалар уч хил шаклда танланиб, улар 16, 20 ва 27 см ларни ташкил этган. Муаллифларнинг тадқиқот натижаларига кўра, алюминий сим чиқиндилари миқдори темир-бетон тўсинларнинг бузилишига сезиларли даражада таъсир кўрсатиши аниқланган. Бетон таркибида алюминий сим чиқиндиларининг миқдори 0% дан 3% гача ошганда намунанинг юк кўтариш қобилиятининг камайиши ва деформациянинг ортиши кузатилган. Шунингдек, бетонда алюминий сим чиқиндиларининг ортиши билан энергия ютилиши ҳам ортиши аниқланган. Назарий ва экспериментал тадқиқотлар орасидаги фарқ 3÷23% ни ташкил этган.

Тадқиқотчилар алюминий сим чиқиндиларининг бетон мустаҳкамлигига ижобий таъсир кўрсатмаслигини 2 та сабаб билан боғлаганлар:

1) алюминий сим чиқиндиларининг узунлиги (тахминан 10 мм) жуда қисқа бўлганлиги;

2) алюминий сим чиқиндиларининг чўзилишдаги мустаҳкамлигининг пастлиги, яъни, алюминий сим чиқиндиларининг чўзилишдаги мустаҳкамлиги пўлат толаларнинг чўзилишдаги мустаҳкамлигига солиштирганда кичиклиги.

Jung C. ва бошқалар [4] томонидан углерод матолари билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги ўрганилган. Темир-бетон тўсиннинг

умумий узунлиги 490 см, кенглиги 20 см ва баландлиги 35 см ни, ишчи баландлиги эса 30 см ташкил этган. Тадқиқот ишларида 12 та темир-бетон тўсин намуналари тайёрланган. Темир-бетон тўсинлар углерод толалар асосидаги матолар билан 3 хил усулда мустаҳкамланган. Биринчи усулда темирбетон тўсинларнинг таянч қисмларида тўсинларнинг икки ён томонлари углерод толали мато билан мустаҳкамланган. Иккинчи усулда эса углерод толали мато темир-бетон тўсинларнинг таянч олди қисмларининг ён ва остки томонларига қопланган. Учинчи усулда ҳам завод шароитида тайёрланган U-шаклда углерод толали мато темир-бетон тўсинларнинг таянч олди қисмларининг ён ва остки томонларига қоришма билан ўрнатилган. Илмий-тадқиқот натижаларига кўра, барча намуналар бузилиши қия кесим бўйича юз берган. Биринчи ва иккинчи усулларда углерод матолари билан мустаҳкамланган намуналарнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги оддий темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлигига нисбатан 14÷65% гача ошган. Учинчи усулда, яъни завод шароитида тайёрланган углерод толалар асосидаги матолар билан мустаҳкамланган намуналарда юк бетондан углерод толалар асосидаги матоли панелга ўтказилмаган. Юк бериш жараёнида темирбетон ва углерод матоли панел ўртасидаги боғланиш йўқолиб, ажралиш юз берган. Шунинг учун, учинчи усул билан мустаҳкамланган намуналарнинг мустаҳкамлигига тўлиқ баҳо бера олинмаган.

Gerges N. ва бошқалар [5] томонидан юқори мустаҳкамликдаги фибробетон билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинлар экспериментал тадқиқ қилинган. Илмий-тадқиқот ишларида кесим ўлчамлари 15х15х75 см бўлган 8 та темир-бетон тўсин намуналари тайёрланган. Темир-бетон тўсинлар икки хил усулда арматураланган, биринчи усулда фақат 2Ø14 арматура намунанинг чўзилувчи қисмига ўрнатилган бўлса, иккинчи усулда намунанинг сиқилувчи қисмига 2Ø10, чўзилувчи қисмига 2Ø14 ва кўндаланг арматуралар сифатида диаметри 8 ли арматуралар 10 см қадам билан ўрнатилган. Темир-бетон тўсинлар учун икки хил бетондан фойдаланилган. Юқори мустаҳкамликдаги бетон 75 см ли темир-бетоннинг ўрта 15 см қисмига ва тўсиннинг ён тарафларининг 1,2 см қисмига жойлаштирилган. Шунингдек, юқори мустаҳкам бетон тайёрлаш учун узунлиги 13 мм, диаметри 0,18 мм бўлган пўлат толаларини бетонга 1,5% миқдорида қўшилган ва сув цемент нисбати 0.35 ни ташкил қилган.

Биринчи усул билан тайёрланган оддий темир-бетон тўсинларда қия кесим бўйича мустаҳкамлик 51,48 кН ни, юқори мустаҳкам бетон билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларда қия кесим бўйича мустаҳкамлик 104,90 кН ни ташкил этган. Юқори мустаҳкам бетон билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларда қия кесим бўйича мустаҳкамлик оддий темир-бетоннинг мустаҳкамлигига нисбатан икки баробар юқори мустаҳкамликка эришилган. Иккинчи усул билан тайёрланган темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги 91,36 кН бўлганда эришилган бўлса, юқори мустаҳкам бетон билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларда қия кесим бўйича мустаҳкамлиги 140,0 кН ни ташкил этган.

Yoo M. [6] томонидан темир-бетон тўсиннинг турли хил қия кесим бўйича мустаҳкамлаш усулларида фойдаланган ҳолда қия кесим бўйича мустаҳкамлигини назарий ва экспериментал ўрганилган. Тадқиқот ишларида кесим ўлчами 20х50х400 см бўлган темир-бетон тўсин намуналари 4 та серияда тайёрланган. Биринчи серия намуналарда фақат ишчи ва монтаж арматуралар ўрнатилган, лекин кўндаланг арматуралар ўрнатилмаган. Қолган серия намуналарда “N” шаклидаги мустаҳкамлаш усулидан, шунингдек, иккинчи серия намуналарда қия кесим бўйича мустаҳкамлашда диаметри D10 мм арматуралардан ва учинчи серия намуналарда кенглиги 72 мм қалинлиги 2 мм бўлган пўлат пластинкалардан фойдаланилган. Кўндаланг арматура ва пўлат пластинкалар 20 см қадам билан қўйилган.

Тажриба натижаларига кўра, биринчи серия намуналарда бузувчи куч 286,3 кН ни, иккинчи серия намуналарда 468,9 кН ни, учинчи серия намуналарда 457 кН ни ташкил этган. Максимал бузувчи юкда тўсинлардаги солқилик, биринчи серия намуналарда 6,98 мм ни, иккинчи серия намуналарда 12,96 мм ни, учинчи серия намуналарда 14,2 мм ни ташкил этган ва қия кесим бўйича намуналардаги биринчи дарзлар, биринчи серия намуналарда 143,15 кН

да, иккинчи серия намуналарда 234,45 кН юкда, учинчи серия намуналарида эса 228,45 кН қийматлардаги юкларда содир бўлган.

Иккинчи серия намуналарнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги биринчи серия намуналарига нисбатан 63,78 % юқори бўлган. Учинчи серия намуналарда бу кўрсаткич 59,62 % ни ташкил этган[6].

АСІ 318-19 меъёрий ҳужжатлар асосида ҳисобланган назарий тадқиқотлар натижаларига кўра, биринчи серия намуналарда бузувчи куч 286,0 кН ни, иккинчи серия намуналарда 340,35 кН ни, учинчи серия намуналарда 400,0 кН ни ташкил этган. Максимал бузувчи юкда тўсинлардаги солқилик, биринчи серия намуналарда 5,34 мм ни, иккинчи серия намуналарида 13,19 мм ни, учинчи серия намуналарида 10,99 мм ни ташкил этган. Қия кесим бўйича намуналардаги биринчи дарзлар, биринчи серия намуналарда 143 кН да, иккинчи серия намуналарида 170,18 кН қийматдаги юкда, учинчи серия намуналарида 200 кН бўлган юкланишда содир бўлган[6].

Муаллифлар [6] томонидан ушбу тадқиқот ишида темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлигини ўрганишда намуналарга статик юклар таъсири ўрганилган. Қия кесим бўйича мустаҳкамлаш усулини плиталар ва темирбетон тўсинларда қўллашни тавсия этилган. Шунингдек, келгуси тадқиқотларда қия кесим бўйича мустаҳкамликни оширишда сейсмик юклар таъсирини ҳам ўрганиш зарурлигини таъкидлаганлар.

Ashteyat A., ва бошқалар [7] томонидан базальт композит арматура ва углерод полимер толалари билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларни юқори ҳароратда қия кесим бўйича мустаҳкамлиги тадқиқ қилинган. Қия кесим бўйича мустаҳкамликка экспериментал тадқиқ қилиш учун кесим ўлчамлари 20x30x180 см бўлган 11 та серияда тўсин намуналари тайёрланган. Намуналар 28 кундан сўнг, яъни, темир-бетон тўсинлар (10 та) 3 соат давомида 650 °С ҳароратда электр печида қиздирилган. Шундан сўнг, биринчи серия намуналари назорат намуналари сифатида қия кесим бўйича мустаҳкамланмаган. Иккинчи серия намуналари базальт композит арматуралари 45° бурчак остида ва қадами 150 мм билан чуқурлиги 25 мм ҳамда кенлиги 15 мм ли ва учинчи серия намуналари базальт композит арматуралари 45° бурчак остида ва қадами 220 мм ли, тўртинчи серия намуналари базальт композит арматуралари вертикал йўналишда 90° да ва қадами 150 мм ли, бешинчи серия намуналари базальт композит арматуралари вертикал йўналишда 90° да ва қадами 220 мм ли, олтинчи серия намуналари базальт композит полимер арқонлари 45° бурчак остида ва қадами 150 мм ли, еттинчи серия намуналари базальт композит полимер арқонлари 45° бурчак остида ва қадами 220 мм ли, саккизинчи серия намуналари базальт углерод полимер арқонлари вертикал йўналишда 90° да ва қадами 150 мм ли, тўққизинчи серия намуналари углерод композит полимер арқонлари вертикал йўналишда 90° да ва қадами 220 мм ли, ўнинчи серия намуналари углерод композит полимер тасмалари вертикал йўналишда 90° да ва қадами 220 мм ли махсус очилган ўйиқларга ўрнатилган [7].

Экспериментал натижалар, темир-бетон тўсинлар иссиқлик таъсирида шикастлангандан сўнг, намуналарни базальт композит арматуралар, углерод композит полимер арқонлар ва тасмалар билан мустаҳкамланганда, темир-бетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилияти самарали равишда ошганлигини кўрсатган. Қия кесим бўйича мустаҳкамланган намуналарнинг мустаҳкамлиги назорат намуналарининг мустаҳкамлигига нисбатан 40÷95% гача ортган. Максимал юк кўтариш қобилиятининг энг юқори қийматига, углерод композит полимер арқонларини 150 мм да жойлаштирилганда эришилган. Шу билан бирга, базальт композит арматураларни орасидаги масофаларни конфигурациясига қараб иссиқлик таъсир эттирилган намуналарнинг юк кўтариш қобилияти 37% дан 63% гача ортган. Углерод полимер арқонлар билан кўчайтирилган намуналарнинг самарадорлиги базальт композит арматуралар билан кўчайтирилган намуналарнинг самарадорлигига нисбатан 32 % юқори бўлиши аниқланган [7].

Al Ghalі ва бошқалар [13] томонидан ҳар хил турдаги толаларни ўз ичига олган темирбетон тўсинларнинг қия кесим бўйича қиёсий ўрганилган. Темир-бетон тўсинларнинг кесими 15x25x120 см ўлчамларда тайёрланган. Тўсинларда ишчи арматуралар сифатида

диаметри 25 мм, кўндаланг арматуралар сифатида диаметри 8 мм пўлат арматуралардан фойдаланилган. Кўндаланг арматуралар тўсиннинг фақат таянчларига бўлган қисмларига қўйилган. Тўсиннинг ҳисобий узунлик оралиғида кўндаланг арматуралар ўрнатилмаган. Тўсинларни тайёрлашда шиша, пўлат, базальт, полипропилен-42, полипропилен-270 толаларидан фойдаланилган. Толаларнинг физик-механик хусусиятлари 1-жадвалда келтирилди:

1-жадвал

Толаларнинг физик-механик хусусиятлари

№	Тола турлари	Тола узунлиги, мм	Тола диаметри, мм	Чўзилишдаги мустаҳкамлик, GPa	Зичлиги, т/м ³
1	Шиша	12	0.013	1.70	2.7
2	Базальт	12	0.017	2.9-3.1	2.67
3	Пўлат	30	1.0	1.1-1.6	7.85
4	Полипропилен-42	38	0.9	0.6-0.73	0.91
5	Полипропилен-270	19	0.07	0.57-0.66	0.91

Шиша, базальт, полипропилен-42, полипропилен-270 толалар бетонга 0,25% миқдорида, пўлат толалари бетонга 0,25 ва 0,5% миқдорларда қўшилган. Бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги оддий бетонларда 43,6 МПа ни ташкил этган бўлса, полипропилен-42 турдаги толаларда 49,20 МПа ни, полипропилен-270 турдаги толаларда 40,10 МПа ни, шиша толаларда бу 42,0 МПа ни, базальт толаларда 48,5 МПа ни, пўлат толалар 0,25% қўшилганда 47,5 МПа ни, пўлат толалари бетонга 0,5% қўшилганда 51,9 МПа ни ташкил этган.

Кесим ўлчамлари 7,5x10x40 см бўлган бетон призма намуналарини эгилишдаги мустаҳкамлиги аниқланганда, оддий бетонларда 5,6 МПа ни ташкил этган бўлса, полипропилен-42 турдаги толаларда 11,08 МПа ни, полипропилен-270 турдаги толаларда 10,14 МПа ни, шиша толаларда 9,97 МПа ни, базальт толаларда 10,51 МПа ни, пўлат толалар 0,25% қўшилганда 8,35 МПа ни, пўлат толалари бетонга 0,5% қўшилганда 10,43 МПа ни ташкил этган.

Намуна тўсинларнинг максимал юк кўтариш қобилияти оддий темир-бетон тўсинларда 128,6 кН ни, бу кўрсаткич полипропилен-42 турдаги толалар қўшилган намуналарда 178,3 кН ни, полипропилен-270 турдаги толалар қўшилган намуналарда 162,6 кН ни, шиша толалар қўшилган намуналарда 168,78 кН ни, базальт толалар қўшилган намуналарда 143,4 кН ни, пўлат толалар 0,25% қўшилган намуналарда 154,1 кН ни, пўлат толалари бетонга 0,5% қўшилган намуналарда эса 185,6 кН ларни ташкил этган.

Xiang Z., ва бошқалар [14] томонидан юқори мустаҳкамликдаги полипропилен толалари билан дисперс арматураланган енгил темир-бетон тўсинларни қия кесим бўйича мустаҳкамлиги экспериментал тадқиқ қилинган. Тўсинларни қия кесим бўйича мустаҳкамлигини аниқлаш учун 15x30x220 см бўлган 14 та серияда намуналар тайёрланган. Полипропилен толаларини 1м³ бетон учун 3, 6 ва 9 кг миқдорларида қўшилган. Полипропилен толаларнинг зичлиги 950 кг/м³, диаметри 0,8 мм, узунлиги 30 мм, толаларнинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги 543 МПа, эластиклик модули 8200 МПа, нисбий узайиши 15±2 ни ташкил этган. Намуналарга юк миқдори 500 кг дан босқичма-босқич берилган. Ҳар бир босқичлар орасидаги вақт 5 минутни ташкил этган. Темир-бетон тўсинларнинг бузилиш ҳолатларига полипропилен толаларнинг миқдори, кўндаланг арматураларнинг нисбати ҳам таъсир қилиши кузатилган.

Adil R. Al-Alawi, M.A. Mashrei [15] (2022) томонларидан хомутлар ва пўлат толалар учун альтернатив сифатида макросинтетик толалар билан мустаҳкамланган ультра юқори мустаҳкам бетон тўсиннинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги ўрганилган. Ушбу тадқиқот, шунингдек, мустаҳкамлиги юқори, енгил, жуда узоқ хизмат муддати ва кам техник хизмат кўрсатадиган барқарор шаҳарларни яратиш орқали иқлим ўзгаришига қарши курашиш

бўйича глобал саъй-ҳаракатларга ҳисса қўшган. Намуналар 26 та серияда тайёрланган ва сиқилишдаги мустаҳкамлиги тахминан 150 МПа бўлиши учун 234 та куб намуналарига 90 °C ҳарорат 3 кун давомида берилган. Ўлчамлари 100x150x1150 мм бўлган 14 та тўсин намуналари хомутларсиз тайёрланган ва қия кесимлар бўйича мустаҳкамликка сиқилган.

Муаллифлар томонидан олинган натижаларда, юқори мустаҳкам фибротемирбетон тўсинларда қисман пўлат хомутлар ўрнига ҳажмий улуши 0,69% бўлган макросинтетик толалар қўшиш орқали энг яхши натижага эришилган. Арматуралаш фоизи 0,028; 0,034; 0,04% бўлган тўсинларни қия кесимлар бўйича мустаҳкамлиги мос равишда 17%, 53% ва 74 % ларга ортган. Ҳар хил турдаги ва миқдорларга эга бўлган толалардан фойдаланиш дисперс арматураланмаган юқори мустаҳкам фибротемирбетон тўсиннинг қия кесим бўйича мустаҳкамлигини сезиларли даражада оширган.

Marcalikova Z. ва бошқалар [16] томонидан пўлат толалари билан арматураланган тўсинларни қия кесим бўйича мустаҳкамлиги экспериментал ўрганилган ва қия кесим бўйича мустаҳкамликни аниқлаш учун 4 та серияда намуналар тайёрланган. Намуналарнинг чўзилувчи қисмига 2 та диаметри 10 мм бўлган бўйлама арматуралар ўрнатилган ҳамда кўндаланг арматуралар қўйилмаган. Пўлат толалар 1м³ бетон учун 40, 75, 110 кг миқдорларида қўшилган. Тадқиқотлар натижаларига кўра, пўлат толалар тўсинларнинг юк кўтариш қобилятини оддий тўсинларга нисбатан сезиларли равишда оширилганлиги аниқланган.

ХУЛОСАЛАР

1. Пўлат ва композит толаларнинг темир-бетон конструкцияларда татбиқ этишдаги муаммо сифатида пўлат толаларининг тўсинларда қия кесим бўйича мустаҳкамлигини таъминлаш бўйича етарли даражада тадқиқотлар ўтказилмаганлигини кўриш ва хулоса қилиш мумкин.
2. Турли узунлик ва миқдорларда пўлат ҳамда композит толалар билан дисперс арматураланган темир-бетон тўсин конструкцияларини қия кесим бўйича мустаҳкамлигини комплекс тадқиқ қилиш зарур ҳисобланади.
3. Толалар билан дисперс арматураланган темир-бетон тўсин конструкцияларини ҳисоблаш учун назарий ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш зарур.
4. Ўзбекистон иқлим шароитини ҳисобга олган ҳолда толалар билан дисперс арматураланган темир-бетон тўсинларни ҳисоблаш учун қурилиш янги тегишли меъёрлар ва қоидаларни ишлаб чиқиш лозим.

Адабиётлар

- [1]. Saribiyik, A., Abodan, B., & Balci, M. T. (2021). Experimental study on shear strengthening of RC beams with basalt FRP strips using different wrapping methods. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 24(1), 192-204.
- [2]. Abadel, A. A. (2021). Experimental investigation for shear strengthening of reinforced self-compacting concrete beams using different strengthening schemes. *Journal of Materials Research and Technology*, 15, 1815-1829.
- [3]. Özkılıç, Y. O., Karalar, M., Aksoylu, C., Beskopylny, A. N., Stel'makh, S. A., Shcherban, E. M., ... & Azevedo, A. R. (2023). Shear performance of reinforced expansive concrete beams utilizing aluminium waste. *Journal of materials research and technology*, 24, 5433-5448.
- [4]. Jung, C., Seo, Y., Hong, J., Heo, J., Cho, H. C., & Ju, H. (2024). Experimental Study on Shear Strengthening of Reinforced Concrete Beams by Fabric-Reinforced Cementitious Matrix. *Materials*, 17(17), 4336.
- [5]. Gerges, N., Issa, C. A., Sleiman, E., Najjar, M., & Kattouf, A. (2023). Experimental study of the shear behavior of RC beams strengthened with high-performance fiber-reinforced concrete. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 17(1), 17.
- [6]. Yoo, M. (2022). Experimental Study on the Shear Strength of Reinforced Concrete Beams with Various Integrated Shear Reinforcements. *Materials*, 15(9), 3091.
- [7]. Ashteyat, A., Almahadin, W., & Almuaythir, S. (2024). Shear Repairing of Reinforced Concrete Beams Exposed to High Temperature Using Basalt Fiber Reinforcing Bars and CFRP Ropes and Strips. *Composites Part C: Open Access*, 100517.
- [8]. Lantsoght, E. O. (2023). Theoretical model of shear capacity of steel fiber reinforced concrete beams. *Engineering Structures*, 280, 115722.
- [9]. Morsch E. *Der Eisenbetonbau: Seine Theorie und Anwendung*. Stuttgart: Verlag Von Konrad Wilitwer; 1908.

- [10]. Yang Y, Walraven J, den Uijl JA. Shear Behavior of Reinforced Concrete Beams without Transverse Reinforcement Based on Critical Shear Displacement. Journal of Structural Engineering. 2017;143:04016146-1-13.
- [11]. Walraven JC. Fundamental analysis of aggregate interlock. J Struct Div-ASCE 1981;107:2245–70.
- [12]. Mansur MA, Ong KCG, Paramasivam P. Shear Strength of Fibrous Concrete Beams Without Stirrups. J Struct Eng 1986;112:2066–79.
- [13]. Al Ghali, A. E., El Ezz, N. E., Hamad, B., Assaad, J., & Yehya, A. (2023). Comparative study on shear strength and life cycle assessment of reinforced concrete beams containing different types of fibers. Case Studies in Construction Materials, 19, e02497.
- [14]. Xiang, Z., Zhou, J., Niu, J., Feng, X., & Wang, J. (2022). Study on shear behavior of high-performance polypropylene fiber-reinforced lightweight aggregate concrete beams. Case Studies in Construction Materials, 17, e01594.
- [15]. Al-Alawi, A. R., & Mashrei, M. A. (2022). Shear capacity of sustainable ultra-high performance concrete beam reinforced with macro synthetic fiber as a sustainable alternative for stirrups and steel fiber. Case Studies in Construction Materials, 17, e01443.
- [16]. Marcalikova, Z., Mateckova, P., Racek, M., & Bujdos, D. (2020). Study on shear behavior of steel fiber reinforced concrete small beams. Procedia Structural Integrity, 28, 957-963.

UDK 624.072.2

YUQORI MUSTAHKAM YENGIL BETON USTIDA OLIB BORILGAN TADQIQOTLAR NATIJALARI TAHLILI

S.J. Razzakov, O.Q. Fozilov

Namangan muhandislik-qurilish instituti

(Qabul qilindi 02.12.2024 y.)

Maqolada yengil betonlar, ularni tayyorlashda foydalaniladigan yengil to'ldiruvchilarning standartlari, shuningdek, konstruksion yengil betonlar tarkibi, ulardan tayyorlangan konstruksiyalarda o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijalari, tahlili hamda xulosalari keltirilgan.

Tayanch so'zlar: *temirbeton, to'sin, yengil beton, siqilish, egilishdagi mustahkamlik, yirik to'ldiruvchi, pumis, attapulgit, yuqori mustahkamli yengil beton, infra yengil beton.*

В статье приведены легкие бетоны, стандарты легких наполнителей, используемые при их приготовлении, а также состав конструкционных легких бетонов, результаты, анализ и выводы экспериментальных исследований, проведенных в конструкциях из них.

Ключевые слова: *железобетон, балка, легкий бетон, сжатие, прочность на изгиб, крупный заполнитель, пумис, аттапульгит, высокопрочный легкий бетон, сверхлегкий бетон.*

The paper presents experimental results, analysis and conclusions on improving the shear strength of reinforced concrete beams.

Key words: *reinforced concrete, beam, lightweight concrete, compressive strength, flexural strength, ceramsite, pumice, attapulgit, infra-lightweight concrete.*

Jahon amaliyotida so'nggi 5-10 yillarda qurilish sohasida betonni yangi avlodini yaratish ustida tadqiqotlar qizg'in olib borilmoqda. Qurilishdagi zamonaviy innovatsion texnologiyalarning rivojlanishi bu sohadagi tadqiqotlarni jadallashishiga turtki bo'lmoqda. Ayniqsa, yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan yengil beton ishlab chiqarish texnologiyasini ishlab chiqish va qo'llash sohadagi istiqbolli yangiliklardan biri, qolaversa, qurilish ishlari iqtisodiy samaradorligini oshirish va seysmik xavfsizlikni ta'minlash borasida bino va inshootlar umumiy massalarini ma'lum darajada kamaytirish sohadagi muhim hamda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Shuningdek, bu borada O'zbekiston o'zgaruvchan iqlim sharoitlariga mos keladigan yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan iqtisodiy samarali yengil betonni yaratish va uni qurilishda qo'llash ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Bugungi kunda jahondagi ko'plab rivojlangan, shu jumladan, AQSh, Angliya, Norvegiya, Niderlandiya, Rossiya, Italiya, Fransiya va boshqa davlatlarda, shuningdek, Osiyodagi Xitoy, Janubiy Koreya va Yaponiya mamlakatlarida ham yuqori mustahkam yengil beton olish texnologiyalarini yaratish ustida tadqiqotlar jadal sur'atlarda olib borilmoqda. Bu mamlakatlarda yuqori mustahkamli yengil betonlar ko'p qavatli qurilishlarda eksperimental tarzda qo'llanilayotganligini alohida ta'kidlash lozim.

Mustaxkamligi yuqori bo'lgan egilishga ishlovchi yengilbeton to'sinlarning mustahkamlik, kuchlanganlik-deformatsiyanuvchanlik holati va darzbardoshligini tadqiq qilish muammolari bilan xorijiy davlatlar tadqiqotchilari, jumladan, Xiaogang Wu, Shuren Wang, Xiaojuan Wang, Lu Liu, Yinong Shen, Xiaobing Ma, Yingguang Fang, Yafei Xu, A.S. Sandan, M.A.Axmatov, M.N.Kokoyev, A.A.Erjibov, A.V.Belyayev, V.E.Korolyov, N.A.Grishina, M.B.Xrustalyov va boshqalar shug'ullanib, ushbu tadqiqotlar yo'nalishida salmoqli ilmiy ishlarni bajarganlar va muayyan darajada ilmiy natijalarga erishganlar.

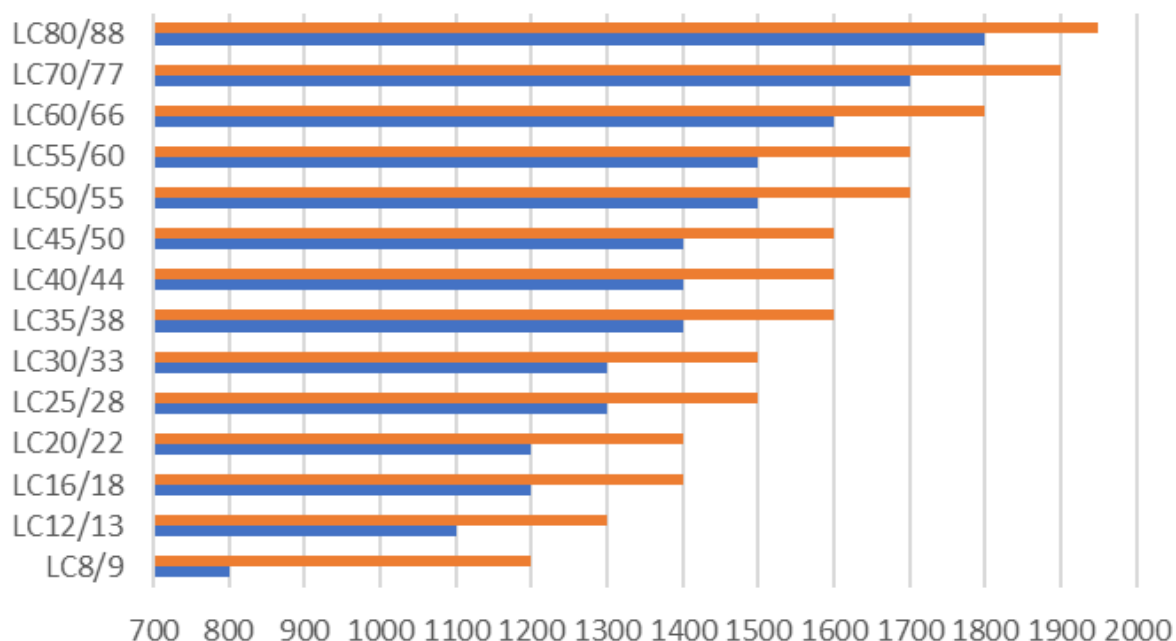
O'zbekistonda ham yengil betonlar ustida samarali ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan, jumladan, TAQU, SamDAQU, FarPI, NamMQI, Toshkent davlat transport universiteti olimlari tomonidan betonning fizik-mexanik xossalarini o'rganish bo'yicha samarali tadqiqotlar o'tkazilgan va ilmiy natijalar olingan. A.B.Ashrabov, A.A.Ashrabov, B.A.Asqarov, X.A. Akramov, L.M.Botvina, U.A.Gaziyev, E.Qosimov, I.E.Qosimov, N.A.Samigov, A.I.Adilxodjayev, E.Maxamataliyev, V.M.Soy, A.A.To'laganov, S.A.Xodjaev, R.Nizomov, G.I.Stupakov, G.V.Samsonova, Sh.Sh.Shadjalilov, R.R.Yusupov, Z.M.Sattorov, B.Sh.Rizayev, S.A.Xolmirzayev kabi mamlakatimiz olimlari uzoq yillar davomida yengil betonning tuzilishini, xossalarini takomillashtirish sohasida ilmiy izlanishlar olib borganlar va ilmiy izlanishlar natijasida olingan yangiliklari bilan qurilish materiallarini o'rganishga hissa qo'shganlar, muayyan yutuqlarga va ilmiy natijalarga erishganlar. Shu bilan birga hozirda, yuqori mustahkamli yengil betonlarni yaratish va ularni qo'llash samaradorligini oshirish bo'yicha B.Asqarov, A.I.Adilxodjayev, H.A.Akromov, S.J.Razzakov, S.A.Xolmirzayevlar ilmiy rahbarligida va boshqa ilmiy maktablarning tadqiqotlari samarali ilmiy izlanishlar olib bormoqdalar.

Ma'lumki, qurilish va ilmiy tadqiqotlar sohasida foydalaniladigan yengil to'ldiruvchilar va ularning xususiyatlari dunyodagi yirik xalqaro standartlar asosida tartibga solingan. Yengil to'ldiruvchilarning (LWA) EN 13055 [1], ASTM C330M [2], ASTM C331M [3] va ASTM C332 [4] kabi xalqaro standartlari ishlab chiqilgan va amalda hozirda ham foydalanib kelinmoqda. ASTM standartlarida to'ldiruvchilar quyidagi: yengil betondan qurilish konstruksiyalarini ishlab chiqarishda foydalaniladigan yengil to'ldiruvchilar, yacheykasimon yengil betonda qo'llanilishi uchun to'ldiruvchilar, issiqlik himoyasi maqsadida foydalaniladigan betonlarga yengil to'ldiruvchilar kabi ko'rinishlarda tartibga solinadi. Yevropa standartida esa barcha turdagi yengil betonlar uchun to'ldiruvchilar EN13055 standarti orqali tartibga solinadi. Biroq, qayd etilgan standartlar yengil to'ldiruvchilarni faqat mineralogik kelib chiqishini hisobga oladi. EN 13055 yengil to'ldiruvchilarni umumiy nomi bilan emas, balki ularning manbalarini belgilaydi. Yengil to'ldiruvchilar kelib chiqishi tabiiy, tabiiy materiallardan ishlab chiqarilgan va sanoat jarayonlarining qo'shimcha mahsulotlaridan qayta ishlangan materiallaridan ishlab chiqarilgan bo'lishi mumkin [1]. ASTM standartlari yengil to'ldiruvchilarning aniq ro'yxatiga egadir. To'ldiruvchilar olinish usuliga ko'ra yuqori haroratda kuydirib ko'pirtirilgandan so'ng maydalab tuyilib donador shaklga keltirilgan domna shlagi, loy, diatomit, sanoat kuli, slanes kabi mahsulotlar bo'lsa, vulqonlar natijasida hosil bo'luvchi qotishmalar, pemza kabi tabiiy materiallarni qayta ishlash orqali tayyorlangan to'ldiruvchilar ASTM C330M [2] da keltirilgan. Bundan tashqari, ASTM C331M [3] da ko'mir yoki koks yonishining yakuniy mahsulotlaridan iborat yengil to'ldiruvchilar ro'yxati keltirilgan. Karl, Ch. va boshqalarning [5] ilmiy izlanishlarida yengil to'ldiruvchilarning har xil turlari, ularning xususiyatlari va odatiy ishlab chiqarish jarayonlari haqida batafsil ma'lumotlar berilgan.

Oddiy og'irlikdagi va yengil to'ldiruvchilarni bir-biridan farqlash uchun ularning kelib chiqishi va xususiyatlari bilan bir qatorda ularning zichligini aniqlash muhim hisoblanadi. ASTM C330M [2] va ASTM C331M [3]da mayda to'ldiruvchilar uchun 1120 kg/m^3 , yiriklari uchun 880

kg/m³ bo'lsa, aralash ya'ni kombinatsiyalashganlari uchun 1040 kg/m³ to'kma zichlikdagi yengil to'ldiruvchilar chegaralari ko'rsatib o'tilgan.

Yengil betonning bir nechta turlari mavjud bo'lib, ulardan foydalanilganda mustahkamlik, zichlik kabi xususiyatlarni o'z ichiga oladi. Amerika beton instituti (ACI) 213R-14 "Yengil to'ldiruvchili konstruktiv betonlar uchun qo'llanma" [6] minimal silindrik mustahkamligi 17 MPa va mos xoldagi zichliklari 1120 dan 1920 kg/m³ gacha bo'lgan konstruktiv yengil beton va hech qanday mustahkamlik talablari belgilanmagan zichligi 800 dan 2240 kg/m³ gacha bo'lgan yengil betonlarni o'z ichiga oladi. 28 kunlik namuna mustahkamligi 40 MPa bo'lgan konstruksion yengil betonlar yuqori mustahkamlikdagi yengil beton deb tasniflanadi [5].



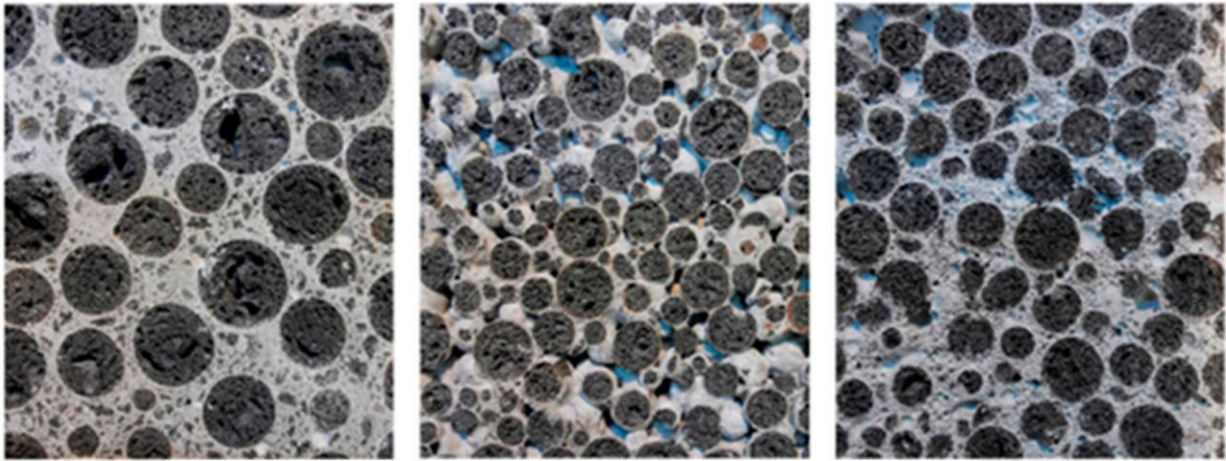
1-rasm. Yengil betonning mustahkamlik sinfi va qattiq zarrachalar zichligi orasidagi bog'liqlik diagrammasi:

■ - odatiy to'ldiruvchilar; ■ - yengil to'ldiruvchilar (quruq holdagi zichligi, kg/m³);

Yevropada konstruktiv yengil beton material sifatida EN 206 [7] hamda yengil betonlarning qo'llanilishi EN 1992 [8] talablari asosida foydalaniladi. EN 206 ga ko'ra eng kichik siqilishdagi mustahkamligi LC8/9 bo'lgan betonda, silindrik mustahkamligi 8 MPa va kubik mustahkamligi 9 MPa ga teng bo'lsa, EN 1992 da LC12/13 minimal mustahkamlikka ega bo'gan beton sinfini keltiriladi. Amaliy tajriba yo'qligi sababli, Germaniyada LC70/77 va LC80/88 sinfli betonlar uchun texnik tasdiqlash majburiydir. Yengil betonlar $800 \leq \rho_d \leq 2000$ kg/m³ oralig'ida 200 kg/m³ ga karrali bo'lgan zichlik sinflariga bo'linadi. Mustahkamlik va zichlik sinflarining cheklanmagan kombinatsiyalarini mustaqil aniqlash mumkin emas. Biroq, aniq yengil betonning mustahkamlik sinfi to'ldiruvchining ma'lum zichlik sinflarini talab qiladi. Yengil betonning mustahkamlik sinfi va qattiq zarrachalar zichligi orasidagi bog'liqlik 1-rasmda keltirilgan.

Boshqa turdagi yengil beton bilan taqqoslansa yengil beton zich sement aralashmali strukturaga ega ekanligi tufayli uning yuzasini oddiy og'irlikdagi betondan ajratib bo'lmaydi. Yengil to'ldiruvchilar faqat shikastlangan yoki kesib olingan yuzada ko'rinadi (2-rasm) [5].

Yengil to'ldiruvchili beton, to'liq yengil to'ldiruvchili beton yoki qumli yengil to'ldiruvchili beton kabi atamalarga murojaat qilishda alohida etibor berish kerak, chunki bu atamalar standartlarda ko'rsatilmagan va ko'pincha alohida tavsiflarga bog'liq. Shunday qilib, bunday aniqlanmagan ta'riflarga har qanday havola noto'g'ri yoki hech bo'lmaganda to'liq bo'lmagan bayonotga olib kelishi mumkin [5].



a)

b)

c)

Izoh. Bu betonlarning barcha uch turiga bir xil yengil to'ldiruvchidan foydalanilgan.

2-rasm. a) zich matrissali tuzilishga ega konstruktiv yengil beton; b) ochiq g'ovakli tuzilishga ega yengil to'ldiruvchili beton; c) ochiq g'ovak strukturasi to'ldiradigan g'ovakli matrissaga ega beton.

Yuqorida ta'kidlanganlardan farqli o'laroq, EN1520 da yengil to'ldiruvchili betonlar quruq holatdagi zichligi $400-2000 \text{ kg/m}^3$ gacha oraliqda o'zgarib, mustahkamlik sinfi LAC2 dan LAC25 (MPa) xususiyatlari betondan diametri 100mm li silindr holida ajratib olingan namunalar orqali aniqlanadi [5]. Bu turdagi betonlardan konstruktiv element sifatida yuk ko'taruvchi devorlar, tom elementlari, qiyaliklar va to'sinlarda foydalanilsa, material sifatida tovush himoya qurilmalari kabi sohalarida foydalaniladi. Yengil to'ldiruvchili betonning ayrim xususiyatlari uning bo'shliqlarini ko'pirtirilgan sement qorishmasi bilan to'ldirilishi hisobiga sezilarli darajada yaxshilangan [9]. Yengil to'ldiruvchili beton zichlangandan keyingi strukturada qoladigan to'ldiruvchilar orasidagi aniqlangan bo'shliqlar ko'rinishi 2b-rasmda ko'rsatilgan. Ushbu bo'shliqlar sement qorishmasini to'ldiruvchilar bilan o'zaro bog'lash uchun yetarlicha bo'lmaganligi tufayli yuzaga keladi. Betonni "ochiq g'ovakli" deb hisoblash uchun minimal g'ovaklik me'yori mavjud emas. Shuning uchun g'ovakliklarni ayni bir me'yorga keltirish va farqlash qorishmalarni hajmiy loyihalash orqali amalga oshiriladi [5].

Yengil betonlarning ayrim turlarini tadqiqot yangiliklari rivojlanishi natijasida binokorlikdan tashqari kemasozlik ishlarida eng yengil to'ldiruvchili betonlardan po'lat bilan qatlamlashtirib asosiy material sifatida foydalanish yo'lga qo'yilgan [10]. Schlaich [11] bu betonlarga bog'liq ravishda me'yorlashtirilmagan ko'rinishdagi quruq holdagi zichligi 800 kg/m^3 va mustahkamlik sinfi LC8/9 yoki undan kichikroq infra yengil betonlarni tarkibini ishlab chiqqan. Natijada yengil betondan tayyotlanuvchi o'rovchi devorlarni qo'shimcha izolyatsiya qilmagan holda foydalanish imkoniyatini berdi. Infra yengil betonlarni zichlangandan keyingi strukturasi ko'proq 2c-rasmda keltirilgan yengil to'ldiruvchili betonlar g'ovaklik strukturasi ko'proq mos keladi.

Hozirgi kunda ko'plab ilmiy izlanuvchilar yengil betonlar hamda ulardan tayyorlanadigan konstruksiyalarning mustahkamlik xossalari tadqiq etish maqsadida yengil betonlar olish uchun ishlatiladigan turli xil yengil to'ldiruvchilardan foydalanib kelmoqdalar. Qattiq chiqindi materiallarni yonishidan hosil bo'lgan kullardan foydalanib yengil betonlar tayyorlash ham qurilishda barqaror rivojlanishga olib kelmoqda [12]. Bunday yengil to'ldiruvchilarni beton tarkibiga qo'shilishi uning xususiy og'irligini yengillashtirib, iqtisodiy tejamkorlikka mos ravishda armaturalash foizini kamaytirishi kuzatiladi [13].

Minapu va boshqalar [14] tomonidan tabiiy yirik to'ldiruvchilar o'rniga yengil to'ldiruvchi qumtosh (pumic) dan foydalanib tadqiqot ishlari olib borilgan. Betonning mustahkamlik xususiyatlari ya'ni, siqilish, cho'zilish va egilishdagi deformatsiyalari o'rganilganda qumtosh tabiiy to'ldiruvchilardan unchalik farq qilmagani aniqlangan.

Tang Van va boshqalar beton tarkibidagi yirik va mayda to'ldiruvchilar o'rniga qisman penopolistrol va cho'kuvchan kul (zola qoldig'i) qo'shilgandagi beton xususiyatlarini o'rgananganlar. Cho'kindi kulni 0-30%, penopolistrol esa 0-40% gacha qo'shilganda betonning siqilishdagi mustahkamligi to'ldiruvchilar miqdorini oshib borishi hisobiga kamaygan. Cho'kindi kulni 30% va penopolistrol 40% gacha yetganda odatiy beton mustahkamligi 25% ga kamaygani aniqlangan [15].

Kumar va boshqalar yonib bo'lgan ko'mir qattiq chiqindisi va keramzitni beton to'ldiruvchilari o'rniga qo'shishi natijasida konstruktiv yengil beton olganlar. Betonga qo'shiluvchi yirik to'ldiruvchilarning hajmiga nisbatan 0-50% gacha qismini 60% yongan ko'mir chiqindisi va 40% keramzit qo'shib beton tayyorlanganda, siqilishdagi mustahkamligi 29 MPa va cho'zilishdagi mustahkamligi 1,67 MPa ga yetgan. Sement miqdorining 20% ni maydalab tuyilgan Domna pechi shlagi qo'shib tayyorlangan yengil betonlar siqilishdagi mustahkamligini 30,7 MPa gacha ortishi aniqlangan [16].

Khatib boshqalar to'sinlarning cho'ziluvchi qismiga yengil beton va siqiluvchi qismiga oddiy betondan to'ldirib uning strukturaviy xususiyatlarini tadqiq etishgan. To'sin balandligining 25%, 50% va 75% foizicha cho'ziluvchi qismiga yengil to'ldiruvchili beton va qolgan qismiga oddiy betondan foydalanib namunalar sinalganda oddiy beton qir qilishdagi mustahkamligiga nisbatan 70% kam ekanligi aniqlanib mo'rt xususiyatini namoyon etgan [12].

Z.A.Mirza va boshqalar yengil to'ldiruvchilardan tayyorlangan to'sinlarning egiluvchanlik xususiyatlarini aniqlaganlar. Beton tarkibiga tabiiy attapulgitni 11000 °C da kuydirib 24 soat davomida 6% li gipoxlorid natriy bilan ishlov berilgan yengil yirik to'ldiruvchilar qo'shilgan to'g'ri to'rtburchak kesimli namunalarni buzilguncha sinalgan. Izlanishlar davomida attapulgit betonining mexanik xususiyatlari aniqlanib, shuningdek, namunani egilish ko'rsatkichlari, chegaraviy yuk ko'tarish qobiliyati, buzilish holati va darzlarni hosil bo'lishi nuqtai nazaridan baholangan. Tajribalar natijasi shuni ko'rsatganki, attapulgitni gipoxlorid natriy bilan ishlov berish orqali betonning siqilishdagi mustahkamligi 18% ga oshganligi aniqlangan. Attapulgit to'ldiruvchili yengil beton tarkibiga kremniy kukuni va po'lat tolalar qo'shish orqali uning mexanik xususiyatlarini oshirilgan. Betonlar uchun 1% miqdorida po'lat tolalar qo'shilishi eng yuqori chegaraviy yuk ko'taruvchanlikni ta'minlashi kuzatilgan [17].

Xiaogang Wu va boshqalar Gil slanesli keramzitobetonning statik va dinamik kuch ta'siridagi buzilish xususiyatlarini aniqlash ustida tadqiqot ishlarini olib borishgan. Namunalar hajmiy zichligi 650-880 kg/m³, donadorligi 15 mm gacha va siqilishdagi mustahkamligi 31 MPa bo'lgan beton (100x100x100 mm li namunani sinash orqali aniqlangan) yengil to'ldiruvchilardan tayyorlangan. Shuni ta'kidlash kerakki, keramzitning suv shimuvchanligi yuqori bo'lganligi tufayli beton sifatini yaxshilash uchun slanets keramziti qorishmaga aralashtirishdan oldin 24 soat davomida namlangan bo'lishi kerak. Tayyorlangan beton qorishmalari qoliplarga solingan va 24 soatdan keyin qolipdan chiqarilgan. Namunalarning sifatini ta'minlash uchun ular nisbiy namligi 95% dan kam bo'lmagan va xona harorati 20°C da 28 kun davomida standart quritish xonasiga joylashtirilgan. Silindrsimon namunalar maxsus talablarga javob bergan holda, jumladan, ikkita yuqori va pastki yuzalar orasidagi parallellik 0,02 mm dan kam, og'ishi (qiyaligi) esa 0,002 mm ga yetmagan etib tayyorlangan. Materialning zarbaviy yuklar ta'sirida kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatini aniqlashni 1914-yil Hopkinson tomonidan birinchi bor ishlab chiqilgan va 1949-yilda Kolskiy tomonidan takomillashtirgan dastgoh yordamida sinov ishlari olib borilgan. Materialdan o'tayotgan to'lqin tezligini aniqlash orqali uning shikastlanish darajasini bilvosita baholash uchun Ultratovushli sinovdan foydalanilgan. Yuk ta'sir ettirilgan namunani ichki strukturalarini, nuqsonlar, g'ovakliklar va donadorlik tarkibini oddiy kuzatuv yordamida aniqlab bo'lmaganligi tufayli kompyuter tomografiyasidan foydalanilgan. Hopkinson dastgohida eksperiment davomidagi natijalarini aniqligini ikkita, bir o'lchamli faraz qilish hamda kuchlanishning bir xilliligi farazi turlariga ajratgan holda tahlil qilingan. Bir o'lchamli faraz osonlik bilan amalga oshirilgan, asosan kuchlanish to'lqinlarining diffuziya ta'sirini kamaytirish uchun jarayon yuz beruvchi muhitning tomonlar nisbatlarini moslashtirish yoki sterjen zarbasi beriladigan joy oralig'iga o'rtacha yumshoqlikdagi materialni biriktirish orqali qabul qilingan.

Kuchlanishning zarbaviy to'lqini ta'siri ostidagi yengil beton buzilishining rivojlanishi ikkita jarayonda: birinchisi yengil to'ldiruvchilar strukturasiidagi buzilishlar, ikkinchisi qorishmadagi darzlarni rivojlanishi bilan davom etgan. Yengil betondagi shikastlanishlar zarbaviy kuchlanish to'lqini ta'sirida g'ovakliklardagi strukturani buzilishi bilan ustunlik qilgan. Bu esa zarba kuchi natijasida yuzaga keladigan kuchlanish konsentratsiyasini yuzaga keltirib qorishmadagi yoriqlarni kengayishiga to'sqinlik qilgan. Shikastlanish omili bilan solishtirma energiya orasidagi bog'liqlik kvadrat funksiya bilan ifodalanishi va boshlang'ich kuchlanishning ortishi bilan aylana sekin asta kichraygan. Yuklamaning ortishi bilan tishlashish oshib ichki ishqalanish burchagi kichraygani aniqlangan [18].

XULOSALAR

1. Yengil betonlarni fizik-mexanik xususiyatlarini tadqiq etish bo'yicha bajarilgan ilmiy tadqiqot ishlarini o'rganish va tahlil qilish natijalari shuni ko'rsatadiki, jahon va mamlakatimiz miqyosida mazkur ilmiy yo'nalishda ma'lum darajada eksperimental hamda nazariy tadqiqotlar o'tkazilgan va muayyan darajada ilmiy ma'lumotlar jamlangan.
2. Yengil betonlarni tayyorlashda g'ovakli to'ldiruvchi sifatida foydalaniladigan yirik to'ldiruvchi keramzit ishlab chiqarish uchun yaroqli xomashyoning kam bo'lgani sababli ishlab chiqarish ko'lami past bo'lgan.
3. Yirik to'ldiruvchilar (yengil to'ldiruvchi va chaqiq tosh) foizlarini kombinatsiyalash orqali tadqiqotlar deyarli o'tkazilmagan.
4. Kombinatsiyalash orqali optimal miqdorlar kombinatsiyasini topish va ularni sinash orqali mustahkamlik ko'rsatkichlarini o'sish dinamikasini o'rganish va tadqiq qilish dolzarb vazifalardan biri sifatida mualliflar tomonidan qayd etildi hamda belgilandi.
5. Shuning uchun ham, yengil to'ldiruvchilardan tayyorlangan mustahkamligi yuqori bo'lgan yengil beton hamda binolarning yuk ko'taruvchi konstruktiv elementlarini tadqiq qilish bo'yicha tadqiqotlarni davom ettirish muhimdir.
6. Yengil betonning buzilish jarayonida mustahkamligini belgilaydigan va unga qo'shilayotgan turli qo'shimcha tarkiblar, ularning proporsiyalari ta'sirini tadqiq qilish lozim.

Adabiyotlar

- [1]. EN 13055. Leichte Gesteinskörnungen (Lightweight Aggregates); Beuth-Verlag: Berlin, Germany, 2016; p. 58.
- [2]. ASTM C330M-17a. Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2017.
- [3]. ASTM C331M-17. Standard Specification for Lightweight Aggregates for Concrete Masonry Units; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2017.
- [4]. ASTM C332-17. Standard Specification for Lightweight Aggregates for Insulating Concrete; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2017.
- [5]. Karl, Ch., Timo, H., & Nancy, B. 2020. Lightweight Concrete-From Basics to Innovations. Materials 13, 1120.
- [6]. ACI Committee 213. ACI 213R-14 Guide for Structural Lightweight-Aggregate Concrete; American Concrete Institute: Farmington Hills, MI, USA, 2014; p. 53.
- [7]. EN 206. Concrete-Specification, Performance, Production and Conformity; Beuth Verlag: Berlin, Germany, 2013; p. 96.
- [8]. EN 1992-1-1. Eurocode 2: Design of Concrete Structures-Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings; Beuth-Verlag: Berlin, Germany, 2011; p. 241.
- [9]. Thienel, K. Precast elements of lightweight concrete with a porous matrix. BFT Int. 2000, 66, 62–72.
- [10]. Bergan, P.G., Bakken, K. Thienel, K.C. & Thienel, K. Analysis and Design of Sandwich Structures Made of Steel and Lightweight Concrete. In III European Conference on Computational Mechanics, Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2006; ISBN 978-1-4020-4994-1.
- [11]. Lösch, C., Hückler, A., Schlaich, M. Infraleichtbeton. Bauphysik 2019, 41, 1–6.
- [12]. Khatib, M., Ali, J., Balbaki, O., & Adel, E. Behavior of reinforced concrete beams containing lightweight aggregate in the tensile zone. 2020. BAU Journal - Science and Technology. Volume 1, Issue 2. ISSN: 2706-784X.
- [13]. Saad, M., Baalbaki, O., Khatib, J., Elkordi, A., Masri, A. (2019). Manufacturing of Lightweight Aggregates from Municipal Solid Waste Incineration Bottom Ash and their Impacts on Concrete Properties. In 2nd International Congress on Engineering and Architecture, Pages 1638 – 1649.
- [14]. Minapu, L. K., Ratnam, M. K. M. V., & Rangaraju, U. (2014). Experimental study on Light Weight Aggregate Concrete with Pumice stone, silica fume and fly ash as a partial replacement of coarse aggregate. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 3(12), 18130-18138.
- [15]. Van, L. T., Dinh, T. V., Kim, D. V., Bulgakov, B., Aleksandrova, O., & Bazhenova, S. (2018). Combined Effects of Bottom Ash and Expanded Polystyrene on Light-weight Concrete Properties. In MATEC Web of Conferences. Vol. 251, p. 01007.
- [16]. Anil Kumar, R., & Prakash, P. (2015). Studies on structural light weight concrete by blending light weight aggregates. International Journal of Innovative Research in Engineering & Management, 2(4), 48-52.
- [17]. Mirza, A. & Khalid, N. 2020. Flexural performance of reinforced concrete beams containing treated attapulgit as lightweight aggregate. IOP Conf. Materials Science and Engineering. 988. 012049.
- [18]. Xiaogang, W., Shuren, W., Jianhui, Y., Jianqing, Z., & Xu, Ch. 2022. Damage characteristics and constitutive model of lightweight shale ceramsite concrete under static-dynamic loading. Engineering Fracture Mechanics 259 108137

TUPROQ PARAMETRLARINI ANIQLASHDA INNOVATSION YONDOSHUV

S.S. Nasriddinov¹, A.Q. Xamrakulov¹, X.X.Keldiev², N.T.Movlonov³, F.S. Saidova¹

¹Astraxan davlat texnika universitetining Toshkent viloyatidagi filiali,
sfera3110@yandex.ru, tel: 93 543 03 81

²"TASHELECTRONICS" MChJ, husancom@rambler.ru 33 830 37 27

³"O'zbekgidroenergo" AJ movlonov.nodirbek@mail.ru, 90 880 00 42
(Qabul qilindi 06.11.2024 y.)

Аннотация: В статье приводится разработка системы мониторинга таких параметров, как влажность почвы, засоленность, температура и электропроводность на дистанции. А также показано, что к основной системе управления устройством одновременно можно подключить до 100 систем сбора данных.

Ключевые слова: почва, влага, соленость, температура, электропроводность, система управления, модуль.

Abstract: The article presents the development of a system for monitoring parameters such as soil moisture, salinity, temperature and electrical conductivity at a distance. It also shows that up to 100 data collection systems can be connected to the main control system of the device at the same time.

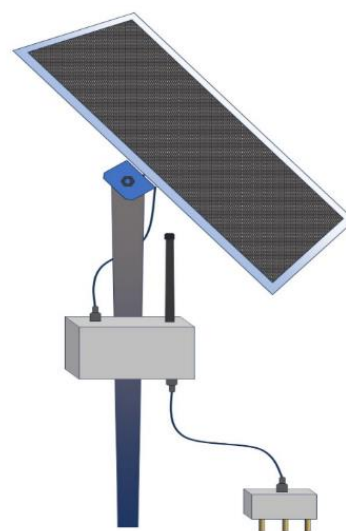
Keywords: soil, moisture, salinity, temperature, electrical conductivity, control system, module.

Annotatsiya: Maqolada tuproqning namliqi, sho'rlanishi, harorat va elektr o'tkazuvchanligi kabi parametrlarini kuzatish tizimini ishlab chiqildi. Qurilmaning asosiy boshqaruv tizimiga bir vaqtning o'zida 100 tagacha ma'lumotlarni yig'ish tizimlari ulanishi mumkinligi keltirilgan.

Kalit so'zlar: tuproq, namlik, sho'rlanish, harorat, elektr o'tkazuvchanlik, mahsulot, boshqarish tizimi, modul.

Keyingi yillarda mamlakatimiz qishloq xo'jaligini isloh qilish, xususan sohada davlat boshqaruvi tizimini takomillashtirish, bozor munosabatlarini keng joriy qilish, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini yetishtiruvchi, qayta ishlovchi va sotuvchi subyektlar o'rtasidagi munosabatlarning huquqiy asosini mustahkamlash, sohaga investitsiyalarni jalb qilish, resurstejamkor texnologiyalarni joriy etish hamda qishloq xo'jaligi mahsulotlari ishlab chiqaruvchilarni zamonaviy texnikalar bilan ta'minlash borasida muayyan ishlar amalga oshirilmoqda. Shu bilan birga, qishloq xo'jaligini rivojlantirish bo'yicha uzoq muddatga mo'ljallangan strategiyaning mavjud emasligi yer va suv resurslaridan samarali foydalanishga, sohaga investitsiyalarni keng jalb etishga, ishlab chiqaruvchilarning yuqori daromad olishiga va mahsulotlar raqobatbardoshligini oshirishga to'sqinlik qilmoqda.

Ishlab chiqarishni diversifikatsiya qilish, yer va suv munosabatlarini takomillashtirish, qulay agrobiznes muhitini va yuqori qo'shilgan qiymat zanjirini yaratish, kooperatsiya munosabatlarini rivojlantirishni qo'llab-quvvatlash, sohaga bozor mexanizmlarini, axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini keng joriy etish, shuningdek, ilm-fan yutuqlaridan samarali foydalanish hamda kadrlar salohiyatini oshirish maqsadida bir necha vazifalar belgilangan. Hozirgi vaqtda mamlakatda qishloq xo'jaligiga oid bilim va axborotlar tarqatish uchun zamonaviy xususiy tuzilmalar deyarli mavjud emas[1]. Hozirgi vaqtda qishloq xo'jaligi sohasida axborot texnologiyalarini qo'llash katta ahamiyatni kasb etadi. Ushbu masalada biz tomondan qishloq xo'jaligi mahsulotlarini yetishtirishda innovatsion yondoshuv amalga oshirildi. Biz namlik, sho'rlanish, harorat va elektr o'tkazuvchanligi kabi er parametrlarini kuzatish tizimini ishlab chiqdik. Tizim to'liq avtomatlashtirilgan va datchiklar bilan jihozlangan, shuningdek, inson aralashuvisiz kechayu kunduz yer holatini mustaqil tahlil qilish imkoniyatiga ega. Tizimning sensor bloki quyosh panellari bilan jihozlanganligi va tashqi elektr energiyasini talab qilmasligi tufayli doimiy ravishda axborot olish imkonini beradi [2]. 1-rasmda ko'rsatilgan 100 tagacha ob'ekt ma'lumotlarini bir



1-rasm. Tuproq holatini tahlil qiluvchi va asosiy qurilmaga uzatib turuvchi qurilmaning tashqi ko'rinishi.

vaqtning o'zida yig'ib boshqarish tizimiga uzatishi mumkin. Ushbu datchiklar ma'lumotlarni to'playdi, ularni markazlashtirilgan tizimga uzatadi va keyin foydali ma'lumotlarni ishlab chiqarish uchun tahlil qiladi.

Mobil yoki onlayn ilovalardan foydalanib, ushbu ma'lumotlarga masofadan kirish mumkin, bu ularga ongli qarorlar qabul qilish va kerak bo'lganda o'sib borayotgan muhitni o'zgartirish imkonini beradi. Ushbu tizimning integratsiyalashuvi fermerlik sohasiga katta foyda keltirmoqda. Bu atrof-muhit omillarini aniq va dinamik nazorat qilish imkonini beradi, o'simliklar rivojlanishi uchun eng yaxshi sharoitlarni kafolatlaydi. Haqiqiy vaqtda ma'lumotlarga asoslanib, avtomatlashtirilgan tizimlar resurslaridan foydalanishni optimallashtirish va hosildorlikni yaxshilash uchun sug'orish tizimlarini xam avtomatlashtirish imkonini beradi. Tizim, shuningdek, ideal sharoitlardan og'ishlarni erta bosqichda aniqlash imkonini beradi, bu esa hosilning nobud bo'lishining oldini olish uchun tezkor choralar ko'rish imkonini beradi. Bu tizim to'liq avtomatlashtirilgan bo'lib, inson aralashuvisiz yerning kechayu kunduz holatini mustaqil tahlil qilish imkoniyatiga ega. Sensor blokidan olingan ma'lumotlar 2,4 MGts radio chastotasi yordamida 1200 metr masofaga uzatiladi. Sensor bloki quyosh panellari bilan jihozlanganligi sababli uni tashqi elektr tarmoqlariga ulash talab etilmaydi va datchiklardan ma'lumotlarni uzatish doimiy ravishda amalga oshiriladi. Qurilmaning asosiy boshqaruv tizimiga hozirda bir vaqtning o'zida 100 tagacha qurilmalardan ma'lumotlarni yig'ish imkoniyati mavjud.

Bu qurilma tuproqdagi kuzatilishi kerak bo'lgan har bir nuqta haqida ma'lumot to'plash imkonini beradi. Hozirgi vaqtda bir vaqtning o'zida 100 dan 125 ta datchik blokidan ma'lumotlarni yig'ish uchun ushbu qurilmalarning ishlashini optimallashtirish bo'yicha talaygina ishlar olib borilmoqda. Qurilmani loyihalashda zamonaviy axborot texnologiyalari jihozlaridan foydalanildi [2].

Axborotlarni qisqa masofada simsiz aloqasiz uzatish uchun 2.4 GHz da ishlaydigan raqamli Nordic Semiconductor tomonidan ishlab chiqilgan radio-modul NRF24L01 dan foydalanildi [3]. Uni yuqori tezlikda ma'lumot uzatish va qabul qilish uchun ishlatish mumkin va ko'plab arduino, Raspberry Pi va boshqa mikrokontrollerlar bilan integratsiya qilinishi imkoniyati mavjud. Modul ma'lumotlarni 250 kbps, 1 Mbps, va 2 Mbps. tezligda uzatadi. Tezlik va quvvat darajasiga qarab, modul 1200 metr masofagacha axborotni uzata olish hamda qabul qilib olishi (ochiq joyda) mumkin. NRF24L01 moduli 1.9V - 3.6V quvvat manбайдan oziqlanadi, shuning uchun uni 3.3V manбайдan quvvatlash kerak bo'ladi. Axborotni uzatish sifatini oshirish hamda uzoq masofaga uzatish maqsadida, integratsiyalangan tashqi antennadan foydalanildi. NRF24L01 moduli SPI (Serial Peripheral Interface- Seriyali periferik interfeys) protokoli yordamida mikrokontrollerga ulanadi. SPI orqali ma'lumotlar uzatiladi va qabul qilinadi. NRF24L01 modulida TX (transmitter) va RX (receiver) rejimlari mavjud. Bu modullar bir-biriga ma'lumot yuborish (TX) yoki qabul qilish (RX) rejimida ishlash uchun sozlanadi.

