

ISSN 2181-7200

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

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



2025. Том 29. № 4

*НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ФГТУ*

*SCIENTIFIC – TECHNICAL
JOURNAL of FSTU*

ФАРҒОНА – 2025

ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ ТАҲРИРИЯТИ

1997 йилдан буюн 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 рўйхатида қиртилган

Бош муҳаррир

У.Р. САЛОМОВ

Таҳрир 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. – ФДТУ

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 ДТУ
4. Тўхтақўзиёв А., т.ф.д., проф. – Ўз ФА МЭИ
5. Файзиматов Ш.Н., т.ф.д., проф. – ФДТУ
6. Валиёв Г.Н., т.ф.д., проф. – ФДТУ

Қурилиш:

1. Аббасов Ё.С., т.ф.д., проф. – ФДТУ
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. – НамМҚИ
5. Шинкова Н.Б. т.ф.д.проф. – Москва Арх. Инст., Россия

Энергетика, электротехника

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. – ФДТУ
4. Эргашев С.Ф., т.ф.д., проф. – ФДТУ

Кимёвий технология ва экология

1. Салиханова Д.С., т.ф.д. проф. – Ўз ФА УНКИ
2. Ибрагимов А.А., к.ф.д., проф. – ФДУ
3. Ибрагимов О.О., қ.х.ф.д. проф. – ФДТУ
4. Омонов Т.С., ф.-м.ф.д., проф. – Альберта Универ, Канада
5. Хамдамова Ш.Ш., т.ф.д. – ООТМХИ
6. Хамроқулов З.А., т.ф.д. – ФДТУ

Электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари:

1. Расулов А.М., ф.-м.ф.д., проф. – ФДТУ
2. Акбаров Д.Е., ф.-м.ф.д., проф. – ҚДУ
3. Нишонов А.Х., т.ф.д., проф. – ТАТУ

Ижтимоий-иқтисодий фанлар

1. Ертаев К.Е., и.ф.д. проф. – Тараз ДУ, Қозоғистон
2. Иқромов М.А., и.ф.д., проф. – Тош ИУ
3. Искандарова Ш.М., ф.-ф.д., проф. – ФДУ
4. Исманов И.Н., и.ф.д., проф. – ФДТУ
5. Жаҳонгиров И.Ж., и.ф.д. – ФДТУ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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, Д.Е. Акбаров, Ю.Ю. Вайткус, Г.Н. Валиёв, К.Е. Ертаев, И.Ж. Жаҳонгиров, А.А. Ибрагимов, О.О. Ибрагимов, М.А. Иқромов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Қасимахунова, Р.А. Муминов, И. Нуриддинов, А.Х. Нишонов, 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. Тўхтақўзиёв, 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

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

By Resolution №. 201/3 of the Presidium of the Higher
Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan dated
December 30, 2013, the journal was included in the list of
scientific publications of the HAC.

Editor-in-chief

U.R. SALOMOV

Editorial board members:

Yo.S. Abbasov, B.A. Alimatov, X.A. Akromov, N.M. Aripov, D.Ye. Akbarov, Yu.Yu. Vaitkus, G.N. Valiev, K.E. Ertaev, I.J. Jaxongirov, A.A. Ibragimov, O.O. Ibragimov, M.A. Ikramov, Sh.M. Iskandarova, I.N. Ismanov, A.M. Kasimahunova, R.A. Muminov, I. Nuritdinov, A.X. Nishonov, A.O. Odilxajayev, 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)

Nasriddinov S.S., Esbergenov D.M., Keldiev Kh.Kh., Movlonov N.T. Nikel bilan legirlangan kremniy asosidagi fizik kattaliklar datchiklarining samaradorligini oshirish	9
Ayibjanov M., To'ychibaev B.K., Yuldashev N.X. Yangi tayyorlangan va CdCl ₂ bug'i ishtirokida havoda termik ishlov berilgan shaffof kontaktli fotosezgir CdSe, CdSe:Cd,Cl plyonkalarining mikrostrukturasini tadqiq qilish	16

МЕХАНИКА

Isroilov Sh.Sh. Andijon shahrida shahar jamoat transportining tezligiga ta'sir ko'rsatuvchi omillar tahlili	25
Abdullajanov N.O., Safarov N.M. Tikuv jixozlari moki valining yeyilish turlari va bosqichlarining tadqiqi	31
Dadamirzayev D.B., Nabijonov M., Imomalieva Sh., Maxkamov A. Mashina detallarida korroziya va ishqalanish jarayonlarini yuzaga keltiruvchi omillarni o'rganish hamda ularni kamaytirish usullarini tadqiqi	37
Abdurakhimov F.F. Polimer materiallarning tuzilishi va xossalariga termik ishlov berish	42
Muradov R., Aliyev O. Paxtani mayda iflosliklardan tozalash mashinalari tahlili	51
Qosimov K., Qadirov A. Frezali-kultivator ishchi organlarini ish resursini oshirishda tiklashning takomillashgan texnologiyasidan foydalanish usullari	55
Bayboboev N.G., Toshtillaev Sh.A., Muminov A.L., Yuldashev A.M. Kartoshka kovlash mashinalarining ekspluatatsion ko'rsatgichlarini oshirish usullari	60
Yermatov R.B., Xanxadjaeva N.R. Profilaktika uchun mo'ljallangan kompression mahsulot xususiyatlari	65
Muminov R.O., Mahmudova M.F., To'xtayev B.I. Maydalagich zirhlarining chidamliligini oshirish uchun po'lat sifatini ta'minlashning texnologik usullari	73
Paluanov B.A. Tozalash mashinalarida tozalash jarayoniga ta'sir etuvchi kuchlar tahlili	77
Yunusov B.X., Dadaboyev Q.Q., Tursunov M.Ch. Bug'-gaz qurilmali issiqlik elektr stantsiyalari va ularda suvning ahamiyati	83
Berdiyev D.M., Kamilova G.M. Shtampli asboblarning mexanik xossalarini oshirish uchun termik ishlov berishning temperatura rejimlari	87
Alimova H.A., Usmonova Sh.A., Umurzakova H.H., Akmedov J.A., Gulbayev U.Ya. Tolalarni tasnifi va tarkibiga bog'liq holda aralash iplarni xususiyatlarini loyihalash	90

ҚУРИЛИШ

Jo'rayeva A.S., Martazayev A.Sh., Razzaqov S.J. Polipropilen tolalari bilan dispers armaturalangan fibrotemirbeton to'sinni chekli elementlar usulida modellashtirish	98
---	----

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Парпиева Н.Х., Қаюмов Ж.А., Парпиев Д.Х., Тўхтасинов Д.Х., Мадалиев Х.Б. Рифлали цилиндрларни геометрик аниқликда ишлаб чиқаришда чўзиш асбобининг эксплуатацион хусусиятларига таъсири	102
Rasulova B.I., Ataullov N.O., Togaymurodov S.Z. Keng impulsli rostlash paytida kommutatsiyadan oldingi tok uchun umumlashtirilgan hisoblash tenglamalari	108
Ataullayev A.O., Tog'aymurodov S.Z. Transformatorlarda magnit o'tkazgichlarining tashqi elektr maydonini kuchaytirishi sabablari	112
Akbarov D.E., Umarov Sh.A. Simmetrik blokli shifrlash algoritmlarini takomillashtirish masalalari	115
Ишназаров О.Х., Набиев М.Б. Насос станцияларида сув сатҳини бошқариш учун ноаниқ мантиқ ва PI бошқарувчиларнинг солиштирма таҳлили	121

Садуллаев Н.Н., Нематов Ш.Н. Энергия истемоли объектларининг энергетик тадқиқотларида иқтисодий ва экологик энергия самарадорлик кўрсаткичларини тадбиқ этиш зарурияти	130
Mamedov R.A., Uzokov G.N., Jamolov J.J. Erkin suv oqimi sharoitida ishlaydigan kinetik gidroturbinaga ega gidroenergetik qurilmalarini ishlab chiqishning ilmiy yondashuvlari	135
Mavlonov J.A., Olimov J.S. Konusli maydalagichning ish jarayoni va uning o'rtacha quvvat sarfi o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash	142
Nosirov F.J., Uralov J.A., Amirov Sh.T. Sug'orish tizimlaridagi parakli nasoslarining ishlash rejimlarini takomilashtirish	148
Majidov A.U. Uranni qazib olish konlardagi nasoslarning energiya sarfini tahlil qilish	155
КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ	
Kayumova I., Sodiqjonov S., Xoliqulov O., Egamberdiev E., Turabdjano S. Tabiiy bioadsorbentlar foydalanib oqova suvlardan Cu ionlarini adsorpsiyasi	160
Hamzayeva N.R., Ishimov U.J., Ziyavitdinov J.F. Organizmdagi toksinlarni rutin va kversetin yordamida kamaytirishning biokimyoviy asoslari	163
Xolxo'jayeva N.A., Sidiqov S.S., Boltayeva L.N., Maxkamov A.R., Ikramova D., Ergashev Y.T., Egamberdiyev E.A. Sellyuloza asosidagi kompozit materiallar	167
Ishimov U.J., Gafurova N.Dj., Khamidov Sh.A., Olimjonov Sh.S., Ziyavitdinov J.F. Kardin preparatining uyqu arteriyasi trombozi modeli sharoitida antitrombotik va gipokoagulyant ta'siri	173
Djalilov A.T., Karimov M.U., Ismailov F.S., Ismailova X.Dj., Farmanov B.I. Polikarboksilat efirlar asosidagi superplastifikatorlarning sement tizimlariga ta'sirini o'rganish	178
Салиханова Д.С., Усмонова З.Т. Ўсимлик чиқиндилари асосида углеродли адсорбентлар олиш, уларни қўллаш имкониятлари	183
O'ktamov D.A., To'rayev Z., Usmanov I.I. Gumus o'g'itlari va mikroelementlar	188
Арсланов И.К., Сиддиқов И.И. Маҳаллий хом ашёлар асосида хоссалари яхшиланган базальт толали фибробетон олиш	192
Mahmudova F.U. Shorsu konidan olingan gips va quymakorlik chiqindilari qo'shilgan klinker asosidagi sement toshining mikrostrukturaviy tahlili	197
ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
To'xtarov I. Globalshayotgan dunyo va shaxs ma'naviyati	201
ҚИСҚА ХАБАРЛАР	
Мартазаев А.Ш., Раззаков С.Ж. Толалар билан кучайтирилган фибротемирбетоннинг дарзбардошлиги	206
Сайдалиев К.К. Пахта линтидан микрокристалл целлюлоза олиш ва уни қўлланилиши ..	209
Ismailova G.I., Qodirova G.O., Muradov R.M. Namlik va haroratning bosmaxona ishiga ta'siri, nazorat olchov asboblari	212
Tursunmuratov O.X. Vermikulit - polietilenpoliamin va formaldegid asosida olingan sorbentning sirt yuzasi va g'ovaklik darajasi	216
Муаллифлар диққатига !	219

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Насриддинов С.С., Есбергенов Д.М., Келдиев Х.Х., Мовлонов Н.Т. Повышение эффективности датчиков физических величин на основе кремния, легированного никелем ..	9
Айибжанов М., Туйчибаев Б.К., Юлдашев Н.Х. Исследование микроструктуры фоточувствительных пленок CdSe, CdSe:Cd,Cl с прозрачными контактами, свежеприготовленных и термоочувствленных в воздухе с присутствием паров CdCl ₂	16

МЕХАНИКА

Исроилов Ш.Ш. Анализ факторов, влияющих на скорость городского общественного транспорта в городе Андижане	25
Абдулладжанов Н.О., Сафаров Н.М. Изучение видов и стадий износа челночного вала швейных машин	31
Дадамирзаев Д.Б., Набижонов М., Имомалиева Ш., Махкамов А. Изучение факторов, вызывающих процессы коррозии и трения в компонентах машин, и исследование методов их снижения	37
Абдурахимов Ф.Ф. Термическая обработка структуры и свойств полимерных материалов: Обзор	42
Мурадов Р., Алиев О. Хлопка от мелких загрязнений анализ очистных машин	51
Косимов К., Кадиров А. Способы использования усовершенствованной технологии восстановления рабочих органов фрезерно-культиваторов для увеличения ресурса их работы	55
Байбобоев Н.Г., Тоштиллаев Ш.А., Муминов А.Л., Юлдашев А.М. Методы повышения эксплуатационных показателей картофелеуборочных машин	60
Ерматов Р.Б., Ханхаджаева Н.Р. Свойства компрессионных изделий, предназначенных для профилактики	65
Муминов Р.О., Махмудова М.Ф., Тухтаев Б.И. Технологические методы обеспечения качества стали для повышения износостойкости брони дробилок	73
Палуанов Б.А. Анализ сил, влияющих на процесс очистки в очистных машинах	77
Юнусов Б.Х., Дадабоев К.К., Турсунов М.Ч. Парогазовые тепловые электростанции и значение воды в них	83
Бердиев Д.М., Комилова Г.М. Температурный режим термической обработки для повышения механических свойств штамповых инструментов	87
Алимова Х.А., Усмонова Ш.А., Умурзакова Х.Х., Ахмедов Ж.А., Гулбоев У.Я. Проектирование свойств смесовой пряжи в зависимости от состава и характеристики волокон	90

СТРОИТЕЛЬСТВО

Жураева А.С., Мартазаев А.Ш., Раззаков С.Ж. Моделирование фибробетонной балки, дисперсно армированной полипропиленовыми волокнами методом конечных элементов	98
--	----

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Парпиева Н.Х., Каюмов Ж.А.; Парпиев Д.Х., Тўхтасинов Д.Х., Мадалиев Х.Б. Влияние инструмента удлинения на эксплуатационные характеристики геометрической точности при изготовлении нарезных цилиндров	102
Расулова Б.И., Атауллаев Н.О., Тогаймуродов С.З. Обобщенные расчетные соотношения для предкоммутационного тока при широтно-импульсного регулирования	108
Атауллаев А.О., Тогаймуродов С.З. Основные причины, по которым трансформаторы усиливают внешнее электрическое поле магнитных проводников	112
Акбаров Д.Е., Умаров Ш.А. Вопросы совершенствования алгоритмов симметричного блочного шифрования	115
Ишназаров О.Х., Набиев М.Б. Сравнительный анализ нечеткой логики и PI-регуляторов для управления уровнем воды на насосных станциях	121

Садуллаев Н.Н., Нематов Ш.Н. Необходимость применения экономических и экологических показателей энергоэффективности в энергетических обследованиях объектах энергопотребления	130
Мамедов Р.А., Узаков Г.Н., Жамолов Ж.Ж. Научные подходы по разработке гидроэнергетических установок с кинетической гидротурбиной, работающих в условиях свободного потока воды	135
Мавлонов Ж.А., Олимов Ж.С. Определить зависимость между работой конусной дробилки и ее средней потребляемой мощностью	142
Носиров Ф.Ж., Уралов Ж.А., Амиров Ш.Т. Совершенствование режимов эксплуатации лопастных насосов ирригационных систем	148
Мажидов А.У. Анализ потребления энергии насосами на шахтах по добыче урана	155

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Каюмова И., Содикжонов С., Холыулов О., Эгамбердиев Э., Турабджанов С. Адсорбция ионов Си из сточных вод с использованием природных биоадсорбентов	160
Хамзаева Н.Р., Ишимов У.Дж., Зиявитдинов Ж.Ф. Биохимические основы снижения токсинов в организме с помощью рутина и кверцетина	163
Холхожаева Н.А., Сидиков С.С., Болтаева Л.Н., Махкамов А.Р., Икрамова Д., Эргашев Ю.Т., Эгамбердиев Е.А. Композитные материалы на основе целлюлозы	167
Ишимов У.Дж., Гафурова Н.Дж., Хамидов Ш.А., Олимджонов Ш.С., Зиявитдинов Ж.Ф. Антитромботическое и гипокоагулянтное действие кардина в модели тромбоза сонной артерии	173
Джалилов А.Т., Каримов М.Ю., Исмаилов Ф.С., Исмаилова Х.Дж., Фарманов Б.И. Изучение влияния суперпластификаторов на основе поликарбоксилатных эфиров на цементные системы	178
Саликханова Д.С., Усмонова З.Т. Получение углеродных адсорбентов на основе растительных отходов и возможности их применения	183
Уктамов Д.А., Тураев З., Усманов И.И. Гумус и микроэлементы	188
Арсланов И.К., Сидиков И.И. Получение фибробетона с улучшенными свойствами на основе местного сырья с базальтовым волокном	192
Махмудова Ф.У. Микроструктурный анализ цементного камня на основе клинкера с добавкой литейных отходов и гипса месторождения Шорсу	197

СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Тухтаров И. Глобализация мира и духовность личности	201
---	-----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Мартазаев А.Ш., Раззаков С.Ж. Трещиностойкость фибробетона, усиленного волокнами	206
Сайдалиев К.К. Микрокристаллическая целлюлоза из хлопкового волокна возьмите и нанесите ее	209
Исмаилова Г.И., Кодирова Г., Мурадов Р. Влияние влажности и температуры на печатную работу, контрольно-измерительные приборы	212
Турсунмуратов О.Х. Вермикулит – поверхность и уровень пористости сорбента на основе полиэтиленполиамин и формальдегида	216
К сведению авторов !	220

CONTENTS

FUNDAMENTAL SCIENCES

Nasriddinov S.S., Esbergenov D.M., Keldiev Kh.Kh., Movlonov N.T. Increasing the efficiency of physical quantity sensors based on nickel-doped silicon	9
Ayibzhanov M., Tuychibaev B.K., Yuldashev N.Kh. Research of the microstructure of photosensitive films of CdSe, CdSe:Cd,Cl with transparent contacts, freshly prepared and thermosensitized in air with the presence of CdCl ₂ vapor	16

MECHANICS

Isroilov Sh.Sh. Analysis of factors affecting the speed of urban public transport in Andijan city	25
Abdullajanov N.O., Safarov N.M. Study of the types and stages of wear of sewing machine shafts	31
Dadamirzayev D.B., Nabijonov M., Imomalieva Sh., Maxkamov A. Study of factors inducing corrosion and friction processes in machine components and investigation of methods for their mitigation	37
Abdurakhimov F.F. Thermal Treatment of the Structure and Properties of Polymeric Materials: A review	42
Muradov R., Aliyev O. Cotton from small influences analysis of cleaning machines	51
Kosimov K., Kadirov A. Ways to use the improved technology for restoring the working bodies of milling cultivators to increase their operational life	55
Bayboboev N.G., Toshillaev Sh.A., Muminov A.L., Yuldashev A.M. Methods for improving the operational indicators of potato harvesting machines	60
Yermatov R.B., Khankhadjaeva N.R. Properties of compression products intended for prevention	65
Muminov R.O., Makhmudova.M.F, To'khtayev B.I. Technological methods for ensuring steel quality to enhance wear resistance of crusher liners	73
Paluanov B.A. Analysis of forces affecting the cleaning process in cleaning machines	77
Yunusov B.Kh., Dadaboev K.K., Tursunov M.Ch. Combined cycle thermal power plants and the importance of water in them	83
Berdiev D.M., Komilova G.M. Temperature regime of heat treatment for enhancing the mechanical properties of stamping tools	87
Alimova Kh.A., Usmonova Sh.A., Umurzakova Kh.Kh., Akhmedov J.A., Gulbaev U.Y. Designing the properties of blended yarn depending on the composition and characteristics of the fibers	90

BUILDING

Juraeva A.S., Martazaev A.Sh., Razzakov S.J. Modeling of polypropylene fiber-reinforced concrete beams using the finite element method	98
--	----

ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Parpiyeva N.X, Qayumov J.A., Parpiyev D.X, To'xtasinov D.X, Madaliyev X.B. The influence of the elongation tool on the performance characteristics in geometric accuracy production of rifled cylinders	102
Rasulova B.I., Ataullaev N.O., Togaymurodov S.Z. Generalized Calculation Relations for Pre-commutation Current under PWMI	108
Ataullaev A.O., Togaymurodov S.Z. The main reasons why transformers enhance the external electric field of magnetic conductors	112
Akbarov D.E. Umarov Sh.A. Issues of improving symmetric block cipher algorithms	115
Ishnazarov O.X., Nabiyeu M.B. Comparative analysis of fuzzy logic and PI controllers for water level control at pumping stations	121

Sadullaev N.N., Nematov Sh.N. The need to apply economic and environmental indicators of energy efficiency in energy surveys of energy consumptions	130
Mamedov R.A., Uzakov G.N., Jamolov J.J. Scientific approaches to the development of hydropower systems with kinetic hydroturbines operating under free-flowing water conditions	135
Mavlonov J.A., Olimov J.S. To determine the relationship between the operation of a cone crusher and its average power consumption	142
Nosirov F.Zh., Uralov Zh.A., Amirov Sh.T. Improvement of operating modes of vane pumps of irrigation systems	148
Majidov A.U. Analysis of energy consumption of pumps in uranium mining mines	155

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Kayumova I., Sodiqjonov S., Xoliqulov O., Egamberdiev E., Turabdjanov S. Cu ion adsorption from wastewater using natural bioadsorbents	160
Hamzayeva N.R., Ishimov U.J., Ziyavitdinov J.F. Biochemical basis of reducing toxins in the organism with the help of rutine and quercetin	163
Kholkhohayeva N.A., Sidiqov S.S., Boltayeva L.N., Mahkamov A.R., Ikramova D., Ergashev Y.T., Egamberdiev E.A., Egamberdiev E.A. Cellulose-based composite materials	167
Ishimov U.J., Gafurova N.D., Khamidov Sh.A., Olimjonov Sh.S., Ziyavitdinov J.F. Antithrombotic and hypocoagulant effect of cardine in a carotious artery thrombosis model ...	173
Djalilov A.T., Karimov M.U., Ismailov F.S., Ismailova Kh.Dj., Farmanov B.I. Studying the influence of superplasticators based on polycarboxylate esters on cement systems	178
Salikhanova D.S., Usmonova Z.T. Production of carbon adsorbents based on plant waste and their application possibilities	183
U'ktamov D.A., Turayev Z., Usmanov I.I. Humus and microelements	188
Arslanov I.K., Siddikov I.I. Obtaining of fiber-reinforced concrete with improved properties based on local raw materials with basalt fiber	192
Makhmudova F.U. Microstructural analysis of cement stone based on clinker with the addition of foundry waste and gypsum from the Shorsu deposit	197

SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES

Tokhtarov I. World globalization and the spiritual development of the individual	201
--	-----

SHORT MESSAGES

Martazaev A.Sh., Razzakov S.J. Crack resistance of fiber-reinforced concrete strengthened with fibers	206
Saidaliyev K.K. Microcrystalline cellulose from cotton lint take and apply it	209
Ismailova G.I., Qodirova G., Muradov R. Influence of humidity and temperature on printing work, control and measuring instruments	212
Tursunmuratov O.X. Vermiculite - surface surface and porosity level of sorbent based on polyethylene polyamine and formaldehyde	216
Information to the authors !	221

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДАТЧИКОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО НИКЕЛЕМ

С.С. Насриддинов¹, Д.М. Есбергенов², Х.Х. Келдиев³, Н.Т. Мовлонов¹

¹Астраханский государственный технический университет в Ташкентской области,

²Нукусский государственный технический университет

³ООО "TASHELECTRONICS", ⁴АО «Узбекгидроэнерго», Узбекистан,

(Получена 27.05.2025 г.)

Annotatsiya. Kremniy namunasi yuzasidagi nikel klasterlarida ko'p miqdorda kislorod va rekombinatsion kirishmalar mavjudligi ushbu kirishmalarning klasterlar tomonidan samarali getterlanishini ko'rsatilgan. Nikelni kremniyga diffuziya qilish uchun optimal harorat aniqlangan. Klasterlarni hosil qilish uchun nikel aralashmalari atomlari bilan legirlash yuqori samarali fizik kattaliklar datchiklarini ishlab chiqarish imkonini beradi. Yarimo'tkazgichli plastinkalarini yuqori haroratli pechga kiritish har doim dislokatsiyalar, yoriqlar va muvozanatsiz nuqsonlarning turli deformatsiyalari shakllanishiga olib kelishi isbotlangan. Shuningdek, nopoklik atomlarining materialning hajmida ham, yuzasida ham notekis taqsimlanishi va o'lik qatlam hosil bo'lishi kuzatiladi. Ushbu kamchiliklar nafaqat tayyor qurilmalarning parametrlarining yomonlashishiga olib keladi, balki ularning narxini oshiradi. Kremniy asosidagi yarimo'tkazgichli materialning yangi sinfini olish texnologiyasini ishlab chiqish taqdim etilgan va uning fundamental yangi mikroelektronik qurilmalarni yaratish uchun funktsional imkoniyatlarini aniqlash uchun uning fizik xususiyatlari o'rganilgan. Nikel atomlarini kiritish kremniyda rekombinatsiya markazlarini olishning samarali usuli hisoblanadi. Nikel bilan legirlanganda, materialning elektr parametrlarida deyarli hech qanday o'zgarishlar bo'lmaydi, bu esa uni kremniy asosidagi elektron qurilmalarning barcha turlari uchun ishlatishga imkon beradi.

Kalit so'zlar: datchiklar, kremniy, nikel diffuziyasi, muvozanatsiz zaryad tashuvchilar, getterlanish, tavlanih.

Аннотация: Показано, что кластеры никеля на поверхности кремниевого образца содержат большое количество кислорода и рекомбинационных примесей, что указывает на эффективное геттерирование примесей кластерами. Определена оптимальная температура диффузии никеля в кремний. Легирование примесными атомами никеля с образованием кластеров позволяет получить датчиков физических величин с высокой эффективностью. Доказано, что, введение полупроводниковых пластин в печь с высокой температурой всегда приводит к образованию различных деформаций дислокаций, трещин и неравновесных дефектов. А также наблюдается неравномерное распределение примесных атомов, как в объеме, так и на поверхности материала, образование мертвого слоя. Эти недостатки приводят не только к ухудшению параметров готовых приборов и увеличивают их себестоимость. Приведена разработка технологии получения нового класса полупроводникового материала на основе кремния и исследовано его физических свойств, чтобы выявить его функциональные возможности для создания принципиально новых микроэлектронных приборов. Что введение атомов никеля является эффективным методом геттерирования рекомбинационных центров в кремнии. При легировании никелем практически не происходит изменений электрических параметров материала, что позволяет его использовать для всех видов электронных приборов на основе кремния.

Ключевые слова: датчики, кремний, диффузия никеля, неравновесные носители заряда, геттерирование, отжиг.

Abstract: It is shown that nickel clusters on the surface of a silicon sample contain a large amount of oxygen and recombination impurities, which indicates effective gettering of impurities by clusters. The optimal temperature of nickel diffusion into silicon is determined. Doping with impurity nickel atoms to form clusters allows obtaining highly efficient physical value sensors. It is proven that introducing semiconductor wafers into a furnace with a high temperature always leads to the formation of various dislocation deformations, cracks and nonequilibrium defects. Also, uneven distribution of impurity atoms is observed, both in the volume and on the surface of the material, and the formation of a dead layer. These disadvantages not only lead to deterioration in the parameters of finished devices but also increase their cost. The development of a technology for obtaining a new class of semiconductor material based on silicon is presented and its physical properties are studied to identify its functionality for creating fundamentally

new microelectronic devices. That the introduction of nickel atoms is an effective method for gettering recombination centers in silicon. When alloyed with nickel, there are virtually no changes in the electrical parameters of the material, which allows it to be used for all types of silicon-based electronic devices.

Key words: sensors, silicon, nickel diffusion, nonequilibrium charge carriers, gettering, annealing.

Введение: Как известно, традиционный подход к управлению параметрами полупроводниковых материалов основан на использовании процессов, включающих легирование примесями, которые создают определенные электронные уровни в запрещенных зонах. В этом случае задача состоит в том, чтобы выбрать подходящую легирующую примесь с требуемыми свойствами, оптимизировать уровень и метод легирования и получить монокристаллическую или эпитаксиальную пленку с идеальной кристалличностью и высокой однородностью, не содержащую дефектов и лишних примесей, которые могут серьезно повлиять на свойства легированного материала. В решении многих важных проблем, данная задача была успешно решена, что обеспечило быстрое продвижение полупроводниковой электроники. Тем не менее, в некоторых случаях традиционный подход сталкивается с основными ограничениями, вызванными отсутствием в природе примесей с необходимыми характеристиками, низким уровнем растворимости атомов множества примесей в кристаллической решетке полупроводника, высокой концентрацией электрически активных собственных дефектов в легированном материале и другими факторами [1].

Атомные кластеры представляют собой атомные образования, которые приводят к изменению энергетического состояния своих компонентов и оказывают влияние на основные свойства полупроводниковой матрицы, при этом фазовое состояние основного вещества остается неизменным. Физическая природа взаимодействия примесных атомов в полупроводниках заключается в стремлении системы достичь состояния с минимальной свободной энергией, что подразумевает постепенное возвращение к равновесному состоянию. Технология самоорганизации кластеров примесных атомов с использованием диффузионных технологий в настоящее время недостаточно изучена. Диффузионная технология получения наноразмерных структур является не только более доступной и дешевой технологией, позволяющей осуществлять крупномасштабное производство, но и дает возможность синтезировать наноразмерные структуры различного типа (2D, 1D, 0D), а также задавать распределение и плотность по объему кристалла [2].

Эти все свойства зависят от метода легирования примесей в кремний. Так как физические механизмы и основные методы получения и управления свойствами таких объектов, а также изучение электронных свойств полупроводников, содержащих наноразмерные кластеры на сегодняшний день остаётся актуальным. Обычные существующие методы диффузии – это проведение диффузии примеси после установления необходимой температуры в печи, то есть образцы или полупроводниковые пластины вводятся в печь после установления температурного режима и удерживаются там необходимое время. Такие методы диффузии имеют многие недостатки: Во первых введение полупроводниковых пластин в печь с высокой температурой всегда приводит к образованию различных, деформаций дислокаций, трещин и неравновесных дефектов. А также наблюдается неравномерное распределение примесных атомов, как в объеме, так и на поверхности материала, образование мертвого слоя. Образуется эрозия поверхности материала при диффузии примеси из газовой фазы. Для процесс диффузии требуется длительного времени (3÷4 часа), при этом требуется дополнительный расход энергии для установления температурного режима диффузии в печи. Все эти недостатки приводят не только к ухудшению параметров готовых приборов и увеличивают их себестоимость. В связи с этим в последнее время ведём работу над разработкой технологии получения нового класса полупроводникового материала на основе кремния и исследованием его физических свойств, чтобы выявить его функциональные возможности для создания принципиально новых микроэлектронных приборов. Основным фактором, способствующим образованию кластера, в общем смысле, является стремление системы достичь состояния с минимальной свободной энергией и управлять их параметрами, что дало бы возможность разрабатывать новые виды

приборов микроэлектроники и элементы для нее. Одна из основных особенностей диффузионного способа формирования кластеры примесных атомов никеля, когда распределение по всему объему кристалла происходит равномерно. Весьма актуальной областью исследований является изучение влияния образования электронейтральных кластеров атомов никеля внутри кремниевой кристаллической структуры на электрофизические свойства материала с целью разработки стабильного варианта кремния, способного сохранять свои параметры при различных термических воздействиях в процессе производства электронных полупроводниковых устройств [3].

Экспериментальная методология: Нами проведен диффузионный процесс, который осуществляется поэтапно, путем постепенного повышения температуры от комнатной температуры до температуры диффузии. Исходный образец и легирующая примесь помещаются в откачанные кварцевые ампулы (давление $\sim 10^{-6}$ мм.рт.ст.), которые вставляются в диффузионную печь при температуре $T=300\text{K}$. При этом, температура печи постепенно повышается со скоростью $7^\circ\text{C}/\text{мин}$ и предварительно нагревается до температуры промежуточной обработки и эта температура удерживается определенное время, затем температура печи быстро повышается со скоростью $t=20^\circ\text{C}/\text{мин}$ и так до температуры диффузии (1550°C) и образцы выдерживаются при этой температуре в течение 10 минут. После этого ампулы извлекаются из печи и охлаждаются. Такие условия легирования обеспечивают встраивание максимальной концентрации Ni в решетку Si и равномерное легирование по всему объему кристалла. Для эксперимента использовался монокристаллический кремний n-, и p-типа с концентрацией фосфора $N_P=10^{13}\div 10^{17}\text{см}^{-3}$ и концентрацией бора $N_B=10^{14}\div 10^{17}\text{см}^{-3}$. Собственные образцы имели минимальную плотность дислокаций, которая составляла $N_D<10^2\text{ см}^2$ [4]. Авторами [3] использованием метода ИК-микроскопии была обнаружена самоорганизация кластеров примесных атомов никеля в решетке кремния в условиях диффузионного легирования и при дополнительного термического отжига. Установлено, что концентрация и распределение кластеров в объеме практически однородно, а размер кластеров меняется в пределах $0,05\text{-}5\text{ мкм}$ в зависимости от условий самоорганизации. Авторами [5] был определен состав кластеры примесных атомов никеля. Ими исследована, что в процессе дополнительного термического отжига в диапазоне температур $T=650\div 900^\circ\text{C}$ происходит значительное изменение состояния, концентрации и размера кластеров примесных атомов никеля. А также авторами показано в зависимости от температуры отжига и скорости охлаждения наблюдается изменение размеров и плотности кластеров примесных атомов никеля. Ими определены, что с уменьшением температуры отжига размер кластеров увеличивается а плотность уменьшается. При уменьшение скорости охлаждения плотность кластеров уменьшается, а их размер увеличивается. Были обнаружено, что после дополнительного термического отжига меняется размеры и состояние кластеров. Дополнительный термический отжиг при $T=650\div 800^\circ\text{C}$ приводит к укрупнению кластеры примесных атомов никеля с последующем упорядочением их в различных плоскостях кристаллической решетки. А при $T>900^\circ\text{C}$ кластеры исчезают, т.е. идет распад кластеров примесных атомов никеля.

Кластеры примесных атомов никеля состоит из совокупности плотно упакованных (взаимодействующих) цепочек электронейтральных атомов никеля, находящихся в междоузельных положениях кристаллической решетки кремния. Как показали результаты исследований авторов [2], концентрация электроактивные атомы никеля в кремнии составляет около 0,1% от концентрации введенных примесных атомов никеля при $T=1200^\circ\text{C}$ температуре, а остальной никель находится в междоузельном состоянии, в том числе - в кластерах. Кластеры никеля легко образуются как в процессе диффузии, так и при дополнительного термического отжига, но они практически не влияют на электрические параметры самого материала при дополнительного термического отжига в диапазоне температур $T=400\div 1000^\circ\text{C}$ [6]. Исследованы образование кластеров примесных атомов никеля приповерхностной обогащенной никелем области кремния вызывает большой интерес.

Взаимодействия примесных атомов в решетке зависит от коэффициента диффузии примесных атомов и уровня удовлетворенности твердого раствора. Поэтому образование кластеров примесных атомов с маленьким коэффициентом диффузии происходит незаметно. Однако для таких примесных атомов при высокой концентрации ($N \sim 10^{21} \div 10^{22} \text{ см}^{-3}$) процесс образования кластеров существенно ускоряется [7, с. 513-522].

Исследовались образования кластеров и силицидов на поверхности, за счет высокой концентрации никеля, для этого использовались полированные кремниевые пластины марки КДБ-0.5 напыленный в вакууме металлический слой чистого никеля толщиной 1 мкм и проводилась диффузия в течение 10 ÷ 60 min в атмосфере воздуха при температуры $T = 800 \div 1200 \text{ }^\circ\text{C}$. Образцы охладились на воздухе. После диффузии проводился дополнительный термический отжиг при температуре $T = 650 \div 900 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 30 ÷ 60 min в атмосфере воздуха.

Для снятия остатки никеля, оксида кремния и стекол с поверхности образцов после каждого этапа проводилась химическая обработка используя 3:1 - HCl: HNO₃, 49 % HF и H₂O. Инфракрасная спектроскопия показывает, что высокая прозрачность образцов близка к прозрачности чистого кремния. В результате в объеме (и на поверхности), как после диффузии, так и после дополнительной термической обработки, образуются кластеры примесных атомов никеля столь малого размера (<0,5 мкм), что их невозможно наблюдать с помощью инфракрасной микроскопии. Следует отметить, что такие результаты наблюдались при всех исследованных температурах диффузии и в диапазоне дополнительного термического отжига $T = 800:900 \text{ }^\circ\text{C}$ [8]. При этом силициды на поверхности и объеме кремния отсутствуют, после дополнительного термического отжига появляются кластеры размером меньше микрона, но их невозможно наблюдать из-за возможностей микроскопа, распределение кластеров в объеме практически однородно и размер меньше 0.5 мкм (примерно 20:100 мкм [1]).

Следует отметить, что в областях, где присутствуют примесные атомы никеля, присутствуют и другие примесные атомы, а в областях, где примесные атомы никеля отсутствуют, не присутствуют другие атомы, кроме атомов кремния. В нашем случае области скопления примесных атомов рассматриваются как кластеры никеля.

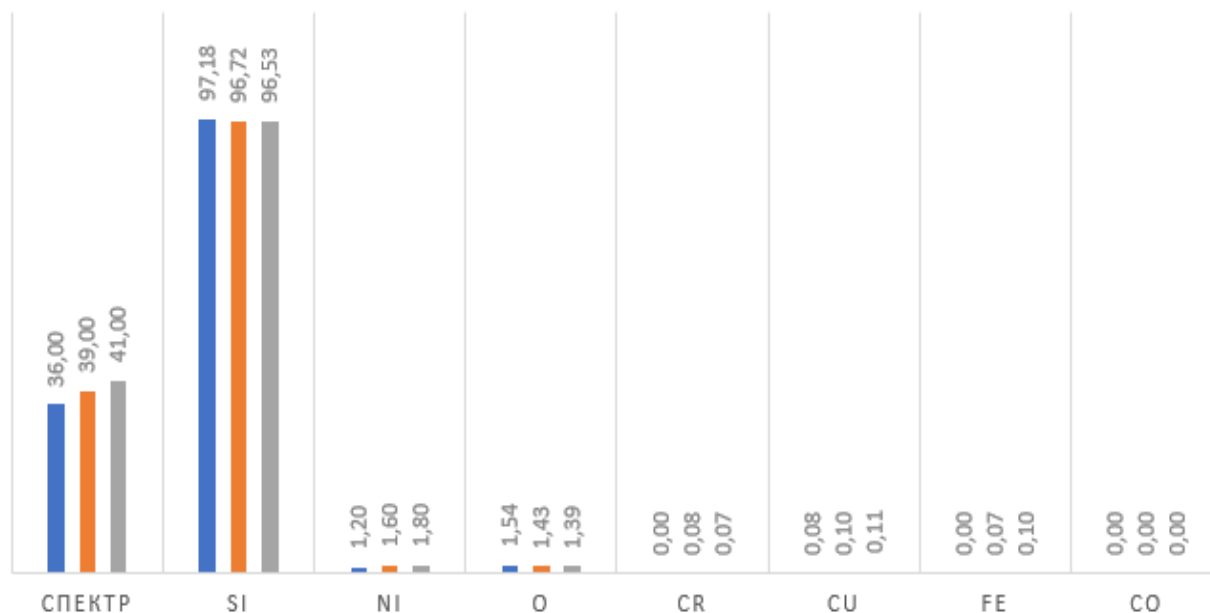


Рис.1. Состав кластеров примесных атомов никеля в поверхности, после диффузии при $T_{\text{dif}} = 850 \text{ }^\circ\text{C}$.

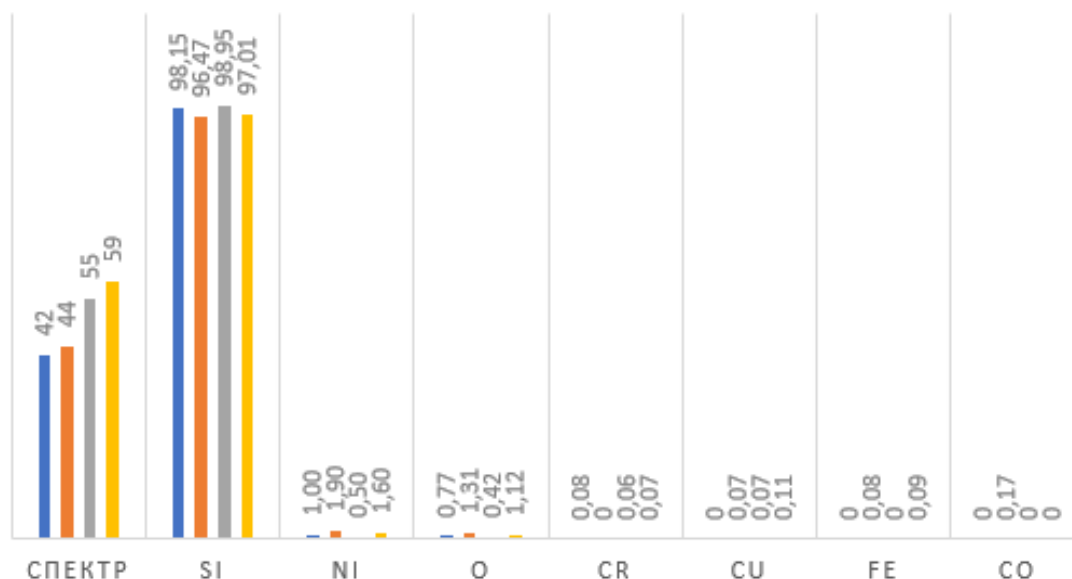


Рис.2. Состав кластеры примесных атомов никеля в объеме, после диффузии при $T_{\text{dif}} = 850$ °C.

Из рисунков 1 и 2 видно, что атомы кремния (98,95 %) наблюдаются в основном там, где присутствуют кластеры. Никель (1,9 %), кислород (1,54 %), Cr (0,08 %), Cu (0,11 %), Fe (0,10 %).

В работе [9-10] исследованы, направленную на создания датчиков физических величин. Разработан способ легирования для получения чувствительных элементов современных измерительных приборов. Показан способы легирования заключающим в проведении диффузии химически осажденного тонкого слоя атомов никеля, в воздухе, постепенно и поэтапно управляя температуры диффузии начиная $T=300$ К. Экспериментально определены оптимальные скорости нагрева температуры, число этапов и время выдержки в этапах, а также конечная температура диффузии позволяющий формировать кластеры примесных атомов и максимальное участие введенных примесных атомов в этих кластерах. Управляя условием легирования был получен: кремний с удельным сопротивлением $\rho=10^2\div10^5$ ом.см при $T=300^\circ\text{C}$. На основе этих материалов на следующем этапе были, изготовлены чувствительные элементы размер которых $1\times1\times1$ мм. Следует отметить, что параметры более 100 чувствительных элементов полученных на основе одной пластины практически одинакова, что свидетельствует о высокий воспроизводимости разработанной технологии. Миниатюрные размеры датчика позволяют спроектировать переносной вариант измерительных приборов физических величин. Изготовленный датчик измеряет величину, пропорциональную ρv в одной точке. Увеличение времени жизни неосновных носителей заряда (ННЗ) является главным критерием оптимизации технологии датчиков физических величин. Основной способ увеличения времени жизни в структурах датчиков геттерирование. Геттерирование примесных атомов позволяет не только повысить время жизни ННЗ, но также обеспечивает стабильность электрических и рекомбинационных параметров материала, который многократно подвергается термообработке в процессе изготовления датчиков физических величин.

Известно [11], что никель в кремнии имеет достаточно высокую объемную растворимость (до концентраций $N \sim 10^{18}$ см⁻³), а в приповерхностной области ($d=2\text{-}3\text{мкм}$) его концентрация может достигать $N_s \sim (10^{20}\text{-}10^{21})$ см⁻³. Основная часть растворенных в объеме атомов, 99.999%, а в приповерхностной области еще больше, находится в электронейтральном состоянии в междоузлиях и при определенных условиях термообработки может формировать кластеры. Кластеры никеля легко образуются как в процессе диффузии, так и при дальнейшей термообработке, но они практически не влияют на электрические параметры самого материала при термообработках в диапазоне температур

$T=400\div 1000^{\circ}\text{C}$ [11]. В работе анализируются эффективность геттерирования неконтролируемых примесных атомов кластерами атомов никеля и их влияние на параметры полупроводниковых приборов. Подтверждается, что, концентрация кислорода в образцах с никелем в 2 раза ниже, чем в контрольных. После дополнительного термического отжига концентрация кислорода в образцах, легированных никелем, уменьшается в 4.44 раза. Это означает, что введение никеля является не только достаточно эффективным методом геттерирования различных вредных примесей, но и уменьшает концентрацию кислорода в объеме кремния, т.е. геттерирует кислород. Это подтверждается работами [12], где атомы никеля геттерируют атомы растворенного в кремнии кислорода с образованием кластеров, содержащих кроме никеля значительные концентрации кислорода, кремния и различных рекомбинационных примесей.

Формирование кластеров атомов никеля в решетке кремния, находящихся в межузельных состояниях, и наличием у них геттерирующих свойств играет огромную роль в создании полупроводниковых приборов определенного направления. Это может быть связано с процессами диффузии, удалением поверхностного, обогащенного никелем, слоя или уменьшением толщины обогащенной никелем области, или с понижением концентрации атомов никеля при таких температурах диффузии.

Таким образом, на основе полученных результатов можно утверждать, что введение атомов никеля является эффективным методом геттерирования рекомбинационных центров в кремнии. При легировании никелем практически не происходит изменений электрических параметров материала, что позволяет его использовать для всех видов электронных приборов на основе кремния. Поэтому при создании полупроводниковых приборов необходимо обращать внимание на основу полупроводниковых приборов, метод диффузии, а также легирующие примеси. Внешние факторы тоже влияют на рабочие параметры таких приборов. В большинстве случаев измерение физических величин происходят в условиях интенсивного воздействия на датчики различных влияющих факторов. Например свет, температура, влажность и др. Наибольшее влияние на погрешность измерения оказывают температура рабочей и окружающей среды, циклическая температура, вибрация и ударные ускорения, акустические поля и давление окружающей среды. Поэтому при создании полупроводниковых приборов надо учесть защиты от внешних факторов для стабильной работы этих приборов. Поэтому нами использована в качестве герметика эпоксидный компаунд. Как известно эпоксидные компаунды в отвержденном состоянии отличаются общими свойствами, не зависимо от их рецептуры. Этими свойствами являются: высокая механическая прочность, водостойкость, малая влагопроницаемость, термостойкость, озоностойкость, высокая электрическая прочность. Эпоксидные компаунды обладают адгезией ко всем полярным веществам и при отверждении отличаются малой усадкой, которая колеблется, в зависимости от условий отверждения и состава компаунда, от 0,4 до 2,5% [5].

Учитывая эти характеристики эпоксидных компаундов и тот факт, что после приготовления компаунды могут находиться в жидком или маловязком состоянии или быть более или менее долговечными в зависимости от условий применения, эпоксидные компаунды могут использоваться в самых разных областях полупроводниковых приборов.

В зависимости от их предназначения эпоксидные компаунды можно классифицировать на три основные категории: пропиточные, заливочные и клеевые. [13,14]. С учетом технических требований, предъявляемых к разработанным термодатчикам, мы выбрали заливочные компаунды, которые должны обладать соответствующей вязкостью и жизнеспособностью, обеспечивая качественное заполнение необходимых объемов. Также они должны демонстрировать механическую прочность в полимеризованном состоянии, способную выдерживать возможные статические и динамические нагрузки в условиях эксплуатации, иметь низкую водопоглощаемость и влагопроницаемость, а также высокую электрическую прочность и удельное объемное сопротивление, стабильностью электрических характеристик в рабочих условиях; термостойкостью при циклическом изменении температуры; стабильным коэффициентом линейного расширения [7,8].

Для приготовления эпоксидного компаунда типа ЭКЛБ-10, используемого для герметизации терморезисторов, использовали следующие ингредиенты: Сурик свинцовый 47 г., Аэросил 1 г., Борный ангидрид 2г., Эпоксидно диановая смола ЭД 20 31г., Карбинол 3г.

Технология изготовления компаунда следующая. В подготовленную емкость загружают требуемое количество свинцового сурика и борного ангидрида, после чего тщательно перемешивают их с помощью пестика. Затем в смесь вводят аэросил. После этого их измельчают и смешивают в течение 15-20 минут. Извлечение пузырьков из смолы осуществляется путем нагрева ее в течение 20 минут при температуре 90°C в вакуумной камере, после чего она охлаждается до комнатной температуры. В процессе смешивания с помощью пипетки к смоле добавляется карбинол, и процесс продолжается в течение 1,5-2 минут. В смесь сурика свинцового, борного ангидрида и аэросила в пропорции 3:1 вливают смолу. Затем тщательно перемешивают до получения однородной смеси. Данное соединение способно защитить термистор от воздействия влаги, света и пыли. Приборы, оснащенные электронными устройствами широко используются в системах измерения физических параметров объектов. Такие приборы работают в условиях воздействия вибраций, ударов и других интенсивных механических воздействий. Если не использовать защитные средства для защиты приборов, то их надежность и стабильность могут значительно снижаться. Данный факт может привести к ухудшению стабильности и надежности работы электронных приборов. Например, при механических воздействиях (вибрации), ударах, линейных перегрузках и акустических шумах. В результате воздействия механических факторов, полупроводники меняют свои свойства. Компаунд ЭМ-3 был использован для защиты терморезисторов от различных механических воздействий. Элементный состав эпоксидного компаунда следующая: ЭМ-3 основа компаунда 614.6 г., Аэросил 14,8 г., Тальк 144.4 г., Сурик свинцовый 218.2 г., демитиланилин 8.2 мл.

Приготовление эпоксидного компаунда типа ЭМ-3 осуществляли следующим образом: Сурик свинцовый, аэросил и тальк смешиваются в течение 3 часов в специальном барабане. Пропаривается смола на глицериновой бане 10 минут, добавляется к ней малеиновый ангидрид и пропаривается еще 10 минут. Выливается эта смесь в барабан и вращается в течение 1 часа 30 минут, затем добавляется демитиланилин и перемешивается в течение 15 минут. Полученная смесь разливается по бутылкам и замораживаются в азотной печи. Затем терморезисторы, помещенные в специальные формы, порционно покрываются компаундом. На рис.3 показан внешний вид специальной формы.

При покрытии терморезисторов компаундом и полимеризации необходимо добиться того, чтобы на поверхность не оказывались большие механические напряжения. Для этого температуру при сушке и полимеризации компаунда принимали различными значениями, процесс полимеризационной сушки проводили при температуре $T=80^{\circ}\text{C}$ в течение $t=4$ часов, $T=120^{\circ}\text{C}$ в течение $t=12$ часов и $T=140^{\circ}\text{C}$ в течение $t=24$ часов, то есть компаунд высушивали при высоких температурах в течение длительного времени, наблюдалось, что он остается неизменным. Эти эксперименты позволили максимально снизить воздействие механических напряжений на поверхность при герметизации терморезисторов.

Результаты и обсуждение: Таким образом большим преимуществом термисторов является разнообразие форм и миниатюрность. Такие миниатюрные датчики позволяют измерять температуру даже внутри труднодоступных объектов. Защищенные от внешних воздействий терморезисторы повышают точность и надежность измерения температуры. Терморезисторы, изготовленные на основе сверхкомпенсированного кремния, помимо температуры очень чувствительны к свету, и эта характеристика датчиков также вызывает ошибки в измерении температуры. Поэтому при размещении терморезисторов в герметичных

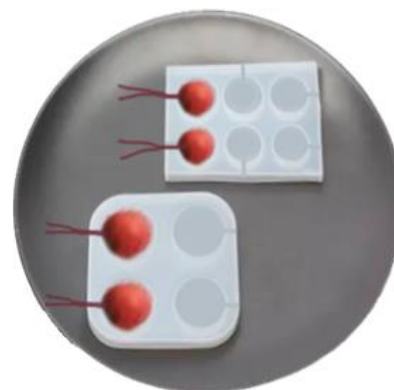


Рис.3. Внешний вид специальной формы.

корпусах или выборе компаунда требуется, чтобы материал был непрозрачным. Теплопроводность материала, используемого для герметизации, также должна быть высокой. Это улучшает взаимодействие термистора с измеряемой средой, увеличивает скорость работы и в то же время снижает тепловыделение, выделяемое за счет тока, проходящего через термистор.

Список литературы

- [1]. М. Г. Мильвидский, В. В. Чалдышев, Наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках — новый подход к формированию свойств материалов, *ФТП*, 1998, том 32, № 5, с. 513-522.
- [2]. Abdurakhmanov B. A., Bakhadirhanov M. K., Ayupov K. S., Iliyev H. M., Saitov E. B., Mavlyanov A., Kamalov H. U., Formation of Clusters of Impurity Atoms of Nickel in Silicon and Controlling Their Parameters// *Nanoscience and Nanotechnology*, 2014. 4(2), pp. 23-26. doi:10.5923/j.nn.20140402.01
- [3]. Зикриллаев Н.З., Исмаилов Б.К., Исамов С.Б., Тачилин С.А. Повышение термостабильности кремния при формировании кластеров примесных атомов никеля. // *Физика полупроводников и микроэлектроника*. 2019. №5. с. 45-52.
- [4]. Насриддинов С.С. Исследование термодатчиков на основе Si. Журнал нано- электронной физики. Том 7 № 3, 03037(5cc) (2015)
- [5]. Bakhadyrkhanov M.K., Ismailov K.A., Ismaylov B.K., Saparniyazova Z.M. Clusters of nickel atoms and controlling their state in silicon lattice. // *SPQEO*, 2018. V. 21, N 4, pp. 392-396. doi: https://doi.org/10.15407/spqeo21.04.392
- [6]. S.A. McHugo, H. Hieslmair, E.R. Weber, Gettering of metallic impurities in photovoltaic silicon, *Appl. Phys. A*, 1997. Vol. 64, pp. 127-137. https://doi.org/10.1007/s003390050453
- [7]. Зайнабидинов С., Абдурахманов К.П., Лебедев А.А., Далиев Х.С., Утамурадова Ш.Б., Ходжаев М.Д., Тешабаев А.Т. В кн.: Свойства легированных полупроводниковых материалов, М., 1990.
- [8]. M.K. Bahadirhanov, B.K. Ismaylov, K.A. Ismailov, N.F. Zikrillaev, S.B. Isamov. On How Thermal Annealing Affects the State of Clusters of Nickel Atoms In Crystal Lattice Of Silicon, *International Journal of Advanced Science and Technology*, 2020. 29 (9), pp. 6308-6312.
- [9]. С.С. Насриддинов, Д.М. Есбергенов, Э.М. Наурзалиева. Влияние термообработки на электрические свойства кремния, легированного никелем. ISSN 2308-4804. *Science and world*. 2019. № 7 (71). Vol. I.
- [10]. Sh. B. Utamuradova, Sh. X. Daliev, S. S. Nasriddinov, Sh. A. Ismoilov, D. M. Esbergenov. Hot-Film Sensors based on Silicon with Nanoclusters of Nickel Atoms to Determine the Speed Gas Flow. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 2019, 6(9): p70-75.
- [11]. М.К. Бахадырханов, З.Т.Кенжаев, С.В.Ковешников, К.С.Аюпов, Е.Ж. Косбергенов. Влияние никеля на время жизни носителей заряда в кремниевых солнечных элементах. *Физика и техника полупроводников*, 2022, том 56, вып. 1. DOI: 10.21883/FTP.2022.01.51823.9642
- [12]. Abdurakhmanov B. A., Bakhadirhanov M. K., Ayupov K. S., Iliyev H. M., Saitov E. B., Mavlyanov A., Kamalov H. U., Formation of Clusters of Impurity Atoms of Nickel in Silicon and Controlling Their Parameters// *Nanoscience and Nanotechnology*, 2014. 4(2), pp. 23-26. doi:10.5923/j.nn.20140402.01
- [13]. К. И. Черняк «Эпоксидные компаунды и их применение». Издательство: "Машиностроение" (1967).
- [14]. Гладков А.З. Электроизоляционные лаки и компаунды. М.: Энергия, 1973, с. 23.
- [15]. Насриддинов С.С., Усманова Ш.П. Способ герметизации датчиков температуры с нанокластерами никеля. Журнал «Физика полупроводников и микроэлектроника» НИИ ФПМ г.Ташкент 2019, том 1, выпуск 2 ст. 22-26
- [16]. Казанцев С.В. Выбор конструкций герметичных кабельных вводов и соединителей // Системы контроля окружающей среды. - Севастополь: МГИ НАН Украины, 2008. - С. 115-119.

538.911, 935, 958, 975

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПЛЕНОК CdSe, CdSe:Cd,Cl С ПРОЗРАЧНЫМИ КОНТАКТАМИ, СВЕЖЕПРИГОТОВЛЕННЫХ И ТЕРМООЧУВСТВЛЕННЫХ В ВОЗДУХЕ С ПРИСУТСТВИЕМ ПАРОВ CdCl₂

М. Айибжанов, Б.К. Туйчибаев, Н.Х. Юлдашев

Ферганский государственный технический университет e-mail: uzferfizika@mail.ru
(Получена 17.04.2025 г.)

Abstract. The substructure of as-prepared CdSe and CdSe:Cd,Cl photosensitive films is analyzed as a function of the substrate temperature T_s and the time of heat treatment in air in the presence of CdCl₂ vapor. The results of electron diffraction and electron microscopy studies of films with different

process parameters are also presented. It is shown that the texture axis of the as-prepared CdSe film is perpendicular to the substrate plane and that with an increase in T_s from 250 to 400°C, the scattering angle of the texture axis increases, the proportion of the hexagonal modification, the sizes of crystallites and the regions of coherent X-ray scattering D_{cr} . After annealing in air in the presence of $CdCl_2$ ($T_{ann} = 300^\circ C$), films obtained at $T_s = 250^\circ C$ exhibit a reorientation of crystallites from the $(111)_c + (0002)_h$ plane, parallel to the substrate plane, to through the plane. This is accompanied by an increase in the crystallite size and D_{cr} , as well as a decrease in the lattice parameter and minimum dislocation density.

Keywords: photosensitive film, CdSe, CdSe:Cd,Cl longitudinal photoconductivity, polycrystal, texture, substrate temperature, heat treatment, sensitization kinetics, coherent X-ray scattering size.

Аннотация. Проведен анализ субструктуры фоточувствительных пленок CdSe-свежеприготовленной и CdSe:Cd,Cl в зависимости от температуры подложки T_n и время термической обработки на воздухе в присутствии паров $CdCl_2$. Также приведены результаты электронографических и электронно-микроскопических исследований пленок с различными технологическими параметрами. Показано, что ось текстуры свежеприготовленной пленки CdSe перпендикулярна плоскости подложки и с ростом T_n от 250 до 400°C увеличивается угол рассеяния оси текстуры, возрастает доля гексагональной модификации, размеры кристаллитов и областей когерентного рассеяния рентгеновских лучей $D_{окр}$. После отжига на воздухе в присутствии $CdCl_2$ ($T_{отж} = 300^\circ C$) в пленках, полученных при $T_n = 250^\circ C$, происходит переориентация кристаллитов от плоскости $(111)_k + (0002)_r$, параллельной плоскости подложки, к $(10\bar{1}3)$ через плоскость $(311)_k + (1\bar{1}2)_r$.

При этом наблюдается увеличение размеров кристаллитов и $D_{окр}$, а также уменьшение параметра решетки и минимальной плотности дислокации.

Ключевые слова: фоточувствительная пленка, CdSe, CdSe:Cd,Cl продольная фотопроводимость, поликристалл, текстура, температура подложки, термическая обработка, кинетика очувствления, размер когерентного рассеяния рентгеновских лучей.

Annotatsiya. Tayyorlangan sof CdSe va CdSe:Cd,Cl fotosezgir plyonkalarining mikroi tuzilishi taglik harorati T_t va $CdCl_2$ bug'i ishtirokida havoda termik ishlov berish vaqti funksiyasi sifatida tahlil qilingan. Turli xil texnologik parametrlariga ega bo'lgan plyonkalarining elektron difraksiyasi va elektron mikroskopiya tadqiqotlari natijalari ham keltirilgan. Tayyorlangan CdSe plyonkasining tekstura o'qi taglik tekisligiga perpendikulyar bo'lishi va T_t ning 250 dan 400 ° C gacha oshishi bilan tekstura o'qining sochilish burchagi, geksogonal modifikatsiyaning ulushi, kristallitlarning o'lchamlari va rentgen nurlarining kogerent sochilish sohasining o'lchami $D_{кс}$ oshib borishi ko'rsatilgan. $CdCl_2$ ($T_{qiz} = 300^\circ C$) ishtirokida havoda qizdirilgandan so'ng, $T_t = 250^\circ C$ da olingan plyonkalar taglik tekisligiga parallel ravishdagi $(111)_k + (0002)_g$ tekisligidan, $(311)_k + (1\bar{1}2)_r$ tekislik orqali $(10\bar{1}3)$ kristallitlarning qayta yo'nalishi namoyon bo'ladi.

Bu kristallitlarning o'lchamlari va $D_{кс}$ ning ortishi, shuningdek, panjara parametri va minimal dislokatsiya zichligining pasayishi bilan birga yuz beradi.

Kalit so'zlar: fotosensitiv plyonka, CdSe, CdSe:Cd,Cl, CdSe:Cu,Cl, bo'ylama foto'kazuvchanlik, polikristal, tekstura, substrat harorati, issiqlik bilan ishlov berish, sensibilizatsiya kinetikasi, kogerent rentgen nurlarining tarqalish o'lchami.

1. Введение. Исследованию электрофизических и фотоэлектрических свойств поликристаллических пленок селенида кадмия посвящено достаточно много работ [1-5]. Это связано широким применением их в области микроэлектроники и фотоники в качестве элементов памяти, детекторов видимого и γ -излучения, светодиодов и фоторезисторов. Интенсивно изучаются различные параметры, как фотопроводимость, подвижность и время жизни носителей, фоточувствительность, люкс-амперная и другие характеристики, определяющие эффективность фотоэлектрических устройств на основе пленок CdSe. Показано, что физические свойства таких поликристаллических пленок существенно зависят от их структуры: высокая пористость увеличивает коэффициента фундаментального поглощения света; размер кристаллических зерен определяется технологическим условием и сильно влияет на холловские подвижности; порой присутствуют смешанная структура из кубической и гексагональной фаз.

Однако количественных исследований параметров субструктуры поликристаллических пленок CdSe рентгеновскими, микрофотографическими и другими методами проведено мало. В связи с тем, что рентгеновские методы позволяют получить информацию

по всему объему пленок, а изучением морфологии можно управлять структурой поверхности, в настоящей работе преследовалась цель провести анализ субструктуры фоточувствительных пленок CdSe, CdSe: Cd, Cl, CdSe: Cu, Cl в зависимости от таких физико-технологических факторов, как температура подложки и время термической обработки в различных средах. Для получения дополнительных сведений о структурном совершенстве проведены, также, электронографические и электронно-микроскопические исследования пленок с различными технологическими параметрами.

2. Влияние температуры подложки на структуру свежеприготовленных пленок.

Известно, что селенид кадмия кристаллизуется так, что атом одного элемента располагается в центре правильного тетраэдра, в четырех углах которого находятся атомы другого элемента. Из таких тетраэдров возможно образование двух типов структур: сфалерита (кубическая) и вюрцита (гексагональная) [6-9]. Структура сфалерита очень сходна со структурой алмаза, однако отличается чередованием в решетке атомов двух разных элементов, сходство между гексагональной и кубической модификациями определяется одинаковым числом атомов не только в первой, но и во второй координационной сферах. В обеих структурах, во второй координационной сфере каждый атом окружен 12 атомами того же элемента. Отлично в расположении атомов обусловлено формой кубической и гексагональной структур. Разница между общими структурами состоит в положении атомов третьей координационной сферы, поскольку расстояние до атомов, расположенных в третьей координационной сфере в структуре вюрцита, несколько меньше, чем сфалерита [10,11]. Поэтому, в зависимости от условий получения, можно иметь пленки обеих модификаций.

Проведенные в настоящей работе рентгеновские исследования показали, что пленки, полученные испарением исходного материала CdSe в вакууме порядка 10^{-5} мм рт. ст. при перпендикулярном падении парового потока на стеклянные подложки со скоростью конденсации 2500 Å/мин и имеющие толщину 5-10 мкм, в интервале $T_n = 250-400^\circ\text{C}$ являются текстурированными и полифазными. Они состоят из кубической и гексагональной модификаций. При этом кристаллиты располагаются преимущественно так, что кристаллографические плоскости $(111)_k$ и $(0002)_r$ ориентированы параллельно поверхности подложки (рис. 1), первая сильная линия от центра рентгенограммы. Из представленных фоторентгенограмм следует, что с увеличением T_n , увеличивается и угол рассеяния оси текстуры (табл. 1). Существенным становится также ориентировка кристаллитов плоскостью $(10\bar{1}3)$ параллельно поверхности подложки.

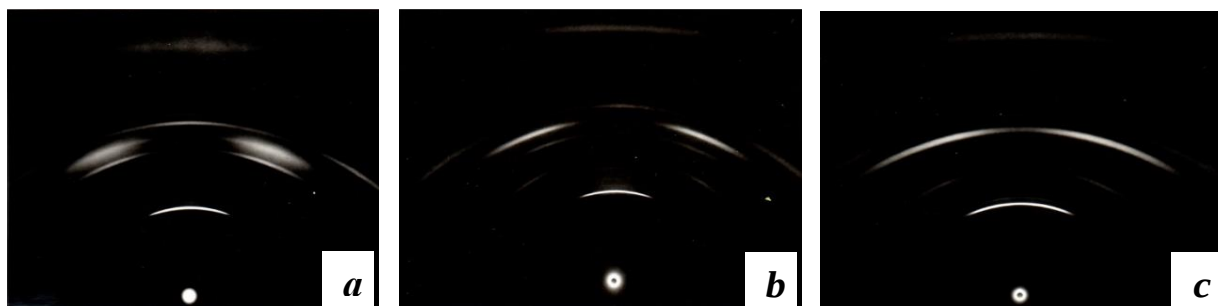


Рис.1. Фото-рентгенограммы при фильтрованном FeK_α облучении пленок CdSe, конденсированных при T_n : а -250°C; б -300°C; в -400°C.

Таблица 1

Зависимость угла рассеяния оси текстуры $(\varphi)^1$, полученной по линии $(111)_k + (0002)_r$ пленок, конденсированных при различных температурах подложки

$T_n, ^\circ\text{C}$	250	300	350	400
$\varphi, ^\circ$	38	44	57	65

¹ Символом $\varphi=2\theta$ обозначен двойной угол рассеяния оси текстуры.

Следует отметить, что с увеличением температуры подложки изменяется ширина и положение рентгеновских линий. Количественный фазовый анализ по дифрактограммам пленок затруднен из-за наложения рентгеновских отражений для кубической и гексагональной модификаций селенида кадмия и наличия текстуры. Поэтому фазовый анализ был проведен на порошковых образцах. Для этого свежеприготовленная пленка отделялась от подложки, измельчалась в агатовой ступке и полученный порошок перемешивался с маслом для диффузионного насоса типа ВМ-1, не дающим рентгеновских дифракционных линий. Затем приготовленная масса наносилась на стеклянную подложку. Анализируя интегральную интенсивность дифрактометрических отражений от плоскостей $(0002)_r + (111)_k$, имеющих общий угол дифракции, находилась относительная доля гексагональной модификации (H) фазового состава определялась по соотношению [12,13]

$$\frac{I(10\bar{1}1)}{I\{(111)+(0002)\}} = \frac{\alpha H}{\beta + (1-\beta)H} \quad (1)$$

где $I(10\bar{1}1)$ и $I\{(111)+(0002)\}$ - интегральные интенсивности рефлексов от соответствующих плоскостей, а α и β - коэффициенты, равные 1,3 и 4,0 соответственно. Установлено, что количество гексагональной модификации в вышеуказанном интервале температур подложки составляет от 35 до 44 %.

На рис. 2 представлены рентгеновские штрих-диаграммы дифрактограмм пленок, конденсированных при $T_n = 350$ и 400°C . Видно, что наиболее сильной линией является $(111)_k + (0002)_r$. Остальные линии являются более слабыми или вообще не наблюдаются. Поэтому исследования параметров субструктуры пленок проводились по анализу одной линии $(111)_k + (0002)_r$ методом четвертых моментов, требующим только одной интерференционной линии.

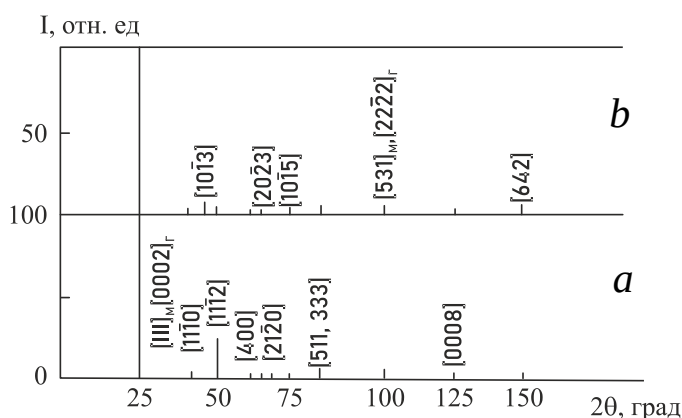


Рис. 2. Штрих диаграммы дифрактограмм свежих пленок CdSe, полученных при T_n : а – 350°C ; б – 400°C .

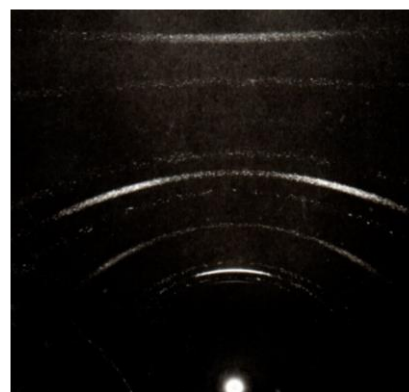


Рис. 3. Фото-рентгенограмма эталонного образца, полученная при фильтрованном FeK_α облучении.

При определении параметров субструктуры необходимо исключить из профилей используемых линий вклад, обусловленный инструментальными факторами. Этот вклад можно исключить либо теоретическим путем, либо экспериментально - использованием эталонного образца. В настоящей работе использовался второй способ. Эталонным образцом служили пленки CdSe, изготовленные методом термического испарения исходного материала в вакууме 10^{-5} мм рт. ст. на стеклянные подложки при температуре 400°C с последующей термической обработкой в газовой среде хлорида кадмия при температуре 470°C в течение 20 минут, затем охлажденные со скоростью 3 град/мин. Пленки, изготовленные таким способом, отвечали требованиям эталона как по параметрам субструктуры, так и по степени текстурирования (рис. 3).

На основании экспериментальных данных установлено, что с увеличением температуры подложки размеры областей когерентного рассеяния рентгеновских лучей $D_{окр}$

увеличиваются от 850 до 970 Å, а микро-искажения кристаллической решетки уменьшаются от $2,5 \cdot 10^{-3}$ до $6,84 \cdot 10^{-4}$. По положению наиболее интенсивной линии на дифрактограммах были определены параметры решетки. Показано, что с увеличением T_n от 250 до 400°C параметры кристаллической решетки уменьшаются от 0,6083 до 0,60818 нм.

Проведенные электронно-микроскопические исследования морфологии поверхности пленок CdSe показали, что видимая их структура зависит от T_n . На рис. 4 представлены

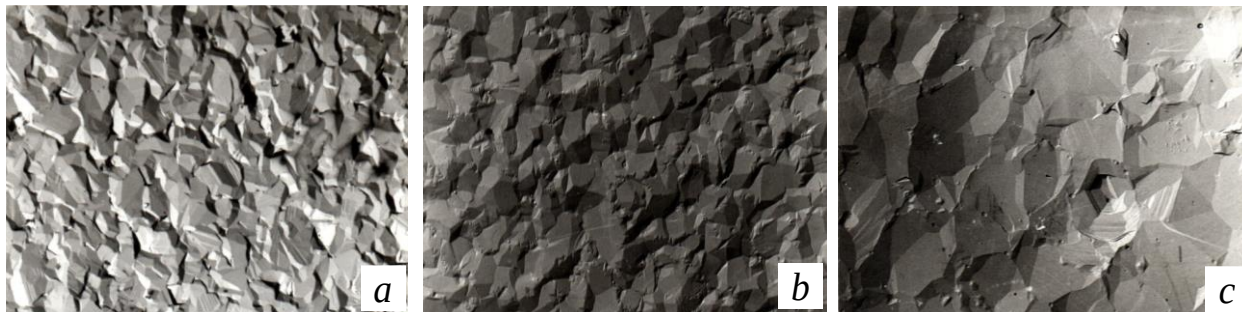


Рис.4. Электронные микрофотографии поверхности свежеприготовленных пленок CdSe, конденсированных при T_n , °C : а – 250, б – 300, в – 400 (x10000).

электронные микрофотографии (ЭМФ) поверхности пленок, полученных в интервале температур подложки 250–400°C. Из рисунка видно, что на поверхность пленки выходят кристаллиты с хорошо ограниченными вершинами и с ростом T_n наблюдается увеличение размеров кристаллитов. На электронограммах, полученных на отражение от тех же пленок (от поверхностного слоя пленок) спектры линии являются более богатыми, чем спектры линий на рентгенограммах (рис. 4). Они хорошо индуцируются на основе кубической и гексагональной модификаций.

С целью получения количественных данных о параметрах кристаллитов, наблюдаемых на поверхности пленок, были проведены измерения их линейных размеров (d') по ЭМФ пленок, полученных при различных T_n . (под линейным размером кристаллита подразумевается диаметр (d) круга, площадь которого равна средней площади кристаллита на поверхности пленки). Для этого на электронной микрофотографии исследуемой пленки произвольно выбирался участок с таким расчетом, чтобы он включал количество кристаллитов, достаточное для статистического распределения их по размерам. Величина d' определялась как частное от деления площади, занимаемой кристаллитами, на их число. Установлено, что с увеличением T_n от 250 до 400°C среднее значение d' увеличивается от 500 до 1500 нм. Фракто-графические исследования поперечных изломов пленок (рис. 5) показали, что верхняя преобладающая часть пленки имеет столбчатую структуру. Такая структура у подложки нарушается, и толщина более мелкокристаллического слоя составляет 0,5–1 мкм.



Рис. 5. Фракто-грамма поперечного излома пленки CdSe, полученной при $T_n=250^\circ\text{C}$. (x7500).

Таким образом, свежеприготовленные пленки CdSe являются текстурированными, ось текстуры совпадает с кристаллографическим направлением $(111)_a + (0002)_r$ и перпендикулярна плоскости подложки. С увеличением T_n , от 250 до 400°C увеличивается угол рассеяния оси текстуры, возрастает доля гексагональной модификации, размеры кристаллитов и областей когерентного рассеяния рентгеновских лучей, уменьшается параметр и микроискажения кристаллической решетки.

3. Исследование параметров субструктуры пленок, очувствленных на воздухе в присутствии CdCl_2 . Свежеприготовленные поликристаллические пленки селенида кадмия, как правило, являются не фоточувствительными.

Для увеличения их фоточувствительности пленки подвергаются термической обработке (ТО) в присутствии кислорода и различных активаторов. Для этой цели свежеприготовленные пленки подвергались ТО на воздухе, в газовой среде хлорида кадмия или меди, или же в вакууме [14-19]. В процессе термической обработки происходят и структурные изменения пленок. Сначала рассмотрим изменения параметров субструктуры пленок при ТО на воздухе в присутствии $CdCl_2$.

В процессе ТО одним из важных факторов является температура отжига. На основании экспериментальных данных установлено, что наиболее стабильные, с хорошими электрофизическими свойствами пленки получаются при отжиге в атмосфере $CdCl_2$ при температуре $470^{\circ}C$ [14,15]. Для выяснения характера воздействия отжига на субструктуру пленок была изготовлена серия идентичных образцов. Каждая пленка подвергалась ТО в различном промежутке времени только один раз. Изучение структуры проводилось после завершения отжига и охлаждения образцов до комнатной температуры.

Свежеприготовленные пленки, как выяснилось выше, являются текстурированными с четкой аксиальной текстурой $(111)_\alpha + (0002)_\Gamma$, угол рассеяния которой с увеличением T_n увеличивается. Такое же увеличение наблюдается и в начальные ТО пленок, полученных при одинаковой T_n и преимущественная ориентировка плоскости подложки переходит в преимущественную ориентировку плоскостью (311) , $(1\bar{1}12)$ ($t = 2$ мин), а затем и плоскостью $(10\bar{1}3)$ ($t = 4$ мин). Следует отметить, что в последнем случае имеются и кристаллиты, ориентированные беспорядочно, дальнейшее увеличение времени отжига не приводит к существенным изменениям преимущественной ориентации. Во время ТО пленок, полученных при более высоких температурах подложки, изменение текстуры пленок происходит аналогично, как и в случае $T_n = 250^\circ\text{C}$. Однако изменение переориентировки кристаллитов из одной преимущественной ориентации в другую с увеличения T_n происходит в более короткое время ТО.

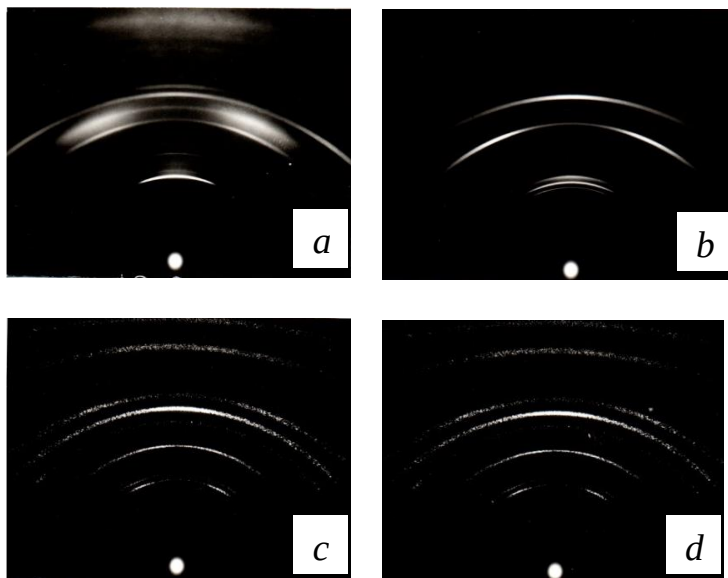


Рис. 6. Фото-рентгенограммы пленок $CdSe$, полученных при $T_{II}=250^{\circ}C$, до и после термической обработки на воздухе в присутствии $CdCl_2$: а-исходный; б- $t=2мин$; с- $t=4мин$; д- $t=10мин$.

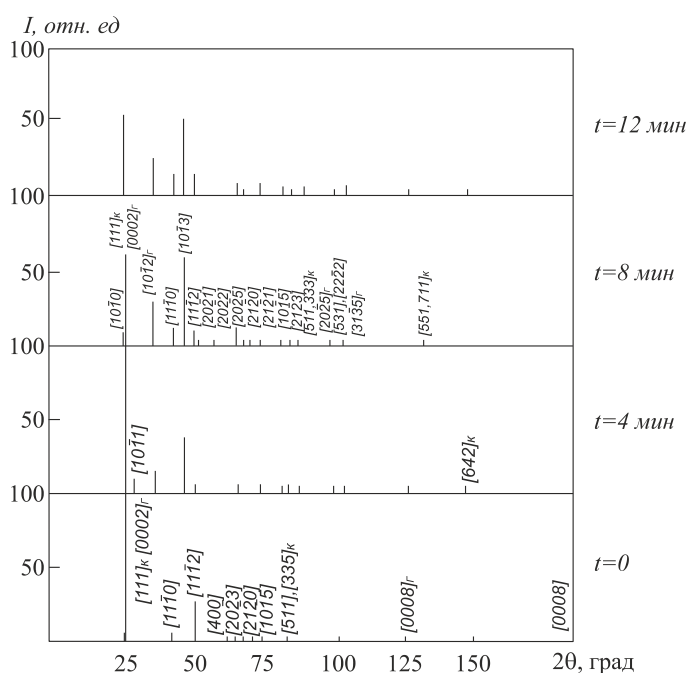


Рис. 7. Рентгеновские (штрих) диаграммы для пленок, полученных при температуре конденсации 350 °С до и после ТО на воздухе в присутствии $CdCl_2$.

Из вышеприведенных фото-рентгенограмм можно судить о качественном изменении относительной интенсивности рентгеновских линий, так как фото-рентгенограммы снимались при падении пучка рентгеновских лучей на неподвижный образец под углом 20° , т.е. получались наиболее интенсивными линии в области $20-40^\circ$. Количественное изменение относительных интенсивностей рентгеновских линий, полученных по анализу дифрактограмм, представлено на штрих-диаграммах для пленок, полученных при температуре конденсации 350 (рис. 7).

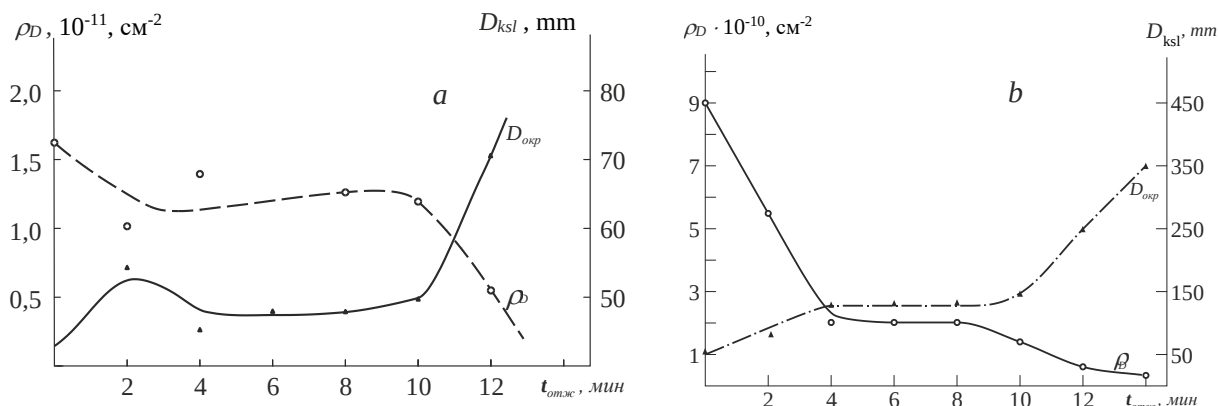


Рис. 8. Зависимость $D_{окр}$ и ρ_D от времени отжига на воздухе в присутствии CdCl_2 , полученные для пленок CdSe , конденсированных при $T_n = 350^\circ\text{C}$ (a) и $T_n = 400^\circ\text{C}$ (b).

Установлено, что количество гексагональной модификации H в отожженных пленках с увеличением времени ТО увеличивается. Так, в пленках, полученных при $T_n = 350^\circ\text{C}$ после отжига в течение 6 мин, значение H составляет 72 %.

Результаты экспериментальных данных по определению размеров областей когерентного рассеяния рентгеновских лучей от времени отжига для пленок, полученных при $T_n = 350$ и 400°C , представлены на рис. 8 a, b. Отсюда следует, что в начальные моменты

ТО наблюдается увеличение значений областей когерентного рассеяния рентгеновских лучей ($D_{окр}$), а затем в интервале времени отжига 4-10 мин. имеется плато, в котором $D_{окр}$ изменяются незначительно. Дальнейшее увеличение времени отжига приводит к довольно резкому увеличению $D_{окр}$. На этих же рисунках приведены и зависимости изменения минимальной плотности дислокаций, определенных с помощью формулы

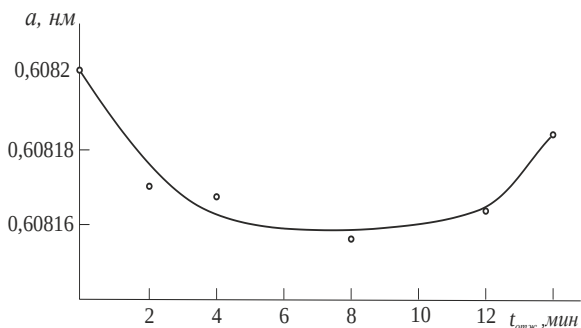


Рис 9. Зависимость параметра a решетки пленки $\text{CdSe}:\text{CdCl}_2$, от времени отжига, определенная по положению линии (333).

$\rho_D = 3n / D_{окр}^2$ [175] при $n = 1$, где n - число дислокаций на грани $D_{окр}$, от времени отжига. При этом в пленках, полученных при $T_n = 400^\circ\text{C}$,

значения существенно больше, ρ_D - меньше, чем в пленках, полученных при $T_n = 350^\circ\text{C}$.

Одним из самых существенных параметров, характеризующих структуру, является параметр кристаллической решетки a . Так как параметр решетки определяется с более высокой точностью по линиям, полученным при больших углах отражения рентгеновских лучей, a определялся по положению линии (333). На рис. 9 представлены результаты исследования параметра a пленок, полученных при $T_n = 350^\circ\text{C}$, в зависимости от времени ТО. Из рисунка следует, что с увеличением времени отжига значение параметров решетки уменьшается и приближается к параметру решетки селенида кадмия в равновесном состоянии $a = 0,60 \text{ \AA}$ [20].

Затем в промежутке времени отжига 4-10 мин a изменяется слабо, что можно объяснить превращением кубической модификации в гексагональную.

Результаты электронно-микроскопических исследований также показывают, что отжиг

пленок приводит к изменению размеров кристаллитов. Из представленных (рис. 10 а, б) микрофотографий поверхности очувствленных пленок, полученных при $T_{\text{п}}=250$ и 350°C видно, что после отжига происходит увеличение размеров зерен за счет других зерен, спрямление границ и приближение углов стыка к равновесным. Среднее значение размера зерна для пленок, полученных при $T_{\text{п}}=250^{\circ}\text{C}$, составляет порядка 1900 нм, а для пленок, полученных при $T_{\text{п}}=350^{\circ}\text{C}$ - 2100 нм. Отдельные зерна для этих пленок составляют порядка 3-4 мкм.

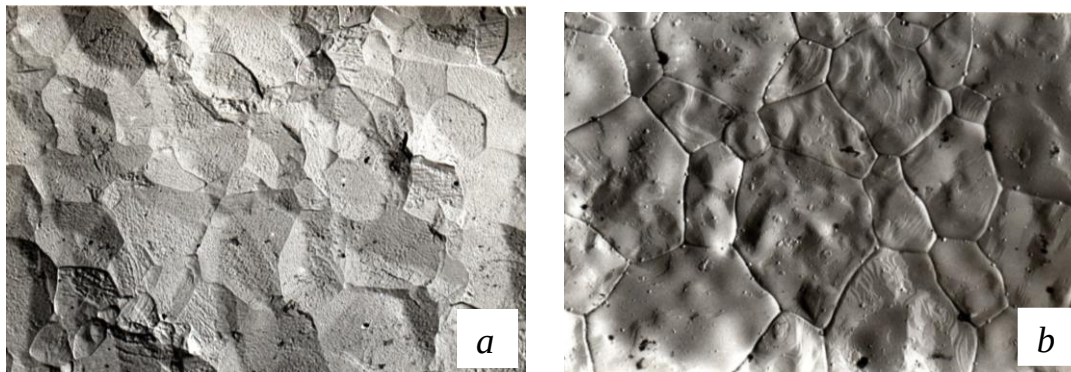


Рис. 10. Электронные микрофотографии оптимально очувствленных пленок $\text{CdSe}:\text{CdCl}_2$: а - для пленок, полученных при $T_{\text{п}}=250^{\circ}\text{C}$; б - для пленок, полученных при $T_{\text{п}} - 350^{\circ}\text{C}$

Изучение поперечного строения пленок показало, что столбчатая структура распространяется в ряде случаев на всю толщину пленки (рис. 11 а, б). Однако следует отметить, что, хотя визуально наблюдаемое по фрактограммам поперечное строение является монолитным, но на самом деле среднее значение областей когерентного рассеяния намного меньше. Это установлено результатами исследования $D_{\text{окр}}$.

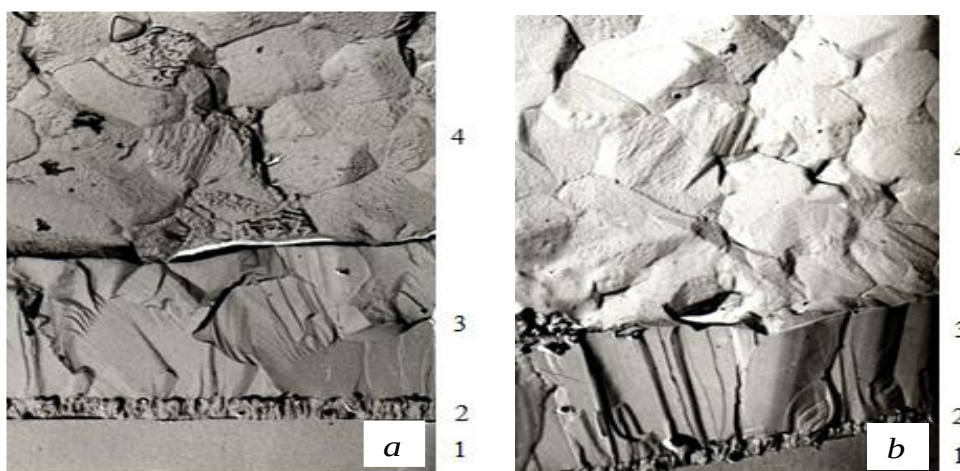


Рис.11. Фрактограммы поперечного излома оптимально очувствленных пленок $\text{CdSe}:\text{CdCl}_2$: а - для пленок, полученных при $T_{\text{п}}=250^{\circ}\text{C}$; б - для пленок, полученных при $T_{\text{п}} = 350^{\circ}\text{C}$. 1-подложка; 2-слой SnO_2 ; 3 – поперечный излом; 4 - поверхность.

4. Заключение. Термическая обработка свежеприготовленных пленок на воздухе в присутствии хлорида кадмия увеличиваются кристаллиты, размеры $D_{\text{окр}}$, возрастает доля гексагональной модификации. Угол рассеяния оси текстуры сильно увеличивается и преобладающим становится ориентации $(10\bar{1}3)$. Эта переориентация кристаллитов в обязательном порядке происходит через плоскости $(311)_k + (1\bar{1}\bar{2})_r$. Сначала наблюдается уменьшение параметра решетки, а затем его увеличение.

При ТО на воздухе в присутствии CdCl_2 ($T_{\text{отж}} = 300^{\circ}\text{C}$) в пленках, полученных при $T_{\text{п}}=250^{\circ}\text{C}$, происходит переориентировка кристаллитов от плоскости $(111)_k + (0002)_r$ параллельной плоскости подложки к $(10\bar{1}3)$ через плоскость $(311)_k + (1\bar{1}\bar{2})_r$. В пленках,

полученных при более высоких T_p , наибольшие времена ТО также приводят к появлению преимущественной ориентации кристаллитов плоскостью $(311)_k + (1\bar{1}\bar{1}2)_r$ параллельно плоскости подложки, однако с дальнейшим увеличением времени ТО преимущественной опять становится ориентация $(111)_k + (0002)_r$. При этом наблюдается увеличение размеров кристаллитов, размер области когерентного рассеяния $D_{окр}$, а также уменьшение параметра решетки a и минимальной плотности дислокации ρ_D .

Список литературы

- [1] Ayibzhanov, M., Salomov, U.R., Tuychibaev, B.K., Yuldashev, N.K. and Tolibjanovna, M.D. (2025) Spectral Distribution, Optical and Thermal Quenching of Longitudinal Photoconductivity in CdSe/SnO₂ Films. Journal of Applied Mathematics and Physics, 13, 2452-2464. <https://doi.org/10.4236/jamp.2025.137140>
- [2]. Dhaneswar Kalita, P. K. Mochahari, J. Environ. Investigation on Thickness Dependent Structural, Optical and Electrical Properties of Cadmium Selenide Thin Films Deposited via Thermal Process // Nanotechnol., Volume 14, No 3 (2025) pp. 364-370. <https://doi.org/10.13074/jent.2025.09.2531675>
- [3]. V. Ciupina, A. Petcu, P. Rambu, C. Baban, L.C. Petcu, G. Prodan, G.I. Rusu, V. Pomazan. Study of structure and optical properties of CdSe thin films // Journal of Optoelectronics and Advanced Materials Vol. 10, No. 11, November 2008, p. 2993 – 2995.
- [4]. Hussain S, Iqbal M, Khan AA, Khan MN, Mehboob G, Ajmal S, Ashfaq JM, Mehboob G, Ahmed MS, Khisro SN, Li C-J, Chikwenze R and Ezugwu S (2021) Fabrication of Nanostructured Cadmium Selenide Thin Films for Optoelectronics Applications. Front. Chem. 9:661723. <https://doi.org/10.3389/fchem.2021.661723>
- [5]. Anuradha Purohit, S. Chander, S.P. Nehra, C. Lal, M.S. Dhaka. Effect of thickness on structural, optical, electrical and morphological properties of nanocrystalline CdSe thin films for optoelectronic applications // Optical Materials, Vol. 47, September 2015, P. 345-353. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2015.05.053>
- [6]. Girolami G. S. X-ray Crystallography. – MIT Press, 2015. <https://doi.org/10.1107/S2053273315020331>
- [7]. Glusker J. P., Trueblood K. N. Crystal structure analysis: a primer. – Oxford University Press, 2010. – T. 14. <https://www.researchgate.net/publication/254224616>
- [8]. Dinnebier R. E., Leineweber A., Evans J. S. O. Rietveld refinement: practical powder diffraction pattern analysis using TOPAS. – Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2018. <https://doi.org/10.1107/S1600576719011178>
- [9]. Etter M., Dinnebier R. E. A century of powder diffraction: a brief history //Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie. – 2014. – T. 640. – №. 15. – C. 3015-3028. <https://doi.org/10.1002/zaac.201400526>
- [10]. O’Keeffe M., Yaghi O. M. Deconstructing the crystal structures of metal–organic frameworks and related materials into their underlying nets //Chemical reviews. – 2012. – T. 112. – №. 2. – C. 675-702. <https://doi.org/10.1021/cr200205j>
- [11]. Zagorac D. et al. Recent developments in the Inorganic Crystal Structure Database: theoretical crystal structure data and related features //Applied Crystallography. – 2019. – T. 52. – №. 5. – C. 918-925. <https://doi.org/10.1107/S160057671900997X>
- [12]. Maxamatdovidovich, M. O., & Khaydarovich, Y. N. (2021). Feature of technology for obtaining by thermovacuum evaporation method of film n-CdS/p-CdTe heterostructures with photovoltaic and photoresistive properties. European science review, (1-2), 30-34. <https://doi.org/10.29013/ESR-21-1.2-30-34>
- [13]. Park S. H., Cho Y. H. Strain and piezoelectric potential effects on optical properties in CdSe/CdS core/shell quantum dots //Journal of Applied Physics. – 2011. – T. 109. – №. 11. <https://doi.org/10.1063/1.3594743>
- [14]. Jung W. J. et al. Electrical and optical properties of Cd₂SnO₄ thin film depending on its chemical bond //Molecular Crystals and Liquid Crystals. – 2011. – T. 551. – №. 1. – C. 123-129. <https://doi.org/10.1080/15421406.2011.600628>
- [15]. Du Z. et al. High-quality cadmium stannate annealed in N₂ atmosphere for low-cost thin film solar cell //RSC advances. – 2017. – T. 7. – №. 30. – C. 18545-18552. <https://doi.org/10.1039/C7RA00394C>
- [16]. Goldzak T., McIsaac A. R., Van Voorhis T. Colloidal CdSe nanocrystals are inherently defective //Nature Communications. – 2021. – T. 12. – №. 1. – C. 890. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21153-z>
- [17]. Yükselici M. H., Bozkurt A. A., Ömür B. C. A detailed examination of the growth of CdSe thin films through structural and optical characterization //Materials Research Bulletin. – 2013. – T. 48. – №. 7. – C. 2442-2449. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2013.02.068>
- [18]. Meng T. et al. Cadmium tin oxide thin films deposited by RF magnetron sputtering for photovoltaic applications //Journal of alloys and compounds. – 2013. – T. 556. – C. 39-44. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2012.12.146>
- [19]. Du Z. et al. High-quality cadmium stannate annealed in N₂ atmosphere for low-cost thin film solar cell //RSC advances. – 2017. – T. 7. – №. 30. – C. 18545-18552. <https://doi.org/10.1039/C7RA00394C>
- [20]. Liang Q. et al. Deposition methods and properties of polycrystalline CdS thin films //Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed. – 2015. – T. 30. – №. 2. – C. 307-310. <https://doi.org/10.1007/s11595-015-1144-3>

ANDIJON SHAHRIDA SHAHAR JAMOAT TRANSPORTINING TEZLIGIGA TA'SIR
KO'RSATUVCHI OMILLAR TAXLILI

Sh.Sh. Isroilov

Andijon davlat texnika instituti
E-mail: shermuxammedovich1987@gmail.com
(Qabul qilindi 22.04.2025 y.)

Annotatsiya. Shahar jamoat yo'lovchi transportning o'ziga xos xususiyati uning ma'lum yo'nalishlar (shu jumladan yo'nalishli taksilar) bo'ylab harakatni tashkil etilishidir. Yo'lovchilar ko'rsatilayotgan transport xizmatini baholashning muhim elementi - tashish jarayonining yakuniy natijalari samaradorligini baholash mezonlarini tanlash bo'lib hisoblanadi. Bu shahar yo'lovchi transporti ishini tashkil etishda logistika usullaridan foydalanishni taqozo etadi.

Kalit so'zlar: yo'lovchilar oqimi, avtobus, ob-havo sharoiti, yo'l sharoiti, radar, qayd etuvchi qurilmalar, portativ qurilmalar, sekundomer, o'lchov lentasi, pnevmatik trubalar.

Аннотация. Отличительной особенностью городского общественного пассажирского транспорта является организация его движения по определенным маршрутам (в том числе маршрутными такси). Важным элементом оценки транспортного обслуживания пассажиров является выбор критериев оценки эффективности конечных результатов перевозочного процесса. Это требует использования логистических методов организации городских пассажирских перевозок.

Ключевые слова: пассажиропоток, автобус, погодные условия, дорожные условия, radar, регистрирующие устройства, портативные приборы, секундомер, рулетка, пневмотрубки.

Annotatsion. A distinctive feature of urban public passenger transport is its organization of movement along certain routes (including route taxis). An important element of assessing the transport service provided to passengers is the selection of criteria for assessing the effectiveness of the final results of the transportation process. This requires the use of logistics methods in organizing the work of urban passenger transport.

Keywords: passenger flow, bus, weather conditions, road conditions, radar, recording devices, portable devices, stopwatch, measuring tape, pneumatic tubes.

1. Kirish.

Jamoat yo'lovchi transporti harakatini tashkil etish va boshqarish jarayoni juda ko'plab omillarga bog'liq bo'lib, ularni ikkita katta guruhlarga ajratish mumkin:

- jamoat yo'lovchi transporti harakatiga bevosita ta'sir ko'rsatuvchi omillar (jamoat transport vositasining turi va sig'imi, tortish va tormozlanish dinamik ko'rsatkichlari, yo'lovchilar oqimi, oraliq bekatlarning jihozlanganlik darajasi, eksplutatsion ko'rsatkichlari, haydovchining ish staji va malakasi va h.k.);

- jamoat yo'lovchi transporti harakatiga bilvosita ta'sir ko'rsatuvchi omillar (yo'l sharoiti, ob-havo sharoiti, ko'cha-yo'l tarmoqlarining texnik holati, ko'cha-yo'l tarmoqlarida qo'llaniladigan harakatni boshqarishning texnik vositalari, jamoat yo'lovchi transporti harakatlanish yo'nalishlarida yo'llarning harakat bilan yuklanganlik darajasi va h.k.).

Jamoat yo'lovchi transporti harakatini tashkil etishda yuqorida qayd etilgan omillarning hisobga olinishi orqali kutilayotgan natijalarga erishish mumkin bo'ladi. Bu omillar bir-biri bilan uzviy bog'langan bo'lib, ular yakka tartibda yoki kompleks ravishda jamoat yo'lovchi transporti harakatiga ta'sir ko'rsatadi.

Jamoat transportining harakatlanish tartiblari berilgan harakatlanish jadvaliga bog'liq, harakat jadvali esa odatda yo'lovchilarning talabi, yo'nalish masofasi, yo'nalishdagi avtobuslarning turlarini inobatga olgan xolda ishlab chiqiladi. Ob-havo sharoitlari jamoat transportlarida yo'lovchilar oqimiga ta'sir ko'rsatuvchi asosiy omillardan hisoblanadi. Jamoat transportining

oldindan ishlab chiqilgan harakat jadvali asosida harakatlanishi ham bevosita ob-havo sharoitlariga bog'liq bo'ladi. Ob-havo sharoitlari to'g'ri va aniq xisobga olinishi natijasida jamoat transportlarining xizmat ko'rsatish sifati oshadi. Bu esa, yo'lovchilarning jamoat transporti xizmatidan foydalanish darajasining oshishiga, natijada tashish unumdorligi ortishiga olib keladi.

Jamoat transportlarining harakat rejimiga ta'sir etuvchi asosiy omillar quyida ko'rib chiqiladi.

- jamoat transportining xizmat ko'rsatishga tayyorgarlik darajasi;
- jamoat transportining harakatini tashkil etilish holati va yo'nalishlarni to'g'ri tanlanganligi;
- yo'lovchilarning oqimi to'g'risidagi ma'lumotlarni ishonchliligi;
- oraliq bekatlarning optimal joylashganligi va yo'lovchilar aylanmasi;
- yo'nalishdagi chorrahalar soni;
- tirbandlik o'chog'lari soni va darajasi;
- avtobus turi va sig'imi;
- haydovchining malakasi va yoshi;
- yo'nalish kesib o'tadigan xududlar (axolish yashash joyi, aholi yashaydigan joylar, tik nishabliklar, rejadagi egriliklar, radius, xudud maqomi) ;
- yo'nalish infratuzilmasining holati;
- ob-havo sharoiti:

2. Materiallar va usullar.

Eksperimentlarni rejalashtirish bir nechta bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1. Eksperimentala tadqiqotlarga tayyorgarlik ko'rish;
2. Eksperimental tadqiqotlarda o'rganilishi lozim bo'lgan ko'rsatkichlarni aniqlashtirish;
3. Eksperimentala tadqiqot o'tkazish usullarini belgilab olish;
4. Eksperimental tadqiqotlarni o'tkazish;
5. Eksperimental tadqiqotlar natijalarini olish va ularni birlamchi qayta ishlash;
6. Eksperimental tadqiqotlar natijalarini umumlashtirish, tahlil qilish;
7. Eksperimental tadqiqotlar natijalarini nazariy tadqiqotlar natijalari bilan solishtirish;
8. Eksperimental tadqiqotlarning ishonchlilik darajasini aniqlash.

Yuqorida qayd etilgan usullar yordamida eksperimentla tadqiqotlarni o'tkazish ko'zlangan maqsadga erishish imkonini beradi.

Jamoat transportining yo'nalishdagi harakat tezligini o'lchashning turlicha usullari mavjud va uchta guruhga ajratish mumkin:

- a. ko'p joylarda mobil qo'llash imkoniyati mavjud bo'lgan portativ qurilmalar;
- b. yo'l ichi qurilmalari, bular yo'lining tepa qismiga o'rnatiladi (pnevmatik trubalar);
- c. yo'l ustida yoki chetida statsionar o'rnatilgan qurilmalar (radar, qayd etuvchi qurilmalar).

Harakat tezligini aniqlashning universal usuli sifatida foto-video tasvirni keltirish mumkin. Fototasvir orqali transport oqimining bir qator xarakteristikalarini aniqlash mumkin. Masalan, bu usul yordamida boshqa usullar orqali ulchash nisbatan qiyin bo'lgan transport oqimining zichligini yetarlicha darajada aniqlik bilan o'lchash imkonini beradi.

Foto-videotasvir orqali olingan foto-videotasvirlar yordamida avtomobilning tezligini aniqlash uchun avtomobilni ikkita fototasvir orlig'ida $\Delta t = t_2 - t_1$ vaqt orlig'ida bosib o'tgan yo'li hisobga olinadi, ya'ni

$$v = \frac{s}{t_2 - t_1} = \frac{H_0 s}{f_k(t_2 - t_1)},$$

Bu yerda, s –avtomobil tomonidan bosib o'tilgan masofa (tasvir masshtabida) mm;

H_0 – tasvirga olish balandligi, m;

f_k – foto-videoapparatning fokus masofasi, mm.

Avtomobillar o'rtasidagi masofaviy intervallar (ΔL_i) foto-videotasvirlar bo'yicha masofalarni o'lchash ma'lumotlari asosida aniqlanadi:

$$\Delta L_i = l_i \frac{H_0}{f_k},$$

Bu yerda, l_i -tasvir bo'yicha avtomobillar orasidagi masofa (tasvir masshtabi bo'yicha), mm.

Transport oqimi zichligini aniqlash uchun olingan barcha tasvirlar ichidan mos keladigan tasvirlar tanlab olinadi va ulardan foydalaniladi. Natijada uchastkada turli vaqt davomida harakatlangan avtomobillar to'g'risida ma'lumotlar to'planadi. Eksperimental tadqiqotlar o'tkazilayotgan uchastkada avtomobillarning zichligi q vaqt va masofa birligi ichidagi barcha avtomobillar soni yig'indisi yordamida aniqlanadi:

$$q = \frac{n}{tL} \cdot 3600,$$

Bu yerda, n – eksperimental tadqiqot o'tkazilayotgan uchastkadan t vaqt ichida o'tgan avtomobillar soni;

L – eksperimental tadqiqot o'tkazilayotgan uchastka uzunligi.