Uzatish (Transmitte TX):

Uzatish uchun, `openWritingPipe` funksiyasi yordamida uzatish manzili sozlanadi.

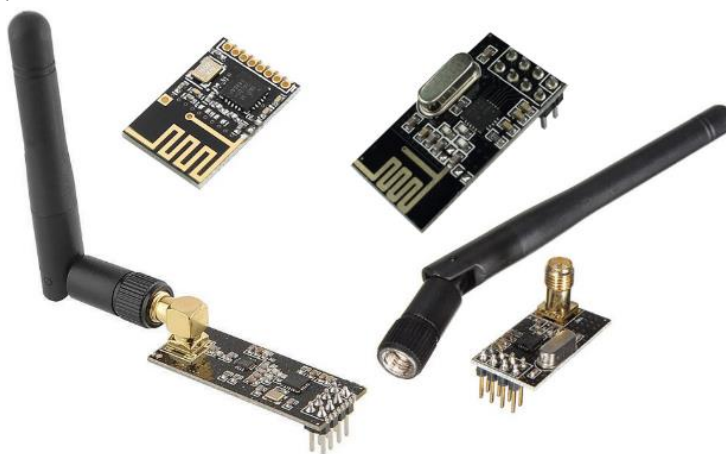
-Ma'lumotni uzatish: Uzatish uchun `radio.write` funksiyasidan foydalaniladi, u uzatiladigan ma'lumotlarni Serial Port orqali yuboradi. Signallar CE (Chip Enable) pinini HIGH holatiga keltirish orqali uzatila boshlanadi.

Signallarni qabul qilish uchun, `openReadingPipe` funksiyasi yordamida qabul qiluvchi manzil sozlanadi. `radio.read` funksiyasi yordamida ma'lumotlar qabul qilinadi. CE (Chip Enable) pinini HIGH holatiga keltirish orqali qabul qilish jarayoni boshlanadi.

Modulning asosiy qismlari va ularning ishlash tamoyillari. SPI interfeysi:

- MISO (Master In Slave Out) — ma'lumotlarni olish uchun ishlatiladi.
- MOSI (Master Out Slave In) — ma'lumotlarni uzatish uchun ishlatiladi.
- SCK (Serial Clock) — vaqt belgilash, signalni sinxronlash uchun ishlatiladi.
- CSN (Chip Select) — SPI interfeysida qurilmani tanlash uchun ishlatiladi.
- CE (Chip Enable) — uzatish yoki qabul qilishni boshqaradi.

Modulning ichki arxitekturasida registerlar mavjud bo'lib ular modulning ishlashini boshqaradi, registerlar orqali modulning manzilini, tezligini, quvvat darajasini va boshqa parametrlari sozlanadi. Shu



NRF24L01 raqamli radio-modul

bilan birga uzatish va qabul qilish Tx va Rx FIFO buferlari mavjud bo'lib, har bir uzatish va qabul qilish operatsiyasi FIFO (First In, First Out) tamoyili asosida amalga oshiriladi.

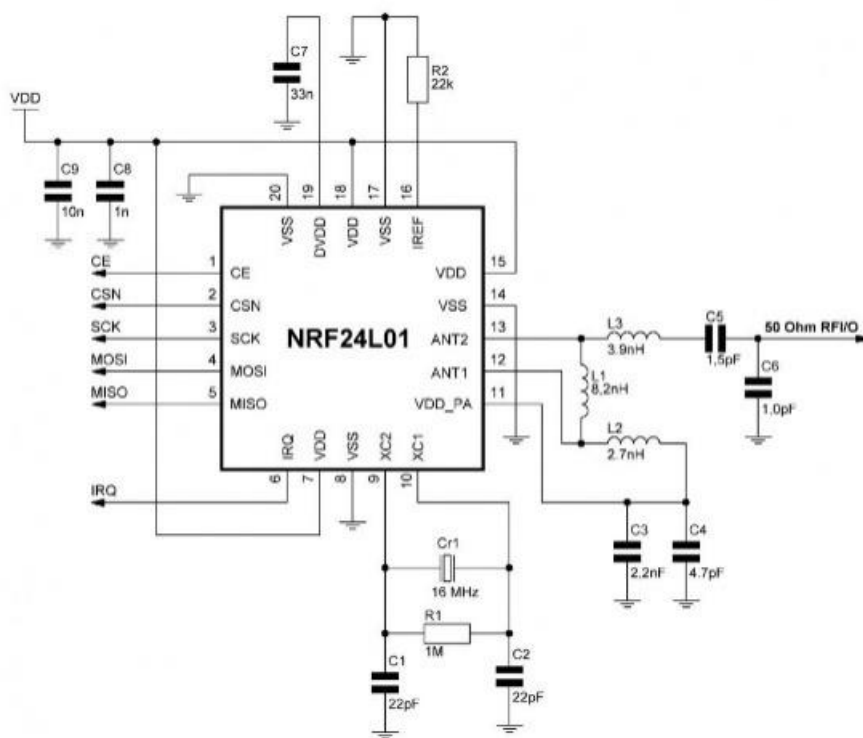
Power Amplifier (PA) tizimi ma'lumot uzatish vaqtida signal kuchini oshiruvchi tizim hisoblanadi. Quvvat darajasi modulning ishlash masofasini va signal sifatini belgilaydi. Bu parametрни setPALevel orqali sozlashimiz mumkin.

Antenna: modulda ichki yoki tashqi bo'lishi mumkin. Ichki antenna bilan ishlashda ma'lum bir masofagacha uzatish mumkin, tashqi antenna yordamida esa uzoq masofalarga signal uzatish imkoniyati paydo bo'ladi. Data Rate ma'lumotlar uzatish tezligini bildiradi. Modul standart sozlamalar orqali 250 kbps, 1 Mbps, va 2 Mbps tezliklarda ishlash mumkin. Tezlikni setDataRate funksiyasi yordamida sozlash mumkin.

Modulning xatoliklarni tekshirish va signalni yuborish

Auto Retransmission: Agar uzatish xatoligi yuzaga kelsa (masalan, signalni qabul qiluvchi qurilma mavjud bo'lmasa), NRF24L01 avtomatik ravishda ma'lumotni qayta yuborishga harakat qiladi. Bu parametрни setAutoRetransmit orqali boshqarish mumkin.

Acknowledge (ACK): Ma'lumot qabul qilinganligini tasdiqlovchi ACK signali yuborilishi mumkin. Bu imkoniyatni enableAckPayload va setAckPayloadSize yordamida faollashtirish mumkin. NRF24L01 moduli 125 ta kanalni qo'llab-quvvatlaydi. Kanalni tanlash orqali biz boshqa qurilmalarning aralashuvi (interferensiya)dan saqlanishimiz mumkin bo'ladi. Kanalni setChannel funksiyasi orqali tanlashimiz mumkin[4]. Har bir qurilma uchun 5 baytli manzil mavjud. Manzil sozlamalari orqali bir nechta qurilmalar o'rtasida aloqa o'rnatish mumkin.



NRF24L01 ma'lumotlarni qabul qilish va uzatish qurilmasi

Har bir qurilma uchun 5 baytli manzil (adres) mavjud. NRF24L01 moduli 3.3V bilan ishlaydi. 5V ta'minoti moduli ishdan chiqishi yoki noto'g'ri ishlashiga sabab bo'lishi mumkin. Buning uchun 3.3V stabilizatori (masalan, AMS1117) ishlatish tavsiya etiladi. Quyidagi axborotlar orqali

- Standby (holatida quvvat iste'moli juda past).
- Transmit (uzatish holatida yuqori quvvat iste'moli, 11-12 mA).
- Sleep mode (kam quvvatli holat, deyarli 1-2 μ A) ekanligini ko'rish mumkin.

Tashqi antenna modulni uzoq masofalarga ishlatishga imkon beradi. Yoki ichki antennali modellarda signalni kuchaytirish uchun PA (Power Amplifier) sozlamalaridan foydalaniladi. Modulning yordamchi funksiyalari ichida Power Down Mode mavjud bo'lib unda modulni energiya tejash rejimiga kiritish uchun

powerDown() funksiyasidan foydalanish mumkin. Standby Mode da esa oddiy kutish rejimi, energiya sarfini kamaytirish uchun standby() funksiyasi ishlatiladi.

Shunday qilib yuqoridagi qurilmalar orqali uzoq masofadagi yerlarning namligi, shoʻrligi va haroratini onlayn kuzatish imkoniyati yaratiladi.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 23 oktyabrda «O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020—2030 yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida»gi PF-5853-son Farmoni
- [2]. Насриддинов С.С., Хамракулов А.К., Мовлонов Н.Т., Саидова Ф.С. Система слежения параметров почвы. ISSN 2308-4804. Science and world. 2024. № 9 (133).
- [3]. <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/radio-modul-nrf24l01/>
- [4]. <http://www.asterisk.ru/knowledgebase/Asterisk+func+channel>

РАЗРАБОТКА РЕГРЕССИОННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПАРАБОЛОЦИЛИНДРИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРАТОРА

С.Ф. Эргашев¹, Н. Умаралиев¹, Ё.А. Юсупов²

¹Ферганский политехнический институт

²Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммеда аль-Хорезми
(Получена 19.10.2024 г.)

Аннотация: В статье представлена разработка регрессионной математической модели, предназначенной для оценки тепловой производительности параболоцилиндрического концентратора (ПЦК). Основными факторами, включёнными в модель, являются плотность потока солнечных лучей и температура теплоносителя. Для построения модели был использован метод наименьших квадратов, что позволило минимизировать отклонения между измеренными и предсказанными значениями тепловой производительности. Результатом работы является регрессионная модель, которая позволяет с высокой точностью прогнозировать тепловую мощность ПЦК в различных климатических и эксплуатационных условиях. Предложенная модель может быть применена для повышения точности прогнозов и оптимизации работы ПЦК, позволяющее улучшения его энергоэффективности в задачах проектирования и эксплуатации солнечных ПЦК.

Ключевые слова: параболоцилиндрического концентратор, метод наименьших квадратов, оптические характеристики, тепловые характеристики, критерий адекватности.

Abstract: The article presents the development of a regression mathematical model designed to assess the thermal performance of a parabolic trough concentrator (PTC). The main factors included in the model are the density of the solar flux and the temperature of the coolant. The least squares method was used to build the model, which made it possible to minimize deviations between the measured and predicted values of thermal performance. The result of the work is a regression model that allows for a high-accuracy prediction of the thermal power of the PTC in various climatic and operating conditions. The proposed model can be used to improve the accuracy of forecasts and optimize the operation of the PTC, allowing for improvements in its energy efficiency in the design and operation of solar PTCs.

Key words: parabolic trough concentrator, least squares method, optical characteristics, thermal characteristics, adequacy criterion.

Annotatsiya: Maqolada parabolosilindrik kontsentratorning (PSK) issiqlik quvvatini baholash uchun mo'ljallangan regression matematik model ishlab chiqilgan. Modelga kiritilgan asosiy omillar quyosh oqimining zichligi va issiqlik tashuvchi suyuqlikning haroratidir. Modelni yaratish uchun eng kichik kvadratlar usuli qo'llanilgan bo'lib, bu o'lchangan va prognoz qilingan issiqlik quvvati qiymatlari o'rtasidagi farqlarni minimallashtirdi. Ishning natijasi turli xil iqlim va ish sharoitida PSK ning issiqlik

quvvatini yuqori aniqlik bilan bashorat qilish imkonini beruvchi regression modeldir. Taklif etilayotgan modeldan prognozlarning aniqligini oshirish va PSK ning ishlashini optimallashtirish uchun foydalanish mumkin, bu esa quyosh PSKni loyihalash va ishlatishda uning energiya samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: *parabolasilindrik konsentrator, eng kichik kvadratlar usuli, optik xarakteristikalar, issiqlik xarakteristikalari, adekvatlik mezon.*

Введение

Развитие солнечной энергетики и совершенствование технологий, обеспечивающих эффективное преобразование солнечной энергии в тепловую, являются важными направлениями для достижения устойчивого энергоснабжения. Параболоцилиндрические концентраторы широко применяются в солнечных тепловых установках, поскольку позволяют эффективно концентрировать солнечное излучение на узкую фокусирующую линию, повышая его плотность и, следовательно, тепловую мощность системы. Одним из ключевых показателей эффективности работы ПЦК является его тепловая производительность, которая характеризует способность установки преобразовывать солнечную радиацию в тепловую энергию для дальнейшего использования [1].

Тепловая производительность ПЦК зависит от множества факторов, таких как угол падения солнечных лучей, геометрические параметры концентратора, коэффициент отражения зеркальной поверхности, температура и расход теплоносителя, а также атмосферные условия. Понимание и прогнозирование влияния этих параметров на тепловую производительность позволяет не только оптимизировать работу установки, но и повысить её энергоэффективность. Однако из-за сложной и нелинейной зависимости производительности от ряда переменных, разработка адекватной математической модели представляет собой сложную научную и практическую задачу [2].

Для решения этой задачи в данной работе предлагается использование регрессионного анализа. Регрессионная модель, построенная на основе метода наименьших квадратов, позволяет количественно описать влияние различных факторов на тепловую производительность ПЦК и с высокой точностью предсказывать её значение при изменении условий эксплуатации. Разработка такой модели требует сбора данных в различных условиях работы ПЦК, статистического анализа для выявления значимых факторов, а также оптимизации параметров модели для достижения точного предсказания тепловой мощности [3-4].

Методы и материалы

Современное развитие науки стимулирует все более широкое применение математического моделирования в различных ее областях. Почти любая задача математического моделирования, в которой исходных данных достаточно для того, чтобы переопределить решение, требует применения того или иного метода аппроксимаций. По ряду вполне объективных причин наиболее часто в качестве критерия аппроксимации выбирают метод наименьших квадратов.

В данной работе для построения математической модели регрессионного типа используем метод наименьших квадратов, с помощью которой находим коэффициенты линейной регрессионной модели описывающий взаимосвязи параметров ПЦК. Найденные коэффициенты линейной регрессионной модели теплопроизводительности ПЦК позволяют с практически достаточной точностью оценить влияние параметров ПЦК. Для оценки адекватности построенной модели использовано критерий Фишера.

Результаты и обсуждения

Экспериментальное исследование состоит из процесса горячей водоподготовки на ПЦК, вместе с этим определения значения ключевых параметров, влияющих на эффективность процесса, таких как, время, объем, солнечная радиация, скорость ветра, и на

основании анализа экспериментальных данных построить математическую модель, определяющую тепловую производительность ПЦК [5].

Нами были исследованы оптические и тепловые характеристики энергетического модуля солнечной параболоцилиндрической установки с геометрическими характеристиками: ширина $D=2000$ мм, длина $L=5000$ мм, фокусное расстояние $f=866$ мм и угол охвата $\alpha=60^\circ$. Отражательная поверхность образована листами зеркального алюминия производства Германии с интегральным отражением солнечных лучей $R_z=0,79\div 0,80$. ПЦК установлен на полигоне Ферганского политехнического института по направлению запад-восток. Концентратор крепится на двух сварных фермах, обеспечивающих его установки под конкретным расчетным для широты местности заданным углом относительно горизонта. В фокальной плоскости коллектора на регулируемых крепежных приспособлениях установлен приемник рассчитанной размерности в виде трубы. Приемник представляет собой трубу из нержавеющей стали с наружным диаметром $d_1=42$ мм, длина которой составляет $l_p=5000$ мм. Теплоносителем служит вода [6-7].

Результаты экспериментальных данных приведены в таблице 1.

Таблица 1

n	t_s	E_s	T_p
1	0	800	22
2	10	900	33
3	20	988	41
4	30	913	49
5	40	970	58
6	50	540	58
7	60	600	57
8	70	390	55
9	80	1011	68
10	90	990	72
11	100	1035	80

На основании проведенного экспериментального анализа приступаем к построению регрессионной математической модели, определяющей тепловую производительность ПЦК. При этом для решения выше поставленной задачи строим двухфакторную модель.

Таким образом, линейная двухфакторная регрессионная модель будет иметь следующий вид:

$$T_p(t, E) = A_0 + A_1 t_s + A_2 E_s \quad (1)$$

где T_p – температура воды (расчетная), t – время, E – плотность потока солнечного излучения, A_0, A_1, A_2 – неизвестные параметры, t_s – время (экспериментальная), E_s – плотность потока солнечного излучения (экспериментальная). Так как, разница между расчетными и экспериментальными данными должно приближаться к бесконечно малому

$$\delta > 0:$$

$$F = (T_s - T_p) = \delta \Rightarrow (T_s - T_p)^2 = \delta^2$$

$$(T_3 - A_0 - A_1 t_3 - A_2 E_3)^2 = \delta^2 = 0, \quad (2)$$

где T_3 – температура воды (экспериментальная). Из уравнения (2) находим частные производные по неизвестным параметрам A_0, A_1, A_2 :

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial A_0} = 2(T_3 - A_0 - A_1 t_3 - A_2 E_3)(-1) = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial A_1} = 2(T_3 - A_0 - A_1 t_3 - A_2 E_3)(-t_3) = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial A_2} = 2(T_3 - A_0 - A_1 t_3 - A_2 E_3)(-E_3) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_3 - A_0 - A_1 t_3 - A_2 E_3 = 0 \\ T_3 t_3 - A_0 t_3 - A_1 t_3^2 - A_2 E_3 t_3 = 0 \\ T_3 E_3 - A_0 E_3 - A_1 t_3 E_3 - A_2 E_3^2 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N T_{3i} - A_0 - A_1 \sum_{i=1}^N t_{3i} - A_2 \sum_{i=1}^N E_{3i} = 0 \\ \sum_{i=1}^N T_{3i} t_{3i} - A_0 \sum_{i=1}^N t_{3i} - A_1 \sum_{i=1}^N t_{3i}^2 - A_2 \sum_{i=1}^N E_{3i} t_{3i} = 0 \\ \sum_{i=1}^N T_{3i} E_{3i} - A_0 \sum_{i=1}^N E_{3i} - A_1 \sum_{i=1}^N E_{3i} t_{3i} - A_2 \sum_{i=1}^N E_{3i}^2 = 0 \end{cases}$$

Из этой системы уравнений находим неизвестные параметры A_0, A_1, A_2 (коэффициенты линейной двухфакторной модели) и выражение (1) имеет следующий вид:

$$T_p(t, E) = -1,26 + 0,55t_3 + 0,032E_3. \quad (3)$$

Подставляя соответствующие значения из таблицы 1 в выражение (3) находим значения $T_p(t, E)$:

Таблица 2

n	t_3	E_3	T_3	T_p
1	0	800	22,00	24,34
2	10	900	33,00	34,68
3	20	988	41,00	42,36
4	30	913	49,00	47,45
5	40	970	58,00	56,78
6	50	540	58,00	56,01
7	60	600	57,00	58,94
8	70	390	55,00	53,37
9	80	1011	68,00	70,09
10	90	990	72,00	73,92
11	100	1035	80,00	81,22

На рисунке 1 представлены результаты эксперимента и модели.

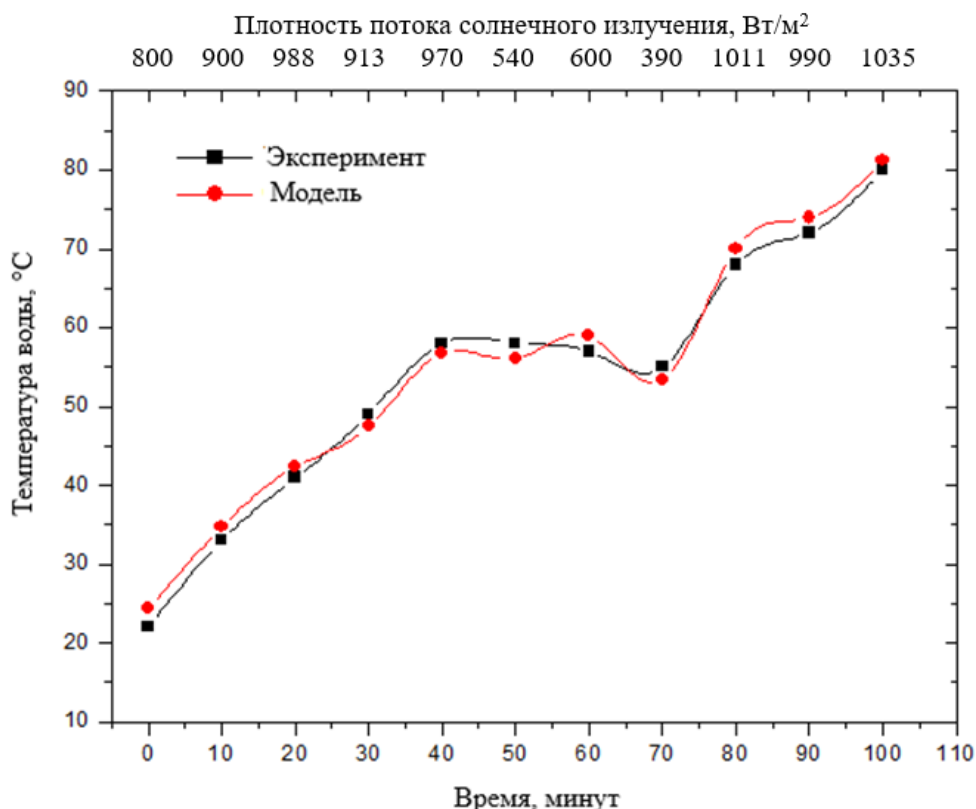


Рис. 1. Результаты эксперимента и модели.

Для уверенности при практической применении разработанной модели регрессии, оценим ее адекватность. Корреляционный и регрессионный анализ, в наших экспериментах, проводилась по ограниченному объёму. Поэтому показатели регрессии и корреляции – параметры уравнения регрессии, коэффициент корреляции и коэффициент детерминации могут быть искажены действием случайных факторов. Адекватность показывает, на сколько эти показатели характерны для всей генеральной совокупности, не являются ли они результатом стечения случайных обстоятельств. Для анализа адекватности уравнения регрессии (модели) используем критерий Фишера.

Проверка значимости уравнения регрессии позволяет установить силу соответствия математической модели, которая выражает зависимость между переменными, экспериментальным данным и косвенно оценивает адекватность построенной модели. Чтобы иметь общее суждение о качестве модели, из относительных отклонений по каждому наблюдению определяют среднюю ошибку аппроксимации. Проверка адекватности уравнения регрессии (модели) осуществляется с помощью средней ошибки аппроксимации, величина которой не должна превышать 10% (рекомендовано). Ошибка аппроксимации в пределах меньше 5% свидетельствует о хорошем подборе модели к исходным данным:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \sum \frac{|T_3 - T_p|}{T_3} \cdot 100\% \quad (4)$$

Подставляя данные эксперимента и соответствующие значения полученной модели, получим

Таблица 3

n	t_3	T_3	T_p	$T_3 - T_p$	$(T_3 - T_p) / T_3$
1	0	22,00	24,34	2,34	0,106
2	10	33,00	34,68	1,68	0,051
3	20	41,00	42,36	1,36	0,033
4	30	49,00	47,45	1,55	0,032
5	40	58,00	56,78	1,22	0,021
6	50	58,00	56,01	1,99	0,034
7	60	57,00	58,94	1,94	0,034
8	70	55,00	53,37	1,63	0,030
9	80	68,00	70,09	2,09	0,031
10	90	72,00	73,92	1,92	0,027
11	100	80,00	81,22	1,22	0,015
					0,414

Отсюда,

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{11} \cdot 0,414 \cdot 100\% = 3,76\%,$$

так как, ошибка аппроксимации меньше 5%, это свидетельствует о хорошем подборе модели, значит, уравнение регрессии адекватно.

Оценка значимости уравнения регрессии в целом производится на основе F -критерия Фишера, которому предшествует дисперсионный анализ. В математической статистике дисперсионный анализ рассматривается как самостоятельный инструмент статистического анализа. Для оценки значимости F -критерий Фишера находится с помощью формулы

$$F_{\text{набл}} = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}, \quad (5)$$

где σ_1 и σ_2 – дисперсии выборок ($\sigma_1 > \sigma_2$). При $F_{\text{набл}} < F_{\text{кр}}$ гипотеза принимается.

Оценим значимость полученного уравнения регрессии:

$$F_{\text{набл}} = \frac{289,69}{286,21} = 1,01$$

По таблице критерия Фишера находим критическое значение $F_{\text{кр}}=2,98$, следовательно, $2,98 > 1,01$, $F_{\text{кр}} > F_{\text{набл}}$. Отсюда, различия в оценках между экспериментом и моделью присутствует, значит, полученное уравнение регрессии значима.

Таблица 4

t_s	T_s	T_p	$D(T_s)$	$D(T_p)$
0	22,00	24,34	101,82	90,78
10	33,00	34,68	43,72	39,16
20	41,00	42,36	16,66	14,66
30	49,00	47,45	2,41	4,93
40	58,00	56,78	1,67	0,53
50	58,00	56,01	1,67	0,24
60	57,00	58,94	0,96	2,00
70	55,00	53,37	0,12	0,12
80	68,00	70,09	19,86	24,40
90	72,00	73,92	32,73	37,83
100	80,00	81,22	68,07	71,56
сумма	593,00	599,16	289,69	286,21
среднее	53,91	54,47		

Заключение

На основании проведенных экспериментов разработана регрессионная математическая модель, с помощью которой можно прогнозировать тепловую производительность параболоцилиндрического концентратора. Полученное регрессионное уравнение проверено критерием Фишера на адекватность и значимость, соответственно, модель удовлетворяет условиям критерия. Разработанная модель позволит эффективно оценивать производительность ПЦК при различных условиях, а также применять её для оптимизации работы и повышения энергоэффективности солнечных тепловых установок.

Список литературы

- [1] Y.A. Yusupov, et al. Automated Stand for Measuring Thermal and Energy Characteristics of Solar Parabolic Trough Concentrators. *Appl. Sol. Energy*, 57, pp. 216-222 (2021). doi: 10.3103/S0003701X21030117
- [2] Yo.A.Yusupov, at al. Development of an automated stand for measuring the thermal characteristics of solar parabolic trough collectors - *International Journal of Sustainable and Green Energy*. Vol. 10, No. 1, 2021, pp. 28-31. doi: 10.11648/j.ijrse.20211001.15
- [3] С.Ф. Эргашев, О.Х. Отакулов, С.М. Абдурахмонов, Ё.А. Юсупов, Автоматизированный стенд для измерений, регистрации и обработки результатов энергетических характеристик солнечных параболоцилиндрических установок. Материалы V международной конференции "Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниковых микро- и наноструктурах", Фергана, 2020, стр. 363-366.
- [4] Ё.А. Юсупов, О.Х. Отакулов Математическая модель расчета тепловой эффективности параболоцилиндрического концентратора // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2023. – № 2(66). – С. 1075-1087. – DOI 10.56634/16948335.2023.2.1075-1087. – EDN TXYSOI.
- [5] O.H. Otaqulov, S.F. Ergashev, Y.A. Yusupov, Analysis of the optical and thermal characteristics of a solar parabolic cylindrical collector - *Scientific-technical journal of FerPI*, 2020, T.24, №6.
- [6] Ё.А. Юсупов, О.Х. Отакулов, С.Ф. Эргашев, Обзор современного состояния измерения тепловых и энергетических характеристик параболоцилиндрических концентраторов - *НТЖ ФерПИ*, 2021, Т.25, спец. №1.
- [7] Юсупов, Ё. (2023, October). Методы измерения тепловых и энергетических характеристик параболоцилиндрических концентраторов. In *Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions"*.

UO‘K 621.472

**TURBULIZATORLAR YORDAMIDA QUYOSH HAVO KOLLEKTORLARIDA
ISSIQLIK-GIDRODINAMIK JARAYONLARNI JADALLASHTIRISHNING
ZAMONAVIY HOLATI**

U.X. Ibragimov¹⁾, J.R., Qodirov²⁾

¹⁾Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, ²⁾Buxoro davlat universiteti
([Qabul qilindi 16.08.2024 y.](#))

Annotatsiya. Ushbu maqolada quyosh havo kollektorlarida issiqlik-gidrodinamik jarayonlarni jadallashtirish uchun qo‘llaniladigan turbulizatorning samarasi, turbulizatorlarning konstruktiv xususiyatlari, quyosh havo kollektorining absorberida turli geometrik shakldagi turbulizatorlarni qo‘llash bo‘yicha olib borilgan ilmiy-tadqiqotlarning tahlillari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: quyosh havo kollektori, havo, turbulizator, oqim xarakteristikasi, issiqlik almashinuv, absorber, ishqalanish koeffitsiyenti.

Аннотация. В данной статье представлены эффективность турбулизатора, используемого для интенсификация теплогидродинамических процессов в солнечных воздушных коллекторах, конструктивные характеристики турбулизаторов, а также анализ научных исследований, проведенных по использованию турбулизаторов различной геометрической формы в поглотителе солнечного воздушного коллектора.

Ключевые слова: солнечный воздушный коллектор, воздух, турбулизатор, характеристика потока, теплообмен, поглотитель, коэффициент трения.

Annotation. This article presents the effectiveness of a turbulator used to intensify thermohydrodynamic processes in solar air collectors, the design characteristics of turbulators, as well as an analysis of scientific research conducted on the use of turbulators of various geometric shapes in the absorber of a solar air collector.

Key words: solar air collector, air, turbulator, flow characteristic, heat exchange, absorber, friction coefficient

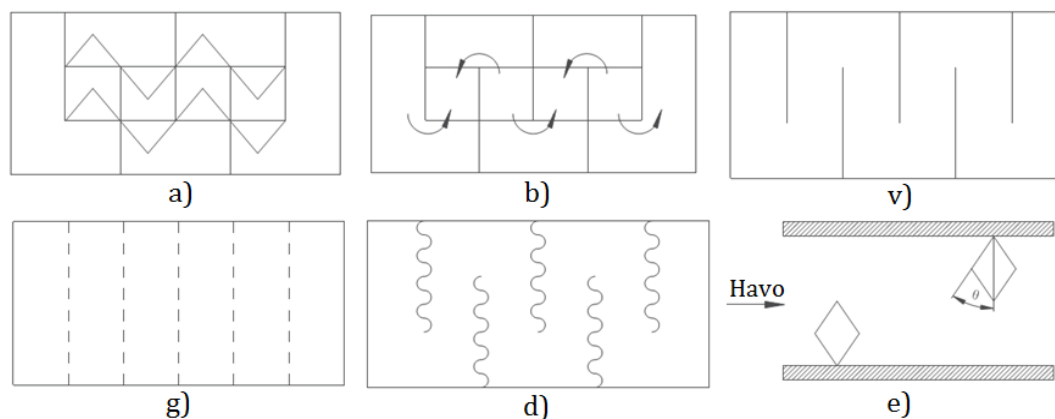
Kirish. Quyosh energiyasidan foydalanishning eng oddiy va samarali usuli-quyosh energiyasini quyosh havo kollektorlari (QHK) yordamida issiqlik energiyasiga o‘zgartirishdir. QHKLari arzonligi va konstruksiyasining soddaligi sababli ko‘p yillardan buyon xonalarni isitish, energetika sanoati, qishloq xo‘jaligi va oziq-ovqat sanoatlarida keng qo‘llaniladi. QHK shovqinsiz ishlaydi, qurilmada muzlash yoki qaynash sodir bo‘lmaydi, ekologik toza, texnologik sodda va ishonchli qurilma bo‘lib, xizmat ko‘rsatish muddati 20-30 yilni tashkil etadi [1]. 2021 yilning oxirida jahonda ishga tushirilgan umumiy quyosh issiqlik quvvati 522 GVt (746 mln. m²) hamda shishali va shishasiz QHKlarning umumiy o‘rnatilgan quvvati 1012 MVt (1,44 mln. m²) bo‘lib, 2021 yilning o‘zida quyosh kollektorlarining quvvati 21 GVt ga (31 mln. m²) oshdi va 2021 yilda jahon quyosh issiqlik bozori 2020 yilga nisbatan 3% ga o‘sd. Quyosh issiqlik energiyasini yillik ishlab chiqarish 425 TVt-soatni tashkil etdi, natijada 45,7 mln. tonna neft va 147,5 mln. tonna CO₂ tejallishiga erishildi. 2021 yilda jahonda yangi ishga tushirilgan umumiy issiqlik quvvati 25,4 GVt (36,3 mln. m²) bo‘lib, shundan yangi ishga tushirilgan shishali va shishasiz QHKlarning umumiy quvvati 38,0 MVt ni (0,017 mln. m²) tashkil etdi [2].

Material va usullar. QHKning issiqlik xarakteristikasini yaxshilashda qo‘llaniladigan samarali usullaridan biri turbulizatorlardan foydalanish hisoblanadi. Turbulizatorlar havo oqimining dinamik maydonida oqimning turbulentligini hosil qiladi va konvektiv issiqlik almashinuvini yaxshilaydi. Havo oqimida turbulizatorlarni mavjud bo‘lishi absorber plastinadan issiqlik uzatishni va bosim yo‘qotilishini sezilarli oshiradi. Turbulizatorlar QHK ichki oqimini qayta tashkil etadi, gorizontal yoki vertikal yo‘nalishda QHKning havo bo‘shlig‘ini bir nechta kanallarga ajratish yo‘li bilan havoni turish vaqtini oshiradi, havo oqimini QHKda uyurmasiz bir xil taqsimlanishini ta‘minlaydi, natijada issiqlik yo‘qotilishi kamayadi, issiqlik uzatishni oshirish uchun turbulentlikni

va oqim aralashishini kuchaytiradi. QHKning samaradorligini oshirish uchun turli shakldagi turbulizatorlardan foydalaniladi. Turbulizatori QHKlar ikkita kategoriyaga ajratiladi: teshiksiz va teshikli turbulizatorlar. Teshiksiz turbulizatorli QHKlarda havo oqimi turbulizator va korpus orasida qolgan tirqishni aylanib o'tadi. Turbulizatoridan keyin oqimni retsirkulyatsiyalanishi hisobiga qaynoq zona hosil bo'ladi, natijada ushbu zonalarida issiqlik berish yomonlashadi. Ushbu muammoni yechish uchun turbulizatorlarda teshikchalarni hosil qilish taklif etilgan bo'lib, havo oqimi teshikchalardan oqib o'tadi. Teshikchalar qaynoq zonalarida issiqlik almashinuvini yaxshilaydi va kanalda bosim yo'qotilishi kamayadi. Shuningdek, teshikcha orqali o'tgan havoning bir qismi asosiy oqim bilan aralashib, juda yuqori darajadagi aralashish va turbulentlikni hosil qiladi. Teshiksiz turbulizator xarakteristikasiga turbulizatorlar orasidagi masofa va shakli, teshikli turbulizatorga teshikchaning maydoni asosiy ta'sir ko'rsatadi.

Issiqlik uzatishni yaxshilash uchun ko'pgina tadqiqotchilar turbulizatorlarning ko'p turlarini tadqiqot qilishgan va samaradorligini baholashgan. Turbulizatorlar shaklidagi yuza geometriyasining modifikatsiyasi issiq yuzadagi oqim holatini o'zgartiradi va sekin oqim jadallashgan oqim sohasiga o'tishini ta'minlaydi. Turbulizatorning orqa tomonidagi chegaraviy qatlamda bo'ylama uyurmalar hosil bo'lib, ular laminar ost qatlam yoki qovushqoq ost qatlamni buzadi, natijada yuza yaqinida turbulentlik ortadi.

Natijalar va muhokama. Romdhane [3] QHK bo'shlig'ida turbulizatorlarni turlicha joylashgan sxemalarini issiqlik samaradorligiga, bosim yo'qotilishiga va haroratni ortishiga ta'sirini tadqiqot qilgan (1-rasm): absorberga mahkamlangan qanotli ko'ndalang turbulizatorlar (a), sirkulyatsiyani bloklamaydigan kichik to'siqli turbulizatorlar (b), absorber bilan to'qnashmaydigan ko'ndalang turbulizatorlar (v), absorberga mahkamlangan va bir-biriga yaqin joylashgan ko'ndalang turbulizatorlar (g), ilonizisimon ko'ndalang turbulizatorlar (d). Oqim holatini o'rganish va turli turbulizatorlarning FIK qiymati natijalariga ko'ra, turbulentlikni hosil qilish uchun turbulizatorlarni bir-biriga yaqin joylashtirish juda foydali bo'lib, turbulizatorlar yaqin joylashganda bosim yo'qotilishini ortishi muammo emas, chunki yuqori bosim yo'qotilishi faqatgina havo oqimining yuqori tezliklarida sodir bo'ladi. Shuni ham ta'kidlash joizki, havo kanalining to'liq balandligini egallovchi turbulizatorlar ko'p sonli o'lik zonalarini hosil qiladi.

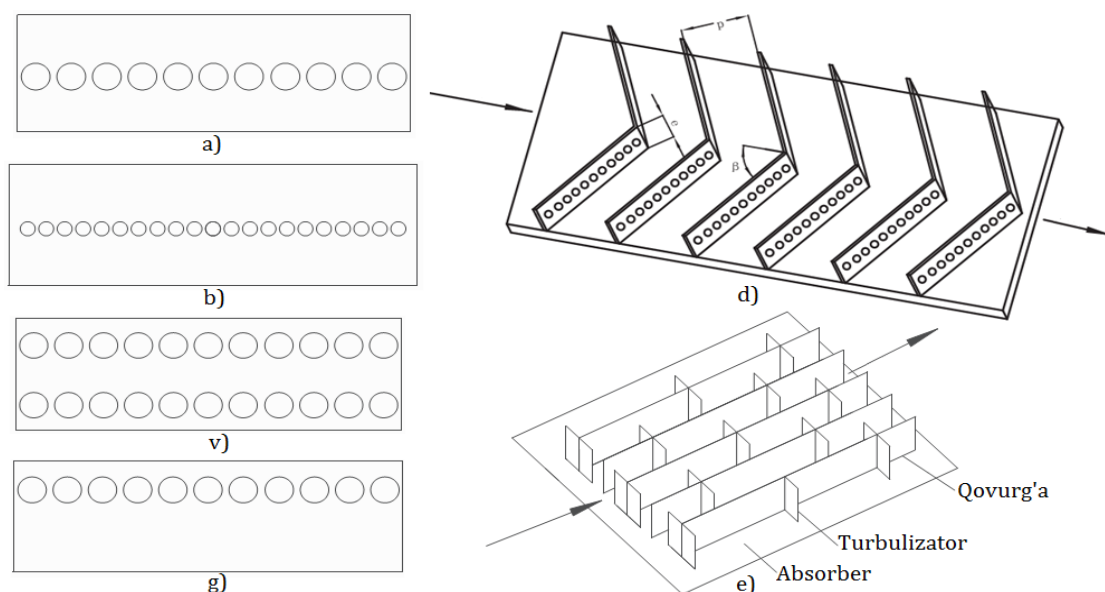


1-rasm. QHKda turbulizatorlarni joylashtirishning turli sxemalari.

Hu va boshqalar [4] ichki turbulizatorli oddiy konstruksiyali QHKning xarakteristikasini o'rganish bo'yicha tajribalar o'tkazishgan. Natijalarga ko'ra, QHKda ichki turbulizatorlarni o'rnatish konvektiv issiqlik uzatish jarayonini kuchaytiradi va radiatsion issiqlik yo'qotilishlarini kamaytiradi, natijada samaradorlik ortadi, bunda turbulizatorlarning optimal sonini aniqlash talab etiladi. Hu va boshqalarning [5] ko'p sonli tadqiqotlarida turbulizatorlarda teshik ochish va birinchi kamerani qisqartirish turbulizatorli QHKning unumdorligini yanada oshirishi isbotlangan.

Sripattanapipat va Promvongelar [6] romb shaklidagi turbulizatorlar shaxmatsimon tartibda joylashgan izotermik devorli, ikki o'lchamli gorizontall kanalni sonli tadqiqot qilishgan (1, e-rasm). Tadqiqotda turbulizator uchining turli burchaklarini issiqlik uzatish va bosim yo'qotilishiga ta'siri

o'rganilgan va romb shaklidagi turbulizator bo'yicha olingan natijalar, tekis turbulizator bo'yicha olingan natijalar bilan taqqoslangan. Natijalarga ko'ra, turbulizator burchagining kichrayishi Nusselt soni va ishqalanish koeffitsiyentini ortishiga olib kelgan. Shuningdek, turbulizator burchagi 5° , balandligi kanal balandligining 0,5 qismi va turbulizatorlar orasidagi masofa kanal balandligiga teng bo'lganda optimal issiqlik xarakteristikasiga erishilishi aniqlangan. Shin va Kwaklar [7] QHK kanalida o'rnatilgan teshikli turbulizator shaklini Nusselt soniga ta'sirini tadqiqot qilishgan (2, a, b-rasmlar). Natijalarga ko'ra, katta teshikli turbulizatorlar Nusselt sonini bir xilda taqsimlanishini va eng yuqori FIK olishni ta'minlaydi.



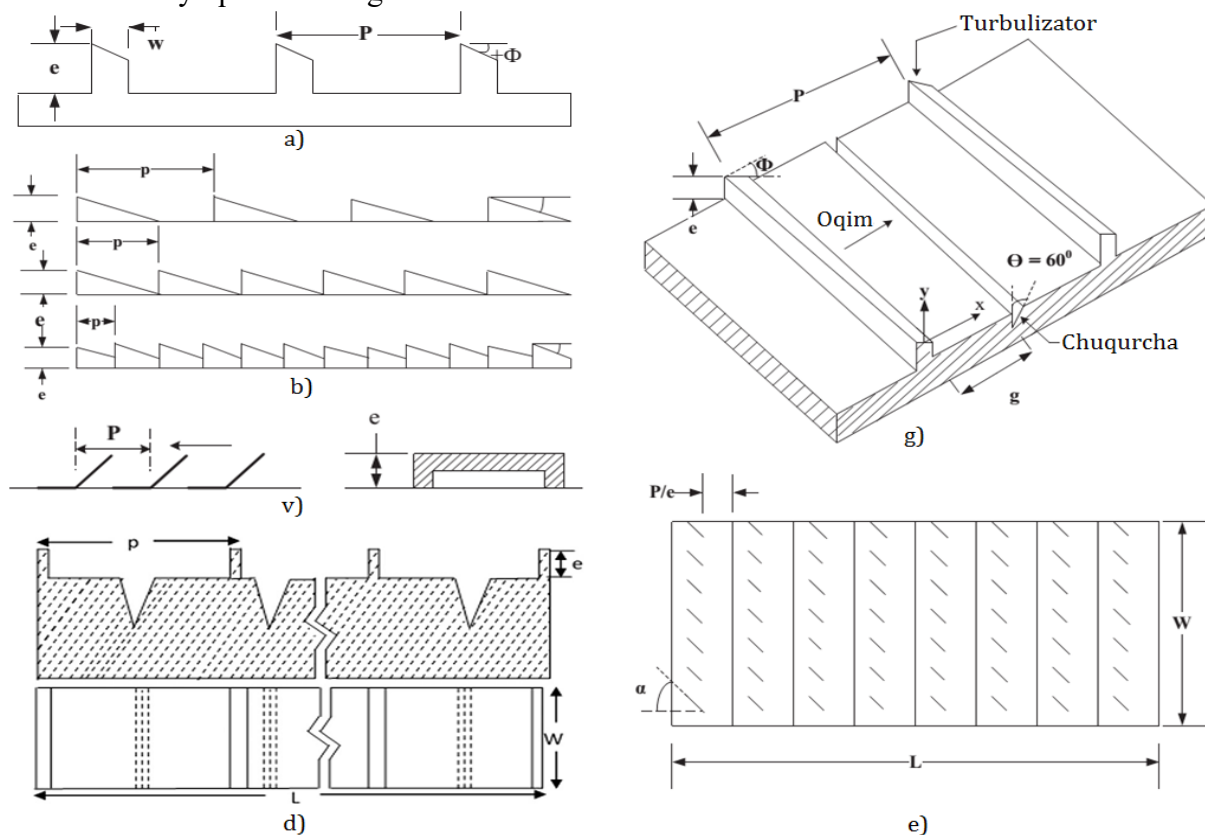
2-rasm. Teshikli va kombinatsiyalashgan turbulizatorlarning sxemalari.

Karwa va Maheshwarilar [8] to'liq teshikli turbulizatorli va yarim teshikli turbulizatorli to'rtburchak kesimli QHK kanalida issiqlik almashinuv va ishqalanishni tajribaviy tadqiqot qilishgan (2, v, g-rasmlar). Natijalarga ko'ra, tekis absorberli QHKga nisbatan, to'liq teshikli turbulizatorli QHKda Nusselt soni 79-169% gacha, ishqalanish koeffitsiyenti 2,98-8,02 marta yuqori, yarim teshikli QHKda mos ravishda 133-274% gacha, ishqalanish koeffitsiyenti 4,42-17,5 marta yuqori bo'lgan. Ko'rinib turibdiki, yarim teshikli turbulizatorlar ham issiqlik ham gidrodinamika jihatidan to'liq teshikli turbulizatorga nisbatan ustun. Alam va boshqalar [9] V-simon shakldagi teshikli turbulizatorlar o'rnatilgan QHKni tadqiqot qilishgan (2, d-rasm). Tadqiqotda turbulizatorning nisbiy balandligi 0,4...1, nisbiy qadami 4...12, ochiq maydon koeffitsiyenti 5...25% oraliqda o'zgargan, kiritish burchagi 60° ni tashkil etgan. Natijalarga ko'ra, V-simon shakldagi teshikli turbulizatorlardan foydalanilganda Nusselt soni 6,76 martagacha, ishqalanish koeffitsiyenti 28,84 martagacha ortishi aniqlangan. Shuningdek, yaxlit turbulizatorga nisbatan V-simon shakldagi teshikli turbulizatorlarda Nusselt soni 33% ga ortgan va ishqalanish qarshiligi 32% ga kamaygan. V-simon shakldagi teshikli turbulizatorlardan foydalanilganda QHKning issiqlik-gidrodinamik xarakteristikasi 50% ga yaxshilangan.

Ko'pgina tadqiqotchilar QHKning samaradorligini oshirish uchun turbulizator va qovurg'ani birlashtirishgan. Yeh va boshqalar [10] QHKni uzaytirishni, turbulizatorli QHKning samaradorligiga ta'sirini nazariy tadqiqot qilishgan (2, e-rasm). Tajriba tadqiqotida turbulizatorga mahkamlangan qovurg'a absorber plastina ustida o'rnatilgan. Tajriba natijalariga ko'ra, QHKning samaradorligi quyidagi tartibda joylashgan: turbulizator va qovurg'ali QHK > qovurg'ali QHK > oddiy QHK, QHKni uzaytirish hisobiga samaradorlikni ortishi teskari tartibda bo'ladi.

Karwa va boshqalar [11] absorber plastinada kesik burchakli turbulizator o'rnatilganda QHKning issiqlik xarakteristikasini tadqiqot qilishgan (3, a-rasm). Natijalarga ko'ra, kesik burchak $F=15^\circ$ bo'lganda Stenton soni va ishqalanish koeffitsiyentlari nisbati maksimal bo'lgan. Stenton

sonining ortishi yuza maydonini ortishiga qaraganda turbulentlikni hosil bo'lishiga ko'proq bog'liq. Kesik burchakli turbulizator Stenton sonini va ishqalanish qarshiligini mos ravishda 2 va 3 marta oshiradi, issiqlik uzatish 4,65 gacha, ishqalanish qarshiligi 7,75 gacha ortadi. Bhagoria va boshqalar [12] 3, b-rasmda ko'rsatilgan arra shaklidagi turbulizatorlardan foydalanishgan. Natijalarga ko'ra, $P = 7,57$ bo'lganda Nusselt soni maksimumga yetgan. Tadqiqotda Reynolds soni 3000...18000, turbulizatorning nisbiy balandligi 0,015...0,033, turbulizatorning qiyalik burchagi 8...15° oraliqda o'zgargan. Tadqiqot qilinayotgan diapazonda Nusselt soni va ishqalanish koeffitsiyentlarining maksimal qiymati mos ravishda 2,4 va 2,8 ni tashkil etgan. Bopche va Tandalelar [13] absorber plastinada U-simon shakldagi teskari turbulizator o'rnatilgan QHKning issiqlik-gidrodinamik xarakteristikasini tadqiqot qilishgan (3, v-rasm). Natijalarga ko'ra, bunday turdagi turbulizator hattoki Reynoldsning kichik qiymatlarida ($Re = 5000$) ham samarador ekanligi aniqlangan. Shuningdek, turbulentlik faqatgina qovushqoq ost qatlamda hosil bo'lib, issiqlik-gidrodinamik xarakteristikani yuqori bo'lishiga olib keladi.

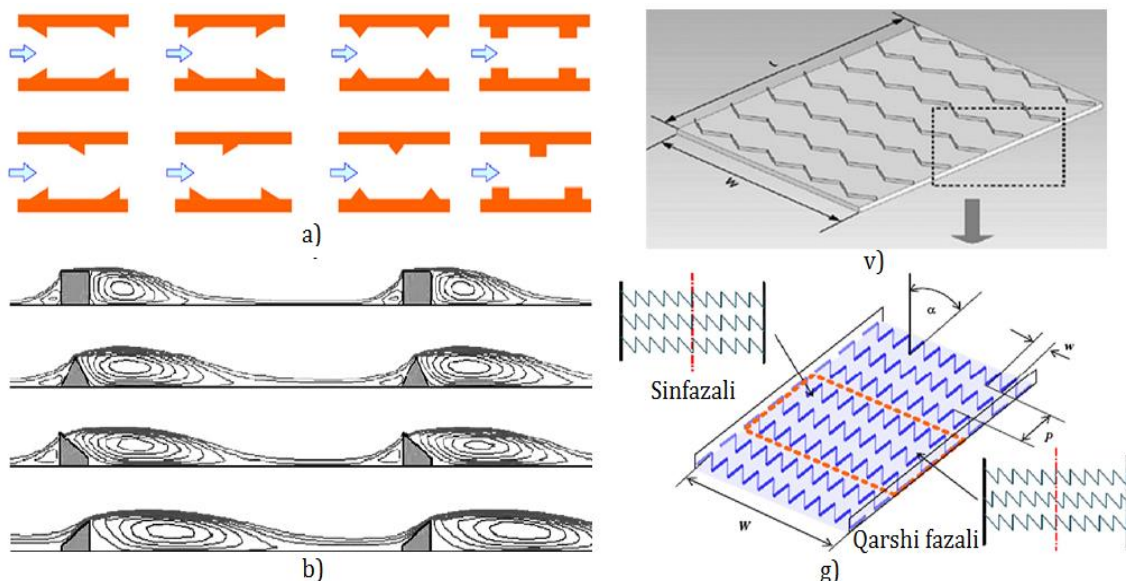


3-rasm. Turbulizatorlarning konstruktiv sxemalari

Layek va boshqalar [14] absorber plastinada turbulizator va chuqurcha kombinatsiyasidan foydalanilganda QHKning issiqlik xarakteristikasini tadqiqot qilishgan (3, g-rasm). Ushbu kombinatsiyada Nusselt soni va ishqalanish qarshiligini ortishi uyurmalarini tez barbod bo'lishi va chuqurchada qo'shimcha uyurmani hosil bo'lishi bilan bog'liq. Ushbu kombinatsiya uchun optimal unumdorlikka $\alpha = 18^\circ$ bo'lganda erishilgan, bunda Nusselt sonining ortishi 2...2,6 ni tashkil etgan. Jaurker va boshqalar [15] absorber plastinaga mexanik ishlov berish yo'li bilan turbulizator va ariqcha kombinatsiyasini hosil qilishgan (3, d-rasm). Tajriba tadqiqotlarida turbulizatorning nisbiy balandligi 0,0181...0,0363, nisbiy qadami 4,5...10, ariqchaning nisbiy holati 0,3...0,7, Reynolds soni 3000...21000 oraliqda o'zgargan. Turbulizatorning nisbiy qadami 6, ariqchaning nisbiy holati 0,4 bo'lganda issiqlik berish maksimal bo'lgan. Varun va boshqalar [16] ko'ndalang va qiya turbulizatorlarning kombinatsiyasini tadqiqot qilishgan (3, e-rasm). Natijalarga ko'ra, $P/e = 8$ bo'lganda FIK maksimal bo'lishi aniqlangan.

Chaube va boshqalar [17] QHKda Reynolds soni 3000...20000 oraliqda o'zgarganda

to'qqizta turli geometrik shakllarning (kvadrat, to'rburchak, qirrali, yarim dumaloq va dumaloq) ta'sirini tadqiqot qilishgan. Qirrali turbulizatorlardan foydalanilganda issiqlik uzatish eng yaxshi bo'lgan, biroq to'rtburchakli turbulizator eng yaxshi samaradorlikka bo'lgan. Promvonge va Thianponglar [18] turli shakldagi turbulizatorlarni issiqlik uzatish va ishqalanishga yo'qotilish xarakteristikasiga ta'sirini tadqiqot qilishgan (4, a-rasm). Reynolds soni 4000...16000 oraliqda o'zgarganda uchburchak shakldagi turbulizator eng yaxshi xarakteristikaga ega bo'lgan. Kamali va Bineshlar [19] kvadrat kanalda uch xil turdagi turbulizatorlar o'rnatilganda turbulentli issiqlik uzatish va ishqalanishni tadqiqot qilishgan (4, b-rasm). Natijalarga ko'ra, issiqlik uzatish koeffitsiyenti turbulizator shakliga sezilarli bog'liq bo'lib, trapetsiya shaklidagi turbulizator uchun issiqlik uzatish jadalligi eng yuqori ekanligi aniqlangan.



4-rasm. Turli geometrik shakldagi turbulizatorlar

Promvonge [20] absorberida bir nechta V-simon shakldagi turbulizatorlar o'rnatilgan havo kanalini tajribaviy tadqiqot qilgan (4, v-rasm). Tadqiqotlar turbulizatorning to'siqlik koeffitsiyenti 0,1...0,3, nisbiy qadami 1...3 oraliqda o'zgarganda olib borilgan. Natijalarga ko'ra, V-simon turbulizator Nusselt sonini va ishqalanish koeffitsiyentini sezilarli oshirgan. Sriromreun va boshqalar [21] zigzag shaklidagi ketma-ket joylashgan turbulizatorlarni tadqiqot qilishgan (4, g-rasm). Natijalarga ko'ra, Nusselt soni va ishqalanish qarshiligi sinfazali turbulizatorlarda qarshi fazali turbulizatorga nisbatan yuqori ekanligi aniqlangan. Sara va boshqalarning [22] keyingi tadqiqotida xuddi shunday kanalning issiqlik xarakteristikasi parametrlarning keng diapazonida o'rganilgan, ya'ni Reynolds soni 6670...40000, teshikni qiyalik burchagi 0...45°, teshik maydoning ochiqlik koeffitsiyenti 2...7, qadamni gidravlik diametriga nisbati 0,309...1,407 oraliqda o'zgargan. Qiya teshikli blok o'rnatilgan kanal eng yaxshi issiqlik xarakteristikaga ega bo'lgan.

Moon va Laular [23] Reynolds sonining 10000...30000 oralig'ida teshikchali kanaldagi ikkita tirqish o'rtasida issiqlik almashinuvi va bosim yo'qotilishini tadqiqot qilishgan. Kanaldagi tirqishlar issiqlik berishni 4,6...8,1 martaga oshirgan. Nuntadusit va boshqalar [24] oltita turdagi ko'ndalang teshikchali CFD asosida issiqlik uzatish va oqim xarakteristikasini tadqiqot qilishgan. Tadqiqotda teshikning qiyalik burchagi ($\Theta=0, 15^\circ, 30^\circ$), teshikni turbulizatorlarda joylashishi ($h = 0,2 H, 0,5H, 0,8H$) muhim parametrlar hisoblangan. Natijalarga ko'ra, teshik balandligini kamayishi hisobiga turbulizatoridan keyin issiqlik uzatishni ortishi kuzatilgan. Teshikning shakli ham issiqlik uzatish va ishqalanish xarakteristikasiga ta'sir ko'rsatishini aniqlashgan. Buchlin [25] tomonidan orgshishada hosil qilingan beshta turli teshiklarning QHKda issiqlik uzatishga ta'siri tadqiqot qilingan. Qadam koeffitsiyenti 5 va maydonni ochiqlik koeffitsiyenti 0,53 bo'lgan turbulizator kombinatsiyasi issiqlik uzatish uchun samarali geometriya ekanligi aniqlangan.

Karwa va boshqalar [26] Reynolds sonining 2850...11500 oralig'ida qizdirilayotgan yuzaga mahkamlangan teshik turbulizatorli to'rtburchak kanalda issiqlik almashinuvi va ishqalanishni tadqiqot qilishgan. Yaxlit turbulizatorli havo kanalida Nusselt soni 82,7% gacha oshgan. Biroq, maydonni ochiqlik ko'effitsiyenti 18,4 dan 46,8% gacha oshganda Nusselt soni 62,9 dan 49,7% gacha kamaygan. Ushbu holda ishqalanish ko'effitsiyenti 11,1 martaga ortgan. QHK havo yo'lida to'siq shaklidagi turbulizatorlarni o'rnatishdan maqsad, ikkilamchi oqimni, uyurmaviy oqimni yoki uyurmali turbulentlikni hosil qilishdan iborat. To'siq turbulizatorlarga uyurma hosil qilgichlar, uchburchak shaklidagi qanot, to'rtburchak shaklidagi qanot, halqa va bankalarni kiritish mumkin, ular oqim maydonida turbulentlikni hosil qiladi va issiqlik uzatishni kuchaytiradi.

Xulosa. Xulosa sifatida aytish mumkinki, turli shakldagi turbulizatorlardan foydalanish QHK ichida havo oqimini qayta tashkil etishning asosiy vositasi bo'lib, turbulizatorlarning konstruksiyasi va geometrik o'lchamlari to'g'ri tanlanganda havoni QHKda turish vaqti uzayadi, konvektiv issiqlik uzatish jarayoni yaxshilanadi va katta o'lchamdagi uyurmalar bartaraf etiladi, shuningdek, atrof-muhitga issiqlik yo'qotilishi kamayadi va QHKning energetik samaradorligi sezilarli ortadi.

Adabiyotlar

- [1]. Ибрагимов У.Х., Узоков Ф.Н., Пўлатов Ж.С. Қуёш ҳаво коллекторлари: ривожланиш тарихи, таснифи ва замонавий ҳолати. // ФарПИ ИТЖ, №3, 2022. 164-169 б.
- [2]. Werner W., Monika S-D. "Solar Heat World Wide. Global Market Development and Trends 2022/Detailed Market Figures 2021". IEA Solar heating&Cooling Programme, May 2023, Gleisdorf, Austriya. – p. 88.
- [3]. Romdhane B.S. The air solar collectors: Comparative study, introduction of baffle to favor the heat transfer, Sol. Energy, 81 (1), 2007. – p. 139-149.
- [4]. Hu J.J., Sun X.S., Xu J.L., Li Z.X. Numerical analysis of mechanical ventilation solar air collector with internal baffle, Energ. Buildings, 62, 2013. – p. 230-238.
- [5]. Hu J., Liu K., Guo M., Zhang G., Chu Z., Wang M. Performance improvement of baffle type solar air collector based on fist chamber narrowing, Renew. Energy, 135, 2019. – p. 701-710.
- [6]. Sripattanapipat S., Promvong P. Numerical analysis of laminar heat transfer in a channel with diamond shaped baffle, Int. Commun. Heat Mass, 36 (1), 2009. – p. 32-38.
- [7]. Shin S., Kwak J.S. Effect of hole shape on the heat transfer in a rectangular channel with perforated blockage walls, J. Mech. Sci. Technol., 22 (10), 2008. – p. 1945-1951.
- [8]. Karwa R., Maheshwari B.K. Heat transfer and friction in an asymmetrically heated rectangular duct with half and fully perforated baffle at different pitches, Int. Commun. Heat Mass, 36 (3), 2009. – p. 264-268.
- [9]. Alam T., Saini R.P., Saini J.S. Experimentally investigation on heat transfer enhancement due to V-shaped perforated blocks in a rectangular duct of solar air heater, Energy Convers. Manag., 81 (2), 2014. – p. 374-383.
- [10]. Yeh H.O., Ho C.D., Lin C.Y. Effect of collector aspect ratio on the collector efficiency of upward type based solar air heaters, Energy Convers. Manage., 41 (9), 2009. – p. 971-981.
- [11]. Karwa R., Solanki S.C., Saini J.S. Heat transfer coefficient and friction factor correlations for the transitional flow regime in rib roughened rectangular ducts. Int J Heat Mass Transf., 42, 1999. – p. 1597-1615.
- [12]. Bhagoria J.L., Saini J.S., Solanki S.C. Heat transfer coefficient and friction factor correlations for rectangular solar air heater duct having transverse wedge shaped rib roughness on the absorber plate. Renew Energy, 25, 2002. – p. 341-369.
- [13]. Bopche S.B., Tandale M.S. Experimental investigations on heat transfer and frictional characteristics of a turbulator, Enhanced solar air heater duct. Int J Heat Mass Transf., 52, 2009. – p. 2834-2348.
- [14]. Layek A., Saini J.S., Solanki S.C. Effect of chamfering on heat transfer and friction characteristics of solar air heater having absorber plate roughened with compound turbulators. Renew Energy, 34, 2009. – p. 1292-1298.
- [15]. Jaurker A.R., Saini J.S., Gandhi B.K. Heat transfer and friction characteristics of rectangular solar air heater duct using rib-grooved artificial roughness. Sol Energy, 80 (8), 2006. – p. 895-907.
- [16]. Varun P., Saini A., Singal R.P., Siddhartha S.K. Performance prediction of solar air heater having roughened duct provided with transverse and inclined ribs as artificial roughness. Renew Energy, 34, 2009. – p. 2914-2922.
- [17]. Chaube A., Sahoo P.K., Solanki S.C. Analysis of heat transfer augmentation and flow characteristics due to rib roughness over absorber plate of a solar air heater. Renew Energy, 31, 2006. – p. 317-331.
- [18]. Promvong P., Thianpong C. Thermal performance assessment of turbulent channel flows over different shaped ribs. Int Commun Heat Mass Transf., 35, 2008. – p. 1327-1234.
- [19]. Kamali R., Binesh R. The importance of rib shape effects on the local heat transfer and flow friction characteristics of square ducts with ribbed internal surfaces. Int Commun Heat Mass Transf., 35, 2008. – p. 1032-1040.
- [20]. Promvong P. Heat transfer and pressure drop in a channel with multiple 60° V-baffles. Int Commun Heat Mass Transf., 37, 2010. – p. 835-840.