Harakat jadalligini aniqlash eksperimental tadqiqot o'tkazilayotgan uchastkada foto-videotasvirlar olingan ma'lum T vaqt davomida harakatlangan n avtomobillar sonini hisoblash orqali amalga oshiriladi.

$$N = \frac{v_0(n_1+n_2) + v_{o/rt}(n_1+n_2)}{v_0 T},$$

Bu yerda, $v_{o/rt}$ – uchastkada harakatlanayotgan avtomobillar oqimining o'rtacha harakatlanish tezligi, km/soat;

v_0 – foto-videotasvirni olish qurilmasi o'rnatilgan ob'ektning tezligi, km/soat;

n_1 – harakat bo'lagida foto-video tasvirga oluvchi qurilmasi o'rnatilgan ob'ektga qarama-qarshi harakatlanayotgan avtomobillar soni;

n_2 – harakat bo'lagida foto-video tasvirga oluvchi qurilma o'rnatilgan ob'ekt yo'nalishi bo'ylab harakatlanayotgan avtomobillar soni;

T – tasvirga olish vaqti, soat.

Yuqorida qayd etilgan usullar qo'llash eksperimental tadqiqotlar o'tkazish maqsadidan kelib chiqqan holda tanlanadi.

Harakatni tashkil etish quyidagilarni anglatadi.

1. Umumiy yerdan harakatlanish uchun makonni (ko'chalar, yo'llar, zonalar) tashkil etish, shu jumladan ushbu makonni moddiy va axborot bilan ta'minlash (infratuzilmaviy ta'minot). Ushbu yo'nalishda quyidagi vazifalarni alohida ajratib ko'rsatish mumkin:

- transport vositalari harakati va piyodalar oqimi to'g'risida ishonchli ma'lumotlarni olish uchun turli usullar bilan amalga oshiriladigan harakat xususiyatlarini o'rganish;
- transport vositalari va piyodalar harakati uchun xavfli joylarni aniqlash va ularni bartaraf etish choralari ishlab chiqish;
- yo'l tarmog'idagi to'siqlarni (transport kechikish joylari) aniqlash va yo'l o'tkazuvchanligini oshirish chora-tadbirlarini ishlab chiqish;
- olingan ma'lumotlarni tahlil qilish, oqilona harakat shakllarini ishlab chiqish va ularni transport hamda piyodalar kommunikatsiyalarining o'zgaruvchan sharoitlari, ehtiyojlariga mos ravishda moslashtirish asosida.

Jamoat yo'lovchi transportining ekspluatatsion tezligi ko'cha-yo'l tarmoqlarining o'tkazish qobiliyati past bo'lgan joylarida, svetofor ob'ektlarining taqiqlovchi chiroqlarida va oraliq bekatlarda to'xtashlari bilan bog'liq ravishda yo'qotilgan vaqt tufayli o'rtacha tezlikni ifodalaydi.

Jamoat yo'lovchi transportining texnik tezligi esa, ko'cha-yo'l tarmoqlarida turli sabablarga ko'ra, jumladan yo'llarning harakat bilan yuklanganlik darajasi bilan bog'liq ravishda ushlanib qolishlarni hisobga olmaydigan tezlik bo'lib hisoblanadi, ya'ni transport vositasining harakatlanishda bo'lgan davrdagi tezligi.

1-jadval

394 – “Pistamozor – Andijon qoshloq xo‘jaligi oliygohi” yo‘nalishidagi yo‘lning o‘tkazuvchanligi va 1 soat davomida transport oqimini o‘lchash natijalari jadvali (Do‘lma oshxonasi atrofida). Shahar hududiga kirish qismi.

№	Transport vositalari	1-soat davomida xarakatlanayotga transport vositalari dona				
		Tig'iz vaqti 7:00-8:00	10:00-11:00 gacha	Tig'iz vaqti 12:00-13:00	15:00-16:00 gacha	17:00- 18:00 gacha
1	Yengil avto.	2062	1286	1430	986	1838
2	Yuk avto. 2 tn	9	12	17	11	14
3	Yuk avto, 2-5 tn	8	5	10	13	12
4	Yuk avto 5-10 tn	9	2	5	8	10
5	Avtobus	13	10	11	8	12
6	Mikroavtobus	15	9	13	11	14
Jami		2116	1324	1486	1031	1900

1-jadval

394 – “Pistamozor – Andijon qoshloq xo‘jaligi oliygohi” yo‘nalishidagi yo‘lning o‘tkazuvchanligi va 1 soat davomida transport oqimini o‘lchash natijalari jadvali (Do‘lma oshxonasi atrofida). Shahar hududidan chiqish qismi.

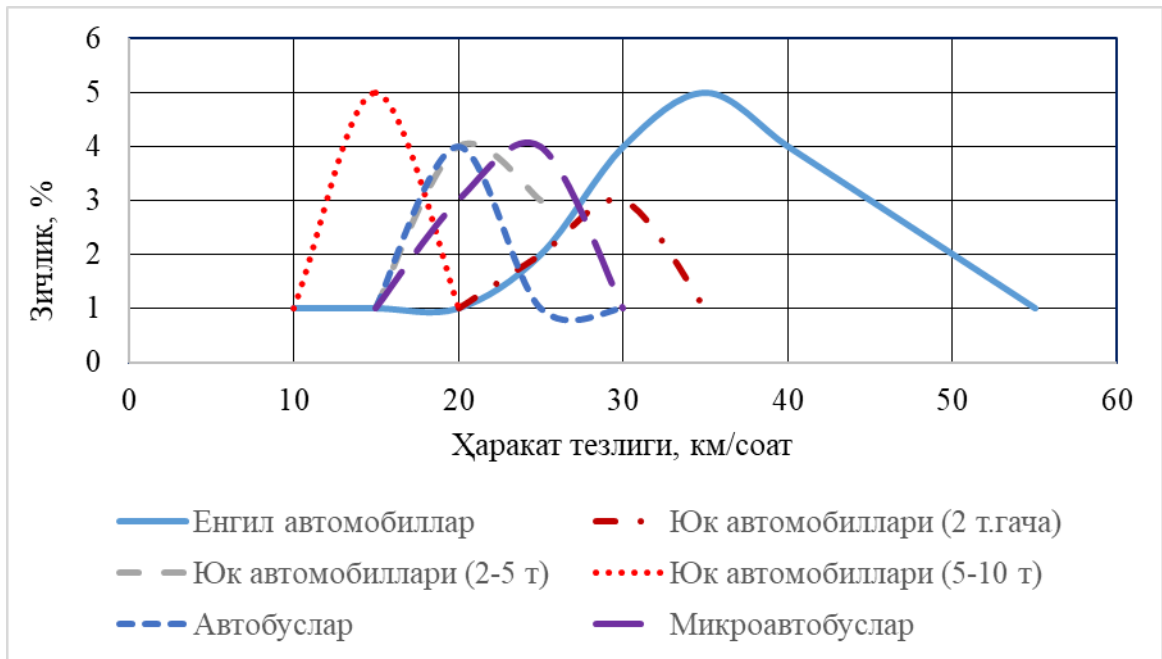
№	Transport vositalari	1-soat davomida xarakatlanayotga transport vositalari dona				
		Tig'iz vaqti 7:00-8:00	10:00- 11:00 gacha	Tig'iz vaqti 12:00- 13:00	15:00- 16:00 gacha	17:00- 18:00 gacha
1	Yengil avto.	1434	917	1183	1127	1310
2	Yuk avto. 2 tn	15	14	9	16	14
3	Yuk avto, 2-5 tn	3	12	6	5	8
4	Yuk avto 5-10 tn	6	4	7	9	9
5	Avtobus	9	9	9	12	10
6	Mikroavtobus	4	14	5	14	12
Jami:		1471	963	1219	1178	1363

Tadqiqotlar kunning birinchi yarmida o‘tkazilganligi sababli shahar xududiga kiruvchi avtomobillar soni, shahardan chiquvchi avtomobillar sonidan ko‘p. Kechgi “tig‘iz” sharoitda esa bu holatni teskarisini kuzatish mumkin.

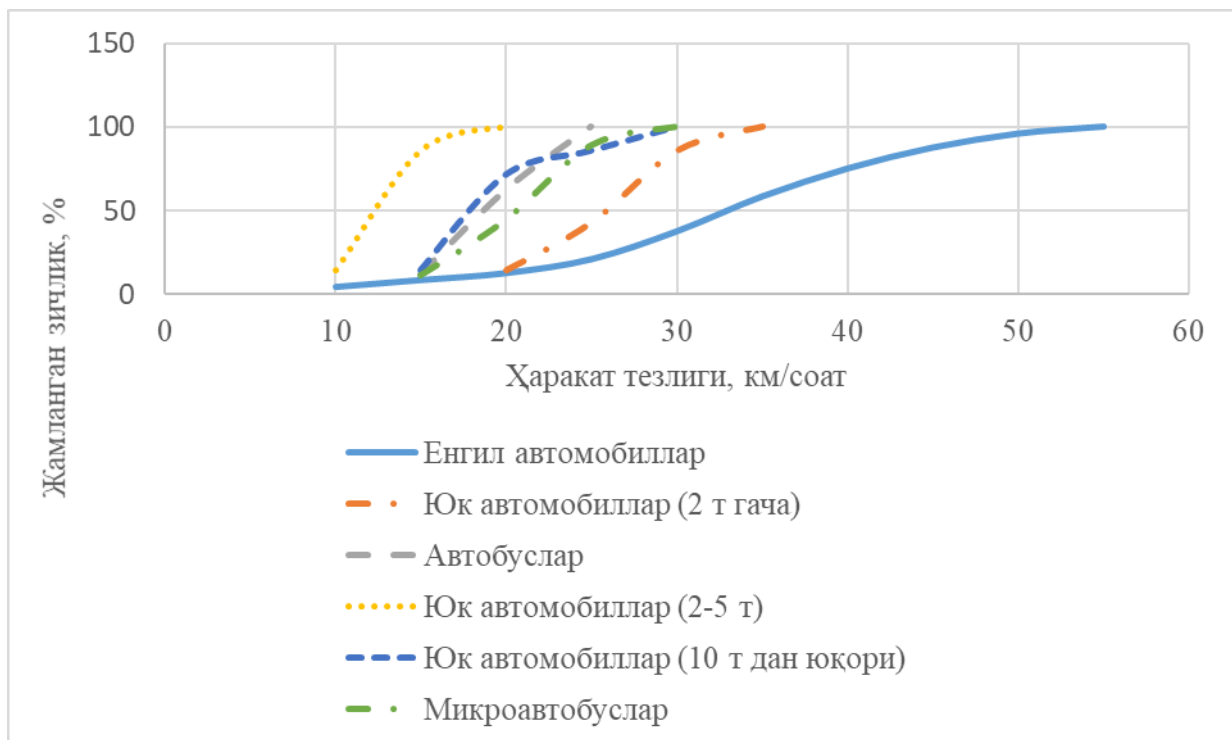
3.Natijalar.

Aloqa tezligi jamoat yo‘lovchi transportining boshlang‘ich va oxirgi bekatlari o‘rtasidagi bog‘lanish tezligi bo‘lib, u ko‘cha-yo‘l tarmoqlarining texnik holatiga, jamoat transport vositasining yo‘llarda ortiqcha ushlanib qolinishlari, transport vositasining harakatlanish dinamik xususiyatlariga bog‘liq bo‘ladi.

Ko‘cha-yo‘l tarmoqlarida harakat tezligini jamoat transportining harakatiga ta‘sirini aniqlash maqsadida bir qator tadqiqotlar o‘tkazildi. Jumladan 394 – “Pistamozor – Andijon qoshloq xo‘jaligi oliygohi” avtobus yo‘nalishida o‘tkazilgan tadqiqotlarning ko‘rsatishicha, bu hududdagi yo‘lning harakat bilan yuklangan darajasi avtobuslar harakat tezligiga to‘g‘ridan to‘g‘ri ta‘sir ko‘rsatmoqda.



1-rasm. 394 – “Pistamozor – Andijon qoshloq xo‘jaligi oliygohi” yo‘nalishidagi yo‘lning shahar xududiga kirish qismidagi “Do‘lma oshxonasi” atrofidagi pregon uchastkada transport vositalarining harakat tezligining normal taqsimoti.



2-rasm. 394 – “Pistamozor – Andijon qoshloq xo‘jaligi oliygohi” yo‘nalishidagi yo‘lning shahar xududiga kirish qismidagi “Do‘lma oshxonasi” atrofidagi pregon uchastkada transport vositalarining harakat tezligining kumulyativ egriligi.

O‘tkazilgan tadqiqotlarning ko‘rsatishicha yo‘lning harakat bilan yuklangan darajasini ortishi yo‘nalish bo‘ylab harakatlanayotgan avtobuslarning harakat tezligiga ham o‘z ta‘sirini ko‘rsatadi. 1-rasmdan ko‘rish mumkinki, yo‘lning aynan shu qismida avtobuslarning modal tezligi 20 km/soatni tashkil qilmoqda, qachonki yengil avtomobillar uchun bu ko‘rsatkich 35 km/soatga teng.

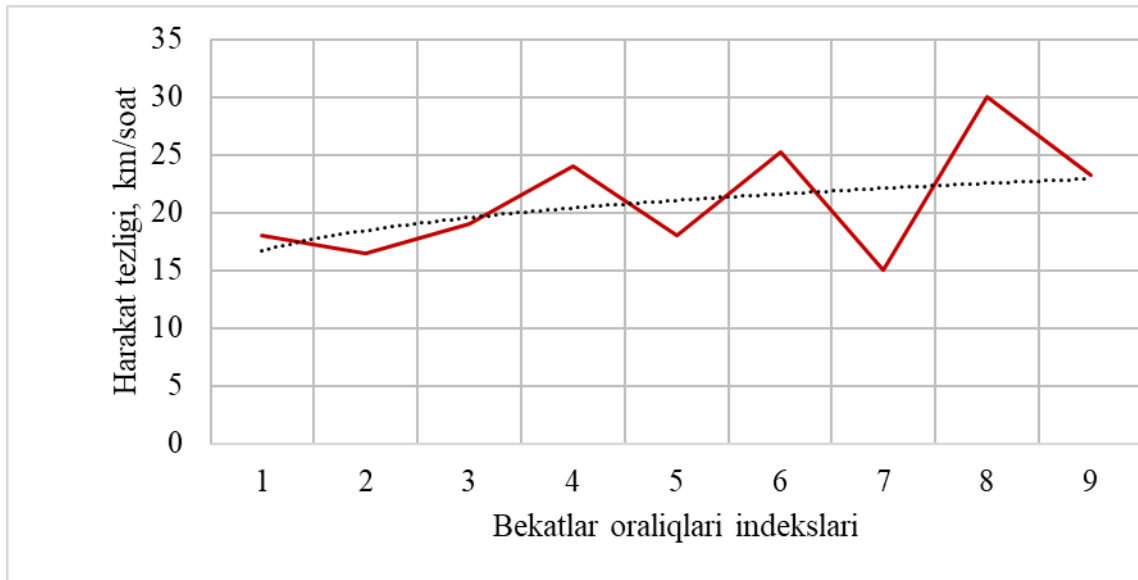
Mazkur xududda (yo‘lning shaharga kirish yo‘nalishi bo‘yicha) yo‘lning harakat bilan yuklanganlik darajasi quyidagiga teng.

$$z = \frac{N}{P} = \frac{2116}{4500} = 0,47,$$

Shahardan chiqish yoʻnalishi boʻylab

$$z = \frac{N}{P} = \frac{1471}{6600} = 0,32,$$

Bu yerda, N -harakat jadalligi, R - yoʻlning oʻtkazish qobiliyati



3-rasm. 394 – “Pistamozor – Andijon qashloq xoʻjaligi oliygohi” avtobus yoʻnalishida harakat tezligini oʻzgarishi.

Bekatlar oraliqlari indekslari:

- 1- Pistamzor-Xolis SM.
- 2- Xolis SM-Bolalar bogʻi.
- 3- Bolalar bogʻi-24 maktab.
- 4- 24 maktab-30 maktab.
- 5- 30 maktab-Biznes maktab.
- 6- Biznes maktab-Gumbaz.
- 7- Gumbaz-Olimpia zahiralari kolleji.
- 8- Olimpia zahiralari kolleji-Oq yor sanoat kolleji.
- 9- Oq yor sanoat kolleji-Qishloq xoʻjaligi instituti.

$$Y = 16705x^{1442},$$

$$R^2 = 0,2087$$

4. Muhokamalar.

1. Oʻtkazilgan tadqiqotlar asosida shaharlarda jamoat yoʻlovchi transportini rivojlanishining istiqboli yoʻlovchilarning soni, ularning joʻnash va kelish orasidagi masofalarning uzoqligi asosida aniqlanishi, shahar aholisining transport harakatchanligi va yoʻlovchilarning transportda borish masofasi qancha katta boʻlsa, yoʻlovchilarni tashish uchun shuncha koʻp ish bajarish kerak boʻlishi hamda shaharning transport tizimi shuncha rivojlanishi aniqlandi.

2. Oʻrganishlar natijasida yoʻlovchilarni hisobiy tashish kattaligini past baholanishi shahar yoʻlovchi transportini etarlicha rivojlanmasligiga, uni yuqori baholanishi esa, transportni rivoji uchun asosiz ortiqcha mablagʻ sarflanishiga olib kelishi va shaharlardagi yoʻlovchilar oqimining hajmi aholining transport harakatchanligi asosida aniqlanishi maʼlum boʻldi.

3. Oʻtkazilgan tahlillarning koʻrsatishicha shahar hududi kengayishi bilan uning aholisi soni va mos ravishda jamoat yoʻlovchi transportidan foydalanish bilan bogʻliq holdagi harakatchanlik ham ortib boradi. Yirik shaharlarda aholi harakatchanligining masofasi ortigani sari ularning piyoda yurish salmogʻi kamayib, jamoat yoʻlovchi transportidan foydalanish darajasi ortadi. Aholining

hisobiy harakatchanligi o'zgarishining ayniqsa katta oralig'i 200 dan 300 minggaacha aholisi bo'lgan shaharlarga to'g'ri keladi, bu holat aholining piyoda harakatlanish va jamoat transportidan foydalanish orasidagi o'zaro munosabat orqali izohlanadi.

4. Kuzatishlar batijasida aniqlanishicha avtobus yo'nalish bo'ylab harakatlanayotganda uning tezligi va harakat vaqtiga avtobus turi, uning konstruktiv xususiyatlari, transport harakati intensivligi, avtobus yo'nalishi bo'ylab svetofor ob'ektlarining mavjudligi va yo'l omillari (yo'lining bo'yлама qiyaligi, yo'l) ta'sir qiladi.

5. Xulosa.

1. O'tkazilgan tadqiqotlarning ko'rsatishicha yo'lining harakat bilan yuklangan darajasini ortishi yo'nalish bo'ylab harakatlanayotgan avtobuslarning harakat tezligiga ham o'z ta'sirini ko'rsatadi.

2. Hisoblashlar natijasi yo'lining yuklanganlik koeffitsienti yo'nalish bo'ylab harakatlanayotgan avtobuslar harakat tezligini pasayishiga asosiy sabab emasligini ko'rsatmoqda. Avtobuslar harakatiga qatnov qismidagi harakat bo'laklarining geometrik o'lchamlari avtomobil yo'lining toifasiga to'g'ri kelmasligi, yo'lining transport-ekspluatatsion sifat ko'rsatkichlarining talab darajasida emasligi o'z navbatida avtomobil yo'lining o'tkazish qobiliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

6. Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 16 fevraldagi "Jamoat transporti tizimini isloh qilish chora-tadbirlari to'g'risida" gi PQ-59-son qarori.
- [2]. Azizov K. X. Yo'l harakati xavfsizligini tashkil etish asoslari T.: "Fan va texnologiyalar", 2009-244 b.
- [3]. Nazarov A. Yo'l harakatini tashkil etish sohasidagi muammolar va ularning yechimlari/ "Farg'ona vodiysida xavfsiz harakatlanishni tahminlash: muammo va yechimlar" mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy konferentsiya materiallari to'plami. 2- qism. 1161-1165 b.
- [4]. Sh.Isroilov. "Situation of nes balance in the city passenger transportation market when moving passengers with transfers". Asian journal of multidimensional research. India-2020 169-206-betlar.
- [5]. Sh.Isroilov. "Yo'lovchilarini tashishda zamonaviy tajribalarni o'rganish". Международный научно образовательный электронный журнал «Образование и наука в ххi веке». Выпуск №12 (том 2) (март, 2021). Дата выхода в свет: 31.03.2021. 63-70-bet
- [6]. Sh.Isroilov. "Yo'l harakati xavfsizligini yaxshilash uchun logistikada "o'z vaqtida" konsepsiyasini qo'llash". Международный научно образовательный электронный журнал «Образование и наука в ххi веке». Выпуск №12 (том 2) (март, 2021). Дата выхода в свет: 31.03.2021. 77-85-bet.
- [7]. Sh.Isroilov. "Avtobusni ushlab turish va yo'lovchilarning kutish vaqtini hisobga olgan holda tezlikni sozlash strategiyasi". "Uchinchi renessans davri imkoniyatlari, Takliflar, muammo va istiqbolli rejalar" mavzusidagi Xalqaro ilmiy-amaliy konferentsiya. Materiallari to'plami Toshkent, 8-oktabr, 2022-yil. 30-54-b
- [8]. Ш.Исроилов. Поиск оптимального интервала движения автобусов по маршруту в условиях случайного потока пассажиров. Mashinasozlik ilmiy-texnika jurnali. №1 (Maxsus son) 2023 yil ISSN 2181-1539.
- [9]. Ш.Исроилов. Методика совершенствования существующей организации пассажирских городских перевозок. Mashinasozlik ilmiy-texnika jurnali №1 (Maxsus son) 2023 yil ISSN 2181-1539.

TIKUV JIHOZLARI MOKI VALINING YEYILISH TURLARI VA BOSQICHLARINING TADQIQI

N.O. Abdullajanov, N.M. Safarov

Namangan davlat texnika universiteti,
a.nosirjon1993@gmail.com, Tel: 94 309 93-43
Dr.safarovnm@gmail.com, Tel: 94 503 48-00
(Qabul qilindi 24.04.2025 y.)

Annotatsiya: Maqolada ishchi qismlarning ishqalanish yuzalari o'rtasidagi kontakt nuqtasida yuqori darajadagi kuchlanish kontsentratsiyasi bilan diskret kontaktda bo'lgan qismlarining xarakterli yeyilishi o'rganiladi. Natural sharoitda qattiq jismlarning ishqalanish zonasiga kiruvchi abraziv zarralar yarimdispers va har xil yo'naltirilgan bo'lib, bu o'z navbatida ishqalanish yuzasiga turli chuqurliklarda kirib

borishiga olib keladi, submikroskopik yoriqlar mikro yoriqlar darajasiga qadar ma'lum bir inkubatsiya davri, mikro yoriqlar rivojlanish davri uchun makro yoriqlar va keyinchalik makro yoriqlar davri. Ushbu hodisalardan to'g'ri va maqsadli foydalanish ishqalanish juftliklari ishga tushirish bilan bog'liq jarayonlarga katta ta'sir ko'rsatishi mumkin, natijada energiya va materiallarning harajatlari va ishqalanish birligining ishlash muddati, shuningdek, ishqalanish intensivligi uchun ishqalanish yeyilishning uch bosqichi hisobga olinadi.

Kalit so'zlar: tikuv mashinasi valining yeyilishi, kontakt uyuzalar, yuqori daraja, konsentratsiya, kuchlanish, abraziv ishqalanish, sharoitlar, qattiq moddalarning ishqalanish zonasi, penetratsiya chuqurligi, ishqalanish yuzasi, inkubatsiya davri, submikroskopik yoriq, mikro yoriqlar, makro yoriqlar, yo'nalishlar, ishqalanish jismlari.

Аннотация: В статье изучается характерный износ деталей, находящихся в дискретном контакте с высоким уровнем концентрации напряжений в точке контакта между трущимися поверхностями рабочих частей. В естественных условиях абразивные частицы, попадающие в зону трения твёрдых тел, являются полудисперсными и разнонаправленными, что, в свою очередь, приводит к проникновению в поверхность трения на различную глубину. Субмикроскопические трещины за определённый инкубационный период достигают уровня микротрещин, затем наступает стадия развития микротрещин до макротрещин и, впоследствии, стадия макротрещин. Правильное и целенаправленное использование этих процессов может оказать значительное влияние на процессы, связанные с запуском пар трения, в результате чего учитываются три стадии износа при трении — это влияет на затраты энергии и материалов, срок службы пары трения, а также на интенсивность износа.

Ключевые слова: износ вала швейной машины, контактные поверхности, высокий уровень, концентрация, напряжение, абразивное трение, условия, зона трения твердых тел, глубина проникновения, трущаяся поверхность, инкубационный период, субмикроскопическая трещина, микротрещины, макротрещины, направления, трущиеся тела.

Annotation: The article examines the characteristic wear of parts that are in discrete contact with a high level of stress concentration at the contact point between the friction surfaces of working components. Under natural conditions, abrasive particles entering the friction zone of solid bodies are semi-dispersed and differently oriented, which in turn leads to their penetration into the friction surface at various depths. Submicroscopic cracks, over a certain incubation period, grow into microcracks, followed by a development stage into macrocracks, and eventually the stage of full macrocracks. Proper and targeted use of these phenomena can significantly impact the processes associated with the operation of friction pairs. As a result, three stages of wear in friction are taken into account, which affect energy and material costs, the service life of the friction unit, and the intensity of wear.

Keywords: wear of the sewing machine shaft, contact surfaces, high level, concentration, stress, abrasive friction, conditions, friction zone of solid materials, penetration depth, friction surface, incubation period, submicroscopic crack, microcracks, macrocracks, directions, friction bodies.

Kirish

Tikuv sanoatida materiallarni bir-biriga tikish uchun ipdan tikuvlar qo'llaniladi. Tikuv mashinalarining konstruksiyasi quyidagi ishchi qismlar, organlar va mexanizmlardan iborat: moki yoki ilmoq, tikilgan materiallarni ko'chirish mexanizmi, igna va ipni olish. Yuqori tezlikda yuqori sifatli tikuvga erishish uchun tikuv mashinalari va ularning ishchi qismlari takomillashtirilmoqda. V. N. Garbaruk o'z tadqiqotida [1] moki tikuv mashinalarining asosiy ish qismlari, organlari va mexanizmlarining ishlash xususiyatlari va ishlash tamoyillarini batafsil tahlil qiladi.

Qattiq jismlarning ishqalanish zonasida abraziv ishqalanish sodir bo'ladi.

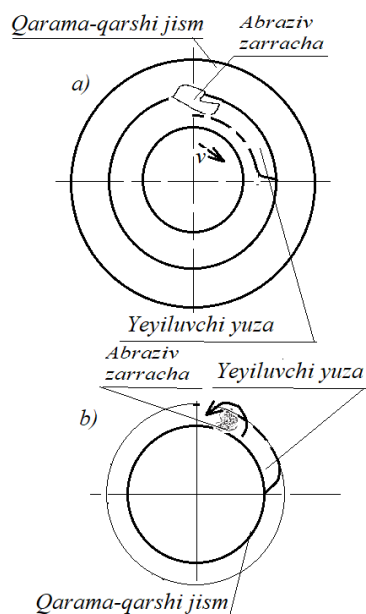
Ushbu abraziv zarralar ham yumshoqroq tanani ishqalanish natijasida yeyilishga olib keladi, ya'ni materialning sirtlarini abraziv yeyilishi (1-rasm), asosan, material zarrachalari bilan to'yingan. Bunday holda, ishqalanish juftligiga kiruvchi qattiqroq jism nisbatan yumshoq jism (qarama-qarshi tanani) yeyilishi kuchayadi. Yuzaki yeyilish bo'lishi abrazivning sirt bilan bir marta o'zaro ta'siri yoki abraziv zarrachalar bilan yuzaning ko'p deformatsiyasi natijasi bo'lishi mumkin.

Ishqalanuvchi yuzalar tanasi o'rtasidagi kontakt nuqtasida juda yuqori darajadagi kuchlanish konsentratsiyasiga ega bo'lgan diskret kontaktning mavjudligi bilan tavsiflanadi. Ishqalanuvchi jismga abraziv zarrachaning R kirib borish chuqurligi h ning uning egrilik radiusiga nisbati umumiy qabul qilingan ifoda mavjud:

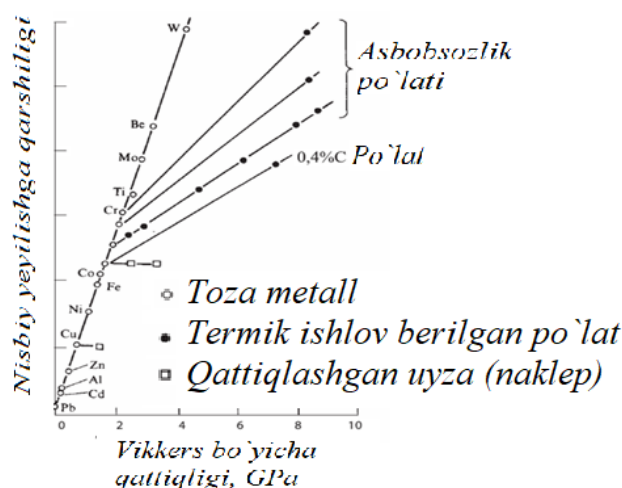
$$\frac{h}{R} < \frac{1}{2} * \left(1 - \frac{2*\tau}{\sigma_T}\right), \quad (1)$$

Bunda σ_T -deformatsiyalangan materialning kesish kuchlanish; τ -hosildorlik; keyin zarracha ishqalanish yuzasiga aylanadi va uning ta'siri natijasi sirt qatlamining plastik deformatsiyasiga olib keladi. Agar bu tenglik bajarilmasa, abraziv zarracha ishqalanuvchi tanada mikro-kesish vazifasini amalga oshiradi.

Haqiqiy sharoitda qattiq jismlarning ishqalanish zonasiga kiradigan abraziv zarralar yarimdispers va turli yo'naltirilgan bo'lib, bu o'z navbatida ishqalanish yuzasiga turli chuqurliklarga kirib borishiga olib keladi va buning natijasida abrazivning qattiq moddalarning yemirilish darajasiga ta'siri murakkab ko'rinish oladi.



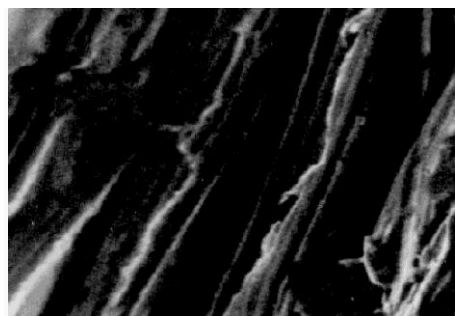
1-rasm. Ruqsat etilgan (a) va erkin (b) abraziv yeyilish.



2-rasm.

Materiallarning nisbiy yeyilishga qarshiligi (2-rasm) (bu ma'lum bir mos yozuvlar materialining sinov materialiga nisbatidir) kabi murakkab xarakteristikaning abraziv yeyilish paytida materiallarning qattiqligi bilan chiziqli bog'liqligi xarakterlidir.

Material qattqlik funksiyasi sifatida sof metallar, issiqlik bilan ishlangan va sovuq ishlov berilgan po'latlarning qattiq zarrachalar tomonidan ishqalanish sharoitida nisbiy yeyilishga qarshiligi.



3-rasm. Qattiq abraziv bilan ishqalanishdan keyin sirtning ko'rinishi. uzatmalar misol bo'la oladi.

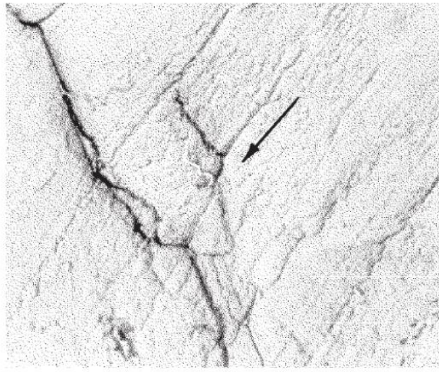
$$I = \frac{KP}{H}, \quad (2)$$

(2)- formulaga ko'ra, K ning xarakterli qiymatlari metallar qattiq abraziv bilan yeyilishda, ular $5 * 10^{-3} \dots 50 * 10^{-3}$ chegaralarda bo'ladi (misol 3-rasmda ko'rsatilgan). Erkin abraziv K bilan ishqalanish kamroq, odatda $5 * 10^{-3} \dots 5 * 10^{-3}$ bo'lar ekan.

Charchoqdan yeyilish materialning ko'p va elastik siljishi natijasida yuzaga keladi. Ushbu turdagi yeyilish qismlarning boshlang'ich nuqtasi yoki chiziqli kontaktda bo'lgan ishqalanish birliklari uchun xosdir: vallar, tishli

Yeyilish jarayoni yashirin yashirin davrga ega, buning natijasida metall ichida zarralar to'planadi. Qattiq jismlar, jumladan, metallar geterogen bo'lganligi sababli, kristall strukturasidagi nuqsonlar tufayli yoriqlar paydo bo'ladi (4-rasm). Bunda submikroskopik yoriqlar mikroyoriqlar

darajasiga qadar rivojlanishi uchun ma'lum bir inkubatsiya davri, mikro yoriqlar makroyoriqlar darajasiga qadar, so'ngra makro yoriqlar rivojlanishi uchun davr mavjud bo'ladi.



4-rasm.

Ishqalanish yuzasida charchoq yoriqlari (o'q sirpanish yo'nalishini ko'rsatadi)

I. V. Kragelskiy ushbu turdagi yeyilish tenglama shaklida baholashni taklif qildi:

$$I = k - \alpha * \sqrt{\frac{h * P_a}{R * P_r} * \frac{1}{n}}, \quad (3)$$

bu erda k geometrik konfiguratsiya va yuzalardagi individual nosimmetrikliliklar balandligi taqsimoti (odatda 0,2 ga yaqin) bilan belgilanadigan ko'paytma; P_a - nominal maydonga bosim A_a ; P_r - haqiqiy maydonga bosim A_r ; h - kirish chuqurligi; R - bitta tartibsizlik radiusi; n - deformatsiyalangan hajmni yeyilishga olib keladigan tsikllar soni; α - qoplanish koeffitsienti ($\alpha = A_a/A_r$)

Charchashdan yeyilish intensivligi ko'plab omillar bilan belgilanadi: qattiq sirtning fizik, mexanik va kimyoviy xususiyatlari, moylash (agar mavjud bo'lsa), atrof-muhitning tarkibi, sirt sifati, harorat va boshqalar. Masalan, charchashda yoriqlarining o'sishi atmosfera namligiga juda sezgir bo'ladi. Nam havo bilan solishtirganda, quruq havo yoriqlar hosil qilish uchun ko'proq yuklanish davrlarini talab qiladi. Boshqacha qilib aytganda, havo qanchalik quruq bo'lsa, materialdagi yoriqlar tarqalish tezligi shunchalik sekin bo'ladi.

Yana bir misol, ishqalanish yuzasidagi moy (plyonka) qoplamasi ta'siri bilan bog'liq. Boshqa narsalar bilan bir qatorda, bu ta'sir, charchoqdagi yeyilish, hatto jismlar o'rtasida bevosita jismoniy kontakt bo'lmasa ham sodir bo'lishini ko'rsatadi. Moylar kontakti yo'q qilmaydi, faqat kontakt bosimining notekisligini yumshatadi. paytida ishqalanish kuchining kamayishi va kuchlanish kuchlanishining mos ravishda kamayishi bilan birga, charchoqning yeyilishi hali ham sodir bo'ladi va sirtga zarar etkazish uchun zarur bo'lgan davrlar soni faqat bir oz ortadi.

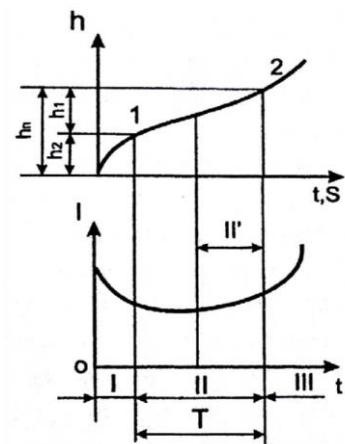
Charchoqdan yeyilish ko'pincha tishli tishlar, podshipniklar, temir yo'l g'ildiraklarining relslar bilan o'zaro ta'siri kabi dumaloq kontaktda sodir bo'ladi, ya'ni bu kontakt yuzasida juda kichik zarrachalarning shakllanishi. mexanizmlarning xizmat qilish muddatini aniqlaydigan charchoqdir.

Zamonaviy matematik modellar kontaktining chidamliligi parchalanishga olib keladigan sirt va er osti yoriqlarining shakllanishi va rivojlanishi bilan belgilanadi degan kontseptsiyaga asoslanadi. Bu jarayon yeyilish zarralarini shakllantirish uchun - Weibull taqsimoti yordamida tasvirlangan. Ishqalanadigan jismlarning yemirilish bosqichlari

5-rasmda, chiziqli (hajm yoki massa) yeyilishning vaqt bo'yicha o'zgarish tezligining h_n - boshlang'ichdan, yangi qismlar uchun nolga teng bo'lgan ruxsat etilganiga bog'liqligini ko'rsatadi yuqorida esa, ishqalanish juftligini keyinchalik yeyilish bilan halokatli yemirilish sodir bo'ladi.

V.F. Lorentz ning so'zlariga ko'ra. ishqalanish jismlarining yeyilish jarayonining uch bosqichini ajrata oladi (I, II va III), ular vaqt va yeyilish mexanizmida tubdan farq qiladi.

Yeyilishning birinchi bosqichi davomiyligi muftaning ishlash vaqtining arziyas qismini tashkil etuvchi juftlik yoki ishqalanish blokining ishg'a tushishi deb ataladi.



5-rasm. Ishqalanish jismlarini ishg'a tushirish va ishlatish jarayonida chiziqli yeyilish (h_n) va yeyilish intensivligi (I) ning o'zgarishi chiziqlari: h - ishqalanuvchi jismlarning maksimal umumiy yeyilish; h_1 - kirish paytida to'liq yeyilish; h_2 - ishqalanadigan jismlarning ishlashi paytida umumiy yeyilish; I - xarakat maydoni; II - ishqalanish juftliklar ishlash davrining maydoni; II' - ishqalanish juftligining ishlashi paytida yeyilish intensivligini oshirish hududi; III - halokatli yeyilish maydoni.

Bu davrda ishqalanish yuzalarining geometriyasini va ikkala o'zaro ta'sir qiluvchi ishqalanish materiallarining fizik va kimyoviy xossalarini o'zgartirish jarayonlari sodir bo'ladi. Ushbu bosqichda juda yuqori bosimlar, harorat maydonlari, kuchlanish va harorat gradientlari haqiqiy kontakt joylarida amalga oshiriladi, ular asosan dastlabki mikrogeometriya va dastlabki materialning xususiyatlari bilan belgilanadi.

Ular harakat qilganda, shuningdek, jismlarning atrof-muhit (havo, moylash materiallari va boshqalar) bilan o'zaro ta'siri natijasida ishqalanadigan jismlar zonasida sezilarli deformatsiya jarayonlari va diffuziya jarayonlari sodir bo'ladi, molekulyar o'zaro ta'sirlar o'zgaradi, erkin sirt energiyasi va boshqalar va kimyoviy reaksiyalarning borishi o'nlab marta tezlashadi.

Ushbu o'zgarishlarning yo'nalishi Le Chatelier - Braun printsipli bilan belgilanadi, unga ko'ra tashqi ta'sirlar ostida har qanday tizim dastlab mavjud bo'lgan o'zaro ta'sirlarning maksimal zaiflashishi bilan o'zgaradi. Tizimning yuklash sharoitlariga moslashishi natijasida ishqalanish jismlarining sirt qatlamlarida shunday tuzilmalar va makro- va mikroreleflar hosil bo'ladi, ular ishqalanish jarayonida ishqalanish yuzalarida turli xil kelib chiqadigan ikkilamchi tuzilmalarni shakllantirish bilan birga energiya sarfini minimallashtirish va sirt qatlamining ishqalanish (yeyilish) zonasida lokalizatsiyasini ta'minlaydi.

Sirt qatlamlarida oksidlanish-qaytarilish jarayonlari va er osti qatlamlarida diffuziya jarayonlari ishqalanish jismlarining sirt qatlami, uning atom-molekulyar tarkibi va ishqalanish jismlaridan ajraladigan zarrachalari asl materialning tarkibi va fizik-mexanik xususiyatlaridan sezilarli darajada farq qilishi mumkinligiga olib keladi (A. Gervais va M. Yu.). Ushbu xususiyatlardagi farq darajasi, asosan, ishqalanish jismlarini yuklash rejimi bilan bog'liq va tribomutatsiya deb ataladi.

O'z navbatida, ishqalanish kontakt zonasida yuzaga keladigan muhim termosiklik stresslar ham sirt qatlamlarida sodir bo'ladigan fazaviy o'zgarishlarga ta'sir qilishi mumkin.

Ushbu hodisalardan to'g'ri va maqsadli foydalanish ishqalanish jismlarini ishga tushirish bilan bog'liq jarayonlarga va pirovardida energiya va materiallarning narxiga va ishqalanish moslamasining ishlash muddatiga katta ta'sir ko'rsatishi mumkin.

I.V Kragelskiy tadqiqotlarida shuni ko'rsatdiki, ishga tushirish jarayonida ma'lum bir tribosistema uchun texnologik ishlov berish natijasida olingan dastlabki g'adir-budirlik kattaligi va tabiatiga bog'liq bo'lmagan o'ziga xos g'adir-budirlik o'rnatiladi. U ishlatiladigan materialning sifati va atrof-muhitning tarkibi (havo, moylash materiallari va boshqalar) bilan belgilanadi va belgilangan g'adir-budirlik texnologik qayta ishlash jarayonida olingan dastlabki pürüzlülükten katta yoki kamroq bo'lishi mumkin.

Ishqalanish o'zaro ta'sirida ishqalanish jismlarining chiqadigan joylari orasidagi yopishtiruvchi o'zaro ta'sir katta rol o'ynaydi. Molekulyar o'zaro bog'lanish va ba'zi mikro o'simtalar ni yirtib tashlash natijasida yuqori o'simtalar hosil bo'ladi. Bu jarayon natijasida, ishqalanish kuchlari hosil bo'lganda, yopishtiruvchi kuchlarning ta'siri kamayadi va deformatsiya jarayonlari hal qiluvchi rol o'ynay boshlaydi va ishqalanish paytida yuqori o'simtalar deformatsiyalanadi va kesiladi.

Minimal ishqalanish kuchlari va yeyilish intensivligini amalga oshirish bilan tavsiflangan ma'lum bir muvozanat g'adir-budirlik erishiladi.

Ishga kirishish jarayonida ishqalanish jarayonida ishqalanish jismlaridan katta miqdordagi material chiqariladi, bu hajmda ishqalanish jismlarining allaqachon ishlagan tribotizimning normal ishlashining butun davridagi yeyilishga deyarli teng bo'ladi. Ishga kirishish paytida uning qismlarini ishlab chiqarishda olingan ishqalanish blokining dizaynidagi nomuvofiqliklar (tekislikka mos kelmaslik, kontakt qiluvchi jismlarning burchaklari va diametrlaridagi og'ishlar va boshqalar) va ishqalanish moslamasini yig'ish paytida paydo bo'lgan (etarli darajada mos kelmasligi, buzilishlar va h.k.) tekislanadi va katta hajmdagi "o'zgartiriladi".

Yeyilishning ikkinchi bosqichida ishqalanish barqarorlashadi, yeyilish intensivligi pasayadi va o'rtacha deyarli o'zgarishsiz qoladi. Ishqalanish birliklarining ish rejimidagi buzilishlar natijasida yuzaga keladigan ushbu qaramlikning individual keskin o'zgarishlari bundan mustasno bo'lishi mumkin. Masalan, dvigatelni ishga tushirganda, moylash moyi ishqalanish bloklariga hali yetib

bormaganda yoki past haroratlarda ishlaganda, ishqalanish zonasida yog 'ochligi yoki tashqi ta'sirlar kuchaygan sharoitlarda, masalan, transport vositasini haddan tashqari yuklash yoki tik qiyalikda haydash.

Ushbu yeyilish intensivligi odatda qisqa muddatli bo'ladi va shuning uchun mashina ishqalanish birliklarining yeyilish intensivligining umumiy holatini sezilarli darajada buzmaydi. Biroq, ular ish sharoitida mashinalarning ishqalanish birliklariga texnik xizmat ko'rsatishga ko'proq e'tibor berish kerakligini ko'rsatadilar, chunki bu jarayonlarni uzoq vaqt davomida etarlicha baholamaslik bilan ular *egri chiziqlarning qiyaligini sezilarli darajada oshirishi mumkin* (5-rasmga qarang), ya'ni. yeyilish intensivligining oshishiga va ishqalanish blokining normal ishlash muddatini qisqartirishga olib keladi.

Ishqalanish jismlarining asta-sekin yeyilishi jarayonida mashina bo'g'inlaridagi bo'shliqlar kuchayadi, buzilishlar va ishqalanish juftlari orasidagi kuchlar va yuklarning qayta taqsimlanishi mumkin. Bu ikkinchi davrning oxiriga kelib ishqalanish jismlarining yeyilish shunchalik ko'payadi, tashqi ta'sirlar kuchayadi va ishqalanish birligining nisbatan barqaror ishlash davri tugaydi.

Yeyilishning uchinchi bosqichi dinamik omillar ta'sirida yeyilish intensivligi keskin oshib, uning halokatli qiymatiga etgan va ishqalanish birligi ishlamay qolgan (buzilgan) paytdan boshlanadi. Turli materiallar va ishqalanish birliklarining konstruksiyalari uchun yuqorida keltirilgan yeyilish bosqichlari egri chiziqlarning kattaligi va tikligi bilan farq qiladi, ammo ularning umumiy xarakteri saqlanib qoladi.

Ishqalanish birliklari ishlaganda, yeyilish intensivligiga quyidagilar ta'sir qiladi:

ishqalanish birligining kontakt yukining mos keladigan o'zgarishi bilan nominal kontakt maydonining o'zgarishi ;

ishqalanish birligiga qo'llaniladigan kuchlarning nomutanosibligi tufayli tashqi kuch ta'sirining o'zgarishi ;

3) ishqalanish yuzalarini moylash materiallari bilan ta'minlash shartlarining o'zgarishi - (oqishlar, moylash materiallarining yopishqoqligining pasayishi, gidrodinamik ta'sirning yo'qolishi va boshqalar);

4) ishqalanish birligining harorat sharoitlarini o'zgartirish (turli iqlim zonalarida ishlash, hisoblangan operatsion yuklarning sezilarli darajada oshishi va boshqalar);

5) ishqalanish qismlarining kinematik ulanishlarining buzilishi;

6) ishqalanish zonasiga tashqaridan kiruvchi qattiq zarrachalar miqdori va hajmining o'zgarishi (qismlar orasidagi bo'shliq ortganda, muhrlar eskirganda va hokazo).

Bularning barchasi, oxir-oqibat, ruxsat etilgan yeyilish chegarasiga muvofiq, ishqalanish birligi qismining ishlash muddatini aniqlaydi:

$$T = \frac{(h_n - h_1)}{j_2}, \quad (4)$$

Bunda h_1 - kirishdan keyin kiyish; j_2 - mashinaning normal ish sharoitida yeyilish tezligi.

Xulosa

Ishqalanish jismlarining yeyilishi jarayonida juftliklar bo'g'inlaridagi bo'shliqlar kuchayadi, buzilishlar va ishqalanish juftlari o'rtasida kuchlar va yuklarning qayta taqsimlanishi mumkin. Bu ikkinchi davrning oxiriga kelib ishqalanish jismlarining yeyilish shunchalik ko'payadi, tashqi ta'sirlar kuchayadi va ishqalanish birligining nisbatan barqaror ishlash davri tugaydi.

Tribotexnika nazariyasidan kelib chiqadiki, haqiqiy dunyoda umuman yeyilishga bardoshli yoki yeyilishga bardoshli materiallar yo'q, lekin ishqalanish birliklarini yuklanish rejimlari mavjud - tezlik va yuklamalarning kombinatsiyasi. Ushbu rejimlarning turli kombinatsiyalari bilan bir xil material ko'proq yoki kamroq darajada yeyilishga qarshilik ko'rsatishga qodir ekan.

Adabiyotlar

- [1]. Tribologiya asoslari (ishqalanish, yeyilish, moylash): texnik oliy o'quv yurtlari uchun darslik / A.V. Chichinadze [va boshqalar]; general ostida ed. A.V. Chichinadze . -M.: Mashinasozlik, 2001. - 664 b.
- [2]. Lujnov , Yu.M. Tribologiya asoslari : o'quv qo'llanma / Yu.M. Lujnov , V.D. Aleksandrov; general ostida ed. Yu.M. Lujnova . - M.: MADI, 2013. - 136 b.

- [3]. Myshkin, N.K. Ishqalanish, moylash, yeyilish. Tribologiyaning fizik tamoyillari va texnik qo'llanilishi / N.K. - Myshkin, M.I. Petrokovets . -M.: FIZMATLIT, 2007. - 368 b.
- [4]. Fedorov V.V. Qattiq jismlarning mustahkamligi va sinishining termodinamik jihatlari: FAN, 1979. 186 b.
- [5]. Fedorov V.V. Qattiq jismlarning zararlanish va yo'q qilish kinetikasi: FAN, 1985. 168 b.
- [6]. Safarov N.M., A.T. Majidov, I.M. Mirsultonov. Calculation of change of stock moisture content of the drying agent in the process of drying raw cotton in solar drying equipment. Participated in the III International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT-III-2022) on March 3-6, / St. Petersburg-Krasnoyarsk.Russia.
- [7]. Akbar Abrorov, Safarov Nazirjon, Fazliddin Kurbonov, Matluba Kuvoncheva, Khasan Saidov. Mathematical model of hardening the disk-shaped saw teeth with laser beams. Participated in the II International Scientific Conference on "ASEDU-II 2021: Advances in Science, Engineering Digital Education" on October 28. 2022 /Krasnoyarsk.Russia.
- [8]. Safarov N.M., I.M. 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.
- [9]. Nazirjon Safarov, Iroda Mukhammadjanova, Mukhammadali Kabulov. Mathematical model of the process of vertical drying of raw cotton in the hot airflow. Participated in the II International Scientific Conference on "ASEDU-II 2021: Advances in Science, Engineering Digital Education" Krasnoyarsk.

UO'K 621.891

STUDY OF FACTORS INDUCING CORROSION AND FRICTION PROCESSES IN MACHINE COMPONENTS AND INVESTIGATION OF METHODS FOR THEIR MITIGATION

D. Dadamirzayev, M. Nabijonov, Sh. Imomalieva, A. Maxkamov

Namangan Institute of Engineering and Technology,

dadamirzayev9979@gmail.com

anvarmaxkamov@gmail.com

(Received on April 24 th, 2025)

Annotation. This article analyzes the significance of friction and corrosion processes observed in metallic materials within the fields of materials science and engineering. These processes critically influence the operational characteristics of metals, manifesting as key determinants of their mechanical strength, performance efficiency, and service lifespan. Notably, the synergistic interaction between friction and corrosion gives rise to the friction-corrosion phenomenon, which poses a serious threat to the reliability of metallic components.

The study explores advanced preventive strategies aimed at mitigating friction and corrosion. In particular, it highlights the role of tribological lubrication agents, specialized surface treatments, the application of bearing mechanisms, and the implementation of high-performance protective coatings. These technological approaches are demonstrated to play a crucial role in enhancing the operational durability of metallic structures.

Keywords: Friction, corrosion, metal, wear, lubrication, durability, electrochemical, material, erosion, heat, humidity, resilience, surface coating.

Аннотация. В этой статье анализируется значение процессов трения и коррозии, наблюдаемых в металлических материалах в областях материаловедения и машиностроения. Эти процессы критически влияют на эксплуатационные характеристики металлов, проявляясь в качестве ключевых факторов, определяющих их механическую прочность, эффективность работы и срок службы. В частности, синергетическое взаимодействие между трением и коррозией приводит к явлению трения-коррозии, которое представляет серьезную угрозу надежности металлических компонентов.

В исследовании изучаются передовые профилактические стратегии, направленные на смягчение трения и коррозии. В частности, подчеркивается роль трибологических смазочных веществ, специализированной обработки поверхности, применения подшипниковых механизмов и внедрения высокоэффективных защитных покрытий. Показано, что эти технологические подходы играют решающую роль в повышении эксплуатационной долговечности металлических конструкций.

Ключевые слова: трение, коррозия, металл, износ, смазка, долговечность, электрохимический, материал, эрозия, тепло, влажность, упругость, поверхностное покрытие.