UDK 621.391

**THE MODERN STATE AND ANALYSIS OF DEGRADATION CHARACTERISTICS OF
SOLAR CELLS AND PHOTOVOLTAIC MODULES UNDER EXTERNAL INFLUENCES**

R. Babakhodjaev¹, E. Saitov¹, O. Mamasaliev^{2,3}, A. Saodullaev³

¹Tashkent University of Applied Sciences, 1 Gavhar Street, Tashkent 100149, Uzbekistan, Tel.: (+99890 167 46 55)

²Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, 100095, Uzbekistan,
Tel.: (+99897 484 96 00)

³Jizzakh region, Jizzakh city, Xalglar Dostligi street, 4- house, postal code: 130100, Uzbekistan
ortiqmamasaliyev@gmail.com
(Received on October 22 th, 2024)

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot fotoelektrik (PV) modullarining ish faoliyatiga chang to'planishining ta'sirini o'rganishga qaratilgan bo'lib, ularning samaradorligini optimallashtirishni maqsad qiladi. Ikki PV modulining chang to'planishiga ta'sirini matematik modellash tirish orqali, tadqiqot to'plangan changni tozalash uchun amaliy yechim ishlab chiqishni maqsad qilmoqda, bu esa optimal energiya ishlab chiqarishni ta'minlaydi. Taklif etilgan arzon tozalash qurilmasi mahalliy materiallardan tayyorlangan bo'lib, O'zbekistonda hozirgi va kelajakda qurilayotgan quyosh elektr stansiyalari uchun texnik xizmat ko'rsatish ehtiyojlarini qondirishga mo'ljallangan. Ushbu ish O'zbekistonning ortib borayotgan quyosh energiyasi salohiyatiga muhim hissa qo'shishi kutilmoqda va chang to'planishining natijasi sifatida qisqa tuzatuv oqim yo'qotilishi, quvvat chiqarilishi, konversiya samaradorligi va to'ldirish koeffitsienti kabi asosiy omillarni o'rganadi.

Kalit so'zlari: Quyosh energiyasi, fotoelektrik modular, chang to'planishi, Samaradorlik, texnik xizmat ko'rsatish, matematik modellash tirish

Аннотация. Данное исследование направлено на изучение влияния накопления пыли на работу фотоэлектрических (PV) модулей с целью оптимизации их эффективности. Математически моделируя влияние пыли на два PV модуля, исследование нацелено на разработку практического решения для очистки накопившейся пыли, что обеспечит оптимальное производство энергии. Предлагаемое недорогое устройство для очистки изготовлено из местных материалов и предназначено для удовлетворения потребностей в техническом обслуживании существующих и будущих солнечных электростанций в Узбекистане. Ожидается, что эта работа существенно внесет вклад в растущий потенциал солнечной энергии страны, исследуя ключевые факторы, такие как потеря короткозамыкательного тока, выходная мощность, эффективность преобразования и коэффициент заполнения как функции накопления пыли.

Ключевые слова: Солнечная энергия, фотоэлектрические модули, накопление пыли, эффективность, техническое обслуживание, математическое моделирование

Annotation. This study focuses on the impact of dust accumulation on the performance of photovoltaic (PV) modules, with the aim of optimizing their efficiency. By mathematically modeling the effects of dust on two PV modules, the research seeks to develop a practical solution for cleaning accumulated dust, ensuring optimal power generation. The proposed low-cost cleaning device, made from local materials, is designed to meet the technical maintenance needs of current and future solar power plants in Uzbekistan. This work is expected to significantly contribute to the country's growing solar energy potential, addressing key factors such as short-circuit current loss, power output, conversion efficiency, and fill factor as functions of dust accumulation.

Key words: Solar energy, photovoltaic modules, dust accumulation, efficiency, technical maintenance, mathematical modeling.

Introduction. The study of issues related to the effect of sunlight on solid bodies led Edmond Becquerel to the discovery of the photoelectric effect in 1839. It took almost 45 years to create the first selenium-based semiconductor solar cell with an efficiency (EFF) of 1%. (1883, New York, Charles Fritts) and another 70 years to develop the first silicon-based photovoltaic module, which had an efficiency of 4% (1953, Bell Laboratories, Gerald Pearson). Today, solar

cells are complex semiconductor devices with efficiencies ranging from 5% to 44%, and the only thing that drives the development of the solar energy industry is focusing on the fundamental principles of generating electric current (Figure 1.1).

"Second generation" solar cells form layers based on impurity atoms and are divided into the following types:

- amorphous silicon (a-Si),

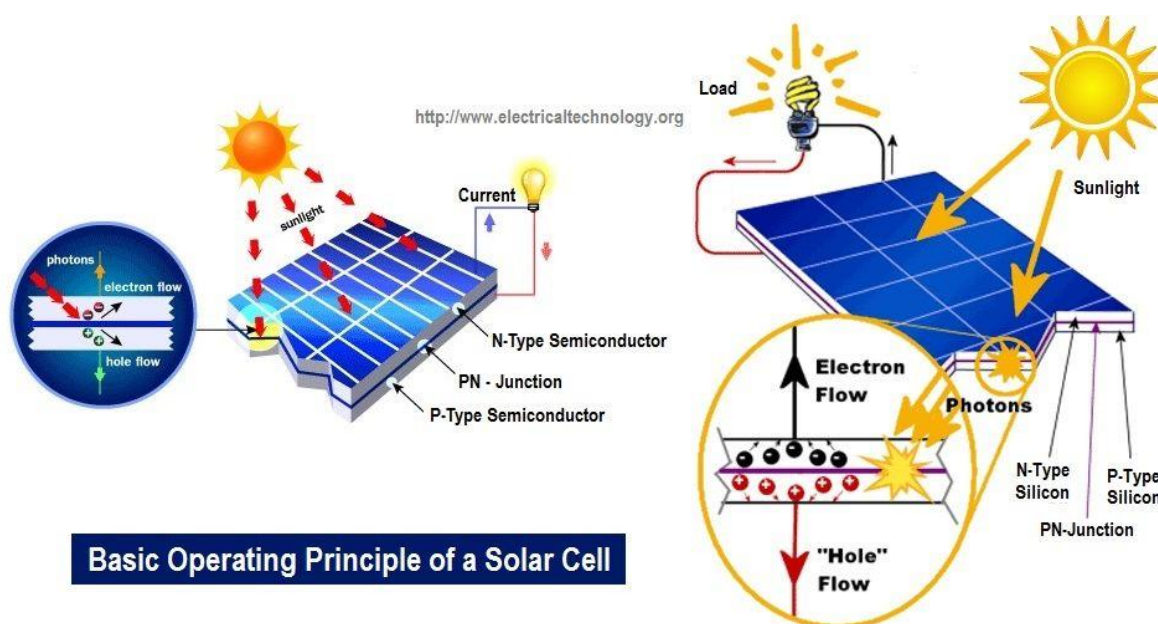


Figure 1. The photoelectric effect phenomenon in solar cells.

- micro- and nano-crystalline silicon (mc-Si/nc-Si, uc-Si),
- cadmium telluride (CdTe),
- copper, indium, gallium, and selenium (CIGS).

The rapid development of photovoltaic cell manufacturing technologies worldwide has made a significant contribution to global electricity production. In [1-5], the authors present proposals regarding the technology of modern solar cell manufacturing. Research and development in the field of solar energy are primarily aimed at improving the efficiency of PV cells. Uzbekistan, with 310 days of sunlight per year and global radiation of 1 kW/m², has considerable potential for developing electricity production from solar energy. However, several factors negatively affect electricity generation from solar energy, such as the local environment, weather conditions, the tilt angle of PV panels, dust accumulation on PV cells, and more. Among these various factors, the deposition of dust on the surface of PV cells is a major decisive reason affecting their performance. Primarily, once photovoltaic modules are installed outdoors for electricity generation, dust accumulation on their surface forms a thin layer. As a result, this layer of a certain thickness can reduce the effect of sunlight and cause the incident solar rays to be absorbed by the thin layer itself. This, in turn, leads to a significant decrease in the electrophysical parameters of the solar panels [6-7].

Additionally, several factors such as the local environment, weather conditions, the tilt angle of the PV panel, dust accumulation on PV cells, and others affect electricity generation from solar energy, as highlighted in the studies by the authors of [8-11]. Among these various factors, studying the deposition of dust on the surface of PV cells is a decisive process. This natural phenomenon depends on several parameters, including the local environment and meteorological conditions [12-13]. For example, Tashkent is one of the largest dust sources in the world [4]. According to data

from Navoi and Bukhara regions [5], due to dust deposits, electricity generation decreased by 3.16% in one day, 10.41% in ten days, and 15.74% in one month. Similarly, studies in Samarkand and Navoi [6] and Bukhara [17] have shown that the presence of dust significantly reduces electricity production in solar power plants. For instance, in [8], researchers Chanchangi et al. used a solar simulator to study the impact of 13 types of accumulated materials (ash, bird droppings, carpet dust, cement, dust, and others) on the performance of PV modules. They later reported a reduction of approximately 98% in the short-circuit current. Similarly, in [9], the authors Adigüzel et al. found that the accumulation of 15 g of dust on crystalline silicon modules led to a power loss of up to 62%. Furthermore, in [10], the authors Hachicha et al. concluded that the accumulation of dust particles of different sizes (ranging from 1.61 to 38.40 μm) and shapes on the surface of photovoltaic modules reduced the efficiency of solar cells by 1.7% per g/m^2 of accumulated dust. Additionally, in [11], researchers Jiang and Sun presented changes in the electrophysical parameters of photovoltaic modules based on monocrystalline silicon (ms-Si), polycrystalline silicon (ps-Si), and amorphous silicon (a-Si) under the same conditions and technology. Their results showed a decrease in efficiency from 0% to 26% for dust deposits ranging from 0 to 22 g/m^2 . In [6], Ndiaye et al. tested PV panels in natural climate conditions for one year and found a maximum power reduction of 18% to 78% for polycrystalline and monocrystalline modules, respectively. In [2], researchers Said and Walwil recorded an average reduction of 13% in short-circuit current after 5 weeks of exposure. Indeed, numerous studies around the world are being conducted on factors affecting photovoltaic module energy. In [23], researchers conducted studies in Africa and Senegal, but there are still no modeling studies focusing on the interaction between solar radiation and dust accumulation on the surface of these PV cells.

Therefore, in this study, a practical approach was adopted to mathematically model the impact of dust accumulation on the performance of two PV modules and, based on the obtained results, to create a device for cleaning this dust. Additionally, research and developments in the field of solar energy are primarily aimed at optimizing the efficiency of PV modules. The goal of this dissertation is to develop a cost-effective and high-quality cleaning device using local raw materials for future technical maintenance of solar power plants planned to be built and already constructed in Uzbekistan, thereby making a significant contribution to Uzbekistan's energy potential. We will study the loss of short-circuit current, power output, conversion efficiency, and fill factor of PV modules as a function of dust accumulation on their surfaces.

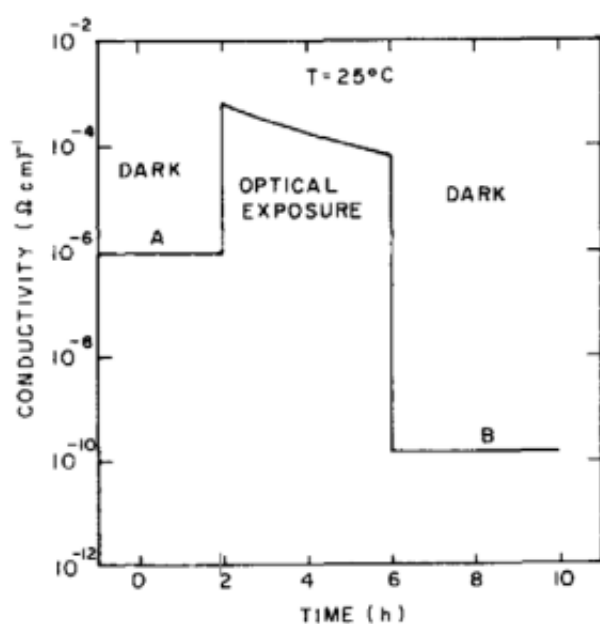


Figure 3. Conductivity as a function of time before, during, and after light exposure (200 W/cm^2 , 600-900 nm) [8].

The effect of light-induced degradation is characteristic of all first-generation solar cells, but for second-generation solar cells based on a-Si, a similar degradation mechanism seems to be fundamental today. One of the most comprehensive articles on the modern concepts of the Staebler-Wronski effect, as presented by the authors in [7], serves as the foundation for this section. The first mention of the relationship between the degradation of this material and the light-induced phenomenon was published in [8]. The authors' names were given to the effect, and today, when referring to the degradation of Si solar cells due to light exposure, it is known as the Staebler-Wronski effect. The essence of the effect is that, after prolonged light exposure, the dark conductivity and photoconductivity of the thin-film

amorphous silicon layer, obtained by plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD), significantly decrease.

In [8], it was determined that the process of conductivity reduction is reversible: with prolonged annealing ($>150^{\circ}\text{C}$), the conductivity of the sample can be almost completely restored. In the early stages of the development of the Staebler-Wronski effect theory, it was hypothesized that the cause of this phenomenon was weak Si-Si bonds: photo-induced charge carriers eventually recombined, and the released energy was sufficient to break these weak bonds. A hydrogen atom passivated the bond of one Si atom, but it was found that the bond of the second atom was broken. As a result, the number of defects increased, the Fermi level approached the middle of the band gap, and the material's conductivity decreased [9]. Subsequent studies [10], [11] showed that the main factors determining degradation under light exposure might be the breakdown of the a-Si

lattice, the behavior of hydrogen-based complexes, and the movement of other impurities. Study [2] presents results of experiments with samples in very high purity conditions. Only when the concentration of oxygen impurities exceeded 10^{18} cm^{-3} was a weak correlation observed between oxygen concentration and degradation rate. From this study onward, all subsequent researchers mainly focused on investigating the energy states of hydrogen and hydrogen-based complexes in amorphous silicon. Additionally, many articles have been dedicated to studying defect formation processes. For example, in [19], it was shown that the concentration of Nd defects is related to the light intensity G and the time t as follows:

$$N_d(t) = \text{const} G^{2/3} t^{1/3}$$

For a case where the equilibrium concentration of Nd defects is much higher, this approximately explains the difficulties encountered by experimenters when trying to find the relationship between G and t . In [3], attempts were made to describe the defect formation kinetics with a saturated exponential for defect concentrations in the range of $5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ to $2 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. In [24], it was suggested that the value of the defect concentration in the saturated region was limited by natural annealing at temperatures above 80°C , while at lower temperatures, a "light-induced recovery" mechanism was proposed, which was essentially the same as annealing but achieved by the combined effect of heat and light. By 2000, the Staebler-Wronski effect was generally understood, and it was believed that the key to understanding it lay in the hydrogen transport mechanisms in the bulk of a-Si [19]. However, recent studies raise new questions. As shown in [7]:

- The relationship between hydrogen concentration and degradation rate is not clear;
- The Staebler-Wronski effect is observed even at a temperature of 4.2 K, and the degradation rate does not differ significantly from that at 300 K; The concentration and type of defects formed under light exposure depend on radiation conditions; Irradiation of a-Si samples not only leads to the formation of defects but also causes significant structural changes in the material. For example, [5] showed a method for restoring FF values using light with an intensity lower than that of the initial light source.

Figure 4 shows that when the sample is illuminated with light at an intensity of "one sun" (approximately 0.1 W/cm^2), the FF decreases from 0.67 to 0.58. Initially, the illumination of the sample, which was degraded by exposure to light at an intensity of 10 suns, allowed the FF to recover from 0.52 to 0.58 under the same light

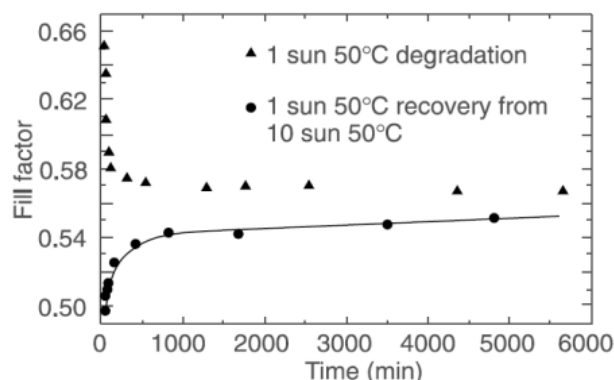


Figure 4. Decrease in FF under light exposure with 1 sun intensity and recovery of FF after degradation under light exposure with 10 suns intensity [5].

exposure. Similar results were obtained for the $\mu\text{m}\text{n}$ product, but no similar correlation was found for defect concentration.

Figure 5 presents the relative increase in sample volume (left scale) and the defect formation induced by light (right scale) as a function of light exposure time (0.3 W/cm^2) [6]. The relative volume change per defect in the sample was calculated to be 3×10^{-22} , which is many times larger than that of silicon atoms.

In studies [4, 7-9], it has been shown that by adding pure hydrogen to the selenium during the deposition process of technological layers, the impact of the Staebler-Wronski effect on this type of solar cell can be significantly reduced. Moreover, if the hydrogen concentration in the selenium exceeds a certain threshold value, microcrystalline silicon is formed instead of amorphous silicon.

The transition from the microcrystalline phase to the amorphous phase depends not only on the concentration of hydrogen impurities in the selenium composition $R = \text{H}_2/\text{SiH}_4R = \text{H}_2 / \text{SiH}_4R = \text{H}_2 / \text{SiH}_4$, but also on the thickness of the resulting film (Figure 5b). The ratio of the amorphous phase to the microcrystalline phase also depends on other technological parameters such as the substrate material and its temperature, the film deposition rate, and the operating frequency of the magnetron.

Conclusions

Research aimed at enhancing the efficiency of solar energy focuses particularly on producing quality materials and optimizing the performance of photovoltaic modules based on amorphous silicon (a-Si). The study of the Staebler-Wronski effect aids in identifying the degradation processes of materials under prolonged light exposure. These processes are related to weak bonds between atoms, the recombination of photoinduced charge carriers, and the subsequent decrease in the material's conductivity. As a result of these studies, the technological parameters necessary to improve the efficiency of a-Si modules and the interactions between various factors are being identified.

Furthermore, the research indicates a correlation between the concentration of hydrogen compounds and the ratio of microcrystalline and amorphous phases in a-Si films. This relationship also depends on the thickness of the film, the properties of the substrate material, and the technological conditions in the manufacturing processes. Consequently, practical solutions necessary to address the challenges are being developed through proposed theories and experiments. This contributes to the future development of Uzbekistan's solar energy sector and supports achieving independence in energy supply.

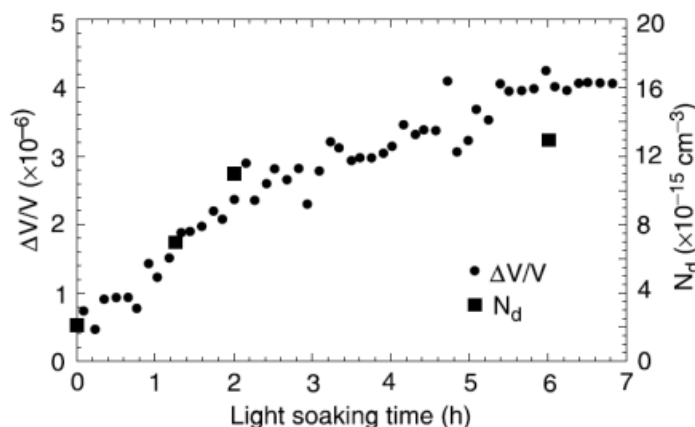


Figure 5a. Change in sample volume and defect concentration induced by light exposure at a constant temperature of 300 K [6].

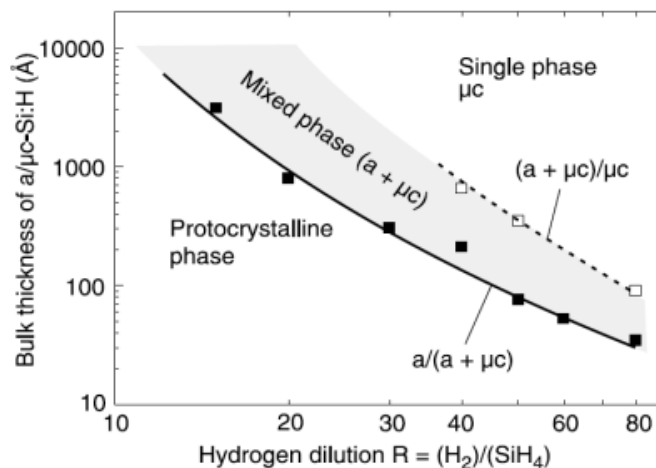


Figure 5b. The ratio of microcrystalline and amorphous phases in a-Si film depending on the concentration of hydrogen impurities in selenium and the thickness of the film [3].

References

- [1]. Smith, J., et al. (2020). "Impact of Dust on Solar Panel Efficiency: A Comparative Study." *Journal of Renewable Energy*, 45(6), 123-130.
- [2]. Jones, P., et al. (2019). "Thermal Effects and Degradation in Solar Panels Due to Dust Accumulation." *Solar Energy Research*, 32(4), 89-97.
- [3]. Chen, W., et al. (2021). "Dust Mitigation Techniques for Solar Panels in Desert Environments." *Energy Procedia*, 75, 234-241.
- [4]. Rahman, A., et al. (2018). "The Influence of Environmental Factors on Photovoltaic Performance in Arid Regions." *International Journal of Energy*, 54(2), 105-110.
- [5]. O Mamasaliyev. Theoretical Foundations of Energy Saving International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS) ISSN ...16 2021
- [6]. O Mamasaliyev, U Sarimsoqov. Calculation of wires for mechanical strength Студенческий вестник, 15-19 4 2021
- [7]. E Saitov, G Khushakov, U Masharipova, O Mamasaliyev, S Rasulova Investigation of the working condition of large power solar panel cleaning device E3S Web of Conferences 383, 04060 1 2023
- [8]. XF Zikrillayev, KS Ayupov, NU Abdullayeva, E.B.Saitov, OK Mamasaliyev, Физическая модель низкочастотного автоколебания тока в компенсированном кремнии. Modern Science and Research 3 (1), 1-3 2024
- [9]. E Saitov, O Mamasaliyev, U Akhmedov, N Azimov Calculation of the intensity of solar radiation Modern Science and Research 3 (1), 1-6 2024
- [10]. GA Qo'shakov, OK Mamasaliyev. Quyosh panellari yuzasida to'plangan changni quruq tozalash tizimining ishlashini o'rganish 2023. 22-29.
- [11]. ОУ Нуруллаев, ОК Мамасалиев Влияние определения степени запыленности солнечных панелей на силу тока 2023 С 67-70.
- [12]. O Mamasaliyev Technological Innovation and Energy Saving in Light Industry International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS) ISSN ...2021
- [13]. MC Саъдуллаев, ЖФ Холлиев, ШШ Абдуллаев, ОК Мамасалиев Информационная безопасность в Узбекистане теория и практика модернизации научной деятельности в условиях цифровизации 2020 Статьи 1–9.

**PAST OQIM TEZLIKLARIDA GIDROTURBINANING ISHLASH SAMARADORLIGNI
OSHIRISH USULLARI**

B.B. Boynazarov, M.O. Uzbekov

Farg'ona politexnika instituti
bekzod.ferpi@gmail.com
(Qabul qilindi 11.09.2024 y.)

Annotatsiya: maqolada gidroenergetika tizimlarida past bosimli gidroturbinalarning samaradorligini oshirishga qaratilgan tadqiqotlarni tahlil qiladi. Asosiy e'tibor Kaplan turbinasiga qaratilgan bo'lib, bu turbinaning rotor burchaklaridagi o'zgarishlar samaradorlikni qanday yaxshilashi mumkinligi ko'rsatildi. Gidroturbinalarning asosiy turlari — Pelton, Francis va Kaplan turbinalar tog'risida ma'lumot berilgan. Kaplan turbinasi past bosimli va katta oqimdagi suvlar uchun mo'ljallangan bo'lib, uning rotor burchaklarini o'zgarishi energiya ishlab chiqarish samaradorligini oshirishi tahlillar asosida aniqlangan. Samaradorlikni oshirish uchun turbinaning dizayni, materiallari, oqimni boshqarish, yangi texnologiyalar va texnik xizmat ko'rsatish kabi bir qator usullar ko'rib chiqilgan. Tadqiqotlar tahlili natijasida Kaplan turbinasining samaradorligi 63,67 % dan 76,60 % ga oshirishini, kichik gidroelektr stansiyalar va past bosimli turbinalarning iqtisodiy jihatdan samarali bo'lishini aniqlangan.

Kalit so'zlar: gidroturbina, Kaplan turbinasi, past bosimli turbinalar, energiya samaradorligi, gidroturbinali nasos, oqimni optimallashtirish, kichik gidroelektr stansiyalar.

Аннотация: в статье проанализированы исследования, направленные на повышение эффективности гидротурбин низкого давления в гидроэнергетических системах. Основное внимание уделяется турбине Каплана и тому, как изменения углов ротора этой турбины могут повысить эффективность. Информация об основных типах гидротурбин - турбинах Пелтона, Фрэнсиса и Каплана. Турбина Каплана предназначена для воды с низким давлением и высоким расходом, и на

основе анализа было установлено, что изменение углов ее ротора увеличивает эффективность производства энергии. Был рассмотрен ряд методов повышения эффективности, включая конструкцию турбин, материалы, управление потоком, новые технологии и техническое обслуживание. В результате анализа исследований определено, что КПД турбины Каплана увеличится с 63,67% до 76,60%, а малые ГЭС и турбины низкого давления станут экономически эффективными.

Ключевые слова: гидротурбина, турбина Каплана, турбины низкого давления, энергоэффективность, гидротурбинный насос, оптимизация потока, малые гидроэлектростанции.

Abstract: the article analyzes research aimed at increasing the efficiency of low-pressure hydroturbines in hydropower systems. The focus is on the Kaplan turbine, and how changes in the rotor angles of this turbine can improve efficiency. Information about the main types of hydro turbines - Pelton, Francis and Kaplan turbines. The Kaplan turbine is designed for low-pressure and high-flow waters, and it was determined based on analyzes that changing its rotor angles increases the efficiency of energy production. A number of methods have been considered to improve efficiency, including turbine design, materials, flow control, new technologies and maintenance. As a result of the research analysis, it was determined that the efficiency of the Kaplan turbine will increase from 63.67% to 76.60%, and small hydroelectric power stations and low-pressure turbines will be economically efficient.

Key words: hydro turbine, Kaplan turbine, low pressure turbines, energy efficiency, hydro turbine pump, flow optimization, small hydroelectric power stations.

Gidroenergetika tizimini mavjud potensialidan kelib chiqqan holda aytishimiz mumkinki past bosimda ishlovchi gidroturbinalar asosida ishlovchi energetik tizimlardan foydalanish katta samara beradi. Shuning uchun past bosimda ishlovchi gidroturbinalar bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar muhim o'rin egallaydi. Hozirgi vaqtda respublika miqyosida ishlab chiqarilayotgan energiya ma'lum qismini suv nasoslari ite'mol qiladi. Bu ko'rsatkich yillar davomida ortib bormoqda bu esa o'z navbatida nasos tizimi orqali suv ta'minotini bajarishga talab ortganligini ifodalaydi. Bu esa o'z navbatida gidroturbinali nasos va elektr olish tizi bo'yicha tadqiqotlar olib borish asosiy tadqiqot yo'nalishlaridan biri ekanligini ko'rsatadi.

Gidroenergetik potensialdan foydalanishda keng qo'llaniladigan asosiy turbina turlari.

- Pelton Turbinasi: Yuqori bosimli suv oqimlarini boshqaradi. Pelton turbinasi parraklari qismlariga suvning urilishi natijasida ishlaydi.
- Francis Turbinasi: O'rta bosimli va o'rtacha oqimdagi suvlar uchun mo'ljallangan. Suvning yuqoridan pastga oqimi turbina orqali o'tadi.
- Kaplan Turbinasi: Past bosimli va katta oqimdagi suvlar uchun mos keladi. Kaplan turbinasi parraklarining o'zgaruvchan burchaklari orqali samarali ishlaydi.

Gidroturbinaning samaradorligini oshirish usullari.

a) Turbinaning shaklini va geometrik o'lchamlarini takomillashtirish.

Gidrodinamik dizayn: Turbinalarning dizaynini suv oqimining o'ziga xos xususiyatlariga moslashtirish. Bu, turbinaning o'zgaruvchan yoki sozlanishi mumkin bo'lgan qismlarini qo'llash orqali amalga oshiriladi.

Yuqori samaradorlik olib keluvchi materiallar: Qattiq va korroziyaga chidamli materiallardan foydalanish turbinaning ishlash vaqtini uzaytiradi va samaradorligini oshiradi.

b) Oqimni optimizatsiya qilish

Suv ta'minoti va taqsimotini boshqarish: Suvning turbinaga qanday tushishini va oqimini boshqarish orqali samaradorlikni oshirish. Bu suvning yuqori bosimda bo'lishini ta'minlash orqali amalga oshiriladi.

Suv rejimlarini sozlash: Turbinaning samaradorligini oshirish uchun suv oqimining turli rejimlarini hisobga olish.

c) Texnologik yangi yechimlar

Aqlli sensorlar: Turbinaning ishlash holatini real vaqt rejimida kuzatish va optimal ish rejimlarini ta'minlash uchun sensorlardan foydalanish.

Avtomatlashtirish va boshqaruv tizimlari: Turbinaning samaradorligini oshirish uchun ilg'or boshqaruv tizimlari va avtomatlashtirishni qo'llash.

d) Texnik xizmat ko'rsatish

Texnik xizmat va ta'mirlash: Turbinaning uzoq muddatli ishlashini ta'minlash uchun muntazam texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash ishlarini bajarish.

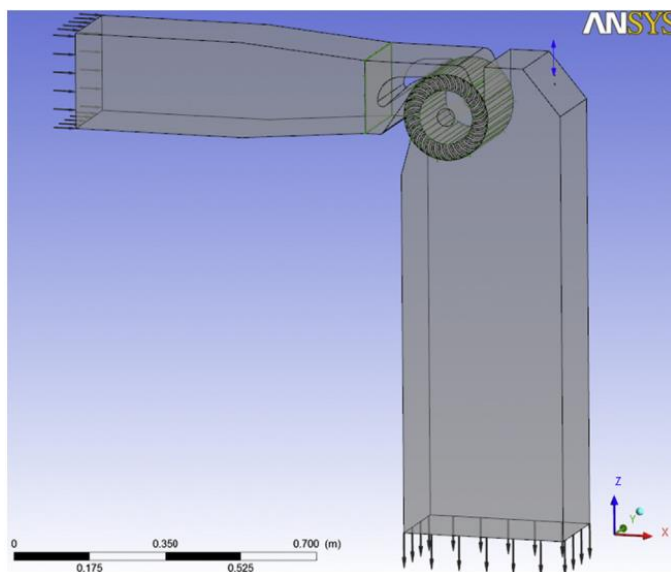
Energiyani qayta ishlash: Turbinaning ishlash samaradorligini oshirish maqsadida eski komponentlarni yangilash va qayta ishlash.

3. Yuzaga keluvchi muammolar

Koroziya ta'siri: Suv va boshqa kimyoviy ta'sirlar turbinaning ishlash samaradorligini kamaytirishi mumkin. Buni oldini olish uchun zamonaviy materiallar va qoplamalardan foydalanish kerak.

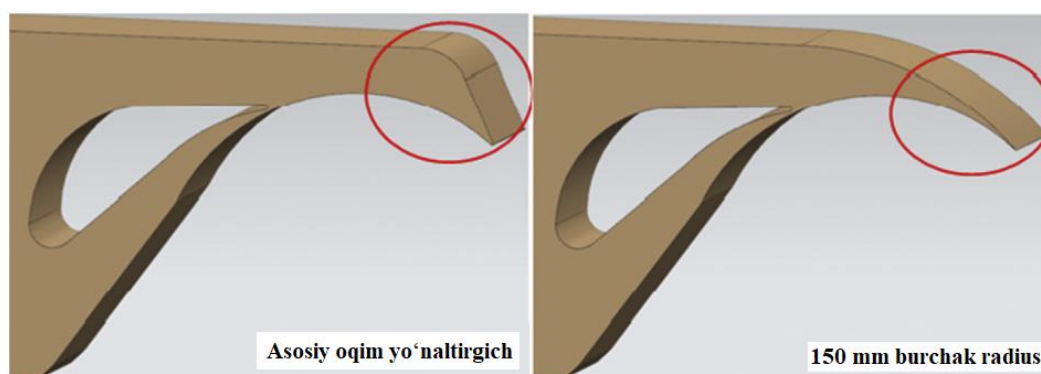
Qattiq zaharli moddalar: Suvda mavjud bo'lgan qattiq zhararli moddalar turbinaning ishlashiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Filtratsiya va tozalash tizimlarini joriy qilish orqali ushbu muammolarni bartaraf etish mumkin.

Yuqorida keltirib o'tilgan asosiy samaradorlikni oshirish bo'yicha keltirib o'tilgan ma'lumotlar asosida ko'plab tadqiqot ishlari olib borilgan. Hususan Nirmal Acharya va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotda quyudagicha xulosalarga kelindi. Kichik gidroenergetika manbalaridan foydalanish qishloq va kichik jamoalar uchun energiya ehtiyojlarini qondirishda muhim rol o'ynaydi, ayniqsa samaradorlik va tejamkorlikni ta'minlay oladigan kichik turbinalar orqali. Ushbu turbinlar iqtisodiy jihatdan arzon va oddiy texnik xizmat ko'rsatish talablari bilan ajralib turadi, bu esa mikro GESlarda (Gidroelektr stansiyalarida) keng qo'llanilishini ta'minlaydi. Past bosim ostida

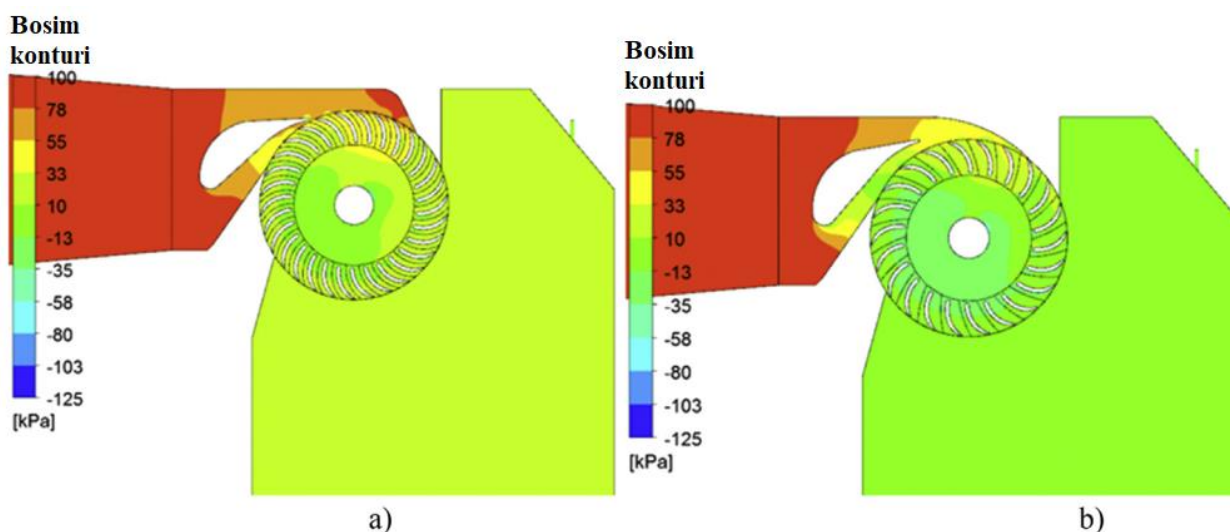


1-rasm. ANSYS dasturida yaratilgan tizimning umumiy ko'rinishi [1].

va turli oqim diapazonlarida samarali ishlash qobiliyati, shuningdek, ishlab chiqarishning qulayligi tufayli, mikro GESlar uchun ayniqsa maqbul tanlovdir. Tadqiqotda natijalar shuni ko'rsatdiki, boshlang'ich modelda samaradorlik 63,67% ni tashkil etdi. Geometrik o'zgarishlar natijasida bu ko'rsatkich 76,60% ga yetdi, bu esa 12,93% ga oshganligini ko'rsatadi. Tezlik taqsimoti, bosim konturlari va oqim doirasidagi chiqish momenti ham tahlil qilindi, bu esa qayta aylanma oqim hududining qisqarganligini va sxemaning o'zgaruvchanligini tasdiqladi. Ushbu tadqiqot ko'ndalang oqimli turbinalarini yanada samarali qilish uchun kelajakdagi dizayn va ishlab chiqarish jarayonlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ushbu maqola ko'ndalang oqimli turbinalarining samaradorligini oshirish bo'yicha kelajakdagi izlanishlarga turtki bo'lishi mumkin [1].



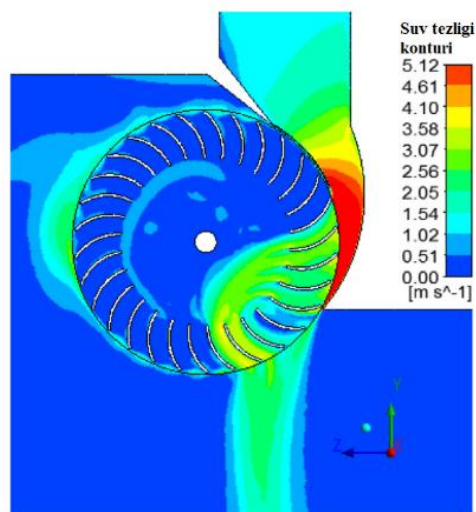
2-rasm. Oqim yo'naltiruvchi tizimning o'zgarishi [1].



3-rasm. (a) Asosiy modelning bosim konturlari. (b) o'zgartirilgan model.

Vincenzo Sammartano va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda gidroenergetikada kichik energiya manbalaridan foydalanish samaradorlik va tejamkorlikni birlashtirgan kichik turbinalardan foydalanishni talab qilinishi, Banki-Mishell turbinalari soddaligi va o'zgaruvchan yuklama sharoitida yaxshi samarador ekanligini aniqlashdi [2].

R.C. Adhikari va D.H. Woodlar tomonidan olib borilgan tadqiqotda kichik gidroenergetik tizimlarda, ayniqsa, past bosimli (50 metrdan kam) uchun keng qo'llaniladigan ko'ndalang oqimli turbinalar haqida so'z yuritiladi. Ushbu turbinaning o'ziga xosligi shundaki, suyuqlik ikki marta



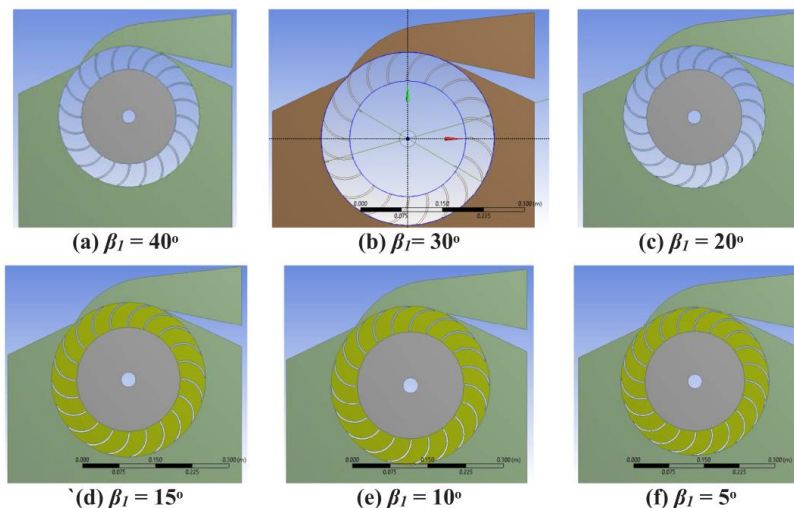
4-rasm. $Q = 20$ l/s, $\omega = 199,1$ ayl/min da turbinaga yo'naltirilgan suvning tezligi.

yuguruvchi pichoqlar orqali o'tadi, shuning uchun energiya ikki bosqichda chiqariladi. Ko'pincha bunday turbinalarda oqimni boshqarish uchun yo'naltiruvchi qanotlar qo'llaniladi. Biroq, bu yo'naltiruvchi qanotlar oqimni ikki qismga bo'lib, turbina samaradorligini sezilarli darajada pasaytirishi mumkin. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, yaxshi loyihalashtirilgan, yo'naltiruvchi qanotlarsiz ko'ndalang oqimli turbinalar to'liq yuklama ostida 90% dan ortiq samaradorlikka erishishi mumkin. Biroq, qisqa yuklamalarda (oqimning pasayishi) sharoitida yuqori samaradorlikni saqlash muammosi mavjud. Ushbu maqolada kirish burchagini boshqarish uchun ishlatiladigan "Cink" nazorat moslamasi tahlil qilinadi va bu qurilma kichik yuklama sharoitida ham yuqori samaradorlikni ta'minlashini aniqladi. Bu, turbina generatori uchun kerakli quvvat elektronikasini soddalashtiradi va yo'naltiruvchi qanotlarga nisbatan sezilarli ustunliklar beradi [3].

R. Ranjan va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotda kichik gidroelektr stansiyalar uchun samarali va iqtisodiy jihatdan maqbul turbinalar talab etiladi, ayniqsa qishloq va kichik miqyosdagi iste'molchilar uchun. Gidro turbinalari oddiy dizayni, texnik xizmat ko'rsatishdagi qulayligi va past dastlabki xarajatlar sababli afzal ko'riladi, garchi ular o'rtacha samaradorlikka ega bo'lsa-da, ayniqsa past bosh va oqim sharoitida. Ushbu tadqiqotning maqsadi, geometrik o'zgartirishlar orqali gidro turbinaning samaradorligini oshirishdir. ANSYS FLUENT dasturi yordamida raqamli tadqiqot o'tkazildi, uch o'lchamli beqaror simulyatsiyalar esa kesish kuchi transport k-omega turbulens modelidan foydalangan holda amalga oshirildi. Kirish pichoq burchagi (5° dan 40° gacha), suv yo'naltiruvchi qisimning burchagi (65° dan 85° gacha) va aylanma tezlik (200 ayl/min dan 800 ayl/min gacha) kabi asosiy parametrlar o'zgartirildi. Natijalar, maksimal

samaradorlik kirish pichoq burchagi 5° , suv yo'naltiruvchi qisimning burchagi 65° , va aylanma tezlik 600 ayl/min da erishilganini ko'rsatdi. Ishlab chiqarish imkoniyatlarini hisobga olgan holda, kirish pichoq burchagi 10° va suv yo'naltiruvchi qisimning burchagi 65° optimal deb topildi, bu holda maksimal samaradorlik 600 ayl/min da 93.8% ga yetdi. N suv yo'naltiruvchi qisimning burchagi 65° qo'shilishi bilan, turbinaning samaradorligi 600 ayl/min va 10° kirish pichoq burchagi bilan 97.8% ga yetdi. Ushbu dizayn konfiguratsiyasi mavjud modellarga nisbatan 20% ga yuqori samaradorlikni taqdim etdi [4].

F. Basar hamda M. Raislar tomonidan olib borilgan tadqiqotda yangi Z-pichoq shakldagi turbinasining samaradorlik va qo'llanilish xususiyatlari past bosh va past oqim sharoitida sinov bloki asosida tahlil qilindi. Katta gidroelektr stansiyalardan farqli o'laroq, ushbu texnologiyaning ustunligi shundaki, u hatto kichik suv oqimlaridan ham elektr energiyasini olish imkonini berdi va ekologik jihatdan salbiy ta'sir



ko'rsatmaydi. Turbina rotor diametri, burchak tezligi, oqim tezligi va quvvat chiqishi o'rtasidagi munosabat turli ishqalanish yo'qotishlari hisobga olinib chizilgan va tajribaviy ma'lumotlarga tayangan holda batafsil ko'rib chiqilgan. Tajribalar 5 m bosim va undan past sharoitda, suv oqim tezligi 2,5 l/s dan kam bo'lgan holda o'tkazilgan va nazariy natijalar bilan taqqoslangan. Turbina past bosimli suv sharoitida (5 m) yuqori aylanma tezlik (500 ayl/min gacha) va yuqori samaradorlik (78% gacha) erishish imkoniyatiga ega [5].

Wenlong Tian va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotda kichik o'lchamli gorizontal o'q gidrokinetik turbina loyihalashtirilgan, ishlab chiqarilgan va eksperimental va raqamli jihatdan o'rganilgan. Turbina Xitoyning okean oqimi tezligi past bo'lgan ko'pgina dengiz hududlarida ishlashi va uzoq orollarni elektr energiyasi bilan ta'minlashi ko'rib chiqilgan. Past oqim tezligida turbinaning samaradorligini oshirish uchun rotor momentining kontaktsiz uzatilishi uchun magnit mufta qo'llaniladi. Eksperimental natijalar shuni ko'rsatadiki, turbinaning kesish tezligi 0,25 m/s va maksimal quvvat koeffitsienti 0,33 ga teng bo'lib, uzatish qismlarida qarshilik momentini kamaytirish uchun magnit muftalardan foydalanishning maqsadga muvofiqligini isbotlaydi. Keyin rotorning vaqtinchalik va barqaror holatda ishlashini baholash uchun Reynolds o'rtacha Navier-Stokes (RANS) tenglamalariga asoslangan uch o'lchovli hisoblash suyuqliklari dinamikasi (CFD) simulyatsiyalari amalga oshiriladi [6].

(1) Loyihalangan turbina 0,25 m/s tezlikka ega bo'lib, bu umumiy oqim turbinalariga qaraganda ancha past. Shunday qilib, uzatish qismlarida qarshilik momentini kamaytirish uchun magnit muftalardan foydalanishning maqsadga muvofiqligi isbotlangan. Olingan natija kelajakdagi kichik va o'rta miqyosli gidrokinetik turbinalar dizayni uchun juda foydali, chunki to'g'ri ishlab chiqilgan magnit muftalardan kontaktsiz momentni uzatish va mexanik muhrlarni yo'q qilish uchun foydalanish mumkin.

(2) Loyihalangan turbinaning maksimal quvvat koeffitsienti 0,33 ni tashkil etdi. Bu qiymat CFD (0,41) tomonidan olinganidan past bo'lsa-da, past oqim tezligi (0,5 m/s) va rotordagi kichik gidrodinamik kuchlarni hisobga olgan holda qoniqarli. Joriy dizayndagi generator, Maxon 35 L, ko'pincha generator emas, balki vosita sifatida ishlatiladi. Shu sababli, turbinaning quvvat koeffitsientini joriy uzatish qutisi va generatorni nominal tezligi va quvvati rotorga to'liq mos

kelishi mumkin bo'lgan maxsus ishlab chiqilgan almashtirgich bilan almashtirish orqali yanada oshirish mumkin.

(3) CFD simulyatsiyalari turbinaning pichoqlari atrofidagi uyg'onish tuzilmalarini va oqimni ko'rsatadi. Rotor aylanayotganda, oqim ikki konsentrik spiral chiziq kabi pichoqning uchi va ildizidan ajralib chiqadi. Rotor o'rnatilganda, oqim to'g'ridan-to'g'ri pichoqning oldingi va orqa chetidan ajralib chiqadi va shunga o'xshash uyg'onish hosil qiladi [6].

Gidroenergetika tizimlarida past bosimli gidroturbinalar katta ahamiyatga ega, chunki ular suvning past bosim sharoitlarida samarali ishlay oladi va energiya ishlab chiqarishda katta imkoniyatlar yaratadi. Kaplan turbinasi kabi past bosimli turbinalar rotorlaridagi o'zgaruvchan burchaklar orqali maksimal samaradorlikka erishishni ta'minlaydi. Bu turbinaning o'zgaruvchan burchaklari suv oqimining optimal tarzda kirishini nazorat qiladi, natijada energiya ishlab chiqarish samaradorligi oshadi.

Gidroturbinalarining samaradorligini oshirish uchun bir qator usullar mavjud.

Birinchi usul – turbinaning dizayni va materiallarini takomillashtirish. Turbinaning shaklini, geometrik o'lchamlarini va yuqori sifatli materiallardan foydalanish uning uzoq muddatli ishlashini va samaradorligini yaxshilaydi.

Ikkinchi usul – oqimni optimallashtirish. Suvning turbinaga qanday tushishini va oqimini boshqarish orqali samaradorlik oshiriladi. Suv rejimlarini to'g'ri sozlash, yuqori bosimni ta'minlash muhim ahamiyatga ega.

Uchinchi usul – texnologik yangi yechimlar, masalan, aqlli sensorlar va avtomatlashtirish tizimlari yordamida turbinaning ishlash holatini real vaqt rejimida kuzatish va optimallashtirish mumkin.

To'rtinchi usul – muntazam texnik xizmat va ta'mirlash. Eski komponentlarni yangilash va energiyani qayta ishlash turbinaning samarali ishlashini ta'minlaydi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, Kaplan turbinasining o'zgaruvchan burchaklar va dizayndagi yangiliklar samaradorlikni sezilarli darajada oshiradi. Kichik gidroelektr stansiyalar va past bosimli turbinalar energiya ehtiyojlarini qondirishda samarali va iqtisodiy jihatdan foydali variantlardir.

Adabiyotlar

- [1]. Acharya, N., Kim, C., Thapa, B., & Lee, Y. (2015). Numerical analysis and performance enhancement of a cross-flow hydro turbine. *Renewable Energy*, 80, 819-826. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2015.01.064>.
- [2]. Sammartano, V., Aricò, C., Carravetta, A., Fecarotta, O., & Tucciarelli, T. (2013). Banki-Michell Optimal Design by Computational Fluid Dynamics Testing and Hydrodynamic Analysis. *Energies*, 6, 1-24. <https://doi.org/10.3390/EN6052362>.
- [3]. Adhikari, R., & Wood, D. (2018). Computational analysis of part-load flow control for crossflow hydro-turbines. *Energy for Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1016/J.ESD.2018.04.003>.
- [4]. Ranjan, R., Alom, N., Singh, J., & Sarkar, B. (2019). Performance investigations of cross flow hydro turbine with the variation of blade and nozzle entry arc angle. *Energy Conversion and Management*. <https://doi.org/10.1016/J.ENCONMAN.2018.12.075>.
- [5]. (2020). A Novel Z-blade Reaction Type Turbine for Low Head Low Flow Water Condition. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. <https://doi.org/10.35940/ijtee.c8175.019320>.
- [6]. Tian, W., Mao, Z., & Ding, H. (2017). Design, test and numerical simulation of a low-speed horizontal axis hydrokinetic turbine. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*. <https://doi.org/10.1016/J.IJNAOE.2017.10.006>.
- [7]. Anagnostopoulos, J.S.; Papantonis, D.E. Optimal sizing of a run-of-river small hydropower plant. *Energy Convers. Manag.* 2007, 48, 2663–2670.
- [8]. Hosseinia, S.M.H.; Forouzbakhshb, F.; Rahimpoura, M. Determination of the optimal installation capacity of small hydro-power plants through the use of technical, economic and reliability indices. *Energy Policy* 2005, 33, 1948–1956.
- [9]. Carravetta, A.; del Giudice, G.; Fecarotta, O.; Ramos, H. Energy production in water distribution networks: A PAT design strategy. *Water Resour. Manag.* 2012, 26, 3947–3959.
- [10]. Carravetta, A.; del Giudice, G.; Fecarotta, O.; Ramos, H. PAT Design strategy for energy recovery in water distribution networks by electrical regulation. *Energies* 2013, 6, 411–424.
- [11]. Chapallaz, J.M.; Eichenberger, P. Guida Pratica per la Realizzazione di Piccole Centrali Idrauliche [in Italian]; Ufficio federale dei problemi congiunturali: Berne, Switzerland, 1992; ISBN 3-905232-20-0 (French ver.); ISBN 3-905232-38-3 (Italian ver.).

- [12]. Penche, C. *Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant*; European Small Hydropower Association: Brussels, Belgium, 2004.
- [13]. Khosrowpanah, S.; Albertson, M.L.; Fiuzat, A.A. Historical overview of cross-flow turbine. *Int. Water Power Dam Constr.* 1984, 36, 38–43.
- [14]. Fiuzat, A.A.; Akerkar, B.P. The Use of Interior Guide Tube in Cross Flow Turbines. In *Proceedings of the International Conference on Hydropower-WATERPOWER '89*, London, UK, 21–26 August 1989.
- [15]. Fiuzat, A.A.; Akerkar, B.P. Power outputs of two stages of cross-flow turbine. *J. Energy Eng.* 1991, 117, 57–70.
- [16]. Aziz, N.M.; Desai, V.R. A Laboratory Study to Improve the Efficiency of Cross-Flow Turbines. In *Engineering Report*; Department of Civil Engineering, Clemson University, Clemson, SC, USA, 1993.

UDK 003.034

ZICHLASH NATIJASIDA ZARARLANGAN FAYLLARNI ANIQLASH VA QAYTA TIKLASH

E.J. Qilichev, N.X. Noraliyev, I.E. Isroilov

Toshkent davlat agrar universiteti

+998 93 888 53 53, +998 99 887 74 69, +998 99 598 18 08

[\(Qabul qilindi 29.10.2024 y.\)](#)

Annotatsiya. Ushbu maqola buzilgan faylni siqish natijasida etkazilgan zararni aniqlash va ularni tiklash usullarini o'rganishga qaratilgan. Siqish usuli ma'lumotlar hajmini kamaytirish uchun keng qo'llaniladi. Foydalanish siqish usuli buzilgan fayllarni aniqlaydi va tiklaydi, ma'lumotlarni tiklash jarayonlari buzilgan fayllarni tiklash uchun DEFLATE va INFLATE algoritmlari asosida keng tahlil qilinadi. Ushbu algoritm katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlaydiganlar uchun qo'llaniladi.

Tayanch so'zlar: DEFLATE algoritmi, INFLATE algoritmi, LZ77 algoritmi, Huffman kodlash, offset, entropiya, dekompressiya.

Аннотация. Эта статья посвящена выявлению повреждений, вызванных сжатием поврежденного файла, и изучению методов их восстановления. Метод сжатия широко используются для уменьшения размера данных. С помощью метод сжатия будут обнаруживать и восстанавливать поврежденные файлы, процессы восстановления данных широко анализируются на основе алгоритмов DEFLATE и INFLATE для восстановления поврежденных файлов. Данная алгоритм применяется для работающих с большими объемами данных.

Ключевые слова: алгоритм DEFLATE, алгоритм INFLATE, алгоритм LZ77, кодирование Хаффмана, смещение, энтропия, декомпрессия.

Abstract. This article is devoted to identifying damages caused by compression of a corrupted file and studying methods for their recovery. The compression method is widely used to reduce the size of the data. Using the compression method, corrupted files will be detected and restored, data recovery processes are widely analyzed based on DEFLATE and INFLATE algorithms to restore corrupted files. This algorithm is used for working with large amounts of data.

Key words: DEFLATE algorithm, INFLATE algorithm, LZ77 algorithm, Huffman coding, offset, entropy, decompression.

Kirish. Kompyuter tizimlarida ma'lumotlarni saqlash va uzatish jarayonida fayllarni siqish (zichlash) texnologiyalari katta ahamiyatga ega. Bu texnologiyalar ma'lumotlarning hajmini kamaytirish, saqlash joyidan samarali foydalanish va tarmoq orqali ma'lumotlar uzatilish tezligini oshirishga yordam beradi. Biroq, siqish jarayonida ba'zan texnik nosozliklar yoki algoritmik

xatoliklar sababli fayllar zarar ko'rishi yoki buzilishi mumkin. Bu holat kompyuter tizimlarining ishonchililigi pasaytirishi va qimmatli ma'lumotlarni yo'qotishga olib kelishi mumkin.

Ushbu maqolada kompyuter tizimlarida fayllarni siqish jarayonida yuzaga keladigan xatoliklar, zarar ko'rgan fayllarni aniqlash usullari va ularni qayta tiklash texnologiyalari batafsil tahlil qilinadi. Zichlash jarayonida zarar ko'rgan fayllarni tiklash texnikasi kompyuter tizimlari va tarmoqlarida ma'lumotlarni uzatish va saqlash jarayonining ishonchli bo'lishini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

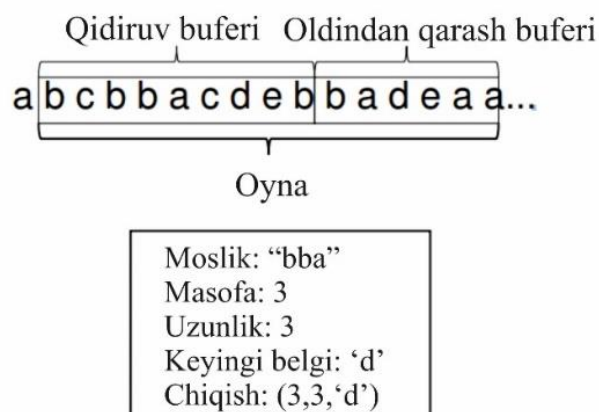
Maqolada, shuningdek, fayllarni tiklashning texnik usullari, zarar ko'rgan ma'lumotlarni tiklash va butunligini saqlash bo'yicha zamonaviy algoritmlar, masalan, LZ77 algoritmi, DEFLATE va INFLATE kabi algoritmlar muhokama qilinadi. Ushbu jarayonning samaradorligini oshirish va xavfsizlikni ta'minlash yo'llari ko'rib chiqiladi. Shu bilan birga, fayllarning zarar ko'rishining oldini olish uchun amaliy tavsiyalar ham beriladi.

Metodlar. DEFLATE zichlash algoritmi Huffman kodlovchi sxemasi bilan birlashtirilgan LZ77 variatsiyasiga asoslangan. LZ77 printsipi lug'at sifatida ilgari ko'rilgan kirish oqimining bir qismini ishlatishdi [1]. Ya'ni, bir necha marta ishlatiladigan oqim zichlangan ma'lumotlarga oldingi oqimning offseti va uning uzunligi bilan yoziladi. Kodlovchi kirish oqimi ustida oynani ushlab turadi va belgilar qatori kodlanayotganda ushbu oynadagi kirishni o'ngdan chapga siljitadi. Shunday qilib, usul surma oynaga asoslangan. Oyna ikki qismga bo'lingan, chapdagi qism joriy lug'atni ifodalovchi qidiruv buferi deb ataladi va yaqinda kiritilgan va kodlangan belgilarni o'z ichiga oladi. O'ng tarafdagi qism oldinga qarash buferi bo'lib, u hali kodlanmagan matnni o'z ichiga oladi. Shuni ta'kidlash joizki, amaliy dasturlarda qidiruv buferi bir necha ming baytni tashkil qiladi, oldinga qarashli bufer esa o'nlab baytni tashkil qiladi.

Zichlangan ma'lumotlar to'plami kirish ma'lumotlarining ketma-ket bloklariga mos keladigan bir qator bloklardan iborat. Blok o'lchamlari ixtiyoriydir, bundan tashqari zichlanmaydigan bloklar 65,535 bayt bilan cheklangan. Har bir blok LZ77 algoritmi va Huffman kodlash kombinatsiyasi yordamida zichlandi. Har bir blok uchun Huffman daraxtlari oldingi yoki keyingi bloklarga bog'liq emas [2].

LZ77 algoritmi oldingi blokda, oldingi 32K kirish baytgacha bo'lgan takrorlangan satrga havoladan foydalanishi mumkin. Har bir blok ikki qismdan iborat: zichlangan ma'lumotlar qismining tasvirini tavsiflovchi bir juft Huffman kod daraxti va zichlangan ma'lumotlar qismi. (Huffman daraxtlarining o'zi Huffman kodlash yordamida zichlanadi.) [3] Zichlangan ma'lumotlar ikki turdagi elementlar qatoridan iborat: Tom ma'noda baytlaridan (oldingi 32K kirish baytlari ichida takrorlanganligi aniqlanmagan satrlar) va takrorlangan satrlarga ko'rsatgichlaridan, bu yerda ko'rsatgich juftlik sifatida ifodalanadi. DEFLATE formatida ishlatiladigan tasvir masofalarni 32K baytgacha va uzunliklarni 258 baytgacha cheklaydi, lekin yuqorida aytib o'tilganidek cheklangan, zichlanmaydigan bloklardan tashqari blok hajmini cheklamaydi. Har bir qiymat turi zichlangan ma'lumotlarda Huffman kodi, harflar, uzunliklar uchun bitta kod daraxti va masofalar uchun alohida kod daraxti yordamida ifodalanadi. Har bir blok uchun kod daraxtlari ushbu blok uchun zichlangan ma'lumotlardan oldin ixcham shaklda paydo bo'ladi.

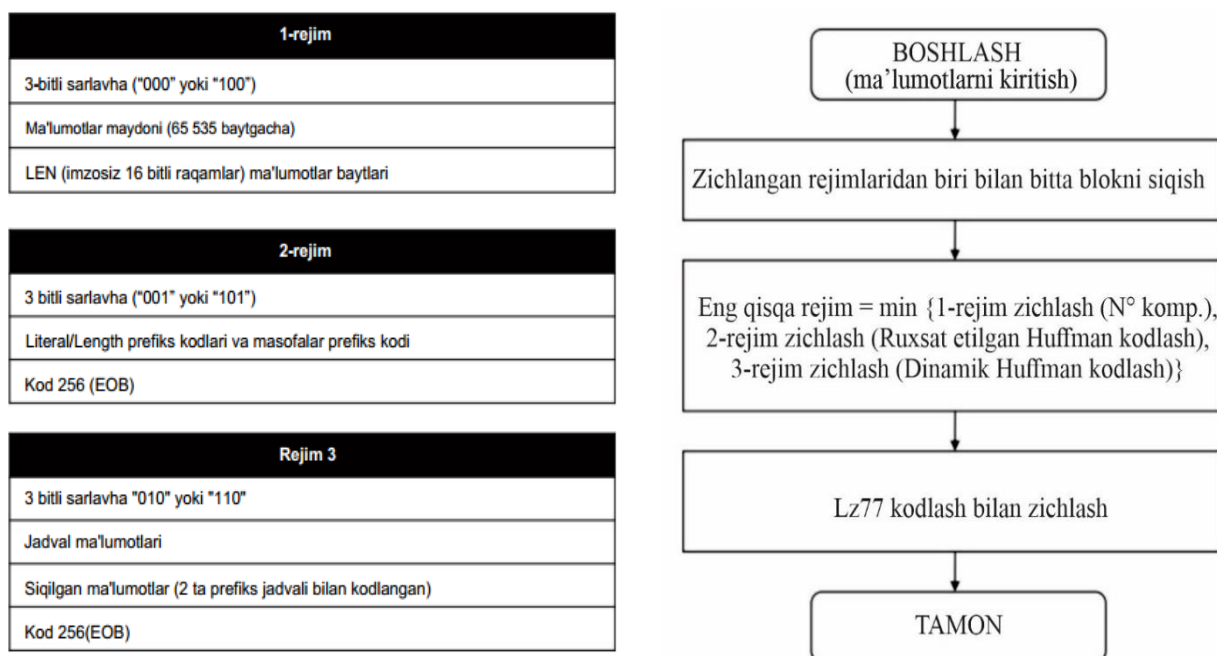
Shunday qilib, literal baytlar, uzunlik, orqaga masofa va keyingi harflar LZ77 zichlangan ma'lumotlar faylidagi asosiy atom bo'lgan zichlash bloki deb ataladigan asosiy qismlardir. DEFLATE zichlash holatida faqat literal baytlar va uzunlik, orqaga masofa qismlari mavjud va qo'shimcha qadam sifatida Huffman sxemasi qo'llaniladi. Huffman kodlash - ma'lumotlarni zichlashning mashhur usuli. Ushbu sxema belgining paydo bo'lish chastotasiga asoslanadi.



1-rasm. LZ77 algoritmi.

Huffman kodlashning asosiy printsipti tez-tez uchraydigan ma'lumotlarni kodlash uchun kamroq bitlardan foydalanishdir. Algoritm barcha alifbo belgilari ro'yxatini ularning ehtimolliklarining kamayish tartibida tuzishdan boshlanadi. Keyin u pastdan yuqoriga qarab har bir bargda belgi bo'lgan daraxt quradi. Bu bosqichma-bosqich amalga oshiriladi, bunda har bir bosqichda eng kichik ehtimoli bo'lgan ikkita belgi tanlanadi, qisman daraxtning tepasiga qo'shiladi, ro'yxatdan o'chiriladi va ikkita asl belgini ifodalovchi yordamchi belgi bilan almashtiriladi. Ro'yxat faqat bitta yordamchi belgiga qisqartirilsa, daraxt tugallangan hisoblanadi. Keyin daraxt bo'ylab o'tib, belgilar kodlari aniqlanadi [4].

DEFLATE algoritmidagi zichlash rejimlarining turlari. DEFLATE zichlash algoritmidagi ma'lumotlarni zichlashning 3 ta rejimi mavjud [5]. Birinchisi, "1-rejim" ma'lumotlarni zichlamaydi. Ikkinchisi, "2-rejim" zichlash algoritmidagi qat'iy jadvalga muvofiq, LZ77 va sobit Huffman kodlash yordamida ma'lumotlarni zichlaydi. Oxirgisi, "3-rejim" LZ77 va dinamik Huffman kodlash bilan ma'lumotlarni zichlaydi. 3-rejimda kodlovchi ikkita kod jadvalini hosil qiladi, ular zichlangan faylning sarlavhasidan keyin joylashgan. Shundan so'ng, u zichlangan xom ma'lumotlar blokini tashkil etuvchi ma'lumotlarni kodlash uchun jadvallardan foydalanadi. Har bir blokning formati 2.a-rasmda batafsil keltirilgan [6].



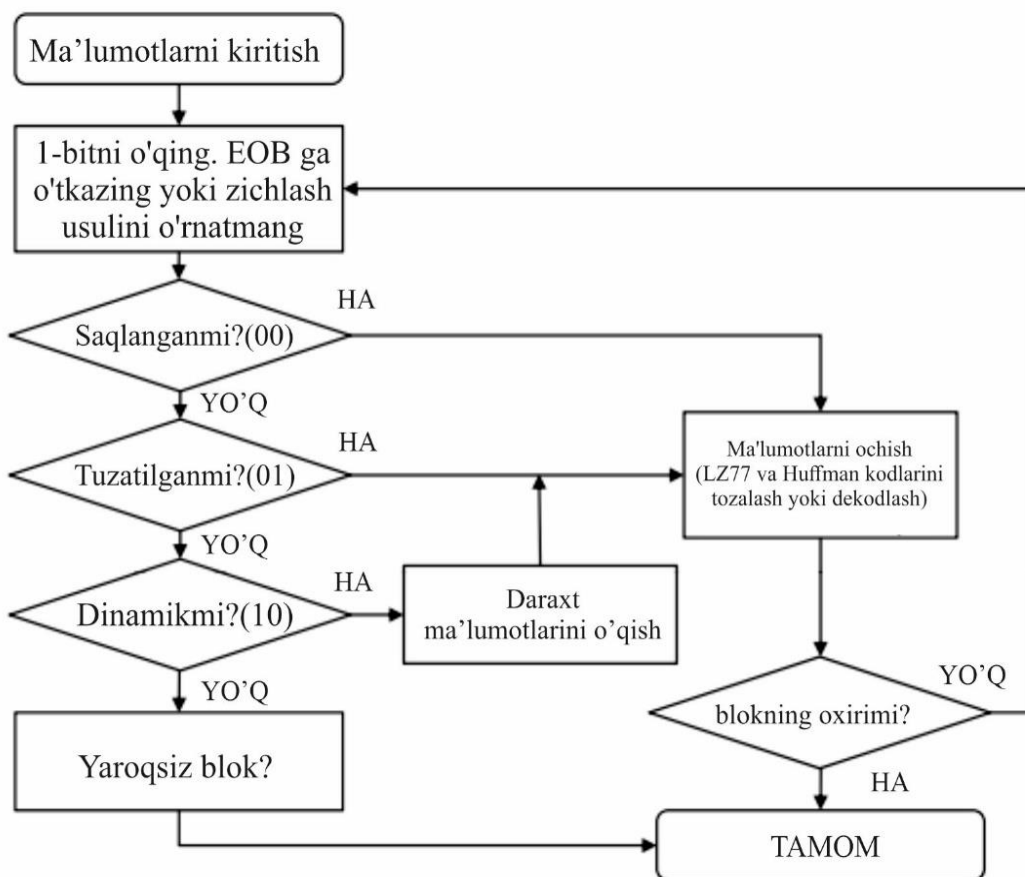
2-rasm. a) DEFLATE zichlash algoritmidagi har bir blokning formati.
b) Soddashtirilgan DEFLATE algoritmi.

Kodlovchi har bir zichlash rejimi uchun uzunliklarni taqqoslaydi va keyin tanlash orqali ma'lumotlarni siqadi. Soddashtirilgan DEFLATE zichlash algoritmi 2.b-rasmda ko'rsatilgan.

Zararlangan zichlangan fayllarni ochish yoki qutqarish uchun zichlangan ma'lumotlar formatini tanib olish kerak 1-rejimdagi blok zichlash rejimi va xom ashyo bo'lgan dekoderga (shuningdek dekompressor deb ataladi) zichlangan ma'lumotlar bo'limi signal beruvchi sarlavhadan iborat. 2-rejim kabi sarlavhadan va zichlashda zararlangan ma'lumotlar qismidan iborat. 3-rejim sarlavha, Huffman jadvali zichlashda zararlangan ma'lumotlar blokidan iborat [7].

INFLATE algoritmi, dekompressor qanday ishlashini qisqacha bayon qilish mumkin. Agar ma'lumotlar oqimi 1-rejim tomonidan zichlangan bo'lsa, dekompressor shunchaki ma'lumotlarni o'chiradi. 2-rejim holatida, dastlab, birinchi qadam sifatida, dekompressor, yuqorida aytib o'tilganidek, algoritm ichida qurilgan Huffman jadvalini dekodlaydi, so'ngra ikkinchi bosqich sifatida LZ77 bloklarini dekodlaydi. Nihoyat, 3-rejim uchun dekompressor joriy blokda Huffman

daraxti ma'lumotlarini o'qiydi va keyin Huffman va LZ77 bloklarini dekodlaydi. Dekompressor Oxirgi qatori bilan uchrashganda, u dekodlash bosqichini to'xtatadi [8].



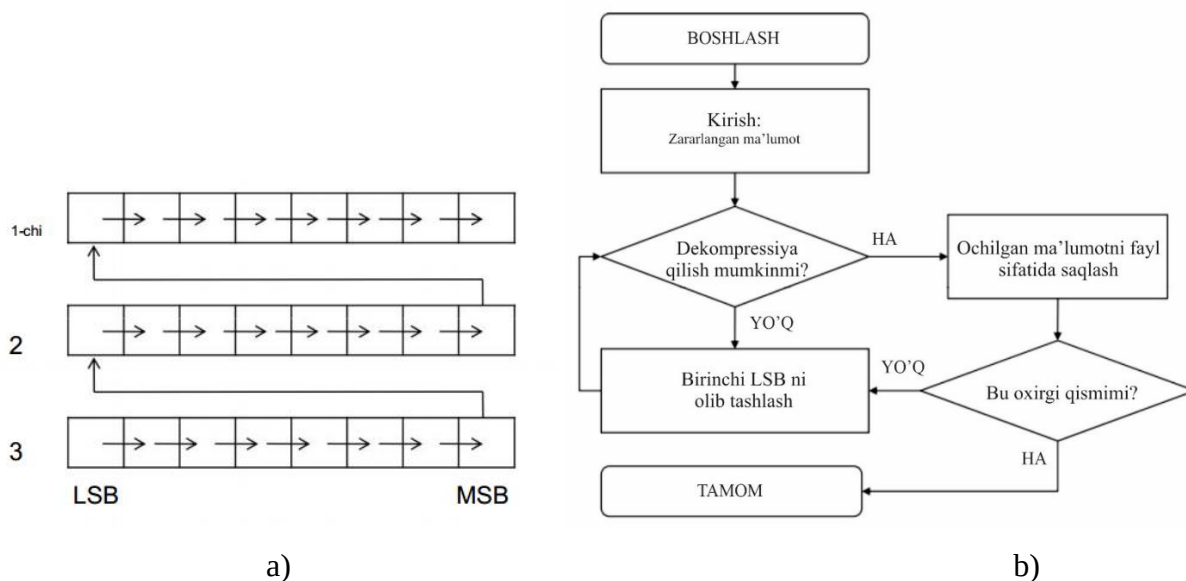
3-rasm. Soddalashtirilgan INFLATE algoritmi.

Zichlashda zararlangan fayllarni qutqarishning yangi usuli. Ushbu bo'limning asosiy maqsadi xom ma'lumotlar oqimini ochish va tiklash uchun yechimni taqdim etishdir. Dekompressiya bosqichining oxirida zichlash sxemasiga ko'ra ko'plab ma'lumotlar bo'laklari bilan shug'ullanish kerak bo'ladi va shu bilan zichlanmagan asl materialni qayta tiklash uchun keyingi tahlil bosqichini, sud- tibbiy tahlilning yakuniy bosqichini qo'llash mumkin. Asl zichlanmagan faylni qayta tiklash imkoni bo'lmasa ham, ma'lumotlarni zichlash usullaridan foydalangan holda, ushbu ma'lumotlardan iloji boricha ko'proq ma'lumot olish maqsadga muvofiq bo'ladi [9].

Hozircha 2-rejimda Huffman jadvali DEFLATE zichlash algoritmi ritmi darajasida joylashgan bo'lsa, 3-rejimda Huffman jadvali natijadagi 2.a-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha zichlangan fayl ichida o'qiladi. Huffman jadvalining bir qismi shikastlangan bo'lsa, 3-rejimida dinamik Huffman kodlash sxemasining xususiyatlari tufayli bu blokni ochish mumkin bo'lmaydi [10].

Agar 2-rejim uchun zichlash sxemasini ko'rib chiqsak, sarlavha buzilgan bo'lsa ham, keyingi zichlashda zararlangan ma'lumotlar oqimlarini tiklash mumkin bo'lishiga rozi bo'lishimiz mumkin. Bu to'g'ridan-to'g'ri zichlash algoritmidagi kodlangan sobit Huffman jadvali haqidagi bilimlardan kelib chiqadi. DEFLATE zichlash sxemasi bilan shug'ullanadigan oldingi tiklash vositalari sarlavhani topishga harakat qiladi va offset ma'lumotlarini o'qib, zichlangan xom ma'lumotlar bloklarini saralashga harakat qiladi. Yondashuv 2-rejimni hisobga olgan holda bit darajasida harakat qiladi. Sarlavha buzilgan bo'lsa ham, har safar bir bitni olib tashlash, INFLATE dekompressiya algoritmini qo'llash va natijada biron bir narsani olish mumkinmi yoki yo'qligini hal qilishimiz

mumkin. Bu bitma-bit jarayon zichlangan oqim uzunligiga ko'ra, iloji boricha ko'p marta takrorlanishi mumkin [11].



4-rasm. a) Bitma-bit algoritmi. b) Zararlangan ma'lumotlarni tiklash jarayoni.

Zararlangan kirish fayli berilgan, algoritm LZ77 sxemasiga ko'ra xom ma'lumotlar blokini ochishga harakat qiladi. Agar dekompressiyani amalga oshirish mumkin bo'lsa, natijada olingan ma'lumotlar bloki fayl sifatida saqlanadi. Aksincha, agar kirish ma'lumotlarini ochish mumkin bo'lmasa, keyingi bit o'chiriladi va jarayon blokning oxirigacha takrorlanadi [12].

Ma'lumotlar bloklari bayt sifatida qadoqlanganligi sababli, masalan, eng kam ahamiyatli bitdan boshlanib, bitlarni olib tashlash jarayoni 4.a-rasmdagi kabi ko'rsatilishi mumkin. Birinchidan, ma'lumotlarning birinchi baytidan 8-bit, so'ngra qolgan qismi o'chiriladi. Ma'lumotlar oqimining bir qismi registrdagi kabi siljiydi. Blok ochilganda yoki blokning oxiriga yetganda jarayon kerak bo'lganda ko'p marta takrorlanadi.

Ushbu bloklar ba'zan mustaqil yoki bir-biriga bog'liq bo'lishi mumkin. Odatda, ushbu bloklararo bog'liqlik bitta zichlashda zararlangan ma'lumotlar blokini (ma'lumotlar oqimi) tiklashga ruxsat bermaydi.

Natija. DEFLATE zichlash algoritmining ma'lum bir parametri bo'yicha quyidagi tarzda harakat qilish orqali olinadi.

- $ret = DEFLATE(&strm, 'fush\ qiymati')$

Yuvish qiymati turli bloklar orasidagi bog'liqlik darajasini aniqlaydi. Aniqroq aytganda, flush qiymati zichlangan ma'lum bir faylga (chegara blokiga) tegishli zichlangan ma'lumotlar blokining tugashini bildiradi. Bunday bayroq uchun mumkin bo'lgan qiymat Z SYNC FLUSH bo'lib, u turli bloklar orasidagi chegarani aniqlash uchun maxsus NULL blokni yaratadi. Aksincha, flush qiymati Z FULL FLUSH ga o'rnatilganda, zichlangan fayldagi bloklarning butun to'plami mustaqil bo'ladi.

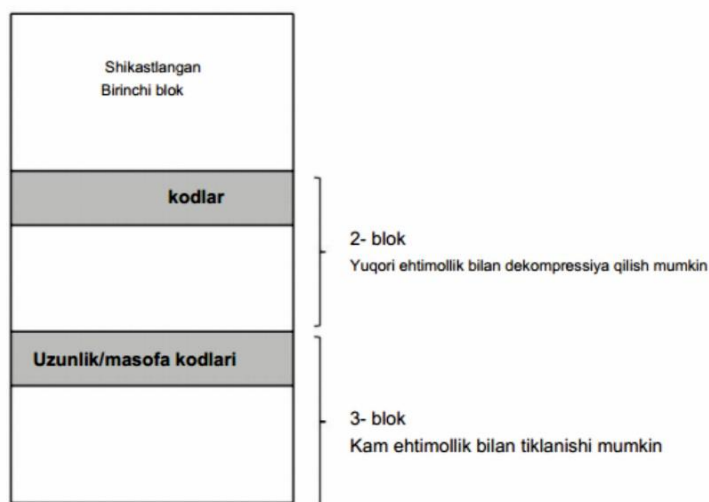
Ya'ni, Z FULL FLUSH yordamida DEFLATE algoritmi bilan yaratilgan ba'zi shikastlangan zichlangan ma'lumotlar bloklari bo'lishi mumkin bo'lsa ham, zichlangan ma'lumotlar bloklarining barcha to'plami muvaffaqiyatli tiklanishi mumkin. Aslini olganda, ikkilik zichlangan ma'lumotlarni tahlil qilish orqali Z FULL FLUSH bayrog'i qo'llanilganligini aniqlash uchun hech qanday ma'lumot yo'q. Shunday qilib, shikastlangan zichlangan fayllarning aksariyatini tiklash imkonsiz ko'rinadi. Biroq, agar ba'zi zichlashda zararlangan bloklar literal bayt LZ77 kodlari bilan boshlangan bo'lsa, INFLATE algoritmidan foydalangan holda zichlangan ma'lumotlar blokini dekodlash mumkin bo'ladi (faqat 2-zichlash rejimi uchun). Bu xususiyat asl siqilmagan ma'lumotlarning xususiyatlariga qat'iy bog'liq. Ba'zi hollarda yangi zichlangan ma'lumotlar oqimini yaratish uchun avval ko'rilgan belgilardan (so'zma - so'z baytlar) foydalana olmaydigan

ba'zi zichlangan bloklar bo'lishi mumkin. Ya'ni, agar siqilmagan ma'lumotlar LZ77 algoritmiga ko'ra qonuniy zichlash nisbatiga ega bo'lsa, "Z FULL FLUSH" o'rnatilmagan bo'lsa ham blokning mustaqilligi ta'minlanadi. Bunday holda, qaram zichlangan blok mustaqil zichlangan blokga o'xshaydi. Shunday qilib, hech bo'lmaganda qisman, bloklar o'rtasida bog'liqliklar mavjud bo'lsa ham, ba'zi zichlangan ma'lumotlar bloklarini tiklash mumkin bo'lishi kerak. 5-rasmda tasvirlangan narsalar haqida batafsil ma'lumot berilgan

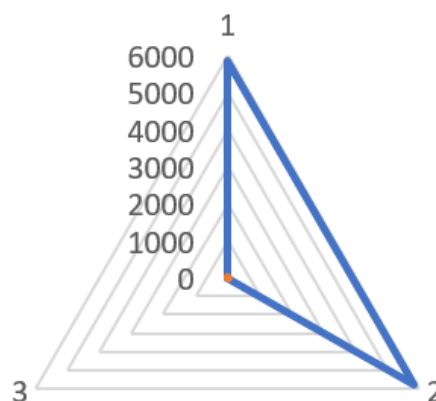
Birinchi xomashyo bloki shikastlangan. Ikkinchi blokning birinchi qismi to'g'ridan-to'g'ri bayt ma'lumotlarini belgilaydi, uchinchi blokning birinchi qismida uzunlik va masofa ma'lumotlari mavjud.

Aytganimizdek, bunday ma'lumot blokini topsak, bu kodlash sxemasiga ko'ra blok avvalgisiga bog'liq emasligini anglatadi. Natijada, ikkinchi blok birinchisidan mustaqil bo'lganligi sababli, uni dekompressiyalash mumkin. Biroq, uchinchi blokda uning boshlang'ich qismi zichlangan ma'lum bir faylning oqim bloklari ketma- ketligiga tegishli bo'lgan literal/masofaviy axborot bloki deb ataladi. Bunda, ma'lumotlar blokini qayta tiklash mumkin emas. Asosiy algoritm 5-rasmda ko'rsatilgan dasturiy vositada amalga oshirilgan bo'lib, u ma'lum bir faylga tegishli bo'lgan xom ma'lumotlar bloklari bo'laklarini yoki butun shikastlangan fayllarni tiklashga qodir.

Yuqoridagi metod keltirilgan DEFLATE algoritmi foydalanib quydagi blok-sxema orqali grafik tasvir ko'rinishidagi ma'lumotlarni ziplash orqali qayta tiklandi.



a)



b)



c)



d)

5-rasm. a) Blokni tiklash. b) Tasvir siqish jarayoni grafigi. c) Siqilmagan tasvir. d) Siqilgan tasvir.

- ✓ Siqilmagan tasvir hajmi: 5888 bayt
- ✓ Siqilgan tasvir hajmi: 5825 bayt
- ✓ Siqish foizi: 1,07%

✓ Paketni ochish muvaffaqiyati: Ha

Xulosa. DEFLATE va INFLATE algoritmlari fayllarni siqish va qayta tiklash jarayonlarida keng qo'llaniladigan samarali texnologiyalardir. Ushbu algoritmlar ma'lumotlarni siqishda katta hajmdagi ma'lumotlarni uzatish yoki saqlash uchun qulay imkoniyatlar yaratadi.

Maqolada DEFLATE algoritmi yordamida zararlangan ma'lumotlarni, shuningdek, INFLATE algoritmi yordamida qayta ochilgan ma'lumotlarni tiklash imkoniyatlari o'rganiladi. Ushbu algoritmlarning asosiy afzalligi shundaki, ularning yordamida fayllar o'zining asl ko'rinishiga yaqin darajada tiklanishi mumkin, chunki ular siqish jarayonida ma'lumotlarning yo'qolishiga yo'l qo'ymaydi.

Shikaslangan fayllarni tiklash uchun Huffman kodlash, LZ77 kabi texnikalar va xatoliklarni aniqlash, tuzatish algoritmlaridan samarali foydalanish mumkin. Maqola shuni ko'rsatadiki, zarar ko'rgan fayllarni tiklash jarayonida CRC (Cyclic Redundancy Check) kabi usullar va zaxiralash strategiyalari ham katta ahamiyatga ega.

Ushbu jarayonlar tizim ma'lumotlarini xavfsiz saqlash va butunligini ta'minlash uchun muhim bo'lib, fayllarni siqish texnologiyalari rivojlanib borishi bilan ularning ishonchligi va tiklash imkoniyatlari ham oshib boradi. Shu sababli, DEFLATE va INFLATE algoritmlaridan foydalanish kompyuter tizimlari samaradorligini oshirishda va zarar ko'rgan ma'lumotlarni tiklashda muhim rol o'ynaydi.

Adabiyotlar

- [1]. Wei Qiu, He Yin, Yuru Wu, Chang Chen, Lingwei Zhan, Chujie Zeng, Yilu Liu., «Synchro-waveform data compression using multi-stage hybrid coding algorithm,» *Measurement*, pp. 114709, ISSN 0263-2241, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.114709>, 2024.
- [2]. Stephen O'Shaughnessy, Frank Breiterger., «Malware family classification via efficient Huffman features,» *Forensic Science International: Digital Investigation*, т. <https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2021.301192>, pp. 301192, ISSN 2666-2817, , 2021.
- [3]. Shmuel T. Klein, Elina Opalinsky, Dana Shapira., «Synchronizing dynamic Huffman codes,» *Discrete Applied Mathematics*, т. <https://doi.org/10.1016/j.dam.2024.06.034>, pp. Pages 23-32, ISSN 0166-218X, 2024.
- [4]. Marek Chłopkowski, Rafał Walkowiak., «A general purpose lossless data compression method for GPU,» *Journal of Parallel and Distributed Computing*, т. <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2014.09.016>, pp. Pages 40-52, ISSN 0743-7315, 2015.
- [5]. Youngil Kim, Seungdo Choi, Joonyong Jeong, Yong Ho Song., «Data dependency reduction for high-performance FPGA implementation of DEFLATE compression algorithm,» *Journal of Systems Architecture*, т. <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2019.06.005>, pp. 2019, ISSN 1383-7621, 2019.
- [6]. Stephen O'Shaughnessy, Frank Breiterger., «Malware family classification via efficient Huffman features,» *Forensic Science International: Digital Investigation*, т. <https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2021.301192>, pp. 301192, ISSN 2666-2817, 2021.
- [7]. Ralf D. Brown., «Reconstructing corrupt DEFLATED files,» *Digital Investigation*, т. <https://doi.org/10.1016/j.diin.2011.05.015>, pp. Pages S125-S131, ISSN 1742-2876, 2011.
- [8]. Yi Zhang, Sandy Wenting Zhou, Natalie Noam, David Rabinovitch, Davidov Bar, Basheer Sheick Yousif, Robert O'Brien, Giovanni Gregori, Ruikang K. Wang, Philip J. Rosenfeld, Sheick Yousif, Robert O'Brien, Giovanni Gregori, Ruikang K. Wang, Philip J. Rosenfel, «Influence of Carotid Endarterectomy on Choroidal Perfusion: The INFLATE Study,» *Ophthalmology Retina*, т. <https://doi.org/10.1016/j.oret.2023.07.026>, pp. Pages 62-71, ISSN 2468-6530, 2024.
- [9]. Hee-Soo Heo, Byung-Min So, IL-Ho Yang, Sung-Hyun Yoon, Ha-Jin Yu., «Automated recovery of damaged audio files using deep neural networks,» *Digital Investigation*, т. <https://doi.org/10.1016/j.diin.2019.07.007>, pp. Pages 117-126, ISSN 1742-2876, 2019.
- [10]. Wei Qiu, He Yin, Yuru Wu, Chang Chen, Lingwei Zhan, Chujie Zeng, Yilu Liu., «Synchro-waveform data compression using multi-stage hybrid coding algorithm,» *Measurement*, т. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.114709>, pp. 114709, ISSN 0263-2241, 2024.
- [11]. Sonia Zouari, Atef Masmoudi., «Dictionary-based histogram packing technique for lossless image compression,» *Journal of Visual Communication and Image Representation*, т. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2023.103894>, pp. 103894, ISSN 1047-3203, 2023.
- [12]. Seungdo Choi, Youngil Kim, Yong Ho Song., «False history filtering for reducing hardware overhead of FPGA-based LZ77 compressor,» *Journal of Systems Architecture*, т. <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2018.06.001>, pp. Pages 110-119, ISSN 1383-7621, 2018.

YUKLAMASI TURG'UN BO'LMAGAN ASINXRON MOTORNING CHASTOTASINI
O'ZGARTIRISH ASOSIDA SAMARADORLIK OSHIRISH USULI

J.S. Olimov¹, S.G'. Shirinov²

¹ Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Tel.: +998933732328(c),
e-mail: olimovjasur2328@gmail.com

² Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Tel.: +998942261313(c),
e-mail: sohibjonshirinov5@gmail.com
(Qabul qilindi 05.11.2024 y.)

Annotatsiya. 1000 volt dan yuqori kuchlanish manbaida ishlovchi yuqori quvvatli qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlar samaradorligini oshirishga doir turli chora tadbirlar va zamonaviy boshqaruv metodlari bugungi kunga qadar o'zining dolzarbligini saqlab kelmoqda. Chunki bu turdagi yuqori quvvatli asinxron motorlar ustida tadqiq etilgan kichik samaradorlik oshirilishi ham katta miqdordagi energiya tejalishiga sabab bo'ladi. Quyida yuqori quvvatli, yuklamasi turg'un bo'lmagan asinxron motorlar ustida amalga oshirilgan asosiy tadqiqotlarning qisqacha mazmuni yoritilgan.

Kalit so'zlar: qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motor, moment, sirpanish ko'effitsiyenti, samaradorlik, boshqarish algoritmlari, chastota o'zgartirgich, o'zgaruvchan tok, kuchlanish manbasi invertori, pulsatsiyalanuvchi kuchlanish, regulyator.

Аннотация. Различные мероприятия и современные методы управления по повышению КПД мощных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, работающих от источника напряжения более 1000 вольт, остаются актуальными и по сей день. Потому что даже небольшое увеличение эффективности, исследованное на этом типе мощных асинхронных двигателей, приводит к значительной экономии энергии. Ниже приводится краткое изложение основных исследований, проведенных по мощным нестационарным асинхронным двигателям.

Ключевые слова: асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, крутящий момент, коэффициент скольжения, КПД, алгоритмы управления, преобразователь частоты, переменный ток, инвертор напряжения, пульсирующее напряжение, регулятор.

Abstract. Various measures and modern control methods to increase the efficiency of high-power short-circuited rotor asynchronous motors operating at a voltage source of more than 1000 volts remain relevant to this day. Because even a small efficiency increase researched on this type of high-power asynchronous motors leads to a large amount of energy savings. Below is a summary of the main research conducted on high-power, non-stationary asynchronous motors.

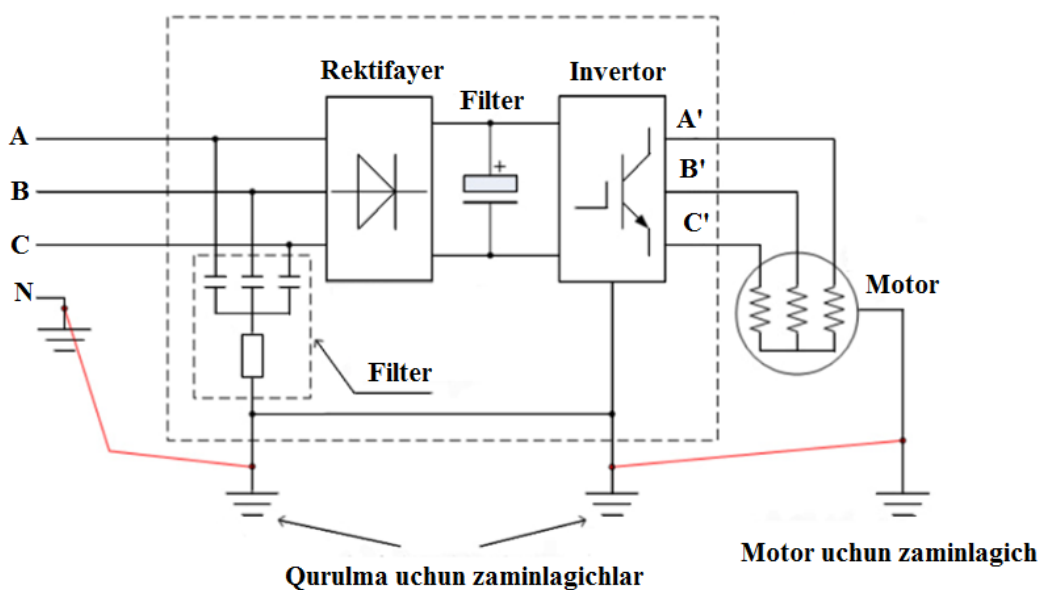
Key words: asynchronous motor with short-circuited rotor, torque, slip coefficient, efficiency, control algorithms, frequency converter, alternating current, voltage source inverter, pulsating voltage, regulator.

Asinxron motor tezligini o'zgartirish asosida quvvat samaradorligini oshirish bir necha usullari mavjud. Ammo yangi usullarga tayangan holda fikr yuritadigan bo'lsak, yuklama o'zgarishi asosida chastotani boshqarish va o'zgartirilgan chastota orqali energiya samaradorligini amalga oshirish usuli yangicha yondashuvlarga asoslangandir. Taminlanadigan kuchlanish va chastota asosida moment-tezlik orasidagi bog'liqlik ifodasi quyidagi formulada keltirilgan [1]. Quyidagi bog'liqlik orqali asosiy parametrlar bir biriga ta'sir doirasini kuzatish imkoni mavjud.

$$T_e \approx 3 \left(\frac{T}{2} \right) \frac{R_r}{s w_s} \frac{V_s^2}{[(R_s + \frac{R_r}{s})^2 + w_s^2 (L_{ls} + L_{lr})^2]} \quad (1)$$

Bu yerda, T_e – asinxron motor tomonidan ishlab chiqilgan jami elektr magnit moment, s – sirpanish ko'effitsenti, V_s - stator kuchlanishi, R_s - har bir fazada biriktirilgan stator cho'lg'ami qarshiligi, R_r - rotorning har bir fazasi qarshiligi, w_s - sinxron tezlik, L_{ls} – stator oqim induksiyasi va L_{lr} - rotorning oqim induksiyasi.

Biroq, yuklama o'zgarishi asosida tezlik o'zgarishi ya'ni, yuklama ortsa va kamaysa chastota ham proporsional ravishda o'zgarishi bazi qurilmalar uchun nomaqbul sanaladi. Chunki, ko'pgina sanoat qurilmalari o'zgaruvchan tezlikni yoki doimiy o'zgaruvchan tezlikga moslashmagan bo'lib, tezlik o'zgarishi ishlab chiqarish jarayoniga salbiy tasir ko'rsatishi yohud sifat ko'rsatgichlarini buzish ehtimoli yuzaga kelishi mumkin. Shu sababdan tezlik o'zgarish chegaraviy qiymati mavjuddir. Zamonaviy o'zgaruvchan chastotali drayverlar yoki, (VFD) texnologiyalari yordamida tezkor va dinamik o'zgaruvchan tezlikni boshqarish uchun zarur bo'lgan o'zgaruvchan kuchlanish va chastotani ta'minlash imkoni mavjuddir. Bu turdagi drayverlar orqali bir qator afzaliklarga erishish mumkin, ya'ni: yuqori quvvatli asinxron motorlarni boshlang'ich ishga tushirish davridagi tokning qiymatini pasaytirish, salt ishlash davrida reaktiv quvvat iste'molini qisman cheklash va bir qator himoya tizimlarini joriy etish imkoni mavjuddir. VFD orqali motorlarni boshqarish bugungi kunda takomillashgan boshqaruv usuli hisoblanadi.



1-rasm. O'zgaruvchan chastotali drayverlar (VFD).

Asinxron motorlar tomonidan ishlab chiqariladigan moment stator va rotor magnit maydonlarining o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladi. Agar kuchlanish va chastotaning nisbati saqlanishi o'zgarmas bo'lsa, chastota o'zgartirilganda, u holda motor uchun magnit to'yinganlik holat va magnit oqimi o'zgarishi yuzaga keladi. Shu sababli, kuchlanish va chastotani mutanosib ravishda o'zgartirish kerak, natijada doimiy kuchlanish va chastota nisbati yuzaga keladi. Ushbu nazorat usulida asinxron motorning tezligini kerakli barqaror holat qiymatida ushlab turilgan holda statorga berilayotgan kuchlanishi va chastotasi bilan boshqariladi. Bu davrda rotordagi tok kuchining o'zgarishi quyidagi tenglama orqali ifodalaniladi [2]. Chunki, chastota o'zgarishi asosida kuchlanish o'zgarishi yuzaga keladi va bu jarayon tok qiymatining o'zgarishiga ham sabab bo'ladi.

$$I_2 = \frac{V_1}{R_{eq} + \frac{R_2(1-s)}{s} + j(X_{eq} + X_2)}$$

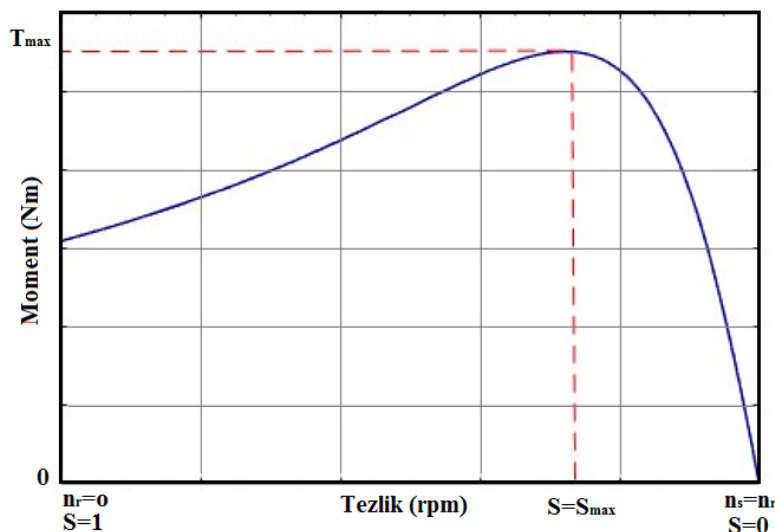
Bu ifodada R_2 va X_2 rotorning aktiv va reaktiv qarshiliklari, s esa sirpanish ko'effitsiyentini ifodalaydi.

Induktsiyalangan elektromagnit moment ifodasi quyidagi formula orqali olinadi:

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{3V_1^2 \frac{R_2}{s}}{(R_{eq} + \frac{R_2}{s})^2 + (X_{eq} + X_2)^2}$$

Bu yerda: P qutblar soni va ω dvigatelning burchak tezligini ifodalaydi.

Tenglamaga muvofiq sirpanish ko'ffitsiyenti bilan momentning o'zgarishini ifodalovchi egri chiziq (2) 2-rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm. Tezlik va moment xarakteristikasi.

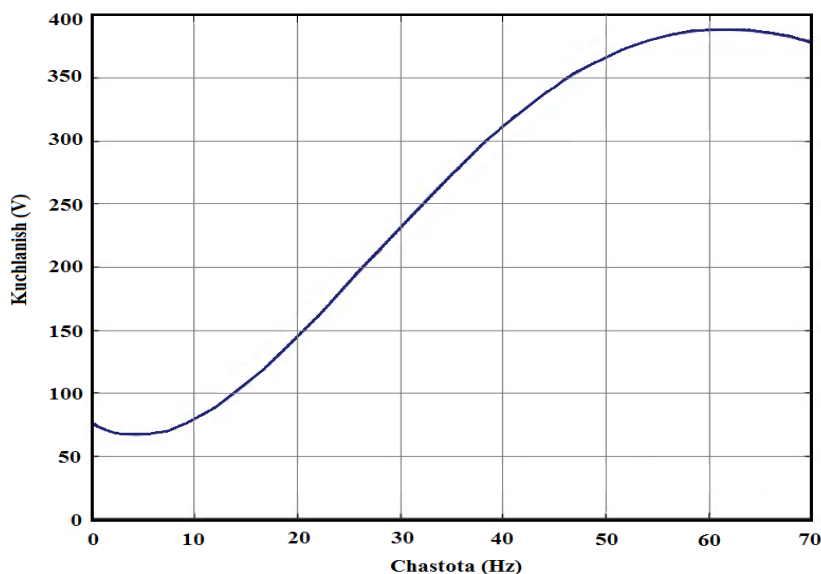
Chastotaning o'zgarishi albatta kuchlanish qiymatiga proporsional ravishda o'z tasirini ko'rsatadi. Bu orqali motordagi momentning qiymati ham shu kattaliklar asosida o'zgartiriladi va motor uchun zaruriy iste'mol quvvati ham o'zgaradi. Har bir faza misolida ta'minot kuchlanishi va chastota orasidagi bog'lanish ifodasi quyidagicha keltirilgan.

$$V_a = V_s^* \sin(2\pi f_s^* t)$$

$$V_b = V_s^* \sin(2\pi f_s^* t + 2\pi/3)$$

$$V_c = V_s^* \sin(2\pi f_s^* t - 2\pi/3)$$

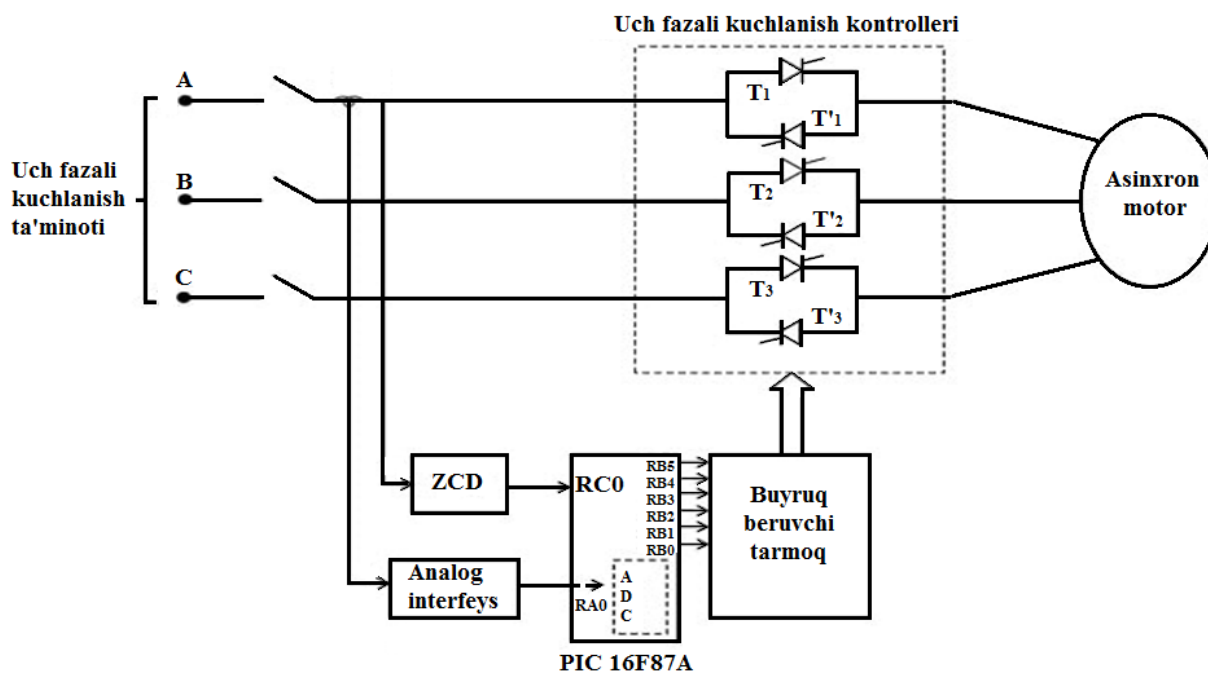
Natijada yuzaga keluvchi xarakteristika 3-rasmdagi grafik asosida baholaniladi.



3-rasm. Kuchlanish va chastota orasidagi bog'liqlik grafigi.

Yo'naltiruvchi kuchlanish V/f ni doimiy bo'linmasini saqlash orqali kerakli chastota hosil bo'ladi. Ushbu mos yozuvlar kuchlanishlari kommutatsiya signallarini ishlab chiqaruvchi yuklama datchigi orqali yuzaga keltiriladi. Yuklama sensori motor vali va yuklama orasiga mufta sifatida o'rnatiladi va yuklama o'zgarishiga mutanosib ravishda signal ishlab chiqarib VFD ga uzatadi. Uzatilayotgan signal PLC mantiq drayverida tahlil qilinadi va mos ravishda ruxsat etilgan chastotalarni ishlab chiqarishga buyruq beradi. Ushbu skalyar boshqaruv texnikasini amalga oshirish oson va sanoatda ko'plab ilovalarida qo'llanilishi mumkin bo'lgan arzon tan-narxiga ega texnika sanaladi.

Ma'lumki elektr motor momenti T_e uning ta'minot kuchlanishi V_s kvadratiga to'g'ri proportsional bo'lib (4) ifoda orqali ham ko'rishimiz mumkun. Demak, tezlikni nazorat qilishning juda oddiy usullaridan yana biri doimiy chastotani saqlab turganda holda ta'minot kuchlanishini V_s o'zgartirishdir. Bunga 3 fazali avtotransformator yoki solid-state (tiristorli) holatdagi kuchlanish regulyatori orqali erishish mumkin. Solid-state (tiristorli) holatdagi kuchlanish regulyatoridan farqli o'laroq avtotransformator usuli asinxron motorlar uchun sinusoidal kuchlanishni ta'minlaydigan afzalliklarga egadir. Chunki katta quvvatli iste'molchilarda, solid-state (tiristorli) holatdagi kuchlanish regulyatori ishlatilsa, ta'minot liniyasida oqadigan garmonik oqimlarni va buzilishlarni kamaytirish uchun kirish filtri talab qilinadi. Shu sababli, faqatgina kichik quvvatli asinxron motorlar uchun solid-state (tiristorli) holatdagi kuchlanish regulyatori qo'llanilib kelinmoqda. Bu turdagi qurulmaning qo'llanilish sohasi asosan asinxron motorni boshlang'ich joyidan qo'zg'alish davrida statordagi tok oqimining qiymatini ta'minot kuchlanishini o'zgartirish orqali kamaytirish va tarmoq yuklanishsiz ravon ishga tushirishdir. Solid-state (tiristorli) holatdagi kuchlanish regulyatori bir qator yarim o'tkazgichli (SRC, GTO, IGBT) kabi kalitlarni o'zida mujasamlashtirgan. Ishlash prinsipi esa kalitlarning bazalariga beriladigan signal qiymati va tezligi orqali ta'minot kuchlanishi o'zgartiriladi hamda motordagi tezlik boshqariladi.

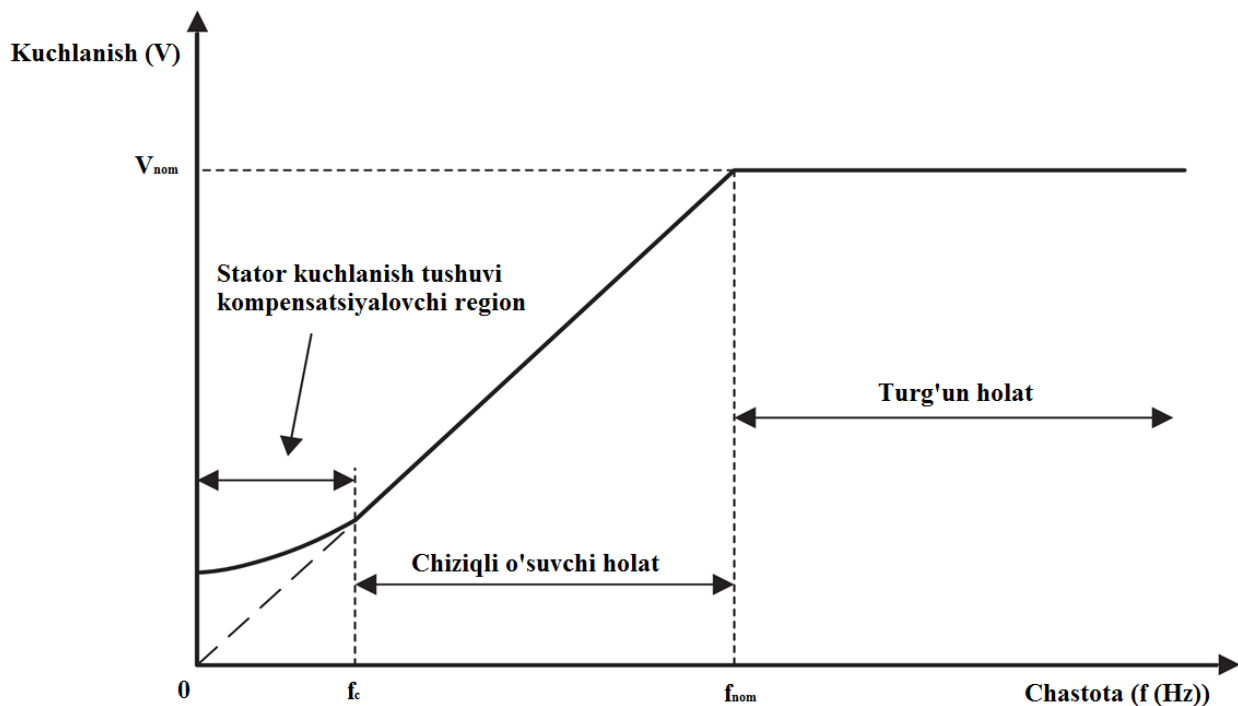


4-rasm. Solid-state (tiristorli) holatdagi kuchlanish regulyatori.

Chastotali asinxron elektr boshqaruvi tizimlaridagi dvigatelning ikkita asosiy chiqish koordinatalarini – tezlik va momentni tartibga solish ikkita asosiy printsipga asoslanadi [4]:

- kirish (input) signal asosida chiqish (output) signal orqali stator chastotasi va kuchlanishi tartibga solinadi;
- kirish (input) signal asosida chiqish (output) signallarining shakllanishi bilan-stator chastotasi va tok oqimi rostdaniladi.

Oxirgi tenglamalardan kelib chiqadiki, agar V/f nisbati f ning har qanday o'zgarishi uchun doimiy bo'lib qolsa, magnit oqim doimiy bo'lib qoladi va moment esa chastotasidan mustaqil holda bo'ladi. Stator tokini doimiy saqlab turish uchun V_s/f nisbati turli qiymatdagi tezlikda ham doimiy bo'lib qoladi. Bu shuni anglatadiki tezlik oshgani sayin, V_s/f ning doimiy nisbatini saqlab turish uchun statorga beriladigan kuchlanishlarning qiymatini mutanosib ravishda oshirish kerak. Narmal holda yani 50 hz chastotada ham sirpanish ko'effitsenti sababli motor belgilangan sinxron tezlikga ega bo'lmaydi. Ammo yuklamasiz holatda tezlikni bu farqi ancha kichrayadi. Shunday qilib, oddiy ochiq siklli V_s/f (yoki V / Gts) tizimi yuklama momentning mavjudligi bilan tezlikni aniq nazorat qila olmaydi. Ammo, kuchlanish o'zgarishi orqali quvvat boshqaruviga erisha olamiz. Yopiq konturli V/Hz tizimi tafsifi 5-rasmda ko'rsatilishi mumkin.



5-rasm. Yopiq konturli V/Hz tizimi tafsifi.

Xulosa qilib aytish kerakki, chastotani o'zgartiruvchi va yuklama regulyatori orqali asinxron motorlarni boshqarish usullari o'zining samaradorligi va soddaligi bilan ajralib turadi. Albatta, bu usullardan foydalanish motorning ishlash sharoitiga bog'liq. Ammo ba'zi jarayonlarda vosita validagi yuklamaning qiymati doimiy ravishda o'zgaradi. Natijada, vosita uch xil yuksiz (salt), nominal va yuklama rejimida ishlaydi. Dvigatelning ushbu ish rejimida bashoratli momentni boshqarish moslamasining umumlashtirilgan ko'rinishi samarali natijalarga erishishga imkon

beradi. Bu shuni anglatadiki, agar asinxron motor valiga yuklama ortib ketsa, aniq tahlil natijasi sensorlar orqali uzatiladi va ma'lumotlar boshqaruvchi kontrolleri (PLC) orqali tahlil qilinadi va keyin buyruq chiqish signali orqali invertorga uzatiladi. Natijada, biz bir qator afzalliklarga ega bo'lamiz, masalan, qo'zg'alish tok oqimini kamaytirish, ortiqcha aktiv va reaktiv quvvat sarfini qisman cheklash, quvvat koeffitsiyentini biroz oshirish, tezlikni nazorat qilish va bir qator himoya funktsiyalarini amalga oshirish imkoni tug'iladi.

Adabiyotlar.

- [1]. Ilker Sahin, "Model Predictive Torque Control Of An Induction Motor Enhanced With An Inter-Turn Short Circuit Fault Detection Feature", The Graduate School Of Natural And Applied Sciences Of Middle East Technical University, (2021)
- [2]. Subodh Chaudhari, "Load-based energy savings in three-phase squirrel cage induction", West Virginia University, (2004)
- [3]. Jasurjon S. Olimov, Sherzod Sh. Fayziyev, Feruz M. Raximov, Ahror U. Majidov, and Bobur Q. Muxammadov, "Controlling power of short circuited induction motor via modern sensors without speed change", Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan, GEOTECH-2023.
- [4]. Khaled Abdalla Almezghwi, "Direct Torque Control Of Induction Motor Using Fuzzy Logic". Nicosia, 2015.
- [5]. Fuzi Lftisi, B.Sc, M.Sc. "Intelligent Control of Induction Motors". Faculty of Engineering & Applied Science Memorial University of Newfoundland. May (2019)
- [6]. Ihor Kozakevych, And Kyrylo Budnikov, "Induction Motor Drive Direct Torque Control And Predictive Torque Control Comparison Based On Switching Pattern Analysis". Automatic Electromechanical Systems In Industry And Vehicles Department, 11 Vitalii Matushevych Str., Kryvyi Rih, 50027, Ukraine. ICSF (2021)
- [7]. Olimov J.S., Raximov F.M. "Design and development of short circuited induction motor": Proceedings of the 4-international conference on integrated innovative development of zarafshan region: achievements, challenges and prospects dedicated to the 65- Anniversary of Navoi Mining and Metallurgical Company, Volume II, November 16-17, 2023. Navoi, Uzbekistan.
- [8]. Olimov J.S., Eshmirzayev M.A. "Controlling power of induction motor via modern sensors without speed change": Proceedings of the 6-international conference on integrated innovative development of zarafshan region: achievements, challenges and prospects dedicated to the 65- Anniversary of Navoi Mining and Metallurgical Company, Volume II, November 16-17, 2023. Navoi, Uzbekistan.
- [9]. Yanmei Yao, "Study of Induction Machines with Rotating Power Electronic Converter", Doctoral Thesis Stockholm, Sweden (2016)
- [10]. Zhi SHANG, "Simulation and Experiment for Induction Motor Control Strategies Simulation and Experiment for Induction Motor Control Strategies", Windsor, Ontario, Canada (2011)
- [11]. Ibadullaev, M., Tovbaev, A.N. "Research of Ferr-Resonance Oscillations at the Frequency of Subharmonics in Three-Phase Non-Linear Electric Circuits and Systems", //E3S Web of Conferences, 2020, 216, 01113 https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/76/e3sconf_rses2020_01113.pdf
- [12]. Tovbaev A., Boynazarov G., Togaev I. "Improving the quality of electricity using the application of reactive power sources", E3S Web of Conferences 390(4):06032 DOI: [10.1051/e3sconf/202339006032](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339006032) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339006032>

УДК 004.85

**SUN'IY NEYRON TARMOQ VA SUPPORT VEKTOR MASHINALARI YORDAMIDA
NEFT VA GAZ QATLAMLARINING G'OVAKLIGI VA O'TKAZUVCHANLIGINI
BASHORAT QILISH**

X.N. Zaynidinov¹, A.M. Boytemirov², S.S. Ibragimov³

¹Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, tet2001@rambler.ru, tel: 98 314 63 75

²Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, asrorxon1007@gmail.com, tel: 91 210 41 99

³Andijon mashinasozlik instituti, sanjari07@yahoo.com, tel: 91 603 07 21

(Qabul qilindi 06.11.2024 y.)

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot support vektor mashinasi (SVM) va sun'iy neyron tarmoqlari (ANN) yordamida neft va gaz qatlamlarining g'ovakligi va o'tkazuvchanligini bashorat qilishga qaratilgan. Neft va gaz petrofizik quduqlar ma'lumotlari to'plamidan foydalanib, biz modellarning mustahkamligini ta'minlash uchun xususiyatlarni tanlash, masshtablash va normallashtirishni o'z ichiga olgan keng qamrovli ma'lumotlarni oldindan qayta ishlashni amalga oshirdik. Model ishlashini yaxshilash uchun ma'lumotlar to'plami to'liq qayta ishlashdan o'tkazildi, jumladan normallashtirish va xususiyatlarni tanlash amalga oshirildi. Ikkala model ham o'rtacha kvadrat xato (MSE) va aniqlash koeffitsienti (R^2) kabi standart baholash ko'rsatkichlari yordamida o'qitildi va sinovdan o'tkazildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, ANN aniqlik bo'yicha SVM dan ustun keldi, g'ovaklikni ham, o'tkazuvchanlikni ham bashorat qilishda yuqori yaxshilanishlar mavjud. Bizning topilmalarimiz neft va gaz sanoatida razvedka va qazib olish strategiyalarini optimallashtirish uchun qimmatli ma'lumotlarni taklif qilib, rezervuarlarni baholashda mashinani o'rganish va neyron tarmoq modellari an'anaviy usullarga nisbatan bashorat qilishning aniqligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: Petrofizika, g'ovaklikni bashorat qilish, o'tkazuvchanlikni bashorat qilish, support vektor mashinalari, sun'iy neyron tarmoqlar, neft va gaz rezervuarlari.

Аннотация. Целью данного исследования является прогнозирование пористости и проницаемости нефтегазовых пластов с использованием машины опорных векторов (SVM) и искусственных нейронных сетей (ANN). Используя набор данных нефтяных и газовых петрофизических скважин, мы выполнили обширную предварительную обработку данных, включая выбор признаков, масштабирование и нормализацию, чтобы обеспечить надежность моделей. Для повышения производительности модели набор данных подвергся полной обработке, включая нормализацию и выбор признаков. Обе модели были обучены и протестированы с использованием стандартных показателей оценки, таких как среднеквадратическая ошибка (MSE) и коэффициент детерминации (R^2). Результаты показывают, что ANN превзошла SVM с точки зрения точности, с более высокими улучшениями в прогнозировании как пористости, так и проницаемости. Наши результаты демонстрируют точность прогнозирования моделей машинного обучения и нейронных сетей при оценке резервуаров по сравнению с традиционными методами, предоставляя ценную информацию для оптимизации стратегий разведки и добычи в нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: петрофизика, прогноз пористости, прогноз проницаемости, машины опорных векторов, искусственные нейронные сети, залежи нефти и газа.

Abstract. This study aims to predict the porosity and permeability of oil and gas formations using support vector machine (SVM) and artificial neural networks (ANN). Using a dataset of oil and gas petrophysical wells, we performed extensive data preprocessing, including feature selection, scaling, and normalization, to ensure the robustness of the models. To improve the performance of the model, the dataset underwent complete processing, including normalization and feature selection. Both models were trained and tested using standard evaluation metrics such as mean squared error (MSE) and coefficient of determination (R^2). The results show that ANN outperformed SVM in terms of accuracy, with higher improvements in both porosity and permeability predictions. Our findings demonstrate the predictive accuracy of machine learning and neural network models in reservoir estimation compared to traditional methods, offering valuable information for optimizing exploration and production strategies in the oil and gas industry.

Keywords: Petrophysics, porosity prediction, permeability prediction, support vector machines, artificial neural networks, oil and gas reservoirs.

Kirish. G'ovaklik va o'tkazuvchanlikni aniq bashorat qilish neft va gaz qatlamlarini tavsiflash va boshqarishda muhim ahamiyatga ega. Bu xususiyatlar uglevodorodlarni qayta ishlash samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadigan qatlam jinslari ichidagi saqlash hajmi va suyuqlik oqimini aniqlashda hal qiluvchi rol o'ynaydi. G'ovaklik jinsning bo'sh joy bo'lgan va uglevodorodlarni saqlashi mumkin bo'lgan qismini anglatadi, o'tkazuvchanlik esa jinsning suyuqliklarni o'tkazish xususiyatini o'lchaydi. Ushbu xususiyatlarning ishonchli hisob-kitoblari aniq rezervuar modellarini qurish, ishlab chiqarish strategiyalarini optimallashtirish va qayta tiklash usullarini rejalashtirish uchun zarurdir. G'ovaklik va o'tkazuvchanlikni bashorat qilishning an'anaviy usullari ko'pincha asosiy namuna tahlili, yadro namunalari va empirik korrelyatsiyalar ko'pincha mehnatni talab qiladi, bu ko'p vaqt talab qilishi mumkin va har doim ham, ayniqsa

heterojen rezervuarlarda yetarli aniqlikni ta'minlay olmaydi. Ushbu tadqiqotning maqsadi neft va gaz qatlamlarining g'ovakligi va o'tkazuvchanligini bashorat qilishda sun'iy intellekt usullari va algoritmlari, xususan, Support Vektor Mashinalarni (SVM) va Sun'iy neyron tarmoqlarini (ANN) qo'llab-quvvatlash samaradorligini baholashdan iborat [1-2,5-10,18]. Quduqlar jurnali ma'lumotlaridan foydalanish orqali biz ushbu muhim rezervuar xususiyatlarini aniq va samarali baholashni ta'minlaydigan bashoratli modellarni ishlab chiqishni maqsad qilganmiz. Tadqiqot SVM va ANN modellarining ish faoliyatini taqqoslashga qaratilgan bo'lib, qaysi usul turli xil ma'lumotlar sharoitida yuqori bashorat qilish qobiliyati va mustahkamligini taklif qiladi. G'ovaklik va o'tkazuvchanlikni aniq bashorat qilish neft va gaz qatlamlarini qidirish va o'zlashtirish uchun muhim ahamiyatga ega. Yaxshilangan bashorat aniqligi rezervuar tavsifini yaxshilaydi, bu esa quduqlarni joylashtirish, ishlab chiqarishni optimallashtirish va qayta tiklash usullarini yaxshilash bo'yicha muhim qarorlar haqida ma'lumot berishi mumkin bo'lgan yanada ishonchli rezervuar modellariga olib keladi. Bu uglevodorod qazib olishning ortishi, operatsion xarajatlarning kamayishi va resurslarni yanada samarali boshqarishga olib keladi. Bundan tashqari, obyektini aniq bashorat qilish sanoatda moliyaviy rejalashtirish va investitsiya qarorlari uchun juda muhim bo'lgan zaxiralarni yaxshiroq baholashni qo'llab-quvvatlaydi. G'ovaklik va o'tkazuvchanlikni bashorat qilishda SVM va ANN kabi ilg'or mashinani o'rganish va neyron tarmoq usullaridan foydalanish neft va gaz sektoridagi rezervuarlarni tavsiflashning murakkab muammolarini hal qilish uchun zamonaviy, ma'lumotlarga asoslangan yondashuvni aniq ifodalaydi [3-5].

Metodologiya. Ushbu tadqiqotda foydalanilgan ma'lumotlar to'plami O'zbekistonning Buxoro-Xiva neft va gaz regionini Beshkent botiqligi mintaqasida joylashgan quduqlardan petrofizik jurnali ma'lumotlarini o'z ichiga olgan yirik neft va gaz kompaniyasidan olingan. Jurnal ma'lumotlar to'plami o'z ichiga olgan petrofizik xususiyatlari va turlari: gamma nurlari (GR), qarshilik (RT), sonik (DT), zichlik (RHOB) va neyron porozligi (NPHI). Bashorat qilish uchun asosiy maqsadli o'zgaruvchilar neft va gazni tavsiflash va boshqarish uchun muhim bo'lgan g'ovaklik va o'tkazuvchanlikni aniqlash va baholashdan iborat [7,9,12-17].

1 – jadval.

Neft va gaz petrofizik quduqlar ma'lumotlari

Depth (m)	Well1 GR (API)	Well1 RT (Ohm.m)	Well1 DT (μs/ft)	Well1 RHOB (g/cc)	Well1 NPHI (%)	Well2 GR (API)	Well2 RT (Ohm.m)	Well2 DT (μs/ft)	Well2 RHOB (g/cc)	Well2 NPHI (%)	...	Well10 GR (API)	Well10 RT (Ohm.m)	Well10 DT (μs/ft)	Well10 RHOB (g/cc)	Well10 NPHI (%)
2500	85.4	10.5	105.2	2.45	28.7	90.2	11.0	107.3	2.50	27.4	...	86.3	9.8	104.8	2.47	26.9
2501	83.7	12.3	103.9	2.47	28.4	89.5	12.6	106.2	2.52	27.1	...	85.1	11.7	102.7	2.50	27.2
2502	86.5	14.0	106.5	2.50	28.9	91.0	14.5	108.9	2.54	27.5	...	87.0	13.6	106.0	2.53	27.0
2503	84.2	15.2	104.3	2.48	28.3	88.3	15.7	107.5	2.55	27.0	...	84.6	14.8	103.5	2.51	27.1
2504	87.0	16.7	107.2	2.52	29.1	92.5	17.0	109.8	2.57	27.6	...	88.1	16.3	107.0	2.55	27.3
2505	85.8	13.4	105.7	2.49	28.6	90.7	13.8	108.2	2.53	27.3	...	86.1	12.9	105.0	2.52	27.4
2506	84.4	11.2	104.0	2.47	28.2	89.1	11.5	106.5	2.51	27.0	...	85.5	10.9	103.3	2.49	27.1
2507	86.1	18.0	106.8	2.51	28.8	91.2	18.5	109.0	2.56	27.5	...	87.5	17.4	106.2	2.54	27.3
2508	83.9	9.5	102.5	2.46	28.1	88.7	9.9	104.9	2.50	27.0	...	84.3	9.0	101.8	2.48	27.0
2509	85.6	14.9	105.1	2.49	28.5	90.5	15.3	107.6	2.53	27.4	...	86.4	14.5	104.3	2.52	27.2
2510	84.8	12.7	103.4	2.46	28.3	89.8	13.0	106.3	2.51	27.1	...	85.3	12.4	103.0	2.50	27.3
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3999	85.0	13.4	104.8	2.51	28.3	90.1	18.1	109.3	2.61	27.9	...	87.1	16.8	104.1	2.59	28.1
4000	87.2	17.6	108.0	2.53	29.0	89.0	16.5	110.0	2.65	28.1	...	88.0	17.3	107.3	2.62	28.3

Quyidagi 1 - jadvalda 10 ta quduqdan 2500 dan 4000 metrgacha bo'lgan chuqurliklardan to'plangan petrofizik quduqlar ma'lumotlari keltirilgan. Ushbu xususiyatlar o'rganilayotgan hududdagi yer osti qatlamlarini tavsiflash, neft va gaz petrofizik quduq ma'lumotlari xususiyatlarini bashorat qilishda mashinani o'rganish va neyron tarmoq modellarining ishlashini baholash uchun keng qamrovli ma'lumotlar to'plamini o'z ichiga oladi.

Ushbu tadqiqotda foydalanilgan quduq jurnali ma'lumotlari quyidagi parametrlarni o'z ichiga oladi: Gamma nurlari (GR), qarshilik (RT), sonik (DT), neyron g'ovakligi (NPHI), massa zichligi

(RHOB), g'ovaklik va o'tkazuvchanlik. Petrofizik xususiyatlarini tavsiflashda muhim ahamiyatga ega hisoblanagan fizik parametrlari xossalari 2 – jadvalda ko'rishimiz mumkin.