Annotatsiya. *Mazkur maqolada metall materiallarda kuzatiladigan ishqalanish va korroziya jarayonlarining materialshunoslik hamda muhandislik fanlaridagi ahamiyati tahlil qilinadi. Metallarning ekspluatatsion xususiyatlariga ta'sir etuvchi ushbu jarayonlar ularning mexanik mustahkamligi, ishlash samaradorligi va xizmat muddatini belgilovchi asosiy omillardan biri sifatida namoyon bo'ladi. Ayniqsa, ishqalanish va korroziyaning o'zaro sinergetik ta'siri natijasida shakllanuvchi ishqalanish-korroziya jarayoni metall komponentlarning ishonchligiga jiddiy xavf tug'dirishi bilan ajralib turadi.*

Maqolada ishqalanish va korroziyani cheklashga yo'naltirilgan ilg'or profilaktik strategiyalar ko'rib chiqiladi. Xususan, tribologik moylash vositalaridan foydalanish, metall yuzalariga maxsus ishlov berish, podshipnik mexanizmlarini qo'llash hamda yuqori samarali himoya qoplamalarini tatbiq etish kabi texnologik yondashuvlar metall konstruksiyalarining ekspluatatsion bardoshligini oshirishda muhim rol o'ynashi ko'rsatib o'tiladi.

Kalit so'zlar: *Ishqalanish, korroziya, metal, eskirish, moylash, chidamlilik, elektrokimyoviy, material, yeyilish, issiqlik, namlik, bardoshlik, sirt qoplamasi.*

Introduction

The study of friction and corrosion processes in metals holds paramount significance in materials science and engineering, exerting a profound impact across various industries. A comprehensive understanding of these phenomena is crucial for analyzing the performance characteristics of metallic materials, extending their service lifespan, and developing innovative engineering solutions aimed at enhancing reliability.

Friction and corrosion are among the primary degradation mechanisms that directly influence the operational behavior and structural integrity of metallic materials. Examining the dynamics and interrelation of these processes is essential for optimizing engineering designs, improving mechanical strength and durability, and ensuring the uninterrupted functionality of diverse systems [1,2].

In engineering systems, friction is the resistive force arising from the relative motion between two surfaces. Although friction contributes to energy losses and mechanical wear, it is indispensable for generating traction forces, controlling movement, and transmitting power in machinery, vehicles, and structural components [3]. However, excessive friction can accelerate wear, increase energy consumption, and lead to the premature failure of mechanical components. Therefore, systematic optimization of friction processes remains a strategic priority for enhancing engineering efficiency.

Conversely, corrosion is a chemical degradation process occurring due to the electrochemical interaction of metals with environmental factors. Exposure to moisture, aggressive chemicals, or other corrosive media leads to the gradual deterioration of metals, compromising their physicomaterial properties. This degradation reduces material strength, induces structural weakening, and impairs functionality. Corrosion can manifest uniformly or in localized forms, such as pitting corrosion, crevice corrosion, or stress-corrosion cracking, all of which pose serious challenges to infrastructure, transportation systems, and industrial equipment [4].

The interplay between friction and corrosion becomes particularly complex and hazardous when both processes occur simultaneously. The dynamic interaction between frictional forces and corrosive environments accelerates material degradation, intensifying surface wear and amplifying the rate of chemical reactions. This combined effect, known as tribocorrosion, poses a significant threat to the structural integrity and operational efficiency of metallic components. Consequently, an in-depth analysis of friction-corrosion mechanisms and the development of effective mitigation strategies represent critical research directions in materials engineering and industrial technology. Friction plays a crucial role in manufacturing processes, particularly in metal machining, forming, and assembly stages. Controlling friction is essential for ensuring the geometric accuracy, surface quality, and mechanical durability of manufactured components. Specifically, optimizing friction levels helps reduce wear in metal parts and assembled structures, thereby extending their operational lifespan and enhancing the overall efficiency of production processes [5].

Industrial machinery and equipment often operate under severe conditions, where they are exposed to various corrosive factors such as chemical agents, high temperatures, and humidity (Figure 1). The use of corrosion-resistant materials and specialized protective coatings is of



Figure 1. Condition of machine components before and after corrosion mitigation.

paramount importance in preventing the chemical degradation of metals and ensuring the long-term functionality of industrial equipment. These approaches contribute to maintaining process continuity, reducing maintenance costs, and enhancing the reliability of machinery [6].

components, effective management of these processes is essential. The necessity of corrosion prevention is particularly evident when comparing the conditions of a corroded component and a

protected one. Changes in the physical and mechanical properties of a component's surface significantly impact its overall performance and service life (Table 1, Diagram 1).

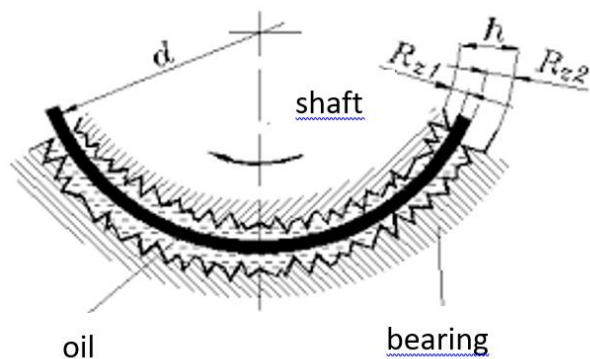


Figure 2, an illustrative schematic can be included to depict the lubrication layer between a shaft and a bearing.

Methods. One of the most effective methods to reduce friction in metals is the application of lubricants between moving metallic surfaces. Lubrication materials vary depending on operating conditions and may include liquid oils, greases, dry lubricants, or solid lubrication coatings [7]. The lubrication process forms a thin protective layer between two metal surfaces, thereby preventing friction and wear (Figure 2).

surface treatments to metal surfaces can effectively reduce friction. For instance, the use of smooth and anti-friction coatings or electroless nickel plating can significantly enhance wear resistance and minimize frictional losses [8].

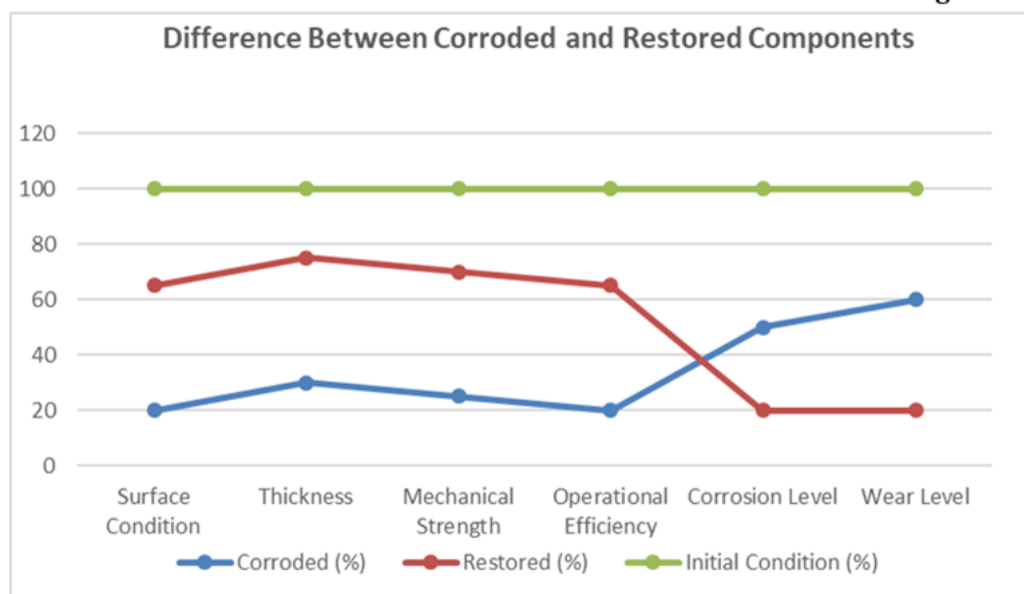
Surface Treatment:Applying coatings or

1st-table

Differences Between Corroded/Worn Components and Their Restored Condition

Characteristics	Corroded/Worn	Restored	Difference
Surface Condition	Uneven, rough	Smooth and intact	Irregularities eliminated, smoothness improved
Thickness Variation	Reduced	Preserved	Material loss halted
Mechanical Strength	Decreased	Restored	Structural integrity regained
Operational Efficiency	Deteriorated	Improved	Performance capability enhanced
Corrosion Level	High	Minimal	Corrosion effects eliminated
Wear Degree	High	Minimal	Friction-induced wear mitigated

1-diagram



Results. Bearings are utilized in mechanical systems to mitigate friction between moving metallic components and enhance overall efficiency. They fulfill critical functions such as load distribution, friction force minimization, and ensuring smooth motion. The structural design and operational principles of bearings vary depending on their field of application, load-bearing capacity, and operating conditions (Figure 3).

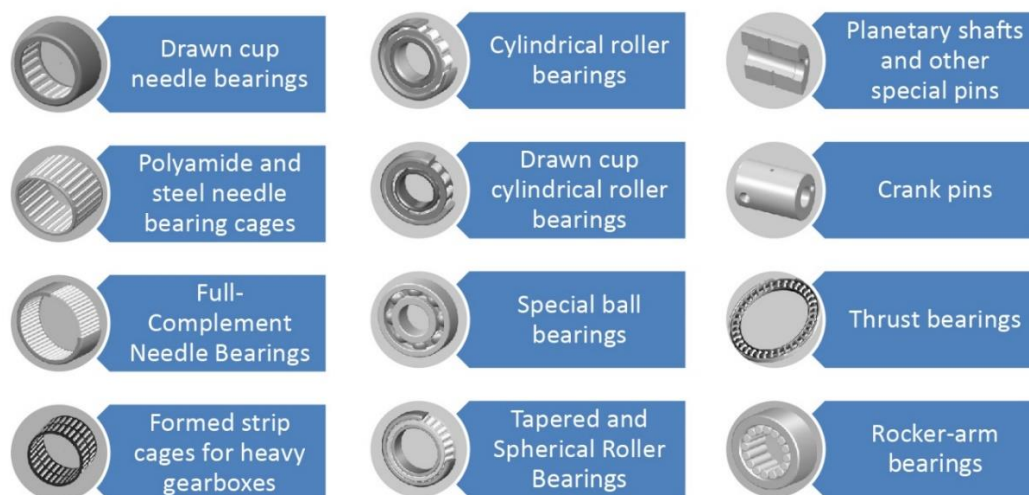


Figure 3. types of bearings.

Proper design plays a pivotal role in minimizing friction and protecting against corrosion. By precisely engineering the durability, surface coatings, and geometric characteristics of components, friction can be significantly reduced. The presence of smooth surfaces, correct alignment of elements, and balanced load distribution contribute to the efficient functioning of mechanical systems. Additionally, the consistent implementation of maintenance procedures extends the operational lifespan of the system. Regular technical inspections, along with routine cleaning and lubrication to prevent wear, help minimize damage caused by friction.

Periodic monitoring prevents severe system degradation and facilitates early detection and resolution of potential issues. Furthermore, corrosion protection measures are crucial in ensuring the long-term service life of metallic materials. One of the most effective approaches in this regard is

the application of protective coatings. Coatings such as paints, enamels, or galvanization establish a protective barrier between the metallic surface and the corrosive environment, preventing direct contact with moisture and chemical agents. This approach significantly enhances the structural integrity and operational performance of metal constructions.



Figure 4. Prevention of Corrosion and Friction through Lubrication.

Ensuring the Longevity of Metal Components and Protection Against Corrosion: The selection of appropriate materials plays a crucial role in ensuring the long-term performance of metallic components and protecting them from corrosion. The use of corrosion-resistant materials such as stainless steel, aluminum alloys, or titanium significantly reduces the risk of deterioration. Moreover, controlling environmental conditions—

including temperature, humidity, and exposure to corrosive substances—prevents surface degradation. Proper ventilation, effective drainage systems, and optimal storage practices serve as additional protective measures against corrosion.

Furthermore, continuous inspection and maintenance of metallic structures enhance system reliability. Periodic monitoring, surface cleaning, preparation, and reapplication of protective coatings enable early corrosion detection and the timely implementation of preventive measures. The application of effective anti-friction and anti-corrosion strategies aids in maintaining the geometric integrity and surface quality of metallic components. This, in turn, ensures that manufactured metals perform efficiently over extended periods while meeting industrial standards.

Additionally, the utilization of corrosion-resistant materials and protective coatings safeguards metallic components from chemical exposure, extreme temperatures, and moisture. As a result, the structural integrity of metals remains intact, facilitating prolonged service life. The integration of proper design, maintenance, and protective technologies is essential for extending the operational lifespan of industrial machinery. This enhances the significance of metallic components within the industrial sector, substantially improving their operational efficiency and maintenance feasibility.

Conclusion

In conclusion, implementing preventive measures to mitigate friction and corrosion enhances the operational characteristics of metallic materials, improves their mechanical stability, and prolongs their service life. The physical and mechanical nature of friction and corrosion, along with the methods to control these processes, remains a vital research area in materials science and engineering. Studying both theoretical and practical aspects of these phenomena paves the way for the development of innovative solutions across various industries.

The findings of this study demonstrate that effectively regulating metal degradation processes not only strengthens their durability and reliability but also ensures the technological efficiency of industrial systems. The application of corrosion-resistant materials, optimal structural design, scheduled maintenance, and environmental condition control play a pivotal role in minimizing these processes.

Through advanced research and innovation, predictive models for corrosion and friction phenomena can be developed, leading to the creation of next-generation materials and the refinement of protective technologies. These advancements not only contribute to the extended functionality of mechanical systems but also significantly impact industrial sustainability, energy efficiency, and economic viability. Consequently, the in-depth investigation and management of corrosion and friction processes remain key priorities within engineering and materials science disciplines.

References

- [1]. Jalilov A. Ishqalanish va korroziya: nazariya va amaliyat. – Toshkent, 2018.
- [2]. Smith W.F., Hashemi J. Foundations of Materials Science and Engineering. – 2011.
- [3]. Mamatov D. Ishqalanish va korroziyaning muhandislikdagi ahamiyati. – Toshkent: O'zbekiston Texnika Universiteti, 2022.
- [4]. Callister W.D., Rethwisch D.G. Materials Science and Engineering: An Introduction. – Wiley, 2012.
- [5]. Moskalyk R.R., Alfantazi A.M. The Use of Hydrometallurgy for the Processing of Metallurgical Waste. – Springer, 2003.
- [6]. Roberge P.R. Handbook of Corrosion Engineering. – McGraw-Hill, 2008.
- [7]. Tariq M.M., Khan F. Lubrication Engineering. – Springer, 2019.
- [8]. Khan S.A., Hussain S. Surface Coatings and Their Applications. – Elsevier, 2020.
- [9]. hodiyev M.T. Metallardagi sirt jarayonlari. – Toshkent: O'zbekiston Respublikasi Ta'lim vazirligi, 2018.
- [10]. Muxammadiyev A.R. Metallarga ishlov berish texnologiyalari. – Toshkent: O'zbekiston Respublikasi Ta'lim vazirligi, 2022.

УДК 620.91

THERMAL TREATMENT OF THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF POLYMERIC MATERIALS: A REVIEW

F.F. Abdurakhimov

*Institute of Materials Science, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent, 100095 Uzbekistan*

Email: farkhodbek.abdurakhimov1992@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-4481-514X>

(Received on March 10 th, 2025)

Annotation: The article "Thermal Treatment of the Structure and Properties of Polymeric Materials" by F.F. Abdurakhimov explores the impact of thermal processing on the structural and functional characteristics of polymeric materials. The research emphasizes how thermal treatment affects the polymer chain structure, leading to changes in crystallinity, mechanical strength, and thermal stability. This study highlights the importance of thermal treatment in enhancing the performance of polymeric materials across various industries, including automotive, biomedical, and energy sectors.

Keywords: Thermal treatment, polymeric materials, structure modification, thermal stability, mechanical properties.

Аннотация: В данной статье исследуется влияние термической обработки на структуру и свойства полимерных материалов. Термическая обработка играет ключевую роль в улучшении механической прочности, эластичности и термической стабильности полимеров за счет изменения молекулярной структуры и кристалличности. Исследование сосредоточено на механизмах тепловой обработки и её влиянии на микроструктуру полимеров, что способствует повышению производительности в различных отраслях промышленности. Результаты исследования предоставляют ценные сведения для разработки инновационных материалов с улучшенными термическими и механическими характеристиками.

Ключевые слова: Термическая обработка, полимерные материалы, модификация структуры, термическая стабильность, механические свойства.

Annotatsiya: Mazkur maqolada polimer materiallarning tuzilishi va xossalariga termik ishlov berishning ta'siri o'rganilgan. Termik ishlov berish polimerlarning mexanik mustahkamligi, elastikligi va termik barqarorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Bu jarayon polimer zanjirlarining tuzilmasi va kristallik darajasini o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. Tadqiqotda termik ishlov berish mexanizmlari va ularning polimerlarning mikrostrukturasi va xossalariga ta'siri tahlil qilinadi. Olingan natijalar yuqori sifatli va innovatsion polimer materiallarni yaratishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: Termik ishlov berish, polimer materiallar, tuzilmani o'zgartirish, termik barqarorlik, mexanik xossalar.

In the realm of materials science, understanding the thermal treatment of polymeric materials is pivotal for optimizing their structural and performance characteristics. Polymers, due to their versatile nature, find extensive applications across industries ranging from automotive to

biomedical. The thermal treatment process influences key material properties such as tensile strength, elasticity, and thermal stability by modifying the polymer chain structure. As temperatures increase, the molecular dynamics within polymers change, leading to alterations in crystallinity and amorphous regions, which ultimately affect material behavior under various conditions. Furthermore, this treatment can induce significant morphological transformations, enhancing the materials processability and functionality. Hence, a thorough investigation into how thermal treatment affects the structure and properties of polymers not only contributes to theoretical knowledge but also facilitates advancements in practical applications, making it a critical area of study within polymer science and engineering.

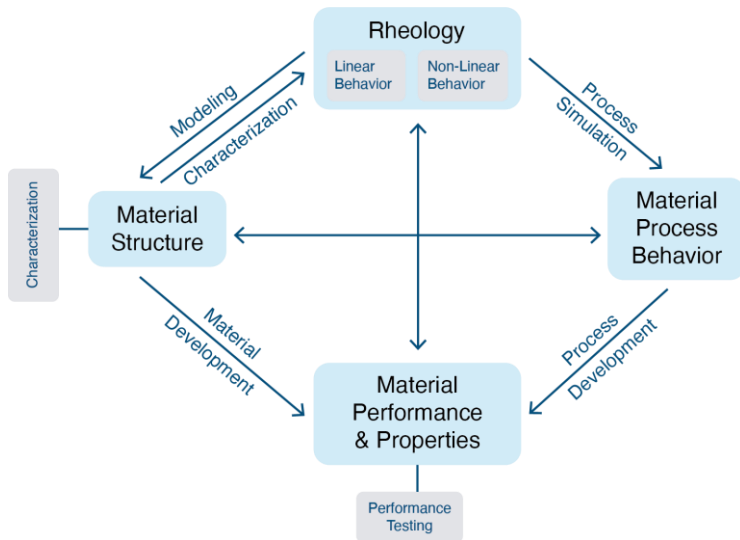


Image1. Flowchart illustrating the relationships in material science encompassing structure, rheology, and performance characteristics.

A. Definition of polymeric materials

Understanding the definition of polymeric materials is foundational in exploring their thermal treatment and resultant properties. Polymeric materials consist of long chains of repeating molecular units, known as monomers, which can either be naturally occurring, like cellulose, or synthetically produced, such as polyethylene. These materials exhibit diverse physical and chemical properties, allowing for broad applications across various industries. Their performance is significantly influenced by the arrangement of their molecular structure and the processing conditions employed in their production.

For example, the integration of

nanoparticles into polymeric matrices can enhance their thermal conductivity and mechanical strength, which is essential in applications such as mixed-matrix membranes for gas separation (Carmona del Río et al., 2024). Similarly, understanding how acoustic stimuli during the formation process can alter polymer properties further emphasizes the intricacies of polymer science (Costa et al., 2024). Overall, a deep comprehension of polymeric materials sets the stage for advancements in thermal treatment methodologies.

B. Importance of thermal treatment in polymer science

The significance of thermal treatment in polymer science cannot be overstated, as it directly influences the mechanical, thermal, and electrical properties of polymeric materials. By subjecting polymers to specific thermal conditions, researchers can modify their microstructure, which is critical for enhancing performance and functionality. For instance, the incorporation of fillers to increase thermal conductivity is achieved through optimal processing techniques during thermal treatment, thereby addressing the growing demand for efficient thermal management in electronic devices, as indicated in (Artiaga et al., 2024). Furthermore, the thermal treatment process not only governs the crystallization rates but also controls molecular alignment, critical for applications requiring high strength and durability. “Controlling the microstructure of the fibers was emphasized as critical for maximizing their performance in practical applications,” underscoring the pivotal role of thermal processes in polymer development. Ultimately, understanding these thermal interactions is crucial for advancing polymer applications across various industries, including aerospace and automotive.

1. Overview of the essay structure

The structure of this essay is meticulously designed to provide a comprehensive understanding of the thermal treatment of polymeric materials, encompassing both theoretical foundations and practical implications. Initially, the introduction establishes the significance of thermal treatments and their impact on the performance of polymeric materials. Subsequent sections

delve into the characterization of polymer structures, with various analytical techniques highlighted, including the significance of mechanical and thermal properties as they relate to processing conditions. Notably, morphological investigations are emphasized to correlate structural changes with performance outcomes, supported by methodologies referenced from recent studies (Carmona del Río et al., 2024). The essay also discusses the advancements in thermally rearranged polymers, outlining their unique properties and industrial applications. This structured approach ensures a coherent progression of ideas, facilitating an in-depth exploration of thermal treatments and their implications for material science (Bader et al., 2024).

I. Fundamentals of Polymeric Materials

The thermal management of polymeric materials is crucial in applications ranging from electronics to energy storage systems. The integration of fillers into polymer matrices significantly enhances thermal conductivity, making them viable candidates for thermal interface materials (TIMs) used to dissipate heat in electronic devices, as highlighted in the extensive review of recent developments in polymer composites (Artiaga et al., 2024). Additionally, innovative approaches such as the dispersion of nanoparticles have been instrumental in improving the thermal characteristics of phase change materials (PCMs), which are pivotal for energy storage systems, especially in renewable energy applications (Ali et al., 2024). By optimizing the structure of these polymers through thermal treatment, researchers can effectively manipulate their properties to achieve desired outcomes in thermal conductivity and stability, thereby addressing the emerging energy challenges associated with heat production and sustainability in polymer applications. This dual focus on structure and performance underscores the fundamental principles guiding the advancement of polymeric materials.

A. Types of polymeric materials and their classifications

In the realm of polymeric materials, a variety of classifications exist, reflecting their distinct structures and properties. Broadly, polymers can be categorized as thermoplastics, thermosets, and elastomers, each exhibiting unique thermal behaviors that are critical in applications. Thermoplastics, such as polyethylene and polyvinyl chloride, become moldable upon heating, allowing for reshaping and recycling. In contrast, thermosets, exemplified by epoxies and polyurethanes, undergo a chemical change during curing, rendering them rigid and incapable of remolding. Elastomers, like rubber, are characterized by their elasticity and flexibility, crucial for applications requiring deformation. Understanding these classifications is vital for optimizing thermal treatments, as the heating processes significantly influence material performance and longevity in real-world applications. This classification framework facilitates advancements in material design and innovation, as noted in recent studies on polymer interactions and modifications (Chen et al., 2024)(Almeida et al., 2024).

1. Basic structure of polymers and their properties

Understanding the basic structure of polymers is fundamental to comprehending their properties, particularly when subjected to thermal treatment. Polymers are composed of long chains of repeating molecular units, or monomers, which can be organized in various configurations such as linear, branched, or cross-linked structures. This structural diversity directly influences key properties including mechanical strength, tensile elasticity, and thermal stability. The modification of these properties often involves thermal treatments, which can induce changes at the molecular level, such as crystallization or phase separation. For instance, a study on mixed-matrix membranes has revealed that thermal rearrangement can convert hydroxypolyamides into polybenzoxazoles, markedly influencing their permselective properties (Carmona del Río et al., 2024). Additionally, enhancing thermal interface materials with fillers can significantly boost thermal conductivity, an essential attribute for electronic applications (Artiaga et al., 2024). Therefore, the interplay between polymer structure and thermal treatment techniques is pivotal for optimizing material performance in various applications.

B. Role of molecular weight and polymer architecture

Understanding the role of molecular weight and polymer architecture is essential in the thermal treatment of polymeric materials, as these factors significantly influence thermal

conductivity and overall material performance. Higher molecular weight polymers typically exhibit enhanced strength and stability due to increased entanglement, which can further affect the polymers response to heat treatment. For instance, the architectural design of polymer chains, including their degree of branching and cross-linking, can result in diverse thermal properties and degradation behaviors. Studies have shown that modifying the molecular weight of poly(vinyl alcohol) influences not only the polymers mechanical properties but also its ionic conductivity, which is crucial for applications in energy storage technologies (Ballarin et al., 2024). Moreover, effective filler integration within the polymer matrix can enhance thermal conductivity, addressing challenges associated with heat dissipation in electronic devices (Artiaga et al., 2024). This interplay between molecular weight and architecture underscores the need for precise control during thermal processing.

II. Mechanisms of Thermal Treatment

In the context of polymeric materials, the mechanisms of thermal treatment play a pivotal role in influencing both their structure and properties. Thermal treatment processes, such as heat curing and annealing, facilitate the rearrangement of polymer chains, which can significantly enhance thermal conductivity and mechanical strength. For instance, the incorporation of fillers into polymer matrices during thermal treatment has emerged as an effective approach to improve thermal performance, as these fillers create pathways for heat conduction, thereby increasing the overall thermal conductivity of the composites, as delineated in recent studies (Artiaga et al., 2024). Moreover, the elimination of low molecular weight species through thermal degradation mechanisms can lead to a more stable network structure, which is essential in enhancing the longevity and functionality of polymer-based materials (Chen et al., 2024). Thus, understanding these mechanisms is crucial for optimizing the performance of polymeric materials in various applications.

A. Types of thermal treatment processes (e.g., annealing, curing)

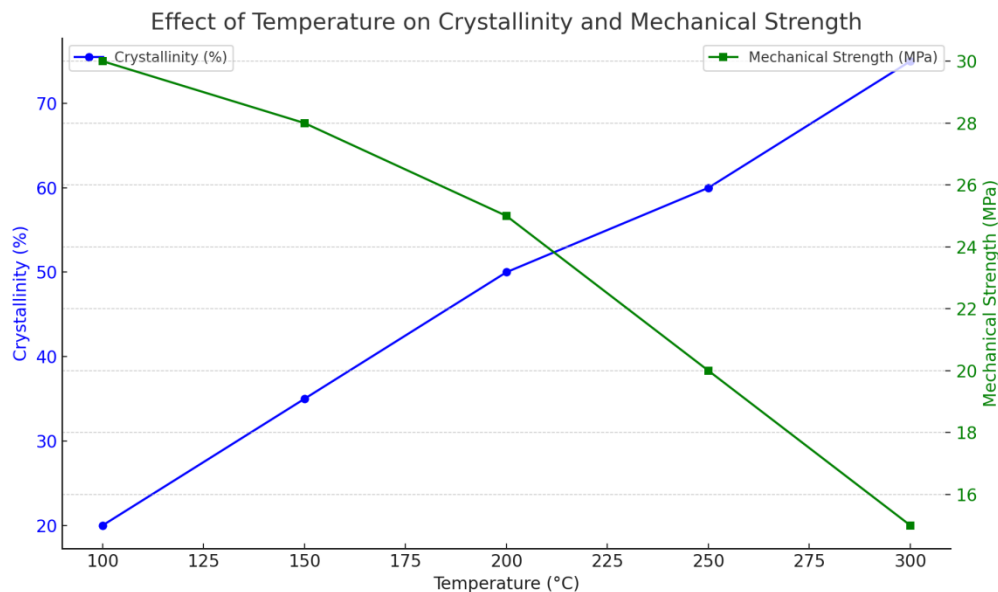
Thermal treatment processes, including annealing and curing, are pivotal in modifying the structure and properties of polymeric materials. Annealing involves the controlled heating and cooling of polymers, allowing for the relaxation of internal stresses and enhancement of crystallinity, which can improve mechanical properties such as strength and toughness. Conversely, curing refers to the cross-linking of polymer chains, significantly enhancing thermal resistance and chemical stability, thereby extending the materials functional lifespan. As noted, This technology uses a thermoplastic elastomer, a type of polymer that creates nanoscale cylindrical structures within a stretchy matrix through effective curing processes, demonstrating the potential to tailor polymer characteristics for specific applications. Furthermore, effective thermal management during processing, as highlighted in recent studies (Artiaga et al., 2024) and (Navarro et al., 2024), is critical to prevent defects and optimize performance, illustrating the integral role of thermal treatments in advancing polymer technology.

Process	Temperature Range (°C)	Duration (hours)	Effects
Annealing	60-200	1-12	Stress relief, improved crystallinity
Curing	150-300	1-24	Cross-linking, enhanced mechanical properties
Heat Setting	150-300	15-60	Dimension stability, permanent deformation
Vulcanization	140-180	1-24	Increased elasticity, thermal stability
Thermal Decomposition	>300	Varies	Loss of mass, formation of carbon residues

Thermal Treatment Processes of Polymeric Materials

B. Effects of temperature and time on polymer structure

The influence of temperature and time on the structural integrity of polymeric materials is profound, primarily affecting their physical properties and performance characteristics. Elevated temperatures can facilitate the molecular rearrangement within polymer chains, leading to alterations in crystallinity and overall material cohesion. As indicated in existing research, "the overall rise in cohesion with temperature is significant, as it indicates that the powders spreadability at high processing temperatures would be lower than predicted based on room temperature measurements" "The overall rise in cohesion with temperature is significant, as it indicates that the powder's spreadability at high processing temperatures would be lower than predicted based on room temperature measurements. Therefore, to accurately assess spreadability, it is preferable to characterize the powder at temperatures similar to those used in manufacturing." (Granutools). In addition, prolonged exposure to high temperatures can initiate thermal degradation pathways, which can compromise the mechanical robustness of the polymer. The incorporation of fillers into polymer matrices illustrates this reaction further, as the proper thermal treatment can enhance the filler distribution, leading to improved thermal conductivity and mechanical properties, underscoring a critical interplay between processing conditions and material characteristics (Artiaga et al., 2024)(Carmona del Río et al., 2024). These dynamics emphasize the importance of carefully controlling temperature and time during the thermal treatment of polymeric materials.

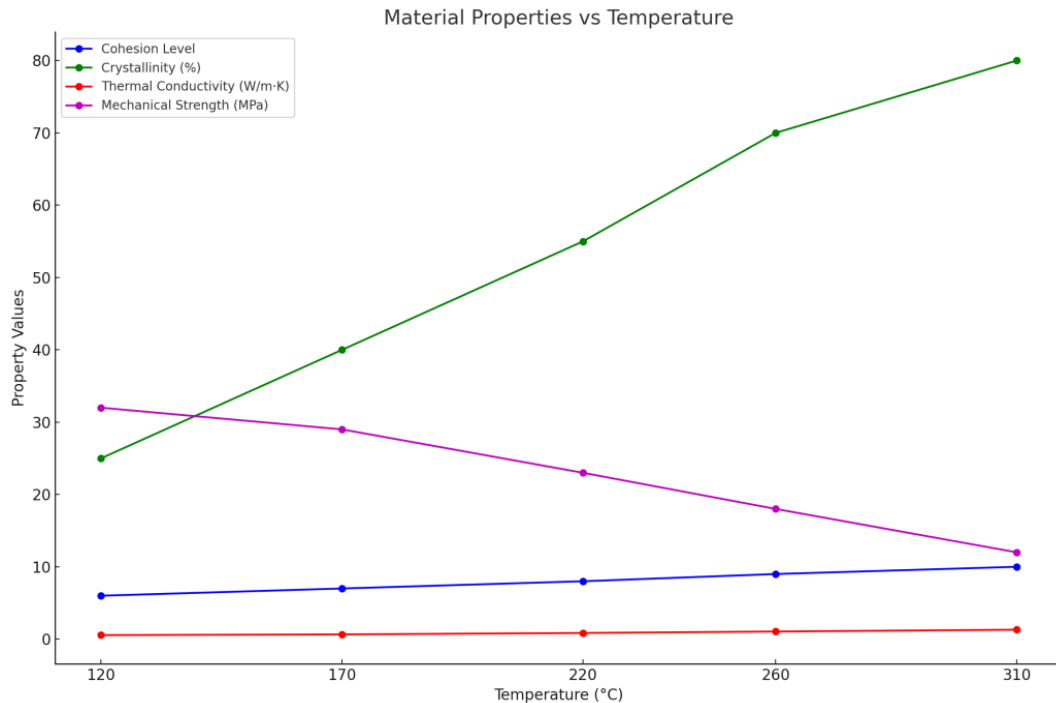


This chart illustrates the effect of temperature on both crystallinity percentage and mechanical strength of a material. As the temperature increases from 100 °C to 300 °C, the crystallinity percentage rises while the mechanical strength decreases. The data points are clearly plotted with distinct colors for each variable, allowing for easy comparison.

C. Influence of thermal treatment on polymer crystallinity

The influence of thermal treatment on polymer crystallinity is a critical aspect of understanding how thermal processes can enhance or modify the performance characteristics of polymeric materials. As polymers undergo thermal exposure, their structural modifications can lead to an increase in crystallinity, particularly in semi-crystalline types such as polyethylene and polypropylene. This enhanced crystallinity alters mechanical properties, thermal stability, and overall material performance. "Thermal treatment can significantly influence the crystallinity of polymers. For example, in semi-crystalline polymers like polyethylene and polypropylene, thermal treatment can induce changes in the degree of crystallinity, which in turn affects their mechanical and thermal properties." (A. Pandey, S. Dalal, S. Dutta, A. Dixit) demonstrates that these thermal

treatments are pivotal in mediating the degree of crystallinity, which directly correlates with the mechanical and thermal attributes of the material. Moreover, treatment methods like annealing facilitate not only the growth of crystalline regions but also adjustments in the lamellar structure, significantly impacting the polymers properties ((Che et al., 2024), (Botta L et al., 2024)). Understanding these relationships ultimately aids in designing polymers tailored to specific applications through controlled thermal processing techniques.



The chart displays the relationship between various material properties and temperature. It shows how cohesion level, crystallinity percentage, thermal conductivity, and mechanical strength change as temperature increases, providing a clear visualization of the trends in the data.

III. Impact of Thermal Treatment on Properties

The impact of thermal treatment on the properties of polymeric materials is profound, influencing both their structural integrity and performance characteristics. Thermally treated polymers often exhibit significant enhancements in mechanical strength and thermal stability due to the rearrangement of molecular structures during processing. For example, the incorporation of mechanically interlocked molecules in the form of doubly threaded slide-ring gels leads to improved viscoelastic and swelling behaviors, as demonstrated in advanced materials studies (Hertzog et al., 2024). Furthermore, thermal interface materials (TIMs) have gained prominence in electronics, as efficient heat conduction is crucial for device longevity and functionality (Artiaga et al., 2024). By optimizing polymer compositions and treatment conditions, researchers can tailor thermal conductivity, enabling the development of composites with superior performance. Such advancements underscore the importance of thermal treatment in advancing the utility and sustainability of polymeric materials in diverse applications.

A. Changes in mechanical properties (e.g., tensile strength, elasticity)

The mechanical properties of polymeric materials are significantly influenced by thermal treatment, which can alter tensile strength and elasticity critical for various applications. For instance, studies indicate that exposure to elevated temperatures can lead to a reduction in these properties due to softening and morphological changes within the polymer matrix. Notably, the results of quasi-static tests showed that mechanical properties (tensile strength, yield stress, and Young's modulus) change significantly with temperature (quote9). Moreover, incorporation of additives such as cellulose nanocrystals in polyvinylidene fluoride nanocomposites has demonstrated a marked enhancement in mechanical performance, as these reinforcements contribute to improved elasticity and tensile strength under thermal stress ((Arat A et al., 2024)).

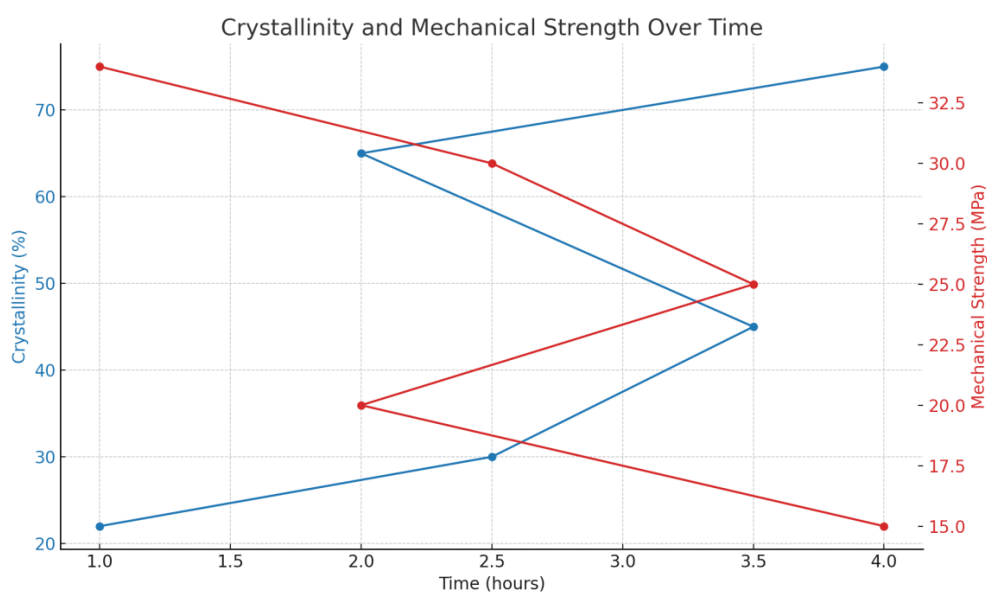
Therefore, understanding the implications of thermal treatment on polymer structure and mechanical properties is essential for optimizing material performance in engineering applications.

Material	Tensile Strength (MPa)	Elasticity Modulus (GPa)	Temperature (°C)	Changes in Tensile Strength (%)	Changes in Elasticity Modulus (%)
Polyethylene (PE)	30	0.2	60	-10	-5
Polypropylene (PP)	40	1.5	80	-15	-10
Polystyrene (PS)	50	3	100	-20	-12
Polyvinyl Chloride (PVC)	55	2.8	90	-5	-3
Polyurethane (PU)	65	0.8	70	-12	-7

Mechanical Properties of Polymeric Materials Under Thermal Treatment

B. Effects on thermal stability and degradation

The effects of thermal treatment on polymeric materials significantly influence their thermal stability and degradation characteristics. Proper thermal management not only enhances the mechanical properties but also ensures a more uniform heat distribution within the material. For instance, the thermal distribution images of the lignin-modified PEO composite PCM demonstrate that the thermal distribution images of the lignin-modified PEO composite PCM with 64 wt.% PEO concentration at 17.5 W power input show uniform heat distribution across the PCM, indicating strong thermal adhesion and effective heat transfer between the PCM and heater. Furthermore, advanced materials such as MXenes showcase improved thermal stability when combined with other functional materials, reinforcing their application in flexible composites. These developments in thermal treatment strategies indicate a promising avenue for enhancing the robustness of polymeric materials by refining their thermal stability and decreasing the rate of degradation under operational conditions (Xie H et al., 2024)(Summers et al., 2024).



The chart displays the relationship between time and two variables: crystallinity percentage and mechanical strength in megapascals (MPa). As time increases, the crystallinity percentage tends to rise, while the mechanical strength decreases. This visualization allows for easy comparison of how these two properties change over time during the heating process.

C. Influence on chemical resistance and permeability

The influence of thermal treatment on the chemical resistance and permeability of polymeric materials is profound, as it alters the intrinsic properties of the polymers at a molecular level. By applying thermal rearrangement techniques, such as those utilized in the transition of o-hydroxypolyamides to polybenzoxazoles, the overall network structure of the polymer can be modified, enhancing both its chemical stability and barrier properties (Carmona del Río et al., 2024). This changes the interaction between the polymer and potential permeants, leading to improved resistance against various solvents and chemicals. Moreover, the incorporation of hydrophilic materials into hydrophobic matrices like polyvinylidene fluoride demonstrates a significant enhancement in membrane performance, particularly in filtration applications, by modifying surface properties that mitigate fouling and improve resistance (Bakar A et al., 2024). Thus, it is evident that thermal treatments serve as a critical method for optimizing the chemical resistance and permeability of advanced polymeric materials.

Material	Chemical Resistance Rating	Permeability (cm ³ /m ² /day)	Notes
Polyethylene (PE)	Excellent	0.1	Thermal treatment improves crystallinity, enhancing resistance.
Polypropylene (PP)	Good	0.02	Higher thermal processing temperatures increase strength.
Polystyrene (PS)	Fair	0.5	Thermal treatment can improve imperviousness but may affect mechanical properties.
Polyvinyl Chloride (PVC)	Excellent	0.01	Higher thermal treatment can enhance chemical resistance.
Polyurethane (PU)	Good	0.1	Thermal treatment can improve stability but may affect flexibility.
Nylon (Polyamide)	Fair	1.0	Performance varies greatly; thermal treatment helps with moisture absorption.

Chemical Resistance and Permeability of Polymeric Materials after Thermal Treatment

IV. Conclusion

In conclusion, the thermal treatment of polymeric materials significantly influences their structural integrity and functional properties, culminating in enhanced performance across various applications. The advancements in methods such as Direct Ink Writing (DIW) pave the way for superior gel synthesis, allowing precise control over the material properties that traditional techniques struggled to achieve, thus addressing the limitations inherent in conventional methodologies (Dalave et al., 2024). Furthermore, the incorporation of magnetic iron oxide nanoparticles in polymer matrices showcases the evolving landscape of polymer science, where the customization of properties through thermal processes can lead to innovations in biomedical applications and beyond (Chang et al., 2024). This integration of thermal treatment techniques not only optimizes material performance but also contributes to the sustainability and efficiency of polymer use in industrial processes. Overall, ongoing research in this field remains crucial for developing novel applications that leverage the unique characteristics fostered by thermal treatment of polymers.

A. Summary of key findings

In examining the thermal treatment of polymeric materials, a collection of key findings emerges that underscore the importance of structural modifications and thermal interface materials (TIM). Advances in magnetic iron oxide nanoparticles have shown that their anisotropic properties can dramatically affect their biomedical applications, presenting opportunities for enhanced

functionality (Chang et al., 2024). Furthermore, the exploration of polymer composites as TIM has revealed a critical need for materials with exceptional thermal conductivity to manage heat effectively in electronic devices (Artiaga et al., 2024). Through meticulous synthesis and processing, the integration of fillers into polymer matrices has been established as a viable strategy to improve thermal performance, crucial for applications across various industries. Overall, these findings not only highlight the interplay between material structure and functional properties but also set the stage for future research aimed at optimizing polymeric materials for specialized applications in engineering and biomedical fields.

B. Implications for future research and applications

In the ever-evolving field of polymer science, the potential for future research and applications stemming from thermal treatment processes is vast. As advancements reveal the intricate relationship between polymer structure and properties, exploring novel methods for manipulating these attributes is crucial. For instance, the incorporation of magnetic iron oxide nanoparticles has shown promise in enhancing the performance of polymeric materials for biomedical applications, indicating that increased focus on nanoparticle synthesis may yield substantial benefits in material functionality and safety (Chang et al., 2024). Additionally, the integration of nanostructured materials has the potential to significantly improve the properties of polymers, highlighting the necessity for comprehensive studies on the interplay between polymer matrices and nanomaterials (Duprey et al., 2024). Collectively, these research trajectories can lead to the development of superior polymeric systems, ultimately broadening their applicability across various industries while addressing challenges surrounding material sustainability and effectiveness.

C. Final thoughts on the significance of thermal treatment in polymer science

In conclusion, the significance of thermal treatment in polymer science cannot be overstated, as it fundamentally influences the structural properties and performance of polymeric materials. Through precise temperature control and exposure times, thermal treatment processes such as annealing, thermal curing, and melting play critical roles in enhancing crystallinity, altering molecular orientation, and facilitating cross-linking within polymer chains. These modifications not only enhance mechanical strength and thermal stability but also optimize processing characteristics and material durability in diverse applications. Moreover, as the demand for advanced materials increases, the integration of thermal treatment techniques with computational modeling and predictive analytics promises to revolutionize material design and performance. Ultimately, the strategic application of thermal treatment opens avenues for innovation, promoting the development of sustainable, high-performance polymers that meet the evolving needs of industries ranging from packaging to aerospace, thereby underscoring its pivotal role in the field of polymer science.

References

- [1]. Chen, Junhong, Darling, Seth B., Wang, Yuqin (2024). Selectivity of Per- and Polyfluoroalkyl Substance Sensors and Sorbents in Water. <https://core.ac.uk/download/621204073.pdf>
- [2]. Almeida, Cláudio M. R., Merillas Valero, Beatriz, Pontinha, Ana Dora Rodrigues (2024). Trends on aerogel-based biosensors for medical applications: an overview. <https://core.ac.uk/download/621563698.pdf>
- [3]. Carmona del Río, Francisco Javier, Hernández Giménez, Antonio, Lozano, Ángel E., Palacio Martínez, et al. (2024). Morphological study before and after thermal treatment of polymer-polymer mixed-matrix membranes for gas separations. <https://core.ac.uk/download/621564160.pdf>
- [4]. Artiaga, Ramón, Farooq, Zunaira, Guo, Qian, Li, et al. (2024). Fillers and methods to improve the effective (out-plane) thermal conductivity of polymeric thermal interface materials – A review. <https://core.ac.uk/download/614588595.pdf>
- [5]. Che, Chang, Dashtbozorg, Ben, Dong, Hanshan, Jenkins, et al. (2024). The Ageing of μ Plasma Modified Polymers: the Role of Hydrophilicity. <https://core.ac.uk/download/603477942.pdf>
- [6]. Botta L., Gaglio R., Garofalo G., Lopresti F., Pernice G. (2024). Influence of Biochar on the Properties of Antibacterial PBAT/Carvacrol Films. <https://core.ac.uk/download/614224551.pdf>
- [7]. Huaqing Xie, Huaqing Xie, Lifei Chen, Lifei Chen, Pinda Li, Xin Wang, Xin Wang, et al. (2024). Application studies on MXene-based flexible composites. <https://core.ac.uk/download/621144042.pdf>
- [8]. Summers, Henry D. (2024). MECHANICAL Properties and cycling fatigue of zn-based alloys: effects of thermal treatment. <https://core.ac.uk/download/604797925.pdf>

- [9]. Eliades, Theodore, Makou, Olga, Mattle, Mélanie, Panayi, et al. (2024). Effect of heat treatment and nitrogen atmosphere during post-curing on mechanical properties of 3D-printed orthodontic aligners. <https://core.ac.uk/download/611954759.pdf>
- [10]. Acarer Arat, Seren, Pir, İnci, Tufekci, Mertol, Tufekci, et al. (2024). Nanocellulose in Polyvinylidene Fluoride (PVDF) Membranes: Assessing Reinforcement Impact and Modelling Techniques. <https://core.ac.uk/download/628415142.pdf>
- [11]. Hertzog, Jerald E., Kim, Hojin, Liu, Guancen, Nitta, et al. (2024). Exploring the Impact of Ring Mobility on the Macroscopic Properties of Doubly Threaded Slide-Ring Gel Networks. <https://core.ac.uk/download/621762187.pdf>
- [12]. Ballarin, Barbara, Caretti, Daniele, Cassani, Maria Cristina, Di Filippo, et al. (2024). Preparation and Characterization of Self-Healing PVA–H₂SO₄ Hydrogel for Flexible Energy Storage. <https://core.ac.uk/download/611896175.pdf>
- [13]. Bader, Kenneth B., Bioeffects Committee of the American Institute of Ultrasound in Medicine, Dalecki, Diane, Ellens, Nicholas, et al. (2024). Overview of Therapeutic Ultrasound Applications and Safety Considerations: 2024 Update. <https://core.ac.uk/download/624090212.pdf>
- [14]. Chang, Fuqiang, Davies, Gemma-Louise (2024). From 0D to 2D: Synthesis and bio-application of anisotropic magnetic iron oxide nanomaterials. <https://core.ac.uk/download/603478091.pdf>
- [15]. Dalave, Priyanka Anil, Ismail, Sikiru O., Kandasubramanian, Balasubramanian, Panchapakesan, et al. (2024). Compendious review on 3D-printed gels for effluent treatment. <https://core.ac.uk/download/616663790.pdf>
- [16]. Duprey, Colton Lee (2024). Discovery of Nanostructured Material Properties For Advanced Polymeric Systems. <https://core.ac.uk/download/619718789.pdf>
- [17]. Navarro, Roald Teodor (2024). Additive manufacturing for the offshore environment: the options available to Aker BP and Additech. <https://core.ac.uk/download/617932713.pdf>
- [18]. Ali, Hafiz Muhammad, Jamil, Furqan, Kalidasan, B., Pandey, et al. (2024). Nano-enhanced phase change materials: Fundamentals and applications. <https://core.ac.uk/download/621356929.pdf>
- [19]. Costa, Pedro, Paiva, Maria C., Rodrigues, Joana, Uribe, et al. (2024). Application of sound waves during the curing of an acrylic resin and its composites based on short carbon fibers and carbon nanofibers. <https://core.ac.uk/download/624081582.pdf>
- [20]. Abu Bakar, Suriani, Ahmad, Mohd Khairul, Ali, Khuram, Khalil, et al. (2024). Recent Advances for Wastewater Treatment on Polyvinylidene Fluoride-Based Membrane: A Review. <https://core.ac.uk/download/617869507.pdf>
- [21]. <https://core.ac.uk/download/617869507.pdf>.

PAXTANI MAYDA IFLOSLIKLARDAN TOZALASH MASHINALARI TAHLILI

R. Muradov, O. Aliyev

Namangan davlat texnika universiteti
(Qabul qilindi 06.05.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada chigitli paxta tarkibidagi mayda iflosliklardan tozalash mashinalari, ularning turlari va ishlash mexanizmlari, paxta xom ashyosiga ishlov berish jarayonida ta'sir etayotgan kuchlar va paxtani tozalash mashinalarining ish unumdorligi aniqlash, toladagi nuqsonlar va chigitli paxta tarkibidagi iflosliklarning turlari va texnologik jarayonlarni amalga oshirishdagi samaradorlik ko'rsatkichlarini aniqlash kabi muhim jihatlarga to'xtalib o'tilgan.

Kalit so'zlar: chigit, paxta, to'rtli yuza, mayda, ifloslik, has-cho'p, tozalash, samaradorlik, kuch.

Аннотация. В данной статье рассматриваются такие важные аспекты, как очистительные машины от мелких примесей в составе хлопка-сырца, их типы и механизмы работы, силы, действующие в процессе обработки хлопка-сырца, и определение производительности хлопкоочистительных машин, виды дефектов волокна и примесей в составе хлопка-сырца, а также определение показателей эффективности технологических процессов.

Ключевые слова: семя, хлопок, сетчатая поверхность, мелкий, грязь, сорняки, очистка, эффективность, сила.

Abstract. This article focuses on important aspects such as cleaning machines from small impurities in raw cotton, their types and operating mechanisms, the forces acting in the process of processing raw cotton, and determining the productivity of cotton cleaning machines, determining the types of fiber defects and impurities in raw cotton, and determining efficiency indicators in carrying out technological processes.

Keywords: cotton, cotton, mesh surface, small, dirt, weeds, cleaning, efficiency, strength.

Kirish. Jahonda asosiy paxta xomashyosini yetishtiruvchi davlatlari, zamonaviy axborat texnologiyalari, ilmiy yondoshuv asosida, paxtani quritish, tozalash, jinlash jarayonlaridagi mavjud texnologik muamolarni yechish, texnologik konstruksiyalarini yangi samaradorligi yuqori bo'lgan avlodini yaratish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Dunyoda paxta tolasiga bo'lgan ehtiyoj tobora ortib bormoqda. «Paxta bo'yicha Xalqaro konsultativ qo'mita» (ICAC) ma'lumotlariga qaraganda so'nggi yillarda jahon miqyosida 23,79 mln tonna paxta tolasini ishlab chiqarildi, uning iste'moli 24,51 mln tonnani tashkil etmoqda. Intensiv tarzda ortib borayotgan aholi soni hisobiga paxta tolasini iste'moli va unga bo'lgan talabning istiqbolda ham ortib borishi kutilmoqda. Paxta tolasiga talabning ortishi o'z navbatida uning sifati va uni ishlab chiqarish samaradorligini to'xtovsiz oshirib borishni talab etadi. Eng asosiy talablarga paxta tolasini sifati va miqdorini oshirish, texnologik jarayonlarda tola va chigitni shikastlanishini hamda texnologik jarayonlarini qo'shish asosida sarf-harajatlarni kamaytirish, ya'ni paxtani mayda va yirik iflosliklardan tozalash samaradorligi pastligini kuzatish mumkin. Bu borada paxta tolasining jahon bozorida raqobatbardoshligini oshirish, zamonaviy hamda texnologik jihatdan ishonchli va sifatli mahsulot ishlab chiqaruvchi yangi texnologiya va ularni modernizatsiya qilishga katta e'tibor berilmoqda. Ayniqsa, jahon paxta tozalash sohasida yuqori samaradorlikka ega bo'lgan paxtani mayda iflosliklardan tozalash mashinalarini takomillashtirish asosida paxtani tozalash samarasini oshirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Nazariy tadqiqotlar. Jinlarning optimal ravishda ishlashi va tola tarkibida iflos aralashmalarni kamaytirish uchun paxta toshlar, metall buyumlar, organik iflos aralashmalar va o'likdan tozalanadi.