2 – jadval.

Petrofizik jurnal ma'lumotlarining fizik parametrlari

Parametr	Unit	Min	Max	Mean	Std Dev	Description
Gamma Ray (GR)	API	0.5	149.8	75.4	43.4	Tabiiy radioaktivlikni o'lchaydi, slanets tarkibi va litologiyasini ko'rsatadi.
Resistivity (RT)	Ohm.m	0.3	1999.5	1000.2	800.1	Suyuqlikning to'yinganligi bilan bog'liq bo'lgan elektr tokiga qarshilikni ko'rsatadi.
Sonic (DT)	μs/ft	60.0	140.0	100.0	20.0	Litologiya va g'ovaklik bilan bog'liq bo'lgan tovush to'lqinlarining harakatlanish vaqtini o'lchaydi.
Bulk Density (RHOB)	g/cm ³	2.01	2.79	2.40	0.20	Tog' jinslarining zichligini aks ettiradi, g'ovaklik va matritsa tarkibini aniqlash uchun ishlatiladi.
Neutron Porosity (NPHI)	v/v	0.05	0.45	0.25	0.10	G'ovaklikni baholash uchun ishlatiladigan vodorod tarkibini ko'rsatadi.
Porosity	fraction	0.10	0.35	0.22	0.07	Suyuqlikni saqlash uchun muhim bo'lgan tosh jinsdagi bo'shliqning joylarini ko'rsatadi.
Permeability	mD	5.5	990.8	500.4	400.2	Tog' jinslarining suyuqliklarni o'tkazish xususiyatini ko'rsatadi, bu rezervuarning ishlashi uchun juda muhimdir.

2 - jadvalda qayd etilgan asosiy petrofizik parametrlarning qisqacha ko'rinishi keltirilgan. Bu fizik parametrlarning har biri rezervuarning xususiyatlari, jumladan, uning litologiyasi, suyuqlik miqdori, g'ovakligi va o'tkazuvchanligi haqida muhim ma'lumotlarni beradi.

Ma'lumotlarni oldindan qayta ishlash: Yetishmayotgan ma'lumotlar quduq jurnali ma'lumotlar to'plamida keng tarqalgan muammodir. Buni hal qilish uchun bir nechta hisoblash usullari qo'llanilgan. Biz uzluksiz o'zgaruvchilar uchun k-yaqin qo'shnilar (k-NN) algoritmi boshqa ma'lumotlar nuqtalariga o'xshashlik asosida yetishmayotgan qiymatlarni baholash va to'ldirish uchun ishlatilgan. Kategorik o'zgaruvchilar uchun rejim imputatsiyasi qo'llanildi [13,15-20].

$$\hat{x}_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k x_{ij} \quad (1)$$

bu yerda $\hat{x}_i$ hisoblangan qiymat i - yo'qolgan ma'lumotlar, k - eng yaqin qo'shnilar soni, x_{ij} va j - eng yaqin qo'shnilarning qiymatlari.

Kategorik o'zgaruvchilar (Mode Imputasion yordamida): Kategorik o'zgaruvchilar uchun yetishmayotgan qiymatlar eng tez-tez uchraydigan qiymat yordamida hisoblash.

$$\hat{x}_i = mode(x) \quad (2)$$

bu yerda $\hat{x}_i$ hisoblangan qiymat va x kuzatilgan qiymatlar to'plami.

Normallashtirish: Modelni o'qitish jarayonida barcha xususiyatlar teng hissa qo'shishini ta'minlash uchun doimiy xususiyatlar min-maks o'lchov usuli yordamida normallashtirildi. Bu masshtablash har bir xususiyatning qiymatlari 0 dan 1 gacha bo'lishini ta'minlaydi va kattaroq raqamli diapazonlarga ega bo'lgan xususiyatlar modelda ustunlik qilishiga yo'l qo'ymaydi [11,16].

$$x' = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (3)$$

bu yerda x asl qiymat, x' normallashtirilgan qiymat, x_{min} xususiyatning minimal qiymati, va x_{max} xususiyatning maksimal qiymati.

Xususiyatlarni tanlash: Xususiyatlar maqsadli o'zgaruvchilar bilan o'zaro bog'liqligi va ularning ahamiyati asosida tanlangan. Shuningdek, g'ovaklik va o'tkazuvchanlikka ta'sir qiladigan xususiyatlarni tanlash uchun ham ishlatilgan. Ushbu qadam ma'lumotlar to'plamining o'lchamini kamaytirishga va ahamiyatsiz yoki ortiqcha xususiyatlarni yo'q qilishga yordam beradi. Har bir xususiyat o'rtasidagi munosabatni baholash va uzluksiz xususiyatlar uchun Pearson korrelyatsiya koeffitsienti ishlatilgan [3,9,13].

$$P_{x,y} = \frac{cov(x,y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (4)$$

bu yerda $p_{x,y}$, x va y xususiyatlar orasidagi korrelatsiya koeffitsienti, $cov(x,y)$, x va y ning kovariatsiyasi, σ_x va σ_y mos ravishda x va y ning standart og'ishlari.

SVM modeli uchun giperparametrlarni sozlash: Support vektor mashinasi (SVM) modeli optimal ishlashga erishish uchun uning giperparametrlari sozlab chiqildi. Regulyatsiya parametri (C), yadro koeffitsienti (gamma) va epsilon-SVR modelidagi epsilon parametri kabi asosiy giperparametrlar o'zaro tekshirish bilan birlashtirilgan grid qidirish usuli yordamida sozlandi.

O'quv namunalari to'plami uchun $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^n$, bu yerda $x_i \in R^d$ va $y_i \in R$, SVM regressiyasi muammosi quyidagicha tuzilgan:

$$\min_{w,b,\xi,\xi^*} \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^n \xi_i + \xi_i^* \quad (5)$$

bu yerda w - vazn vektorini ifodalaydi, b - muvozanatlash (bias), ξ_i bu og'ishlarga ruxsat beruvchi va ξ_i^* bo'sh o'zgaruvchilar, C - model murakkabligi va o'qitish xatosini muvozanatlashning tartibga solish parametri.

Funktsiya quyidagi cheklovlarga javob berishi kerak:

$$\begin{aligned} y_i - (w^T \phi(x_i) \leq \epsilon + \xi_i) \\ y_i - (w^T \phi(x_i) + b) - y_i \leq \epsilon + \xi_i^* \\ \xi_i, \xi_i^* \geq 0 \end{aligned} \quad (6)$$

bu yerda, $\phi(x_i)$ algoritmgacha chiziqli bo'lmagan munosabatlarni boshqarish imkonini beruvchi xususiyatni masshtablash funktsiyasini ifodalaydi.

Yadro tanlash: Bir nechta yadro funktsiyalari, jumladan, chiziqli, polinom va radial asosli funktsiyalar (RBF) baholandi. RBF yadrosi ma'lumotlardagi chiziqli bo'lmagan munosabatlarni boshqarishning yuqori imkoniyati tufayli ushbu tadqiqot uchun tanlandi.

Linear Kernel:

$$K(x_i, x_j) = x_i x_j$$

Polynomial Kernel:

$$K(x_i, x_j) = \exp(\gamma x_i x_j + r)^d$$

Radial Basis Function (RBF) Kernel:

$$K(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|^2) \quad (7)$$

SVM regressiya modelini matematik tarzda quyidagicha ifodalaymiz:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n (a_i - a_i^*) K(x_i, x) + b \quad (8)$$

bu yerda a_i va a_i^* Lagranje ko'paytmalari, $K(x_i, x)$ yadro funktsiyasi, va b muvozanatlash parametri.

O'qitish jarayoni: Bu yerda ma'lumotlarning 80% o'qitish uchun va 20% sinov testi uchun ishlatilgan. Yakuniy modelni o'qitish uchun tarmoq qidiruvi orqali aniqlangan optimal giperparametrlardan foydalanildi.

ANN modeli: l qatlamdagi har bir neyron a_j^l faollashuvini quyidagicha hisoblaydi:

$$a_j^{(l)} = \sigma \left(\sum_{i=1}^{n_{l-1}} W_{ji}^{(l)} a_i^{(l-1)} + b_i^{(l)} \right) \quad (9)$$

bu yerda σ faollashtirish funktsiyasi, shuningdek Rectified Linear Unit (ReLU) bilan belgilandi:

$$\sigma(z) = \max(0, z) \quad (10)$$

$W_{ji}^{(l)}$, $l - 1$ qatlamdagi i neyronni l qatlamdagi j neyron bilan bog'lovchi og'irlik.

$b_j^{(l)}$, l qatlamdagi j neyronning muvozanatlash jarayoni.

Chiqish qatlami uchun chiziqli faollashtirish funktsiyasidan foydalanildi:

$$\hat{y} = \sum_{i=1}^{n_{L-1}} W_i^{(L)} a_i^{(L-1)} + b^{(L)} \quad (11)$$

bu yerda $\hat{y}$ bashorat qilingan chiqish.

Tarmoq arxitekturasini: Sun'iy neyron tarmog'i (ANN) modeli xususiyatlar soniga mos keladigan kirish qatlami, keyin mos ravishda 64 va 32 neyronli ikkita yashirin qatlam va regressiya chiqishi uchun bitta neyronli chiqish qatlami bilan yaratilgan.

O'quv jarayoni: Model Adam optimallashtiruvchisi yordamida 0,001 o'rganish tezligi bilan o'qitildi. Yo'qotish funktsiyasi sifatida o'rtacha kvadrat xato (MSE) ishlatilgan. Adekvat o'rganish va konvergensiyaning ta'minlash uchun trening 100 dan ortiq davrlarda 32 ta partiya hajmida o'tkazildi [11].

Modelni baholash, ko'rsatkichlari:

O'rtacha kvadrat xato (MSE): Aniqlangan va bashorat qilingan qiymatlar o'rtasidagi o'rtacha kvadrat farqni o'lchash uchun foydalanildi:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (12)$$

R-kvadrat(R^2): Mustaqil o'zgaruvchilardan taxmin qilinadigan aniqlangan o'zgaruvchidagi dispersiya ulushini ko'rsatadi:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (13)$$

O'rtacha mutlaq xato (MAE): Haqiqiy va taxmin qilingan qiymatlar o'rtasidagi o'rtacha mutlaq farqni o'lchash uchun:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (14)$$

Optimallashtirish: Tarmoqdagi og'irliklar va noaniqliklarni Adam kabi optimallashtirish algoritmlari yordamida yangilandi, bu ularni yo'qotish funktsiyasini minimallashtirish uchun sozlaydi. Adam optimizatori gradientlarning birinchi va ikkinchi holatlarni baholash asosida parametrlarni yangilaydi [18]. Adam Optimizatorning quyidagi matematik bosqichlardan foydalanilgan holda:

1. Initsializatsiya:

$$m_0 = 0, \quad v_0 = 0, \quad t = 0$$

bu yerda m_0 va v_0 mos ravishda birinchi va ikkinchi holatlarning dastlabki baholari, t vaqt ko'rsatkichi.

2. Gradientni hisoblash:

$$g_t = \nabla_{\theta} L(\theta_t)$$

bu yerda g_t yo'qotish funktsiyasi $L(\theta_t)$ ning θ_t parametrlariga nisbatan gradienti.

3. Yangilanishlar:

Birinchi holatni (gradientlar o'rtachasi): $m_t = \beta_1 * m_{t-1} + (1 - \beta_1) * g_t$

Ikkinchi holatni (gradientni markazlashmagan farqi): $v_t = \beta_2 * v_{t-1} + (1 - \beta_2) * g_t^2$

bu yerda β_1 va β_2 holatni baholash eksponensial pasayish tezligini boshqaruvchi giperparametrlardir ($\beta_1 = 0.9$ va $\beta_2 = 0.999$).

4. Muvozanatlashtirishni to'g'irlash:

Muvozanatlashtirilgan birinchi holat: $\hat{m}_t = \frac{m_t}{1 - \beta_1^t}$;

Muvozanatlashtirilgan ikkinchi holat: $\hat{v}_t = \frac{v_t}{1 - \beta_2^t}$;

bu yerda $\hat{m}_t$ va $\hat{v}_t$ muvozanatlashtirilgan taxminlar, m_t va v_t birinchi va ikkinchi holat baholari.

5. Parametrni yangilash:

$$\theta_{t+1} = \theta_t - \frac{\alpha * \hat{m}_t}{\sqrt{\hat{v}_t + \epsilon}}$$

bu yerda: α o'rganish tezligi, nolga bo'linishning oldini olish uchun qo'shilgan (turi 10^{-8}), $\hat{m}_t$ va $\hat{v}_t$ birinchi va ikkinchi holatlarning muvozanatlashtirilgan baholashlari.

Natija: Ushbu bo'limda biz neft va gaz qatlamlarining g'ovakligi va o'tkazuvchanligini bashorat qilishda Support vektor mashinasi (SVM) va sun'iy neyron tarmog'i (ANN) modellarning ishlashini baholashni taqdim etamiz. Modellar bir nechta ishlash ko'rsatkichlari yordamida baholandi: o'rtacha kvadrat xato (MSE), R-kvadrat (R^2) va o'rtacha mutlaq xato (MAE). Shuningdek, biz ushbu modellarni samaradorligini baholash uchun an'anaviy bashorat qilish usullari bilan ham solishtirganmiz.

Modelning ishlashi: Quyidagi 2-jadvalda g'ovaklikni va o'tkazuvchanlikni bashorat qilishda SVM, ANN va an'anaviy chiziqli regressiya modellari uchun ishlash ko'rsatkichlari keltirilgan.

3-jadval.

G'ovaklik va o'tkazuvchanlik prognozlari uchun olingan natijalar ko'rsatkichlari

Model	Property	MSE	R^2	MAE
SVM (Optimized)	Porosity	0.0027	0.89	0.015
SVM (Optimized)	Permeability	6.50	0.84	1.8
ANN (Optimized)	Porosity	0.0021	0.93	0.008
ANN (Optimized)	Permeability	5.40	0.88	1.5
Linear Regression	Porosity	0.0072	0.81	0.031
Linear Regression	Permeability	9.80	0.78	3.0

G'ovaklikni bashorat qilish:

ANN modeli: Sun'iy neyron tarmog'i (ANN) modeli g'ovaklikni bashorat qilishda eng kuchli samaradorlikni namoyish etdi. Eng past o'rtacha kvadrat xatosi (MSE) 0,0021 va o'rtacha mutlaq xato (MAE) 0,008 bo'lgan ANN modeli o'z bashoratlarida yuqori aniqlik darajasini ko'rsatadi. R-kvadrat (R^2) 0,93 qiymati modelning samaradorligini yanada ta'kidlaydi, bu esa g'ovaklikdagi dispersiyaning 93% ANN modeli bilan izohlanishi mumkinligini ko'rsatadi. Ushbu yuqori R^2 qiymati ANN modeli juda ishonchli ekanligini va ma'lumotlar ichidagi murakkab ma'lumotlarni samarali aniqlashini ko'rsatadi.

SVM modeli: Yordam vektor mashinasi (SVM) modeli ham ANN modelidan bir oz kamroq aniq bo'lsa-da, yaxshi ishladi. U 0,0027 MSE va 0,89 R^2 ga erishdi. Hali ham samarali bo'lsa-da, biroz

yuqoriroq xato stavkalari va past R^2 SVM modeli ANN modeliga nisbatan g'ovaklik ma'lumotlarining to'liq murakkabligini olishda biroz kamroq aniqroq ekanligini ko'rsatadi.

Chiziqli regressiya modeli: An'anaviy chiziqli regressiya modeli g'ovaklikni bashorat qilishda eng zaif ko'rsatkichni ko'rsatdi, MSE 0,0072 va MAE 0,031. 0,81 R^2 qiymati modellar orasida eng past bo'ldi, bu chiziqli regressiya yondashuvi g'ovaklik ma'lumotlaridagi murakkab, chiziqli bo'lmagan munosabatlarni olishda unchalik samarali emasligini ko'rsatadi. Ushbu natijalar an'anaviy usullarning cheklovlarini ko'rsatadi. ANN va SVM kabi murakkabroq mashinani o'rganish va neyron tarmoq modellaridan foydalanishning afzalliklarini ta'kidlaydi.

O'tkazuvchanlikni bashorat qilish:

ANN modeli: O'tkazuvchanlikni bashorat qilish uchun ANN modeli yana boshqa usullardan ustun bo'lib, eng past MSE 5,40 va MAE 1,5 ga, eng yuqori R^2 qiymati esa 0,880 ga erishdi. Ushbu natijalar shuni ko'rsatadiki, ANN modeli o'tkazuvchanlik uchun eng aniq va izchil bashoratlarni beradi, ma'lumotlarda mavjud bo'lgan murakkab munosabatlarni samarali modellashtiradi.

SVM modeli: SVM modeli o'rtacha ishlashni ko'rsatdi, MSE 6,50 va R^2 0,85. U yaxshi ishlagan bo'lsa-da, u ANN modeli kabi aniq emas, bu uning biroz yuqoriroq xato ko'rsatkichlari bilan tasdiqlanadi. Shunga qaramay, SVM modeli hali ham chiziqli regressiya modelidan ustun bo'lib, murakkabroq ma'lumotlar to'plamlarini samaraliroq boshqarishni namoyish etdi.

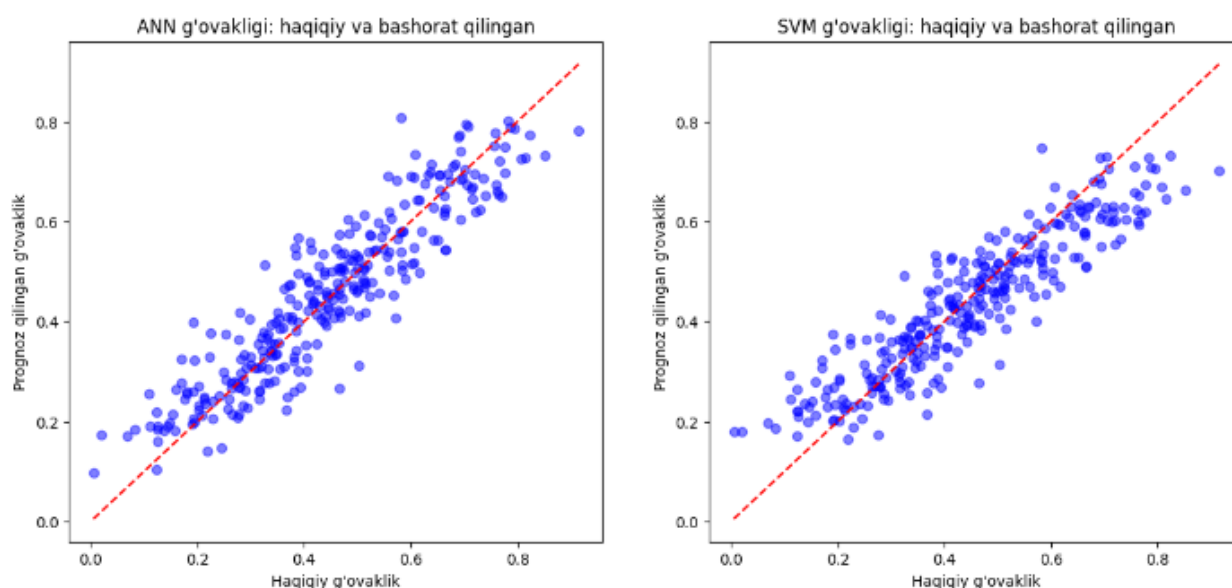
Chiziqli regressiya modeli: Chiziqli regressiya modeli yana eng yuqori MSE (9,80) va MAE (3,0) va eng past R^2 qiymati (0,780) bilan eng kam qulay ishlashni ko'rsatdi. Ushbu natijalar shuni ko'rsatadiki, chiziqli regressiya o'tkazuvchanlik ma'lumotlaridagi chiziqli bo'lmagan munosabatlarni aniq modellashtirishga qodir emas, bu ANN va SVM kabi ilg'or mashinani o'rganish va neyron tarmoq yondashuvlariga bo'lgan ehtiyojni yanada kuchaytiradi.

Vizualizatsiya

SVM va ANN modellarining samaradorligini yanada ko'rsatish uchun bir nechta vizualizatsiya, jumladan, haqiqiy va bashorat qilingan qiymatlar va xatolarni taqsimlash vizualizatsiya natijalari yaratildi.

G'ovaklik uchun haqiqiy va bashorat qilingan qiymatlar

1-rasmda SVM va ANN modellarini tomonidan olingan natijalar g'ovaklik qiymatlari o'rtasidagi baholash va taqqoslash vizualizatsiyalari.



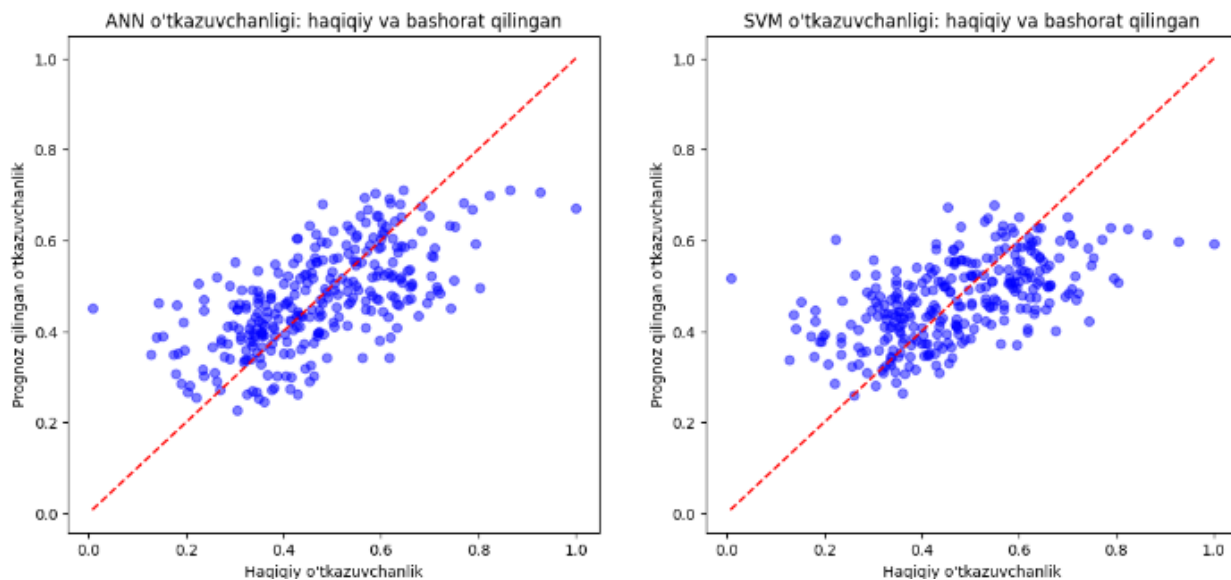
1-rasm. ANN va SVM modellarining g'ovaklik uchun bashorat qilingan qiymatlarni baholash aniqligi vizualizatsiyasi

ANN modeli uchun tarqalish grafigi shuningdek, bashorat qilingan qiymatlarni haqiqiy qiymatlar bilan taqqoslaydi. SVM modeli biroz og'ishlarni ko'rsatadigan joylarda, ANN modeli yuqori aniqlikni ko'rsatadi. SVM modelidan farqli o'laroq, ANN modelining aniqligi tarqalish

chizmasidagi nuqtalar modelni baholash ko'rsatkichi chiziq atrofida zichroq to'plangan bo'lib, bu ANN modelining bashoratlari aniqroq va izchil ekanligini ko'rsatadi.

O'tkazuvchanlik uchun haqiqiy va bashorat qilingan qiymatlar

2-rasmda. ANN va SVM modellari tomonidan olingan natijalar o'tkazuvchanlik qiymatlari o'rtasidagi baholash va taqqoslash vizualizatsiyalari.

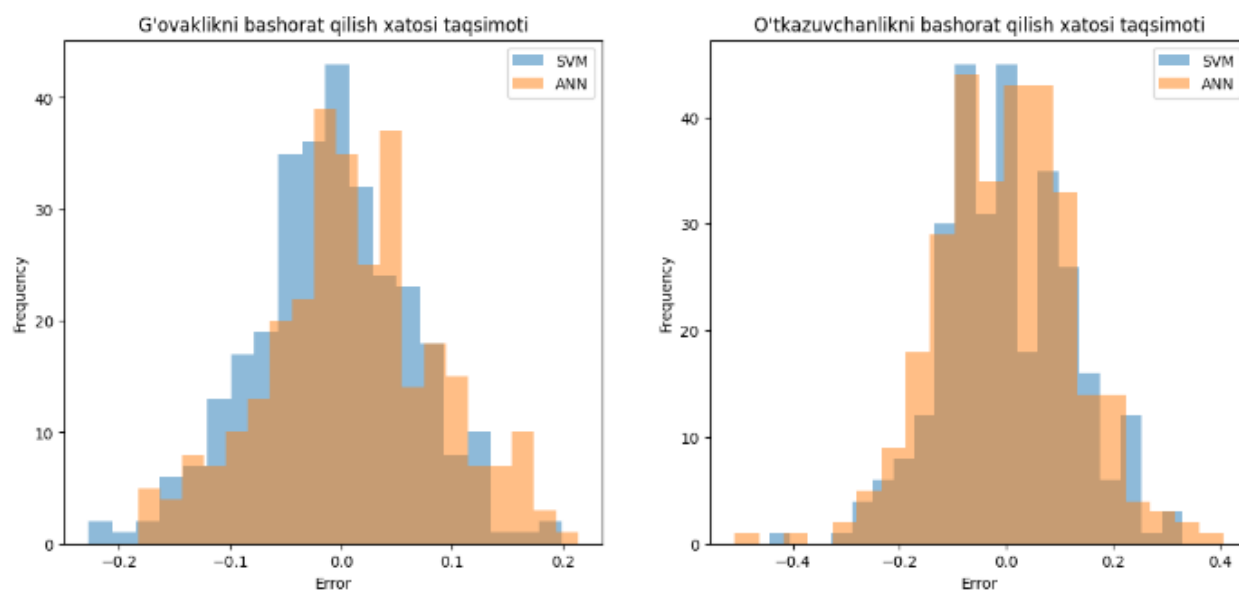


2-rasm. ANN va SVM modellarning o'tkazuvchanlik uchun bashorat qilingan baholash qiymatlar aniqligi vizualizatsiyasi

O'tkazuvchanlik qiymatlari SVM va ANN modeli tomonidan bashorat qilinganlar o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatadi. ANN modelining o'tkazuvchanlikni bashorat qilishda yaxshi ishlashini ko'rsatadi. ANN modeliga nisbatan bir oz ko'proq tarqalish mavjud, bu SVM modeli o'z bashoratlarda biroz kamroq aniq ekanligini ko'rsatadi.

Xatolarni taqsimlash vizualizatsiyalari

Xatolarni taqsimlash modellarning qoldiq xatolarini tushunish imkonini beradi, bashoratlarning haqiqiy qiymatlarga qanchalik mos kelishini ko'rsatadi. 3 - rasmlarda SVM va ANN modellari uchun xatolarni taqsimlash gistogrammalari va xatolarni taqsimlash vizualizatsiyalarini ko'rishimiz mumkin.



3-rasm. G'ovaklik va o'tkazuvchanlik uchun SVM va ANN modellari xatolarni taqsimlash gistogrammalari va xatolarni taqsimlash vizualizatsiyalari

Ikkala model uchun bashorat xatolarining tarqalishi va markaziy tendentsiyasini ko'rsatadi. Gistogrammalar xatoning kattaligi va chastotasi haqida tushuncha berib, bashorat qilish xatolarining taqsimlanishini vizualizatsiyalari barcha xatolarning o'rta qiymatini ifodalovchi median xatoni ko'rsatadi. Xatolarni taqsimlash modellarning qoldiq xatolarini tushunish imkonini beradi, bashoratlarning haqiqiy qiymatlarga qanchalik mos kelishini ko'rsatadi.

Xulosa

Ushbu tadqiqotda biz neft va gaz petrofizik quduq jurnali ma'lumotlaridan foydalangan holda muhim rezervuar xususiyatlarini - g'ovaklik va o'tkazuvchanlikni bashorat qilish uchun support vektor mashinasi va sun'iy neyron tarmoq modellarning potentsialini ko'rsatdik. Ikkala model ham kuchli bashorat qilish imkoniyatini namoyish etdi, ANN murakkab va chiziqli bo'lmagan munosabatlarni modellashtirishning yuqori aniqligi tufayli SVM dan ustun keldi. Ushbu natijalar an'anaviy usullarga nisbatan samaraliroq va aniqroq ekanligini ko'rsatdi. Olingan natijalar va tahlil shuni ko'rsatadiki, neft va gaz rezervuarlarini tavsiflashda ilg'or SVM va ANN usullarini kiritish prognozlarining aniqligi va ishonchligini yuqori darajada oshirishini ko'rsatdi, ANN va SVM modellari nisbatan bashorat qilish xatosini deyarli 50% ga kamaytirdi. Bu esa qidiruv va qazib olish bo'yicha aniqroq ma'lumotga ega bo'lgan ishonchli qarorlarni qabul qilishga yordam beradi. Sun'iy neyron tarmoqlari (ANN) va vektorli mashinalarni qo'llab-quvvatlash (SVM). tadqiqotda chiziqli regressiya va empirik modellar kabi an'anaviy usullarning cheklovlarini ko'rib chiqdi, ular ko'pincha quduq jurnali ma'lumotlarining chiziqli bo'lmagan va murakkab ma'lumotlarni o'rganib keladi. Ushbu an'anaviy yondashuvlar ko'pincha petrofizik quduq ma'lumotlarini samarali boshqarish uchun zarur bo'lgan aniqlikni ta'minlay olmaydi, bu esa ishonchli bo'lmagan bashoratlarga va suboptimal qarorlar qabul qilishga olib keladi. Ushbu tadqiqotda foydalanilgan modellar oldingi usullarga nisbatan aniqlikning 25-30% ga yaxshilanganligini ko'rsatdi. Ushbu ish keyingi tadqiqotlar uchun mustahkam poydevor yaratadi, bu esa yanada ilg'or modellar, gibrid yondashuvlar va real vaqt rejimida bashorat qilish imkoniyatlari petrofizik quduq ma'lumotlarini bashorat qilishning aniqligi va samaradorligini yanada oshirishga xizmat qiladi. Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, biz qo'llagan mashinani o'rganish va neyron tarmoq modellari nafaqat aniqlik va prognoz ko'rsatkichlari bo'yicha oldingi usullardan ustun bo'libgina qolmay, balki real vaqt rejimida neft va gaz quduq ma'lumotlarini boshqarish dasturlari uchun osongina moslashtirilishi mumkin bo'lgan kengaytiriladigan, ma'lumotlarga asoslangan yondashuvni ham qo'llash imkoni mavjud. Ushbu tadqiqot natijalari ANN va SVM ning aniqroq, samarali va ishonchli bashoratlarni taklif qilib, rezervuar tavsifini yuqori aniqlik potentsialini ko'rsatdi.

Adabiyotlar

- [1] Alavi, A. H., Moussavi. H. (2009). Porosity and permeability prediction using artificial neural networks: A case study in the Persian Gulf. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 66(1-2), 90-98.
- [2] Arshad, M., Awan, S. (2014). Support vector machines for predicting porosity and permeability of oil reservoirs. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 4(2), 149-158.
- [3] Chen, W., Zhang, H., Shi, Y. (2018). Application of machine learning algorithms in reservoir engineering: A comprehensive review. *Energy Reports*, 4, 203-214.
- [4] Fang, W., Li, L., Zhang, T. (2016). Enhanced reservoir property prediction using deep learning. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 142, 188-199.
- [5] Gupta, R., Li, Y. (2015). A comparative study of support vector machines and neural networks for the prediction of porosity and permeability. *Computers & Geosciences*, 81, 31-42.
- [6] Huang, H., & Xie, X. (2017). Machine learning applications in the petroleum industry: A review. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 43, 123-135.
- [7] Jalalifar, H., Saraji, S. (2011). Performance of artificial neural networks for porosity and permeability prediction: A case study of the Asmari Formation, Iran. *Petroleum Science and Technology*, 29(8), 748-765.
- [8] Khan, A., Nasralla, R. (2010). Hybrid support vector machine and neural network model for predicting porosity and permeability. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 73(1-2), 26-34.

- [9] Liu, Y., Liu, Y. (2019). Comparing the performance of support vector machines and neural networks for predicting reservoir properties. *Energy & Fuels*, 33(4), 3200-3211.
- [10] Liu, Z., Zhang, H. (2021). Deep learning techniques for petrophysical property prediction in reservoirs. *Computers & Geosciences*, 148, 104779.
- [11] Ma, Y., Zhao, Q. (2012). Application of artificial neural networks for the prediction of porosity and permeability in oil reservoirs. *Petroleum Science and Technology*, 30(8), 759-770.
- [12] Nadarajah, M., & Dehghanian, N. (2014). Comparison of machine learning algorithms for predicting porosity and permeability. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 119, 161-170.
- [13] Zhou, Y., Li, C. (2020). Exploring machine learning models for enhanced prediction of reservoir porosity and permeability. *Energy Reports*, 6, 145-157.
- [14] Zhang, Y., Xu, L. (2022). Leveraging machine learning for accurate prediction of reservoir porosity and permeability: Recent advances and future perspectives. *Computers & Geosciences*, 163, 105214.
- [15] Yang, W., Li, X. (2021). Application of ensemble learning methods for predicting reservoir porosity and permeability. *Energy Reports*, 7, 105-118.
- [16] Zhang, Y., Zhang, R. (2018). Comparing deep learning and traditional machine learning techniques for reservoir property prediction. *Computers & Geosciences*, 116, 1-11.
- [17] Yao, Y., Zhang, X. (2017). Combining support vector machines and neural networks for improved reservoir property prediction. *Petroleum Science and Technology*, 35(10), 968-981.
- [18] Xie, W., & Li, Y. (2019). Machine learning techniques for accurate estimation of reservoir properties: A case study. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 175, 650-660.
- [19] Wu, S., & Li, J. (2020). Machine learning models for predicting porosity and permeability: Insights and future directions. *Computers & Geosciences*, 137, 104453.
- [20] Shamsi, M., & Hassanzadeh, H. (2018). Advanced machine learning techniques for petrophysical property estimation: A review. *Petroleum Exploration and Production Technology*, 8(2), 185-200.

УДК 517.946

АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ И ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ИХ МОДЕЛИРОВАНИЯ

М.В. Сагатов¹, Х.У. Саримсаков²

¹Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,

²Андижанский машиностроительный институт

(Получена 12.12.2024 г.)

The variety of methods for mathematical description of electromechanical systems, the feasibility of combining different approaches to modeling different types of elements - all this leads to the need to take into account the specifics of the mathematical description of each element of the system. Structural and dynamic properties of typical elements of electromechanical objects are analyzed and systematized.

Keywords: electromechanical systems, mechatronic systems, modeling, self-oscillating systems, actuators.

Электромеханик тизимларни математик тавсифлаш усулларининг хилма-хиллиги, турли тоифали элементларни моделиштиришга турли ёндашувларни бирикмалаштиришининг мақсадга мувофиқлиги - буларнинг барчаси тизимнинг ҳар бир элементи математик тавсифининг ўзига хос хусусиятларини инобатга олиш заруриятини келтириб чиқаради. Электромеханик объектларнинг намунавий элементларининг структуравий ва динамик хусусиятлари таҳлил қилинган ва тизимлаштирилган.

Таянч сўзлар: электромеханические системы, мехатронные системы, моделирование, автоколебательные системы, исполнительные механизмы.

Разнообразие способов математического описания электромеханических систем, целесообразность комбинирования различных подходов к моделированию разнотипных элементов — все это приводит к необходимости учета специфики математического описания каждого элемента системы. Проанализированы и систематизированы структурные и динамические свойства типовых элементов электромеханических объектов.

Ключевые слова: электромеханик тизимлар, мехатроник тизимлар, моделиштириш, автотебранувчан тизимлар, ижро механизмлари.

ВВЕДЕНИЕ

Современные электромеханические системы являются неотъемлемой частью технических средств используемых в промышленности, машиностроении, энергетике и транспорте. Благодаря массовому использованию таких объектов в различных сферах человеческой деятельности на протяжении многих лет интенсивно ведутся работы по их совершенствованию. На смену простым объектам пришли управляемые электромеханические объекты с широким набором функций и улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Поскольку во время функционирования электромеханических систем наблюдается значительное потребление электроэнергии, в течение многих лет интенсивно ведутся работы по улучшению их энергетических характеристик. Также актуальными остаются задачи улучшения динамических характеристик путем использования систем автоматического управления. В зависимости от поставленной задачи автоматизированная система управления должна обеспечивать необходимые режимы функционирования электромеханической системы с контролем скорости, мощности, механического момента, частоты и т.п. Сейчас для современных электромеханических систем наметилась устойчивая тенденция роста требований точности отработки сложных движений исполнительных механизмов при условии увеличения скорости их перемещения. Это стало возможным с появлением мощных полупроводниковых силовых преобразователей и высокоточных цифровых систем управления, которые положили начало развитию мехатронных систем [1-3]. Следовательно, при рассмотрении структурных и динамических особенностей современных электромеханических систем целесообразно ориентироваться на электромеханические системы именно мехатронного типа. Учет их структурных и динамических особенностей позволит определить пути повышения эффективности их функционирования.

Особенностью мехатронных систем является то, что они охватывают широкий класс задач благодаря универсальности компьютеризированных систем управления, контроля и диагностики. В зависимости от особенностей исполнительного механизма (объекта управления) в мехатронной системе может использоваться различный набор сенсорных устройств и различные алгоритмы выработки управляющих воздействий. Для повышения эффективности управления сложными многоканальными и многосвязными объектами используются их эталонные и прогнозные модели. К таким моделям выдвигаются дополнительные требования, в частности способность функционирования в режимах реального и ускоренного времени, высокой надежности, возможности синхронизации текущего состояния модели относительно реально действующего объекта и т.п. [4-6].

Использование в мехатронных устройствах компьютеризированных систем управления позволило не только повысить показатели качества управления, но и решить комплекс задач, связанных с управлением сложными системами с большим количеством электромеханических преобразователей [7]. Специфика этих задач заключается в том, что при выработке сигналов управления необходимо учитывать их взаимосвязность через общность объекта управления, который может иметь сложную структуру. Для решения таких задач возникает необходимость создания математических моделей многосвязных объектов управления. Заметим, что для таких объектов управления построение параметрических моделей вызывает значительные трудности, поэтому приходится отыскивать другие способы их математического описания. Эффективным подходом к построению математических моделей многосвязных динамических объектов является использование математического описания в виде интегральных уравнений и их систем с использованием методов идентификации.

Отличительной особенностью современных мехатронных систем является использование принципов унификации, агрегатизации и типизации [1]. Это позволяет проводить конструирование мехатронной системы на основе унифицированных блоков, которые, при необходимости, могут заменяться аналогичными типовыми блоками. Такая

гибкость структуры мехатронной системы позволяет оперативно проводить в ней изменения с целью оптимизации структуры для конкретного класса задач. В дополнение структурной гибкости, мехатронные системы обладают также программной гибкостью, благодаря использованию в системах управления, контроля и диагностики программируемых микроконтроллеров и микрокомпьютеров. Изменение алгоритмов управления в мехатронных системах, в подавляющем большинстве случаев, проводится путем изменения программных модулей. Также положительным моментом для мехатронных систем является существенное повышение эффективности алгоритмов управления, контроля и диагностики при использовании в них математических моделей объектов управления. При этом, на современном этапе развития мехатронных систем возникла необходимость создания эффективных высокоскоростных алгоритмов для моделирования динамики различных исполнительных механизмов как объектов управления.

При описании динамики сложных механических элементов (длинных кинематических передач, пространственных рамных конструкций и механизмов), которые состоят как из однородных так и из неоднородных элементов (балок, стержней, пластин, оболочек и т.п.) с различными типами связей между собой (соединения через упругие и демпфирующие элементы, жесткие и подвижно-шарнирные соединения и т.д.) применение универсального метода математического описания вызывает значительные трудности. Кроме того, наличие разнотипных связей и различных типов движения между элементами (продольного, поперечного, крутильных колебаний) также затрудняют задачу математического описания. Такое разнообразие способов взаимодействия может быть воспроизведено с помощью структурных моделей, которые могут состоять из разнотипных звеньев, объединенных в единую блочно-структурную схему.

Рассмотрим динамические свойства типовых объектов с распределенными параметрами, которые присутствуют в современных управляемых электромеханических системах.

КОЛОННЫ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

За последние годы в связи с ростом глубины бурения особую актуальность приобрела проблема автоматизации подачи долота, как в случае создания работоспособных конструкций автоматических регуляторов, так и в случае разработки теоретических вопросов, связанных со спецификой применения регуляторов в буровых установках.

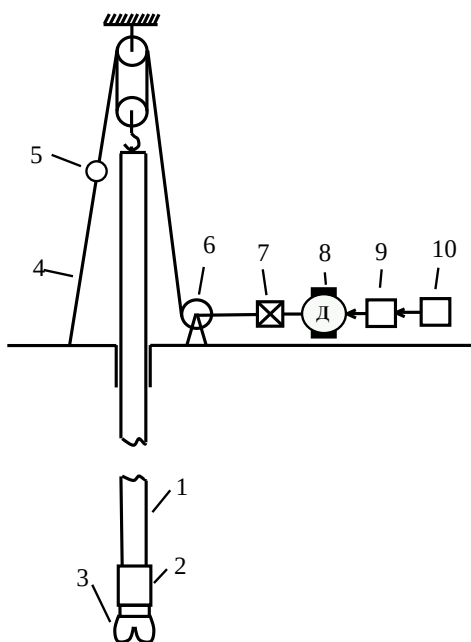


Рис. 1. Упрощенная схема механизма подачи долота буровой установки.

Основным процессом при бурении является работа долота по углублению ствола скважины. Отличительной чертой систем автоматического регулирования подачи долота является наличие колонны бурильных труб, через которую осуществляется замер параметров забоя (осевой нагрузки и скорости перемещения долота), а также передача с поверхности на забой регулирующего воздействия. Влияние бурильной колонны проявляется в существенном искажении и опоздании информации, получаемой из забоя, и управляющего воздействия, которое передается в обратном направлении. Поэтому организация процесса управления подачи долота связана со значительными трудностями. Повышение производительности буровых установок может быть достигнуто путем учета динамических характеристик бурильной колонны при передаче механических усилий от устья скважины до забоя. [3,8]

Упрощенная структурная схема регулятора подачи долота буровых установок приведена на рис. 1, где 1 — колонна бурильных труб; 2 — забойный

двигатель; 3 — долото; 4 — неподвижный конец талевого каната; 5 — датчик нагрузки; 6 — барабан лебедки; 7 — редуктор; 8 — электродвигатель подачи долота; 9 — силовой преобразователь; 10 — управляющее устройство.

К нижнему концу колонны приложена осевая реакция забоя и реакция долота, а по длине распределены силы тяжести, вязкого трения, инерции. Колонну бурильных труб, с учетом ряда допущений, можно считать упругим однородным стержнем с распределенной массой, упругостью и вязким трением. Смещение сечений элементов колонны описывается дифференциальным уравнением в частных производных

$$m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + h \frac{\partial u}{\partial t} = Es \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$$

или при введении обозначений $a = h / (2m)$, $c = \sqrt{Es / m}$, уравнением

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 2a \frac{\partial u}{\partial t} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где m — масса единицы длины колонны; u — смещение сечения колонны относительно положения равновесия; E — модуль упругости; s — площадь сечения колонны; x — координата сечения колонны; a — коэффициент затухания; h — коэффициент демпфирования на единицу длины колонны; c — скорость распространения смещения вдоль колонны.

Скорость перемещения сечения колонны бурильных труб v и прирост силы P

$$v = \frac{\partial u(x, t)}{\partial t}, \quad P = -Es \frac{\partial u(x, t)}{\partial x}.$$

определяются выражениями,

При использовании наземного регулятора подачи долота управляющим воздействием для колонны бурильных труб является скорость смещения верхнего конца колонны $v_0(t)$. Граничное условие для этого конца колонны имеет вид

$$\left. \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} \right|_{x=0} = v_0(t). \quad (2)$$

Граничные условия для нижнего конца колонны бурильных труб имеют вид

$$P(l, t) = -Es \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=l} = z v_l(t), \quad (3)$$

где l — длина колонны; v_l — скорость долота; z — параметр, определяющий взаимодействие долота с породой (при абсолютно твердом забое $z \rightarrow \infty$). Уравнениями (1)—(3) определяются динамические характеристики бурильной колонны как объекта с распределенными параметрами. Однако, приведенная математическая модель не учитывает той особенности, что реальные бурильные колонны состоят из различных по физическим свойствам частей, а также относятся к развивающимся системам. Для обеспечения необходимой адекватности математической модели колонны бурильных труб необходимо привлекать новые подходы к ее построению, в частности структурно-ориентированный подход, который предусматривает представление модели сложного динамического объекта в виде такой совокупности математических описаний, которая позволяет учесть особенности каждого структурного элемента при его математическом описании и численной реализации. В рамках применения структурного подхода к построению и численной реализации моделей динамических распределенных объектов целесообразно определить, по аналогии со структурным моделированием объектов с сосредоточенными параметрами, типичные структурные блоки.

С этой целью выясним, какие виды исполнительных механизмов с распределенными параметрами присутствуют в электромеханических системах. В целом их можно разделить на две большие группы: пространственно одномерные и многомерные. К пространственно многомерным можно отнести исполнительные механизмы промышленных манипуляторов со сложными рамными пространственными конструкциями, буровые вышки и т.п. Пространственно одномерные объекты делятся на стержневые и кольцевые. К объектам кольцевой природы можно отнести приводы транспортеров и эскалаторов, приводы подачи платформ манипуляторов для армирования и намотки, приводы позиционирования головок печатающих устройств и т.д. Стержневыми объектами являются тросы подъемных установок, лифтов, систем буксировки, длинные кинематические передачи, колонны бурильных труб, протяженные валы. Классификационная схема для объектов с распределенными параметрами электромеханических систем приведена на рис. 2.

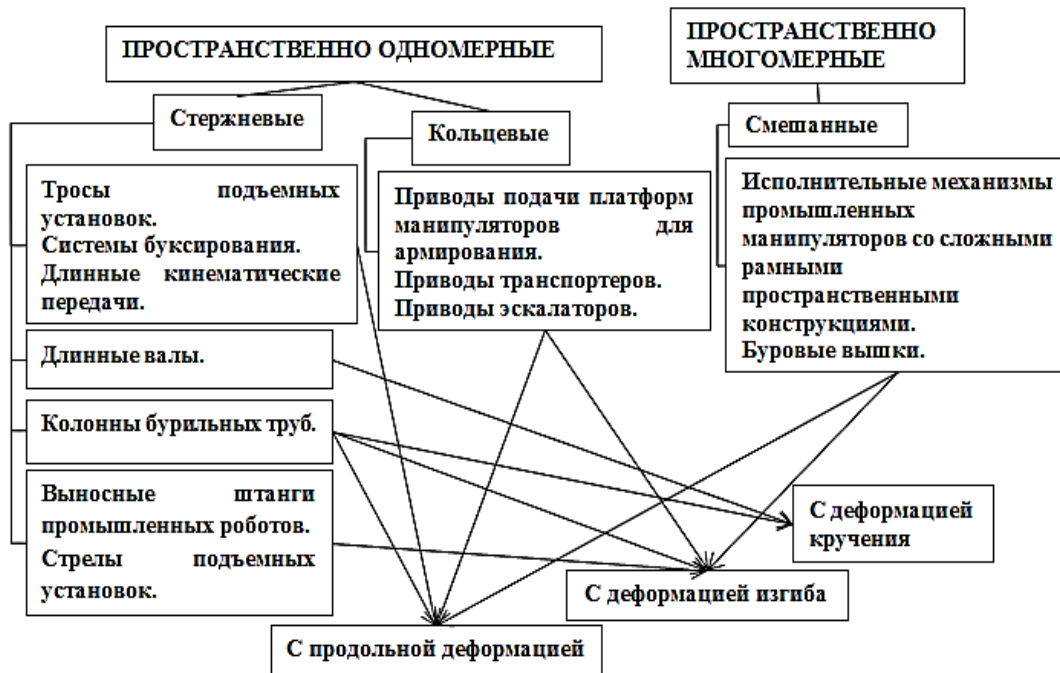


Рис. 2. Классификация исполнительных механизмов с распределенными параметрами электромеханических систем.

Анализируя динамические особенности приведенных на схеме объектов, можно сделать вывод, что при их математическом описании можно свести их исходные модели (путем декомпозиции) к структуре, элементами которой являются математические описания распределенных звеньев с тремя типами деформации (продольной, кручения и изгиба). Поэтому при описании динамических характеристик таких объектов типовым элементом есть линейно протяженный элемент, который, без учета рассеяния энергии и сил сопротивления, описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных

$$\left. \begin{aligned} E \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} - \rho \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} &= 0; \\ GJ_p \frac{\partial^2 \varphi(x,t)}{\partial x^2} - I \frac{\partial^2 \varphi(x,t)}{\partial t^2} &= 0; \\ EJ \frac{\partial^4 y(x,t)}{\partial x^4} - \rho s \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где $u(x, t)$ — продольный сдвиг сечения; $\varphi(x, t)$ — угол закручивания сечения вокруг продольной оси; $y(x, t)$ — смещение сечения от осевой линии в поперечном направлении; G — модуль сдвига; J_p — полярный момент инерции поперечного сечения; I — момент инерции единицы длины; ρ — плотность вещества; E — модуль упругости.

АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Среди электромеханических систем существует класс систем с отрицательным вязким трением, механическая характеристика которых имеет участок, на котором увеличение скорости электропривода сопровождается уменьшением момента нагрузки. Установлено, что в таких случаях в электромеханических системах возникают автоколебательные режимы, ухудшающие их характеристики качества и надежности. Автоколебательные системы характеризуются сложностью процессов, которые в них протекают, поскольку для них пока не существует общей теории математического описания [9]. Это обстоятельство значительно затрудняет решение задач проектирования и исследования объектов данного класса.

Одним из самых распространенных видов автоколебаний является фрикционные автоколебания. В зависимости от свойств системы фрикционные автоколебания могут проявляться по-разному: резкими рывками, частота которых составляет 8—10 Гц, как это наблюдается в сцеплении механизмов при передаче механических усилий от двигателя к исполнительным устройствам, или колебаниями с частотой 4—5 кГц, как в тормозах подвижного состава.

Уравнения движения системы с одной степенью свободы имеет вид:

$$m \ddot{x} + c \dot{x} = F(\dot{x}), \quad (5)$$

где F — сила трения, зависит от скорости перемещения x .

Возможны два случая, различающиеся только ролью трения в системе [3]:

1) изменения силы трения малы, и их роль сводится к самовозбуждению колебаний; при этом трение определяет амплитуду установившихся колебаний, но практически не влияет на их близкую к синусоидальной форму и частоту. Частота колебаний определяется силой инерции (массой, моментом инерции), и восстанавливающей силой (упругостью, силой земного притяжения и т.п.), которые примерно равны между собой

$$m \ddot{x} + c \dot{x} \approx 0, \quad (6)$$

2) изменение силы трения настолько велики, что период и форма колебаний существенно отличаются от периода и формы гармонических колебаний без трения, частота колебаний становится значительно ниже, их форма — несинусоидальная; при этом сила инерции и восстанавливающая сила могут отличаться друг от друга в несколько раз и даже на порядки.

В первом случае период и форма колебаний примерно такие же, как и в системе без трения, то есть частота их близка к собственной частоте системы. В этом случае малые колебания маятника описываются уравнением

$$I \ddot{\varphi} + M_n(\varphi) + M_v(\dot{\varphi}) + M_m(\dot{\varphi}, \omega_v) = 0, \quad (7)$$

где M_n — момент силы тяжести, который зависит от угла отклонения маятника φ ; M_v — момент силы сопротивления воздуха, который зависит от $\dot{\varphi}$; M_m — момент силы трения, который зависит от $\dot{\varphi}$ и угловой скорости вращения вала ω_v .

Математический анализ для второго случая затруднен, особенно при несинусоидальных колебаниях, и требует упрощающих предположений, например, о малой массе, которой можно пренебречь. При этом колебательный процесс распадается на две существенно различные области:

а) сила упругости намного больше от силы инерции, тогда

$$c \dot{x} \approx F(\dot{x}), \quad (8)$$

(в этой области при существенных изменениях координаты системы ускорения незначительное и скорость изменяется медленно, а упругость изменяется в значительной степени);

б) сила инерции намного больше переменной составляющей силы упругости, тогда

$$m\ddot{x} \approx F(\dot{x}), \quad (9)$$

(в этой области координаты системы изменяются несущественно, но ускорения очень велики, что вызывает резкое изменение скорости).

Теория релаксационных автоколебаний базируется на том, что существует скачок силы трения при переходе от покоя к движению. Если в системе учитывается демпфирование, то динамическая модель имеет вид

$$m\ddot{x} + \beta\dot{x} + cx - F = 0. \quad (10)$$

Амплитуда и период фрикционных автоколебаний зависят от скорости. При росте скорости от нуля они уменьшаются — сначала интенсивно, а при дальнейшем увеличении скорости стремятся к ненулевому предельному значению. Этап неравномерного движения образца после его срыва описывается (без учета затухания) уравнением вида:

$$m\ddot{x} + F(\dot{x}) + cx = 0. \quad (11)$$

В общем случае зависимость силы трения скольжения от скорости выражается эмпирическим уравнением

$$F(\dot{x}) = (k_1 + k_2 x)e^{-k_3 x} + k_4. \quad (12)$$

Модель (11) при подстановке в (12) становится достаточно сложной, требующей к тому же экспериментального определения коэффициентов $k_1—k_4$.

Если учитывать сопротивление демпфирования, которое пропорционально скорости деформации смазочного слоя в зонах с гидродинамической смазкой, то уравнение движения со скольжением имеет вид

$$m\ddot{x} + \beta\dot{x} + cx \pm F_{cm} - \alpha_k(x - v) = 0, \quad (13)$$

где α_k — крутизна падения характеристики трения, которая одновременно учитывает демпфирующее действие смазки (в общем случае α_k может иметь любой знак).

Приведенный набор зависимостей (5)—(13) является аналитической базой для качественного исследования или инженерного расчета автоколебательных систем.

Для автоколебательных систем те или иные модели используются в зависимости от условий и режимов, которые необходимо воспроизводить. Более простые модели не учитывают демпфирования, более сложные учитывают достаточный комплекс параметров динамики и характеристик трения при фрикционном контакте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, особенности современных электромеханических систем следует искать в плоскости анализа свойств исполнительных механизмов (объектов управления) с целью получения для них соответствующих математических зависимостей в таком виде, который бы давал возможность эффективно решать задачи их моделирования.

Список литературы

- [1]. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации / [М. П. Белов, О. И. Зементов, А. Е. Козярук и др.]; под ред. В. А. Новикова, Л. М. Чернигова. — М. : Издательский центр «Академия», 2006. — 368 с.
- [2]. Методы классической и современной теории автоматического управления : Учеб. в 5 т. ; [2-е изд.]. — Т. 1 : Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. — 656 с., ил.
- [3]. А. А. Верлань, М. В. Сагатов, В. А. Федорчук. Интегральные динамические модели электромеханических объектов: монография // Изд-в: "IQTISOD-MOLIYA", 2015, стр. 328.
- [4]. Федоткин И. М., Бурляй И. Ю., Рюмшин Н. А. Математическое моделирование технологических процессов. Методы математического моделирования и решения процессорных задач. — К. : Техніка, 2002. — 408 с.
- [5]. Gad-el-Hak M. The MEMS Handbook / M. Gad-el-Hak. — Florida.: CRC Press, Boca Raton, 2006. — 1368 p.
- [6]. Neculescu D. Advanced Mechatronics: Monitoring and Control of Spatially Distributed Systems / D. Neculescu. — New Jersey - London - Singapore - Beijing - Shanghai - Hong Kong - Taipei - Chennai : World Scientific Publishing Co., 2009. — 342 p.

- [7]. Дмитриенко В.Д. Моделирование технологических процессов механообработки методами искусственного интеллекта : моногр. / В. Д. Дмитриенко, И. П. Хавина, В. Л. Хавин, Н. В. Верезуб. — Харьков : НТУ "ХПИ", 2009. — 224 с.
- [8]. Anatoliyovych, F.V., Vorisovich, S.M. (2024). Issues of Modeling Drilling Rigs and the Drilling Process. In: Aliev, R.A., et al. 12th World Conference "Intelligent System for Industrial Automation" (WCIS-2022). WCIS 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 912. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53488-1_39
- [9]. Schmitz T. L. Machining Dynamics : Frequency Response to Improved Productivity / T. L. Schmitz, K. S. Smith. — New York : Springer Science-Business Media, 2009. — 309 p.

UDK 519.71(575.1)

INTELLEKTUAL TAHLIL QILISHNING KORREKT BO'LMAGAN MASALALARINI YECHISH

D.T. Muhamediyeva¹, D.M. Sotvoldiyev², U.U. Xasanov³, M.H. Raupova⁴

¹Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti,
dilnoz134@rambler.ru tel: 99 831 12 58

²Ma'mun universiteti dotsenti, sotvoldiev_dilshodbek@mamunedu.uz tel: 97 263 45 67

³Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Urganch filiali,
usmonkhasanov@gmail.com tel: 97 360 19 91

⁴Chirchiq davlat pedagogika universiteti, r.mokhinur@gmail.com tel: 90 336 37 11
(Qabul qilindi 12.12.2024 y.)

Annotasiya: Maqolada sust shakllangan jarayonlar holatini baholash va bashoratlash modellarini qurish algoritmi keltirildi. Boshlang'ich ma'lumotlar berilgan hollarda masalaning noravshan yechimlari qurish mumkinligi ko'rsatildi va turli xil tegishlilik funksiyalar bo'lgan holatda noravshan yechimning turg'unligi tekshirildi. Neyronoravshan to'rni o'qitish algoritmlarining berilgan arxitekturasiga mos bo'lgan model qiymatlari va noravshan termlarning tegishlilik funksiyalari bilan birgalikda mos algoritmdan foydalanib qaror qabul qilishga ko'maklashuvchi tizim yaratish tamoyillari tahlil qilindi. Neyron to'rlarni o'qitish algoritmidan besh qatlamdan iborat neyron to'rdan foydalanilgan. O'qitishning mohiyati tegishlilik funksiyalarining neyronoravshan approksimatsiyalash natijalari va haqiqiy ob'ekt xususiyatlari o'rtasidagi farqni eng kam darajaga keltiruvchi parametrlarni tanlab olishdan iborat bo'lganligi sababli, ushbu jarayonda rekurrent munosabatlar tizimidan foydalanildi.

Kalit so'zlar: sust shakllangan jarayon, intellektual tahlil, noravshan yechim, tegishlilik funksiyasi, noravshan qoida, qaror qabul qilish, funksiya.

Аннотация: В статье представлен алгоритм построения моделей оценки и прогнозирования слабоформализуемых процессов. Исходные данные показали, что нечеткие решения могут быть построены, и была исследована устойчивость решения с различными функциями принадлежности. Анализируются значения модели, которые соответствуют заданной архитектуре алгоритмов обучения нейронечеткой модели и принципам создания системы принятия решений с использованием соответствующего алгоритма вместе с функциями принадлежности. Алгоритм обучения нейронных сетей использует пять слоев нейронных сетей. Поскольку суть обучения заключается в выборе параметров, минимизирующих разницу между результатами апробации нейронов соответствующих функций и фактическими свойствами объекта, в этом процессе используется система рекуррентных отношений.

Ключевые слова: слабоформализуемый процесс, интеллектуальный анализ, нечеткое решение, функция принадлежности, нечеткое правило, принятие решения, функция.

Abstract: The article presents an algorithm for constructing models for assessing and predicting poorly formalized processes. The initial data showed that fuzzy solutions can be constructed, and the stability of the solution with various membership functions was investigated. The values of the model are analyzed, which correspond to the given architecture of the algorithms for training the neural-fuzzy model and the principles of creating a decision-making system using the corresponding algorithm together with membership functions. The neural network learning algorithm uses five layers of neural networks. Since the essence of training is to choose parameters that minimize the difference between the results of testing neurons of the corresponding functions and the actual properties of the object, a system of recurrent relationships is used in this process.

Keywords: poorly formalized process, intellectual analysis, fuzzy decision, membership function, fuzzy rule, decision making, function.

1. Kirish. Joriy axborot hamda tashqi va ichki muhit vaziyatlarining aniqlanishi (noaniqligi, nostoxastikligi, to'liqligi, noravshanligi) bilan tavsiflanuvchi murakkab jarayonlarga nisbatan oddiy adekvat matematik modellarni qurishning imkoni bo'lmaydi. Odatda bunday jarayonlarning parametrlari to'g'risidagi axborot ekspertlar tomonidan so'z va gaplar ko'rinishida, ya'ni lingvistik shaklda ifodalanadi. Bunday holatlarda yumshoq hisoblash texnologiyalari (Soft Computing) vositalaridan foydalanuvchi modellashtirish, qaror qabul qilish va boshqarish tizimlarini tatbiq etish maqsadga muvofiqdir [1-7].

Noaniqlik sharoitlariga bog'liq holda noravshan qoidalar xulosalariga asoslangan noravshan modellarni ishlab chiqish muammosi sust shakllangan jarayonlar holatini bashoratlash masalalarini yechishda qabul qilinayotgan qarorlarning turli xil muqobil variantlarini baholashda vujudga keladi. Lekin shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, hozirgi vaqtda noravshan mantiqiy baholash modellarini qurishning universal usuli mavjud emas. Noravshan mantiqning afzalligi berilgan ob'ekt tarkibi to'g'risida "agar «kirishlar», u holda «chiqish»" ko'rinishdagi ekspert bilimlaridan foydalanish imkoniyati mavjudligidadir. Parametrlari tegishlilik funktsiyalari bilan berilgan noravshan qoidalar xulosalari bilan ifodalanuvchi sust shakllangan jarayonlar holatini baholash va bashoratlash modellarini qurishda korrekt bo'lmagan masalalarning taqribiy yechimini topish muammosiga duch kelinmoqda [8,9]. Hisoblash texnikasini rivojlantirish va uni matematik masalalarini yechishda qo'llash korrekt bo'lmagan masalaning taqribiy yechimini qurish mumkinligi to'g'risidagi qarashlarni o'zgartirdi. Shuni ta'kidlash kerakki, qaror qabul qilishni qo'llab quvvatlash tizimining korrekt bo'lmagan masalalarini yechish usullari modellarning faqatgina qator xususiy hollari uchun ishlab chiqilgan (masalan, klassik mantiqqa asoslangan modellar uchun). Noravshan qoidalar xulosalaridan foydalangan holda sust shakllangan jarayonlar holatini baholash va bashoratlash masalalarini shakllantirish, ko'p hollarda, ularni korrekt bo'lmagan masalalar ko'rinishida ifodalashga olib keladi. Shuning uchun ham noravshan holatda sust shakllangan jarayonlar holatini baholashning korrekt bo'lmagan masalalarini tahlil qilish va shakllantirish, ularni yechishni algoritmik ta'minlash qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlashning zamonaviy tizimi uchun dolzarb hisoblanadi [10-15].

2. Masalaning qo'yilishi. Neyronoravshan to'rni o'qitish algoritmi ikki bosqichdan iborat. Birinchi bosqichda ob'ekt chiqishining to'rning berilgan arxitekturasiga mos bo'lgan model qiymatlari hisoblanadi. Noravshan mantiqiy tenglamalar (agar <kirish> bo'lsa, u holda <chiqish> ko'rinishidagi) noravshan termlarning tegishlilik funktsiyalari bilan birgalikda quyidagi algoritmdan foydalanib qaror qabul qilishga imkon beradi [1-4]:

1. Ob'ekt holatining parametrlari qayd qilinadi.

2. x_i^* , $i = 1, n$ parametrlarning qayd qilingan o'zgarmas qiymatlaridagi $\mu^j(x_i^*)$ tegishlilik

funksiyasining qiymatlari aniqlanadi.

3. Mantiqiy tenglamalardan foydalanib $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ holatlar vektori berilgan holda tegishlilik funksiyalarining qiymatlari hisoblanadi.

4. Quyidagi o'rinli bo'ladigan r_j^* yechim aniqlanadi:

$$\mu^{r_j^*}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = \max_{j=1, n} [\mu^{r_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)].$$

Ikkinchi bosqichda bog'lanmaslik qiymati (E_t) hisoblanadi va tegishlilik funksiyasi parametrlari quyidagi algoritm bo'yicha qayta hisoblanadi.

1 – tanlanmani hosil qilish: Kiruvchi (X_j, r_j) , $j = \overline{1, M}$, tanlanma – tajribaviy ma'lumotlarni hosil qilish, bunda $X_j = (x_{j,1}, x_{j,2}, \dots, x_{j,n})$ - j –satrdagi kiruvchi vektor va r_j - mos ravishda uning chiquvchi vektori qiymati. Tanlanmani olishda undagi ma'lumotlar butun sonlardan, qo'zg'aluvchi vergulli sonlardan, haqiqiy sonlardan va lingvistik ko'rinishidagi qiymatlardan iborat bo'lishi mumkin. Olingan tanlanmani barcha qiymatlarini ma'lum umumiy oraliqqa normallashtiriladi.

2 – normallashtirish: Bunda kiruvchi tanlanma va unga mos chiquvchi r vektorlar $[0,1]$ oraliqqa normallashtiriladi.

$$u_i^k = l \frac{x_i^k - x^{\min}}{x^{\max} - x^{\min}}, u^k = l \frac{r^k - r^{\min}}{r^{\max} - r^{\min}}.$$

Bunda $x^{\min}, x^{\max}$ - X kiruvchi ma'lumotlar matritsasining maksimum va minimum elementlari, $r^{\min}, r^{\max}$ - chiquvchi r vektorning maksimum va minimum elementlari.

3 – fuzzifikatsiyalash: Normallashtirilgan u_i^k va u^k ma'lumotlar asosida tegishlilik funksiyasi yordamida fuzzifikatsiya jarayoni amalga oshiriladi. Bunda tegishlilik funksiyasi sifatida intuitiv tarzda (intuitsiya asosida) qo'ng'iroqsimon funksiya olingan. Ko'p hollarda aynan qo'ng'iroqsimon tegishlilik funksiyasi yordamida yechilgan masalalarda aniqlik va unumdorlik darajasi yuqori bo'ladi.

$$\mu^j(u_i^k) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{u_i^k - c_j}{\sigma_j}\right)^2\right), \mu^j(u^k) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{u^k - c_j}{\sigma_j}\right)^2\right), j = 0, 1, 2, \dots, l.$$

Bunda c_j va σ_j funksiya parametrlari hisoblanadi va ular algoritmning keyingi bosqichlarida neyron to'rlar yordamida sozlanadi.

4 – maksimallashtirish: fazifikatsiyalash natijalari bo'yicha mos ravishda maksimallashtirish amali bajariladi:

$$\mu^*(u_i^k) = \max_j \mu^j(u_i^k), \mu^*(u^k) = \max_j \mu^j(u^k).$$

5 – xulosani baholash: Ushbu jarayonda maksimallashtirilgan ma'lumotlar, qoidalar asosida xulosalarni bajarilishi baholanadi:

$$SP^k = \mu^*(u_1^k) \cdot \mu^*(u_2^k) \times \dots \times \mu^*(u_n^k) \cdot \mu^*(u^k).$$

Bunda k ($k = \overline{1, M}$) –qoida nomeri. Algoritmning keyingi bosqichlarida olingan qoidalar bazasini yana normallashtirish jarayoni amalga oshiriladi.

6 – normallashtirish: Olingan qoidalar bazasi $[0,1]$ oraliqqa normallashtiriladi:

$$\eta^k = l \frac{SP^k - SP^{\min}}{SP^{\max} - SP^{\min}}.$$

7 – fuzzifikatsiyalash: Normallashtirilgan qoidalar bazasini mos ravishda tegishlilik funksiyasi yordamida fuzzifikatsiyalashtiriladi:

$$\mu^j(\eta^k) = \frac{1}{1 + \frac{(\eta_k - c_j)}{\sigma_j}}.$$

8 – maksimallashtirish: Ushbu holatda j ($j = 0, 1, 2, \dots, l$) bo'yicha maksimallashtirish amalga oshiriladi:

$$\mu^*(\eta^k) = \max_j \mu^j(\eta^k).$$

9 - Ushbu holatda eng yuqori qiymatlarni beruvchi tegishlilik funksiyalari ajratiladi. Buning uchun quyidagi jarayonlar amalga oshiriladi:

$$\beta(l) = 0.$$

Agar $\beta(l) < \mu^*(\eta^k)$ bo'lsa, u holda $\beta(l) = \mu^*(\eta^k)$; $\alpha(l) = k$; $l = \overline{1, m}$.

10 – model qurish: Bu jarayonda eng yuqori qiymatlarni beruvchi funksiyalar yordamida noravshan qoida xulosalaridan iborat ikki xil ko'rinishdagi model quriladi:

10 a) Chiqishi chiziqli bog'lanish ko'rinishidagi jarayon holatini baholashning noravshan modeli:

Agar

$$x_1^1 = u_{11}^1 \bigcap x_2^1 = u_{21}^1 \dots \bigcap x_n^1 = u_{n1}^1 \text{ yoki}$$

$$x_1^2 = u_{11}^2 \bigcap x_2^2 = u_{21}^2 \dots \bigcap x_n^2 = u_{n1}^2 \text{ yoki}$$

$$x_1^{k_j} = u_{11}^{k_j} \bigcap x_2^{k_j} = u_{21}^{k_j} \dots \bigcap x_{n1}^{k_j} = u_{n1}^{k_j} \text{ bo'lsa,}$$

$$\text{u holda } y_j = b_{j0} + b_{j1} x_1^j + \dots b_{jn} x_n^j, \quad j = \overline{1, m}.$$

10 b) Chiqishi noxiziqli bog'lanish ko'rinishdagi jarayon holatini baholashning noravshan modeli.

Agar

$$x_1^1 = u_{11}^1 \bigcap x_2^1 = u_{21}^1 \dots \bigcap x_n^1 = u_{n1}^1 \text{ yoki}$$

$$x_1^2 = u_{11}^2 \bigcap x_2^2 = u_{21}^2 \dots \bigcap x_n^2 = u_{n1}^2 \text{ yoki}$$

$$x_1^{k_j} = u_{11}^{k_j} \bigcap x_2^{k_j} = u_{21}^{k_j} \dots \bigcap x_{n1}^{k_j} = u_{n1}^{k_j} \text{ bo'lsa,}$$

$$\text{u holda } y_j = b_{j0} + b_{j1} x_1^j + \dots b_{jn} x_n^j + b_{j1} [x_1^j]^2 + \dots b_{j2n} [x_n^j]^2, \quad j = \overline{1, m}.$$

Bu yerda

$$x_i^k = \frac{\sum_{p=1}^q \mu(x_i^{kp}) x_i^{kp}}{\sum_{p=1}^q \mu(x_i^{kp})}.$$

Natijada, b_{ji} ($i = \overline{0, 1, 2, \dots, n}$) koeffitsientlar qiymatlarini topish talab etiladi. Ushbu koeffitsientlarni umumiy holda quyidagi matritsa ko'rinishida ifodalash mumkin:

$$B = \begin{pmatrix} b_{10} & b_{11} & \dots & b_{1t} \\ b_{20} & b_{21} & \dots & b_{2t} \\ - & - & - & - \\ b_{m0} & b_{m1} & \dots & b_{mt} \end{pmatrix}.$$

Model chiziqli bo'lgan holatida $t = n$, nochiziqli bo'lgan holatda esa $t = 2n$ bo'ladi.

Topilgan koeffitsientlar qiymatlari quyidagi kvadratik chetlanishni minimallashtiruvchi qiymatlar hisoblanadi:

$$E = \sum_{j=1}^M (y_r - y_r^f)^2 \rightarrow \min, \quad (1)$$

bunda y_r^f - noravshan model asosida olingan chiquvchi natija.

Kiruvchi $X_r = (x_{r,1}, x_{r,2}, \dots, x_{r,n})$ vektor quyidagicha noravshan chiqishga ega bo'ladi:

$$y_r^f = \frac{\sum_{j=1}^m \mu_{d_j} \cdot (x_r) \cdot d_j}{\sum_{j=1}^m \mu_{d_j} \cdot (x_r)},$$

bunda j -qoida xulosasi quyidagicha ifodalanadi:

a) Chiqishi chiziqli bog'lanish ko'rinishida bo'lganida:

$$y_j = b_{j_0} + b_{j_1} x_1^j + \dots b_{j_n} x_n^j, \quad j = 1, m.$$

b) Chiqishi nochiziqli bog'lanish ko'rinishida bo'lganida:

$$y_j = b_{j_0} + b_{j_1} x_1^j + \dots b_{j_n} x_n^j + b_{j_1} [x_1^j]^2 + \dots b_{j_{2n}} [x_n^j]^2, \quad j = 1, m.$$

j -qoida xulosasining bajarilish darajasi quyidagi ifoda yordamida amalga oshiriladi:

$$\mu_{y_j}(x_r) = \mu_{j_1}^{k_j}(x_{r1}) \cdot \mu_{j_2}^{k_j}(x_{r2}) \cdot \dots \cdot \mu_{j_m}^{k_j}(x_{rm}).$$

Quyidagi ifoda orqali esa kiruvchi vektor uchun j -qoida xulosasining bajarilish nisbiy darajasi hisoblanadi:

$$\beta_{jr} = \frac{\mu_{y_j}(x_r)}{\sum_{k=1}^m \mu_{y_j}(x_r)}$$

u holda:

a) Chiqishi chiziqli bog'lanish ko'rinishida bo'lganida:

$$y_r^f = \sum_{j=1}^m \beta_{r_j} y_j = \sum_{j=1}^m (\beta_{r_j} b_{j_0} + \beta_{r_j} b_{j_1} \cdot x_{r1} + \beta_{r_j} b_{j_2} \cdot x_{r2} + \dots + \beta_{r_j} b_{j_n} \cdot x_{rn}).$$

b) Chiqishi nochiziqli bog'lanish ko'rinishida bo'lganida:

$$y_r^f = \sum_{j=1}^m \beta_{r_j} y_j = \sum_{j=1}^m (\beta_{r_j} b_{j_0} + \beta_{r_j} b_{j_1} \cdot x_{r1} + \beta_{r_j} b_{j_2} \cdot x_{r2} + \dots + \beta_{r_j} b_{j_n} \cdot x_{rn} + \\ + \beta_{r_j} b_{j_{n+1}} \cdot x_{rn+1} + \beta_{r_j} b_{j_{n+2}} \cdot x_{rn+2} + \dots + \beta_{r_j} b_{j_{2n}} \cdot x_{r2n}),$$

3. Turli tegishlilik funksiyalari holatida parametr qiymatlarini hisoblash.

β_{r_j} parametrning qiymatlari tegishlilik funksiyasining turiga turiga bog'liq ravishda hisoblanadi:

Gauss turidagi:

$$\mu(x) = \exp\left(-\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2\right)$$

$$\beta_{r_j} = \exp\left[-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^t \left(\frac{x_{ri} - c_{ij}}{\sigma_{ij}}\right)^2\right] / \sum_{k=1}^m \exp\left[-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^t \left(\frac{x_{ri} - c_{ik}}{\sigma_{ik}}\right)^2\right].$$

Qo'ng'iroqsimon:

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2}$$

$$\beta_{r_j} = \prod_{i=1}^t \frac{1}{1 + \left(\frac{x_{r_i} - c_{ij}}{\sigma_{ij}}\right)^2} / \sum_{k=1}^m \prod_{i=1}^t \frac{1}{1 + \left(\frac{x_{r_i} - c_{ik}}{\sigma_{ik}}\right)^2}.$$

Parabolik ko'rinishdagi:

$$\mu(x) = 1 - \left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2$$

$$\beta_{r_j} = \prod_{i=1}^t \left[1 - \left(\frac{x_{r_i} - c_{ij}}{\sigma_{ij}}\right)^2 \right] / \sum_{k=1}^m \prod_{i=1}^t \left[1 - \left(\frac{x_{r_i} - c_{ik}}{\sigma_{ik}}\right)^2 \right].$$

Uchburchaksimon ko'rinishdagi:

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ \frac{x-c}{b-c}, & b \leq x \leq c, \\ 0, & \text{бошка холларда.} \end{cases}$$

$$\beta_{r_j} = \begin{cases} \prod_{i=1}^t \left[\frac{x_{r_i} - a_{ij}}{b_{ij} - a_{ij}} \right] / \sum_{k=1}^m \prod_{i=1}^t \left[\frac{x_{r_i} - a_{ik}}{b_{ik} - a_{ik}} \right], & \text{агар } a \leq x \leq b, \\ \prod_{i=1}^t \left[\frac{x_{r_i} - c_{ij}}{b_{ij} - c_{ij}} \right] / \sum_{k=1}^m \prod_{i=1}^t \left[\frac{x_{r_i} - c_{ik}}{b_{ik} - c_{ik}} \right], & \text{агар } b \leq x \leq c. \end{cases}$$

Trapetsiya ko'rinishdagi:

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ 1, & b \leq x \leq c, \\ \frac{x-d}{c-d}, & c \leq x \leq d, \\ 0, & \text{бошка холларда.} \end{cases}$$

$$\beta_{r_j} = \begin{cases} \prod_{i=1}^t \left[\frac{x_{r_i} - a_{ij}}{b_{ij} - a_{ij}} \right] / \sum_{k=1}^m \prod_{i=1}^t \left[\frac{x_{r_i} - a_{ik}}{b_{ik} - a_{ik}} \right], & \text{агар } a \leq x \leq b, \\ 1/n, & \text{агар } b \leq x \leq c, \\ \prod_{i=1}^t \left[\frac{x_{r_i} - d_{ij}}{c_{ij} - d_{ij}} \right] / \sum_{k=1}^m \prod_{i=1}^t \left[\frac{x_{r_i} - d_{ik}}{c_{ik} - d_{ik}} \right], & \text{агар } c \leq x \leq d. \end{cases}$$

Quyidagicha belgilashni kiritamiz:

$$Y^f = (y_1^f, y_2^f, \dots, y_M^f)^T, \quad Y = (y_1, y_2, \dots, y_M)^T,$$

$$A = \begin{bmatrix} \beta_{1,1}, \dots, \beta_{1,m}, & x_{1,1} \cdot \beta_{1,1}, \dots, x_{1,1} \cdot \beta_{1,m}, & \dots, & x_{1,n} \cdot \beta_{1,1}, \dots, x_{1,t} \cdot \beta_{1,m} \\ \vdots & & & \\ \beta_{M,1}, \dots, \beta_{M,m}, & x_{M,1} \cdot \beta_{1,1}, \dots, x_{M,1} \cdot \beta_{1,m}, & \dots, & x_{M,n} \cdot \beta_{1,1}, \dots, x_{M,t} \cdot \beta_{1,m} \end{bmatrix}.$$

U holda (1) masala quyidagi matritsa ko'rinishiga keltirib olinadi: quyidagi shart qanoatlantiruvchi V vektor topilsin:

$$E = (Y - Y^f)^T \cdot (Y - Y^f) \rightarrow \min. \quad (2)$$

Ushbu (2) masala quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$Y = A \cdot B. \quad (3)$$

Bunda $n \times m$ ta noma'lumli $n \times m$ ta tenglamalar tizimini olamiz. Analitik matematik usul orqali ushbu masalani osongina yechish mumkin, ya'ni $\det A \neq 0$ bo'lgan holda

$$B = A^{-1}Y$$

ifodani yechish orqali V ni topish mumkin. Ammo ba'zan A – masala nokorrekt masalaga kelib qoladi. Natijada (3) ifoda Tixonov nazariyasi bo'yicha nokorrekt masalaga aylanadi va bu ifodani

$$\tilde{A}B = \tilde{Y},$$

ko'rinishga keltirib olish mumkin. Bunda $\|\tilde{A} - A\| \leq h, \|\tilde{Y} - Y\| \leq \delta$.

Umumiy holda (3) tenglama

$$\|\tilde{A}B - \tilde{Y}\| \rightarrow 0 \quad (4)$$

kabi norma orqali ifodalanadi. Ya'ni (4) ifodani hisoblash (3) ifoda natijalariga yaqin bo'lgan qiymatni topishdan iborat. Bu albatta Tixonovning nokorrekt masalani yechish nazariyasiga mosdir [5-14].

Qurilgan noravshanyechimning α –darajadagi to'plam ushbu masalaning faqat oddiy yechimlarini (agar ular mavjud bo'lsa) o'z ichiga olgan oddiy to'plamga yaqinlashuvchi jamlanuvchi to'plamlar qatori ko'rinishida bo'ladi.

4. Turli tegishlilik funksiyalar holatida noravshan yechimning turg'unligini tekshirish.

Noravshan yechimning axborot operatori deb quyidagi ko'rinishdagi $I : M \rightarrow Z$ operatoriga aytiladi:

$$I\mu(z) = \arg \sup_{z \in Z} \mu(z).$$

Axborot operatori noravshanlikni istisno qiluvchi iboshlang'ich aniq ma'lumotlar berilgan hollarda masalaning noravshan va oddiy yechimlarini solishtiradi.

Agar quyidagi shartlar bajarilsa, noravshan yechim turg'un deyiladi:

$$* \quad \lim_{\alpha \rightarrow \sup_{z \in Z} \mu(z)} \varepsilon(\alpha) = 0;$$

$$* \quad \forall \alpha \in (0, 1] D(A_\alpha) \text{dagi } A \text{ operator – uzluksiz.}$$

1–tasdiq. 1-jadvalda ifodalangan tegishlilik funksiyali noravshan yechimi turg'un hisoblanadi:

1-jadval

№	Tegishlilik funksiyasi	Birlamchi axborotning turg'unligi isboti
	$\mu(z) = e^{-k\ Az-u\ }$	$\forall \alpha \in (0,1], k > 1,$ $\varepsilon(\alpha) = -\frac{\ln \alpha}{k},$ $\lim_{\alpha \rightarrow 1} \varepsilon(\alpha) = \lim_{\alpha \rightarrow 1} \left(-\frac{\ln \alpha}{k} \right) = 0.$
	$\mu(z) = e^{-k\ Az-u\ ^2}$	$\forall \alpha \in (0,1], k > 0,$ $\varepsilon(\alpha) = \sqrt{-\frac{\ln \alpha}{k}},$ $\lim_{\alpha \rightarrow 1} \varepsilon(\alpha) = \lim_{\alpha \rightarrow 1} \left(\sqrt{-\frac{\ln \alpha}{k}} \right) = 0.$
	$\mu(z) = \frac{1}{1 + k\ Az-u\ ^2}$	$\forall \alpha \in (0,1], k > 1,$ $\varepsilon(\alpha) = \sqrt{\frac{1-\alpha}{k\alpha}},$ $\lim_{\alpha \rightarrow 1} \varepsilon(\alpha) = \lim_{\alpha \rightarrow 1} \left(\sqrt{\frac{1-\alpha}{k\alpha}} \right) = 0.$
	$\mu(z) = \begin{cases} 0, & -\infty < (Az-u) \leq -\frac{1}{\sqrt[k]{a}}, \\ 1-a(-(Az-u)^k), & -\frac{1}{\sqrt[k]{a}} \leq (Az-u) \leq 0, \\ 1-a(Az-u)^k, & 0 \leq (Az-u) \leq \frac{1}{\sqrt[k]{a}}, \\ 0, & \frac{1}{\sqrt[k]{a}} \leq (Az-u) < \infty \end{cases}$	$\forall \alpha \in (0,1], -\frac{1}{\sqrt[k]{a}} \leq (Az-u) \leq \frac{1}{\sqrt[k]{a}},$ $\varepsilon(\alpha) = \sqrt[k]{\frac{1-\alpha}{a}},$ $\lim_{\alpha \rightarrow 1} \varepsilon(\alpha) = \lim_{\alpha \rightarrow 1} \left(\sqrt[k]{\frac{1-\alpha}{a}} \right) = 0$
	$\mu(z) = \begin{cases} 0, & -\infty < (Az-u) \leq -a_2, \\ \frac{a_2 + (Az-u)}{a_2 - a_1}, & -a_2 \leq (Az-u) \leq -a_1, \\ 1, & -a_1 \leq (Az-u) \leq a_1 \\ \frac{a_2 - (Az-u)}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq (Az-u) \leq a_2, \\ 0, & a_2 \leq (Az-u) < \infty \end{cases}$	$\forall \alpha \in (0,1], -a_2 \leq (Az-u) \leq a_2,$ $\varepsilon(\alpha) = a_2 - (a_2 - a_1)\alpha,$ $\lim_{\alpha \rightarrow 1} \varepsilon(\alpha) = \lim_{\alpha \rightarrow 1} (a_2 - (a_2 - a_1)\alpha) = 0$ gatengfaqat $a_1 \rightarrow 0$ da.

11 – neyron to'rlarni o'qitish: Neyron to'rlarni o'qitishda avvalo uning topologiyasi qurib olinadi. Ushbu algoritmda besh qatlamdan iborat neyron to'rdan foydalanilgan va uni o'qitish uchun quyidagi ifodalardan foydalaniladi:

$$y_i^{(k)}(n) = f(s_i^{(k)}(n)), \quad s_i^{(k)}(n) = \sum_{j=0}^{N_{k-1}} w_{ij}^{(k)}(n) x_j^{(k)}(n),$$

bunda $y_i^{(k)}(n)$ - neyron to'ri k –qatlamining i – chiqishi, $x_j^{(k)}(n)$ -tanlanmadan (X dan) olingan kiruvchi qiymatlar, $w_{ij}^{(k)}(n)$ - k –qatlamning i – neyroniga kiruvchi ma'lumotlarning vazni. k – qatlam neyronlariga kiruvchi ma'lumotlar $k-1$ – qatlam neyronlari soniga bog'liq holda

olinadi. $f(s_i^{(k)}(n))$ - faollashtirish funksiyasi hisoblanadi, ularning bir nechta turlari oldingi bo'limlarda [15] keltirib o'tilgan.

O'qitishning mohiyati tegishlilik funksiyalarining neyronoravshan approksimatsiyalash natijalari va haqiqiy ob'ekt xususiyatlari o'rtasidagi farqni eng kam darajaga keltiruvchi parametrlarni tanlab olishdan iborat. O'qitish uchun quyidagi rekurrent munosabatlar tizimdan foydalaniladi [15]:

$$c_k^j(t+1) = c_k^j(t) - \eta(r_t - r_t) \frac{r_j \sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i) - \sum_{i=1}^m r_i \mu^{r_i}(r_i)}{\left(\sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i)\right)^2} \frac{1}{\mu^k(x_i^j)} \prod_{i=1}^n \mu^j(x_i^j) \frac{2\sigma_k^j(x_i^j - c_k^j)^2}{((\sigma_k^j)^2 + (x_i^j - c_k^j)^2)^2},$$

$$\sigma_k^j(t+1) = \sigma_k^j(t) - \eta(r_t - r_t) \frac{r_j \sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i) - \sum_{i=1}^m r_i \mu^{r_i}(r_i)}{\left(\sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i)\right)^2} \frac{1}{\mu^k(x_i^j)} \prod_{i=1}^n \mu^j(x_i^j) \frac{2(\sigma_k^j)^2(x_i^j - c_k^j)}{((\sigma_k^j)^2 + (x_i^j - c_k^j)^2)^2}.$$

Ushbu algoritm asosida bir qator baholash, bashoratlash, sinflashtirish va klasterlash masalalarini yechish mumkin.

$$c_k^j(t+1) = c_k^j(t) - \eta(r_t - r_t) \frac{r_j \sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i) - \sum_{i=1}^m r_i \mu^{r_i}(r_i)}{\left(\sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i)\right)^2} \frac{1}{\mu^k(x_i^j)} \prod_{i=1}^n \mu^j(x_i^j) \frac{2\sigma_k^j(x_i^j - c_k^j)^2}{((\sigma_k^j)^2 + (x_i^j - c_k^j)^2)^2},$$

$$\sigma_k^j(t+1) = \sigma_k^j(t) - \eta(r_t - r_t) \frac{r_j \sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i) - \sum_{i=1}^m r_i \mu^{r_i}(r_i)}{\left(\sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i)\right)^2} \frac{1}{\mu^k(x_i^j)} \prod_{i=1}^n \mu^j(x_i^j) \frac{2(\sigma_k^j)^2(x_i^j - c_k^j)}{((\sigma_k^j)^2 + (x_i^j - c_k^j)^2)^2}.$$

5.Xulosa. Shunday qilib, qaralayotgan masala korrektiligining kompakt sinfi va kompakt bo'lmagan sinflari tahlil qilindi. Turli xil tegishlilik funktsiyalari yordamida sust shakllangan jarayonlar holatini baholash modelini qurish jarayonida korrekt bo'lmagan masalalarning noravshan yechimi va turg'un noravshan yechimini olish mumkinligi ko'rsatildi.

Sust shakllangan jarayonlar holatini baholash va bashoratlash mantiqiy modelini qurish hamda qaror qabul qilish jarayonida turg'un bo'lmagan masalalarni noravshan to'plamlar nazariyasi asosida yechish algoritmlari ishlab chiqildi. Noravshan koeffitsientlarning parametrlarini topish masalasini chiziqli dasturlash masalasiga keltirib yechish mumkinligi ko'rsatildi.

Adabiyotlar

- [1] Рыбкин В.А., Язенин А.В. О сильной устойчивости в задачах возможностной оптимизации // Изв. РАН ТИСУ. 2000. -№2.
- [2] Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.
- [3] Tozan H., Vayvay O. Analyzing Demand Variability Through SC Using Fuzzy Regression and Grey GM(1,1) Forecasting Models, Information Sciences 2007, World Scientific, 2007, pp. 1088-1094.
- [4] LiM. *et al.* Insights into randomized algorithms for neural networks: Practical issues and common pitfalls Inform. Sci. (2017)

- [5] DaiW. *et al.* Stochastic configuration networks with block increments for data modeling in process industries Inform. Sci. (2019)
- [6] WangD. *et al.* Robust stochastic configuration networks with kernel density estimation for uncertain data regression Inform. Sci. (2017)
- [7] YanA. *et al.* Robust stochastic configuration networks for industrial data modelling with student's mixture distribution Inform. Sci. (2022)
- [8] XieJ. *et al.* Robust stochastic configuration network multi-output modeling of Molten iron quality in blast furnace ironmaking Neurocomputing (2020)
- [9] WangD. *et al.* Stochastic configuration networks ensemble with heterogeneous features for large-scale data analytics Inform. Sci. (2017)
- [10] HuangC. *et al.* Stochastic configuration network ensembles with selective base models Neural Netw. (2021)
- [11] ZhangC. *et al.* Parallel stochastic configuration networks for large-scale data regression Appl. Soft Comput. (2021)
- [12] WangQ. *et al.* Multi-target stochastic configuration network and applications IEEE Trans. Artif. Intell. (2022)
- [13] PratamaM. *et al.* Deep stacked stochastic configuration networks for lifelong learning of non-stationary data streams Inform. Sci. (2019)
- [14] WangD. *et al.* Deep stochastic configuration networks with universal approximation property
- [15] ZhuX. *et al.* A further study on the inequality constraints in stochastic configuration networks Inform. Sci. (2019)

ЭТИЛЕН МОНОМЕРИНИ ПИРОГАЗ ТАРКИБИДАН АЖРАТИБ ОЛИШДА
ТЕХНОЛОГИК ПАРАМЕТРЛАРНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ

Х.М. Тошбоев¹, О.Б. Ахмедова²

¹Шўртан газкимё мажмуаси,

²Бухоро муҳандислик технология институти
(Қабул қилинди 29.10.2024 й.)

Аннотация: Мақолада этилен мономерини пирогаз таркибидан ажратиб олиш ва технологик қурилмани такомиллаштириш усуллари таҳлил қилинган. Пиролиз жараёни учун оптимал параметрлар танланиб, этилен мономерини миқдори оширилиши аниқланган. Энергия тежамкорликка эришилиб, натижада қурилмалар узоқ муддат ишлашишига имкон яратилган.

Таянч сўзлар: этилен мономерини, сариқ мой, ингибитор, ребойлер, этан, пиролиз, смолалар, амин эритмиси, карбонат ангидрид (CO_2), водород сульфиди (H_2S), углевод сульфиди (COS) - углевод дисульфиди (CS_2), меркаптанлар (RSH), тиофенлар.

Аннотация: В статье анализируются способы извлечения мономера этилена из состава пирогаза и совершенствование технологического аппарата. Подобраны оптимальные параметры процесса пиролиза и увеличено количество мономера этилена. За счет совершенствования технологических устройств в процессе повысился уровень чистоты мономера. Достигнута экономия энергии, и как следствие, устройства получили возможность работать в течение длительного времени.

Ключевые слова: мономер этилена, желтое масло, ингибитор, ребойлер, этан, пиролиз, смолы, диоксид углерода (CO_2), сероводород (H_2S), сероуглерод (COS), сероуглерод (CS_2), меркаптаны (RSH), тиофены. сульфиды (COS) - углевод дисульфиды (CS_2), меркаптаны (RSH), тиофены.

Abstract: The article analyzes the methods of extracting ethylene monomer from pyrolysis gas and improving the technological apparatus. Optimum parameters of the pyrolysis process were selected and the amount of ethylene monomer was increased. Due to the improvement of technological devices in the process, the level of monomer purity increased. Energy savings were achieved, and as a result, the devices were able to operate for a long time.

Keywords: ethylene monomer, yellow oil, inhibitor, reboiler, ethane, pyrolysis, resins, (CO_2), hydrogen sulfide (H_2S), carbon disulfide (COS), carbon disulfide (CS_2), mercaptans (RSH), thiophenes. sulfide (COS) - disulfide carbon (CS_2), mercaptans (RSH), thiophenes.

Қириш. Ҳозирги кунда дунёда этилен ва пропилен нефткимё саноатида асосий мономер бўлиб ҳисобланади. Ишлаб чиқариладиган этиленни қўп қисми полимер сифатида фойдаланилади. Бундан ташқари этилен этиленгликол, полиэтилентерфталат, этиленоксиди, сирка кислотаси, ацетат целлюлозасини олишда қўлланиладиган ацетальдегид, поливинилацетат ва унинг сополимерларини синтез қилишдаги винилацетати, поливинилхлорид, этилбензол асосида бутадиең, стирол каучуги ва латексларни, этилацетат ҳамда бошқа органик моддаларни ишлаб чиқаришда мақсадли маҳсулот ҳисобланади. Ҳозирги кунда ҳам табиий газ таркибида бўлган этанни ажратиб олиб, пиролиз жараёнида пиролизлаб этилен мономерини ишлаб чиқариш технологияларини ўрганиш техник жиҳатдан такомиллаштириш муҳим масала ҳисобланади. Бу борада Республикаимиз нефть ва газни қайта ишлаш саноати миқёсида олиб борилаётган илмий-тадқиқот изланишлари натижасида табиий газ таркибидаги углеводород компонентларини максимал даражада ажратиб олишни таъминловчи технологик усулларни амалиётга жорий этиш бўйича натижаларга эришилмоқда [1].

Пирогаз таркибидан этиленни ажратиб олиш жараёнининг муқобил (оптимал) параметрларини танлаш. Пиролиз жараёнида ажралаётган этилен мономерлари миқдорига қуйидаги технологик кўрсаткичлар таъсир этади:

- Пиролизга берилаётган хомашё таркиби;
- конверсия даражаси;
- ҳарорат;

- тўйинган буғ босими;
- углеводородларнинг реакция зонасида бўлиш вақти каби кўрсаткичлар [2].

Пиролизга берилаётган хомашё таркиби. Пиролиз жараёнида маҳсулотларни чиқиш масса бирлиги даражасини хомашёдаги масса бирликга боғлиқлиги. 1-этиленда, 2-пропиленда, 3-суёқ фазали маҳсулотлар мисолида чиқиши аниқланди. Этилен углеводородининг миқдори хомашёда 0 дан 0,7 қийматларда ошса уни маҳсулот таркибидаги ҳиссаси 0,17 дан 0,50 гача ошиши аниқланди. Демак, этиленни пропиленга нисбатан маҳсулотда бўлиш даражаси 1,2 дан 2,1 маротаба ошиши кузатилди. Шу билан бирга бундай шароитларда суёқ фазали маҳсулотларни ҳосил бўлиши 0,26 масса бирлигидан 0,15 гача камайиши топилди.

Ҳарорат. Пиролиз маҳсулотлари чиқишини ҳарорат ва вақтга боғлиқлиги бўйича натижалар таҳлил этилди. 500-550 °C, 550-650 °C, 650-750°C 750-850 °C ҳароратларда 6-12 секунд оралиғида хомашёни реакция зонада бўлиши таъминланиб, натижалар жадвалда келтирилди. Натижаларга асосан, этилен мономерининг чиқиш даражаси энг юқори кўрсаткич 750-850 °C ҳароратларда 6-12 секундда 33,3 % ни ташкил этди.

Тўйинган буғ. Жараёнда Пиролизга берилаётган хомашёнинг углеводородларини сув буғи билан суюлтириш энг муҳим омил бўлиб ҳисобланиши ва хомашё миқдорига нисбатан 35 % қўшилиши оптимал эканлиги аниқланди.

Углеводородларнинг реакция зонасида бўлиш вақти. Пиролиз жараёнида хомашёнинг реакция зонада бўлиш вақти ҳам муҳим кўрсаткич бўлиб, 550-850°C ҳароратларда 12 секундгача хомашё ўтказилиб, этилен мономер ҳосил бўлиш ҳажми бўйича тадқиқотлар ўтказилди. Пиролиз печи трубаларини бузилишини камайтириш мақсадида хомашёни жараёнда бўлиш вақтини 6-12 секундта, ҳароратни 600-850 °Cгача ташкил этиш мақсадли эканлиги аниқланди. (Регламентда жараёнда бўлиш вақтини 30 секундгача, ҳарорат 1000 °Cгача эди. Бунда печ трубалари коксланиб, маҳсулот куйиб қолар эди [3].

Таклиф этилган юқоридаги параметрлар асосида лаборатория таҳлиллари асосида куйидаги ижобий натижалар олинди.

1-жадвал.

Пиролиз маҳсулотлари чиқишини ҳарорат ва вақтга боғлиқлиги

Маҳсулотлар	Маҳсулотни чиқиш даражаси			
	500-550 °C 6-12 с	550-650 °C 6-12 с	650-750 °C 6-12 с	750-850 °C 6-12 с
CH ₄	15,6	16,6	16,8	16,7
C ₂ H ₄	23,0	25,9	29,3	33,3
C ₃ H ₆	13,6	12,7	12,2	11,7
C ₄ H ₆	2,2	3,8	4,2	4,8
C ₅ ва ундан юқори	32,8	29,7	27,8	23,9
CH ₄ / C ₂ H ₄	0,678	0,641	0,575	0,501
C ₃ H ₆ / C ₂ H ₄	0,591	0,490	0,418	0,351

Пиролизга берилаётган хомашёнинг углеводородларини сув буғи билан суюлтириш энг муҳим омил бўлиб ҳисобланади, чунки бунда углево-дородларни парциаль босимларини пасайиши ҳисобига этиленни, 1,3-бута-диенни ва бутенларни чиқиш миқдорлари ортиб боради. Шунингдек, ароматик углеводородларни ва метанни ҳосил бўлиши пасаяди ҳамда юқори молекуляр оғирликдаги бирикмаларни олинишига йўналган иккиламчи реакцияларни бориш тезлиги камайиб реакторларда коксни ҳосил бўлмаслигини таъминлайди. Хомашёнинг турли хилларини сув буғи билан суюлтириш кўрсаткичини кокс ҳосил бўлишига боғлиқлиги 2-жадвалда берилган.

2-жадвал

Хомашёларни сув буғи билан суюлтириш даражалари

	Этан	Бутан	Енгил бензин	Оғир бензин	Газойл
Сув буғи билан суюлтириш (хомашё миқдори нисбатан, %)	35	50	50-60	60-70	80-100

Сув буғини мавжуд бўлиши пиролиз жараёнининг трубалари юзасида кокс йиғилиши тезлигини пасайтиради ҳамда босим ва ҳароратни ошиб кетишига олиб келади [119-124]. Натижада трубаларни коксдан тозалаш даврини узайтириш имконини беради. Демак, пиролизга учратилаётган хомашёларни сув буғи билан суюлтириш жараёни мураккаб тарзда бориши шароитларини юмшатишга олиб келади ва жараёни селективлигини пасайтирмасдан этиленни чиқиш даражасини ошириш мумкин бўлади [4,5].

Олиб борилган тадқиқотлар, яъни танланган оптимал параметрлар ва такомиллаштирилган технологик тизимдаги ўзгаришлар асосида этилен мономерини миқдори (мол %) Шўртан газкимё мажмуаси марказий лабораториясида таҳлилдан ўтказилди. Натижалари қуйидагича: Регламент асосида дастлаб этилен мономерини миқдори **32,65 %** эди. технологик кўрсаткичлар: хомашё таркиби; конверсия даражаси: ҳарорат; тўйинган буғ босими; углеводородларнинг реакция зонасида бўлиш вақти каби кўрсаткичлар оптималлаштириб, жараён натижасида олинган пиролиз газидаги этилен мономерини миқдори **33,325 %** экани ва ортгани кузатилди. Такومиллаштирилган технологик тизимдаги ўзгаришлар асосидаги натижалар қуйидаги жадвалга келтирилди.

3-жадвал

Пиролиз печларида конверсияланиш даражаси ўзгартирилган ҳолатда ажралаётган этилен миқдори (мол%)

Модда номи	Пиролиз печларида конверсияланиш даражаси ўзгартирилган ҳолатда ажралаётган этилен миқдори (мол%)	Лойиха ҳужжатлари ва регламент асосида ажралаётган этилен миқдори (мол%)
Водород	38,304	32,92
углерод оксиди	0,0049	0,11
углерод икки оксиди	0,0069	0,03
метан	4,539	3,56
ацетилен	0,32	0,23
ЭТИЛЕН	33,325	32,65
этан	22,049	24,02
изо-бутан	0,000141	0,07
н-бутан	0,074	
пропадиен/метилацетат	0,0095	0,2
пропилен	0,46	0,39
бутен-лар	0,066моль	0,06
пропан	0,0627	0,08
бутадиен/С ₄ ацетилен	0,536	0,29
метил-ацетилен	0,000193	-
С ₆ углеводородлар	0,0959	0,06
бензол	-	0,05
толуол	-	0,01

Полиэтилен ишлаб чиқаришда конверсияланиш жараёни ўзгартирил-ганида пирогаз таркибида этилен миқдори кўтарилиши аниқланди.

Лойиха бўйича пирогаз таркибида этилен миқдори - 32,65моль%.

Печ конверсияси кўтарилганда пирогаз таркибида этилен миқдори - 33,325 моль%.

$$F=33,325\text{моль\%}- 32,65\text{моль\%}=0,675\text{ моль\%} \text{ эканлиги топилди.}$$

Хулоса. Хар қандай углеводород пиролизга учратилганда олиб борилаётган жараёни техник кўрсаткичларига қараб ўзига хос бўлган маҳсулотларни чиқишини таъминлайди. Пиролизга берилаётган хомашё, чиқаётган маҳсулот ва олинган аралашманинг асосида: *конверсия даражаси; харорат; туйинган буг босими кўрсаткичлари* муҳим ўзгаришларга олиб келади.

Лойихавий этиленни чиқиш ҳисоби.

Шўртан газ-кимё мажмуасида SRT-VI русумидаги пиролиз печлари этанни пиролиз қилиш жараёнининг конверсияси ланиши лойихага кўра 60% бўлиши маҳсулотни чиқиш материал баланси бўйича ҳисобланган, бунда:

Конверсияланиш,

$$C = \frac{F}{F+R} = \frac{21.028}{21.028+14.046} * 100\% = 60\% \text{ ни ташкил этади.}$$

Печга қабул қилинаётган C_2H_6 миқдори, $F=21,028$ тн/соат;

DA-1402 этан+этилен аралашмасини ажратиш колоннасидан қайтаётган этан миқдори, $R=14,046$ тн/соат.

Этанни печга қайтиш сарфи,

$$R = \frac{F(1-C)}{C} = \frac{21.02(1-0.60)}{0.60} = 14,02\text{тн/соат} \text{ ни ташкил этади.}$$

Мажмуа қурилмалари бир йилда узлуксиз 8000 соат/йил иш ҳолатида бўлади ва бир ой режали таъмирлашга тўхтатилади бунда:

Этилен ишлаб чиқариш лойихага кура, 140000 тн/йилни ташкил этади;

Бир соатда ишлаб чиқарилган C_2H_4 миқдори $F=140000/8000=17,5$ тн/соатни ташкил этади.

Диссертация ишида печлар конверсиясини ошириб этилен чиқиши бўйича олиб борилган ишлар ҳисоби.

Иш ҳолатида бўлган печлар (Run Mode) режимида конверсия 62% бўлганда этилен ишлаб чиқариш жараёнига таъсир қилувчи омиллар ўзгариши режим бир меъерга келган вақтда таҳлил қилинди.

Конверсияланиш,

$$C = \frac{F}{F+R} = \frac{22.4}{22.4+13.609} * 100\% = 62\% \text{ ни ташкил этди.}$$

Печга қабул қилинаётган C_2H_6 миқдори, $F=22,4$ тн/соат;

DA-1402 этан+этилен аралашмасини ажратиш колоннасидан қайтаётган этан миқдори, $R=13,609$ тн/соат.

Этанни печга қайтиш сарфи,

$$R = \frac{F(1-C)}{C} = \frac{22.4(1-0.62)}{0.62} = 13, \text{тн/соат} \text{ ни ташкил этади.}$$

Мажмуа этилен ишлаб чиқариш цехи 06.07.2024 йилда яъни 24 соатда 428 тн/кун ишлаб чиқарган бунда:

Этилен ишлаб чиқариш бир кунда, 428 тн/кунни ташкил этади;

Бир соатда ишлаб чиқарилган C_2H_4 миқдори $F=428/24=17,83$ тн/соатни ташкил этади.

Этилен ишлаб чиқариш лойихага нисбатан ҳисобланганда,

- Лойихага кура печ конверсияси 60% бўлганда ишлаб чиқарилган этилен C_2H_4 миқдори $F_1=17,5$ тн/соат;
- Режим ўзгартирилиб печни конверсияси 62% бўлганда ишлаб чиқарилган C_2H_4 миқдори $F_2=17.83$ тн/соат;
- Демак, $F_{\text{этилен}} = F_1 - F_2 = 17.83 \text{ тн/соат} - 17.5 \text{ тн/соат} = 0,33\text{тн/соат}$ кўпроқ этилен ишлаб чиқарилган.

Адабиётлар

- [1]. Кукурина О.С. Технология переработки углеводородного сырья // Учебное пособие – Санкт-Петербург : Лань, 2020, -168 стр.
- [2]. Х.М.Тошбоев, Ш.П.Нуруллаев ва бошқалар. ШГКМ да полиэтилен ишлаб чиқариш қурилмаларини узлуксиз ишлашнинг таъминлаш асослари. Материалы международной конференции «Инновационные подходы к развитию образовательно-производственного кластера в нефтегазовой отрасли, Т., 2022, стр.115-118.
- [3]. Х.М.Тошбоев, Ш.П.Нуруллаев ва бошқалар. Этилен мономерини ажратиш олиш технологиясининг кинетик модели. “Назарий ва экспериментал кимё ҳамда кимёвий технологиянинг замонавий муаммолари”, Халқаро ил-мий-амалий анжуман материаллари, Қарши, 2023, -177-180 бетлар.
- [4]. Х.М.Тошбоев, Ш.П.Нуруллаев. Упрощенная модель получения эти-ленового мономера методом пиролиза на ШГКХ. Сборник статей IV-Между-народной НТК «Минские научные чтения-2021» (Передовые технологии и материалы будущего), Том-2, Минск, 2021, стр.53-57.

УДК 547.458.582.281.24.

БАЗИДИАЛ ЗАМБУРУҒ *GANODERMA LUCIDUM* ХОМАШЁСИДАН ПОЛИСАХАРИД АЖРАТИБ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА КИМЁВИЙ ТАРКИБИНИ ЎРГАНИШ

С.Б. Хайтметова, Г.А. Халилова, А.С. Тураев, С.Р. Маккамбоева

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси О.С. Содиқов номидаги Биоорганик кимё институти,

E-mail: xsb75@mail.ru, gulnoza_xalilova@mail.ru, abbaskhan@mail.ru,
makkambaevasevara927@gmail.com

Тел. +998946963295, +998971311023, +998935905126, +998880183618
(Qabul qilindi 18.11.2024 y.)

Аннотация. *Ganoderma lucidum* базидиал замбуруғидан сувда эрувчан тармоқланган полисахаридлар ажратиш олиш ва ажратиш олиш технологияси яратилди. Физик-кимёвий таҳлил усуллари ёрдамида ажратиш олинган сувда эрувчан полисахариднинг миқдорий таҳлили, молекуляр характеристикаси, элемент таҳлили, микро ва макроэлементлар миқдори ўрганилди.

Таянч сўзлар: *Ganoderma lucidum*, базидиал замбуруғ, экстракция, сувда эрувчан полисахарид, тармоқланган полисахарид.

Абстракт. Из базидиального гриба *Ganoderma lucidum* выделены водорастворимые разветвленные полисахариды и установлена технология получения. Изучены количественный анализ, молекулярные характеристики, элементный анализ, количество микро- и макроэлементов методами физико-химического анализа выделенного водорастворимого полисахарида.

Ключевые слова: *Ganoderma lucidum*, базидиальный гриб, экстракция, водорастворимый полисахарид, разветвленный полисахарид.

Abstract. Water-soluble branched polysaccharides were isolated from the basidiomycete *Ganoderma lucidum* and the technology for obtaining them was established. Quantitative analysis, molecular characteristics, elemental analysis, and the amount of micro- and macroelements were studied using physicochemical analysis methods for the isolated water-soluble polysaccharide.

Key words: *Ganoderma lucidum*, basidiomycete, extraction, water-soluble polysaccharide, branched polysaccharide.

Кириш. Бугунги кунда дунёда биологик фаол бирикмаларга бой табиий манбаларни излаш, улардан биологик фаол моддаларни ажратиш олиш, шунингдек, уларнинг тузилиши ва биологик фаолликларини аниқлаш, биологик фаол моддаларнинг ажратишнинг самаралироқ усуллари ишлаб чиқиш бўйича илмий изланишлар олиб борилаётган. Бу борада истиқболли объектлардан бири бўлган базидиомицет хомашёларидан биологик фаол моддаларни ажратиш олиш усуллари ишлаб чиқиш, олинган биологик фаол бирикмаларнинг тузилиши ва биологик фаолликларини аниқлашга алоҳида эътибор

каратилмоқда.

Табиатда учрайдиган углеводларнинг асосий қисми юқори молекуляр бирикмалар - полисахаридлар ёки гликанлар деб юритилади. Полисахаридлар моносахаридларнинг бири-бири билан гликозид боғлари орқали боғланишидан ҳосил бўлган чизикли, тармоқланган ёки ўралган занжирлар ҳосил қилувчи, гомо- ва гетерополисахаридлардир [1].

Гомополисахаридлар (гомогликанлар) бир турдаги моносахарид бирликларида ва гетерополисахаридлар (гетерогликанлар) икки ёки ундан ортиқ турдаги моносахарид бирликларида иборат. Гликанлар қандай биологик функцияни бажаришига кўра заҳиравий ва структуравий гликанларга бўлинади. Заҳира полисахаридлари (крахмал, инулин, фруктан) организм энергия заҳираларининг асосини, структуравий полисахаридлар эса ўсимлик тўқималарининг хужайра деворлари ва хужайралараро моддасини ташкил қилади. Полигликозид занжирнинг табиатига кўра, полисахаридлар чизикли ёки тармоқланган бўлиши мумкин. Қандай хомашё манбасидан ажратиб олинишига кўра зоогликанлар, фитогликанлар ва микроб полисахаридларига ажратилади. Полисахаридлар турли молекуляр оғирликларда бўлиб, ионланувчи гуруҳ мавжудлигига кўра электролит ёки ноэлектролит полисахаридларга бўлинади. Улар бир нечта реакцион фаол гуруҳлар, айниқса гидроксил гуруҳлар тутганлиги сабаб осонгина кимёвий ва биокимёвий модификацияланишга учрайди. Бу хусусият дориларнинг таъсир вақтини узайтиришда, полисахаридларни дориларга ёки лигандларни бириктиришда қўл келади [2, 3].

Углевод молекулалари мураккаб тузилишга эга, шу билан бирга кўп функцияли бўлиб, ўсимликларда заҳира сифатида тўпланади ва ҳимоя вазифасини ҳам бажаради [4]. Улар табиий хомашёларнинг асосий қисмини ташкил этувчи, биологик энергия манбаидир. Табиатда кўп функцияли бўлган бу молекулалар кўплаб кимёвий ва биокимёвий реакцияларда иштирок этади. Уларнинг таркиби ацетал боғлар билан боғланган полигидроксид альдегидлар, кетонлар, спиртлар, кислоталар ва уларнинг оддий ҳосилалари ва полимерларидан иборатдир. Полисахаридларнинг кимёвий таркиби, тузилиши, шунингдек физик ва функционал хусусиятлари - ўсимлик манбаларига, ўсаётган муҳитига ва ишлаб чиқариш усулига қараб сезиларли даражада фарқ қилади [5].

Полисахаридлар кўп функцияга эга биополимерлар бўлиб, крахмал, гликоген энергия сақлаш материалларига мисол бўлади. Ўсимлик уруғлари полисахаридларига гуар, тара, панвар, кароб ва бошқа ўсимликлар полисахаридлари киради. Баъзан улар структуранинг яхлитлигига ва механиклигига катта ҳисса қўшади. Сув ўтларида альгинатлар, куруқлик ўсимликларида пектинлар ўсимлик тўқималарининг мустаҳкамлигини таъминлайди, целлюлоза, хитин, баъзан ксилан ва маннанлар қаттиқ тузилмаларни ёки толаларни ҳосил қилади [6].

Тармоқланган полисахарид бета-глюканлар D-глюкоза мономерларидан ташкил топган полисахаридлар бўлиб, бета-гликозид боғлар орқали боғланган ва молекуляр оғирлиги, зичлиги ва учламчи тузилиши билан фарқланади. Глюканларнинг биологик фаолликлари кенг тармоқли бўлиб, бир қанча омилларга- таркибий қанд қолдиқлари орасидаги боғланишнинг тури ва конфигурациясига, биополимерлар ён занжирларининг тармоқланиш даражасига, полисахаридларнинг молекуляр массаси ва сувда эрувчанлигига боғлиқ. Бета-глюканларнинг юқори биологик фаолликка эга бўлган шакли бета-1,3/1,6-глюкан бўлиб, унинг молекуласида глюкоза 1- ва 3-холатларга бириктирилган ва молекулада 1- ва 6-холатларда тармоқланишнинг мавжудлигидир [7].

Полисахаридлар бир қатор биологик: антибактериал, фунгицид, силга қарши, антиоксидант, вирусларга қарши, иммуномодуловчи, ўсмага қарши, қантли диабет ва ошқозон-ичак тракти касалликларини даволовчи, шунингдек заҳарли таъсирга эга бўлган моддаларни боғловчи ва хужайралардаги биосинтез жараёнларини фаоллаштириш хусусиятларига эга.

Табиий биополимерларнинг заҳарсизлиги, биопарчаланувчанлиги, биокелишувчанлиги туфайли улардан биоматериаллар манбаи сифатида турли соҳаларда фойдаланишга бўлган қизиқишлар тобора ортиб бормоқда [8, 9]. Бундан ташқари

полисахаридлар макромолекула занжирида гидроксил, аминок, карбоксил, сульфат, ацетил каби функционал гуруҳлар тутган ҳолда уларни ушбу гуруҳлар орқали кимёвий модификациялаш билан янги биологик фаол ҳосилалар ва биоматериаллар олиш имкониятлари юқори ҳисобланади [10]. Полисахаридларнинг биологик функцияларини ўрганиш бўйича тадқиқотларда уларнинг айрим турлари, олигомерлари, модификацияланган ҳосилалари ўсма хужайраларида юқори экспрессияланувчи протеинлар (рецепторлар) билан ўзаро комплементар таъсирлашуви исботланган [11-13].

Табиатда полисахаридлар тоза ҳолатда учрамайди, улар ажратиб олинатиш манбасига қараб турли йўлдош бирикмалар, масалан лигнинлар, оксиллар, фенол бирикмалари, меланинлар каби моддалар билан комплекс ҳолатда мавжуд бўлиб, оксил-глюкан, хитин-глюкан, меланин-глюкан комплекслари деб юритилади.

Адабиётлардан маълумки, базидиомицетлардан ажратиб олинган экстрактларнинг асосий компонентини меланин ташкил қилади [14-17], бу полисахаридлар меланин-глюкан комплекси шаклида бўлиб, меланинлар асосан глюкан матричасида эрийди. Бу биополимерларда мураккаб шаклланишга қодир бўлган кўп сонли функционал гуруҳларнинг мавжудлиги билан изоҳланади [18].

Базидиомицетларнинг хужайра деворларининг таркиби тўғрисида маълумот олгандан сўнг, тадқиқотчилар уларнинг таркибидаги полисахаридларга катта қизиқиш билдирдилар. Полисахаридлар кўплаб биологик жараёнларда иштирок этадиган органик бирикмаларнинг муҳим таркибий қисмларидан биридир. Кўпгина тадқиқотлар шуни кўрсатдики, замбуруғлардан ажратилган биологик фаол бирикмаларнинг саратонга қарши хусусиятлари одатда тармоқланган тузилишга боғлиқ бўлади [19-20].

Юқоридагиларга асосланиб, базидиомицет хомашёсидан олинган полисахаридларни ва уларнинг кимёвий, биологик хусусиятларини ўрганиш организмнинг иммунологик ҳолатига кенг таъсир кўрсатадиган янги оригинал биологик фаол бирикмаларни яратиш имконини беради.

Тадқиқотнинг мақсади. Маҳаллий шароитда ўсадиган базидал замбуруғ *Ganoderma lucidum* замбуруғи мева танасидан тармоқланган полисахаридларни ажратиб олиш ва физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш.

Тадқиқот усуллари

Тадқиқот объектлари: *Ganoderma lucidum* базидиал замбуруғи мева танасидан ажратиб олинган тармоқланган полисахаридлар. Тармоқланган полисахаридларни ажратиб олиш учун дастлаб майдалаб олинган базидиал замбуруғи мева танаси лифophil моддалар ва куйи молекуляр бирикмалардан тозаланди. Ёғсизлантирилган хомашё 3 марта қайноқ сув ёрдамида (1:20, 1:15, 1:10) экстракцияланди. Олинган сувли экстрактлар умумлаштирилиб, филтрланади ва роторли буғлатгичда 50°C ҳароратда дастлабки ҳажмини 1/5 қисми қолгунча буғлантирилади. Концентрат тўрт баробар ҳажмда 96% ли этил спирти қўшиб чўктирилади ва центрифуга ёрдамида чўкма ажратилиб, 30°C ҳароратда BINDER DIN12880 (Германия) қуриштиш шкафида қурилади.

Ажратиб олинган полисахаридларнинг миқдорий таркиби чўкмани қуришгандан сўнг гравиметрик усулда аниқланди [13].

Умумий қанд миқдорини аниқлаш. Умумий қанд миқдорини аниқлаш фенол-сульфат кислота усули билан амалга оширилади. 0,5 мл полисахарид эритмаси 0,5 мл 5% фенол эритмасига қўшилади ва 2,5 мл концентрланган сульфат кислота қўшиб, 10 дақиқа давомида сув ҳаммомига жойлаштирилади. Бундай ҳолда, 10-120 мкг/мл глюкоза эритмалари учун калибрлаш эгри чизиғи тузилган. Тадқиқотлар Shimadzu UV-VIS 1280 спектрофотометрида (Shimadzu Europa GmbH, Германия) 490 нм тўлқин узунлигида олиб борилади.

Элемент таҳлили. Намунанинг элемент таҳлили бир вақтнинг ўзида С, Н, N ни аниқлашга эга Euro EA3028-НТ элемент анализаторида ўтказилади. Қурилманинг ишлаш принципи Думас-Прегл усулига асосланган. Намуналар тоза кислород оқимида ёндирилади, сўнгра азот оксидларини камайтириш ва газсимон оксидланиш маҳсулотларини иссиқлик

ўтказувчанлигини хроматографик колонкада ажратиш билан аниқланади. Элементларнинг таркибини аниқлаш ёниш маҳсулотларидаги CO₂, H₂O, N₂ миқдори асосида амалга оширилади.

Молекуляр оғирликларни аниқлаш. Тадқиқотлар LC-20AD плунжер насосдан, RID-20A рефрактометрик детектордан, INJECT 7725i намунани қўлда киритиш инъектори, DGU-20A3R элюент дегазатори ва PSS SUPREMA 40 °C ҳароратда термостатланган иккита хроматографик колонкадан иборат эксклюзион суюқлик хроматографияси усулида Prominence (Shimadzu, Германия) суюқлик хроматографида аниқланади. Ҳар бир колонканинг узунлиги ва ички диаметри мос равишда 300 ва 8 мм га тенг. Элюент сифатида 0,3 мол/л концентрацияли NaCl нинг сувли эритмаси ишлатилади. Киритилган намунанинг ҳажми 20 мкл ни ташкил этади. Элюентнинг ҳажмий оқим тезлиги 0,7 мл/мин ни ташкил этади. Полимер эритмалари хроматографик колонкадан ўтказишдан аввал, ғовак ўлчами 0,22 мкм бўлган филтрдан ўтказилади.

Макро ва микро элементар таҳлил. Минерализация қилинган намуналар эритмалари Perkin Elmer фирмасининг ISP-MS (Nexion 2000) индуктив боғланган плазмали масс-спектрометрида (ёки шунга ўхшаш аналог қурилмада), намуналарнинг таркибидаги макро ва микро элементлари, оғир металл тузлари, нодир металллар миқдори киритилган стандарт намунага нисбатан миқдорий жиҳатдан таҳлил қилади. Таҳлил натижалари жараён якунида намунанинг массаси ва суюлтириш қийматлари асосида олинган натижаларни қайта ҳисоблаб, аниқлик даражаси ва ундан четланиш (RSD) қийматларини автоматик тарзда ҳисоблаб беради.

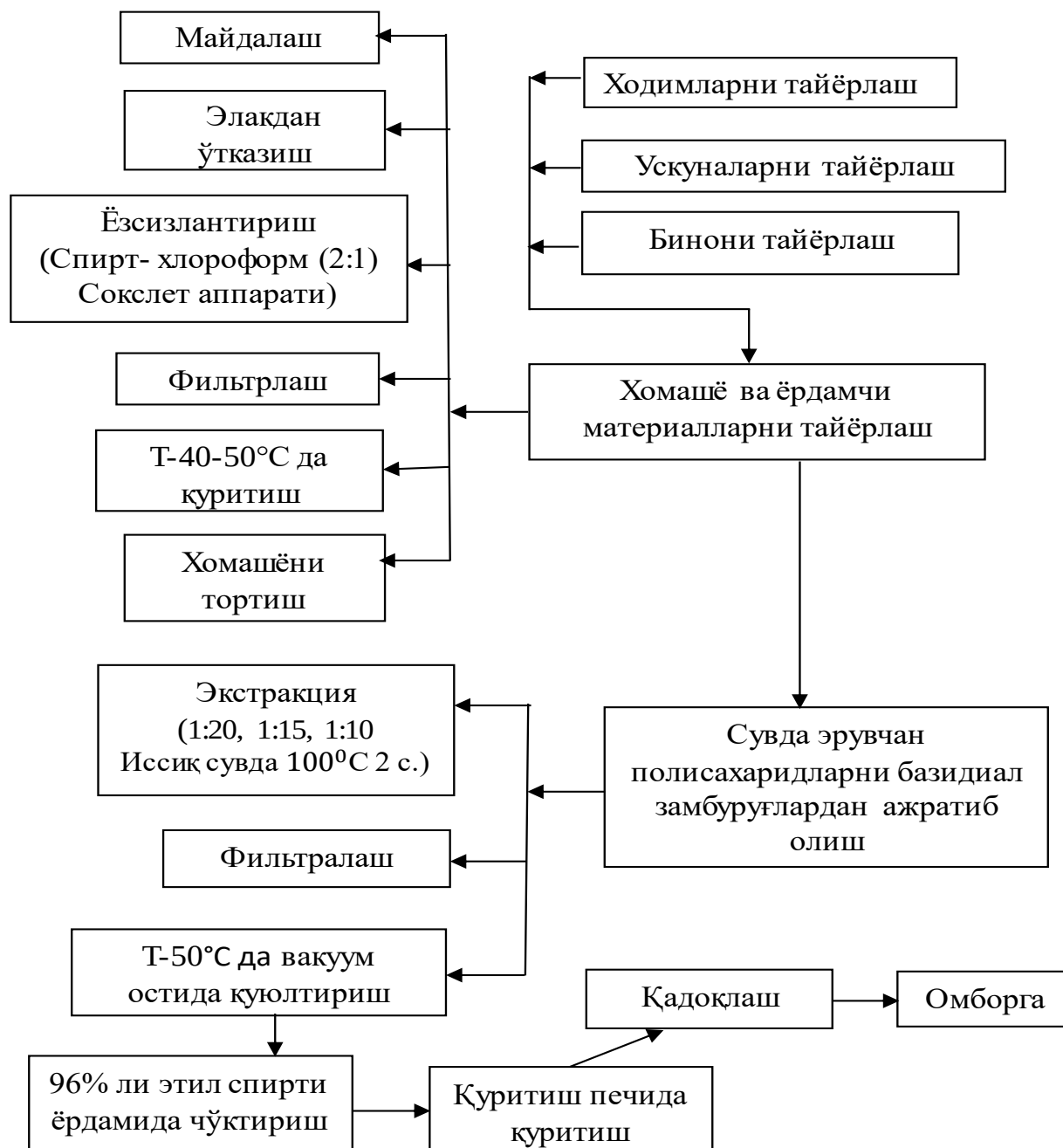
Олинган натижалар ва уларнинг муҳокамаси. *Ganoderma lucidum* базидиал замбуруғи мева танасидан тармоқланган полисахарид ажратиб олиш технологияси яратилди. 1-расмда *Ganoderma lucidum* базидиал замбуруғи мева танасидан тармоқланган полисахарид ажратиб олиш технологик схемаси келтирилган. Тармоқланган полисахаридларни ажратиб олиш учун 40-50 °C ҳароратда BINDER DIN12880 қуриш шкафида доимий оғирликкача қурилган *Ganoderma lucidum* базидиал замбуруғи мева танасидан фойдаланилди. *Ganoderma lucidum* базидиал замбуруғи Ўзбекистон ҳудуди Тошкент вилояти Бўстонлиқ туманидан йиғиб олинган. Сувли экстракциялаш йўли билан тармоқланган полисахарид ажратиб олиш учун базидиал замбуруғ мева танаси Grinder - HSD-400A (Biobase, Китай) лаборатория майдалагичида 0,5 дан 3,0 мм гача катталиқда майдаланди. Қуйи молекуляр қўшимча ва липофил моддалардан тозалаш учун майдаланган замбуруғ хомашёси тўлиқ тозалангунга қадар 96% этанол-хлороформ аралашмаси (1:2) билан Сокслет аппаратида экстракция қилинди. Олинган экстракт 50-60°C ҳароратда қуюқ масса ҳосил бўлгунга қадар буғлатирилади, сўнгра намлик 5% миқдоригача қолгунга қадар 100°C ҳароратда BINDER DIN12880 (Германия) қуриш шкафида қуриштилади.