Og'ir aralashmalar – toshlar, metall buyumlar, paxtaning ochilmagan va yarim ochilgan ko'saklarini ushlab qolish uchun hovli va bo'limlararo qo'llaniladigan pnevmota'minlagich tizimlarida separatorlar oldidan o'rnatiladigan tosh ushlagichlar qo'llanadi.

Paxtani mayda iflos aralashmalardan, o'likdan tozalash uchun qoziqchali barabanlar, setkali yuzalar, chigitli paxtani hamma ko'rinishdagi iflos aralashma va o'likdan tozalash uchun esa arrali barabanlar, ildiruvchi cho'tka, kolosnikli panjaralar va cho'tkali ajratuvchi barabanlar bilan jihozlangan paxta tozalash mashinalari qo'llaniladi[1].

Chigitli paxtaning tolasini chigitidan ajratish jarayonida uning ifloslik va begona qo'shilmalarning tola sifatiga ta'sir qilmasligi uchun ular quritish-tozalash va tozalash bo'limlari ichiga o'rnatilgan tozalash uskunalarida ajratib tashlanadi.

G'o'za ko'saklarining etilish davrida barg va shoxchalar quriy boshlaydi, mo'rt bo'lib, oson sinib maydalanadi va ochilgan paxtaga ilashib uni ifloslashtiradi. Chigitli paxtani qo'l bilan terganda uning ifloslanish darajasi asosan terimchining diqqatiga bog'liq, mashina bilan terishda g'o'za barglarini to'ktirish (defolyatsiya) ishlarining o'z vaqtida va sifatli o'tqazilishiga bog'liq. Chigitli paxtada uchraydigan aralashmalar kelib chiqishi jihatidan organik va mineral qo'shilmalar bo'lishi mumkin. Organik jismlarga g'o'za tupining qismlari-barg, shoxchalar, chanoq pallalari, gul barglari, meva bandlari va boshqa o'simlik qismlari (qumay va boshqa begona o'tlar) kiradi. Mineral qo'shilmalarga tosh, qum, tuproq, kesak va hako'zalar kiradi. Chigitli paxtada bo'ladigan iflos aralashmalar o'lchami jihatidan shartli ravishda ikki guruhga bo'linadi[2].

Mayda aralashmalar guruxiga o'lchamlari 10 mm. dan kam bo'lgan va yirik aralashmalar guruxiga o'lchamlari 10 mm. dan katta bo'lgan qo'shilmalar kiradi. Iflos aralashmalar chigitli paxtaga ilashishi jihatidan passiv yoki inertli va aktiv xillariga bo'linadi. Passiv yoki inertli aralashmalar chigitli paxta pallalarining sirtida bo'lib, yengil silkitganda chigitli paxtadan oson ajraladi. Aktiv aralashmalarning chigitli paxtadan ajralishi qiyin bo'ladi. Aktiv aralashmalarni chigitli paxtadan ajratish uchun ularni avval passiv holatga keltirish kerak. Shuning uchun paxta tozalash uskunalarini tanlashda aralashmalarning xarakteriga va ularning chigitli paxtaga qanday yopishganligiga ahamiyat beriladi[3].

Chigitli paxtani mayda iflosliklardan tozalash texnologiyasi chigitli paxtani har xil iflosliklardan tozalash uchun kerakli uskunalar turlarini tanlashda ularning fizik-mexanikaviy xususiyatlarini (o'lchamlari, kelib-chiqishi, paxtaga ilashish darajasi) nazarga olish katta ahamiyatga ega.

Chigitli paxtani xas-cho'plardan tozalash mashinalari qoziqchali barabanlar seksiyasi va arrachali barabanli seksiyasidan iborat bo'ladi. Mayda xas-cho'plar qoziqchali barabanlar seksiyasida, yirik aralashmalar esa, arrachali barabanli seksiyada yaxshi tozalanadi[4].

Chigitli paxtani tozalash uskunalari ish unumdorligi va tozalash samaradorligi (chigitli paxtadan xas-cho'p, ulyuk va puch chigitlarni ajratish qobiliyati) bilan baholanadi (xarakterlanadi). Uskunaning tozalash samaradorligi uskunaga tushgan paxtadan ajratilgan aralashma massasining chigitli paxtada bo'lgan barcha aralashma massasiga nisbati bilan foiz hisobida aniqlanadi.

$$K_M = \frac{C_1 - C_2}{C_1} = 100, \%$$

bunda: C_1 , C_2 - chigitli paxtaning tozalashdan oldin va tozalashdan keyingi ifloslik darajasi, %

Uskunalarining tozalash samaradorligiga ularning ish unumdorligi, chigitli paxtaning namligi va iflosligi katta ta'sir qiladi. Uskunalarining ish unumdorligi ularning eng yuqori tozalash samaradorligiga moslab oshiriladi. Chigitli paxtaning namligi normal darajagacha kamaytirilganda tozalash samaradorligi ko'payib, iflos aralashmalarining chigitli paxtadan ajralishi osonlashadi va ko'payadi. Namligi normal darajadan yuqori bo'lgan chigitli paxtani tozalaganda uskunalarining tozalash samaradorligi kamayishidan tashqari shu chigitli paxtaning tolasida qo'shimcha nuqsonlar ham ko'payadi. Buni ilmiy tekshirish instituti ma'lumotidan ko'rish mumkin (1-jadval).

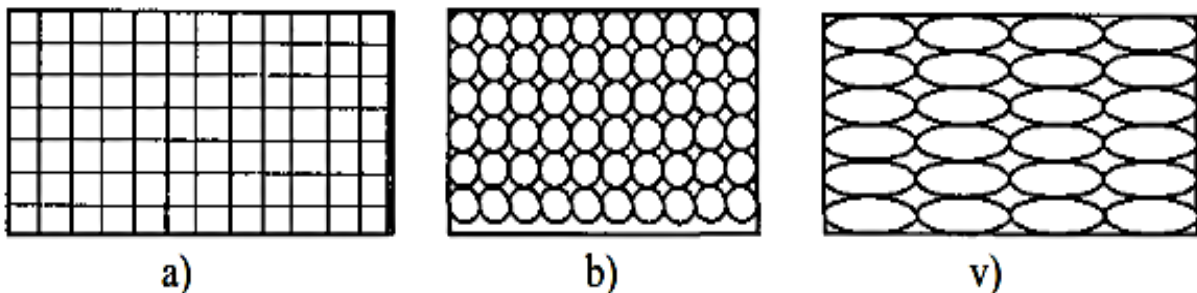
1-jadval

Chigitli paxtaning ishlanish shartlari	Namligi,	Iflosligi	Toladagi nuqsonlar, %	
	%	%	ifloslik, %	nuqsonlar, %
Quritishdan o'tkazilmagan	14,2	13,6	12,4	18,5
Quritishdan o'tkazilgan	10,1	13,3	6,3	12,5

Uskunalarining tozalash samaradorligi chigitli paxtaning iflos qo'shilmalarining miqdoriga qarab o'zgaradi: iflos qo'shilmalar qancha ko'p bo'lsa, tozalash vaqtida shuncha ko'p iflosliklar ajratiladi.

Mayda qo'shimchalar chigitli paxtadan barabanli va shnekli tozalagichlarda yaxshi ajraladi va ularni ajratish uchun tozalash jarayonida chigitli paxtani elash etarli deb hisoblanadi. Shu sababli chigitli paxtani mayda iflosliklardan tozalash uchun qoziqli-titkilash uskunolari ishlatiladi.

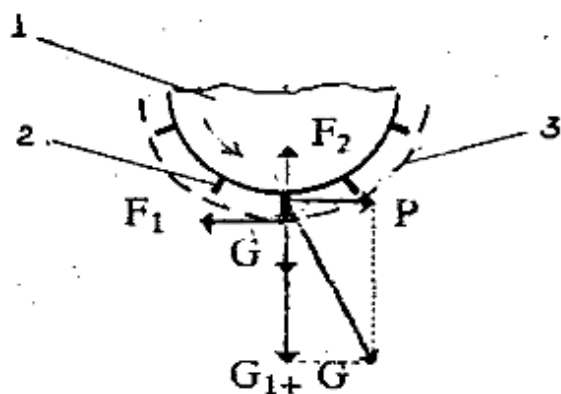
To'rli sirtlar (1-rasm) po'lat simlardan to'qilgan, har xil shakldagi ko'zli yaxlit tunuka yoki turli shakldagi kolosniklardan yasalgan bo'lishi mumkin.



1-rasm. To'rli sirtlar turlari

a) po'lat simdan to'qib qalaylangan; b, v) har xil teshikli tunukadan yasalgan.

Uskunaning tozalash samaradorligi qoziqli-titkilash barabani bilan to'rli sirtning bir-biriga nisbatan joylashishiga bog'liq. (1-rasm)



1-qoziqchali baraban.
2-qoziqcha.
3-to'rli sirt (yuza).

2-rasm. qoziqchali barabanli tozalagichlarda chigitli paxtaga ta'sir etuvchi kuchlar.

F_1 -chigitli paxta bo'lagining to'rli sirtga ishqalanish kuchi;

G_1 -markazdan qochma kuch;

G -chigitli paxta bo'lagining og'irligi;

F_2 -chigitli paxta bo'lagining qoziq sirtiga ishqalanish kuchi;

R -kamera ichidagi havo oqimining qarshiligi.

F_1 va R kuchlari bir tomondan, G_1 va F_2 kuchlari ikkinchi tomondan juft kuchlarni tashkil qilib (2-rasm), chigitli paxta bo'lakchasini sirt strelkasi yo'nalishida aylantirishga intiladi. Uskuna ishlaganda chigitli paxta bo'lakchalari to'rli sirt ustiga urilishi natijasida undagi iflos qo'shilmalar ajraladi va to'rli sirt teshiklari orqali tashqariga chiqib ketadi[6].

Ba'zi tozalagichlarning barabanlarida ikki qator qoziqchalar o'rnatilgandan keyin uchunchi qatorga yaxlit planka o'rnatilgani uchun bunday tozalagichlar qoziq-plankali deb ataladi. qoziq-plankali tozalagichlarning tozalash samaradorligi birmuncha yuqori bo'ladi, chunki bularda chigitli paxta qoziqchalar bilan titiladi, planka esa havo oqimini kuchaytirib tozalashni zo'raytiradi.

Mayda iflosliklardan tozalash uskunolari tuzilishi va ishlash jarayoni chigitli paxtani mayda iflosliklardan tozalash uchun ishlatiladigan uskunalar paxta tozalash korxonasining quritish-tozalash bo'limida, tozalash bo'limida va har bir jinning ta'minlagichiga o'rnatiladi. Chigitli paxtadan mayda iflosliklarni ajratish uskunolari pnevmatik, pnevmamexanik va mexanik sistemalarga bo'linadi.

Mayda iflosliklarni ajratish uskunolari texnologik qatorda o'rnatilish joyiga qarab individual va batareyali, ish organlarining chigitli paxtaga ta'siri jihatidan bir ta'sirli va qayta ta'sirli, ish organlarining soniga qarab bir barabanli va ko'p barabanli, tuzilishi bo'yicha esa barabanli va shnekli xillarga bo'linadi[6].

Paxta tozalash korxonasining uzluksiz texnologik jarayonida o'rnatilgan uskunalar va mashinalarning mukammalligi, ularda chigitli paxta, tola, lint va boshqa mahsulotlarni tozalashning umumiy samaradorlik ko'rsatkichiga qarab belgilanadi. Chigitli paxta, tola, lint va boshqalarni ishlab chiqarayotganda ular tarkibidagi has-cho'plar, o'liklar va tolali nuqsonlarni ajratish qobiliyati masinaning tozalash samaradorligi deb ataladi.

Tozalash samaradorligi ajratilgan iflos aralashma va tolali nuqsonlar yig'indisi og'irligining shu mashinada ishlangan chigitli paxta, tola yoki boshqa mahsulotlar tarkibidagi umumiy iflosliklar og'irligiga bo'lgan nisbatining foiz ifodasidan iboratdir.

Texnologik jarayondagi tozalagich mashinalarining tozalash samaradorligi ularning tuzilishi va o'rnatilgan joyiga qarab har xil bo'ladi. Undan tashqari chigitli paxtadan has-cho'plar va o'likning ajralishi bir xil bo'lmaydi. Shunga ko'ra, tozalagich mashinalarining has-cho'plarni va o'likni ajrata olish xususiyati alohida hisoblab topiladi. Chigitli paxta namligi qancha yuqori bo'lsa, mashinaning tozalash samaradorligi shuncha kam bo'ladi. Texnologik jarayonda mashinani ketma-ket ishlashi va mashina qismlarining tezlik rejimi tozalash samaradorligiga katta ta'sir ko'rsatadi[7].

Ma'lumki, chigitli paxtani ketma-ket tozalaganda birinchi turgan tozalagichlar iflosliklarni juda yaxshi ajratadi. Mashinaga chigitli paxtani ko'p yuborganda ham, ularning ish unumi yuqori bo'lganda ham tozalash samaradorligi kamayib ketadi. Texnologik jarayondagi hamma

mashinalarning umumiy tozalash samaradorligini (K_{um}) aniqlash alohida olingan mashinaning tozalash samaradorligini aniqlash kabi bo'lib, bunda umumiy ajralgan has-cho'plar og'irligi yig'indisining tozalanayotgan chigitli paxta tarkibidagi iflos aralashmalar og'irligiga nisbatan foiz ifodasida olinadi.

Texnologik jarayondagi mashinlarni umumiy tozalash samaradorligi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

Bu yerda: K_1 K_2 K_n – texnologik jarayondagi ayrim mashinalarning tozalash samaradorligi, % hisobida[8].

$$K_{um} = \left[1 - \left(1 - \frac{K_1}{100} \right) * \left(1 - \frac{K_2}{100} \right) * \dots * \left(1 - \frac{K_n}{100} \right) \right] * 100, [\%]$$

Xulosa. Paxtani mayda iflosliklardan tozalagichlarning asosiy ishchi qismlari qoziqchali baraban va to'rtli yuzadir. Paxtani mayda ifloslikdan tozalashning jadalligi nafaqat barabanning ratsional konstruksiyasiga, mayda ifloslik aralashmalarini tozalashning ishchi sohasidan olib tashlaydigan tozalash to'rtli yuzalarini to'g'ri tanlashga ham bog'liq. To'rtli yuzani loyihalashga qo'yiladigan talablar umumiy tadqiqot mazmuniga, tozalagichning ish unumdorligini oshirish, boshqacha aytganda, paxtaga kichik kuch ta'sirida yuqori tozalash samarasiga erishish bilan asoslanadi.

Adabiyotlar

- [1]. Djurayev., B. Haydarov. Tolali chigitni ko'p qirrali qoziqcha sirtidagi harakat trayektoriyasini teks qirralari soniga bog'liq ravishda o'zgarishlarini aniqlash. Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali. Namangan 2023 ISSN 2181-158X (2023 №3 Maxsus son)
- [2]. Paxtani dastlabki qayta ishlash. E. Zikriyoyevning umumiy tahriri ostida. Toshkent, 2002.
- [3]. Jabborov G'.J. va boshqalar «Chigitli paxtani ishlash texnologiyasi»,
- [4]. Darslik. Toshkent - «O'qituvchi» 1987- 400 b.
- [5]. Shayxov E. T. va boshqalar «Paxtachilik», Toshkent «Mehnat» - 1990.
- [6]. Bobojonov M.A. «Texnologik jarayonlarni loyihalash» ma'ruza matni. Toshkent, TTESI, 2008.
- [7]. M.A.Babadjanov. «Texnologik jarayonlarni loyihalash». Darslik. Toshkent, «Cho'lpon», 2009.
- [8]. Yakubov M.L., Xaydarov O'.J. «Paxtachilik». Darslik, Toshkent, «O'qituvchi» 2004.

UO'K [620.182](#)

FREZALI-KULTIVATOR ISHCHI ORGANLARINI ISH RESURSINI OSHIRISHDA TIKLAHNING TAKOMILLASHGAN TEXNOLOGIYASIDAN FOYDALANISH USULLARI

K. Qosimov, A. Qadirov

Namangan davlat texnika universiteti, O'zbekiston, axrorqadirov0@gmail.com
([Qabul qilindi 06.05.2025 y.](#))

Annotatsiya: Ushbu maqolada frezali kultivatorning ishchi qisimlarning o'rganish ishchi qisimlarini yeyilish sabablarga ta'sir etuvchi omillar yeyilgan ishchi qisimlarini mahalli hom ashyo ma'teriallaridan foydalanish usullari keltirilgan.

Kalit so'zlar: freza pichoqlar, tarkib, mustaxkamlik, qattqlik, yeyilish, texnologiya, tuproq, abraziv, bosim, material.

Аннотация: В данной статье описаны способы использования фрезерного культиватора с использованием местного сырья для исследования съедобности съедобных рабочих частей.

Ключевые слова: фрезерные ножи, состав, прочность, твердость, разьедание, технология, грунт, нагрузка, материал.

Annotation: *This article presents the methods of the milling cultivator for the study of working parts of the working parts of the working parts of the plant, which affect the reasons for the ingestion of the edible parts of the working parts of the plant.*

Key words: *milling knives, composition, strength, hardness, wear, technology, soil, load, material.*

KIRISH

Bugungi kunda qishloq xo'jaligini texnik ta'minotini rivojlantirish mamlakatimizda olib borilayotgan siyosatning asosiy ustuvor yo'nalishlaridan biridir. Bunda qishloq xo'jalik faoliyatini olib borish obyekti paxta va boshqa ko'plab poliz ekinlarini qatorlar orasiga ishlov berish hisoblanadi. Etishtirilayotgan ekinlarining qatorlar orasiga ishlov berish usuli kultivatsiyalash deyiladi. Kultivatsiyalash qishloq xo'jaligidagi eng muhim bosqichlardan biri bo'lib, hosildorlik va mahsulot sifati unga bog'liq. U tuproq strukturasini yaxshilash, begona o'tlarni yo'qotish va o'simliklarning o'sishi uchun qulay sharoit yaratish maqsadida tuproqqa mexanik ishlov berishdan iborat. Ushbu jarayon orqali tuproqning strukturasi yaxshilanadi uni yanada yumshoq va suv hamda havo o'tkazuvchan qilish imkonini beradi. Bunda o'simlik ildizi yaxshi o'sadi va oziq moddalarni yaxshi o'zlashtiradi [1-5].

Chopiq qilinadigan ekinlarning qator oralariga ishlov berish o'simlik qator oralariga ishlov berishga mo'ljallangan tegishli kultivatorlar bilan amalga oshiriladi.

O'simliklarning qator oralarini yumshatuvchi kultivatorlar avvaldan ekilgan qishloq xo'jaligi ekinlarining qator oralariga ishlov berishda qo'llaniladi [6,7]. Ularning ish organlari tuproqni yumshatadi, begona o'tlarni qirqadi va yo'qotadi, ekinlarning o'sishi va rivojlanishi uchun yaxshi sharoit yaratadi. Chopiq kultivatorlari ham, qator oralariga ishlov beradigan kultivatorlari ham turli xil ish organlari bilan jihozlangan bo'ladi.

O'simliklarni parvarishlash ishlarini bajarish uchun har xil turdagi chopiq kultivatorlari va ularga mos ish organlari yaratilgan [8-12].

Chopiq kultivatorlari vazifasiga qarab universal, lavlagi, sabzavotlar, yumshatuvchi turlarga bo'linadi. Universal kultivatorlar bir necha ekinlarning asosiy parvarish ishlarini bajara oladi.

Ishchi organlarining turiga ko'ra kultivatorlar faol ishchi organlari bilan jihozlangan (frezali), ular harakatni traktorning kuch uzatish validan oladi va passiv ishchi organlar bilan jihozlangan kultivatorlarga bo'linadi. Passiv ishchi organli kultivatorlar tuproqni deformatsiyalash uchun traktorning tortish kuchidan foydalanadilar. Passiv ish organli kultivatorlar bir-biridan ish organlari to'plami bilan farq qiladi.

Qatorlararo frezali kultivatorlar makkajo'xori, kungaboqar, paxta, soya, pomidor va boshqa ekinlar uchun qator orasidagi tuproqqa ishlov berish uchun mo'ljallangan. U mehnat sarfini sezilarli darajada (70-80%) tejashni ta'minlaydi. Begona o'tlardan tozalaydi. Natijada u ekinlarning tez rivojlanishiga yordam beradi, hosildorlikni oshiradi.

Kultivatorlarning ishchi organlari tuproq bilan kontaktda ishlab tuproq tarkibidagi abraziv zarralar ta'sirida tez yeyilib ishga yaroqsiz holga keladi. Natijada ularni tez-tez yangisiga almashtirish zarurati yuzaga keladi. Buning uchun ehtiyot qismlar zahirasi talab etiladi. Ehtiyot qismlar sarfining ortishi mashinadan foydalanish samaradorligini pasaytiradi, etishtiriladigan mahsulot tannarhini orttiradi. Shuning uchun ishchi organlarning abraziv yeyilishga bardoshligini oshirishga yo'naltirilgan ilmiy tadqiqotlar olib boorish dolzarb masala hisoblanadi.

Tadqiqot materiallari va usuli: Olib borilgan ilmiy tadqiqotning asosiy maqsadi frezali-kultivatorning tez yeyiladigan ishchi organlarini resursini oshirishdan iborat.

Laboratoriya tadqiqotlari GOST 5640-20, GOST 10243-75, GOST 9013-59, GOST 54153-2010, GOST 23.208-79 kabi standartlar va me'yoriy hujjatlar asosida amalga oshirildi. Hususan, ishchi organ materiali tarkibi, strukturasi, qattiqligi va yeyilishga chidamliligini aniqlashda hamda toblashda quyidagi jihozlardan foydalanildi.

Uslubiy ta'minlash jihozlari

№	Jihoz nomi	Vazifasi
1	Universal uzunlik o'lchov asboblari	Namunalar o'lchamlarini aniqlash
2	Yuqori chastotali tok bilan termik ishlov berish jihozi TGG-45 KW	Namunalarga termik ishlov berish
3	Jilvirlash dastgohi MY1224	Namunalarni yuzalarini jilvirlash
4	Universal qattqlik o'lchash mashinasi THBRV-187.5DX	Namunalarning qattqligini aniqlash
5	Metallografik mikroskop A13.0201-B2	Namunalarning mikrostrukturasi o'rganish
6	Optik-emission spektrometr DFS 500 SPECTROLAB	Namunalarning kimyoviy tarkibini o'rganish
7	Tarozi MH-696 va SF-400	Namularni og'irligini o'lchash
8	Yeyilishga sinash qurilmasi	Yeyilishga sinash uchun

Ish organlarini joylashtirish sxemalari. Begona o'tlarni yo'qotish va himoya zonasini yumshatish (odatda 1- va 2- kultivatsiyada) uchun kultivatorlarga rotatsion yulduzchalar va pichoqlar bilan birgalikda chuqur yumshatkich yoki o'qyoysimon panjalar o'rnatiladi. 60 sm li qator oralariga ishlov berish uchun har bir qator oralig'iga ikki juft rotatsion yulduzcha, qamrash kengligi 165 mm bo'lgan pichoq va bitta chuqur yumshatkich yoki o'qyoysimon panja, yondosh (chetki) qator oralig'iga bir juft yulduzcha, bittadan pichoq va chuqur yumshatkich yoki o'qyoysimon panja joylashtiriladi. (2-jadvalda) keltirilgan [2].

Kultivatorlarning texnik tavsiflari

Ko'rsatkichlari	Mashinalar rusumi	
	KRT-4	KXU-4
Traktor rusumi	MTZ-80X	TTZ 100 K.11, MTZ-80X TTZ 60.11, TTZ 80.11
Qator oralari kengligi, sm	90	60, 90
Qamrov kengligi, m:		
- 60 sm qator oralari uchun	-	2,4
- 90 sm qator oralari uchun	3,6	3,6
Ish unumdorligi, ga/soat:		
- 60 sm qator oralari uchun asosiy vaqtda	-	1,29
ekspluatatsion vaqtda	-	0,86
-90 sm qator oralari uchun asosiy vaqtda	1,65	1,65
ekspluatatsion vaqtda	1,37	1,37
Ishlov beriladigan qatorlar soni	4	4
Massasi, kg:		
- 60 sm qator oralari uchun	-	1352
- 90 sm qator oralari uchun	1750	1552

Natijalar va ularning tahlili. Tadqiqotlarni olib borish uchun viloyatimizda qator oralariga ishlov berishda qo'llanilayotgan frezali-kultivator ishchi qismlaridan namunalar olindi. Bizga ma'lumki frezali kultivator ishchi qismlari odatda CT30, CT50, CT,D maxsus standart po'lat

materiallaridan tayyorlanadi. 3-jadvalda ushbu po'lat materiallarining kimyoviy tarkiblari keltirilgan. Agar frezalar tavsiya etilgan markali po'latlardan tayyorlangan bo'lsa ham, ularga termik ishlov berilmasa (toblanmasa), bunday materiallar frezalar tayyorlash uchun yaroqsiz hisoblanadi. Shuning uchun tanlab olingan frezalarning texnik talablarga mos kelishi o'rganildi

3-jadval.

Freza materialining spektral tahlil asosida olingan kimyoviy tarkiblari

№	Material qattiqligi, HRC	Materialning kimyoviy tarkibi, %									Materialning taxminiy markasi
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	
1	22	0.34	0.26	0.67	0.018	0.018	0.038	0.012	0.059	0.10	CT30
2	35	0.52	0.18	0.70	0.036	0.033	0.044	0.013	0.056	0.18	CT50
3	42	0.19	0.25	1.20	0.025	0.0024	0.35	0.012	0.046	0.019	CT-D
4	44	0.32	0.30	1.16	0.060	0.043	0.031	0.014	0.039	0.17	CT-D 1-mahali

Jadvaldan ko'rish mumkinki birinchi va ikkinchi va CT30-CT50 markadagi po'lat namunalar mahalliy hom ashyo ma'terialardan quyib tayyorlangan. uchinchi CT-D markadagi po'lat turkiyaning "ÜNLÜ" konmanyasida ishlab chiqarilgan. Freza pichoq materialiga tegishli, to'rtinchi CT-D markadagi po'lat mavjud mahalliy xom ashyo ma'terialini toblab ishlov berilgan namunadir.

O'zbekistonda qishloq xo'jalik ekinlari qator orasiga ishlov berib ekinlarning erkin o'sishini ta'minlashga qulay sharoit yaratib berish uchun tuproqni yuza va chuqur kultivatsiyalash kabi mexanik ishlov beriladi. Ekinlarning qator orasiga ishlov beradigan kultivatorlarning ishchi organlari, ya'ni o'qyoysimon panja va yumshatkich panjalari abraziv muhitda ishlashi natijasida ularning o'lchamlari va shakli tez o'zgarib boradi.

Yerlarning unumdorligini belgilaydigan asosiy ko'rsatkichlaridan biri tuproqning mexanik tarkibi bo'lib, odatda yengil soz tuproqlarning potentsial unumdorligi yuqori bo'ladi. Tuproqning mexanik tarkibiga ko'ra agroteknik tadbirlarning turlari va muddatlari belgilanadi.

Quyidagi 4-jadvalda tuproqning mexanik tarkibi keltirilgan. tuproqlarning 4-jadvalda keltirilgan 6 ta turidan Namangan viloyatida 4 ta turi mavjud.

(4-jadval)

Tuproqning mexanik tarkibi bo'yicha nisbiy va absolyut yeyiltiruvchi xossalari

№	Tuproqning turi	O'rtacha miqdori, %	
		Qum	Gil
1	Qum tuproq	95	5
2	Qumloq tuproq	85	15
3	Yengil qumoq tuproq	75	25
4	O'rtacha qumoq tuproq	65	35
5	Og'ir qumoq tuproq	50	50
6	Yengil soz tuproq	35	65
7	O'rtacha soz tuproq	25	75
8	Og'ir soz tuproq	10	90

Tuproqlarning 4-jadvalda keltirilgan 8 ta turidan Namangan viloyatida 4 ta turi mavjud. Bunda umumiy maydonga nisbatan sug'oriladigan tipik va och tusli bo'z tuproqlar (o'rta qumoqli) 25,5 foizni, o'tloqi bo'z tuproqlar (og'ir va o'rta qumoqli, ayrim hollarda yengil qumoqli) 8,0 foizni, o'tloq uproqlar (yengil qumoqli) 35 foizni, o'tloqi-botqoq (og'ir qumoq) 10 foizni va sho'rxok yerlar (og'ir qumodan qumloqqacha) 9,6 foizni, boshqa tuproqlar 1,1 foizni tashkil etadi.

Tuproqning asosiy tarkibiy elementlari qattiqligi HV 7-11 GPa gacha bo'lgan kvarts qumi hisoblanib, uning miqdori taxminan 36,6-70,2 foizni tashkil qiladi. Bundan tashqari tuproqning tarkibida dala shpati, slyuda va boshqa elementlar mavjud bo'lib, ularning qattiqligi HV 6-7,2 GPa ni tashkil qiladi. [3; 6-7-b.]

Qatorlararo frezalash kultivatori tuproqni 5-15 sm chuqurlikda (modelga qarab) ishlov berish va begona o'tlarga qarshi kurashish uchun ishlatiladigan maxsus qishloq xo'jaligi mashinasidir. U qishloq xo'jaligi ekinlari qatorlari orasidagi bo'shliqda ishlash, samarali ishlov berish va madaniy o'simliklarga zarar bermasdan begona o'tlarga qarshi kurashish uchun mo'ljallangan. Qatorlararo tuproq frezalari har bir ishlov beriladigan qator oralig'i uchun bittadan bir nechta frezalash qismlaridan iborat. Traktorning quvvat olish vali tomonidan boshqariladigan pichoqlar tuproqni qayta ishlaydi va begona o'tlarni orqaga tashlash, aralashtirish va ishlov beriladigan profilga tarqatish orqali maydalaydi. Yovvoyi o'tlar bilan ishlaganda, qatorlararo tuproq kesgich begona o'tlarni yo'q qilish va vegetativ ko'payishdan qochish uchun ildizlarni aniq kesishni amalga oshiradi. Bunday jarayonni amalga oshirishda frezali kultivatorlar ishchi organlari jadal yeyiladi.

Frezali kultivatorlar ishchi organlarining yeyilish jadalligiga ya'ni uning shakli, o'lchamlarining o'zgarishiga asosiy sabab tuproqning tarkibi, namligi, zichligi, qattiqligi, abraziv zarralarning miqdori, tuproqning ishchi organga solishtirma qarshiligi, ishqalanish xususiyatlari sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Г-simon freza pichoqlarini yangisiga nisbatan yeyilish darajasini 1-rasmda ko'rish mumkin.

Ishchi qismlarning ish resursining kamligi undan foydalanish samaradorligiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotlarga ko'ra freza tig'ining o'tmaslashishi tuproqqa ishlov berish chuqurligining notekisligi 53 - 60 % gacha pasayishiga olib keladi [4; 524-b].



a) D-markali po'latdan tayyorlangan Turkiya davlatida ishlab chiqarilgan freza
b) Mavjud mahaliy hom ashyolardan prokatlab tayyorlangan freza (Cr-D)
c) Mavjud mahaliy hom ashyolardan prokatlab tayyorlangan freza (Cr-50)
1-rasm. Do'nder kultivatorning Г-simon freza pichoqlarning yeyilish darajasi

Frezali-kultivator ishchi qismlarini konstruksiyasini takomillashtirish hamda ish resursini oshirishda qishloq xo'jaligi ekinlaridan yuqori va sifatli hosil olishning asoslaridan biridir. Yuqorida ta'kidlanganlardan kelib chiqqan holda mualliflar tomonidan respublikamiz sharoitida qo'llaniladigan frezali-kultivatorning Г-simon freza pichoqlarni yeyilgan yuzalarini mahalliy hom ashyolardan foydalanib ish resursini oshirish ustida maqsadli ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Tadqiqot rejalariga: frezali-kultivator Г-simon freza pichoqlarni resursini oshirish texnologiyasiga qo'yiladigan talablarni shakllantirish maqsadida tuproqlarning yeyiltiruvchi xossalarini, frezalarni

yeyilish sabablarini, resursini oshirish usul va texnologiyalarini o'rganish va tahlil qilish masalalari kiritilgan.

XULOSA

Xulosa qilib aytishimiz mumkinki mamlakatimizda qishloq xo'jalik ekinlarni yaxshi rivojlanib o'sishda qatorlar orasiga ishlov beruvchi chopiq kultivatorlardan keng ko'lamda foydalanib kelinmoqda. Ekin qator oralariga ishlov berishda qo'llaniladigan Frezali-kultivator ishchi qismlarini konstruksiyasini takomillashtirish hamda ish resursini oshirishda qishloq xo'jaligi ekinlaridan yuqori va sifatli hosil olishning asoslaridan biridir. Yuqorida ta'kidlanganlardan kelib chiqqan holda mazkur ish respublikamiz sharoitida qo'llaniladigan frezali-kultivatorning Г-simon freza pichoqlarni yeyilgan yuzalarini mahalliy hom ashyolardan foydalanib, tiklash texnologiyasini takomillashtirishga yo'naltirilgan.

Frezali-kultivator Г-simon freza pichoqlarni resursini oshirish texnologiyasiga qo'yiladigan talablarni shakllantirish maqsadida tuproqlarning yeyiltiruvchi xossalarini, frezalarni yeyilish sabablarini, resursini oshirish usul va texnologiyalarini o'rganish va tahlil qilish ishlari olib borilgan;

Adabiyotlar

- [1]. M.Shoumarova, T. Abdillayev Qishloq xo'jaligi mashinalari. TOSHKENT – 2018 3-4 b.
- [2]. Серов Н.В. Упрочнение плоских рабочих органов сельскохозяйственной техники электроконтактной пайкой металлической ленты.: Дисс. ... кон. тех. наук. – Москва, 2017. – 170 с.
- [3]. Сабуркин Д.А. Повышение долговечности лемеха за счет совершенствования его конструкционно-технологических параметров. – Дис. к.т.н. Москва ФГОУ ВПО МГАУ, 2008. – с. 6-7.
- [4]. Қосимов К.З., Мадазимов М.Т., Қодиров Н.У., Султонов Р.Ш. Қишлоқ хўжалигида қўлланиладиган плуг лемехлари ресурсини ўрганиш натижалари. ФарПИ илмий-техника журнали, Фарғона, 2022, Т.26, №2, 23-28 б.
- [5]. Ткачев В.Н. Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин. -М.: Машиностроение, 1971. -264 с.
- [6]. "Qishloq xo'jaligini o'z vaqtida qishloq xo'jaligi texnikasi bilan ta'minlash mexa nizmlarini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 10.05.2018 yil PQ-3712 son qarori.
- [7]. Гаркунов Д.Н. Триботехника. – М.: Машиностроение, 1995. – 420 с.
- [8]. Igamberdiev A.K., Aliqulov S. Traktorlar va qishloq xo'jaligi mashinalaridan foydalanish, texnik servis. O'quv qo'llanma.-T.: TIQXMMI, 2020-228 b.
- [9]. Igamberdiev A.K. Mashina traktor agregatlaridan foydalanish va texnik servis. Darslik.-T.:TIQXMMI, 2021-408 b.
- [10]. Toshboltaev M.T. Paxtachilik va g'allachilik mashinalarini rostlash va samarali ishlatish. Qo'llanma.-T.:O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi "Fan" nashriyoti, 2012-180 b.
- [11]. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. – М.: Наука, 1970. – 252 с.
- [12]. Черноиванов В.И., Близких В.В., Северный А.Э. и др. «Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве»: Москва-Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003.- 992 с.
- [13]. Нуриев К.К. Повышение эксплуатационно-технологических показателей почвообрабатывающих машин хлопководческого комплекса.: Дисс. ... док. тех. наук. – Янгйюль, 2005. – 540 с.

UDK 629.3.08

KARTOSHKA KOVLASH MASHINALARINING EKSPLUATATSION KO'RSATGICHLARINI OSHIRISH USULLARI

N.G. Bayboboev, Sh.A. Toshtillaev, A.L. Muminov, A.M. Yuldashev

Namangan muhandislik-qurilish instituti, wohrukhan@gmail.com
(Qabul qilindi 10.03.2025 y.)

Annotatsiya. Hozirda kartoshka kovlash mashinalarini ishlatish jarayonida ularga texnik xizmat ko'rsatish, ishchi qismlarni, uzellarni va boshqalarni ta'mirlash yoki almashtirishning maqbul muddatlarini aniqlash dolzarb vazifadir. Shu sababli, ishchi qismlar, uzellar yoki agregatning ishlamay qolguncha o'rtacha ish vaqtini va texnik xizmat ko'rsatish vaqtini aniqlash muxim xisoblanadi. Ushbu maqolada ehtimollik nazariyasi, Laplas funksiyasining jadval qiymatlaridan foydalangan holda kartoshka kovlash mashinalariga texnik xizmat ko'rsatish muddatlari bilan birgalikda ishchi qismlarning ishdan chiqishigacha

bo'lgan o'rtacha ish vaqtini hisoblash usullari keltirilgan. Taklif etilgan usulga asoslanib, boshqa qishloq xo'jaligi mashinalarining har qanday ishchi qismlari uchun o'rtacha ishlamay qolish muddatlarini aniqlash mumkin.

Kalit so'zlar: kartoshka kovlash mashinasi, texnik xizmat ko'rsatish, ishlamay qolish vaqti, detal, ishonchlilik, ekspluatatsiya, tasodifiy miqdor, normal taqsimot, o'rta qiymat, o'rtacha kvadratik chetlanish.

Аннотация. В настоящее время в процессе эксплуатации картофелеуборочных машин актуальной задачей является определение оптимальных сроков их технического обслуживания, ремонта или замены рабочих органов, узлов и т.д. Поэтому важно определить среднее время работы и время технического обслуживания рабочих органов, узлов или агрегата до отказа. В данной статье представлены методы расчета среднего рабочего времени до выхода из строя рабочих органов в сочетании со сроками технического обслуживания картофелеуборочных машин с использованием теории вероятностей и табличных значений функции Лапласа. На основе предложенного метода можно определить средние сроки отказов для любых рабочих органов других сельскохозяйственных машин.

Ключевые слова: картофелеуборочная машина, техническое обслуживание, время простоя, деталь, надежность, эксплуатация, случайная величина, нормальное распределение, среднее значение, среднеквадратическое отклонение.

Annotation. Currently, during the operation of potato harvesting machines, determining the optimal timeframe for their maintenance, repair, or replacement of working parts, assemblies, etc., is a pressing task. Therefore, it is important to determine the average operating time and the maintenance time of working parts, assemblies, or units until failure. This article presents methods for calculating the average working time before the failure of working parts in conjunction with the maintenance periods of potato harvesters using probability theory and tabular values of the Laplace function. Based on the proposed method, it is possible to determine the average failure times for any working parts of other agricultural machinery.

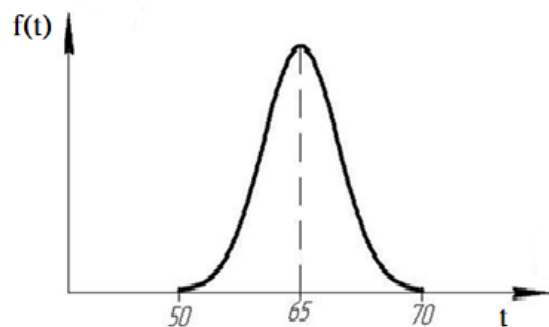
Keywords: potato harvester, maintenance, downtime, part, reliability, operation, random variable, normal distribution, average value, standard deviation.

KIRISH

Qishloq xo'jaligi mashinalari murakkab texnologik operatsiyalarni bajaradi, shuning uchun foydalanuvchilar ishlab chiqaruvchilardan mashinalar ishonchlilik ko'rsatkichlarini yuqori bo'lishini talab qilishadi [1,2]. Biroq, qishloq xo'jaligida foydalanuvchilar ushbu mashinani, masalan, kartoshka kovlash mashinasini kamida 0,98 tayyorlik koeffitsientiga ega bo'lish kerakligiga e'tibor xam berishmaydi. Foydalanuvchilar uchun bu kartoshka kovlash mashinasi yig'im-terim mavsumida muammosiz ishlashi kerak. Shu sababli, kartoshka kovlash mashinasini ishlab chiqaruvchi firmalar o'zlarining foydalanish yo'riqnomalari va xizmat ko'rsatish kitoblarida, odatda, kartoshka kovlash mashinalarining ma'lum ekspluatatsion talablarga rioya qilgan xolda ishlatilsa mavsum davomida muammosiz ishlashini ta'kidlaydilar [3,4,5,6].

TADQIQOT MATERIALLARI

Kartoshka kovlash mashinasining ishonchliligini oshirish qo'shimcha harajatlarni talab qiladi. Qishloq xo'jaligi mashinalarini ishlatish bo'yicha barcha ko'rsatmalar texnik xizmat ko'rsatishni (TXK) o'z ichiga oladi. Masalan kartoshka kovlash mashinalari bo'yicha ko'rsatmalar har 60 soatda 1-TXK, 120 soatda 2-TXK va hokazolarni o'z ichiga oladi. Tabiiyki, kartoshka kovlash mashinasida ishlaydigan mexanizator hech qachon belgilangan vaqtdan keyin texnik xizmat ko'rsatmaydi. Bundan tashqari, hech kim texnik xizmat ko'rsatish muddatini o'zi belgilamaydi. Texnik xizmat ko'rsatish muddati bir smena vaqtini oladi. Masalan, kartoshka kovlash mashinasining smenasini vaqti 8-10 soatlik ekanligidan kelib chiqadigan bo'lsak 1-TXK olti kunlik ishning oxirida 60 dan 70 soatgacha bo'lgan vaqt oralig'ida amalga oshirilishi mumkin va 8-10 soatgacha vaqtni oladi. Bunday



1 – rasm. Mexanizator tomonidan bajariladigan 1-TXK intervali.

holda, texnik xizmat ko'rsatishning ehtimollik xususiyatiga asoslanib, 1-TXK ni o'tkazish vaqti ma'lum bir taqsimot qonuniga bo'ysunadi deb taxmin qilish mumkin, masalan, o'rtacha $T_{TXK} = 65$ soat va standart chetlanish shartli $\sigma_{TXK} = 15,1$ soatni tashkil etadi (1-rasm).

Kartoshka kovlash mashinalarining ishlatish bo'yicha ko'rsatmalarida mashinaning smenali ishlashini hisobga olgan holda texnik xizmat ko'rsatishning vaqti va qat'iy qoidalari (1-TXK uchun bu 60-70 soat) belgilanishi kerak. Shuningdek, bunday tartib 2-TXK, 3-TXK va ehtiyot qismlarni almashtirish kerak bo'lganda yoki ularni joriy ta'mirlash uchun ham qo'llanilishi kerak. Buning uchun statistik ma'lumotlarni yuritish, texnik xizmat ko'rsatish vaqtini hisobga olish, ular bilan ishchi qismlarni, uzellarni va agregatlarning buzilib qolguncha ishlash vaqtini solishtirish orqali ularni ishdan chiqishidan avval ta'mirlash yoki ehtiyot qismlar bilan almashtirish orqali mashinani ishonchliligini saqlab qolish yoki oshirish mumkin bo'ladi. Yuqoridagilarga asoslanib kartoshka kovlash mashinalariga texnik xizmat ko'rsatish muddatlarini ko'rib chiqamiz. Kartoshka kovlash mashinasining texnik shart bo'yicha bir mavsumda ishlash vaqti 1-jadvalda berilgan.

1 – Jadval.

Kartoshka kovlash mashinalariga texnik xizmat ko'rsatish muddatlari

№ t/r	TXK turi	TXK muddatlari, soat	TXKga sarflanadigan vaqt, soat
1	1-TXK	60	$8 \div 10$
2	2-TXK	120	
3	3-TXK	180	
4	4-TXK	240	

Mexanizatorlarga texnik xizmat ko'rsatish uchun 8-10 soatlik bir smena vaqti kerak bo'ladi. Mexanizatorlar tomonidan texnik xizmat ko'rsatish jarayoni stoxastikdir. Shuning uchun texnik xizmat ko'rsatish muddatlari bo'yicha ishlaymay qolguncha o'rtacha ishlash vaqti T_{CPOi} va o'rtacha kvadratik chetlanishi σ_{oi} ehtiyot qismlarining ishdan chiqishigacha bo'lgan o'rtacha ish vaqtini baholash uchun normal taqsimot qonunidan foydalanamiz.

TADQIQOT NATIJALARI VA TAXLILI

Agregatlarning ishdan chiqishining o'rtacha vaqtini hisoblash va unga zarur bo'ladigan ehtiyot qismlar, uzellar uchun, texnik xizmat ko'rsatish vaqti bilan birga bog'lanishining quyidagi tenglamasi va Laplas funksiyasining berilgan qiymatlaridan foydalanamiz [7,8,9].

$$u = \frac{-(T_{TXK} - T_{CPOi})}{\sqrt{\sigma_{TXK}^2 + \sigma_{oi}^2}} \quad (2)$$

bu erda T_{TXK} – texnik xizmat ko'rsatish davrlarining o'rtacha qiymati;

σ_{TXK} – texnik xizmat ko'rsatish davrlarining o'rtacha kvadratik chetlanishi;

T_{CPOi} – ishchi qism ishlaymay qolguncha o'rtacha ish vaqti;

σ_{oi} – o'rtacha kvadratik chetlanish.

Yuqoridagi (2) formula, kuzatish natijasida xosil bo'ladigan kattaliklarni umumlashtirib, hamda normallashtirib qaralayotgan tasodifiy miqdorni uzluksiz standart taqsimotga ega ekanligini aniqlash uchun foydalaniladi.

O'rtacha xizmat ko'rsatish vaqtini quyidagi formuladan foydalanib topamiz [10].

$$T_{TXK} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i \quad (3)$$

O'rtacha kvadratik chetlanish esa quyidagicha topiladi:

$$\sigma_{TXK} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_i - T_{TXK})^2} \quad (4)$$

Nazariy jihatdan yuqoridagilar ifodalar orqali ular o'rtasidagi farqni grafik ko'rinishida 2-rasmda ifodalangan.

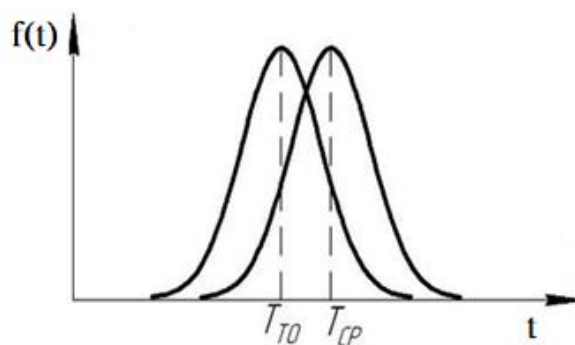
P extimollik ($P=0,95$) bilan tasodifiy miqdorni qabul qiladigan qiymatlar orasidagi bog'lanishni Laplas funksiyasi:

$$F(t) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (5)$$

orqali tanlab olamiz.

Laplas funksiyasining jadval qiymatlarini hisobga olgan holda, tegishli texnik xizmat ko'rsatish davrlari uchun ishchi qismlarning ishlamay qolish vaqtining o'rtacha qiymatlarini hisoblash uchun dastlabki ma'lumotlarning jadvalini tuzamiz:

- kartoshka kovlash mashinalari uchun buzilmay ishlash vaqti extimolini $P = 0,95$ ga teng bo'lishidan kelib chiqib, Laplas jadvalidan: $u = 1,96$ ga teng bo'lishini topamiz (2-jadval);
- texnik xizmat ko'rsatish T_{TXK} va ishchi qismlar ishlamay qolishi uchun o'rtacha kvadratik chetlanishlari σ_{TXK} va σ_{oi} larning qiymatlarini (3) va (4) ifodalar orqali xisoblab topamiz (3-jadval).



2-rasm. Texnik xizmat ko'rsatish va buzilguncha ishlash vaqti o'rtasidagi nazariy interval grafigi.

2-jadval.

Ishchi qismlarga texnik xizmat ko'rsatish vaqtiga qarab o'rtacha ishlamay qolish vaqtining diapazoni

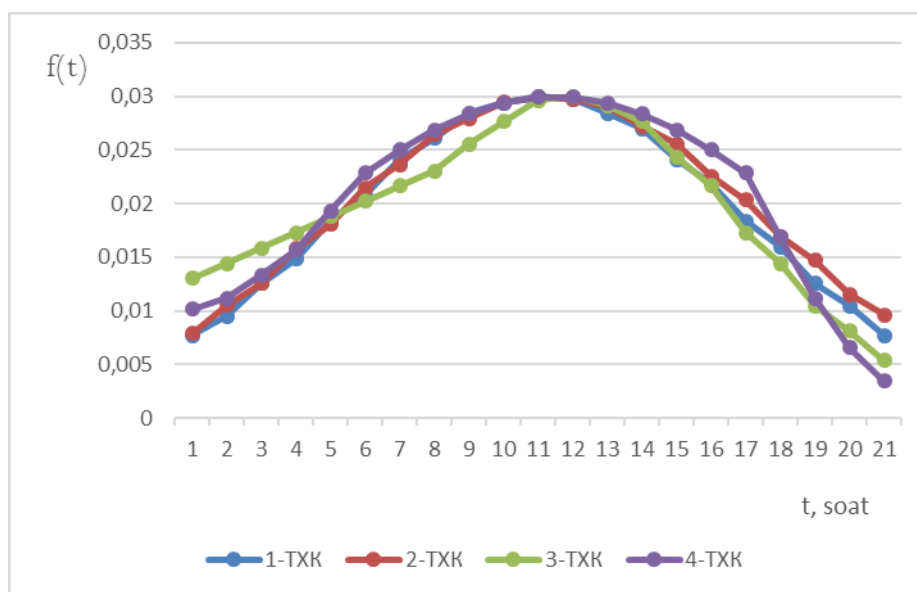
No	1-TXK	2-TXK	3-TXK	4-TXK
1	40	95	146	187
2	42	97	147	188
3	45	100	148	190
4	47	102	149	192
5	50	105	150	195
6	52	107	151	198
7	55	110	152	200
8	57	112	153	202
9	60	115	155	204
10	62	117	157	206
11	65	120	160	208
12	67	122	162	210
13	70	125	165	212
14	72	127	167	214
15	75	130	170	216
16	77	132	172	218
17	80	135	175	220
18	82	137	177	225
19	85	140	180	230
20	87	142	182	235
21	90	145	185	240

3-jadval.

Hisoblab topilgan ko'rsatgichlar

$T_{ТХК}$	65	118	162	209
σ_{oi}	15,1	15,8	12,4	14,92
T_{Cpoi}	106,8551	161,7954	196,371	250,3561

Hisoblash natijalari asosida birinchi, ikkinchi, uchinchi va to'rtinchi ТХК muddatini kartoshka kovlash mashinasini ishlash vaqtiga bog'liqlik grafigi 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Birinchi, ikkinchi, uchinchi va to'rtinchi ТХК muddatini vaqtga bog'liqlik grafigi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib kartoshka kovlash mashinasidan foydalanuvchilar 1-jadvalni inobatga olgan holda, ishdan chiqish vaqtining o'rtacha qiymatlari 2 va 3 jadvallarga asoslanib ishchi qismlarni ta'mirlash yoki almashtirish uchun zamin yaratib qo'yish kerak bo'ladi, aks xolda kartoshka kovlash mashinasini ishlamay bo'sh qolishiga olib keladi, bu esa iqtisodiy zarar keltiradi. Yukoridagi tavsiyalar asosida boshqa qishloq xo'jaligi mashinalarining ham ishchi qismlarining texnik shartlarida belgilangan foydalanish muddati bo'yicha, texnik xizmat ko'rsatish muddatlariga muvofiq uning buzilib qolguncha ishlash vaqtini o'rtacha qiymatlarini aniqlash mumkin.