Ganoderma lucidum базидиал замбуруғи мева танасидан тармоқланган полисахаридларни ажратиб олиш учун ёғсизлантириб қурилган хомашё тортилди ва 3 марта қайноқ сув ёрдамида сув ҳаммомида экстракцияланди (хомашё ва экстракцияловчи агент 1:20, 1:15, 1:10 нисбатда). Экстракциялашнинг умумий давомийлиги 6 соат. Олинган сувли экстрактлар умумлаштирилиб, филтрланди ва роторли буғлатгичда 50°C ҳароратда дастлабки ҳажмини 1/5 қисми қолгунча буғлантирилди. Экстракция қилиб олинган концентратдан сувда эрувчан полисахаридлар тўрт баробар ҳажмда 96% ли этил спирти қўшиб ажратиб олинади ва центрифуга ёрдамида чўкма ажратишиб, этил спирти билан ювилди ва 30°C ҳароратда қуришилди.

Ganoderma lucidum хомашёсидан сувли экстракциялаш йўли билан ажратиб олинган полисахарид комплекслари таркибидаги полисахаридларни кимёвий усул ёрдамида, яъни чўктириш усулида полисахарид ва аралашмаларга ажратилди. Полисахаридлар тозалангандан сўнг намуналар таркибидаги углевод миқдори фенол-сульфат кислота усули

ёрдамида аниқланди.

Сувли экстракциялаш орқали *Ganoderma lucidum* хомашёсидан ажратиб олинган маҳсулотнинг таркибида 58,97 % полисахарид ва 41,03 % меланин тутган колдиқ борлиги аниқланди.



1-расм. *Ganoderma lucidum* базидиал замбуруғи мева танасидан тармоқланган полисахарид ажратиб олиш технологик схемаси.

Ganoderma lucidum базидиал замбуруғидан ажратиб олинган намуналарнинг элементар таҳлили бир вақтнинг ўзида C, H, N ни аниқлаш имкониятига эга Euro EA3028-НТ элемент анализатори ёрдамида ўрганилди. Молекуляр оғирлик хусусиятлари суюқлик хроматографияси усули ёрдамида аниқланди. 1-жадвалда базидиал замбуруғлардан ажратиб олинган намуналарнинг элемент таркибини аниқлаш натижалари ва молекуляр оғирлик катталиклари келтирилган.

***Ganoderma lucidum* базидиал замбуруғидан ажратиб олинган намуналарнинг
элементар таҳлили ва молекуляр оғирлик катталиклари натижалари**

Намуналар	N, %	C, %	H, %	S, %	O, %	Молекуляр оғирлиги, Mw
Экстракт	9,762	45,535	6,205	-	-	12300
Полисахарид	1,115	39,394	5,521	-	-	17700

Жадвалдан кўринадики, базидиомицет хомашёсидан ажратилган экстрактлар таркибида азот мавжуд бўлиб, таркибида полисахаридлардан ташқари бошқа моддалар ҳам мавжудлиги, хусусан, меланин моддалари полисахаридлар билан биргаликда комплекс ҳолатда бўлиши мумкинлигини кўришимиз мумкин.

Ўзбекистон ҳудудидаги маҳаллий шароитда ўсадиган *Ganoderma lucidum* базидиал замбуруғидан ажратиб олинган куруқ сувли экстрактлар таркибидаги микро ва макроэлементлар миқдори ўрганилди. Элементар таҳлил учун индуктив боғланган плазма масс спектрометрияси усули қўлланилди, натижада ажратиб олинган полисахаридлар таркибида муҳим макро- ва микроэлементлар, яъни кўп миқдорда калий -3927,230 мг/кг, кальций -3074,233 мг/кг, натрий-1307,223 мг/кг, кремний-128,917 мг/кг, магний-1299,253 мг/кг, темир -2275,185 мг/кг, шунингдек, микроэлементлар рух-23,347 мг/кг, мис 1,274 мг/кг, бор-28,734 мг/кг миқдорда мавжудлиги аниқланди.

Хулоса. Олиб борилган тадқиқотлар натижасида *Ganoderma lucidum* базидиал замбуруғи куйи молекуляр қўшимча ва липофил моддалардан тозалашланди ва сувли экстракциялаш йўли билан сувда эрувчан тармоқланган полисахаридлар ажратиб олинди. Полисахарид намунаси таркибидаги углевод миқдори фенол-сульфат кислота усули ёрдамида ўрганилганда 58,97 % полисахарид ва 41,03 % меланин тутган колдик борлиги аниқланди. Намуналарнинг молекуляр оғирликлари суюқлик хроматографияси усули ёрдамида ўрганилганда экстрактнинг молекуляр оғирлиги 12300 Да полисахаридники эса 17700 Да эканлиги аниқланди. *Ganoderma lucidum* базидиал замбуруғидан ажратиб олинган куруқ сувли экстрактлар таркибидаги микро ва макроэлементлар миқдорини ўрганиш натижалари олинган намуналар таркибида муҳим макро- ва микроэлементлар мавжудлиги аниқланди.

Адабиётлар

- [1]. Lui Z, Jiao Y, Wang Y, Zhou C, Zhang Z. Polysaccharides-based nanoparticles as drug delivery systems // Adv. Drug. Del. Rev. 2008. Vol. 60. No. 15. P. 1650-1662.
- [2]. Bhattarai N, Gunn J, Zhang M. Chitosan-based hydrogels for controlled, localized drug delivery // Adv. Drug. Del. Rev. 2010. Vol. 62. No. 1. P. 83-99.
- [3]. Augst A.D., Kong H.J., Mooney D.J. Alginate hydrogels as biomaterials // Macromolecular Bioscience 2006. Vol. 6. No. 8. P. 623-633.
- [4]. Priscilla B.S. Albuquerque, Wilson Barros Jr.b, Gustavo R.C. Santos, Maria T.S. Correia, Paulo A.S. Mourroc, Josй A. Teixeirad, Maria G. Carneiro-da-Cunhaa. Characterization and rheological study of the galactomannan extracted from seeds of Cassia grandis // Carbohydrate Polymers 2014. Vol. 104. P. 127 –134.
- [5]. Ko'k M.S., Hill S.E., Mitchell J.R. Viscosity of galactomannans during high temperature processing: influence of degradation and solubilisation // Food Hydrocolloids 1999. Vol. 13. No. 1. P. 535-542.
- [6]. Hu Y., Zhang J., Zou L., Fu C., Li P., & Zhao G.. Chemical characterization, antioxidant, immune-regulating and anticancer activities of a novel bioactive polysaccharide from *Chenopodium quinoa* seeds // International Journal of Biological Macromolecules, 2017. Vol. 99. No. 1. P. 622–629.
- [7]. Bohn J. A., BeMiller J. N. (1→3)-β -D-Glucans as biological response modifiers: A review of structure-functional activity relationships. Carbohydrate Polymers, 1995. 28: 3–14.
- [8]. Pawar H.A. An Overview of natural polysaccharides as biological macromolecules: Their chemical modifications and pharmaceutical applications // Biol. Med. 2014. Vol. 7. No. 1. P. 1–9.
- [9]. Aravamudhan A., Ramos D.M., Nada A.A., Kumbar S.G. Natural polymers: Polysaccharides and their

- derivatives for biomedical applications // Natural and Synthetic Biomedical Polymers / ed. Kumbar S., Laurencin C., Deng M. Elsevier Inc. 2014. P. 67–89.
- [10]. Shukla R.K., Tiwari A. Carbohydrate polymers: Applications and recent advances in delivering drugs to the colon // Carbohydr. Polym. 2012. Vol. 88. No. 2. P. 399–416.
- [11]. Borsig L. Selectins in cancer immunity // Glycobiology. 2018. Vol. 28. No. 9. P. 648–655.
- [12]. Banerjee S., Parasramka M., Paruthy S.B. Polysaccharides in Cancer Prevention: From Bench to Bedside // Polysaccharides. Cham: Springer International Publishing 2015. P. 2179–2214.
- [13]. Zhang X., Qi C., Guo Y., Zhou W., Zhang Y. Toll-like receptor 4-related immunostimulatory polysaccharides: Primary structure, activity relationships, and possible interaction models // Carbohydr. Polym. Elsevier Ltd 2016. Vol. 149. No. 1. P. 186–206.
- [14]. Сушинская Н.В., Кукулянская Т.А., Курченко В.П., Шостак Л.М. Получение и физико-химические свойства меланинов из базидиомицетов // Химия и технология органических веществ 2004. С. 193-196
- [15]. Якимов П.А., Андреева С.М., Алексеева Е.В. Методы переработки чаги в лекарственные формы // Комплексное изучение физиологически активных веществ низших растений. – М.-Л.: Наука, 1961. С. 129-138.
- [16]. Шиврина А.Н. Химическая характеристика действующих начал чаги // Продукты биосинтеза высших грибов и их использование. – М. – Л.: Наука, 1966. С. 49-53.
- [17]. Кузнецова О.Ю. Обзор современных лекарственных препаратов, содержащих биологически активные компоненты чагских грибов березы // Разработка и регистрация лекарств 2016. №1. С.128-141.
- [18]. Якимов П.А. Общая биологическая и химическая характеристика чаги как исходного сырья для получения лечебных препаратов // Чага и её лечебное применение при раке IV стадии. – Л.: Медгиз, 1959. С. 36-49.
- [19]. Wasser S.P. Weis A.L. Medicinal properties of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: current perspective // Int. J. Med. Mushr. -1999. Vol. 1 -P. 31–62.
- [20]. Wasser S.P. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulation polysaccharides // Appl. Microbiol. Biotechnol. -2002. Vol. 60. -P. 258-274.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСАДКОВ УПАРЕННЫХ ЭКСТРАКЦИОННЫХ ФОСФОРНЫХ КИСЛОТ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРОМЫТОГО ТЕРМОКОНЦЕНТРАТА ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО КЫЗЫЛКУМА

Ш.И. Турдалиева

Институт общей и неорганической химии, Ташкент, Узбекистан

turdialieva8@mail.ru, тел: 88 155 62 63

(Получена 18.11.2024 г.)

Аннотация. ЭФКни стронций карбонат билан сульфатсизлантириш жараёни амалга оширилди. Стронций тузлари кам захарли моддалар бўлганлиги сабабли, улар ЭФК эритмасидаги SO_4^{2-} нинг қолдиқ миқдорини кальций фосфатлар ва карбонат билан таққослаганда деярли 30-40 баравар камайтиради. ЭФКнинг концентрланган эритмалари сульфатсизлантирилган кислотада буглатиш йўли билан тайёрланди. 45,62; 50,01; 55,25 ва 60,34% P_2O_5 тутган концентрланган ЭФК намуналари олинди. Концентрланган кислоталарни 24 соат давомида чўктиришдан сўнг уларнинг тиниқ ва чўкма қисми ажратиб олинди. Кислота чўкмалари ажратилиб, нейтралликка қадар ацетон билан ювилди, сўнг қуритилган чўкмаларнинг рентген таҳлили ўтказилди.

Таянч сўзлар: фосфор кислотаси (ЭФК), стронций карбонат, сульфатсизлантириш, чўктириш, буглатиш, рентген таҳлил

Аннотация. Проведен процесс обессульфачивания ЭФК карбонатом стронция. Так как соли стронция являются малотоксичными веществами, они снижают остаточное содержание SO_4^{2-} в растворе ЭФК почти в 30-40 раз по сравнению с фосфатами и карбонатом кальция. Концентрированные растворы готовили из обессульфаченной кислоты выпариванием. Были получены образцы концентрированного ЭФК, содержащие 45,62; 50,01; 55,25 и 60,34% P_2O_5 . После 24 часового отстаивания концентрированных кислот были получены образцы осветленной части и их осадки. Кислотные осадки отделяли и промывали ацетоном до нейтральности, затем проводили рентгеноструктурный анализ высушенных осадков.

Ключевые слова: фосфорная кислота (ЭФК), стронций карбонат, обессульфачивание, отстаивание, упарка, осадок, сушка, рентгеноструктурный анализ.

Abstract. The process of desulfurization of WPA with strontium carbonate was carried out. Since strontium salts are low-toxic substances, they reduce the residual content of SO_4^{2-} in the WPA solution by almost 30-40 times compared to phosphates and calcium carbonate. Concentrated solutions were prepared from desulfated acid by evaporation. Samples of concentrated WPA containing 45.62; 50.01; 55.25 and 60.34% P_2O_5 were obtained. After 24 hours of settling of concentrated acids, samples of the clarified part and their precipitates were obtained. The acid precipitates were separated and washed with acetone until neutrality, then X-ray structural analysis of the dried precipitates was performed.

Keywords: wet process phosphoric acid (WPA), strontium carbonate, desulfurization, settling, evaporation, sediment, drying, X-ray diffraction analysis.

Введение

Фосфорная кислота является ведущей неорганической кислотой, производимой и потребляемой с точки зрения производственной ценности, и она является второй по величине по объему - после серной кислоты. На сегодняшний день ее наибольшее использование в производстве фосфатных химикатов, потребляемых главным образом в качестве носителей фосфора в удобрениях. Основным применением фосфорной кислоты остается производство фосфорных и комплексных удобрений, в связи с чем для этих целей используется около 90% фосфорсодержащей руды [1]. Другие направления включают животноводство, птицеводство, рыболовство, пищевую, деревообрабатывающую, металлургическую и фармацевтическую промышленность, производство бытовой химии и другие.

Очистка и концентрирование слабой экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) имеют большое значение, так как позволяет создавать более концентрированные продукты на основе фосфора [2, 3]. МАФ (дигидрофосфат аммония), ДАФ (гидрофосфат аммония) и ТСФ (тройной суперфосфат) как высококонцентрированные, 100% водорастворимые удобрения необходимы для выращивания растений с коротким вегетационным периодом и на бедных почвах с низкой сорбционной способностью, а также для продажи за рубеж.

Основные методы очистки фосфорнокислых растворов: метод упарки, ионный обмен, перекристаллизация, обессульфачивание, осветление, отпарка горячими газообразными теплоносителями (дефторирование), осаждение примесных компонентов различными неорганическими и органическими веществами [4].

Обессульфачивание является первой и определяющей стадией в процессе очистки ЭФК, так как содержание сульфат-ионов в нем превышает концентрацию других примесей, достигая 2,5-3,0% (масс.). В настоящее время наиболее распространенным способом восстановления свободной серной кислоты или ее растворимых солей в ЭФК является обработка последних природными фосфатами и карбонатами кальция [5, 6]. Основным недостатком способа является то, что кальциевые или фосфатные минералы не полностью осаждают сульфат-ионы из состава ЭФК (до 85% SO_4^{2-}).

Исходя из вышеизложенного целью настоящей работы является изучение фазового состава осадков упаренных экстракционных фосфорных кислот различной концентрации после обессульфачивания их карбонатом стронция.

Объект и методы исследования

В процессе обессульфачивания ЭФК использован карбонатом стронция. Поскольку, в отличие от соединений бария, соли стронция являются малотоксичными веществами [7], они снижают остаточное содержание SO_4^{2-} в растворе ЭФК почти в 30-40 раз по сравнению с фосфатами и карбонатом кальция. Известно, что при 18°C растворимость SrSO_4 в воде составляет 0,011 %, в то время как для CaSO_4 эта величина составляет 0,5 – 0,6 % [8].

Концентрированные растворы готовили из обессульфаченной кислоты выпариванием. При упарке обессульфаченной кислоты были получены образцы концентрированного ЭФК, содержащие 45,62; 50,01; 55,25 и 60,34% P_2O_5 . После отстаивания концентрированных кислот в течение 24 часов были получены образцы осветленной части и их осадки. Кислотные осадки отделяли и промывали ацетоном до нейтральности, затем проводили рентгеноструктурный анализ высушенных осадков. Рентгеноструктурный анализ проводили

на дифрактометре XRD-6100 (Shimadzu, Япония). Использовали излучение CuK α (β -фильтр, Ni, ламповый режим тока и напряжения 30 мА, 30 кВ) и постоянную скорость вращения детектора 4 град/мин, а угол сканирования варьировался от 4 до 80°. При удалении образцов использовалась вращающаяся камера, где скорость вращения составляла 30 об/мин. Полученные результаты рентгеноструктурных картин были проанализированы путем сравнения с американской картой ASTM и таблицами радиометрических показателей для определения минералов Михалева [9]. Некоторая информация была получена из рентгеноструктурного анализа Китагорского [10]. Кроме того, анализ полученных рентгенограмм проводился с использованием метода рентгеновской идентификации минералов Миркина и Гиллера [11, 12].

Результаты и обсуждение

В лабораторных условиях ЭФК производства АО "Аммофос-Максам" подвергали обессульфачиванию и выпариванию со следующим составом (масс %): P₂O₅ – 18,95; CaO – 0,27; MgO – 0,26; Fe₂O₃ – 0,41; Al₂O₃ – 0,56; F – 0,45; SO₃общ. – 2,96; SO₃вод. – 0,15 и карбонат стронция марки "хч" (не менее 98% SrCO₃). Скорость карбоната стронция брали от 95 до 105% Стехиометрии для образования SrSO₄ по приведенной ниже реакции:



Исходный ЭФК помещали внутрь реактора, снабженного вращающимся винтом, и нагревали с помощью водяного термостата до температуры 75°C. Затем в него постепенно дозировали рассчитанное количество порошка карбоната стронция. Продолжительность процесса смешивания составляла 30 минут. По истечении заданного периода содержимое реактора отстаивалось в течение 60 мин при температуре 60 - 65°C. После этого обессульфаченную ЭФК фильтровали, чтобы отделить его от осадка, затем измеряли по весу. Полученная таким образом фосфорная кислота очищена от сульфат-иона содержит 20,53 % P₂O₅, 0,28 % CaO, 0,27 % MgO, 0,45 % Fe₂O₃, 0,62 % Al₂O₃, 0,10 % SO₃. Затем его выпаривали до различных концентраций P₂O₅. Испарение кислоты проводили в трубчатом кварцевом реакторе, оснащенном кварцевой мешалкой, под атмосферным давлением при температурах 150; 160; 165 и 180°C (до кипения) соответственно для концентрации 45,62; 50,01; 55,25 и 60,34 % P₂O₅. После 24 часового отстаивания концентрированных кислот были получены образцы осветленной части и их осадки. Кислотные осадки отделяли и промывали ацетоном до нейтральности.

Состав промытых ацетоном и высушенных осадков упаренных ЭФК приведен в таблице. Визуально было замечено, что при упарке ЭФК до концентрации 60% P₂O₅ он не густеет и находится в жидком состоянии.

Таблица

Состав осадков, образующихся при упарке обессульфаченной экстракционной фосфорной кислоты промытый ацетоном

Конц. P ₂ O ₅ в ЭФК (%)	Содержание компонентов, %				
	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃
21,42	9,25	2,77	4,68	2,35	5,74
28,54	6,49	1,39	6,51	3,17	4,88
17,25	7,43	0,39	7,51	3,03	5,02
17,94	18,38	0,39	1,39	4,21	18,3

Из таблицы видно, что при увеличении концентрации P₂O₅ от 17,94 до 21,42% снижается содержание примесных компонентов, (мас.%): CaO от 18,38 до 9,25; Al₂O₃ от 4,21

до 2,35; SO_3 от 18,3 до 5,74. А содержание примесных компонентов MgO и Fe_2O_3 повышается соответственно от 0,39 до 2,77; от 1,39 до 4,68.

Далее на рис. 1, 2, 3 и 4 показаны рентгенограммы изученного рентгеноструктурного исследования осадков, образующихся в процессе отстаивания упаренных кислот.

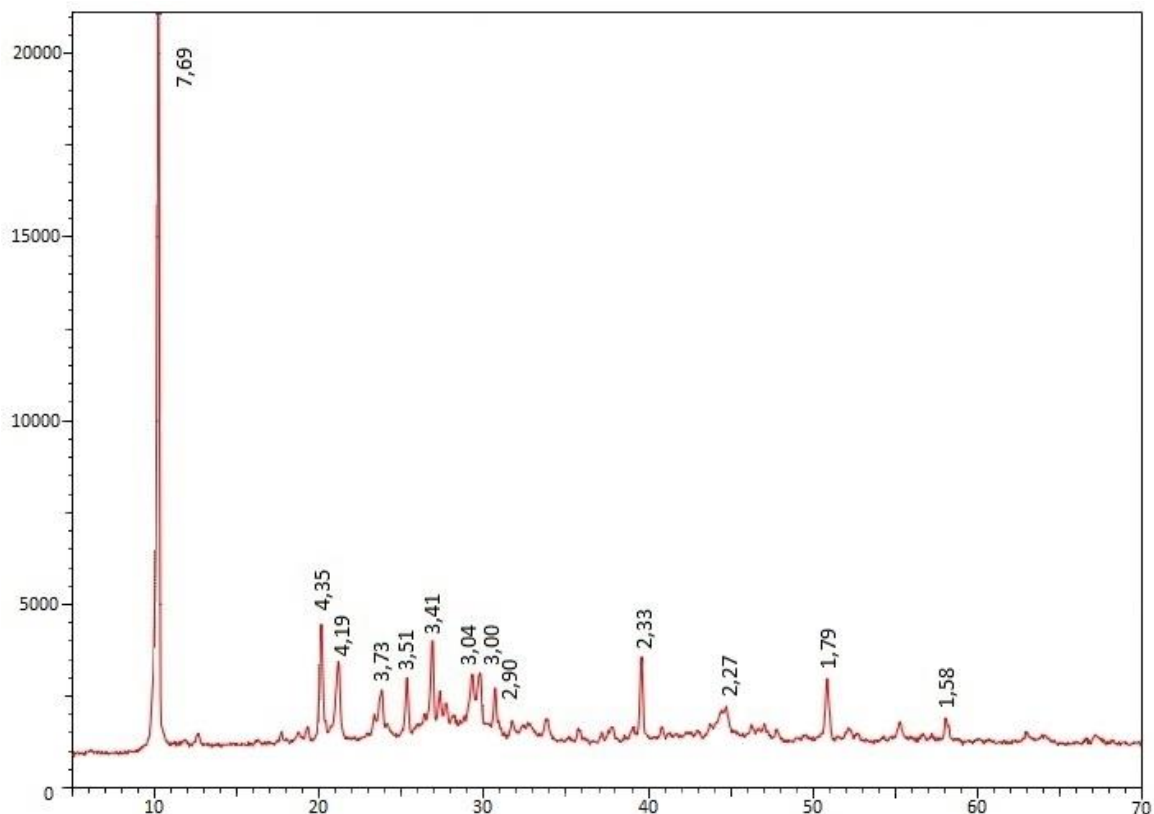


Рис. 1. Рентгенограмма осадка, выделившегося из упаренной ЭФК, содержащей 45,62 % P_2O_5 .

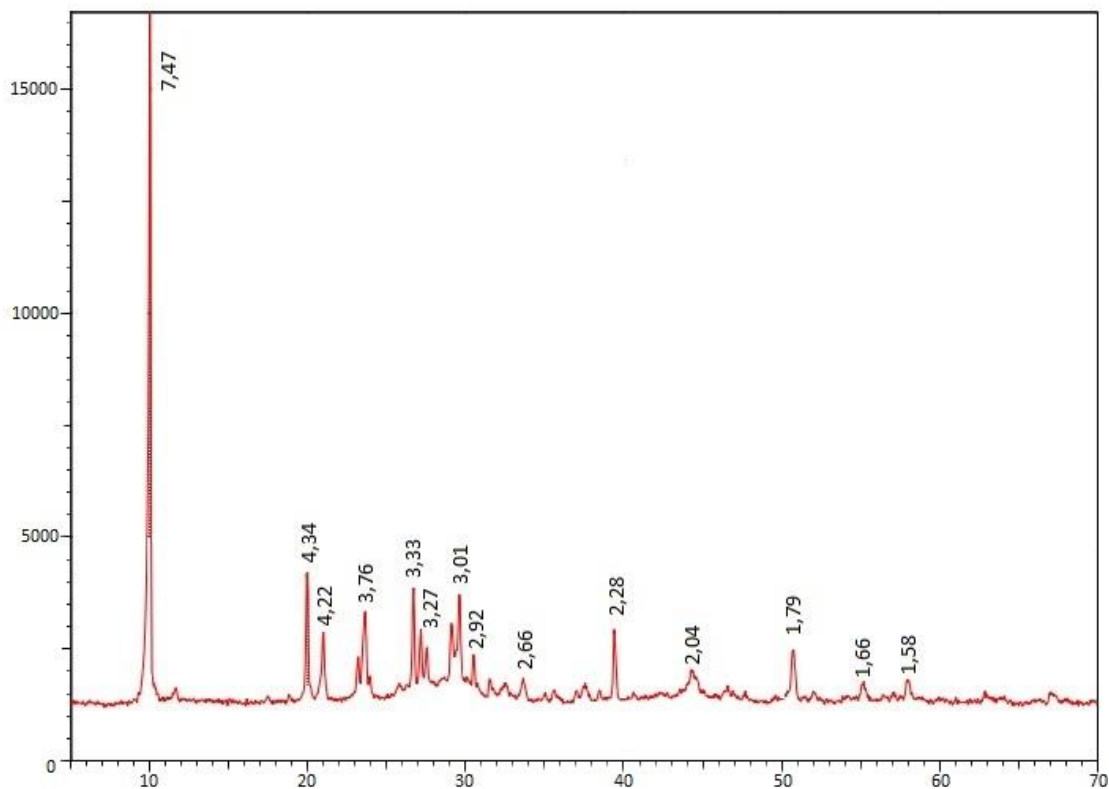


Рис. 2. Рентгенограмма осадка, выделившегося из упаренной ЭФК, содержащей 50,01 % P_2O_5 .

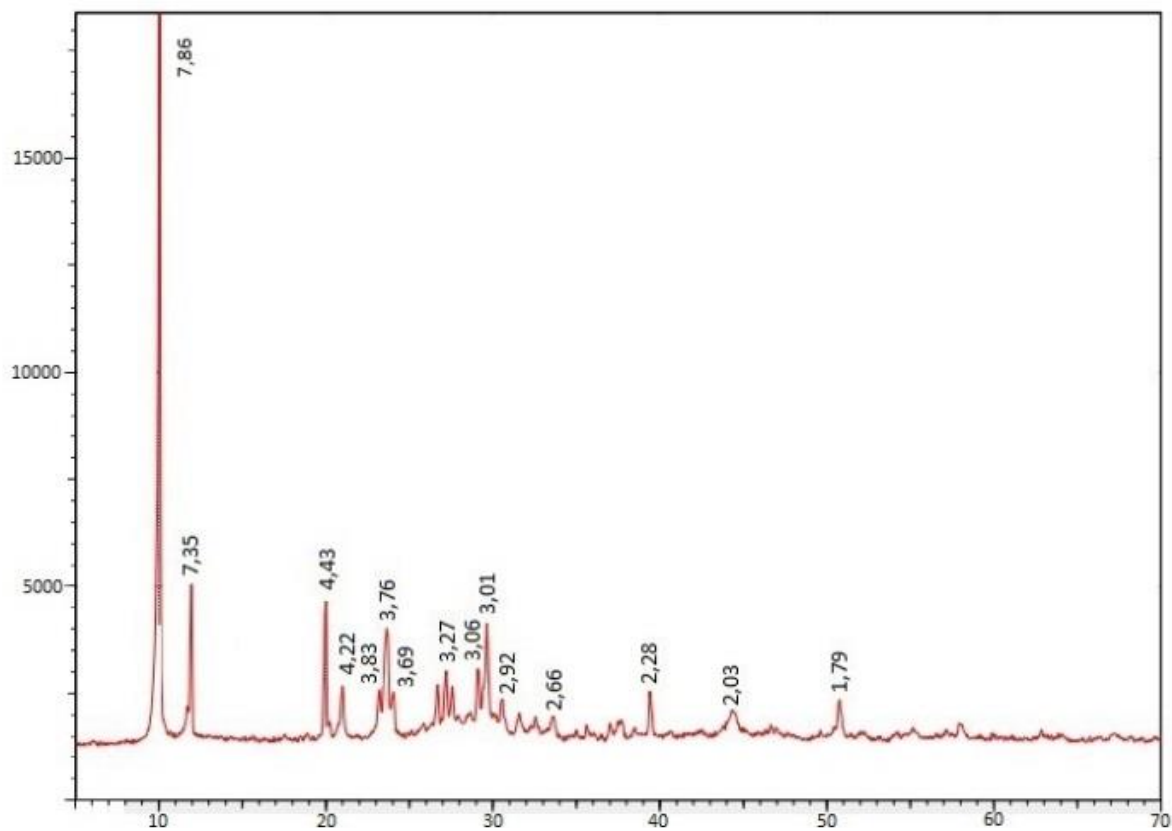


Рис. 3. Рентгенограмма осадка, выделившегося из упаренной ЭФК, содержащей 55,25 % P_2O_5 .

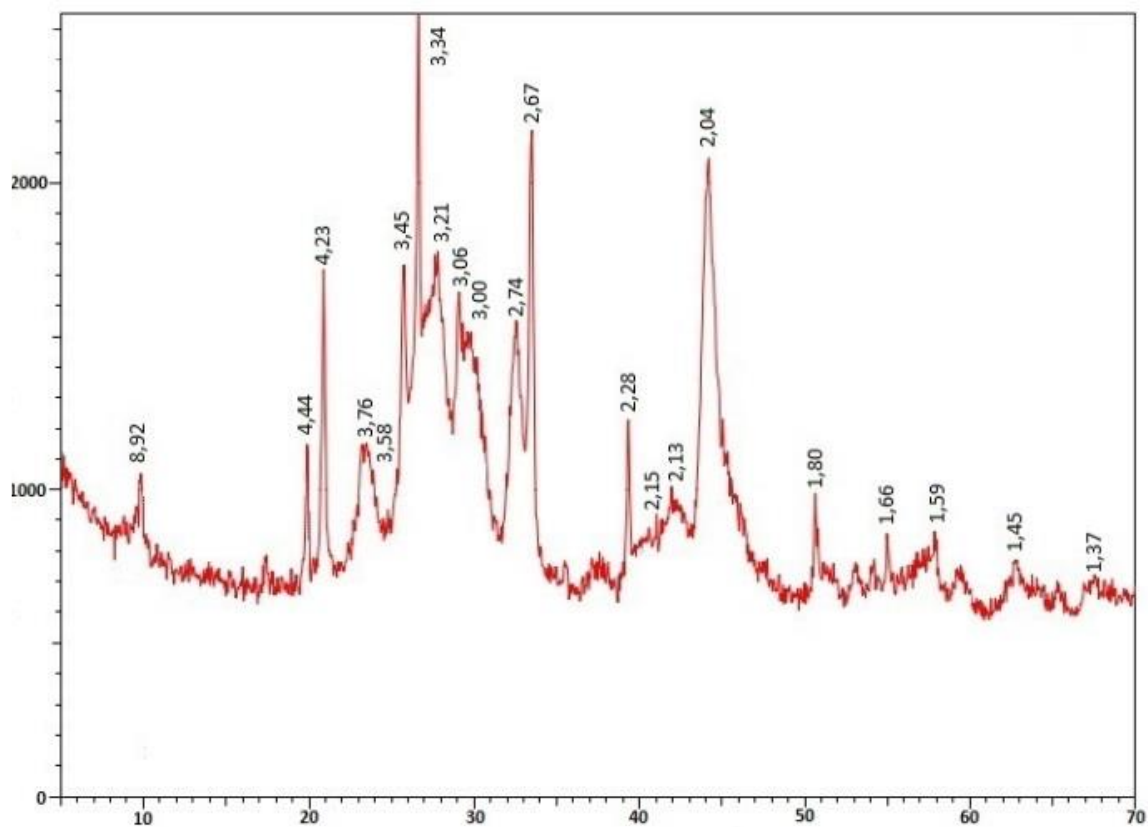


Рис. 4. Рентгенограмма осадка, выделившегося из упаренной ЭФК, содержащей 60,34 % P_2O_5 .

Видно, что дифракционный пик с 7,86, 7,69, 7,47 Å и 2,28, 3,06, 3,01 Å характеризует фазу дегидрата гипса и полугидрата гипса, которые осаждались при испарении кислоты до 45,62; 50,01; 55,25 и 60,34% P_2O_5 . Остальные дифракционные линии со следами таких пустот, как комплексные соединения железа и алюминия, обнаруживаются преимущественно в аморфном состоянии (Рис. 1, 2, 3, 4).

Выводы

Таким образом, была создана возможность обессульфачивания ЭФК (18,95% P_2O_5 и 2,96% SO_3) из Кызылкумского фосфата карбонатом стронция. В результате содержание SO_3 в кислоте было снижено от 2,96 до 0,10%, что позволило достичь высокого уровня обессульфачивания экстракционной фосфорной кислоты - 97,34%. Далее обессульфаченную кислоту (20,53% P_2O_5), выпаривали с целью получения концентрированных образцов кислот в диапазоне 45,62; 50,01; 55,25 и 60,34% P_2O_5 .

Фазовый состав осадков, образующихся в результате осаждения концентрированных образцов кислот, изучали методом рентгенофазового анализа. Установлено, что осадки, образующиеся при концентрированном ЭФК, имеют в основном полугидрат гипса с максимальной дифракцией. Проведенные исследования обессульфачивания и выпаривания промышленных ЭФК могут быть достоверными для производства кормовых фосфатов и концентрированных фосфорных удобрений.

Список литературы

- [1] World market of orthophosphoric acid, <https://albionchem.ru/news/15424>.
- [2] М.Е. Позин, Технология минеральных солей, Ленинград, Химия, Часть II, 1970.
- [3] H. Ahmed, H. Diamonta, Ch. Chaker, R. Abdelhamid, Purification of wet process phosphoric acid by solvent extraction with TBP and MIBK mixtures, J. Separation and Purification Technology, 55, 2, 2007, 212 - 216, DOI:10.1016/j.seppur.2006.12.014.
- [4] С.П.Кочетков, Н.Н.Смирнов, А.П.Ильин, Концентрирование и очистка экстракционной фосфорной кислоты, Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново, 2007.
- [5] B. Karshiev, A. Seytnazarov, U.Alimov, Sh. Namazov, A. Reymov, Purification Of Wet Process Phosphoric Acid By Desulfurization And Ammonization, Ukraine Jour. Ques. Chem. and Chem. Tech. 1, 2021, 24 – 34.
- [6] B.N. Karshiev, E.M. Kakharov, A.R. Seytnazarov, Sh.S. Namazov, Desulphurization and purification of extraction phosphoric acid using calcium minerals and acetone, J. Chemical industry, 97, 3, 2020, 136 - 144.
- [7] Е.П.Злобина, Очистка экстракционной фосфорной кислоты от сульфат-ионов соединениями стронция, кандидатская диссертация. тех. наук, Москва, РНТИ, 2004.
- [8] А.Н.Киргинцев, Л.Н.Трушникова, В.Г.Лаврентьева, Растворимость неорганических веществ в воде, Справочник, Ленинград, Химия, 1972.
- [9] American card index ASTM. Diffraction Data cards and Alphabetical and Group Numerical Index of X - Ray Diffraction Data, Publishing house of the American Society for Testing and Materials, New York, 1973.
- [10] А.И.Китагорский, Рентгеноструктурный анализ мелкокристаллических и аморфных тел, Государственное издательство технической и теоретической литературы, Москва - Ленинград, 1952, 518 – 580.
- [11] Л.И. Миркин, Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов, Москва, 1961.
- [12] Ю.Л. Гиллер, Таблицы межплоскостных расстояний. № 2, Москва, Недра, 1966.

JADIDCHILIK VA YANGI O'ZBEKISTON

A. Kamilov

*Farg'ona politexnika instituti,
(Qabul qilindi 19.10.2024 y.)*

Annotatsiya. Maqolada Yangi O'zbekistonda jadidchilik g'oyalari asosida ta'lim-tarbiya tizimini samarali tashkil etish, pedagoglarning bilim, ko'nikma, kompetensiyalarni rivojlantirish va pedagoglarning individual ta'lim traektoriyalarini shakllantirish masalalari tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: Yangi jadidchilik g'oyalari, ijtimoiy-gumanitar fanlar, ta'lim, tarbiya, ko'nikma, kompetensiya, individual ta'lim traektoriyasi

Аннотация. В статье анализируются вопросы эффективной организации образовательной системы, развития знаний, умений, компетенций педагогов и формирования индивидуальных образовательных траекторий педагогов на основе идей модернизма в Новом Узбекистане.

Ключевые слова: Новые идеи модернизма, социальные и гуманитарные науки, образование, подготовка, навыки, компетенции, индивидуальная образовательная траектория.

Annotation. The article analyzes the issues of effective organization of the educational system, development of knowledge, skills, competencies of pedagogues and formation of individual educational trajectories of pedagogues based on the ideas of modernism in New Uzbekistan.

Key words: New ideas of modernism, social and humanitarian sciences, education, training, skills, competence, individual education trajectory.

XXI asrga kelib dunyo mamlakatlar rivojini ta'minlash, reyting darajasini belgilashning asosiy talablaridan biri inson kapitalidir. Ma'lumki, tarixiy taraqqiyot bosqichlarida hamma davrlarda ham ilm, bilim, ma'naviy barkamollik tamaddunlar asosi bo'lib kelgan. Inson kapitalini tashkil etadigan bu parametrlar ta'lim-tarbiya jarayonlariga bog'liqdir. Yusuf Xos Xojibning **"Tarbiya-ta'limning asosidir"** degan hikmatli fikri naqadar to'g'ri va haqiqat ekanligi bugungi kunimizda yaqqol ko'rinish turibdi. O'tgan asrning boshlarida yurtimizda faoliyat ko'rsatgan jadid-ma'rifatparvar bobolarimiz ham yurti asriy qoloqlikdan olib chiqib, uni mustaqil, obod mamlakatga aylantirishning dastlabki asosi ta'lim-tarbiya deb ta'kidlagan edilar. Abdulla Avloniyning **"Tarbiya biz uchun yo hayot-yo mamot, yo najot-yo halokat, yo saodat-yo falokat masalasidir"**[1.] degan konseptual g'oyasi o'z davrida millat ravnaqi uchun qanchalik muhim bo'lgan bo'lsa, hozir ham shunchalik dolzarb ahamiyatga ega. Yangi O'zbekistonda uchinchi renessans poydevorining yaratilishi aynan zamonaviy ilm-fan asoslarini o'rgangan, kamida ikki-uch tilda muloqat qila oladigan, o'zi tanlagan kasb-hunarni mukammal egallagan, ma'nan yetuk yoshlarimizga bog'liqdir. Prezidentimiz Sh Mirziyoyev Respublika Ma'naviyat va marifat kengashining 2023-yil 22-dekabr kuni bo'lib o'tgan kengaytirilgan yig'ilishdagi "Ma'naviyat hayotimizda yangi kuch, yangi harakatga aylanishi kerak" deb nomlangan ma'ruzasida ta'kidlaganidek "Mamlakatimiz o'z taraqqiyotining yangi, yuksak bosqichiga kirayotgan hozirgi paytda bizga jadid bobolarimiz kabi g'arb ilm-fan yutuqlari bilan birga, milliy qadriyatlar ruhida tarbiya topgan yetuk kadrlar suv bilan havodek zarur" [2.]. Bu borada mamlakatimizda muayyan islohotlar amalga oshirildi.

Oxirgi yetti yilda maktabgacha ta'limda qamrov 27 foizdan 74 foizga yetdi. Yangi maktablar qurilib, qo'shimcha 700 mingta o'quvchi o'rni yaratildi. Prezident maktablari tashkil etildi, ixtisoslashtirilgan maktablar ko'paydi. Oliy o'quv yurtlari soni 200 tadan oshib, qamrovi 42 foizga yetdi[3.].

Prezidentimiz 2024-yil 5-fevralda ijtimoiy sohalaridagi ustuvor vazifalar yuzasidan videoselektor yig'ilishida ta'lim tizimini yanada takomillashtirish bo'yicha bir qator keng ko'lamli tashabbuslarni o'rtaga tashladi. "Bu tashabbuslar yo'lga qo'yilsa, maktab ta'limi bo'yicha o'tonada mas'uliyat, o'qituvchida majburiyat, o'quvchida ishonch, ta'lim va tarbiyada sifat, mahallada esa nazorat bo'ladi"[4.] - deb ta'lim samaradorligini ta'minlash mexanizmlarini ko'rsatib berdi.

Bugungi kunda o'z ustida ishlayotgan, malakali maktab muallimlariga ham e'tibor kuchaydi. Ammo ta'lim jarayonlarida muayyan kamchilik, nuqsonlar mavjud. Prezidentimiz ta'kidlaganidek,

“Agar rahbarlar, muallimlar, Yangi O‘zbekistonga munosib harakat qilsa, farzandlarimizni davr talabiga mos o‘qitishimiz mumkin. Xalqimiz bizga eng kata boyligini – zurriyodini ishonib beryapti. Bu juda katta mas’uliyat. Shuni his qilib, o‘zimizni qiynab, maktabni isloh qilsak, kelajakka zamin yaratamiz”[5.]. Ma’naviyat, ma’rifat, madaniyat maktabdan boshlandi. Ma’rifatparvar jadid bobomiz Abdurauf Fitrat **“Hayot yo‘lida birinchi masala maktab masalasidir,”** degan edi. Maktabni o‘zgartirmasdan turib, mamlakatni taraqqiy ettirib bo‘lmaydi. Shuning uchun Prezidentimiz Sh Mirziyoyev **“O‘qituvchi va pedagoglarni maktab ta’limi sohasidagi islohotlarni amalga oshirishda eng yaqin yordamchi deb bilaman,”** degan edi.

Bugungi kunda mamlakatimiz ta’lim tizimida tub o‘zgarishlar amalga oshirilmoqda. Ta’lim muassalarining moddiy texnik ta’minoti yaxshilandi. Sifatli ta’lim bozori shakllantirilmoqda, raqobatbardosh mutaxassis kadrlar tayyorlashga e’tibor kuchaytirilmoqda, akademik mustaqillik berilmoqda, uzluksiz ta’lim tizimining turli bosqichlarida nodavlat va qo‘shma ta’lim muassalarining soni ko‘payib bormoqda. Shunday bo‘lsada “O‘zbekiston-2030 strategiyasi”da uzluksiz ta’lim tizimini yanada takomillashtirish, sifatli ta’lim xizmatlari imkoniyatlarini oshirish, mexnat bozorini zamonaviy ehtiyojlariga mos yuqori malakali kadrlar tayyorlash siyosatini davom ettirish, ustuvor vazifalar sifatida belgilanmoqda. Ma’lumki, ta’lim va tarbiyaning samarali bo‘lishi bilim, ko‘nikma, malakalarning shakllanganligi asosan ta’lim tizimi darajasi, ta’lim metodikasining takomillashuvi, pedagogik mahorati bilan belgilanadi. Shuningdek, ta’lim samaradorligi ichki shart-sharoitlarga xususan o‘qituvchining individual xususiyatlariga xam bog‘likdir. Afsuski, bugungi kunda ijtimoiy-gumanitar fanlarni o‘qitishda yuqorida ko‘rsatib o‘tilgan ko‘rsatkichlar bo‘yicha zamonaviy talablarga to‘liq javob bermaydi. Prezidentimiz Sh. Mirziyoyev «Milliy ma’naviyatimizni rivojlantirish, uni xalqimiz, ayniqsa yoshlarimiz hayotiga singdirishda ijtimoiy gumanitar fanlarni ahamiyati juda katta. Afsus, bu fanlar rivoji zamondan orqada qolmoqda»[6.] - deya ta’kidlaganlar.

Zamonaviy sharoitda ta’lim jarayonining barcha imkoniyatlaridan samarali foydalangan holda shaxsni rivojlantirish, ijtimoiylashtirish va unda mustaqil, tanqidiy, ijobiy fikrlash qobiliyatlarini tarbiyalashga yo‘naltirilishi asosiy talabdir. O‘zida ana shu imkoniyatlarni namoyon eta olgan ta’lim individual ta’lim troyektoriyasi deb ataladi.

U o‘quvchilarning fikrlash va intilish imkoniyatlarini hisobga olgan holda, individual xususiyatlarini qobiliyatlarini iqtidorlarini rivojlantirishga mustaqil, ijodiy, tanqidiy fikrlash qobiliyatlarini tarbiyalashga qaratilgan ta’lim shaklidir.

Ijtimoiy-gumanitar soha mutaxassislarning malakaviy darajasini zamonaviy talablar asosida shakllantirishda mavjud kamchiliklarga quyidagilarni aytib o‘tishimiz mumkin.

- Yuqorida aytganimizdek, malaka oshirish jarayonida pedagogik kasbiy malakani oshirishda doimiy ish olib borilmaydi;

- Ta’lim sohasida xalqaro tajribadan foydalanyapmiz, biroq ko‘p joylarda moddiy-texnik bazani yaxshi emasligi, ta’minlanmaganligi, yetarli darajada shart-sharoitlar yaratilmaganligi sababli olingan nazariyalar amaliyotga qo‘llanilmay qolishi;

- Ta’lim sohasida ijtimoiy-gumanitar fanlar sohasida faoliyat yurituvchi pedagoglarga nisbatan yetarli baho berilmasligi, misol uchun ma’naviyat, tarbiya, tarix, falsafa, siyosatshunoslik kabi ijtimoiy fanlar nimaga kerak, deyilishi soha mutaxassislarning maqomiga salbiy ta’sirini o‘tkazmoqda;

- Ijtimoiy-gumanitar soha mutaxassilariga beriladigan ish haqining pastligi;

- Pedagog kadrlar malaka oshirib bo‘lganidan keyin, uning samaradorligi bo‘yicha monitoring, tahlillarning mavjud emasligi shu va boshqa kamchiliklarni aytib o‘tishimiz mumkin.

- Ijtimoiy-gumanitar soha mutaxassislarning malakaviy darajasini zamonaviy talablar asosida shakllantirishda mavjud kamchiliklarni bartaraf etish mexanizmlari professional ta’lim tizimi boshqaruv hamda pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish tizimini takomillashtirishning eng muhim vazifalari deb quyidagilarni hisoblash maqsadga muvofiqdir: Birinchidan, boshqaruv va pedagog kadrlarning mustaqil ish natijalari, o‘z ustida ishlash, turli tanlovlarda ishtirok etish va boshqa kasbiy faoliyatida erishgan yutuqlarini o‘zida aks

ettirgan elektron portfolio tizimini joriy etish; ikkinchidan, malaka oshirish jarayonlarini tashkil etishda internet jahon axborot tarmog'i, multimedia tizimlari va masofadan o'qitish usullaridan va vebinar texnologiyalari imkoniyatlaridan foydalanish hamda boshqaruv va pedagog kadrlarning axborot-kommunikatsiya va innovatsion texnologiyalarni egallash va ularni o'quv jarayoniga faol tatbiq etish ko'nikmalarini rivojlantirish; uchunchidan, boshqaruv va pedagog kadrlarning kasbiy mahoratini muntazam oshirish asosida ularning texnologik taraqqiyot hamda o'qitilayotgan fanlar bo'yicha innovatsiyalar, shuningdek o'quv jarayonini tashkil etishning zamonaviy uslublari sohalaridagi ko'nikmalarini rivojlantirish; to'rtinchidan, zamonaviy ta'lim va innovatsion texnologiyalar, ilg'or xorijiy tajribani keng joriy etgan holda boshqaruv va pedagog kadrlarning malakasini oshirish bo'yicha ta'lim dasturlarini doimiy yangilab borish hamda ta'lim jarayoniga joriy etish; beshinchidan, malaka oshirishning bevosita va kasbiy faoliyatga aloqador bilvosita shakllarini bir-birini to'ldirish tamoyillari asosida amaliyotga joriy etishini ta'minlash; oltinchidan, boshqaruv va pedagog kadrlarning ilmiy-pedagogik salohiyatidan kelib chiqib ularning kasbiy ehtiyojlarni qanoatlantirishga yo'naltirilgan uzluksiz malaka oshirishning shakllarini mustaqil tanlash va o'zlashtirish imkoniyatini yaratish.

Shuningdek, malaka oshirishning bilvosita shakllarini amaliyotga to'liq joriy etish, boshqaruv va pedagog kadrlarning ilmiy va ilmiy-pedagogik faoliyati natijalarini inobatga oladigan, tabaqalashtirilgan uzluksiz malaka oshirish jarayonlarini rivojlantirish asosida malaka oshirishning muqobil shakllarini joriy etish muhim vazifa sanaladi. Jumladan ishlab chiqarishdan ajralmagan holdagi masofadan o'qitish ta'lim usullari orqali malaka oshirishning onlayn (videoma'ruzalar, maslahatlar, nazorat turlarini masofadan turib real vaqt rejimida o'tkazish) va offlayn (masofaviy ta'lim tizimidagi tegishli o'quv-metodik resurslarni mustaqil ravishda o'zlashtirish) shaklini joriy etish;

Pedagog ta'lim jarayonida individual ta'lim trayektoriyasi turlaridan foydalanar ekan, bir qator shartlarga qat'iy rioya etishi kerak. Ushbu talablar quyidagilaran iborat: har bir talabani alohida, o'ziga xos shaxs sifatida ko'ra olishi, talabani hurmat qilishi, talabani ruhiy holatini to'g'ri baholay olishi, talabani xohish-istak, qiziqishlarini inobatga olishi, har bir talabaga tolerant munosabatda bo'lishi, talabani kuchi, imkoniyati va intilishlariga ishonch bildirishi, har bir talaba uchun qulay ta'lim muhitini yaratishi, talabalarning mustaqil yoki kichik guruhlarga erkin ishlashlari uchun imkoniyat yaratish, talabalarni o'z faoliyatlarini mustaqil nazorat qilish, faoliyati samaradorligini aniqlash, yutuqlarning omillari va yo'l qo'yilgan xatolarning oqibatlarini tahlil qilish o'rgatish, ta'lim jarayonida hech bir talabaga tazyiq o'tkazmaslik, alohida talabani kamchiliklarini bo'rttirib ko'rsatmaslik, bordi-yu, talaba tomonidan bilimlarni o'zlashtira olmaslik, ta'lim jarayonida o'zini odobsiz tutish holati qayd etilsa, u holda qat'iy xulosa chiqarmasdan, buning sabablarini aniqlash, aniqlangan sabablar asosida talabani sha'ni, g'ururiga ziyor etkazmagan holda u tomonidan bilimlarni o'zlashtira olmaslik, o'zini odobsiz tutish kabi holatlarni bartaraf etish, ta'lim jarayonida har bir talaba uchun **“muvaqqafiyat muhiti”**ni yarata olish, har bir talabaga ta'lim olisha muvaqqafiyatga erisha olishiga yordam berish, talabani qobiliyatini o'stirish, shaxs sifatida rivojlanishiga yordam berish, individual ta'lim trayektoriyasida talabani ta'lim tizimiga pedagog sifatida har bir talabani hurmati va ishonchini qozona olishi moslashtirishni emas, aksincha, uning individual xususiyatlarini inobatga olgan holda har tomonlama rivojlanishi, shaxs sifatida kamolotga yetishi uchun zarur shart-sharoitlarni yaratishni nazarda tutadi. Bu turdagi ta'lim talabalarni o'z-o'zini rivojlantirishga, mustaqil bilim olishga, o'zining ichki imkoniyatlari, qobiliyatlarini to'la namoyon eta olishi, bilish faolligini oshirish uchun zarur sharoitni vujudga keltirishi zarur.

Yuqoridagi mulohazalardan kelib chiqqan holda:

- **“Bilim – har bir inson uchun”** g'oyasi asosida talabalar individual ta'lim trayektoriyasini amalga oshirish jarayonida o'quv materiallarni o'zlashtirishga ijodiy, tanqidiy, yondashishni, yangi g'oyalarni ilgari surish, ularni asoslash, o'z fikrini himoya qilish, muammoli vaziyatlarda samarali yechim topish ko'nikma, malakalarini shakllantirish.

- O'quv dasturlar va darsliklar mamlakatimizda ta'limning asosiy qismi sifatida qaraladi. Shu nuqtai nazardan ta'limning sifatsizligi shu ikkalasining aybi deb ham hisoblanadi. O'quv

dasturlari murakkab emas, oddiy bo'lishi, ko'p o'zgartirilmasligi va darsliklar juda ko'payib ketmasligi maqsadga muvofiqdir. Pedagoglar har bir sohaga mos kitobni tanlay olgan holda, qiziqishlar inobatga olingan holda dars o'tishsa, talabalarda ham saviya, ham dunyoqarash oshadi.

- Pedagoglar o'zlari uchun **“Hayot davomida o'qish”** tamoyili asosida kasbiy rivojlanishning individual ta'lim trayektoriyasini tuzib doimiy tarzda amalga oshirib borish pedagog uchun o'z ustida ishlashning muhim omilidir. Pedagoglar kasbiy malakasini oshirishni doimiy olib borishi yuqori samaradorlikka olib keladi. Hozirda bizda bir yilda bir yoki ma'lum yillarda bir malaka oshirish kurslari amalga oshiriladi va bu o'z navbatida yangi dars o'tish texnologiyalaridan bexabarlikka olib keladi. Pedagoglar uchun haftasiga kamida ikki soatli malaka oshirish kurslari tashkil etish ham muammoga yana bir yechim hisoblanadi.

- Iqtisodiy tomonlama pedagoglar o'z kasbi bilan faxrlangan holda yetarli daromadga ega bo'lishini davlat tomonidan ta'minlab berilishi lozim. Bu o'z navbatida pedagoglarning o'z ishi qolib, qo'shimcha daromad olishga intilishlarini yuqotib, diqqat markazi har bir talabani yetuk shaxs sifatida tarbiyalashga sabab bo'ladi.

Individual ta'lim trayektoriyasi malaka oshirish muhitining chegaralarini, imkoniyatlarini kengaytiradi, pedagoglarda motivlarining mustahkamlanishi, kasbiy kompetentligini uzluksiz rivojlantirishning qulay va samarali vositalarini tanlash hamda amalga oshirishga sharoit yaratadi. Shuningdek, pedagoglarning individual xususiyatlari, qiziqishlari, kasbiy qiyinchiliklari, ehtiyojlari, shaxsiy motivlari, tajribasi, malaka darajasi va ijtimoiy imkoniyatlarini inobatga olishga xizmat qiladi. Pedagogning individual ta'lim trayektoriyasini tuzish undan kasbiy ehtiyojlari miqdorini anglash, baholay olish, loyihalash va rivojlanish nuqtalarini oldindan ko'ra olish kabi ko'nikmalarga ega bo'lishini talab qiladi. Tadqiqot davomida tinglovchilar bilan o'tkazilgan so'rovnomalar natijalari pedagoglar individual ta'lim trayektoriyasini tuzish va amalga oshirishga ijobiy qarashlari hamda unga ehtiyojlari borligini ko'rsatdi. **“Siz individual ta'lim trayektoriyasini tuzish orqali malaka oshirishni samarali deb hisoblaysizmi?”**, - degan savolga qatnashchilarning ko'pchiligi ijobiy javob bergan bo'lsalar-da, ularning 69 foizidan ortig'i 105 mustaqil ravishda individual ta'lim trayektoriyalarini tuza olmasliklarini belgilaganlar. Bu esa pedagoglarning malaka oshirish shakli, usullari, vositalari haqida yetarlicha ma'lumotga ega emasliklarini hamda individual ta'lim trayektoriyasini tuzish jarayoniga ilmiy-metodik kuzatuvni uyushtirish lozimligini tasdiqlaydi. Shu bilan birgalikda, bu jarayonda malaka oshirish ta'lim muassasasi o'qituvchilari, metodistlar, tegishli malakaga ega mutaxassislar va pedagogning yaqin o'zaro ta'siri alohida ahamiyat kasb etadi. Shunday qilib, mamlakatni modernizatsiya qilish yo'lida murakkab, keng miqyosli vazifalarni hal etishga qodir bo'lgan milliy va umuminsoniy qadriyatlar ruhida tarbiyalangan yangi avlod kadrlarini tayyorlash ustivorvazifa hisoblanadi. Individual ta'lim trayektoriyasida “darsga ko'ra ta'lim”ni muomaladan chiqarib, o'rniga “mavzular bo'yicha ta'lim” bilan almashtirish davri hisoblanadi. Qadimdan bir jumla bor: **“Har bir xalq o'zi munosib bo'lgan boshqaruvga va davlat boshqaruvchilariga ega bo'ladi”**, - deydi. Davlatning kuchi va zaifligi, xalqning taraqqiyotini belgilovchi me'zon bu – ta'lim tizimi ekan, biz o'zini boshqara oladigan, jamiyat oldida burch va vazifalarini vijdonan bajaradigan salohiyatli kadrlarni ta'lim va tarbiyada har bir o'quvchining individual xususiyatlari va qobiliyatlarini inobatga olgan holda shakllantira olamiz. Xulosa shuki, jadid bobolarimizning o'g'itlari va ta'lim strategiyalarini Yangi O'zbekistond yoshlarini ta'im-tarbiyasi masalasida qo'llamas ekanmiz, ta'lim sohasida o'ylagan rejalarimiz amalga oshmaydi, natijada millatimiz taqdiri qanday oqibatlarga olib kelishi mumkinligini o'ylab ko'rish kerak bo'ladi.

Adabiyotlar

- [1]. A.Avloniy. “Turkiy guliston yoxud axloq” T.Yoshlar nashryoti uyi 2019 5.bet [1]
- [2]. Sh.Mirziyoyev Ijtimoiy sohalaridagi ustivor vazifalar yuzasidan videoselektor yig'ilishi. 2024-yil 5-fevral [2]
- [3]. Sh.Mirziyoyev “Ma'naviyat hayotimizda yangi kuch, yangi harakatga aylanishi kerak” deb nomlangan ma'ruzasi 2023-yil 22-dekabr [3.4]
- [4]. “O'zbekiston-2030 strategiyasi” O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-158 sonli farmoni va PQ-300 sonli qarori 12.09.2023 [5]
- [5]. Sh.Mirziyoyev “Ijtimoiy-gumanitar fanlar rivoji zamondan orqada qolmoqda” ma'ruzasi 20.01.2021 [6]

KO'MIR KUKUNI BRIKETLARINI SIFAT KO'RSATKICHLARINI ANIQLASHNING
DOLZARBLIGI

N.X. Voxidova

*Farg'ona politexnika instituti, ferpi_info@edu.uz
(Qabul qilindi 19.10.2024 y.)*

Maqolada ko'mir briketi olishda unga qo'yilayotgan talablar asosida mustaxkamligini, yonuvchanligini va istemolchilar uchun qulayligini oshirishga qaratilgan.

Tayanch so'zlar: *Istemolchilar talabi, mustaxkamlik, namuna hajmi, ko'mir kukuni, zichlik, briket, press, namlik, kul miqdori, issiqlik miqdori, solishtirma og'irlik, sinovdan o'tkazish.*

Статья направлена на повышение долговечности, горючести и удобства для потребителей с учетом требований к угольным брикетам.

Ключевые слова: *Требования потребителей, прочность, объем образца, угольные мелочи, плотность, брикет, пресс, влажность, содержание золы, теплосодержание, удельный вес, проведение испытание.*

In the article, increasing of the basic requirements that are increasing durability, flammability and convenience for consumers in producing coal briquettes is given.

Keywords: *consumers' requirement, strength, volume of sample, coal powder, density, briquette, press, wet, quantity of ash, specific weight, experimenting.*

Iqtisodiyot sohalarida olib borilayotgan islohotlar, hayotga tatbiq etilayotgan yangiliklardan ko'zlangan asosiy maqsad inson manfaatlari ustuvorligini ta'minlashdir. Bu esa kutilgan samaralarini berib, mamlakatimiz aholisining turmush sharoiti tobora yaxshilanib bormoqda.

Buni birgina ko'mir sanoatida keyingi paytda yuz berayotgan o'zgarishlar misolida yaqqol ko'rish mumkin.

Bugungi kunda sohada ko'mir qazib olish hajmini oshirish barobarida, uni iste'molchilarga uzluksiz yetkazib berish bo'yicha aniq chora-tadbirlar ko'rilyapti. Ayni paytda mamlakatimiz barcha hududini qamrab olgan holda, 84 ta ko'mir ombori qurish, qolaversa, briket ishlab chiqarish uskunalari bilan jihozlash loyihalari ijrosiga kirishilgani bunga asos bo'la oladi. Umumiy qiymati 45,4 milliard so'mga teng bo'lgan mazkur loyihalar doirasida briket tayyorlash hajmi yiliga 800 ming tonnadan ortishi kutilmoqda.[1]

Xozirgi kunda zaxira yoqilg'ilariga bo'lgan talab ortib bormoqda. Ushbu zaxira yoqilg'ilaridan biri bo'lgan ko'mir yurtimizda joylashgan Angren, Sharg'un va Boysun konlaridan qazib olinadi. Respublikamizni ko'mir yoqilg'isi bilan ta'minlash bo'yicha Angren ko'mir koni birinchi hisoblanadi. O'zbekistonni ko'mir bilan ta'minlash ulushi 85 % ni tashkil etadi. Ushbu ko'mir konidan qazib olinayotgan ko'mirdan oqilona foydalanish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Qazib olinayotgan ko'mirning taxminan 60% qismi kukun xolatida istemolchilarga yetib boradi. Bunga ko'mir konidagi tabiiy xolatdagi ko'mir kukunlari, qazish ishlaridagi parchalanishlar, transportirovka ishlari sabab bo'la oladi. Ushbu xolatdagi ko'mir kukunlaridan yoqilg'i sifatida foydalanish istemolchilar uchun turli xil noqulayliklar tug'diradi. Keltirib chiqayotgan noqulayliklarni bartaraf etish maqsadida, ko'mir kukunlarini briket xolatiga keltiradi. Briketlashni turli xil usullar yordamida amalga oshirish mumkin. Asosiy e'tibor qaratish kerak bo'lgan faktorlardan biri, uning sifatidir. Sifat ko'rsatkichlariga uning istemol uchun qulayligi, yonuvchanligi, mustaxkamligi va kul miqdorining kamligi kiradi. Ushbu ko'rsatkichlarni inobatga olgan holda ishlab chiqarilayotgan briket maxsulotlari xaridorgir hisoblanadi. [2]

Biz tomonimizdan olib borilgan ilmiy tadqiqot ishida briket olish uchun shnekli presdan foydalanilgan. Shnekli press yordamida olingan ko'mir briketi zichligini aniqlash uchun shnekli press mundishtugidan uzunligi 40-60 mm bo'lgan ko'mir briketi olinadi. Briketning uzunligi ± 50 mm, mundishtuk diametri 30 mm ni tashkil etadi. Olingan namuna massasini 0,01 kg aniqlikda o'lchanadi.

Namunaning hajmi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q=L(F - F_1) \quad (1)$$

bu yerda: L – namunaning uzunligi, m;

F – ko‘mir briketining ko‘ndalang kesim yuzasi, m^2 ;

F_1 – ichki teshikning maydoni ($F_1=\pi d^2/4$), m^2 ;

d – teshikning ichki diametri, m.

Ko‘mir briketning zichligi (ρ) quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\rho=M/V \quad (2)$$

bu yerda: M – namunaning massasi, kg.

V – namunaning hajmi, m^3 .

Namuna uchun olingan briketlarning o‘lchov ishlari bir necha marotaba o‘tkazilib, uning o‘rtachasiga nisbati olinadi. Ushbu olingan natijalar $0,01 \text{ kg/m}^3$ aniqlikda yaxlitlanadi.[3]

Ko‘mir briketi namligini aniqlash uchun shnekli presdan chiqqan briketning og‘irligini o‘lchab olamiz. So‘ngra olingan ko‘mir briketini 5-6 soat davomida $100\pm 3^\circ\text{S}$ temperaturada quritiladi va uning massasi o‘lchanadi. Quritishdan oldingi massadan quritishdan keyingi massani ayirmasi briket namligini belilaydi. Ushbu o‘lchov qiymatlari $0,01 \text{ g}$ aniqlikda olib boriladi.

Ko‘mir briketining massa bo‘yicha namlik miqdorini quyida keltirilgan formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m} \cdot 100, \% \quad (3)$$

bu yerda: m_1 – briketning suvga to‘yingan holatdagi massasi, g;

m – briketning quriq holatdagi massasi, g.

Ko‘mir briketini yongandan so‘ng hosil bo‘lgan kul miqdorini aniqlashda quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$Z = \frac{m_1}{m_H} \cdot 100, \% \quad (4)$$

bu yerda: m_1 - kulning massasi, g;

m_H - ko‘mir briketi massasi, g.

Ko‘mir yonganda tarkibidagi noorganik qismi kul sifatida ajralib qoladi. Ko‘mir tarkibidagi kul miqdori o‘rta hisobda 8-14 % ni tashkil qiladi.[4]

Kul tarkibiga kalsiy, natriy, kaliy, magniy, kamroq miqdorda fosfor va oltingugurt va boshqa kimyoviy elementlar kiradi. Shu sababli kul o‘g‘it sifatida ham ishlatiladi [4].

Materialning solishtirma yonish issiqligini bilgan holda, har qanday (m) massadagi yoqilg‘ining to‘liq yonishidan chiqadigan issiqlik miqdorini aniqlash mumkin.

$$Q = Q_n \cdot m, \text{ kkal/kg} \quad (5)$$

bu yerda, Q_n – solishtirma yonish issiqligi, kkal/kg;

m – materialning massasi, kg.

Ko‘mirning eng yuqori yonish issiqligi 2020°S gacha chiqishi mumkin, biroq o‘choqlardagi yo‘qotishlar hisobiga amaldagi temperatura $1600-1700^\circ\text{S}$ ni tashkil etadi.

Ko‘mir briketlarini ishlab chiqarish jarayonida sinovlardan o‘tkazish metodikasi.

Eng avvalo quyidagi asosiy parametrlar aniqlanadi:

- ko‘mir kukuni massasining tavsifi (yog‘och turi, namligi);
- barabanning kirish va chiqishdagi temperaturasi;
- press matritsasining temperaturasi;
- shnekning diametri (diametri, qadami, buramalar soni, aylanishlar soni).

Keyin shnekning aylanishlar soni belgilanadi (variator shkalasi bo‘yicha). Tezlik konveyerning tortuvchi yulduzchasining aylanishlar soni bilan aniqlanadi.

Briketlarning geometrik o‘lchamlari o‘lchanadi (nazorat partiyasida kamida 5 ta namuna o‘lchanadi), mm (ko‘ndalang kesimi, uzunligi, ichki teshik diametri).

Keyin briketlarning tashqi ko‘rinishi va sirti tekshiriladi.

Pressning ishlash rejimida ma‘lum vaqt birligida chiqqan briketning massasi aniqlanadi.

Texnik jihatdan amalga oshirib bo'ladigan ish unumdorligi aniqlanadi:

- 1 soatdagi umumiy ish unumdorligi:

$$P_{um} = M / T_{um}, kg/soat \quad (6)$$

- 1 soatdagi texnik ish unumdorligi:

$$P_t = M / T, kg/soat \quad (7)$$

bu yerda: M – ko'mir briketlar partiyasining massasi, kg;

T_{um} , T – mos ravishda umumiy va toza ish vaqti, soat.

Shundan keyin 1 smenadagi ish unumdorligi aniqlanadi.

Smenadagi ish unumdorligi (ekspluatatsion va texnik ish unumdorligi) pressning ma'lum ish vaqtida chiqargan briket massalarini o'lchab ko'rib aniqlanadi.

Ekspluatatsion ish unumdorligi smenaning davomiyligi bo'yicha, texnik ish unumdorligi esa – pressning haqiqiy ish vaqti bo'yicha hisoblanadi.

Briketlarning massalarini aniqlashda barcha olingan hajm hisoblanadi (briketning uzunligidan qat'iy nazar). [5]

Shundan keyin mahsulot ishlab chiqarish ish unumdorligi aniqlanadi.

Smenadagi briketlash liniyasining ish unumdorligi qiymatidan kelib chiqib, bir soatdagi texnik va ekspluatatsion ish unumdorliklari aniqlanadi.

Ushbu tadbirlardan keyin briketlarning solishtirma og'irligi quyidagi (8) formula bo'yicha aniqlanadi.

$$R_{sol} = M/V, kg/m^3 \quad (8)$$

bu yerda, M – briket namunasining o'rtacha massasi, kg;

V – namunaning hajmi, m^3 .

Yuqoridagi yechimlar asosida ko'mir briketlarini istemol uchun qulay, yonuvchan, mustaxkam va biriktiruvchi sifatida organik moddalardan foydalanib ishlab chiqarish lozim. Biriktiruvchi sifatida organik moddalardan foydalanilganda yonish jarayonida undan ajralib chiqayotgan kul miqdori noorganik moddaga nisbatan kam bo'ladi va xolanki undan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori ham ortib boradi.

Adabiyotlar

- [1]. Хакимов А. А., Салиханова Д. С., Каримов И. Т. Кўмир кукунидан брикетлар тайёрлашнинг долзарблиги //Фарғона политехника институти илмий техника журналы.-2019.-№. – 2019. – Т. 23. – №. 2. – С. 226-229.
- [2]. Хакимов А. А., Салиханова Д. С., Каримов И. Т. Кўмир кукунини брикетловчи курилма //Фарғона политехника институти илмий техника журналы.-2018.-№ спец. – 2018. – Т. 2. – С. 169-171.
- [3]. Хакимов А. А. и др. Связующее для угольного брикета и влияние его на дисперсный состав //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 6 (72). – С. 81-84.
- [4]. Хакимов А. А., Вохидова Н. Х. Использование местных отходов в производстве угольных брикетов //Универсум: химия и биология. – 2020. – №. 4 (70).
- [5]. Axmedovich X. A., Saidakbarovna S. D. Research the strength limit of briquette production //ASIAN Journal of multidimensional research. – 2021. – Т. 10. – №. 5. – С. 275-283.

ARRALI JINDAN CHIQQAN CHIGITLARNI SARALASH

Sh. Komilov¹, A. Raxmonov¹, H. Isaxanov²

¹Namangan to'qimachilik sanoati instituti

²Namangan muhandislik-texnologiya instituti

[\(Qabul qilindi 11.11.2024 y.\)](#)

Annotatsiya. Arrali jindan chiqayotgan Chigitlarni turli fraksiyalarga ajratgan holda saralanadi. Saralangan Chigitlar urug'lik Chigit va texnik Chigitlarga ajratiladi. Bundan tashqari tolasi mavjud bo'lgan Chigitlar ham mavjud. Bu Chigitlarni yuqoridagi holatga kelishiga arrali jin mashinasi ishchi kamerasida Chigitdan tolani ajratish jarayonida yuzaga keladi.

Kalit so'zlar: Chigit, tola, ishchi kamera, saralash, arrali jin.

Аннотация. Семена, выходящие из пильного джина, сортируют, разделив их на разные фракции. Сортированные семена делятся на семенные и технические семена. Помимо этого, существуют семена, содержащие волокно. Это происходит в процессе отделения волокна от семени в рабочей камере пильного джина.

Ключевые слова: семя, волокно, рабочая камера, сортировка, пильный джин.

Annotasion. The seeds coming out of the sawed gin are sorted by dividing them into different fractions. Sorted seeds are divided into seed seeds and technical seeds. There are also seeds that contain fiber. This occurs during the process of separating the fiber from the seed in the working chamber of the sawing machine.

Key words: seed, fiber, working chamber, sorting, sawing genie.

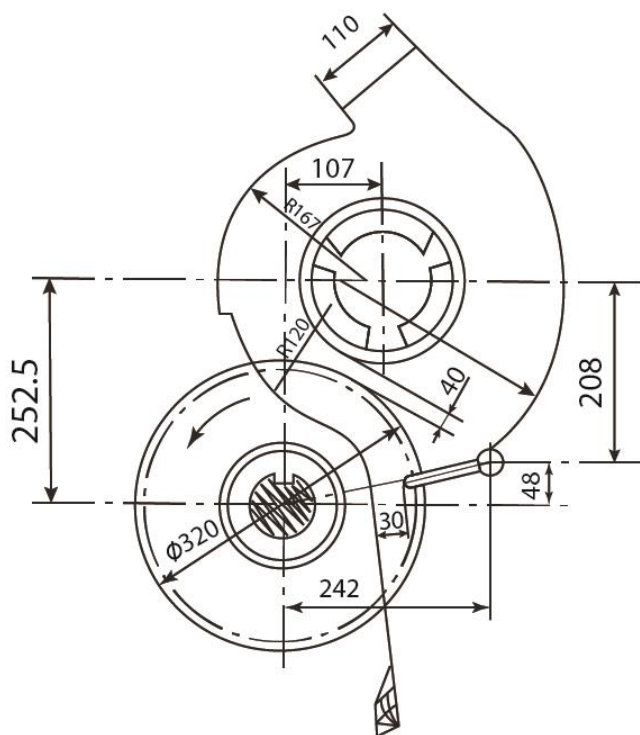
Kirish. Yillar davomida paxtadan tolani ajratish jarayoni barcha mamlakatlarda tezlik bilan yuqori darajada oshib bordi. Bundan ko'zlangan asosiy maqsad – tola va Chigitni tabiiy xususiyatlarini saqlab qolishdan iboratdir. AQSH o'zining yetakchi «Dominator», «Avenger», «Continental Eagle», «Hardwick-Etter», «Lummus» va «Murrey» firmalari orqali arrali jin mashinasining yangi rusumlarini ishlab chiqarib, ulardan samarali natijalarni ola boshladi. Ishlab chiqarilayotgan mashinalar ishlash jarayoni va samaradorligi bilan ajralib turadi. Barcha jinlarning konstruktiv farqi: paxtadan iflos aralashmalarni ajratish uchun titish kamerasini mavjudligi; tolani arra tishidan cho'tkali yechilishi; ishchi kameralarini ish holatiga va undan mexanizatsiyalashtirilgan surilishi; kolosniklarning yuqori qismi orasidagi masofani kengayishi hisobiga tola bilan tiqilishini oldi olinishi; ulyukni ajratish uchun arrali silindrning markazdan qochma va gravitatsion kuchdan foydalanilishi; shu maqsadda ulyuk qovurg'asi jinining ish kolosniklaridan ortda va arrali silindr tagida o'rnatiladi; arralar orasidagi masofani o'zgartirmay arralar sonini ko'paytirilishidir [1].

Nazariy tadqiqotlar. Ma'lumki, hozirgi kungacha Amerikaning turli korxonalari tomonidan takomillashtirilgan tolani cho'tka yordamida yechib oladigan arrali jinlar ishlab chiqariladi, shu bilan birga barabanlarning cho'tkalarini sun'iy materiallar bilan almashtirayotgan.

Masalan, "Lummus" firmasining "Imperial" jinida tolani arra tishlaridan yechib olish uchun bir vaqtning uzida havo kamerasidan yoki cho'tkali barabandan foydalaniladi.

Quvurlarga uzatilgan havo oqimlari navbatdagi texnologik jarayonlari (masalan jinlash jarayonida, arra tishlaridan tolani so'rish) vositasida ajratib olish va boshqa aerodinamik tizimlar amalga oshirishi zarur bo'ladi. Bu holda bunday jarayonlar vaqt bo'yicha notekis amalga oshirishda quvurlar vositasida uzatilishiga havo oqimining ko'rsatkichlari gidrodinamika qonunlari tolani yechish (tezlik, bosim) ni ham o'zgarishiga olib keladi. Bu holda uzatish va amalga oshiriladigan texnologik jarayon ham notekis holda amalga oshadi, shu sababli asosiy aerodinamika rejimini vaqt bo'yicha o'zgarishi talab darajasida amalga oshmaydi. Texnologik jarayonni bunday notekisligini bartaraf etish uchun quvurlardan uzatilayotgan havo oqimi ko'rsatkichlarini o'zgartirish vositasida amalga oshirish mumkin.

Buning uchun har bir quvurdan uzatilayotgan havo oqimi sarfini quvurning



1-rasm. Chigit chiqaruvchi mexanizm o'rnatilgan ishchi kamera.

kesim yuzasi yoki tezligini o'zgartirish vositasida amalga oshirish mumkin. Shu munosabat bilan texnologik jarayon bilan bog'liq bo'lgan havo oqimi ko'rsatkichlari bilan quvurlari orqali uzatilayotgan havo oqimi ko'rsatkichlari orasidagi bog'lanishlarni aniqlab, ularni tadqiq etamiz.

Masala quyilishi qo'yidagidan iborat. Quvurlardan havo oqimi uzatilishi jarayonida navbatdagi texnologik jarayonlarni muqobil ishlashini ta'minlash uchun uzatish zonasidagi quvurlardagi havo sarfini qanday qonuniyatlar bilan o'zgartirib borish kerakligini aniqlash kerak. Bu holda har bir quvur orqali uzatiladigan havo miqdori ma'lum vaqt davomida unga bog'langan texnologik jarayonni (masalan jinlash jarayonini) muqobil holatda ta'minlashni amalga oshirish lozim. Faraz qilaylik, har bir texnologik jarayonni muqobil holatda bo'lishi davomida ulardagi havo oqimlari Q_{1m} , Q_{2m} va Q_{3m} ga teng bo'lsin. Bu oqimlar jaryonni muqobil borishini ta'minlasin. Bu holda quvurlardagi uzatish havo sarfini texnologik jarayonning muqobilligida shunday oqimlar hosil bo'lishini ta'minlash kerak. Amalda bunday masala RAT (rostlashning avtomatik tizimi (САР система автоматического регулирования)) ning masalasiga keltiriladi. Buning uchun havoning chiqish sarflarini belgilaydigan maxsus signallar vositasida uzatish quvurlariga xabar yuborish, ulardagi havo sarfining kerakli jinga uzatilishi ta'minlanadi. Nazariy izlanishlar esa, texnologik jarayonni bir tekisdagi davomiyligini ta'minlaydigan xollar uchun quvurlardagi havo sarfini vaqt bo'yicha o'zgarishi qonuniyatlarini keltirib chiqarishidan iborat bo'ladi.

Tajribalar ko'rsatishi bo'yicha Chigit chiqarishga yordamlashuvchi mexanizm o'rnatilgan arrali jinning unumdorligi markazdagi Chigitlarning vaqtida chiqib ketishi natijasida tola 14,2 kg arra/soat ga oshgan.

R.Muradov va A.Sarimsakovlar tomonidan taklif etilayotgan qurilma [2] ishchi kameraga paxta tushish joyiga o'rnatilgan bo'lib, u o'z o'qi atrofida aylanma harakat qiladi va bu bilan ishchi kameraga tushayotgan paxtani miqdorini bir xilda bo'lishini ta'minlab, uni ishchi kameraga kirib kelish joyida tiqilib qolishdan saqlaydi va xomashyo valigini tezligini oshirish imkonini beradi.

V.I. Kuzmin [3] jin ishchi kamerasiga diametri 130 mm teng bo'lgan plankalik-qoziqlik aylantirgich tezlatgichni o'rnatib tadqiqotlar o'tkazgan.

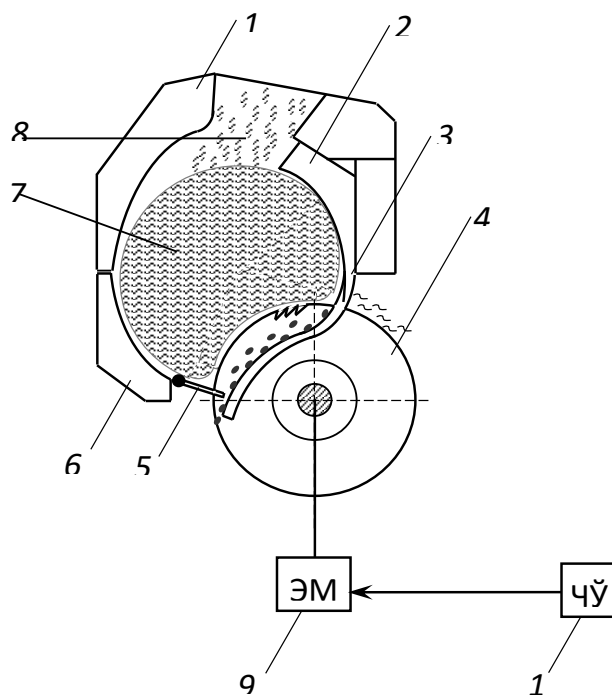
Bu aylantirgich tezlatgichga turli xil aylanish berib ko'rilganda u yaxshi samara bergan. Xomashyo valigini zichligi oshib ketib natijada tiqilib qolish holati kuzatilgan.

R.Muradov, A.Sarimsakovlar paxta tozalash korxonalaridagi mavjud arrali jin mashinalarida ishchi kamerani ikki yon qismi bilan xomashyo valigi ikki chekkasi orasidagi ishqalanish kuchi sababli ish unumdorligi past (1 ta arraga 8-10 kg/soat tola) (1-rasm). Shu munosabat bilan mualliflar tomonidan jin mashinasini takomillashtirish orqali ish unumdorligini oshirish maqsadga muvofiq deb topildi.

K.I.Ortiqova [5] o'zining PhD dissertatsiya ishida arrali silindr elektromotorining chastota o'zgartirgichi yordamida arra diski diametriga mos ravishda uning tezligi o'zgartirdi (2-rasm).

Arrali jinni chastota o'zgartirgich bilan jihozlanishi arrali silindr tezligini o'zgartirish hamda mashina unumdorligini oshirish va mahsulot sifatini saqlash imkonini beradi.

Arrali silindr tezligi rostlanadigan arrali jin quyidagicha ishlaydi. Kelayotgan paxta arrali silindr bilan kontaktga kiruvchi xomashyo valigini hosil qiladi. Xomashyo valigi dan kolosnikli panjara orqali arrali silindr yordamida



2-rasm. Arrali silindr tezligi rostlanadigan arrali jin. 1 – old fartuk, 2 – old to'sin, 3 – kolosnikli panjara, 4 – arrali silindr, 5 – Chigit tarog'i, 6 – quyi fartuk, 7 – xomashyo valigi, 8 – paxta, 9 – arrali silindr elektromotoriga, 10 – chastota o'zgartirgich.

tola ishchi kamerasidan chiqariladi, bunda Chigitni chiqarilishi Chigit tarog'i ning holati bilan rostlanadi. Arrali silindr arra disklari kichik diametriga o'zgartirilishida chastota o'zgartirgich mos ravishda arrali silindr elektromotori aylanish tezligini rostlash orqali uning chiziqli tezligini 12,2 m/s ligini ta'minlaydi. Shu bilan birga, elektromotorni chastota o'zgartirgich bilan ta'minlanishi mashina unumdorligini oshishiga olib keladi.

Sh.K.Usmonov [6,7] ishida ishchi kameradagi xomashyo valigi zichligining oshib ketishi natijasida hosil bo'luvchi tiqilishlarning oldini olish uchun ishchi kameradagi (ishchi qo'lda bajaruvchi jarayon) ko'tarish tushirish qurilmasini avtomatlashtirishni ko'rib chiqdi va mexanizm 2 xil: mahalliy va avtomatik boshqaruv rejimida ishlaydi. Mahalliy boshqaruv rejimida ko'tarish-tushirish jarayoni boshqaruv panelidagi tugma orqali boshqariladi.

Mashinaning unumdorligi bir minutda ajratilgan tola massasini tarozida tortib, 60 min ga ko'paytirildi va 30 ta arraga bo'lib aniqlandi.

Tajribada kiruvchi omil qilib quyidagilar olindi:

x_1 – tezlatgichning diametri, mm ;

x_2 – tezlatgichning aylana tezligi, ayl/min.

Chiquvchi parametr qilib esa quyidagilar olindi:

y_1 – mashinaning tola bo'yicha unumdorligi, kg arra/h;

y_2 – xomashyo valigining zichligi, kg/m³;

y_3 – mashinaning Chigit bo'yicha unumdorligi, kg/h;

y_4 – tolaning shtapel uzunligi, mm;

y_5 – toladagi nuqsonlar va iflos aralashmalar massaviy ulushi, %;

y_6 – Chigitning tukdorligi, %;

y_7 – Chigitning mexanik shikastlanganligi, %

Xulosa. Arrali jindan chiqqan maxsulotlar asosan 2 ta tarkibga bo'linadi: tola va Chigit. Tolaga nisbatan Chigit ko'proq chiqishini taxlil natijalaridan ko'rishimiz mumkin. Chigit turlicha ravishda ishchi kameradan chiqishi sababli bular saralab olinadi. Natijada urug'lik va texnik Chigitlarga ajratiladi. Bundan tashqari tajribalarimiz natijasida puch Chigitlar va tolasi bor Chigitlar ham mavjud ekanligini aniqladik. Tolasi bor Chigitlar qaytadan arrali jinga beriladi.

Adabiyotlar

- [1]. A.U. Sarimsakov, D.M. Kurbonov, Sh.Sh. Xalikov. (2019) The study of the crucible rotation of raw materials with a practical way // Economy and society-2019.- №12(67).- URL: https://iupr.ru/domains_data/files/67/Sarimsakov.pdf
- [2]. Umarov, A., Kurbanov, D., Kenjayeva, M. and Mardonov, B. (2021) Modeling the Process of Transportation of Seed Cotton through the Parameters of the Food Zone. Engineering, 13, 493-501. <https://doi.org/10.4236/eng.2021.139035>
- [3]. Umarov, A., Ortikova, K. and Sarimsakov, A. (2020) Analysis of Speeds of Cylinders of Saw Gins and Linters and Determination of Critical Frequencies for them. Engineering, 12, 715-722. <https://doi.org/10.4236/eng.2020.1210050>
- [4]. A.Sarimsakov, R.Muradov, B.Mardonov. Modeling Of the Process of Interaction of the Saw Cylinder with the Raw Material In The Process Of Ginning // TEST Engineering and Managemant May-June 2020 ISSN: 0193-4120 Page No. 27386– 27391 <http://testmagazine.biz/index.php/testmagazine/article/view/12709>
- [5]. Akramjon Sarimsakov Usmanovich. (2021). Research of Rotational Motion of Seed Roller of the Gin Stand. Design Engineering, 10655 - 10661. Retrieved from <http://www.thedesignengineering.com/index.php/DE/article/view/6122>
- [6]. Komilov, Shuhratjon Rahimjon o'g'li; Mamadaliev, Nodirbek Vali o'g'li; Sarimsakov, Akramjon Usmanovich; and Muradov, Rustam Muradovich (2021) "Analysis of the works of the performed scientific research on the improvement of the saw jean design". Scientific Bulletin of Namangan State University: Vol. 2: Iss. 2, Article 27. Available at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu/vol2/iss2/27>
- [7]. A. Sarimsakov, K. Artikova, R. Muradov. (2020). The effect of the speed of the seed roller on the efficiency of the gin machine // technical.tadqiqot.uz, 4(3), 36-43. <http://dx.doi.org/10.26739/2181-9696-2020-4-7>

УДК 656.25

**ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
МИКРОПРОЦЕССОРНОГО ИМПУЛЬСНОГО ПРИЕМНИКА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИРТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ**

Н.М. Арипов, А.Н. Садиков

Ташкентский государственный транспортный университет

san.pgups@gmail.com

(Получена 22.10.2024 г.)

Annotatsiya. *Temir yo'l rels zanjirlari foydali signallarini aniqlash samaradorligi ko'plab omillar bilan belgilanadi: qayta ishlov berish usullari, qabul qiluvchi qurilmaning kirish qismidagi signal/xalaqt nisbati, analog-raqamli o'zgartirgichning kengligi, aloqa kanali parametrlarining barqarorligi va boshqalar. Mikroprotsektorli impulsli rele ishlashini o'rganish uchun PROTEUS muhitida virtual model ishlab chiqildi*

Kalit so'zlar: *signal, rels zanjiri, mikroprotsektor, impuls, signalni qayta ishlash, balast qarshiligi, mikrokontroller.*

Аннотация. *Эффективность обнаружения полезных сигналов в рельсовых цепях определяется многими факторами: методами обработки, отношением сигнал/помех на входе решающего устройства приемника, разрядностью аналого-цифрового преобразователя, стабильностью параметров канала связи и т.п. Для исследования работоспособности микропроцессорного импульсного реле разработана виртуальная модель в среде PROTEUS.*

Ключевые слова: *сигнал, рельсовый цепь, микропроцессор, импульс, обработка сигналов, сопротивления балласта, микроконтроллер.*

Annotation. *The effectiveness of detecting useful signals in rail circuits is determined by many factors: processing methods, the signal-to-noise ratio at the input of the receiver decision device, the bit capacity of the analog-to-digital converter, the stability of the communication channel parameters, etc. To study the performance of a microprocessor pulse relay, a virtual model was developed in the PROTEUS environment.*

Key words: *signal, rail circuit, microprocessor, pulse, signal processing, ballast resistance, microcontroller.*

Дальнейшее совершенствование систем контроля состояний рельсовых линий связано с переводом технических средств на современную, более надежную микроэлектронную элементную базу, применением новых алгоритмов обработки полезного сигнала.

Пути повышения устойчивости работы рельсовых цепей в условиях воздействия дестабилизирующих факторов направлены на совершенствование характеристик технических средств, поиск наиболее рациональных форм полезных сигналов, создание современных алгоритмов принятия решения о состоянии рельсовой линии [1]. Одним из перспективных направлений повышения устойчивости функционирования систем КРЛ в условиях воздействия дестабилизирующих факторов является совершенствование методов обработки сигналов контроля.

Алгоритмы обнаружения полезных сигналов в микроэлектронных приемниках, как правило, рассчитаны на работу в реальном масштабе времени [2]. Прецизионная обработка сигналов с применением специальных методов статистического анализа дает возможность автоматически обнаруживать изменение состояния рельсовой линии при малых отношениях сигнал/помеха, что позволяет экономить значительные энергетические ресурсы.

При построении приемников сигналов контроля состояний рельсовых линий, рассчитанных на работу в условиях не стабильного сопротивления поездного шунта, пониженном сопротивлении балласта, а также в условиях воздействия комплекса электромагнитных помех, хорошие результаты дает использование математического аппарата обнаружения разладки случайного процесса [3].

Эффективность обнаружения полезных сигналов в рельсовых цепях определяется многими факторами: методами обработки, отношением сигнал/помех на входе решающего устройства приемника, разрядностью аналого-цифрового преобразователя, стабильностью параметров канала связи и т.п. Однако важнейшую роль играет качество алгоритмического обеспечения, используемого для решения задач контроля состояний рельсовых линий [4]. В настоящее время известно большое количество алгоритмов обнаружения контрольных сигналов. Многообразие их обусловлено принятыми при синтезе критериями оптимальности, методами технической реализации аппаратных средств, элементной базой и рядом других факторов.

Для исследования работоспособности микропроцессорного импульсного реле разработана виртуальная модель в среде PROTEUS, принципиальная схема которой показана на рис.1. На ней видно, что в качестве центрального логического устройства, выполняющего работу импульсного реле, применен микроконтроллер семейства STM32. Вся логика работы реле с помощью программного обеспечения введена именно в этот микропроцессор [5].

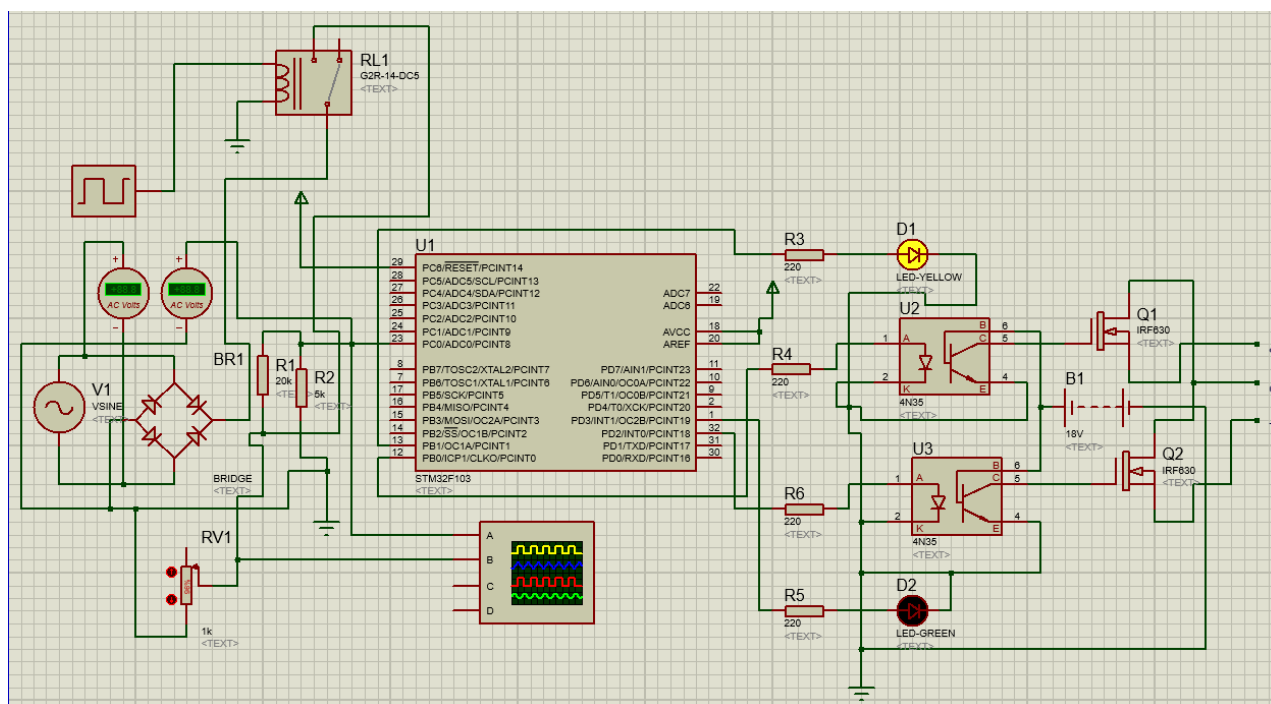


Рис.1. Виртуальная модель микропроцессорного импульсного реле.

На входе в микроконтроллер применяется диодный мост, выполняющий аналогичную функцию что и при старом устройстве, т.е. выпрямления поступающего переменного напряжения [6]. С помощью делителя напряжения микроконтроллер защищен от высокого внешнего напряжения, т.е. с делителя берется необходимое входное напряжение, которое должно быть в диапазоне напряжения работы микроконтроллера. На осциллографе все диаграммы различных напряжений анализируются [7].

В зависимости от входных значений напряжений (срабатывания и отпускания) микроконтроллер на выходе вырабатывает логическую единицу или ноль. К выходам микроконтроллера подключены оптроны U2 и U3, осуществляющие гальваническую развязку (защиту) микроконтроллера от высокого напряжения. Контактная группа реализована на элементах Q1 и Q2, представляющие собой MOSFET транзистор, выполняющий функцию ключа. Транзисторы подключены по схеме с общим стоком. Два светодиода выполняют функцию индикации состояния реле.

Оценим эффективность использования различных алгоритмов в приемниках систем КРЛ. Качество функционирования обнаружителей будем определять вероятностями ошибок первого и второго рода [8].

Применительно к системам КРЛ под ошибкой первого рода будем понимать вероятность ложного обнаружения $P_{\text{ло}}$ полезного сигнала в шунтовом, либо в контрольном режимах. Ошибки второго рода будем характеризовать вероятностью принять решение об отсутствии сигнала при фактическом его наличии $P_{\text{пр}}$.

Из анализа алгоритмов обнаружения [5] следует, что приемник, работающий по алгоритму кумулятивных сумм, обладает наилучшим рабочим характеристиками.

Преимуществами способа обнаружения по АКС являются:

- учет статистической структуры помех в виде формы законов распределения в шунтовом и в нормальном режимах работы;
- наличие принципиальной возможности различения близких гипотез, что особенно важно при малых значениях отношения сигнал/помеха (при большем сопротивлении поездного шунта);
- автоматическое восстановление работоспособного состояния после длительных перерывов питания.

Разработка систем контроля состояний рельсовых линий с высокими эксплуатационно-техническими характеристиками, необходимость снижения энерго и материалоемкости при одновременном увеличении надежности аппаратных средств и повышении достоверности процедур обработки полезных сигналов в условиях воздействия различного рода дестабилизирующих факторов, является актуальной задачей.

В последние годы в связи с прогрессом в области электроники и, в частности, с появлением микропроцессоров наметилась тенденция широкого их использования в системах железнодорожной автоматики. Внедрение микропроцессорной и микроэлектронной техники позволяет устранить основные недостатки релейных систем контроля состояния рельсовой линии, такие как неустойчивость работы в условиях воздействия дестабилизирующих факторов, низкую надежность и высокую стоимость, низкое быстродействие и значительные энерго и материалоемкость [9, 10].

Отличительными чертами приемных устройств систем контроля состояния рельсовой линии, построенных на базе микропроцессорных элементов являются:

- возможность реализации адаптивных или адаптивно-робастных алгоритмов обнаружения полезного сигнала, позволяющих существенно повысить устойчивость функционирования систем контроля состояния рельсовой линии в условиях априорной неопределенности относительно параметров дестабилизирующих факторов;
- возможность программно-аппаратного комплексирования с целью повышения показателей устойчивости и безопасности функционирования;
- возможность перепрограммирования, направленная на реализацию тех или иных функций, без изменения состава аппаратных средств;
- высокий уровень унификации элементов;
- сокращение эксплуатационных расходов на обслуживание;
- сокращение сроков разработки и удешевление производства аппаратуры;
- автоматизация процессов диагностики аппаратных средств.

Новое поколение систем контроля состояния рельсовой линии, построенных на базе микропроцессоров, обладает свойствами адаптации (приспособления) и робастности (нечувствительности, устойчивости) к изменяющимся внешними воздействиями. Эти свойства являются наиболее ценными качествами приемников сигналов контроля состояния рельсовой линии, так как позволяют существенно расширить функциональные возможности систем интервального регулирования движения поездов, выполнять их универсальным по области применения без пропорционального увеличения аппаратных средств или расширения номенклатуры устройств. Все это позволяет наметить перспективы развития техники железнодорожного СЦБ от экстенсивного к интенсивному пути развития.

Список литературы.

- [1]. Азизов А.Р., Юлдашев Ш.М., Садиков А.Н. Моделирование и оптимизация алгоритма работы электромеханического импульсного реле. //Вестник транспорта Поволжья, ноябрь-декабрь 2018г. №4.

- [2]. Azizov A.R., Shakirova F.F. Method for assessing the diagnosis of the technical condition of an integrated microprocessor pulse generator of railway automation and telemechanics //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 862. – №. 5. – С. 052073.
- [3]. N.M. Aripov, A.N. Sadikov. Synthesis of resistant to changes in operating modes algorithms for processing information in the systems of monitoring the state of rail lines / Technical science and innovation. TSTU. №2. 2021. p. 152-161.
- [4]. Nazirjon Aripov, Azamat Sadikov. Experimental studies of the impulse component of the resistance of a train shunt. // Vidyabharati International Interdisciplinary Research Journal. – 2021. Special Issue. pp. 3863 – 3869
- [5]. Saitov A. et al. Improvement of control devices for road sections of railway automation and telemechanics //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 264. – С. 05031.
- [6]. N. Aripov, A. Sadikov, S. Ubaydullayev. Intelligent signal detectors with random moment of appearance in rail lines monitoring systems. // E3S Web of Conferences 264, 05039 (2021). CONMECHYDRO – 2021
- [7]. Абдуллаев Р.Б. Определение количества необнаруживаемых ошибок циклическими кодами // Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари. – 2022. – Том 19. - №1. – С. 14-18.
- [8]. Gayubov Talat, Sadikov Azamat, Ubaydullayev Saidazim. Some Problems Of The Theory Of Linearization Of Receiving Information Of A Microprocessor Receiver Of Code Auto-Locking Rail Circuits. Universum: Technical science, 2022
- [9]. Azizov A. R., Ametova E. K., Ubaydullayev S. Q. Model of circuits against repeated relays of shunting routes //Harvard Educational and Scientific Review. – 2022. – Т. 2. – №. 1.
- [10]. Гаюбов Т. Н., Садиков А. Н., Убайдуллаев С. К. Исследование нелинейных систем при приеме случайных сигналов // Universum: технические науки. – 2023. – №. 1-2 (106). – С. 45-47.

UDK 621.3.072.6

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ЧАСТОТНЫМ И ВЕКТОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Н.М. Арипов¹, Б.М. Тожиев²

¹Ташкентский государственный транспортный институт, д.т.н., профессор
aripov1110@gmail.com

²Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, докторант
bekmurodtojiev02@gmail.com
(Получена 07.11.2024 г.)

Annotatsiya. Maqolada to'xtatish energiyasi hisobidan boshqarish funksiyasi (o'zini-o'zi manbalash rejimi) va shuningdek manbalovchi tarmoq va chastota o'zgartgich orasida dvigatelni zarbsiz qayta ulashga (sinxrokommutatsiya rejimi) ega bo'lgan chastotaviy va vektorli asinxron elektr yuritmaning intellektual ish rejimlari ko'rib chiqilgan

Kalit so'zlar: Asinxron elektr yuritma, chastotaviy va vektorli boshqarishli asinxron elektr yuritmaning intellektual ish rejimlari, o'zini-o'zi manbalash va sinxrokommutatsiya rejimlari.

Аннотация: В статье рассмотрены интеллектуальные режимы работы с частотного и векторного асинхронных электроприводов оснащенных функцией управления за счет энергии торможения (режим самопитания), а также безударного переключения двигателя между преобразователем частоты и питающей сетью (режим синхрокоммутации).

Ключевые слова: асинхронный электропривод, интеллектуальные режимы работы электроприводов с частотным и векторным управлением, режимы самопитания и синхрокоммутации.

Abstract: The article discusses intelligent operating modes of frequency and vector asynchronous electric drives equipped with a control function using braking energy (self-power mode), as well as shockless motor switching between the frequency converter and the supply network (synchro-mutation mode).

Key words: asynchronous electric drive, intelligent operating modes of electric drives with frequency and vector control, self-supply and synchronous commutation modes.

Введение

Одной из современных тенденций развития преобразовательной техники для регулируемого электропривода является постоянное расширение ее функциональных возможностей, режимов работы и интеллектуальных свойств [1,2].

Широко распространенными в асинхронном частотно-регулируемом электроприводе можно считать такие режимы, как автоматическая настройка на параметры двигателя, режим энергосбережения, пуск на вращающийся двигатель с поиском частоты вращения, торможение постоянным током, автоматическое ограничение темпа торможения, управление по циклограмме в относительном и реальном времени. Ряд преобразователей оснащен интерфейсом с персональным компьютером, с различными типами датчиков угловых перемещений, поддерживает функции программ [3,4].

Методы исследования.

Введение новых объектно-ориентированных опций позволяет расширять область применения привода, снижать себестоимость проектов автоматизации промышленных установок и технологических комплексов, в частности, за счет переноса функций внешнего контроллера на программно-аппаратные средства преобразователя [5].

В дополнение к вышеуказанным функциональным возможностям преобразователи частоты оснащены функциями «самопитания» (управления за счет энергии торможения), «синхрокоммутации» (плавного переключения двигателя между ПЧ и питающей сетью), функцией защиты по динамической тепловой модели IGBT-модуля, а также могут комплектоваться программно-аппаратным модулем управления многодвигательной установкой. Рассмотрим некоторые наиболее интересные интеллектуальные режимы работы на примере их реализации в частотных электроприводах [6].

Результаты и их обсуждение.

1) *Режим управления за счет энергии торможения.* Данный режим обеспечивает работоспособность электропривода при кратковременных провалах или пропадании напряжения питания. Реализация режима основана на использовании кинетической энергии, накопленной движущимися механическими массами нагрузки и возвращаемой в инвертор при частотном торможении.

Одним из способов реализации данного режима является переход электропривода к структуре управления с внешним контуром регулирования входного напряжения инвертора и внутренним контуром регулирования активной составляющей тока. Наиболее органично эта концепция вписывается в системы векторного управления электроприводом, в которых контуры регулирования активной и реактивной составляющих тока входят в базовую структуру регулирования скорости [7].

При переходе в режим «самопитание» регулятор входного напряжения инвертора включается вместо регулятора скорости. При восстановлении питания осуществляется обратный переход к регулированию скорости. Настройка пропорционально-интегрального регулятора напряжения выполняется на симметричный оптимум.

На рис.1 приведены временные диаграммы скорости (ω), электромагнитного момента (M), входного напряжения инвертора (U_d) привода исполнения 2 при кратковременном пропадании напряжения питания и активной опции «самопитание».

Из диаграмм видно, что при пропадании напряжения питающей сети в момент времени $t=7,9$ с некоторое время привод продолжает работать с электромагнитным

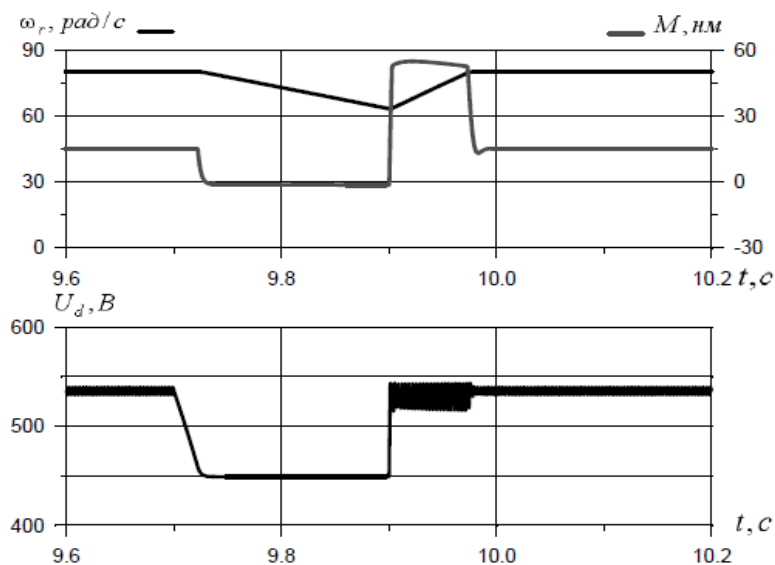


Рис.1. Временные диаграммы работы векторного привода при кратковременном пропадании напряжения питания.

моментом, равным нагрузочному, потребляя мощность из звена постоянного тока, пока напряжение U_d не снизится до порога активизации режима «самопитание». Далее момент быстро снижается до нуля (двигатель переводится в режим холостого хода), а напряжение U_d стабилизируется на заданном уровне (450 В). Скорость двигателя начинает плавно снижаться под действием момента нагрузки. При восстановлении напряжения питающей сети в момент времени $t = 9,9$ с конденсатор звена постоянного тока быстро заряжается, а скорость привода выходит на заданный уровень.

Основными достоинствами рассмотренного способа реализации режима «самопитание» являются высокая динамическая и статическая точность регулирования напряжения, отсутствие низкочастотных колебаний в напряжениях и токах, режим работы двигателя, близкий к холостому ходу и характеризующийся малыми потерями энергии.

При реализации рассмотренной концепции режима «самопитание» в рамках систем частотного управления без датчика скорости, в базовых структурах которых отсутствует регулятор активного тока, возникает проблема «мягкого» переключения между структурами (главным образом, проблема «мягкого» возврата к базовой структуре управления из режима «самопитание»).

Решением проблемы является построение вычислителя частоты для режима «самопитание» или использование опции «самоподхват» (плавный пуск на вращающийся двигатель с функцией поиска частоты вращения) при возвращении к базовой структуре управления. При этом алгоритмы реализации режима «самопитание» в системе частотного управления оказываются более сложными, требующими большего объема изменений базового программного обеспечения, чем в векторных системах.

2) *Режим безударного переключения двигателя между ПЧ и питающей сетью.* Плавное переключение двигателя между ПЧ и сетью выполняется за счет синхронизации выходного напряжения ПЧ с напряжением сети и формирования сигналов управления контакторами подключения двигателя к сети и к ПЧ (рис.2.). При этом обеспечивается возможность кратковременной работы ПЧ параллельно с сетью.

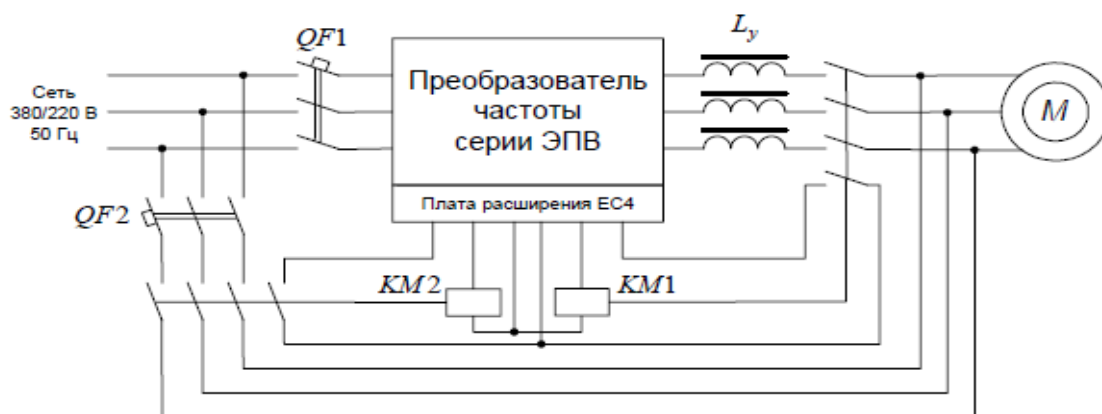


Рис.2. Упрощенная схема подключения ПЧ для работы в режиме «синхрокоммутация».

Синхронизация производится путем мониторинга мгновенных значений напряжений фаз сети с помощью датчиков, установленных на встроенной в ПЧ плате расширения ЕС4. На основе информации с датчиков вычисляется частота вращения, амплитуда и фазовый угол вектора напряжения сети. Эти значения используются в качестве задания на формирование выходного напряжения инвертора.

Система управления выполняет последовательное согласование напряжения по частоте, по амплитуде и по фазе. В целях исключения возможности возникновения аварийных режимов из-за несоответствия заданного преобразователем и реального состояний силовых контактов контакторов $KM1, KM2$ в ПЧ введены логические сигналы с их блок-контактов. Использование этих сигналов позволяет реализовать алгоритм управления,

инвариантный к времени срабатывания контакторов, и минимизировать время переключения.

На рис.3. представлены временные диаграммы фазного тока и скорости двигателя при его переключении от ПЧ к сети при отсутствии (а) и наличии (б) временной паузы на затухание поля двигателя. КМ1, КМ2 – состояния одноименных контакторов, подключающих двигатель к ПЧ и к сети соответственно.

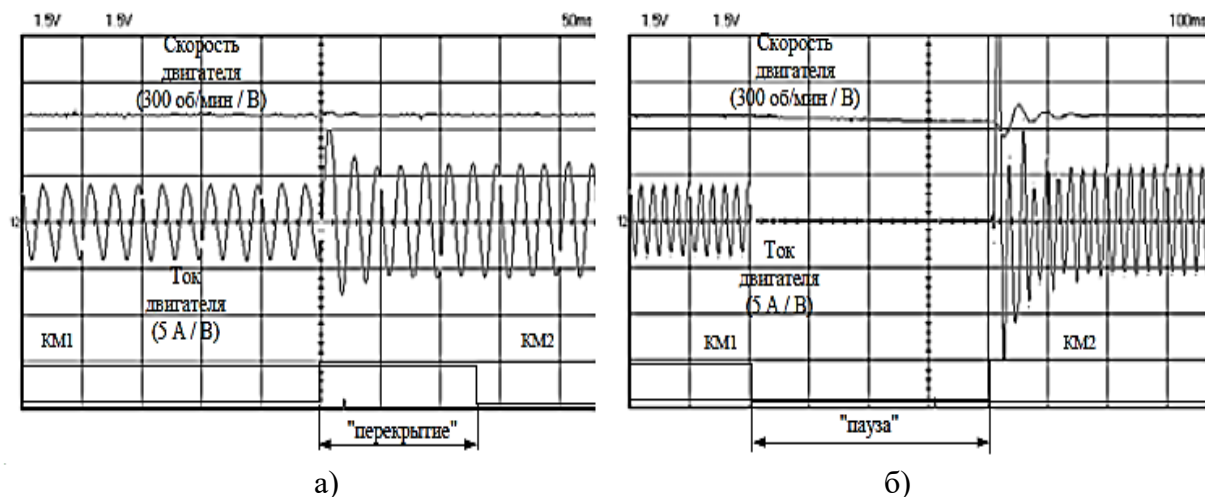


Рис.3. Временные диаграммы режима «синхροкоммутация» при отсутствии (а) и наличии (б) временной паузы на затухание поля двигателя.

Выводы.

Режим управления за счет энергии торможения. обеспечивает работоспособность электропривода при кратковременных провалах или пропадании напряжения питания. При этом алгоритмы реализации режима «самопитание» в системе частотного управления оказываются более сложными, требующими большего объема изменений базового программного обеспечения, чем в векторных системах

Плавное переключение двигателя между ПЧ и сетью выполняется за счет синхронизации выходного напряжения ПЧ с напряжением сети и формирования сигналов управления контакторами подключения двигателя к сети и к ПЧ. При этом обеспечивается возможность кратковременной работы ПЧ параллельно с сетью

Список литературы

- [1]. N.M.Aripov, B.M.Tojiyev, M.K.Otajonova Yigirish mashinalarining chastotaviv asinxron elektr yuritmani maxsus intellektual ish rejimlari. O'zbekiston to'qimachilik jurnali 2023, 28-29-noyabr. №4, T. c. 54-60
- [2]. Хошимов А.А., Арипов Н.М. Исследование частотно-регулируемого асинхронного электропривода с реализацией способа управления по модулю тока статора двигателя // Электротехника. 2002. №1.
- [3]. Aripov N.M., Usmanov Sh.Yu. Razrabotka energosberegayushevo chastotno-reguliremovogo elektroprivodov s ventelyetornoy nagruzkoy // Elektriika M. 2011 №4.
- [4]. Бродовский, В.Н. Приводы с частотно-токовым управлением / В.Н. Бродовский. – М.: Энергия, 1974. – 168 с.
- [5]. Архангельский, Н.Л. Формирование алгоритмов управления в частотно-управляемом электроприводе / Н.Л. Архангельский, В.Л. Чистосердов // Электротехника. – 1994. – №3. – С. 48–52.
- [6]. Рудаков, В.В. Асинхронные электроприводы с векторным управлением / В.В. Рудаков, И.М. Столяров, В.А. Дартау. – Л.: Энерго-атомиздат, 1987. – 134 с.
- [7]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1570794603805102>

1. “Фарғона политехника институти Илмий – техника журнали” (“Научно – технический журнал ФерПИ”, “Scientific – Technical Journal FerPI”) саҳифаларида фундаментал ва техника фанлари соҳасида янги илмий натижаларга эга бўлган ва 50 % дан ортиқ қисми илгари эълон қилинмаган ўзбек, рус, инглиз тилларида тайёрланган мақола ва қисқа хабарлар қуйидаги бўлимлар бўйича чоп этилади: **физика-математика фанлари; механика; қурилиш; энергетика, электротехника, электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари; кимёвий технология ва экология; ижтимоий-иқтисодий фанлар; қисқа хабарлар.**

2. Мақола стандарт A4 ўлчамдаги оқ қоғознинг бир томонида чапдан 30 мм, ўнгдан 15 мм, юқоридан ва пастдан 20 мм кенгликда жой қолдириб, **Times New Roman** шрифтида, **12 pt** ўлчамда, қаторлар ораси **бир оралик** билан ёзилади ва икки нусхада тақдим қилинади. Мақолалар ҳажми чизмаларсиз **саккиз саҳифадан**, қисқа хабарлар эса **уч саҳифадан** ошмаслиги ва иккинчи нусхасида барча муаллифлар фамилияси, исми ва шарифларини кўрсатиб имзо чекишлари лозим.

3. Мақолага қуйидагилар илова қилинади: иш бажарилган **ташкilot йўлланмаси**; ўзбекча, русча ва инглизча **аннотациялар** (бир хил мазмунда ва 5-6 қатордан ошмаслиги зарур), **таянч сўзлар, мақола номлари; эксперт хулосаси; муаллифлар тўғрисида маълумот** (иш жойи, лавозими, телефони, e-mail). Муаллифлар орасида фан доктори бўлмаган тақдирда, шу соҳа ихтисослиги бўйича **фан докторининг тавсияси** тақдим этилади.

4. Формулалар компьютерда Word формулалар муҳаррирининг Math Type версиясида ёзилади. Чизмалар ва диаграммалар стандарт қоидаларга риоя қилинган ҳолда 10×10 см дан катта бўлмаган ўлчамда тайёрланиши, ёзувлар имкони борида сонлар ёки ҳарфлар кўринишида берилиши ва улар мақола саҳифасида ёки чизмага иловада тушунтирилиши лозим. Мақолада чизмалар сони **4 тагача**, қисқа хабарларда эса **2 тагача** рухсат этилади.

5. Мурожаат қилинган адабиётлар рўйхати мақола охирида қуйидаги тартибда келтирилади: муаллифнинг фамилияси, исми, шарифи, китоб (журнал)нинг номи, нашриёт (китоблар учун) йили, журнал номери, саҳифа (журнал учун). Мақола саҳифаларида адабиётларга илова рақам билан тартибли равишда квадрат қавс ичида (масалан [7] кўринишида) берилади.

6. Мақолани тайёрлашга ўта синчковлик ва ўткир диққат билан ёндошиш тавсия этилади. У илмий ва грамматик жиҳатдан юқори даражада талабчанлик билан илмий мақола мақомида таҳрирланган бўлиши лозим: саёз мазмундаги, ғализ ва узундан-узоқ жумлаларни ишлатмаслик; мақоланинг илмий йўналишига, шу куннинг ечилмаган ва долзарб муаммоларига баҳо берилиши; ишнинг асосий мақсади, қўйиладиган масалалар ва уларни ечиш услублари, олинган янги илмий натижалар ва уларнинг таҳлили ҳамда аниқ хулосалар катъий кетма-кетликда равон тилда баён қилиниши лозим.

7. Таҳририят зарурат бўлганда тақдим этилган мақола ва қисқа хабарларни таҳрир қилиш ҳуқуқига эга. Улар сўзсиз таҳририят аъзоларига ёки бошқа тегишли мутахассисларга тақризга берилади.

8. Агар мақола муаллифга қайта ишлаш учун қайтарилса, мақоланинг охирги кўриниши олинган кундан бошлаб мақола таҳририятга тушган ҳисобланади.

Журнални чоп этишда doc. MS Word 97 (2003) таҳририда ишловчи дастурлардан фойдаланилади.

Мақолаларини ўз вақтида чоп этилишини истаган муаллифлар таҳририятга ана шу дастурдан фойдаланган ҳолда компьютерда терилган электрон вариантини тақдим этишлари мақсадга мувофиқдир.

9. **Журналнинг электрон вариантларини ФерПИ веб-сайти <http://www.ferpi.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal) дан топиш мумкин.**

Кўрсатилган қоидалар асосида тайёрланмаган мақолалар таҳририят томонидан қабул қилинмайди.

1. На страницах «Научно-технического журнала ФерПИ» публикуются статьи и краткие сообщения в области фундаментальных и технических наук, содержащие новые или более 50 % ранее не опубликованные научные результаты, на узбекском, русском или английском языках по следующим разделам: **фундаментальные науки; механика; строительство; энергетика, электротехника, электронные устройства и информационные технологии; химическая технология и экология; социально-экономические науки; краткие сообщения.**

2. Статья представляется в двух экземплярах на белой бумаге стандартного формата А4 с полями: слева 30 мм, сверху и снизу по 20 мм, справа 1,5 мм; шрифт Times New Roman 12 pt, междустрочное расстояние один интервал. Общий объем статьи не должен превышать восьми страниц, не считая рисунков, кратких сообщений же не более трёх страниц. Второй экземпляр статьи представляется с подписями всех авторов.

3. К статье прилагаются: **направление учреждения**, в котором выполнена работа; **экспертное заключение** (для авторов из Республики Узбекистан); на узбекском, русском и английском языках **аннотация** (из 5-6 строк одинакового содержания), **ключевые слова, название статьи; сведения об авторах** (место работы, должность, телефон, e-mail). В случае отсутствия среди авторов доктора наук представляется рекомендация доктора наук в области этой специальности.

4. Для написания формул в тексте необходимо пользоваться редактором Word Math Type. Формулы нумеруются в сквозном порядке. Для обозначения физических, математических и химических величин, включая индексы, применяются исключительно латинские и греческие буквы. Нельзя обозначать различные величины одной и той же буквой. Подготовленные рисунки и диаграммы должны соответствовать стандартным требованиям и не превышать размеры более чем 10x10 см, надписи, индексы или буквенные обозначения, желательно указать и пояснить на страницах статьи или в приложениях к рисункам.

5. Список литературы представляется в конце статьи в следующем порядке: Ф.И.О. авторов, название книги (журнала), год издания (для книг), номер журнала, страницы (для журналов). На страницах статьи ссылки на цитируемую литературу представляются в порядке упоминания арабской цифрой в квадратных скобках, например: [1].

6. Внимательно относитесь к стилю своей статьи, который должен отвечать требованиям высокой степени редактирования, как в отношении научности, так и грамматики. Избегайте длинных фраз поверхностного содержания. Для лучшего восприятия большой статьи читателями рекомендуется разбить текст на разделы: например, 1. Введение, 2. Методика эксперимента, 3. Экспериментальные результаты, 4. Заключение. Следует обязательно указать основную цель работы, постановку задач, актуальность и современность проблемы, методы и способы решения, полученные новые научные результаты и их анализ, а также конкретные выводы.

7. Представленные в редакцию статьи направляются для рецензирования членам редакции или другим соответствующим специалистам. Определяются, соответствует ли статья тематике журнала, есть ли в ней четко сформулированные новые научные результаты, достаточно ли надёжно обоснованы выводы, понятно ли изложен материал. При необходимости статья может быть отредактирована.

8. В случае возврата статьи авторам для доработки срок её поступления в редакцию, считается со дня поступления последнего её варианта.

При печати материалов журнала применяется текстовый редактор doc.MS Word 97 (2003). Для своевременного опубликования статьи, авторам необходимо представить электронный вариант статьи, набранный на компьютере с использованием указанной программы.

9. Электронные версии журнала доступны на веб-сайте ФерПИ <http://www.ferpi.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

Статьи, не оформленные согласно вышеуказанным правилам, редакцией не принимаются.

INFORMATION TO THE AUTHORS !

1. On pages “Scientific – Technical Journal Fer.PI” are published articles and short messages in the field of the fundamental and technical science, containing new or more than 50% earlier not published scientific results, in Uzbek, Russian or English languages according to the following sections: fundamental sciences; mechanics; construction; power, electrical equipment, electronic devices and information technologies; chemical technology and ecology; social and economic sciences; short messages.

2. Article is submitted in duplicate on white paper of the standard A4 format with fields: at the left 30 mm, above and below on 20 mm, on the right 1,5 mm; Times New Roman 12 pt font, interlinear distance one interval. The total amount of article shouldn't exceed eight pages, apart from drawings, the short messages, no more than three pages. The second copy of article is submitted with signatures of all authors.

3. To article are applied: the direction of establishment in which work is performed; the expert opinion (for authors from the Republic of Uzbekistan); in Uzbek, Russian and English languages the summary (from 5-6 lines of the identical contents), key words, article name; data on authors (work place, position, phone, e-mail). In case of absence among authors of the doctor of science the recommendation of the doctor of science in the field of this specialty is submitted.

4. For writing of formulas in the text the Word Math Type editors need to use. Formulas are numbered in a through order. For designation of physical, mathematical and chemical quantities, including indexes, exclusively Latin and Greek letters are applied. It is impossible to designate various sizes the same letter the Prepared drawings and charts have to conform to standard requirements and not exceed the sizes more than 10x10 cm, inscriptions, indexes or alphabetic references, it is desirable to specify and explain on pages of article or in annexes to drawings.

5. The list of references is submitted at the end of article in the following order: First name, middle initial, last name authors, the name of the book (journal), year of the edition (for books), the issue of the journal, pages (for Journal). On pages of article of the link to quoted literature are represented as a mention in the Arab figure in square brackets, for example: [1].

6. Consider to the style of the article attentively which has to meet the requirements of high extent of editing as concerning scientific character, and grammar. Avoid long phrases of the superficial contents. For the best perception of big article readers recommend to break the text into sections: for example, 1. Introduction, 2. Experiment technique, 3. Experimental results, 4. Conclusion. It is necessary to specify surely a main objective of work, statement of tasks, relevance and the present of a problem, methods and ways of the decision, the received new scientific results and their analysis, and also concrete conclusions.

7. Articles presented to edition go for reviewing to members of edition or other corresponding experts. Are defined, whether there corresponds article to journal subject, whether there are accurately formulated according to new scientific results in it, whether it is enough reliably valid conclusions, whether the material is clearly stated. If necessary article can be edited.

8. In case of article return to authors for completion, the term of its receipt in edition, is considered from the date of receipt of its last option.

At the press of materials of the journal the text editor of doc.MS Word 97 (2003) is applied. For timely publication of article, authors need to present the electronic version of article gathered on the computer with use of the specified program.

9. The electronic version of the journal is available on the FarPI website, <http://www.ferpi.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

ФарПИ ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ
ТАҲРИРИЯТИ:

Масъул муҳаррир
Мусахҳих
Мусахҳих
Компьютерда саҳифаловчи

Н.Х. Юлдашев
А.Ш. Нигматуллина
Д.Х. Мамажонова
С.Э. Йўлдашева

Таҳририят манзили:
150107. Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86 уй.
Телефон: 241-13-54.
Факс: 241-12-06.
Бизнинг сайт: <http://www.ferpi.uz>
E-mail: jurnalferpi@mail.ru

Ўзбекистон Республикаси Президенти администрацияси ҳузуридаги
Ахборот ва оммавий коммуникациялар агентлиги томонидан
Оммавий ахборот воситаси сифатида давлат рўйхатидан ўтказилиб,
2020 йил 6 августда № 1081 рақамли гувоҳнома олинди.

Босишга рухсат этилди: 21.12.2024 й.
Бичими: А4. Гарнитура Times New Roman.
Босма табоғи: 15,25. Адади 10 нусха. Буюртма № 3.
Баҳоси шартнома асосида.
УП «FARPI ALPHA PRINT» босмахонасида чоп этилди.
Фарғона шаҳар, Фарғона кўчаси 86 -уй.