XULOSA

Mashinalarning ekpluatasion ko'rsatgichlarini oshirish uchun quyidagilar talab etiladi:

- texnik shartlarda barcha ishchi qismlar uchun almashtirish yoki ta'mirlash muddatlarini joylashtirish zarurati, ularni texnik xizmat ko'rsatish oralig'ini (1-rasm) hisobga olgan holda texnik xizmat ko'rsatish muddatlariga bog'lash;

- texnikalardan foydalanuvchilarga texnik xizmat ko'rsatish va ishchi qismlarni ta'milash yoki almashtirish muddatlariga qat'iy amal qilish kerak.

Adabiyotlar

- [1]. ГОСТ, Р. (2016). Р 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения. М.: Стандартиформ.
- [2]. Царев, Ю. А., Адамчукова, Е. Ю., Белоусов, С. В., & Мельников, Д. Г. (2020). Сервисная книжка или как повысить надежность сложной сельскохозяйственной техники. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, (161), 290-297.
- [3]. Yuldoshyev, S. U. (1994). Mashinalar ishonchliligi va ularni ta'mirlash asoslari. Toshkent, O'zbekiston.
- [4]. Махкамов, К. Х. (2002). Расчет износостойкости машин: учебное пособие.
- [5]. Bayboboev, N. G., & Toshitlayev, S. A. (2024). Influence of Plasma Hardening Parameters on the Final Track Dimensions. Russian Engineering Research, 44(11), 1560-1563.

- [6]. Bayboboyev, N., Toshtillayev, S., Akbarov, S., & Umirzokov, J. (2024, August). Increasing the strength of potato digger elevator rods. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1390, No. 1, p. 012017). IOP Publishing.
- [7]. Яхьяев, Н. Я., & Кораблин, А. В. (2009). Основы теории надежности и диагностика.
- [8]. Гнеденко, Б. В., Беляев, Ю. К., & Соловьев, А. Д. (1965). Математические методы в теории надежности. Основные характеристики надежности и их статистический анализ.
- [9]. Любимов, А. К. (2012). Введение в теорию надежности.
- [10]. Qosimov, K., Bekkulov, B., & Qayumov, U. (2023). Development of a modern pneumatic dryer and prospects for its solar-type working principle. Journal of innovations in scientific and educational research, 6(3), 200-205.

UO'K 677.025

PROFILAKTIKA UCHUN MO'ljALLANGAN KOMPRESSION MAHSULOT XUSUSIYATLARI

R.B. Yermatov, N.R. Xanxadjajeva

*Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti,
rustamreg44@gmail.com nilufar.khankhadjaeva@bk.ru
(Qabul qilindi 05.06.2025 y.)*

Annotatsiya. Ushbu maqola tabiiy va sintetik xom ashyolardan foydalangan holda kompression mahsulot ishlab chiqarish bo'yicha tadqiqotlar natijalari tahliliga bag'ishlangan. Futer trikotaj to'qimasining 3:1 rapportida 8 ta variant ishlab chiqilgan. Tabiiy va sintetik xom ashyolardan foydalanilgan: paxta ipi - tabiiy xom ashyo turi, spandex va lateks - sintetik iplar. Trikotajning fizik-mexanik xususiyatlari o'zgarishiga qarab ularning grafik ko'rinishlari keltirilgan.

Kalit so'zlar: Kompression trikotaj, futer to'qimasi, texnologik ko'rsatkichlar, fizik-mexanik xususiyatlar, uzilish kuchi, cho'zilish, deformatsiya.

Аннотация. В данной статье изучены результаты исследований, посвященных разработке компрессионного изделия с использованием натурального и синтетического сырья. Разработаны 8 вариантов с применением раппорта 3:1 структур трикотажа футерованных переплетений. В качестве использованы натуральные и синтетические виды сырья, такие как хлопчатобумажная пряжа, спандекс и латекс. Определены физико-механические свойства образцов. По данным экспериментальных исследований по результатам физико-механических свойств трикотажа получены их диаграммы изменения в графическом виде.

Ключевые слова: Компрессионный трикотаж, футерованное переплетение, технологические параметры, физико-механические свойства, разрывная нагрузка, удлинение, деформация.

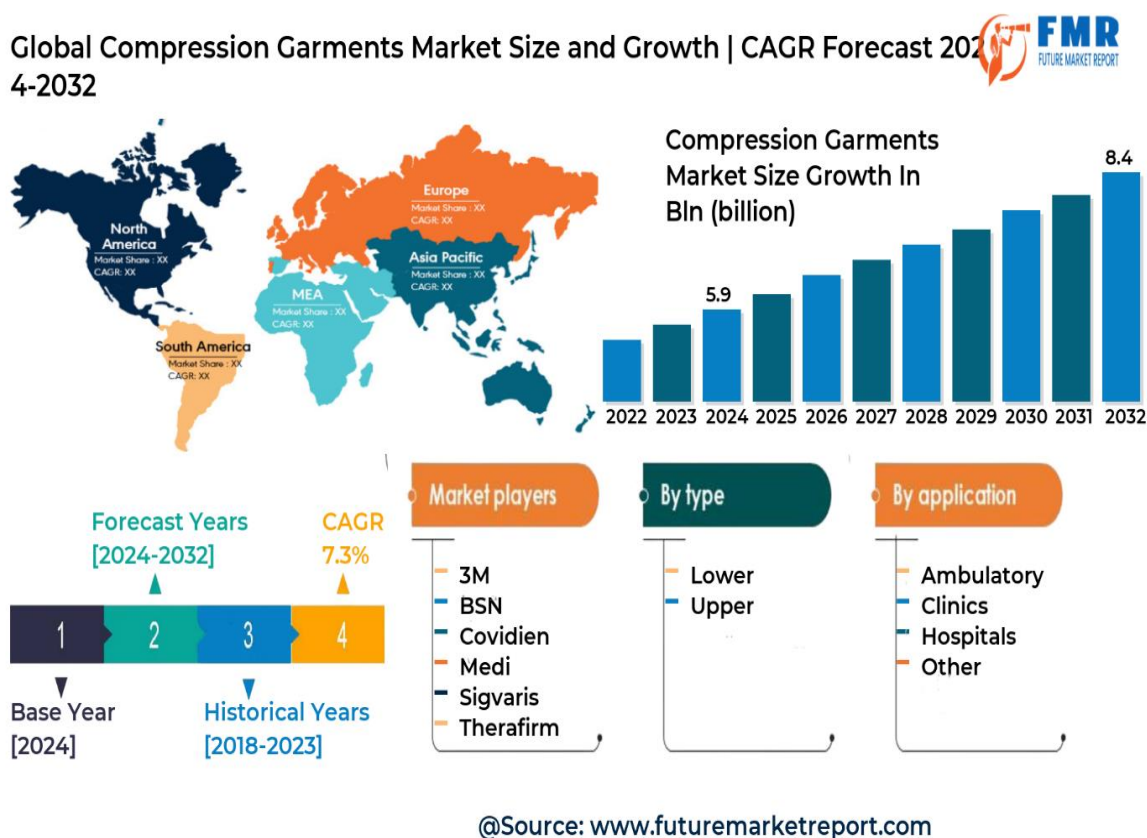
Abstract. This article dedicated to analyses the results of research on the development of compression knitwear using natural and synthetic raw materials. 8 variants of knitwear structures by using of different fleecy knitting structures 3:1 patterns have been produced. The raw materials used are cotton yarn - a natural type of raw material, spandex and latex - synthetic threads. Based on experimental studies of the physical-mechanical properties of knitwear, their graphical relationships were obtained.

Key words: Compression knitwear, fleecy structure, technological parameters, physical-mechanical properties, breaking strength, elongation, deformation.

KIRISH

Jahonda 2024 yilda global kompression mahsulotlar bozori 5.9 milliard AQSh dollariga baholangan bo'lib, 2032 yil oxirigacha 8.4 milliard AQSh dollarigacha yetishi kutilmoqda. 2024-2032 yillar oralig'ida bozorning o'rtacha yillik o'sish sur'ati (CAGR) 5.3% ni tashkil qiladi [1]. Ushbu prognozlangan o'sish asosan tibbiyot sohasida (shifoxonalar, klinikalar, ambulator muassasalar va boshqalar) kompression mahsulotlardan foydalanishning kengayishi bilan bog'liq. Kompression mahsulotlar bozoriga tibbiyot, sport va estetik tendentsiyalarning kombinatsiyasi ta'sir ko'rsatmoqda [2]. Tibbiy nuqtai nazardan, surunkali venoz kasalliklari, kam harakatlik, semirish va qarish bilan bog'liq muammolarning ko'payishi qon aylanishini yaxshilaydigan va shishni kamaytiradigan kiyimlarga bo'lgan ehtiyojni oshiradi. Boshqa tomondan, sportchilar jarohatlarning

oldini olish va tiklanish uchun kompression mahsulotlardan keng foydalanadilar, bu bozorni ikki tomonlama rivojlanishiga turtki bo'lmoqda (1-rasm).



1-rasm. Kompression mahsulotlar bozori o'sish tendensiyasi.

Jahonda kompression mahsulotlarini ishlab chiqarishdagi raqamli texnologiyalardan, innovatsion to'qimalardan foydalanish ham kompression mahsulotlar bozori rivojlanishiga ta'sir ko'rsatmoqda. Kompression bosim bilan sog'liqni monitoring qilish uchun sensorlarni birlashtirgan aqlli to'qimachilik mahsulotlari ishlab chiqilmoqda. Materiallar sohasidagi texnologik yutuqlar, choksiz trikotaj, namlik o'tkazmaydigan matolar va hidni nazorat qiluvchi kabi texnologik yutuqlar ishlab chiqaruvchilarga yanada yaxshiroq va qulayroq mahsulotlar ishlab chiqarishga yordam beradi. Innovatsiyalar, shuningdek, estetikani yaxshilashga qaratilgan bo'lib, ular funktsionallik va modani birlashtirgan holda yosh iste'molchilarni ham jalb qilmoqda. Bundan tashqari, iste'molchilar yuqori sifatli, xamyonbob, atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan ekologik toza, mahsulotlarni qidirmoqda. Ishlab chiqaruvchilar qayta ishlangan tolalarni integratsiyalash va atrof-muhitga zararsizroq ishlab chiqarish usullaridan foydalanish orqali istemolchilarni qo'llab-quvvatlamoda [3].

Respublikada to'qimachilik sanoatini rivojlantirish, mahalliy xom ashyoni chuqur qayta ishlash va yuqori sifatli, raqobatbardosh mahsulotlar ishlab chiqarish bo'yicha keng ko'lamli islohotlar amalga oshirilmoqda [4] 2022–2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekiston Taraqqiyot Strategiyasi doirasida to'qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini ikki baravar oshirish maqsadi belgilangan [5].

Sport va faol hayot tarzining ommalashishi bilan birga professional va havaskor sportchilarning mushaklarni qo'llab-quvvatlash va jarohatlarning oldini olishga bo'lgan talablari keskin oshib bormoqda [6] Bu holatda kompression terapiyaning tibbiyotdan tashqari sport va reabilitatsiya sohalarida ham keng qo'llanilishini taqozo etmoqda. Kompression mahsulotlari (terapevtik paypoqlar, bandajlar, sport kiyimlari) zamonaviy tibbiyotda faqat simptomatik yechim emas, balki profilaktik vosita sifatida ham qaralmoqda [7].

Biroq, mavjud ishlab chiqarish texnologiyalari va materiallar foydalanish qulayligi, samaradorligi va atrof-muhitga ta'siri jihatidan hali ham bir qator cheklovlarga ega. Shuning uchun kompression mahsulotlarini ishlab chiqarishda yangi materiallar, individual loyihalash usullari va aqlli texnologiyalarni qo'llash muammolari dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Hozirgi vaqtga qadar kompression terapiya bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar asosan uning klinik samaradorligi va qo'llash usullariga qaratilgan bo'lsada, ammo quyidagi jihatlar yetarlicha o'rganilmagan [8].

Trikotaj matolarining asosiy fizik-mexanik xususiyatlari ularning qo'llanilish sohasini belgilovchi ko'rsatkichlardir. Trikotaj matolarining fizik-mexanik xususiyatlarini tavsiflovchi ko'rsatkichlar orasida quyidagilarni ajratib ko'rsatish mumkin: uzilishdagi mustahkamlik va cho'zilish, uzilish kuchidan past bo'lgan kuchlar ta'sirida cho'zilish, bir martalik va ko'p martalik cho'zilishlarga bardoshlilik, g'ijimlanish va yeyilishga chidamlilik, nam-issiq ishlov berishda kirishish. [9-10].

EKSPERIMENT

Tadqiq qilinayotgan futer trikotaj namunalari oyoqlarning varikoz venalarini kengayishini davolash va oldini olish uchun mo'ljallangan kompression paypoq mahsulotlarini tayyorlashga mo'ljallangan. Shu sababli, havo o'tkazuvchanlik; uzilishga chidamlilik; cho'ziluvchanlik, ishchi cho'ziluvchanlik, qaytar deformatsiya kabi xususiyatlar eng muhim hisoblanadi, chunki ular to'qimaning siqish xossalariga ta'sir qiluvchi asosiy ko'rsatkichlardir, shuningdek kirishish ham muhimdir.

O'rganilayotgan kompression paypoq mahsulotlari namunalarning fizik-mexanik xususiyatlari standart usul bo'yicha sinovdan o'tkazildi. Olingan natijalar 1-jadvalga kiritildi.

Materiallarning mexanik xossalari deganda, ularga ta'sir etuvchi turli xil kuchlar ostida deformatsiyalanish xususiyatlari tushuniladi. To'qimaning, shu jumladan kompression trikotajning sifat standartlari bilan belgilangan asosiy mexanik xossalaridan biri uzilishga chidamlilik va uzilishdagi cho'zilishdir. Tibbiy elastik kompression paypoq mahsulotlari va yenglarning uzilish kuchi qiymati GOST R 58236-2020 standartining 7-jadvalida ko'rsatilgan qiymatlardan kam bo'lmasligi kerak.

Uzilishga chidamlilik uzilish kuchi miqdori bilan tavsiflanadi, ya'ni standart o'lchamdagi to'g'ri to'rtburchak shaklidagi trikotaj namunasi uzilish paytida bardosh bera oladigan eng katta kuch bilan belgilanadi.

To'qimaning mustahkamligi va cho'ziluvchanligi asosan uning tuzilishiga, ya'ni to'qish turiga, zichligiga, pardozlash usuli va rejimlariga bog'liq. To'qimaning pishiqligi har bir qator yoki ustundagi cho'zuvchi kuchlarga qarshilik ko'rsatadigan iplar soniga, ipning pishiqligiga va matoning zichligiga bog'liq.

To'qimaning halqa qatorlari yo'nalishi bo'yicha pishiqligi halqa ustunchalarini birlashtiruvchi iplarning cho'zuvchi kuchlarga qarshilik ko'rsatish darajasi bilan aniqlanadi. Shuning uchun, kenglik bo'yicha mustahkamlik uzunlik birligiga to'g'ri keladigan halqa qatorlari soniga, ya'ni vertikal bo'yicha zichlikka va har bir qatordagi iplar soniga bog'liq. To'qimaning uzunligi bo'yicha pishiqligi ustuncha iplarining ko'rsatadigan qarshiligi bilan aniqlanadi, chunki ko'ndalangiga to'qilgan yakka o'rilishli ustunsimon to'qimalarning har bir halqasida ikkitadan halqa tayyoqchasi mavjud.

NATIJA VA MUHOKAMA

Ko'rib chiqilayotgan namunalarning uzilish kuchi "AG-1" dinamometrida standart usul bo'yicha aniqlandi. Natijada, ushbu ko'rsatkich uzunligi bo'yicha 268-355 N va eni bo'yicha 320-402 N oralig'ida o'zgarishi aniqlandi (2-rasm). Uzilish kuchining o'zgarishi tahlili shuni ko'rsatdiki, rapportda futer nabroskasini siljishini qo'llash to'qimaning uzunligi va eni bo'yicha uzilishga chidamliligini o'zgartiradi. Uzunlik bo'yicha eng mustahkam 1- va 3-variantlar (272 N) bo'lib, ular xomashyo tarkibida 30 teksli paxta ipini o'z ichiga oladi. 18 teksli paxta ipidan tayyorlangan variantlar orasida uzunlik bo'yicha eng mustahkam 7-variant (295 N) va 8-variant (305 N) hisoblanadi.

Futer trikotaj to'qimasining fizik-mexanik xususiyatlari

Ko'rsatkichlar		Variantlar							
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Qo'llaniladigan xomashyo turlari va chiziqli zichliklari		Asos: paxta 30 teks*1 (Ne20), spandeks 75d40F*1, futer: lateks 166 teks (№6)			Asos: paxta teks*2 (Ne20), spandeks 75d40F*1, futer: lateks 166 teks (№6)	Asos: paxta teks*1 (Ne20), spandeks 75d40F*2, futer: lateks 166 teks (№6)	Asos: paxta 18 teks*1 (Ne32), spandeks 75d40F*2, futer: lateks 166 teks (№6)		
O'rinishlar rapporti		3/1 c=0	3/1 c=1	3/1 c=2	3/1 c=2	3/1 c=2	3/1 c=0	3/1 c=1	3/1 c=2
Havo o'tkazuvchanligi V, sm³/sm²·sek		48,26	42,69	42,69	28,12	29,52	45,6	51	42,5
Ishqalanishga chidamliligi, ayl.		28 000	30 000 dan ortiq	26 500	30 000 dan ortiq	30 000 dan ortiq	30 000	30 000 dan ortiq	30 000
Uzilish kuchi P, N	Bo'yi bo'yicha	272	321	268	325	355	332	295	305
	Eni bo'yicha	387	380	320	394	394	350	402	347
Uzilishdagi uzayish L, %	Bo'yi bo'yicha	170	160	150	262	152	190	190	230
	Eni bo'yicha	330	340	357	106	304	299	333	290
5kgS (49N) dagi cho'ziluvch anlik, Lr %	Bo'yi bo'yicha	109	103	98	57	82	115	115	170
	Eni bo'yicha	212	220	230	140	200	209	203	111
Qaytar deformatsi ya ε_o, %	Bo'yi bo'yicha	92	91	92	95	90	91	92	90
	Eni bo'yicha	99	99	98	98	96	99	98	98
Qaytmas deformatsi ya ε_n, %	Bo'yi bo'yicha	8	9	8	5	10	9	8	10
	Eni bo'yicha	1	1	2	2	4	1	2	2
Kirishish U, %	Bo'yi bo'yicha	10	15	17	8	11	9	11	13
	Eni bo'yicha	5	9	10	5	1	5	6	5

Shuningdek, kenglik bo'yicha eng yuqori uzilish kuchi ko'rsatkichi 30 teksli paxta ipidan tayyorlangan namunalar orasida 3-variantda (320 N) va 2-variantda (380 N) hamda 18 teksli paxta ipidan tayyorlangan 6- va 8-variantlarda (347 N) kuzatildi. Kompresion mahsulotlar uchun futerli o'rilishning tajribaviy namunalari uzilish kuchi ko'rsatkichlaridan kelib chiqib, uzilish kuchi GOST talablariga javob beradi, degan xulosaga kelish mumkin, chunki barcha namunalarda kamida 49-147 N ni tashkil etadi.

Tadqiq qilinayotgan namunalarning uzunlik bo'yicha uzilish cho'zilishi trikotaj rapportiga futer nabroskasi siljishi qo'shilganda ham kamaydi. Shunday qilib, uzunlik bo'yicha uzilishdagi uzayishining eng yuqori ko'rsatkichi 4-variantda - 262% va eng past ko'rsatkichi o'n 3-variantda - 150% kuzatildi. Kenglik bo'yicha uzilish cho'zilishining eng past ko'rsatkichi 4-variantda - 106%, eng yuqori ko'rsatkich esa 3-variantda - 357% kuzatildi.

GOSTga muvofiq, tibbiy elastik kompression mahsulotlarning uzilishdagi cho'zilish qiymati ularning cho'ziluvchanlik qiymatidan kam bo'lmasligi lozim.

Kompresion mahsulotlarning o'ziga xos xususiyati elastiklik va siqish xossalari hisoblanadi [11-12]. Bu xossalari kompression mahsulotning tegishli darajada cho'zilganda hosil qiladigan bosim miqdorini aniqlash imkonini beradi.

Kompresion mahsulotlarning asosiy ko'rsatkichi bo'lgan to'qimaning cho'ziluvchanligi ulardan yanada qulayroq foydalanishni ta'minlaydi. Cho'ziluvchanlik - elastik mahsulotning tashqi doimiy yuklar ta'sirida o'z geometrik o'lchamlarini o'zgartirish qobiliyati bo'lib, bu yuklar olib tashlangandan so'ng o'lchamlar asl holatiga qaytishi mumkin. Cho'ziluvchanlik foizlarda ifodalangan uzayish ko'rsatkichi qiymati bilan tavsiflanadi.

Cho'ziluvchanlik kuch o'lchagich ko'rsatkichi 5 kg (49 N) belgisiga yetguncha sinov tasmasi cho'zilishi orqali aniqlanadi. GOST 58236-2020 ga ko'ra, uzunasiga cho'ziluvchanlik 80% dan kam bo'lmasligi lozim. Cho'ziluvchanlikning uzunasiga va eniga o'zgarish gistogrammasi 3-rasmda aks ettirilgan.

O'rganilayotgan kompression paypoq namunalarining cho'ziluvchanlik ko'rsatkichi uzunligi bo'yicha 87-114% va eni bo'yicha 180-230% oralig'ida joylashgan. Tahlil natijalaridan ko'rinib turibdiki, futer nabroskasi ostidagi asosiy halqa miqdori ortishi bilan kompression mahsulotning cho'ziluvchanligi ham ortadi; futer nabroskasi siljishini qo'shish bilan bir vaqtda asosiy halqa miqdorini oshirish esa kompression trikotajning cho'ziluvchanligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shunday qilib, kompression paypoqning cho'ziluvchanligiga elastik iplardan tashqari trikotaj to'qimasi rapportidagi tuzilma elementlari ham ta'sir etishi aniqlandi.

Bundan tashqari, kompression paypoq mahsulotlari eni bo'yicha kamida 30 foiz ishchi cho'ziluvchanlik ko'rsatkichiga ega bo'lishi lozim.

Ishchi cho'ziluvchanlik kompression to'qimaning xususiyatlarini tavsiflab, mahsulot inson a'zolari va to'qimalariga davolash-profilaktik ta'sir (bosim) ko'rsata boshlaydigan holatini ifodalaydi.

Paypoq mahsulotlarining ishchi cho'ziluvchanligini aniqlash uchun, bevosita mahsulotda nazorat qilinayotgan uchta qismning har birining uzunligini o'lchash va ishlab chiqaruvchi tomonidan taqdim etilgan o'lchamlar jadvalidan unga mos keladigan tana aylanasi topish lozim. Keyin nazorat qilinayotgan uchta qismning har biri bo'yicha ishchi cho'ziluvchanlik hisoblanadi.

Agar sinalayotgan mahsulotga elastik kompression mahsulot ta'sir etadigan tana qismlarining aylanasi aniq ko'rsatilgan o'lchamlar jadvali bilan qo'llash bo'yicha yo'riqnoma ilova qilinmagan bo'lsa, bu aylanalar mahsulotning ishchi cho'ziluvchanligi bo'yicha hisoblanadi, so'ngra mahsulotning o'lchamlar jadvali tuziladi.

Kompresion mahsulotlarlar sifatining eng muhim ko'rsatkichlaridan biri dastlabki holatini saqlash va foydalanish jarayonida belgilangan bosim darajasini ta'minlashdir. Inson tanasiga kerakli bosim to'qimaning xususiyatlari va mahsulotning o'lchamlari bilan ta'minlanadi. Foydalanish yuklamalarida yuqori qoldiq deformatsiya, yuvilgandan so'ng chiziqli o'lchamlarning sezilarli darajada o'zgarishi mahsulotlarning dastlabki o'lchamlari va trikotaj to'qimasi tuzilishini saqlab qolishga to'sqinlik qiladi, bu esa ulardan foydalanish jarayonida mahsulotlarning kompression

xususiyatlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Qaytar deformatsiya ulushi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\varepsilon_0 = \frac{l_2 - l_1}{l_1 - l_0} * 100\%$$

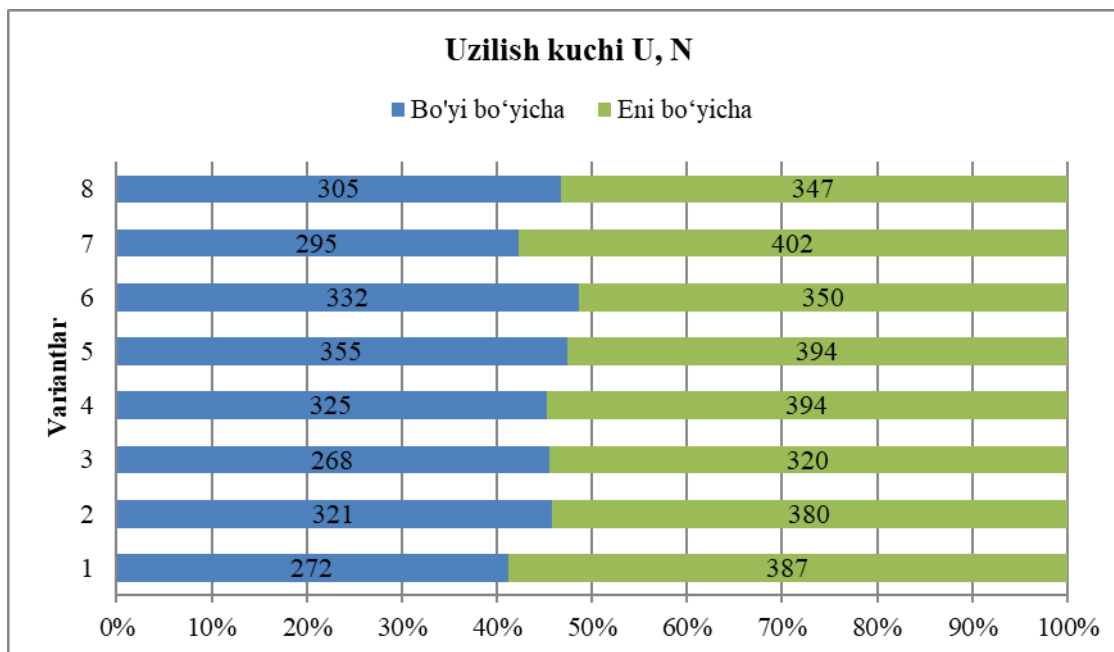
bu yerda, l_0 - namunaning boshlang'ich uzunligi, mm

l_1 - namunaga yuk qo'yilgandan keyingi uzunligi, mm

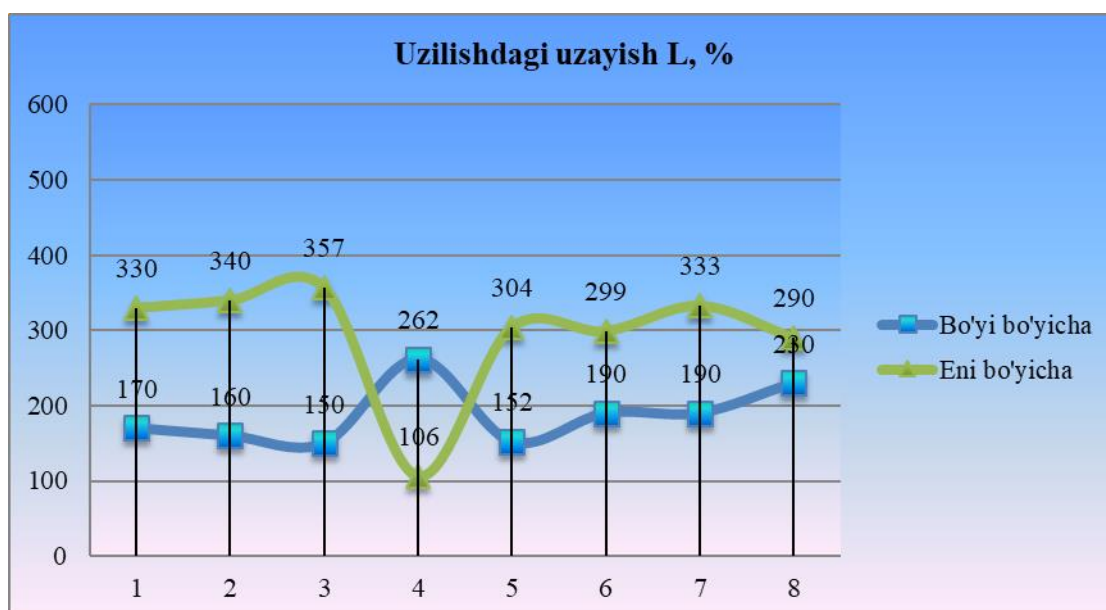
l_2 - namuna "dam olgan"dan keyingi uzunligi, mm

Qaytmas (qoldiq) deformatsiya ulushi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\varepsilon_1 = 100 - \varepsilon_0$$



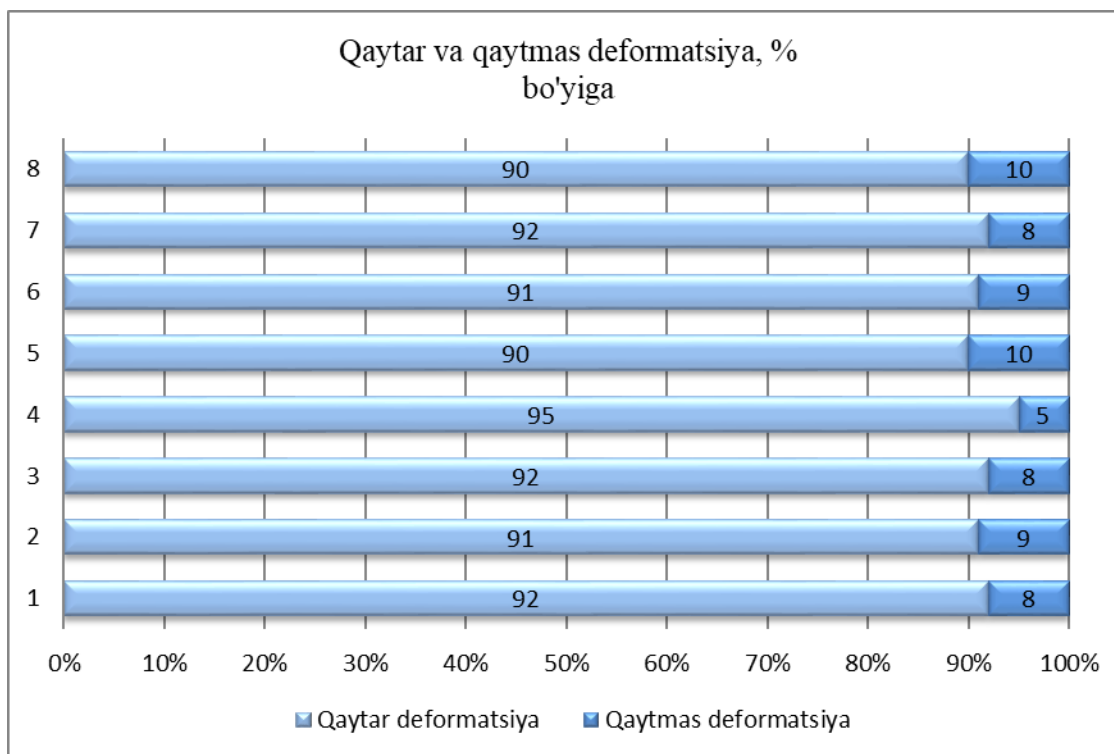
2-rasm. Futerli to'qimaning uzilish kuchining o'zgarishi



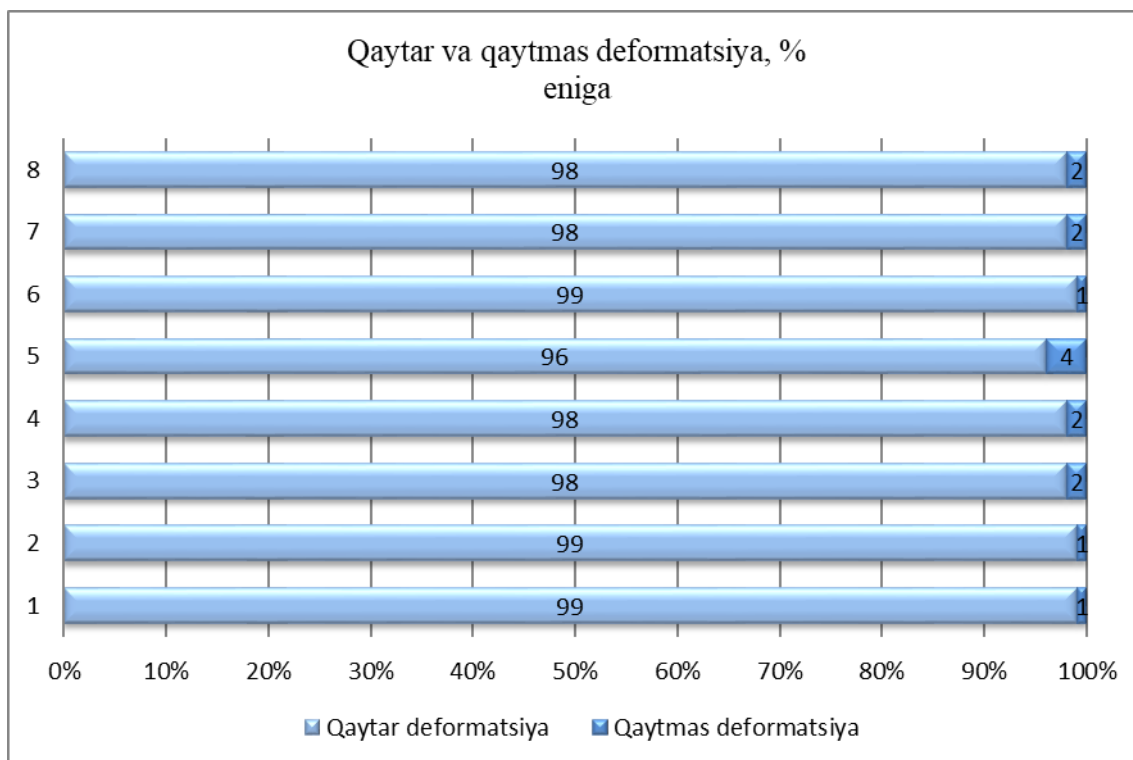
3-rasm. Uzilishdagi uzayish grafigi.

GOST 31509-2020 ga ko'ra, tibbiy kompression paypoq va kompression mahsulotlarning qaytmas deformatsiya qiymati 10% dan oshmasligi kerak.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, futerli to'qmadan tayyorlangan kompression paypoq mahsulotlari namunalarining qaytar deformatsiyanish ulushi uzunligi bo'yicha 85% dan 95% gacha va eni bo'yicha 97% dan 100% gacha o'zgaradi (4-rasm, a, b).



a) Qaytar va qaytmas deformatsiyaning o'zgarish diagrammasi, bo'yiga



b) Qaytar va qaytmas deformatsiyaning o'zgarish diagrammasi, eniga
4-rasm. Qaytar va qaytmas deformatsiyaning o'zgarish diagrammasi.

O'rganilayotgan namunalarning qaytmas (qoldiq) deformatsiya ko'rsatkichlari tahlilidan ma'lum bo'ldiki, o'rganilayotgan variantlardan kompression paypoq mahsulotini ishlab chiqarish

uchun uchinchi va oltinchi variantlar eng maqbul hisoblanadi. Qolgan namunalar ham GOST talablariga javob beradi, chunki ularning qoldiq deformatsiyasi 10% dan oshmaydi. Xulosa qilib aytganda, kompression paypoq mahsulotlari uchun o'rganilgan futer to'qima namunalarining havo o'tkazuvchanligini ularning to'qilish rapportini o'zgartirish orqali 40% ga oshirish mumkin. Bunga futer nabroskasining uzunligiga mos keladigan asosiy halqani kamaytirish va rapportda futer tashlash siljishini qo'llash hisobiga erishiladi.

XULOSA

Raqobatbardosh trikotaj mahsulotini yaratish uchun bir to'qimada turli xil xomashyo kombinatsiyalarini qo'llash, to'qima tuzilishini tanlash va uning parametrlarini maqbullashtirish, to'qimani pardoqlashning eng ma'qul usulini belgilash, hamda muayyan materialning xususiyatlarini hisobga olgan holda mahsulotlarni ratsional loyihalash orqali amalga oshirilishi mumkin.

Raqobatbardosh kompression trikotaj mahsulotlarini yaratish quyidagi yo'llar bilan amalga oshirilishi mumkin: assortimentni kengaytirish; sifatini oshirish; qayishqoq-bo'shashish xususiyatlarini ta'minlash uchun tabiiy xom ashyo va yuqori elastik iplardan foydalanish; ma'lum bosimga erishish va foydalanish qulayligini ta'minlash uchun choksiz texnologiyani qo'llash (bu kompression mahsulotlar uchun o'ziga xos xususiyat hisoblanadi), shuningdek, xom ashyoni tejash.

Profilaktika va davolash uchun mo'ljallangan, jumladan, kompression paypoq mahsulotlarining assortimentini kengaytirish yo'llaridan biri — ishlab chiqilgan trikotaj to'qimalari strukturasi va xossalari batafsil o'rganish hisoblanadi. Kompression trikotaj mahsulotlari assortimentini kengaytirish, shuningdek trikotaj to'qima struktura elementlari va ishlatilgan xom ashyolarning kompression trikotaj mahsulotlari xossalari va xom ashyo sarfiga ta'sirini o'rganish maqsadida, futerli to'qima asosidagi 8 ta kompression paypoq mahsuloti namunasi ishlab chiqildi.

Adabiyotlar

- [1]. https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-compression-garments-stockings-market?srltid=AfmBOorAdYvFn3f2gXJOvht5GnLOTwm5xXkg33PBKjdCDaREVqhji_zA
- [2]. https://www.cognitivemarketresearch.com/medical-compression-garments-market-report?srltid=AfmBOooqQ4OY0B13_D1TnSaOSE4T1MtpjxiCNB2EH-uBDRxpPC6Kdsa-
- [3]. <https://www.futuremarketreport.com/ru/industry-report/compression-garments-market>
- [4]. <https://textileexpo.uz/uz/yangiliklar/toqimachilik-sanoatini-rivojlantirish-boyicha-chora-tadbirlar-muhokama-qilindi>
- [5]. https://president.uz/oz/pages/view/strategy?menu_id=144
- [6]. Perrey, S. Compression Garments: Evidence for their Physiological Effect. Eng. Sports 2008, 2, 319–328.
- [7]. Czajka, R. Development of Medical Textile Market. Fibres Text. East. Eur. 2005, 13, 13–15
- [8]. Daniel Rabe, Hugo Partsch, Gerhard Heidl, Mirko Hirschl, Michael Kundi, Eberhard RabeFelizitas Pannier, Compression treatment in acute symptomatic proximal deep venous thrombosis – Results of a worldwide survey <https://doi.org/10.1177/02683555211003>
- [9]. Dr. Ankita Singh Rao. A Brief Review Research on Use of Textile in Medical Science. International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN: 2319-7064 ResearchGate Impact Factor (2018): 0.28 | SJIF (2019): 7.583 Volume 9 Issue 4, April 2020, 593-596
- [10]. Dr. Ankita Singh Rao. A Brief Review Research on Use of Textile in Medical Science. International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN: 2319-7064 ResearchGate Impact Factor (2018): 0.28 | SJIF (2019): 7.583 Volume 9 Issue 4, April 2020, 593-596
- [11]. Ф.М.Комолидинова, М.М.Абдурахимова, Н.Р.Ханхаджаева. Параметры и свойства трикотажа для компрессионных чулочно-носочных изделий Известия ВУЗов Технология текстильной промышленности. №5 2023 с.107-116
- [12]. Комолидинова Ф.М., Шин И.Г., Ханхаджаева Н.Р. Взаимосвязь параметров и свойств компрессионного трикотажа “O'zbekiston to'qimachilik jurnali” ITJ 2024 yil 2-son b.120-130.

MAYDALAGICH ZIRHLARINING CHIDAMLILIGINI OSHIRISH UCHUN PO'LAT SIFATINI TA'MINLASHNING TEXNOLOGIK USULLARI

R.O. Muminov, M.F. Maxmudova, B.I. To'xtayev

*Navoiy Davlat Konchilik va Texnologiyalar Universiteti,
rashid81@mail.ru, mmmmt153@gmail.com, boburjont999@gmail.com
(Qabul qilindi 13.06.2025 y.)*

Annotasiya. Maqolada nazariy tadqiqotlar asosida maydalagich zirhlarining chidamliligini oshirish uchun po'lat sifatini taminlashning texnologik usullari ko'rib chiqilgan. Shu bilan bir qatorda 110G13L markali po'latdan yasalgan konusli maydalash qurilmalarini zirhlarining chidamliligi ilmiy jihatdan tadqiq qilingan.

Kalit so'zlar: Maydalagich, zirh, konus, 110G13L, po'lat, nisbiy cho'zilish, austenite, vickers, martensit.

Аннотация. В данной статье рассматриваются технологические методы обеспечения качества стали для повышения износостойкости брони дробилок на основе теоретических исследований. Наряду с этим, научно исследуется износостойкость брони конусных дробилок, изготовленных из стали марки 110Г13Л.

Ключевые слова: Броня (футеровка), Конус, 110Г13Л (марка стали) Сталь, Относительное удлинение, Аустенит, Виккерс (твёрдость по Виккерсу), Мартенсит.

Abstract. This article examines technological methods for ensuring steel quality to enhance the wear resistance of crusher armor, based on theoretical studies. Additionally, the wear resistance of conical crusher armor made from 110G13L steel is scientifically investigated.

Keywords: Crusher, Liner, Cone, 110G13L (steel grade), Steel, Relative elongation, Austenite, Vickers (as in Vickers hardness), Martensite.

KIRISH

Ishlab chiqaruvchi ish korxonalarining loyiha hujjatlarining chizmalarda taqdim etilgan texnik talablarga muvofiq mahalliy mashinasozlikda keng qo'llaniladigan yuqori marganesli po'lat 110G13L, maydalagichlarning harakatlanuvchi konuslari, mahkamlangan futerovka va korpus halqalari uchun himoya zirhlarini ishlab chiqarish material sifatida ishlatiladi. Ushbu po'lat odatda abraziv ishqalanish va yuqori bosim ta'sirlar ostida eskiradigan qismlarda foydalanish uchun tavsiya etiladi (masalan, izli transport vositalarining izlari, maydalagichlarning qismlari, chuqur ekskavatorlarning kovushlari, temir yo'l va tramvay yo'llarining kesishuvlari va boshqalar).

110G13L markali po'lat tarkibining asosiy elementlarining massa ulushlari quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

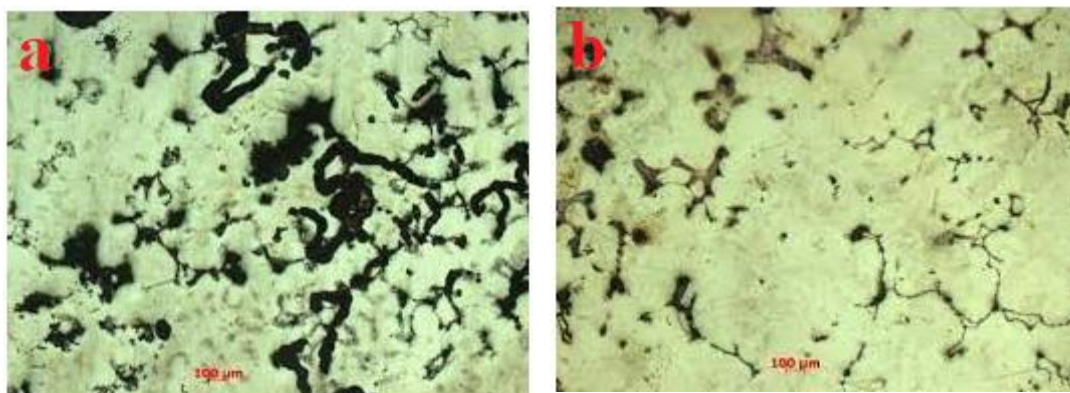
1-jadval

Po'lat markasi	Elementlarni massa ulushlari %							
	Mn		i	r	i	Mo		
110G13L	0,9-1,3	11,5-14,5	0,4-1,0	Do 0,05	—	do 0,01	—	normal emas.

MATERIALLAR VA USLUBLAR

Ushbu po'latni kesish usuli bilan ishlab bo'lmaydi, shuning uchun undan tayyorlangan qismlarni ishlab chiqarishda ularni quyish yoki zarb berish orqali qo'llash mumkin bo'ladi. Ushbu po'latning quyishdan keyingi tuzilishi austenit va ortiqcha karbidlardan (Fe, Mn)₃C iborat bo'lib, ular donachalar chegarasi bo'ylab chiqadi, bu esa po'latning mustahkamligi va pishiqligini pasaytiradi. Shu munosabat bilan quyma mahsulotlarni 1100°S gacha qizdirish va suvda sovutish orqali qattiqlashishi mumkin. Bunday isitish bilan karbidlar eriydi va qattiqlashgandan so'ng po'lat yanada barqaror austenitik tuzilishga ega bo'lgan po'lat. Quyidagi mexanik xususiyatlarga ega

bo'lad: $\sigma_E = 800 - 1000 \text{ MPa}$; $\sigma_{0,2} = 250 - 350 \text{ MPa}$; $\delta = 35 - 45\%$; $\psi = 40 - 50\%$; qattiqlik: 180 - 200 NV. 1-shaklda keltirilgan va quyishdan keyin qattiqlashuv natijasida olingan 110G13L po'latdan yasalgan konstruksiyalar ko'rsatilgan. Austenitik tuzilishga ega bo'lgan po'lat past rentabellikga ega, taxminan vaqtinchalik qarshilikning uchdan bir qismini tashkil etishi mumkin va sovuq deformatsiyalar natijasida juda qattiqlashadi [1].



1-shakl. 110G13L po'latning ichki tuzilishi: a - quyishdan keying holat; b - quyma va toblangandan keyingi holat.

110G13L markali po'lat faqat zarba yuklamalari ostidagina yuqori emirilishga chidamlilikni namoyon etadi. Bunday sharoitda austenitning deformatsion mustahkamlanishi va geksagonal zich joylashgan (GZJ) panjarali ϵ -martensitning hosil bo'lishi kuzatiladi. Maydalagichlarda zirh sirtini sifatining o'zgarishi toshni maydalash paytida yuzaga keladigan zarbalar ta'sirida sodir bo'ladi, bu ushbu birlikning o'ziga xos xususiyati hisoblanadi.

Bunda zarba energiyasini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin.

$$Q_d = \frac{\pi \gamma}{12} \cdot g D^3 \cdot V^2, \quad (1)$$

bu erda V - maydalagich tezligi, m/s; g – tortishishning tezlashishi, m/s^2 ;

γ - solishtirma og'irlik, kg; D - maydalagichning diametri, mm

Po'latning sirt qatlamida ko'p miqdordagi kristall tuzilish nuqsonlari (dislokatsiyalar, tayyorlash nosozliklari) hosil bo'ladi. Natijada, sirt qattiqligi 600NV (60 NRC) ga oshadi va po'lat yemirilishga bardoshli bo'ladi. Kichkina zarba yuklarida abraziv yoki nozik abraziv yemirilish bilan birgalikda martensit o'zgarishi sodir bo'lmaydi va 110G13L po'latning yemirilishga qarshiligi past bo'ladi. Fosforning ko'payishi bilan 110G13L po'lat sinuvchan mo'rt bo'ladi. Po'lat tarkibida 0,05% dan ortiq R bo'lsa, zarrachalar chegaralari bo'ylab mo'rt fosfid evtektikasi hosil bo'ladi, shuning uchun uning ustida mo'rt yoriq yadrolanadi va past haroratlarda o'sadi. Shimoliy hududlarda po'latdan foydalanilganda, fosfor miqdori 0,02 - 0,03% ga teng yoki undan kam bo'lishi kerak. 110G13L po'latdan yasalgan maydalagich zirhlarining chidamliligini oshirish yo'llarini aniqlash uchun ushbu po'latni mustahkamlash usullarini o'rganish ishlari olib borildi. Po'latni mustahkamlash usullaridan biri sirt qatlamining qattiqlashishini yaratish uchun o'q bilan ishlov berishdir. Zirhni zarba paytida qattiqlashuv chuqurligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$h = k \cdot D \cdot V \cdot \sin(\alpha) \quad (2)$$

Bu erda:

h – qattiqlashuv chuqurligi (ya'ni, materialda deformatsion mustahkamlanish hosil bo'lgan qatlam chuqurligi), mm.

k – materialning mexanik xususiyatlari va ishlov berish parametrlariga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent.

D – zarba beruvchi obyektning (masalan, o‘q yoki snaryadning) diametri yoki uning ekvivalent o‘lchami, mm.

V – zarba beruvchi obyektning tezligi, m/s.

α – zarba beruvchi obyektning sirtga tushish burchagi, rad.

Formuladan ko‘rinib turibdiki, materialning qattiqligi oshishi bilan qattiqlashuv chuqurligi pasayadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, o‘q bilan ishlov berish paytida ishning qattiqlashuv chuqurligi 1,5 - 1,7 mm bo‘lishi mumkin. Tezlikning oshishi bilan qattiqlashuv chuqurligi va darajasi ortadi. Siqish kuchlanishlari mustahkamlangan qatlamda paydo bo‘ladi, ularning kattaligi 400-800 MPa ni tashkil etadi. Natijada sirt qattiqligi 180 - 200 NV dan 350 - 420 NV gacha oshadi. O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, KMD tipidagi maydalagich zirhlarning chidamliligi an’anaviy, qotib qolmagan zirhlarda sodir bo‘ladigan 576 soatga nisbatan 600-648 soatni tashkil qiladi. . Buning aniq sababi shundaki, maydalagichning zirhida uning ishlashi paytida tabiiy qotib qolish hosil bo‘ladi, shuning uchun dastlabki qattiqlashuv zirhning chidamliligining sezilarli darajada oshishini ko‘rsatmaydi.[2]

Maydalagich zirhlarning sirtlarini mustahkamlashning mumkin bo‘lgan usullaridan biri ularni sirtini qayta ishlash bosqichida kesish orqali qattiqashtirishdir. Mexanik kesish jarayoni strukturaning zarrachalarini tozalashga, sirt qatlamida plastik deformatsiyaga va natijada ikkinchisining mustahkamlanishiga olib keladi. Bunday holda, ishlov beriladigan maydonlarni keyinchalik sovutish bilan kesish yuzasida termal jarayonlar ham sodir bo‘ladi. Mahalliy sirt qotib qolish jarayonini boshlash uchun zarur bo‘lgan kesish zonasidagi haroratni aniqlaydigan empirik bog‘liqlik quyidagicha ifodalanadi:

$$T = 798V^{0.031} S^{0.020} t^{0.0140} S, \quad (3)$$

bu erda V - kesish tezligi, m/min; S – aylanishlar uzatish, mm/ayl;

t – kesish chuqurligi, mm.

Yuqoridagi formula kesish tezligi harorat qiymatini belgilovchi asosiy omil kesish tezligi ekanligini ko‘rsatadi. Issiqlik ta’siri natijasida yuqori qovushqoqligi, mustahkamligi va edirilishga bardoshligi yangi mikro tuzilma (mayda zarrachali martensit) hosil bo‘ladigan zarur ishlov berish sharoitlarini yaratish uchun chiqib ketish sharoitlarini va kesish asbobining geometriyasini to‘g‘ri tanlash kerak.[3]

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tadqiqotlar shuni aniqladiki, kerakli kesish sharoitlarini yaratish uchun $\phi_1 = 0$ bo‘lgan uzluksiz tokarlik kesgichi va orqa yuzasi kesmas bo‘lgan 1,1 S uzunlikdagi yordamchi kesuvchi chetidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Shu bilan birga, T15K6 markali qattiq qotishma plastinkali keskich uchun quyidagi ishlov berish rejimlar tavsiya etiladi:

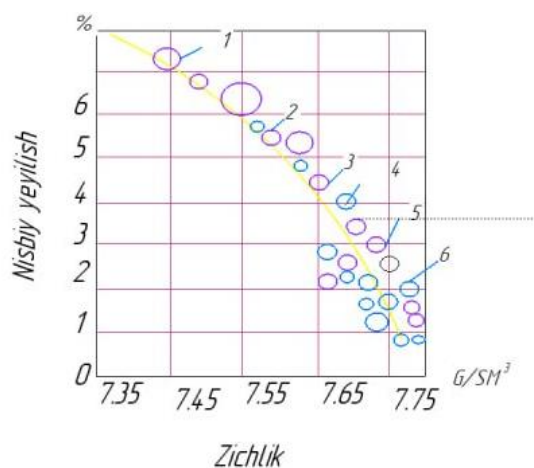
$$V = 60 - 65 \text{ m/min}; S = 1,6 - 1,8 \text{ mm / aylanish}; t = 2 - 4 \text{ mm}.$$

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, ushbu texnologiya bilan mustahkamlangan zirhning o‘rtacha chidamliligi 519-535 soatni tashkil qiladi, bu amalda zirhning chidamliligining sezilarli darajada oshishiga olib kelmadi. Bu mayda zarrachali martensit tuzilishiga ega bo‘lgan kesish bilan qotib qolgan sirt qatlami kichik qalinlikka ega bo‘lishi va sezilarli o‘ziga xos bosim va kuchli abraziv emirilish sharoitida tezda yo‘q qilinishi bilan izohlanadi. Materialni maydalagich zirhlari bilan mustahkamlash usullaridan biri 110G13L po‘latdan yasalgan quymalarni mexanik-termik (termo-mexanik) qayta ishlashdan foydalanishdir.[4]

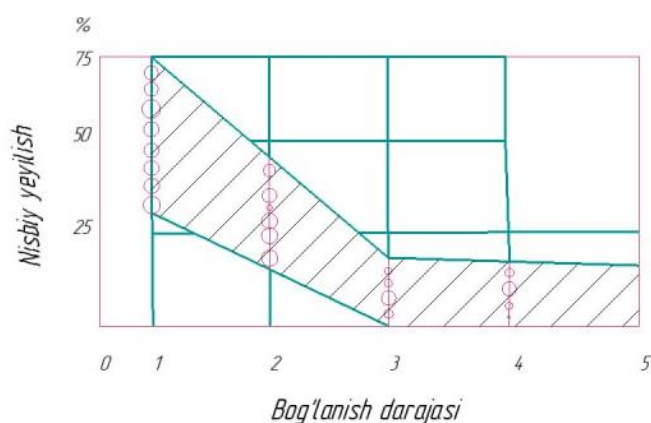
Bu usulning mohiyati shundan iboratki, natijada olingan quyma issiq holatda hajmli deformatsiyaga uchraydi. Natijada, metall gaz teshiklari va boshqa mikro g‘ovaklar ko‘rinishidagi quyma nuqsonlarni bartaraf etish bilan siqiladi. Metallning tuzilishi siqiladi va shunga mos ravishda uning fizik-mexanik xususiyatlari yaxshilanadi. Tadqiqotlar deformatsiya darajasining 2,5...3 ga

ortishi bilan austenit zarrachasining o'lchami kichrayib, keyin o'zgarishsiz qolishini ko'rsatadi. Austenit zarrasining hajmi boshlang'ich qiymati 0,16 mkm dan 0,03 mkm gacha kamayadi. Shu tufayli σ_E quvvati 570 dan 1030 MPa gacha, oquvchanlik 480 dan 790 MPa gacha, zarba kuchi 151 dan 214 J/sm² gacha oshadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, 110G13L po'latning mexanik xususiyatlari va edirilishga qarshiligining eng sezilarli o'sishi deformatsiyaning past darajasida (zarb qilish darajasi 2,5 - 4,0) va 1150 - 12000 S haroratda erishiladi.[5]

2-shaklda. zirh materiali zichligini sirtning nisbiy edirilishiga ta'sirini ko'rsatilgan 3-shaklda esa nisbiy eskirishning deformatsiya darajasiga bog'liqligi ko'rsatilgan.



2-shakl. Material zichligining nisbiy yeyilishga bog'liqlik grafiqi.



3-shakl. Zirhning eskirishining hosil bo'lgan ish qismining deformatsiya darajasiga bog'liqligi.

Olingan ma'lumotlarga ko'ra, bu texnologiya 110G13L po'latdan yasalgan bo'laklash va maydalash uskunalari qismlarining chidamliligini 1,5 barobar oshirish imkonini beradi. Biroq, bugungi kunda mavjud bo'lgan uskunalar va texnologiya bilan KSD va KMD maydalagichlari uchun mexanotermik usul bilan mustahkamlangan ichki qoplamali zirhlarni olish deyarli mumkin emas. Maydalagich zirh materialining edirilish qarshiligini oshirish uchun ishlab chiqilayotgan yo'nalishlardan biri bu portlash orqali zirh bilan sirlarni mustahkamlash texnologiyasidir. Portlashning qattiqlashishi jarayoni maxsus uskunada amalga oshiriladi, unda yuklab olinadigan suv qattiq jism vositasi sifatida ishlatiladi. Suv zarba to'lqinining tarqalish tezligi 160 m / s bo'lgan past siqilgan muhitdir, shuning uchun yopiq halqali bo'shliqda portlash paytida u qattiq jism sifatida ishlaydi va maydalagich zirhining butun yuzasini joyida mustahkamlashni ta'minlaydi. Portlash paytida zarba to'lqini metall bo'ylab 50 N / s tezlikda tarqaladi, qobiqni deformatsiya qiladi va keyin suvdan aks etgandan so'ng metallga qaytadi [6].

Portlash ta'sirida qotib qolish natijasida 110G13L po'latning mexanik xususiyatlarida quyidagi o'sish kuzatiladi:

- Vickers bo'yicha qattiqligi 205 dan 580 NV gacha oshadi;
- oqish quvvati σ_t – 350 dan 1100 MPa gacha;
- tortishish kuchi σ_v – 800 dan 1470 MPa gacha;
- nisbiy cho'zilish δ 50 dan 19% gacha kamayadi.

Portlashda qotib qolgan zirhning eskirish tezligi 0,280 mm/t, ketma-ket zirh uchun mos parametr esa 0,462 ni tashkil qiladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, portlashda qotib qolgan zirhlarning eskirish darajasi oddiy seriyali zirhlarga qaraganda 1,6 baravar past. Biroq, emirilish natijasida ishchi yuzada chuqurliklar hosil bo'ladi. Bu chuqurliklar maydalash sifatini pasaytiradi zirhni almashtirish zaruratiga olib keladi [7].

Shubhasiz, notekis emirilish metallning bir xil emasligi (geterogenligi) va uning sirtida mikro yoriqlarning mavjudligi bilan bog'liq. Portlash bilan ishlov berishda bu mikro yoriqlar makro yoriqlarga aylanadi. Metallning bir xil emasligi va uning sirtida mikro yoriqlarning mavjudligi portlash bilan mustahkamlashning notekis bo'lishiga sabab bo'ladi.

Xulosa

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, mexanik ishlov berish maydalagich zirhlarining chidamliligini sezilarli darajada oshirmaydi, chunki mustahkamlangan sirt qatlami yupqa va tez emiriladi. Mexanotermik qayta ishlash usuli yuqori samaradorlikka ega bo'lib, materialning fizik-mexanik xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi va chidamlilikni 1,5 barobar oshiradi. Biroq, bu usulning KSD va KMD maydalagichlari uchun amaliy qo'llanilishi mavjud uskunalar bilan qiyin. Portlash orqali sirtni mustahkamlash texnologiyasi eng istiqbolli yo'nalishlardan biri bo'lib, u 110G13L po'latining qattiqligi, oqish va tortishish kuchini sezilarli darajada oshiradi, bu esa maydalash uskunalarini qismlarining emirilishga chidamliligini tubdan yaxshilashga olib keladi.

Adabiyotlar

- [1]. Серго Е.Е. Дробление измельчение и грохочение. Учебник для вузов. М. «Недра». 2012. 285 с.
- [2]. Бойко Н.Ф. Методы повышения надежности и работоспособности горно- транспортного оборудования и дробильно-размольного оборудования. Сб. докладов международного научно-практического семинара «Методы повышения надежности и работоспособности горно-транспортного и дробильно-размольного оборудования». г. Губкин. 2012. - С.14-18.
- [3]. Бойко Н.Ф. Повышение долговечности броней дробилок. Бойко Н.Ф., Мнацаканян В.У., Схиртладзе А.Г., И.И. Зиновьева. Ж. «Ремонт, восстановление, модернизация» №3, 2015.
- [4]. Бойко Н.Ф. Оценка качества технологического оборудования. Радкевич Я.М., Бойко Н.Ф., Хазанова О.В. Машиностроение. Ж. Вестник машиностроения. №9. 2005г. - С 36-37.
- [5]. Островский М.С., Бойко Н.Ф., Ногонин А.А., Организация ремонта дробильного оборудования на основе диагностики его состояния. Труды международной научно-практической конференции «Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии», БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005 г. - С. 364-366.
- [6]. Muminov R.O., Mahmudova M.F., Amonova E.V. “Zamonaviy ta'limda fan va innovatsion tadqiqotlar” jurnali “Maydalash uskunalarining sinflari va ularning qo'llanilish sohalarining taxlili” nomli maqola. Ilmiy-amaliy anjuman materiallari 2024-yil 29-Fevral 2-son 3-to'plam 2024 y. <http://zamtadqiqot.uz/index>
- [7]. Muminov R.O., Oripov Z.B., Mahmudova M.F., Abdugarimova S.H.M., Amonova E.V. Maydalash qurilmalarining uzal va detallarini yemirilishini kamaytiruvchi usullarni taxlil qilish. Buxoro nashriyoti “Fan va texnologiyalar taraqqiyoti” jurnali, 2024-yil 4-son. 28 b.

УЎК 677.022.001.76

TOZALASH MASHINALARIDA TOZALASH JARAYONIGA TA'SIR ETUVCHI KUCHLAR TAHLILI

B.A. Paluanov

Qoraqalpoq davlat universiteti

p_baxtiyar@karsu.uz, [mel: +998934864445](tel:+998934864445)

[\(Qabul qilindi 19.06.2025 y.\)](#)

Ushbu maqolada ip yigirish tizimida tozalash mashinalarida tolalarning samarali tozalanishiga ta'sir etuvchi omillar tahlil qilingan. Cleanomat CVT3 tozalash mashinalarida qo'llaniladigan paxta tolasi uchun arra tishli garnituralarining parametrlari o'rganilgan. Takomillashgan tozalash mashinalarida tola xossalariga ta'sir etuvchi omillarni o'rganish maqsadida, arra tishli garnituralarning oldingi garnituralardan farqi hamda baraban aylanishlar sonining ortishi va boshqa texnologik parametrlarni inobatga olib, tozalash zonasida tolalarga ta'sir etuvchi kuchlar, turli xil zichlikdagi tola bo'lakchalarning harakatini aniqlash bo'yicha nazariy tadqiqot ishlari natijalari keltirilgan va tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: *Cleanomat CVT3 tozalash mashinasi, paxta tolasi, yigirish tizimi, garnitura, tolalarga ta'sir etuvchi kuchlar.*

В данной статье анализируются факторы, влияющие на эффективность очистки волокон в прядильных машинах. Изучены параметры пильчатых гарнитур для хлопкового волокна, применяемых в очистительных машинах Cleanomat CVT3. В целях изучения факторов, влияющих на свойства волокна в усовершенствованных очистительных машинах, с учетом разницы между пильчатыми гарнитурами и предыдущими гарнитурами, а также увеличения числа оборотов барабана и других технологических параметров, приведены результаты теоретических исследований и даны рекомендации по определению сил, действующих на волокна в зоне очистки, движения волокнистых частиц различной плотности.

Ключевые слова: Очистительная машина Cleanomat CVT3, хлопковое волокно, прядильная система, гарнитура, силы действующие на волокна.

This article analyzes the factors affecting the efficiency of fiber cleaning in spinning machines. The parameters of the saw-toothed cotton fiber garnishes used in the Cleanomat CVT3 cleaning machines were studied. To study the factors influencing fiber properties in improved cleaning machines, taking into account the difference between sawtooth garnishes and previous garnishes, as well as increasing the drum rotation frequency and other technological parameters, theoretical research results were presented and recommendations were given to determine the forces acting on the fibers in the cleaning zone, the movement of fibrous particles of different densities.

Keywords: Cleanomat CVT3 cleaning machines, cotton fiber, spinning system, garnishes, forces acting on fibers.

Kirish. Fan texnika taraqqiyoti natijasida ip ishlab chiqarishda kompyuter dasturlarida boshqariladigan takomillashtirilgan mashinalardan iborat texnologiyalar joriy qilindi. Hozirgi paytda O'zbekistondagi ip yigirish korxonalarda paxtani titish, tozalash, aralashtirish, tarash jarayonlari uzluksiz tarzda amalga oshirilib, Truetzschler (Germaniya), Rieter (Shvesariya), Marzoli (Italiya) firmalarining texnologik jihozlaridan samarali foydalanilmoqda [1].

Takomillashgan titish-tozalash mashinalarining ishchi organlarida tozalash garnituralarining geometrik o'lchamlari va ishchi organlar tezliklari kattaligi bilan oldingi avlod titish-tozalash mashinalaridan farq qilmoqda.

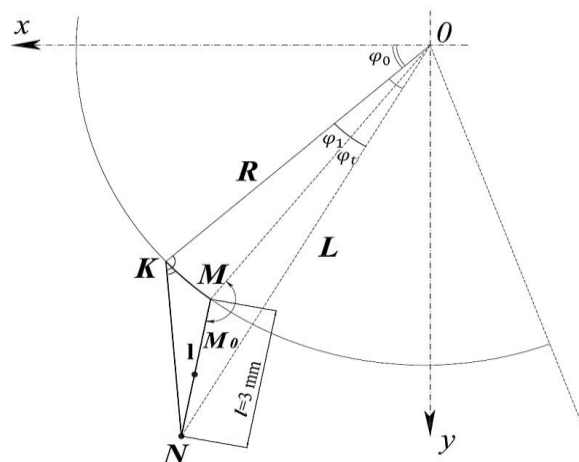
Nazariy qism. Takomillashgan tozalash mashinalarida arra tishli garnituralarning oldingi garnituralardan farqi hamda baraban aylanishlar sonining ortishi va boshqa texnologik parametrlarni inobatga olib, tozalash zonasida tolalarga ta'sir etuvchi kuchlar, turli xil zichlikdagi tola bo'lakchalarning harakatini aniqlash bo'yicha nazariy tadqiqot ishlari rejalashtirildi.

Tozalash jarayonida uzluksiz tolali qatlam oqimi garnitura tishlari va perfo sirt ta'sirida titilib tozalanadi. Tolalarning harakati garnitura tishining old qirrasida markazdan qochma kuch ta'sirida barabanlar tezligini ortishi hisobiga keyingi barabanlarga uzatiladi. Tola bo'lakchalari 80% gacha alohida tolalarga ajratilganligi tufayli havo oqimi yordamida osongina garnitura tishlaridan ajratiladi. Tish old qirradi bo'ylab harakatni aniqlashda markazi O nuqtada bo'lgan M massali tola harakati tahlil qilindi.

Eksperimental qism. Faraz qilinib MN tish yuzasida $t = 0$ vaqtdagi tolali bo'lakchalar MNK tish yuzasidagi holati. Bu holda dekart koordinatalar sistemasini kiritiladi. U holda uchburchak $\triangle MNK$ dan M_0 massali tolali bo'lakchalarni kordinatalar sistemasida 1-rasmda keltirilgandek ifodalanadi.

Bu yerda, $KO = MO = R$,
 $NO = L, MN = l, \angle KOM = \varphi_0, \angle NMO = \alpha$,

1-rasmdan tolali bo'lakchalarning harakati traektoriya tenglamasidan quyidagi tenglik hosil qilinadi [2].



1-rasm. Arra tish old qirrasida tolali bo'lakchalarning harakati.

$$\begin{aligned}x &= R \cdot \cos(\varphi_0 + \varphi_1) + l \cdot \cos(\alpha_0) \\y &= R \cdot \sin(\varphi_0 + \varphi_1) + l \cdot \sin(\alpha_0)\end{aligned}\quad (1)$$

α_0 burchak arra tishining qiyalik burchagiga bog'liq holda olinadi:

$$\alpha_0 = \alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t$$

Shunday qilib tolali bo'lakchalar harakati $M_0(X, Y)$ bo'yicha aniqlanadi.

$$\begin{aligned}x_1 &= R \cdot \cos(\varphi_0 + \varphi_1 + \omega \cdot t) - l \cdot \cos(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) \\y_1 &= R \cdot \sin(\varphi_0 + \varphi_1 + \omega \cdot t) + l \cdot \sin(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t)\end{aligned}\quad (2)$$

Harakat tenglamasidan foydalanib, tolali bo'lakchalarning dekart koordinatalar sistemasi bo'ylab tezligi aniqlanadi. Buning uchun harakat tenglamalaridan vaqt bo'yicha birinchi tartibli hosila olinib, quyidagi tenglikni hosil qilamiz.

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= R \cdot \omega \cdot \sin(\varphi_0 + \varphi_1 + \omega \cdot t) - \dot{l} \cdot \cos(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) - l \cdot \omega \cdot \sin(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) \\ \dot{y}_1 &= R \cdot \omega \cdot \cos(\varphi_0 + \varphi_1 + \omega \cdot t) + \dot{l} \cdot \sin(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) - l \cdot \omega \cdot \cos(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t)\end{aligned}\quad (3)$$

Sistemaning erkinlik darajasi aniqlanadi va umumlashgan koordinatalar tanlab olinib, tola bo'lakchalariga ta'sir etuvchi umumlashgan kuchlar hisoblanadi. Tola bo'lakchalarning kinetik energiyasi umumlashgan koordinatalar va umumlashgan tezliklarning funksiyasi sifatida aniqlanadi. Tish old qirrasida tola bo'lakchalarning umumiy harakat tenglamasini hosil qilish uchun Lagranjning II-tur tenglamasidan foydalanib, zarur bo'lgan kinetik energiyasining hosilalari

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{l}_i}, \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{l}} \right), \frac{\partial T}{\partial l_i}$$

Lagranjning II-tur tenglamasi tuziladi va tenglamani hisoblab, arra tishlar soniga va tozalash barabanining aylanish chastotasiga bog'liqligi keltirib chiqariladi.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{l}} \right) - \frac{\partial T}{\partial l} = Q_l \quad (4)$$

Umumlashgan koordinatalar sifatida garnitura arra tishining uzunligini l deb qabul qilinadi [3].

Bu yerda, T -kinetik energiya, Q_l -umumlashgan kuch, m - tola bo'lakchalarning umumiy massasi.

Kinetik energiya aniqlanadi.

$$T = \frac{m}{2} \cdot (\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2) \quad (5)$$

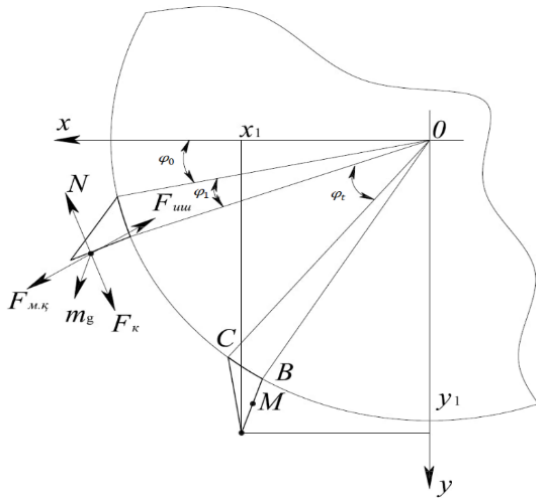
Tola bo'lakchalarning dekart koordinatalar sistemasi bo'yicha harakat tenglamalaridan vaqt bo'yicha birinchi tartibli hosila olinib, tolali bo'lakchalarning tish old qirrasidagi tezliklari hisoblanadi.

$$\begin{aligned}\dot{x}_1^2 &= R^2 \cdot \omega^2 \cdot \sin^2(\varphi_0 + \varphi_1 + \omega \cdot t) + \dot{l}^2 \cdot \cos^2(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) + l^2 \cdot \omega^2 \cdot \sin^2(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) + \\ &+ 2 \cdot R \cdot \dot{l} \cdot \omega \cdot \sin(\varphi_0 + \varphi_1 + \omega \cdot t) \cdot \cos(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) + 2 \cdot R \cdot l \cdot \omega^2 \cdot \sin(\varphi_0 + \varphi_1 + \omega \cdot t) \cdot \sin(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) + \\ &+ 2 \cdot \dot{l} \cdot l \cdot \omega \cdot \cos(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) \cdot \sin(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) \\ \dot{y}_1^2 &= R^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos^2(\varphi_0 + \varphi_1 + \omega \cdot t) + \dot{l}^2 \cdot \sin^2(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) + l^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos^2(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) + \\ &+ 2 \cdot R \cdot \dot{l} \cdot \omega \cdot \cos(\varphi_0 + \varphi_1 + \omega \cdot t) \cdot \sin(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) - 2 \cdot R \cdot l \cdot \omega^2 \cdot \cos(\varphi_0 + \varphi_1 + \omega \cdot t) \cdot \cos(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) - \text{hos} \\ &- 2 \cdot \dot{l} \cdot l \cdot \omega \cdot \sin(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) \cdot \cos(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t)\end{aligned}$$

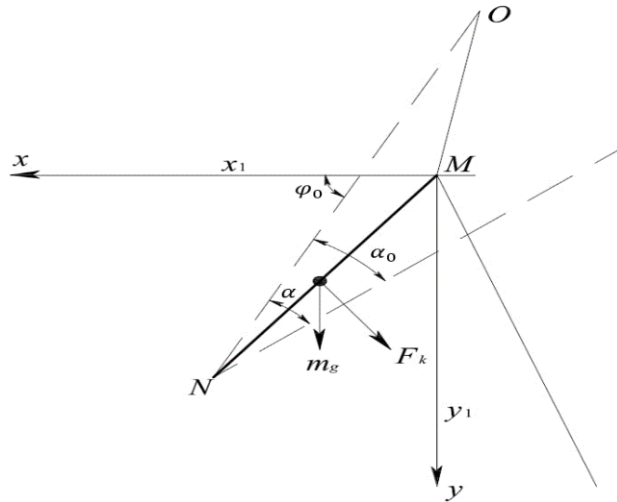
il bo'lgan tenglik (5) tenglamaga qo'yiladi va

$$T = \frac{m}{2} \cdot (\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2) = \frac{m}{2} \cdot (R^2 \cdot \omega^2 + \dot{l}^2 + l^2 \cdot \omega^2 - 2 \cdot R \cdot \omega^2 \cdot l \cdot \cos \alpha + 2 \cdot R \cdot \dot{l} \cdot \omega \cdot \sin \alpha) \quad (6)$$

Arra tish old qirrasida harakatlanayotgan tola bo'lakchalariga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar 2-rasmda keltirilgan. Tola bo'lakchalariga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar umumlashgan kuch sifatida Q_l -deb qabul qilinib, MN kesmadagi proeksiyalari yig'indisi aniqlanadi (3-rasm).



2-rasm. Tozalash barabanida tish old qirrasidagi tolalarning harakati.



3-rasm. Q_l – umumlashgan kuchlar.

$$\begin{aligned} Q_l &= mg \sin \alpha_0 \\ Q_l &= f F_k \cos(\alpha - \alpha_0) \\ F_k &= F_{M,K} + F_{ish} = m \cdot \omega^2 \cdot l + f \cdot N \end{aligned} \quad (7)$$

bu yerda, tola bo'lakchalariga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar F_k – koriolis kuchi, $F_{M,K}$ – markazdan qochma kuch, F_{ish} – ishqalanish kuchi, N – normal bosim kuchi $F_k = F_{M,K} + F_{ish} = m \cdot \omega^2 \cdot l + f \cdot N$ uning yo'nalishi ON kesmaga perpendikulyar bo'ladi.

$$F_k = 2 \cdot m \cdot \omega \cdot \dot{l} \cdot \cos(\alpha - \alpha_0)$$

bu yerda, ω – tola bo'lakchalarning ko'chirma burchak tezligi, $\dot{l}$ – nisbiy tezligi.

Ushbu bog'lanishlardan Q_l – umumlashgan kuchlar uchun

$$Q_l = m \cdot g \cdot \sin \alpha_0 - 2 \cdot \omega \cdot m \cdot \dot{l} \cdot f \cdot \cos(\alpha - \alpha_0)$$

bu yerda, f – tola bo'lakchalari bilan tish orasidagi ishqalanish koeffitsienti.

Tola bo'lakchalarning T kinetik energiyasidan $\dot{l}_i$ va $\dot{l}_i$ o'zgaruvchilar bo'yicha murakkab funktsiyani differensiyalash qoidasiga ko'ra xususiy hosilalari olinadi, ya'ni

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial l} &= \frac{m}{2} \cdot (2 \cdot \dot{l} + 2 \cdot R \cdot \omega \cdot \sin \alpha) = m \cdot (\dot{l} + R \cdot \omega \cdot \sin \alpha) \\ \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{l}} \right) &= \ddot{l} \cdot m \cdot \frac{\partial T}{\partial \dot{l}} = \frac{m}{2} \cdot (2 \cdot l \cdot \omega^2 - 2 \cdot R \cdot \omega^2 \cdot \cos \alpha) = m \cdot (l \cdot \omega^2 - R \cdot \omega^2 \cdot \cos \alpha) \end{aligned}$$

Olingan xususiy hosilalar (4) tenglamaga qo'yilib, tenglama harakat tezligiga proporsional bo'lgan qarshilik kuchi ta'siridagi harakat differensial tenglamasi ifodalanadi [4].

$$m \cdot \ddot{l} - m \cdot \omega^2 \cdot l + m \cdot \omega^2 \cdot R \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot \sin \alpha_0 - 2 \cdot f \cdot m \cdot \omega \cdot \dot{l} \cdot \cos(\alpha - \alpha_0) \quad (8)$$

$$m \cdot \ddot{l} + 2 \cdot f \cdot \omega \cdot \dot{l} \cdot \cos(\alpha - \alpha_0) = m \cdot g \cdot \sin \alpha_0 + m \cdot \omega^2 \cdot l - m \cdot \omega^2 \cdot R \cdot \cos \alpha \quad (9)$$

Ushbu tenglamaning ikkala tomonini m massasiga bo'lib, bir jinsli bo'lmagan harakat differensial tenglamasining umumiy ko'rinishi aniqlanadi.

$$\ddot{l} + f \cdot \omega \cdot \cos(\alpha - \alpha_0) \cdot l - \omega^2 \cdot l = g \cdot \sin \alpha_0 - \omega^2 \cdot R \cdot \cos \alpha \quad (10)$$

$$\ddot{l} + f \cdot \omega \cdot \cos(\alpha - \alpha_0) \cdot \dot{l} - \omega^2 \cdot l = g \cdot \sin(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) - \omega^2 \cdot R \cdot \cos(\alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t) \quad \text{va}$$

$$2 \cdot n = f \cdot \omega \cdot \cos(\alpha - \alpha_0), A_0 = g, B_0 = -R \cdot \omega^2, \mu = \beta - \alpha_0 - \alpha_1 - \omega \cdot t \text{ belgilashlar kiritilsa,}$$

$$\ddot{l} + 2 \cdot n \cdot \dot{l} - \omega^2 \cdot l = A_0 \cdot \sin \mu + B_0 \cdot \cos \mu \quad (11)$$

differensial tenglama hosil bo'ladi. Bu tenglama koeffitsientlari o'zgarmas bo'lgan ikkinchi tartibli bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglamadan iborat bo'lib, uning yechimi bir jinsli tenglamaning umumiy yechimi l_1 bilan (11) tenglamaning xususiy yechimi l_2 larning yig'indisiga teng bo'ladi.

$$l = l_1 + l_2$$

Tenglamaning umumiy yechimi quyidagicha ko'rinishda izlanadi.

$$l = C_1 \cdot e^{k_1 \cdot t} + C_2 \cdot e^{k_2 \cdot t} + A \cdot \sin \mu + B \cdot \cos \mu \quad (12)$$

bu yerda, A va B doimiy o'zgarmas qiymatlar. Bu o'zgarmaslarni aniqlash uchun boshlang'ich va chegaraviy shartlardan foydalaniladi. Agar $l = l_0, \dot{l} = 0, t = 0$ bo'lsa,

$$\dot{l} = C_1 \cdot k_1 \cdot e^{k_1 \cdot t} + C_2 \cdot k_2 \cdot e^{k_2 \cdot t} - A \cdot \omega \cdot \cos \mu + B \cdot \omega \cdot \sin \mu$$

$$\ddot{l} = C_1 \cdot k_1^2 \cdot e^{k_1 \cdot t} + C_2 \cdot k_2^2 \cdot e^{k_2 \cdot t} - A \cdot \omega^2 \cdot \sin \mu - B \cdot \omega^2 \cdot \cos \mu$$

aniqlangan qiymatlarni (2.11) tenglamaga qo'yiladi.

$$C_1 \cdot k_1^2 \cdot e^{k_1 \cdot t} + C_2 \cdot k_2^2 \cdot e^{k_2 \cdot t} + 2 \cdot n \cdot C_1 \cdot k_1 \cdot e^{k_1 \cdot t} + 2 \cdot n \cdot C_2 \cdot k_2 \cdot e^{k_2 \cdot t} - C_1 \cdot \omega^2 \cdot e^{k_1 \cdot t} - C_2 \cdot \omega^2 \cdot e^{k_2 \cdot t} = 0$$

$$k_1^2 + 2 \cdot n \cdot k_1 - \omega^2 = 0 \Rightarrow k_{1/2} = -n \pm \sqrt{n^2 + \omega^2}$$

bu yerda k_1 va k_2 o'zgarmas qiymat bo'lib, agar $k > 1$ bo'lsa tolalar arra tishi yuzasidan ajralib chiqishi tezlashadi, $k = 1$ bo'lsa tolalar arra tishi yuzasidan bir tekisda harakatlanib ajraladi, $k < 1$ bo'lsa tolalar arra tishi bilan birgalikda tozalash barabani bilan birgalikda harakatlanadi.

$$l_1 = A \cdot \sin \mu + B \cdot \cos \mu \quad (13)$$

bu yerda, $\mu = \alpha - \varphi_0 - \varphi_1 - \omega \cdot t$ ga teng

$$\dot{l}_1 = -A \cdot \omega \cdot \cos \mu + B \cdot \omega \cdot \sin \mu \quad \ddot{l}_1 = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin \mu - B \cdot \omega^2 \cdot \cos \mu \quad \text{aniqlangan qiymatlar} \quad (11)$$

tenglamaga qo'yiladi.

$$\begin{aligned} & -A \cdot \omega^2 \cdot \sin \mu - B \cdot \omega^2 \cdot \cos \mu + 2 \cdot n \cdot (-A \cdot \omega \cdot \cos \mu + B \cdot \omega \cdot \sin \mu) - \omega^2 \cdot (A \cdot \sin \mu + B \cdot \cos \mu) = \\ & = A_0 \cdot \sin \mu + B_0 \cdot \cos \mu \end{aligned} \quad (14)$$

(14) bu tenglik o'rinli bo'lishi uchun chap va o'ng tomondagi $\sin \mu$ va $\cos \mu$ oldidagi koeffitsientlar o'zaro teng bo'lishi kerak.

$$-A \cdot \omega^2 + 2 \cdot n \cdot \omega \cdot B - \omega^2 \cdot A = A_0 \quad \text{va} \quad -B \cdot \omega^2 - 2 \cdot n \cdot \omega \cdot A - B \cdot \omega^2 = B_0$$

bu tenglamalardan

$$A = \frac{-2 \cdot \omega^2 \cdot (2 \cdot n \cdot \omega \cdot A_0 - 2 \cdot n \cdot B_0) - (4 \cdot \omega^4 + 4 \cdot \omega^2 \cdot n^2) \cdot B_0}{2 \cdot n \cdot \omega \cdot (4 \cdot \omega^4 + 4 \cdot \omega^2 \cdot n^2)}, B = \frac{2 \cdot n \cdot \omega \cdot A_0 - 2 \cdot \omega^2 \cdot B_0}{4 \cdot \omega^4 + 4 \cdot \omega^2 \cdot n^2}$$

munosabat olinadi.

$$l = C_1 \cdot e^{k_1 \cdot t} + C_2 \cdot e^{k_2 \cdot t} + A \cdot \sin \mu + B \cdot \cos \mu$$

bu yerda, C_1 va C_2 doimiy o'zgarmas qiymatlar. Bu o'zgarmaslarni aniqlash uchun boshlang'ich va chegaraviy shartlardan foydalaniladi. Agar $l = l_0, \dot{l} = 0, t = 0$ bo'lsa,

$$l_0 = C_1 + C_2 + A \cdot \sin \mu_0 + B \cdot \cos \mu_0 \Rightarrow C_1 + C_2 = -A \cdot \sin \mu_0 - B \cdot \cos \mu_0 - l_0$$

$$\dot{l} = C_1 \cdot k_1 + C_2 \cdot k_2 - A \cdot \omega \cdot \sin \mu_0 + B \cdot \omega \cdot \cos \mu_0 \Rightarrow C_1 \cdot k_1 + C_2 \cdot k_2 = A \cdot \omega \cdot \sin \mu_0 - B \cdot \omega \cdot \cos \mu_0$$

Quyidagi belgilash kiritiladi.

$$l_0 = C_1 + C_2 + A \cdot \sin \mu_0 + B \cdot \cos \mu_0 \Rightarrow C_1 + C_2 = -A \cdot \sin \mu_0 - B \cdot \cos \mu_0$$

bu yerda $t=0$ da $\lambda_0 = \alpha - \varphi_0 - \varphi_1$ bo'ladi. Bunda $Z_1 = -A \cdot \sin \mu_0 - B \cdot \cos \mu_0 - l_0$

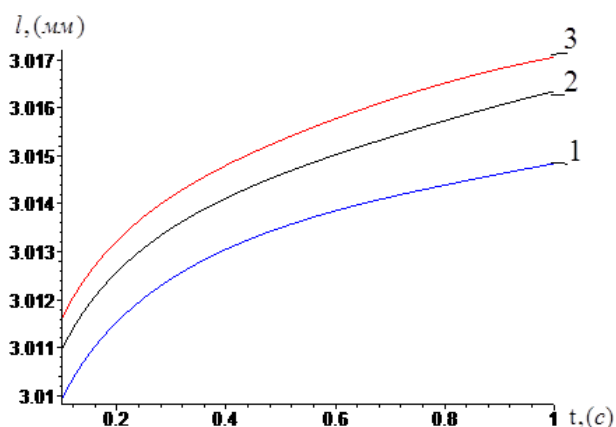
$Z_2 = A \cdot \omega \cdot \sin \mu_0 - B \cdot \omega \cdot \cos \mu_0$ belgilash kiritiladi va xususiy yechimni aniqlash uchun C_1 va C_2 doimiy o'zgarmas qiymatlar quyidagicha aniqlanadi.

$$C_1 = \frac{Z_1 \cdot k_2 - Z_2}{k_2 - k_1}, C_2 = \frac{Z_1 \cdot k_1 - Z_2}{k_1 - k_2}$$

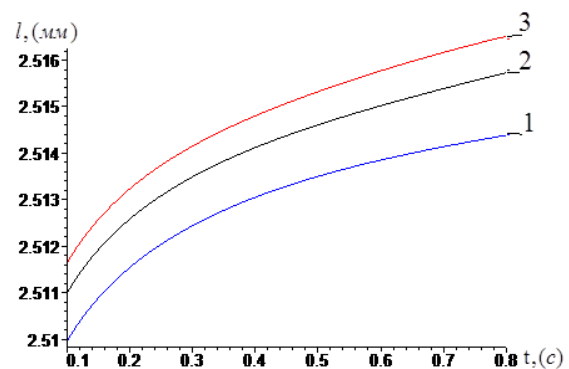
Barcha aniqlangan o'zgarmas qiymatlar umumiy tenglamaga qo'yilib, harakat tenglamasining umumiy yechimi aniqlanadi.

$$l = \frac{Z_1 \cdot k_2 - Z_2}{k_2 - k_1} \cdot e^{k_1 t} + \frac{Z_1 \cdot k_1 - Z_2}{k_1 - k_2} \cdot e^{k_2 t} - \frac{2 \cdot \omega^2 \cdot (2 \cdot n \cdot \omega \cdot A_0 - 2 \cdot n \cdot B_0) + (4 \cdot \omega^4 + 4 \cdot \omega^2 \cdot n^2) \cdot B_0}{2 \cdot n \cdot \omega \cdot (4 \cdot \omega^4 + 4 \cdot \omega^2 \cdot n^2)} \cdot \sin \mu + \frac{2 \cdot n \cdot \omega \cdot A_0 - 2 \cdot \omega^2 \cdot B_0}{4 \cdot \omega^4 + 4 \cdot \omega^2 \cdot n^2} \cdot \cos \mu \quad (15)$$

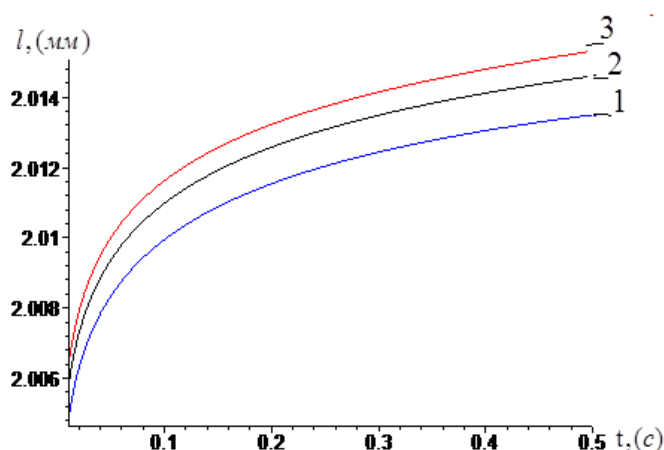
Natijalar tahlili. Ushbu (2.15) turli xil zichlikdagi (kuchli zichlanib toylangan va past zichlanib toylanmagan) tish old qirrasidagi tolali qatlam harakatining tishlar soniga, tozalash barabanining aylanish chastotasi va tashqi kuchlarga bog'liqlik tenglamasi keltirib chiqarildi. Bu tenglamadan tola qatlamining tozalash zonasida bir tekis titib tozalash maqsadida tavsiya qilinayotgan parametrlarning ratsional qiymatlarini aniqlashda tozalash barabanining aylanish chastotasini $n_1 = 900 \text{ min}^{-1}$; $n_2 = 1100 \text{ min}^{-1}$; $n_3 = 1300 \text{ min}^{-1}$ va tishlar soni $N_1 = 8$; $N_2 = 12$; $N_3 = 16$ qiymatlarida tola bo'lakchalarning harakati tahlil qilindi (4÷6 rasmlar). Rasmlarda tola bo'lakchalarning harakati, tozalash barabanining aylanish chastotasiga va arra tishlar sonining o'zgarishi bo'yicha grafiklari keltirilgan [5, 6].



4-rasm. Tish old sirt uzunligi $l = 3 \text{ mm}$ va tozalash barabanining aylanish chastotalari $n_1 = 900 \text{ min}^{-1}$; $n_2 = 1100 \text{ min}^{-1}$; $n_3 = 1300 \text{ min}^{-1}$ da toylanmagan tolalarning harakat grafigi.



5-rasm. Tish old sirt uzunligi $l = 2.5 \text{ mm}$ va tozalash barabanining aylanish chastotalari $n_1 = 900 \text{ min}^{-1}$; $n_2 = 1100 \text{ min}^{-1}$; $n_3 = 1300 \text{ min}^{-1}$ da toylanmagan tolalarning harakat grafigi.



6-rasm. Tish old sirt uzunligi $l = 2 \text{ мм}$ va va tozalash barabanining aylanish chastotalari $n_1 = 900 \text{ min}^{-1}$; $n_2 = 1100 \text{ min}^{-1}$; $n_3 = 1300 \text{ min}^{-1}$ da toylanmagan tolalarning harakat grafigi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, grafiklarda har xil zichlikdagi tolali qatlamlarda, turli geometrik o'lchamdagi arra tishli garnituralar va tozalash barabanining aylanishlar chastotalari tozalash jarayonida tashqi kuchlarning ta'sirida tolalarning harakat traektoriyasi dinamik model asosida tahlil qilindi. Tolali bo'lakchalariga ta'sir etuvchi tashqi kuchlar mavjud bo'lganda tozalash jarayonining texnologik parametrlari: baraban aylanishlar chastotalari $n_1 = 900 \text{ min}^{-1}$;

$n_2 = 1100 \text{ min}^{-1}$; $n_3 = 1300 \text{ min}^{-1}$ va garnitura tishlar $N_1 = 8$; $N_2 = 12$; $N_3 = 16$ soniga bog'liqligi aniqlandi. Tozalash jarayonining samarali amalga oshirilishida paxta tolasining zichligi tozalash mashinasining

ishchi organ parametrlarini to'g'ri tanlash natijasida tolalarning tabiiy xossalari maksimal darajada saqlanishiga erishish mumkinligi nazariy hisob-kitoblar asosida aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1]. G'afurov Q.G', Fayzullayev Sh.R. Texnika va texnologiya yangiliklari. "IJOD-PRINT" nashriyoti, Toshkent-2020, 32-33-be.
- [2]. Rashidov T.R., Shoziyotov Sh., Mo'minov Q.B. Nazariy mexanika asoslari. Toshkent.: O'qituvchi, 1990. –581 b.
- [3]. Shohaydarova P., Shoziyotov Sh., Zoirov J. Nazariy mexanika. –Toshkent.: O'qituvchi, 1991. 407-b.
- [4]. Piskunov N.S. Differentsialnoe i integralnoe ischisleniya 1. Moskva: Nauka. 1976. St.456.
- [5]. Miroshnichenko G.I. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. Москва: Mashinostroeniya. 1972. St. 485.
- [6]. G'aybnazarov E.E. [i dr.]. Analiz dinamicheskoy modeli vzaimodeystviya sornyx primesey i teoreticheskoe izuchenie peremesheniya sora v xlopke-syrse pri yego ochildke ot sornyx primesey // Universum: Texnicheskie nauki : elektron. nauchn. jurn. 2018. № 10(55). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6469> St. 2-6.

BUG-GAZ QURILMALI ISSIQLIK ELEKTR STANTSİYALARI VA ULARDA SUVNING AHAMIYATI

B.X. Yunusov, Q.Q. Dadaboyev, M.Ch. Tursunov

[Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti](#)
[Tel; 90 975 32 48, Tel; 93 179 39 39, \[gobilbekturacity@mail.ru\]\(mailto:gobilbekturacity@mail.ru\)](#)
[\(Qabul qilindi 01.07.2025 y.\)](#)

Аннотация. Данная работа посвящена рассмотрению информации о парогазовых электростанциях и значении и роли воды в них. Благодаря данной работе мы можем узнать некоторые важные сведения об использовании воды на станции, а также данная работа собрала интересную информацию.

Ключевые слова: энергетика, механическая, деформация, горение, предварительно смешанные соли горения, эрозия, коррозия, атмосфера, температура технической воды, циркуляция, конденсатор, паровая турбина, конденсация пара, газовая турбина.

Annotatsiya. Ushbu ish bug' gaz qurilmali stansiyalar va ulardagi suvning ahamiyati va o'rni haqida ma'lumotlar mulohazalarga bag'ishlangan. Biz bu ish orqali stansiyada suvni ishlatish haqida bir qancha muhim ma'lumotlarni o'rganishimiz mumkin va bu ish o'z ichiga qiziqarli ma'lumotlarni to'plagan.

Kalit so'zlar: Ergetika sanoati, mexanik, deformatsiya, yonish, primiksion yonish tuzlar, erroziya, korroziya, atmosfera, xarorat texnik suv, sirkulyatsiya, kondensator, bug' turbinasi, bug' kondansatsiyasi.gaz turbinasi

Abstract: This work is devoted to the consideration of information about steam-gas power plants and the importance and role of water in them. Through this work, we can learn some important information about the use of water in the plant, and this work has collected interesting information.

Key words: Energy industry, mechanical, deformation, combustion, premixed combustion, salts, erosion, corrosion, atmosphere, temperature, technical water, circulation, condenser, steam turbine, steam condensation, gas turbine.

Methods: As can be seen from the methodology, the role of water in industry is invaluable, and additional measures need to be taken to ensure rational use of water at the plant.

Results: Despite the important role of water in the plant, it is regrettable that it is being wasted, and reducing this waste is an important task.

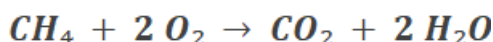
Significance: Recapturing the lost water is beneficial not only for the company, but also for everyone, because the depletion of fresh water reserves is a global problem and contributes to the elimination of this problem. reduction of the company's financial expenses leads to a decrease in the price of energy, which is also beneficial for the consumer

KIRISH

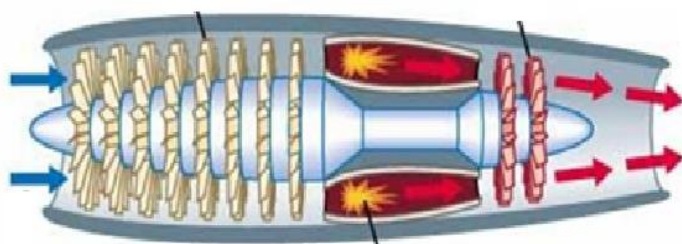
Bug' gaz qurilmali issiqlik elektr stansiyalari bugungi kunda elektr energiya ishab chiqarishning asosiy qismini o'z zimmasiga olmoqda. Bu turdagi issiqlik elektr stansiyalarning qolganlaridan bir necha afvalliklari va ustunliklari mavjud. Stansiyaga uzatilgan tabiiy gazni avval gaz turbinasi yonish kamerasida yoqib birlamchi energiyani olinishi va yonish maxsulotidan suvni bug'latish uchun foydalanilishi yoqilg'i energiyasidan ko'proq foydalanishga sabab bo'ladi. Yoqilg'i energiyasidan to'la foydalanishning nazariy imkoni yo'q albatta lekin imkon darajasida oqilona foydalanish bu bugungi kunning asosiy talabi hisoblanadi.

Bug' gaz qurilmali issiqlik elektr stantsiyalar.

Bunday turdagi Issiqlik elektr stansiyalarida tabiiy gaz (CH_4) ni *primiksion*¹ uslubda yoqish orqali gaz turbinasida asosiy dastlabki energiyani olinadi.



Yonish jarayoni sodir bo'lishi orqali turbina parraklari qarshiligiga qarshi ish bajaruvchi kinetik energiya hosil bo'ladi. Termodinamik qonunlarga asoslangan aniq jarayon uglerodning oksidlanishi natijasida muhitda ichki energiyaning ortishi harorat va bosimni ortishiga bu esa o'z navbatida hajmga qarshi ish bajarilishiga sabab bo'ladi [1]. Turbinaning gazning yonishidan energiya olishi shu qonunga asoslangan. Parraklarning qarshiligidan ham kata energiyaning hosil bo'lishi parraklarni aylanishiga olib keladi va ish bajariladi.(1-rasm) Ya'ni aylanma mehanik harakat bu elektr energiya ishlab chiqarishning asosidir (2-rasm).

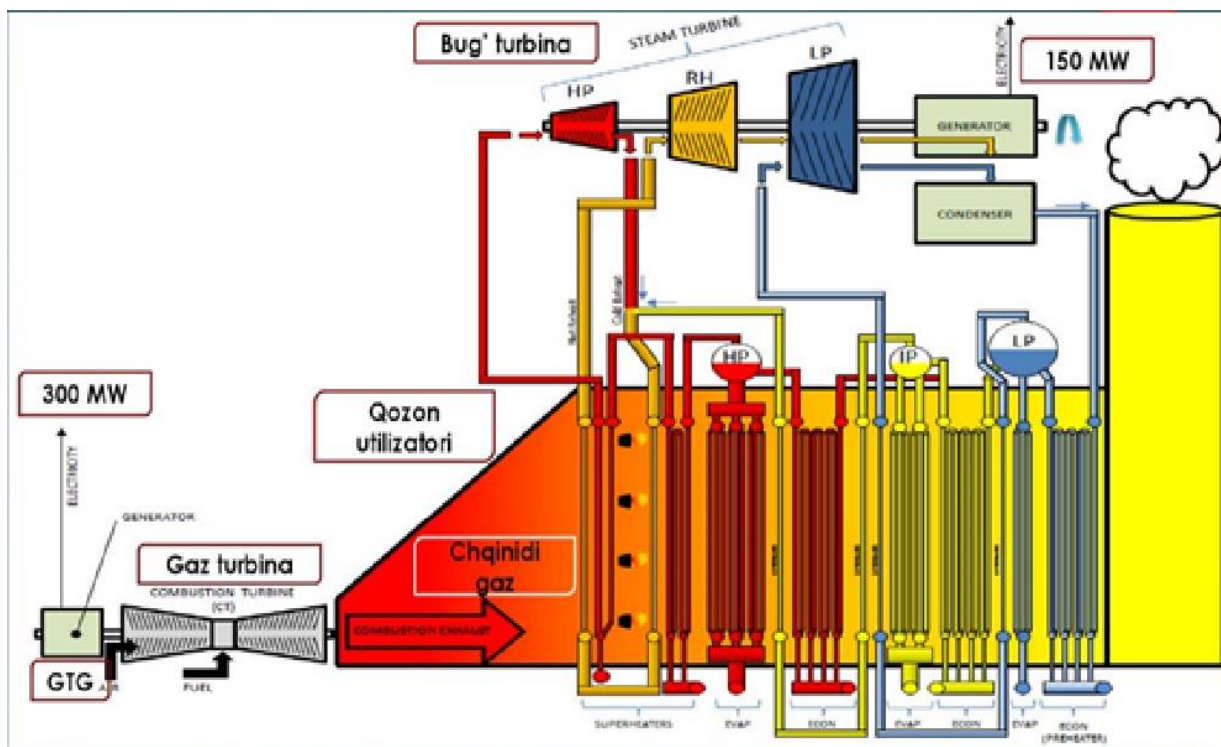


1-rasm Gaz turbina yonish kamerasi.

Bu albatta avvalgi faqat bug' turbinali stansiyalarga qaraganda anachagina ustunlikni ko'rsatadi. Bundan tashqari

bunday stansiyalarda yonish primiksion bo'lganligi tufayli yonish sababli chiqayotgan tutun

gazlarning miqdori minimum darajaga tushadi. Bug' gaz qurilmali issiqlik elektr stansiyalarining ekologik tomondan ko'mir yoquvchi yoki faqat bug' turbinali stansiyalarda afzaligi ham shundadir



2- rasm Bug gaz qurilmali stansiyaning ishlash prisipi.

Bunday stansiyalar hozirda yurtimizning asosiy elektr energiya ishlab chiqaruvchilari hisoblanadi. Albatta bir qarashda jarayon soddadek ko'rinishi mumkin lekin stansiyaning ishchi holatda energiya uzatib turishini ta'minlash uchun ko'plab kimyoviy, fizik, mexanik jarayonlar va anchagina murakkab tizimlar, ishlab turishi kerak. Bularning barchasi ishlash mobaynida albatta energiyani bir qismi qizishga sarf bo'ladi. Ya'ni qurilmalar qiziydi bunday katta masshtabli jarayonda qurilmalarni sovutish uchun ham katta miqdorda sovutuvchi suv kerak bo'ladi albatta.

Elektr energiyasi ishlab chiqarishda suvning ahamiyati.

Zamonaviy bug' gaz qurilmali issiqlik elektr stansiyalarida suvdan asosiy ikki hil maqsadda foydalaniladi.

1. Qozon qurilmasida bug' hosil qilish va bug' turbinasiga uzatish uchun.
2. Tizimni sovutish va ishlab chiqqan bug'ni kondensatga aylantirish uchun.

Har ikki o'rinda ham suvning parametrlari kerakli miqdorda bo'lmasa tizim to'liq ishlamaydi yoki umuman ishlamaydi. Stansiyada qozon qurilmasiga uzatiladigan suvni "ishchi suv" tizimni sovutuvchi suvni esa "tehnika suv" deb atashadi. Har ikki turdagi suv vazifasi va kimyoviy tarkibiga ko'ra bir biridan farq qiladi. Ya'ni kimyoviy suv tozalash sehida ishchi suvni tehnika suvga qaraganda bir necha marta ko'proq bosqichlarda tozalanadi va zahiraga yopiq siklda uzatiladi. Tehnika suv esa ishchi suvga qaraganda kamroq tozalanadi va zahirasi ochiq konturli.

Suvni kimyoviy tozalashga to'htaladigan bo'sak bu suvni va qurilmalarning kimyoviy xususiyatlariga bog'liq jarayonlarni inobatga olgan holda amalga oshiriladi. Masalan stansiya kelayotgan oqova suvning tarkibida turli moddalar, maishiy chiqindilar, makro va mikro zarralar, tuzlar va hokazolar birgalikda keladi. Albatta bularning barchasini tozalab tuzsizlantirib stansiya istemoli uchun tayyorlash bu kimyoviy suv tozalash sehing asosiy vazifasidir. Ishchi suv tarkibida tuzlarning miqdori normada bo'lishi bu qozon qurilmasi va boshqa qurilmalarda tuz cho'kmalari shlaklar hosil bo'lmasligini belgilaydi.

Ho'sh agarda ishchi suv tarkibida tuzlar ortib ketsa nima bo'ladi?

Ishchi suv tarkibida tuzlarning ortib ketishi quvirlarning ichki yuzasida tuz cho'kmalari hosil bo'lishiga olib keladi. Bu esa o'z navbatida quvirlar ichki yuzasini qisqarishi yani mahalliy qarshilikni ortishiga va qurilmalarni korroziyaga uchrashiga olib keladi (3-rasm). Yuzaga kelgan har ikkala salbiy holat ish rejimiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Quvirlarning ichki yuzasida mahalliy qarshilikning ortishi suv o'tkazish qobiliyatini pasayishi bu esa o'z navbatida suv nasoslariga ortiqcha yuklamani tushishiga sabab bo'ladi. Tuzlarni quvirlarning ichki yuzalarida yeg'ilishi bu metalning korroziyaga uchrashi va quvirning teshilishiga olib keladi.



3-rasm Quvrlarning korroziyaga uchrashi.

Mana shunday salbiy ta'sirlarni oldini olish uchun kimyoviy tozalash sehlari suv tarkibini qat'iy meyyorda ushlab turishadi. Suvning tarkibi va miqdori yetarli darajada ta'minlansa stansiya turg'un holatda ishlashi mumkin. Albatta suv bilan bog'liq yana bir qancha masalalar mavjud. Keling ularni ham ko'rib chiqamiz. Aytaylik texnik suv tizimdagi issiq muhitni sovutib qaytdi lekin endi uning harorati ko'tarilgan holatda boladi. Bu issiq suvni sovutishga ehtiyoj tug'iladi va bu vazifani suv sovutuvchi minora Gradirnya bajaradi. Yani tizimdan kelgan issiq suvni sovutib yana suv zaxirasiga qaytaradi. Aynan mana shu jarayon mobaynida isib qolgan texnik suvning bir qismi atmosferaga bug'lanib ketadi va suv isrof bo'ladi. Suv zaxirasiga isrof o'rni to'ldiruvchi miqdor qo'shiladi va jarayon shu tarzda davom etadi.

Xulosa

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak sanoatda ayniqsa energetika sohasida suvning o'rni juda muhimdir. Issiqlik elektr stansiya faoliyatini suvsiz tasavvur etib bo'lmaydi. Chunki suv miqdori yoki tarkibini sal o'zgarishi ham qanday oqibatlarga olib kelishi mumkinligini yuqorida qisman ko'rib chiqdik. Suvning ahamiyati shunchalik muhim bo'lib turgan bir vaqtda uni tejab undan oqilona foydalanish ham shunchalik muhim ahamiyat kasb etadi. Tabiatimizda chuchuk suv miqdorining kamayib borayotgani va suv muammosining ahamiyati ortib borayotgani esa hech kimga sir emas. Shuning uchun suvdan oqilona foydalanish va isrofnı tejoyvchi tehnologiyalarni joriy etish bugungi kunning muhim talabi bo'lib qolmoqda.

Adabiyotlar

- [1]. В.С. Пономаренко, Ю.И. Арефьев, Градирни промышленных и энергетических предприятий. 179-184
- [2]. Dadaboyev, Q. Q. (2021). [Refrigerator in modern heating power station technical water waste through reconstruction of the tower reduction](#). "International journal of philosophical studies and social sciences", 1(3), 96-101.
- [3]. Mitsubishi hitachi power systems company Turakurgan IES construction project book, volume 3
- [4]. Dadaboyev, Q. Q. (2022). [Issiqlik elektr stansiyalarida texnik suv isrofini barataraf etish](#). "Academic research in educational sciences", 3(1), 434-440. <https://doi.org/10.24412/2181-2454-2022-1-41-47>
- [5]. Dadaboyev Qobilbek. (2023). [Steam Gas Plant Reducing Circulating Water Waste in Water Cooling Towers](#). "Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT", 2(11), 149-153. https://icaait.org/paper.php?paper=11th_ICAIIIT_2/5_5

SHTAMPLI ASBOBLARNING MEXANIK XOSSLARINI OSHIRISH UCHUN TERMİK ISHLOV BERISHNING TEMPERATURA REJIMLARI

D.M. Berdiyev, G.M. Komilova

I.Karimov nomli Toshkent davlat texnika universiteti
(Qabul qilindi 01.07.2025 y.)

Ushbu ishda asbobsozlik po'latlarining optimallashtirilgan termik ishlov berish rejimlari, ya'ni oraliq bo'shatish bilan toblash ko'rib chiqilgan. Natijada taklif etilgan usul standart termik ishlov berish usullari bilan solishtirganda, yuqori aniqlikdagi shtampli asboblarni chidamligini 1,5-2 barobar oshirish imkonini beradi.

Tayanch iboralar: *toblash, qattqlik, dislokatsiya zichligi, oraliq bo'shatish, yuqori legirlangan po'lat.*

В данной работе рассматривается оптимизированный режим термической обработки инструментальных сталей, включающий закалку с промежуточным отпуском. Исследование показывает, что предложенный метод позволяет увеличить стойкость штампового инструмента высокой точности в 1,5-2 раза по сравнению со стандартными методами термообработки.

Ключевые слова: *закалка, твердость, плотность дислокаций, промежуточный отпуск, высоколегированная сталь.*

This work examines the optimized regime of heat treatment for tool steels, including quenching with intermediate tempering. The study shows that the proposed method can increase the durability of high-precision stamping tools by 1.5-2 times compared to standard heat treatment methods.

Key words: *hardening, hardness, dislocation density, intermediate tempering, high-alloy steel.*

Yuqori aniqlikdagi shtamplash asboblarining yeyilishbardoshligini oshirish muammosi sovuq holatda shtamplash texnologiyasi sohasida dolzarb ahamiyatga ega. Asboblarning yuqori yeyilishbardoshligi ularning kuchli mexanik yuklanishlar va yuqori harorat sharoitida uzoq muddatli va barqaror faoliyat yuritishini ta'minlaydi, bu esa ishlab chiqarish samaradorligi va iqtisodiy ko'rsatkichlarning oshishiga olib keladi.

Sovuq holatda shtamplash jarayonlari uchun shtamplar ishlab chiqarishda turli uglerodli va legirlangan asbobsozlik po'latlari qo'llaniladi [1]. «FOTON» AJ korxonasida o'tkazilgan tahlillar natijalariga ko'ra, shtamplash asboblari orasida probivka va shakl berish asboblari eng ko'p qo'llaniladi. Ishlab beriladigan materiallar sifatida yuqori plastiklikka ega mis, nikel, ferronikel, kovar va CT3 konstruksiya po'latidan foydalaniladi.

Ishlov beriladigan materiallarning yuqori plastikligi, tayyor mahsulotlardagi yuqori aniqlik talablari va ishlab chiqarish jarayonining yuqori samaradorligi puanson va matritsa o'rtasidagi zazorlarning minimal darajada bo'lishini taqozo etadi. Shu bilan birga, ish jarayonida yuzaga keladigan issiqlik ta'siri sababli asboblarga nisbatan yuqori issiqlikbardoshlik va yeyilishbardoshlik talab etiladi [2].

Ishlab chiqarish amaliyotida shtamplash asboblari uchun 9XS, XVG, X12M, Shx15 va U10 kabi ko'plab asbobsozlik po'latlari qo'llaniladi. Ammo, tajriba shuni ko'rsatdiki, bu po'latlardan yasalgan asboblar yetarlicha yeyilishbardoshlikka ega emas. Qattqlikni oshirish orqali yeyilishbardoshlikni yaxshilash mumkin, lekin bu asboblarning mo'rtligini oshirib, ularda xavfli yoriqlar paydo bo'lish ehtimolini ko'paytiradi.

Yupqa kesimga ega bo'lmagan asboblar uchun qattqlikni 1-2 HRC birlikka oshirish tavsiya etiladi. Yupqa devor qallinligidagi asboblar holatida bunday oshirish maqsadga muvofiq emas [3].

Asbobning foydalanish xususiyatlarini oshirishning mavjud usullari (kimyoviy-termik ishlov berish, qattiq qoplamalar qo'llash, ikki martalik toblash, lazerli ishlov berish) orasida oraliq yumshatish bilan toblash usuli afzalroqdir. Ushbu usul iqtisodiy jihatdan samarali bo'lib, karbidli bir xillikni bartaraf etishga, po'latning qovushqoqligini yaxshilashga, oquvchanlik chegarasini va yeyilishga chidamliligini oshirishga yordam beradi, shuningdek, maxsus uskunalarni talab etmaydi [1, 2].

Ko'plab tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, asbobning chidamliligi mikrostrukturaviy parametrlarga, jumladan, karbid fazasining xususiyati va taqsimlanishi, qoldiq austenitning miqdori va matritsaning holatiga bevosita bog'liq [4-7].

Asbobni puxtalashning optimal rejimlari yemirilish xususiyatini, mikrostrukturaviy va rentgenostrukturaviy tadqiqotlarni tahlil qilish asosida aniqlandi.

Sinovlar X12M po'latidan tayyorlangan, "FOTON" AJ korxonasining ishlab chiqarish sharoitlarida olingan namunalarda o'tkazildi. Har bir sinov diametri 25 mm va balandligi 10 mm bo'lgan bitta eritib olingan namunalarda bajarildi.

Po'lat namunalari tuzli vannalarda qizdirish bilan termik ishlovdan o'tkazildi. Birinchi toblash $T_{r1} = 1050; 1100; 1150; 1250; 1300$ °C haroratlarda amalga oshirildi. Bunda karbid bo'yicha bir xillikni maksimal darajada bartaraf etish maqsad qilingan [7].

Keyinchalik $T_{o,yum} = 540; 600; 650$ °C haroratlarda oraliq yumshatish o'tkazildi, namunalarning bir qismi esa yumshatishsiz olindi.

Metallografik tahlil Metrohm 850 Professional IC ion xromatografi (SEM-EDX) va Zeiss EVO MA 10 elektron mikroskopi yordamida amalga oshirildi [8]. Tuzilma Shimadzu rentgen-spektr analizatori [9] yordamida, nurlanish manbai sifatida temir anodidan foydalangan holda tadqiq qilindi.

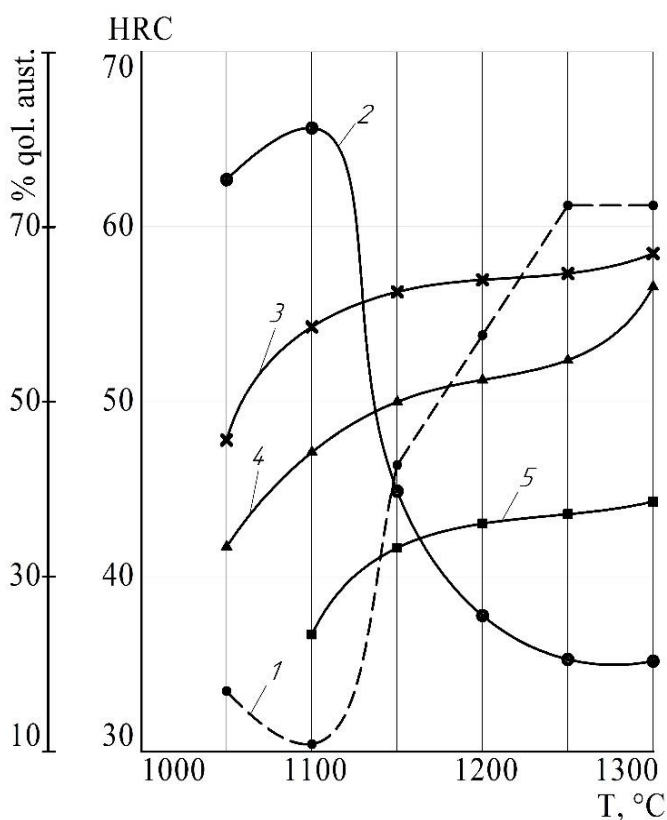
Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, po'latning qattiqligi toblash harorati 1100 °C gacha oshadi, shundan so'ng qoldiq austenit miqdorining oshishi tufayli keskin pasayadi. 540 °C dan boshlab haroratlarda oraliq yumshatish ikkilamchi qattqlikning paydo bo'lishiga yordam beradi, biroq u birlamchiga nisbatan pastroq.

Mikrostrukturaviy tahlil 1050-1100 °C da toblangandan so'ng ikkilamchi karbidlar va karbid notekisligining mavjudligini aniqladi, mayda ignali martensit va qoldiq austenit hosil bo'ladi [10, 11]. 1150 °C dan yuqori haroratda austenit donasining o'sishi va karbidlarning jadal erishi kuzatiladi.

600 °C haroratdan yumshatish troostit tuzilmasi hosil bo'lishi bilan qattiq eritmaning to'liqroq parchalanishiga olib keladi. 1300 °C haroratdan toblash 600 °C dan yumshatilgandan so'ng martensit tuzilmasining bir qismini saqlab qolishga olib keladi. Bu shu qadar yuqori qizdirish haroratlarida qattiq eritmaning sezilarli darajada legirlanganligidan dalolat beradi.

Agar birinchi toblash legirlovchi elementlar va aralash fazalarni dislokatsiyalarning yuqori zichligini hosil qilish bilan qattiq eritmaga maksimal darajada o'tkazish maqsadida o'tkazilsa, oraliq yumshatish va keyingi ikkinchi toblash dislokatsiyalarning ushbu zichligini saqlab qolgan holda austenit donasini maydalashga qaratilgan.

Ikkinchi toblash X12M po'lati uchun standart bo'lgan 1150 °C haroratda amalga oshirildi. Birinchi toblash haroratiga qarab austenit donasi o'lchamlarining o'zgarishini tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, uni 1300 °C haroratdan o'tkazishda donaning yaqqol o'sishi kuzatiladi, bu esa asbobning mexanik xususiyatlari majmuasini yomonlashtirishi mumkin (Rasm).



Rasm. X12M po'latining qattiqligi va qoldiq austenitning foizdagi miqdori (1) toblash harorati T ga bog'liqligi, yumshatishsiz (2) va $T_{o,yum.} = 540$ °C (3); 600 °C (4); 650 °C (5) haroratlarda.

1150 °C dan yuqori haroratda birinchi toblashdan so'ng 540 °C haroratda oraliq yumshatishni o'tkazish ko'proq legirlangan qattiq eritma va sezilarli hajmdagi qoldiq austenitning hosil bo'lishiga yordam beradi, bu esa tuzilmaning barqarorligiga salbiy ta'sir qilishi mumkin.

Muvozanatli tuzilmaning shakllanishi va xossalarning barqarorlashuvi nuqtai nazaridan eng maqbul bo'lgani 600 °C haroratda oraliq yumshatish bo'ldi. Ushbu rejim birinchi toblash haroratining oshishi bilan austenit donasining sezilarli darajada kattalashishiga olib kelmaydi, shu bilan birga qoldiq austenitning ahamiyatsiz miqdori bilan mayda dispersli va o'rta ignali martensit tuzilmasining shakllanishiga yordam beradi.

Eng yuqori qattqlik 1100 °C haroratda birinchi toblashdan o'tkazilgan namunalarda qayd etildi, bu ushbu harorat rejimi asbobning mustahkamlik va ekspluatatsion xususiyatlari majmuasini ta'minlashda samarali ekanligini tasdiqlaydi [11].

Olingan eksperimental ma'lumotlar va ishlab chiqarish sinovlari natijalariga asoslanib, yuqori aniqlikda shtamplovchi sovuq xolatda shtamlash jarayonlari uchun shtamlash asbobini termik ishlashning optimal rejimlari bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqildi.

X12M po'latidan yasalgan shtamlash asbobi uchun quyidagi termik ishlash rejimi tavsiya etiladi:

- tuzli vannalarda birinchi toblash haroratigacha oldindan qizdirish $T_t = 1150\text{ }^{\circ}\text{C}$, so'ngra moyda sovitish;

- oraliq yumshatish $T_{oyu} = 660\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda 60 daqiqa davomida;

- tuzli vannalarda ikkinchi toblash haroratigacha qayta qizdirish $T_b = 1050\text{ }^{\circ}\text{C}$, so'ngra moyda sovitish.

«FOTON» AJ korxonasida o'tkazilgan ishlab chiqarish sinovlari ma'lumotlariga ko'ra, standart termik ishlov berilgan asbobning bardoshligi 25-36 ming shtamlash siklini tashkil etdi. Oraliq yumshatish bilan toblangan asbob esa bardoshlikning oshishini ko'rsatdi:

- 60...62 HRC qattqlikdagi matritsalar uchun 34-42 ming siklgacha;

- 58...60 HRC qattqlikdagi matritsalar uchun 30-36 ming siklgacha.

Xulosa.

1. X12M po'latini 1150 °C gacha qizdirish, 660 °C da oraliq yumshatish va keyinchalik 1050 °C da ikkinchi marta toblash orqali ishlov berish asboblarning mikrostrukturasini optimallashtirishga imkon beradi.

2. Optimallashtirilgan termik ishlov berish usuli martensit tarkibida karbidlarning bir xil taqsimlanishini ta'minlaydi, qoldiq austenit miqdorini minimallashtiradi va natijada asbobning yeyilishga chidamliligini 1,5-2 martaga oshiradi.

3. Taklif etilayotgan texnologik sxema an'anaviy termik ishlov berish usullariga nisbatan yuqori samaradorlikka ega hamda iqtisodiy jihatdan asoslangan yechim hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. Околович Г. А. Штамповые стали для холодного деформирования металлов: Монография. Барнаул: АлтГТУ, 2010. 202 с.
- [2]. Бріков М. Н., Ефременко В. Г., Ефременко А. В. Износостойкость сталей и чугунов при абразивном изнашивании. Херсон: Грин Д. С., 2014. 364 с.
- [3]. Гольдштейн М. И., Грачев С. В. Векелер У. Г. Специальные стали. М.: МИСиС, 1999. 408 с.
- [4]. Mukhamedov A. A. The Influence of the Thermal History on the structure and Properties of Steel // The physics of Metals and Metallography. 1992. Vol. 74. N. 5. P. 482–487.
- [5]. Структурна наследственность в низкоуглеродистых мартенситных сталях / С. С. Югай, Л. М. Клейнер, А. А. Шосев, И. Н. Митрохович // Металловедение и термическая обработка металлов. 2004. № 12. С. 24–29.
- [6]. Dyuchenko S. S. Heredity in phase transformation: mechanism of the phenomenon and effect on the properties // Metall Science and heat treatment. 2000. Vol. 42. N. 3–4. P. 122–126.
- [7]. Бердиев Д. М., Юсупов А. А. Повышение износостойкости зубьев зубчатых колес циклической закалкой с индукционным нагреванием // Вестник машиностроения. 2020. № 3. С. 50–53.
- [8]. Батаев В. А., Батаев А. А., Алхимов А. П. Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей. М.: Наука, 2007. 224 с.

- [9]. Горелик С. С., Скаков У. А., Расторгуйев Л. Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: МИСиС, 1994. 328 с.
- [10]. Berdiyev D., Saydumarov B., Makhmudova N. Increasing the Abrasive Wear Resistance of Steels by Heat Treatment with Preliminary Preparation of the Structure // International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) –2021, 2022, Vol. 305. P. 162–170.
- [11]. Бердиев Д. М., Ташматов Р. К. Особенности фазовых и структурных превращений конструкционных сталей при нетрадиционных режимах термической обработки // Вестник машиностроения. 2020. № 10. С. 63–65.

References

- [1]. Okolovich G.A. Shtampoviyе stali dlya xolodnogo deformirovaniya metallov [Stamp steels for cold deformation of metals] Monograph. Barnaul: Altai State Technical University, 2010. 202 p.
- [2]. Brikov M.N., Efremenko V.G., Efremenko A.V. Iznosostoykost staley i chugunov pri abrazivnom iznashivani [Wear resistance of steels and cast irons under abrasive wear]. Kherson: Green D.S. 2014. 364 p.
- [3]. Goldstein M.I., Grachev S.V., Vekeler Y.G. Spetsialnoye stali [Special steel]. Moscow: MISiS, 1999. 408 p.
- [4]. Mukhamedov A.A. The Influence of the Thermal History on the structure and Properties of Steel // The physics of Metals and Metallography. 1992. Vol. 74. no. 5. pp. 482–487.
- [5]. Yugay S.S. Strukturnaya nasledstvennost v nizkouglerodistikh martensitnikh stalyakh [Structural heredity in low-carbon martensitic steels] / S.S. Yugay, L.M. Kleiner, A.A. Shosev, I.N. Mitrokhovich // Metal science and heat treatment of metals. 2004. no. 12. pp. 24–29.
- [6]. Dyuchenko S. S. Heredity in phase transformation: mechanism of the phenomenon and effect on the properties // Metall Science and heat treatment. 2000. Vol. 42. no. 3–4. pp. 122–126.
- [7]. Berdiyev D.M., Yusupov A.A. Povisheniye iznosostoykosti zub'ev zubchatikh koles siklicheskoy zakalkoy s indukcionnim nagrevaniyem [Improving the wear resistance of gear teeth by cyclic hardening with induction heating] // Bulletin of Mechanical Engineering. 2020. no. 3. pp. 50–53.
- [8]. Bataev V.A., Bataev A. A., Alkhimov A. P. Metodi strukturnogo analiza materialov i kontrolya kachestva detaley [Methods of structural analysis of materials and quality control of parts]. Moscow: Nauka, 2007. 224 p.
- [9]. Gorelik S.S., Skakov Y.A., Rentgenograficheskiy i elektronno-opticheskiy analiz [Rastorguev L.N. X-ray and electron-optical analysis]. Moscow: MISiS, 1994. 328 p.
- [10]. Berdiyev D., Saydumarov B., Makhmudova N. Increasing the Abrasive Wear Resistance of Steels by Heat Treatment with Preliminary Preparation of the Structure // International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE). 2022, Vol. 305. pp. 162–170.
- [11]. Berdiyev D.M., Tashmatov R.K. Osobennosti fazovikh i strukturnikh prevrasheniy konstruksionnikh staley pri netradisionnikh rezhimakh termicheskoy obrabotki [Features of phase and structural transformations of structural steels under non-traditional heat treatment conditions] // Bulletin of Mechanical Engineering. 2020. no. 10. pp. 63–65.

УДК677.075.017

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВОЙСТВ СМЕСОВОЙ ПРЯЖИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛОКОН

Х.А. Алимova ¹, Ш.А. Усмонова ¹, Х.Х. Умурзакова ¹, Ж.А. Ахмедов ¹, У.Я. Гулбоев ²

¹Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,

²Джизакский политехнический институт

umurzaqova_h@mail.ru

(Получена 18.08.2025 г.)

Аннотация. В настоящей статье приводятся проектирование свойств смесовой пряжи в зависимости от состава и характеристики волокон, способ подготовки шелка-волокно как сырьё для хлопко-шелковой пряжи, рецепты отварки. Предложены способы расчета разрывного удлинения и прочности смесовой хлопко-шелковой пряжи. Также приведены характеристики смешиваемых волокон. Установлено, что 60% хлопка с 40% волокном шелка повышается разрывное удлинение смесовой пряжи на 54%, прочность на 70%, чем чисто хлопчатобумажной. В смесовой пряже появляется шелковистый блеск, который положительно влияет на потребительские свойства готовой продукции.

Ключевые слова: сырьё, кокон, шелк-сырец, волокно, хлопок, пряжа, отварка, рецепт, качество, прочность, моток.

Annotatsiya. Ushbu maqolada tolalar tarkibi va xususiyatlariga qarab aralashgan ipning xossalarini loyihalash, ipak tolasini paxta-ipak kalavasi uchun xomashyo sifatida tayyorlash usuli va qaynatish retseptlari keltirilgan. Aralashtirilgan paxta-ipak ipning uzilishdagi cho'zilishi va mustahkamligini hisoblash usullari taklif etiladi. Aralashtirilgan tolalarning xarakteristikallari ham berilgan. Aniqlanishicha, 60% paxtaga 40% ipak tolasini aralashtirilgan ipning sof paxta ipiga qaraganda uzilishdagi cho'zilishi 54% ga, mustahkamligi 70% ga oshadi. Tayyor mahsulotlarning iste'mol xususiyatlariga ijobiy ta'sir ko'rsatadigan aralash iplarda ipak jilosi paydo bo'ladi.

Kalit so'zlar: xomashyo, pilla, xom ipak, tola, paxta, ip, qaynatish, retsept, sifat, mustahkamlik, kalava.

Abstract. This article presents the design of the properties of blended yarn depending on the composition and characteristics of the fibers, the method of preparing silk fiber as a raw material for cotton-silk yarn, and decoction recipes. Methods for calculating the breaking elongation and strength of blended cotton-silk yarn are proposed. The characteristics of the blended fibers are also given. It has been established that 60% cotton with 40% silk fiber increases the breaking elongation of blended yarn by 54%, strength by 70%, than pure cotton. Silky shine appears in blended yarn, which has a positive effect on the consumer properties of finished products.

Key words: raw material, cocoon, raw silk, fiber, cotton, yarn, decoction, recipe, quality, strength, skein.

ВВЕДЕНИЕ.

Одним из основных показателей качества смесовой пряжи является её прочность, характеризующейся разрывной длиной. Более равномерной по всем показателям физико-химических свойств пряжа является более прочная. Поэтому повышение прочности и равномерности смесовой пряжи является одной из важнейших задач.

Натуральный шелк среди природных волокон отличается самой высокой прочностью. При смешивании волокон шелка с хлопком можно повысить прядильную способность смеси, характеризующуюся минимальной возможной линейной плотностью пряжи, которую можно выработать на типовом оборудовании хлопкопрядения с высокой производительностью и низкой обрывностью. При этом смесовая пряжа будет иметь более прочностные характеристики и шелковистый блеск чем чисто хлопковая.

Целью работы является проектирование свойств хлопко-шелковой пряжи как сырья для производства трикотажа в зависимости от состава и характеристики волокон.

Результаты исследования. При производстве одного килограмма шёлка сырца образуется столько же волокнистых отходов различной длины и состояний. Для производства шёлка сырца, отвечающий требованиям класса "А" отсортировывается примерно 50-60% от заготавливаемых коконов. Некоторые коконы в большом объёме не перерабатываются до готовой продукции.

Практика показала, что оболочки нестандартных, дефектных коконов и волокнистые отходы кокономотания являются ценным сырьём для выработки шёлковой пряжи. На международном рынке цена одного килограмма шелка сырца, размотанного из сортовых коконов и одного килограмма шёлковой пряжи, полученные из волокнистых отходов шёлка сопоставимы [1-3].

С учётом этого обстоятельства, нами разработан станок СРНК (станок для размотки нестандартных коконов) [4]. На этом станке путём неконтролируемой размотки линейной плотности шёлка выработаны, параллельно расположенные длиной периметра 1200 мм, шириной 250 мм мотки и они перевязываются в 6 местах с хлопчатобумажной нитью, затем снимаются с мотовило.

Поэтому шёлковая масса в виде мотка с параллельно расположенной нитью, подвергается отварки так как до 30% состоит из серицина, клеящего вещества, жесткость

которого отрицательно влияет при вязании и на трикотажном оборудовании, иногда приводит к поломке иглы [5].

Сама отварка производится следующим образом. Котлы или барки наполняются водой до соответствующего уровня, пускается пар для подогрева воды и загружаются необходимые реактивы. При варках в мыльно-содовых растворах и при пользовании не смягчённой водой необходимо соблюдать следующий порядок закладки реактивов. В воду, приготовленную для варки, сначала закладывают соду и затем, доведя воду до кипения, тщательно с поверхности снимают образовавшуюся накипь. Только после этого закладывают хозяйственное мыло. Мыло можно закладывать заранее разваренную или пропущенную через мелкую тёрку на кусочки. После этого загружается сырьё.

Количество загружаемого сырья зависит как от типа так и от ёмкости оборудования. Обычный водный модуль приварки в барках или котлах - 1: 40 или 1: 50.

Мотки шёлка из несортных коконов, отваренные, по пять штук параллельно закладывают в хлопчатобумажные мешки, горлышки завязываются. Эти мешки загружаются в ванну с температурой воды 78-80°C и в течение 180 минут пропитываются водой для смягчения серицина, отжимаются, затем загружаются в варочный котёл.

Для полной отварки сырья, обесклеивания, используется следующий рецепт. Сырьё подвергается кипячению в течение 120 минут в растворе, содержащей 2-2,5% двууглекислой соды от веса сырья и 15-20% хозяйственного мыла (60%)

Варка не должна быть слишком энергичной. В целях равномерности проварки сырья необходимо тщательно и чаще перемешивать. Во избежание недоварки или переварки следует время от времени брать пробы сырья и определять степень отварки. Недоваренный товар оказывается лишенным блеска, на ощупь жёстким. Хорошо отваренная масса приобретает характерный блеск и гладкость волокна.

Практика показала, то что, при отварке мотков из нестандартных коконов следует избегать резких изменений температуры сырья, его быстрого нагревания или охлаждения. Поэтому необходимо производить загрузку мотков в котле для отварки при температуре 80-82 °C. Также недопустимо быстрое охлаждение сырья, не оставлять его в куче, а тут же необходимо подвергать промывке в воде, чтобы падение температуры было постепенным. Сначала 60-65°C, 40-45°C затем в тёплой воде. Обязательное условие тщательной промывки в чистой воде, в противном случае находящиеся в растворе вещества могут при остывании раствора выпасть в осадок, осесть на сырьё и загрязнить его.

Сырой шёлк, вынутый после варки и промывки, удерживает до 500% воды поэтому для удаления главной массы жидкости подвергается отжиму, с помощью центрифуг. Затем сырьё вынимаются из хлопчатобумажного мешочка, распрямляются в мотке и подвергаются сушке, в подвешенном состоянии на швилях или в сушильных камерах.

Обесклеенные мотки подвергаются к штапелированию в зависимости от потребности как хорошее сырьё для производства чисто шёлковой или смесовой пряжи. Технологическая схема подготовки сырья из нестандартных коконов для производства хлопко-шёлковой пряжи приводится на рис. 1.

Прочность пряжи зависит от свойств компонентов сырья и технологических параметров прядения. Большие экспериментальные исследования [6-17] и тщательный анализ его результатов на основе формулы Соловьёва приводятся расчётные формулы (1) для определения разрывной длины смешанной пряжи. Эти же формулы могут быть использованы и для подбора состава и долевого содержания компонентов волокон в смеси для выработки бикомпонентной пряжи с заданной разрывной длиной.

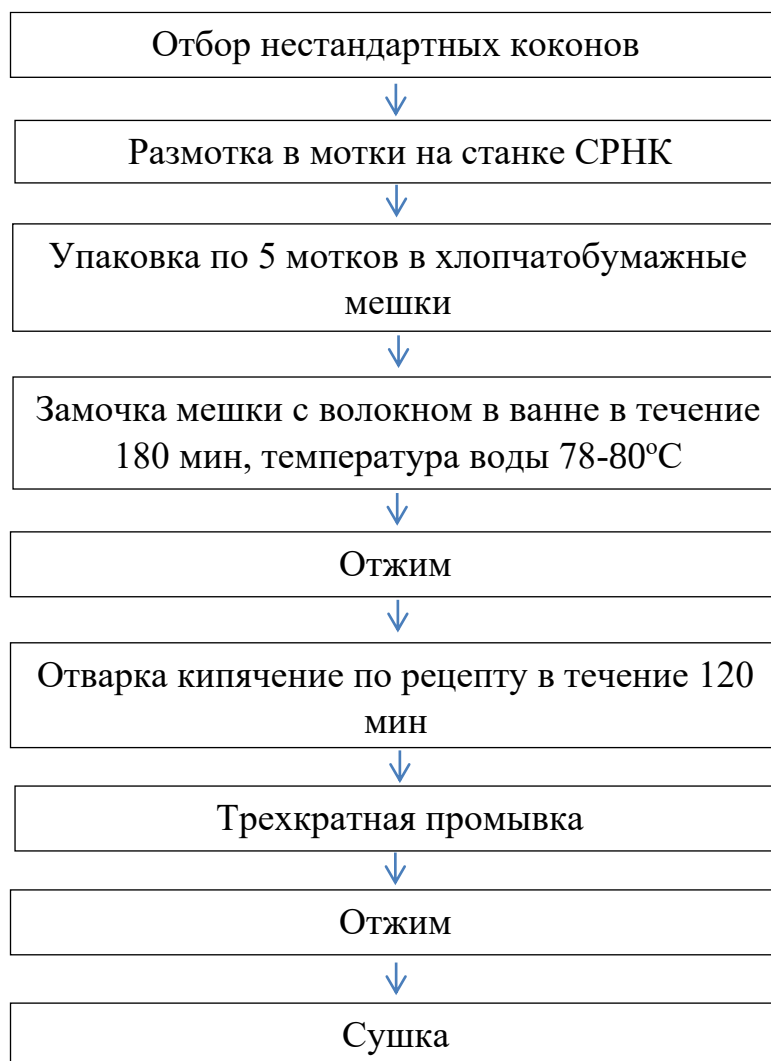


Рис.1. Технологическая схема выработки волокон шёлка из нестандартных коконов.

Исследованием нами установлены характеристики смешиваемых волокон хлопка, а также шёлка, получаемые на станке СРНК в таб. 1.

Таблица-1.

Характеристика смешиваемых хлопка и шелка

Показатели	Волокна	
	хлопок	шелк
Линейная плотность, Т, текс	0,19	0,17
Разрывная нагрузка, Р, сН	5,4	7,8
Разрывное удлинение, L, %	4,8	8,2
Длина волокна, мм	32,0	36,0

$$L_{см} = \frac{\rho_{ср}}{T_{ср}} \cdot y_n \left(1 - c \frac{2,31}{\sqrt{\alpha}} \right) ZK \quad (1)$$

где $\rho_{ср}$ -средняя прочность одиночных волокон в смеси, сН.

$T_{ср}$ - средняя линейная плотность смешанных волокон, текс

Как видно из формулы (1) разрывная длина смесовой пряжи ($L_{\text{рем}}$) зависит от прочности одиночных волокон, их числа в поперечном сечении пряжи, коэффициента крутки, а также коэффициента, учитывающей неровноту пряжи и отражающий влияние технологического процесса на прочность пряжи.

$$\alpha = \frac{T_{\text{п}}}{T_{\text{в}}} \cdot Y_{\text{п}} \quad (2)$$

α -число волокон в поперечном сечении пряжи, определяется как отношение линейной плотности пряжи, к средней линейной плотности волокна, с учетом укрутки пряжи ($Y_{\text{п}}$). Экспериментально установлено $Y_{\text{п}}=0,89$.

Выражение $\left(1 - c \frac{2,31}{\sqrt{\alpha}}\right)$ в формуле (1) отражает комплексное влияние неровноты пряжи, возникающей вследствие воздействия технологического процесса (коэффициент C) и изменения волокон в поперечном сечении пряжи $\frac{2,31}{\sqrt{\alpha}}$;

Z - коэффициент, отражающий влияние длины волокна определяемый по формуле

$$Z = \left(1 - \frac{1,96}{q_{\text{ср}} L_{\text{ср}}}\right) \quad (3)$$

где $q_{\text{ср}}$ -отражающие коэффициент трений волокон;

$L_{\text{ср}}$ -средняя штапельная длина волокон, мм.

K - коэффициент, учитывающий комплексное влияние крутки пряжи, определяемый по разности между фактическим и критическим коэффициентами крутки, экспериментальным путём установлено $K=0,49$.

На основе формулы (1), расчетное значение разрывного удлинения смешанной пряжи, линейной плотностью 20 текс (60% хлопок + 40% шелка волокна) равно 10,5%, при соответствующего показателя чисто хлопчатобумажной пряжи 6,9%.

Относительную разрывную нагрузку смешанной пряжи, вырабатываемой из нескольких компонентов, можно определить по формуле предложенной А.А. Синицыным

$$P_{\text{о.см}} = P_{\text{о}_1} a_1 + P_{\text{о}_2} a_2 + \dots + P_{\text{о}_n} a_n \quad (4)$$

где $P_{\text{о.см}}$ -относительная разрывная нагрузка смешанной пряжи;

$P_{\text{о}_1}, P_{\text{о}_2} \dots P_{\text{о}_n}$ -относительная разрывная нагрузка смешанной пряжи, выработанной из отдельных компонентов; $a_1, a_2, \dots a_n$ —доля каждого компонента в смеси.

Однако эта формула пригодна для смешивания компонентов одинаковыми или близкими показателями по разрывному удлинению.

Известно, что кручение является одним из основных способов упрочнения волокнистых материалов. Однако при кручении на прочность пряжи оказывает влияние два явления:

- упрочнение за счет повышения сил трения между волокнами;
- снижение прочности из-за увеличения угла наклона волокон у оси пряжи.

При растяжении пряжи нагрузка прикладывается в дол её оси. Однако для каждого из волокон, составляющих пряжу, натяжение направлено вдоль оси волокна, а её проекция на оси пряжи (рис.2а), рассчитываемая как

$$P'_{\text{в}} = P_{\text{в}} \cdot \cos\beta \quad (5)$$

С увеличением угла кручения уменьшается $\cos\beta$, следовательно, уменьшается разрывная нагрузка пряжи.

При малых крутках на прочность пряжи более существенное влияние оказывает эффект уплотнения, то есть с увеличением крутки разрывная нагрузка пряжи повышается.

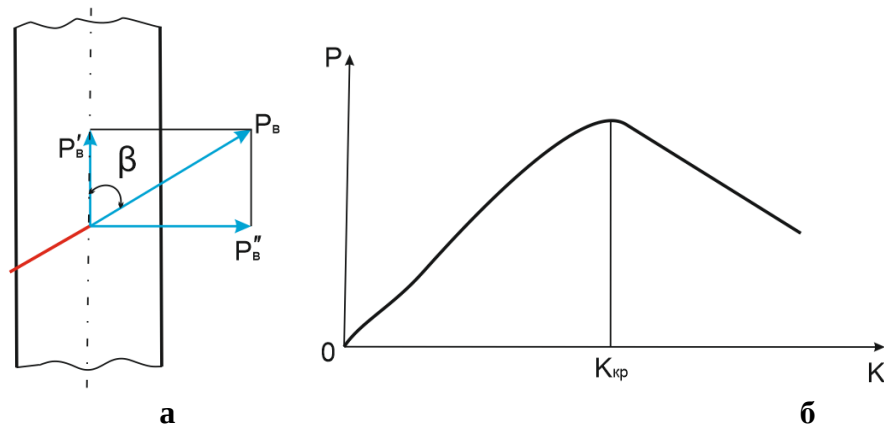


Рис.2. Влияние крутки пряжи на её прочность.

После определенного значения $K_{кр}$ (критическая крутка) дальнейшее увеличение крутки приводит к снижению прочности пряжи (рис. 2. б). обычно пряже сообщают крутку, которая ниже критической.

Для пряжи, полученной из волокон одного происхождения можно утверждать, что её абсолютная разрывная нагрузка тем больше, чем больше разрывная нагрузка и число разрывающихся волокон и чем больше силы трения волокон, скользящих при разрыве пряжи. Аналогичный вывод можно сделать и о влиянии эластичности волокон на эластичность пряжи.

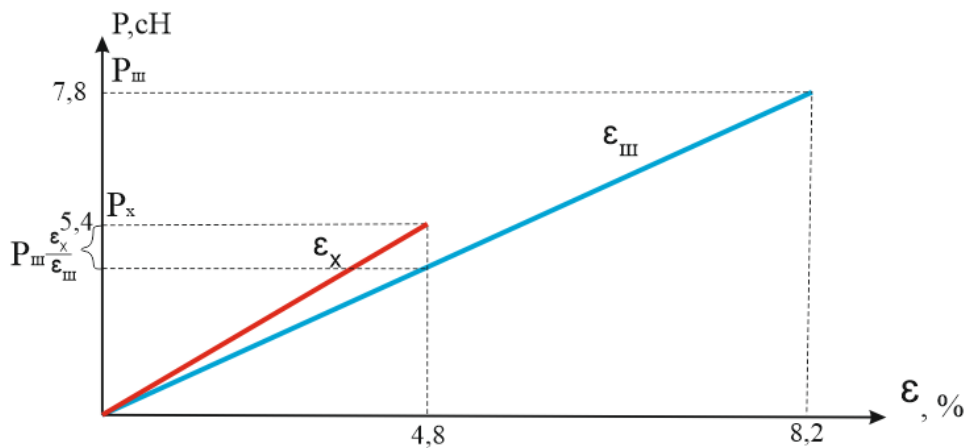


Рис.3. Расчетная схема для определения прочности двухкомпонентного пучка волокон.

Для смешенной пряжи, полученной из волокон с разным удлинением в выше указанные утверждения не совсем является достоверными. Поэтому рассмотрим процесс растяжения двухкомпонентного пучка волокон (хлопка и шелка) с использованием кривых растяжения компонентов, построенных в координатах относительное разрывное удлинение ϵ , абсолютное значение приложенной нагрузки P . Для упрощения анализа кривые растяжения представляем в виде прямых. На рисунке 3. P_x и $P_{ш}$ – абсолютная суммарная разрывная нагрузка волокон, соответственно, менее (хлопка) и более (шелка) растяжимого компонентов в сечении растягиваемого пучка.

В процессе растяжения пучка, когда удлинение волокон компонентов достигает удлинение ϵ_x , происходит разрыв волокон менее растяжимого компонента.

В этот момент к ним приложена суммарная нагрузка P_x , а к волокнам растяжимого компонента $P_{ш} \frac{\epsilon_x}{\epsilon_{ш}}$, то есть к пучку приложена нагрузка, равная.

$$P_n = P_x + P_{ш} \frac{\epsilon_x}{\epsilon_{ш}} \quad (6)$$

Это нагрузка перераспределяется на волокна более растяжимого компонента шелка. Если $P_{\text{п}} < P_{\text{ш}}$, то растяжение продолжается до удлинения волокон $\varepsilon_{\text{ш}}$.

В этом случае разрывная нагрузка пряжи оказывается равной суммарной прочности волокон более растяжимого компонента $P_{\text{ш}}$, волокна менее растяжимого компонента не участвует в разрыве пучка. При $P_{\text{п}} > P_{\text{ш}}$ волокна более растяжимого компонента не выдерживает приложенной нагрузки. В этом случае прочность пряжи становится равной $P_{\text{п}}$, то есть прочность волокон более растяжимого компонента используется не полностью. При малой добавке волокна шелка в пряже её прочность практически не более чем хлопчатобумажной (Рис. 4), с увеличением доли компонента шелка волокна, начинает существенный рост прочности смесовой пряжи. Данная закономерность подтверждается данным фирмы Uster Technologies (Рис. 5).

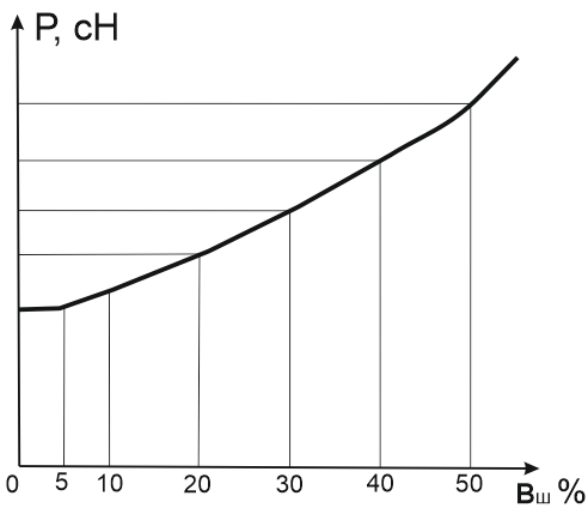


Рис.4. Зависимость прочности смесовой пряжи от процентного содержание волокон более растяжимого компонента

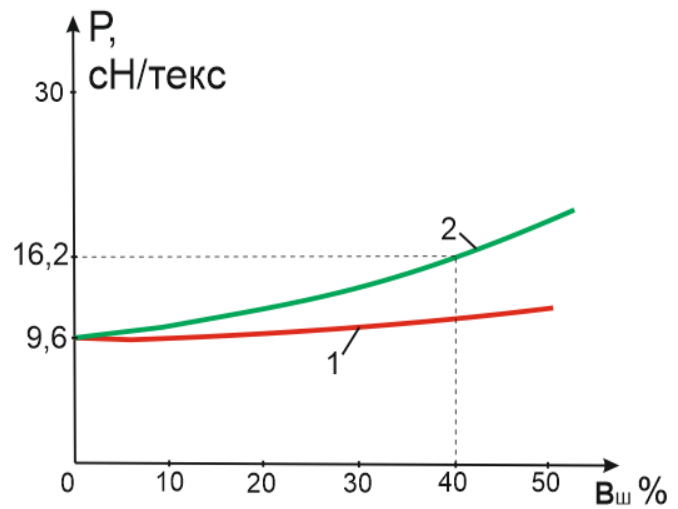


Рис. 5. Влияние процентного вложения волокна шелка на относительную разрывную нагрузку хлопко-шелковой пряжи.

1-х/б пряжи линейной плотности 20 текс; 2-хлопко-шелковой пряжи, линейной плотности 20 текс

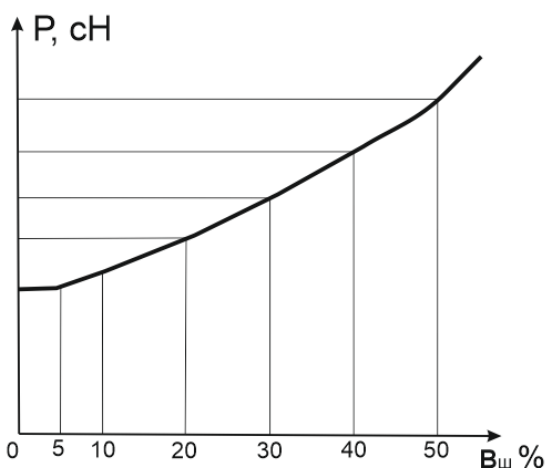


Рис.4. Зависимость прочности смесовой пряжи от процентного содержание волокон более растяжимого компонента.

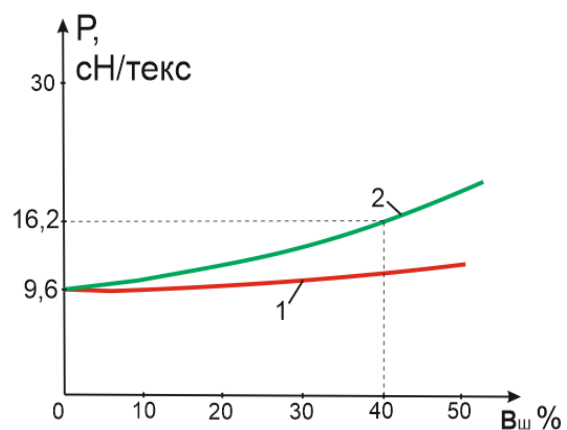


Рис. 5. Влияние процентного вложения волокна шелка на относительную разрывную нагрузку хлопко-шелковой пряжи.

1-х/б пряжи линейной плотности 20 текс; 2-хлопко-шелковой пряжи, линейной плотности 20 текс

POLIPROPILEN TOLALARI BILAN DISPERS ARMATURALANGAN FIBROTEMIRBETON TO'SINNI CHEKLI ELEMENTLAR USULIDA MODELLASHTIRISH

A.S. Jo'rayeva, A.Sh. Martazayev, S.J. Razzaqov

Namangan davlat texnika universiteti

[\(Qabul qilindi 18.08.2025 y.\)](#)

Mazkur maqolada polipropilen tolalar bilan dispers armaturalangan fibrotemirbeton to'sinning chekli elementlar usulida modellashirilishi bo'yicha tadqiqot natijalari keltirilgan.

Tayanch so'zlar: polipropilen, dispers armaturalash, fibrotemirbeton, to'sin, chekli elementlar, modellashirish.

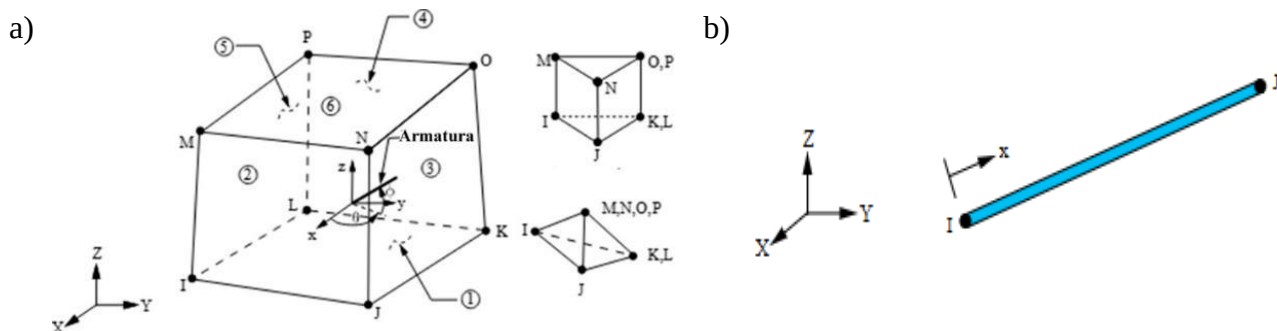
В данной статье приведены результаты исследований по моделированию железобетонных балок с дисперсным армированием полипропиленовыми волокнами методом конечных элементов.

Ключевые слова: полипропилен, дисперсное армирование, фибробетон, балка, конечные элементы, моделирование.

In this article, the research findings on the finite element modeling of fiber-reinforced concrete beams with dispersed reinforcement using polypropylene fibers are presented

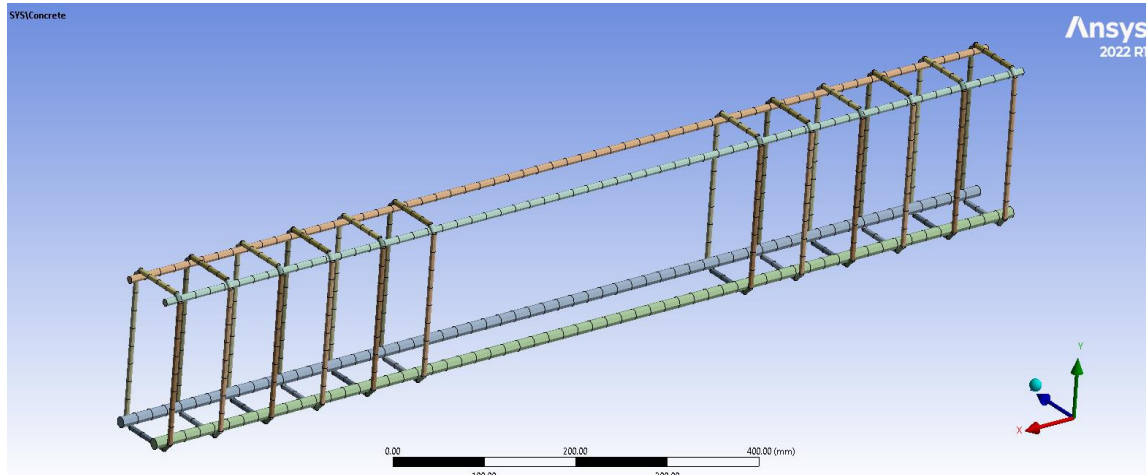
Key words: polypropylene, dispersed reinforcement, fiber-reinforced concrete, beam, finite elements, modeling.

ANSYS dasturi zamonaviy hisoblash muhitlaridan biri bo'lib, u chiziqli va noxiziqli masalalarni yechish, betonning darzbardoshligi hamda tolalarning ta'sirini modellashirish imkoniyatini beradi. Dasturda SOLID65 elementi betonning darzbardoshlik xususiyatlarini hisobga olish uchun qo'llanilsa, LINK180 va BEAM188 elementlari yordamida tolalarning ta'siri modellashiriladi [1, 2]. Shuningdek, ANSYS yuklamalarni bosqichma-bosqich qo'llash, murakkab geometrik shakllarni tahlil qilish imkoniyatlarini ham taqdim etadi. Mazkur imkoniyatlardan kelib chiqib, polipropilen tolali fibrotemirbeton to'sinlarning sonli modellashirilishi nafaqat nazariy hisob-kitoblarning aniqligini tekshirish, balki eksperimental natijalarni umumlashtirish va tahlil qilishga ham xizmat qiladi [3, 4]. Ilmiy adabiyotlarda asosan po'lat va shisha tolali betonlarning kuchlanish-deformatsiya xususiyatlari keng tadqiq etilgan bo'lsada, polipropilen tolalarning ta'siriga oid izlanishlar nisbatan kam uchraydi. Xususan, Yevropa va AQShda olib borilgan ilmiy ishlar natijalariga ko'ra, polipropilen tolalar betonning yong'inga chidamliligini oshirishi hamda yuqori haroratda yuzaga keladigan portlashlarni kamaytirilishi ta'kidlangan[5, 6, 7, 8]. Biroq bu tadqiqotlar asosan yong'inga qarshi qo'llanish bilan chegaralangan. Shu bilan birga, polipropilen tolali to'sinlarning real yuklanish sharoitidagi kuchlanish-deformatsiya holati, ularning egilishdagi mustahkamligi hali to'liq o'rganilmagan. Quyidagi 1-rasmda betonni modellashirish uchun qo'llaniladigan SOLID65 elementining hamda armatura sterjenlarini ifodalovchi LINK8 elementining geometrik ko'rinishi keltirilgan.



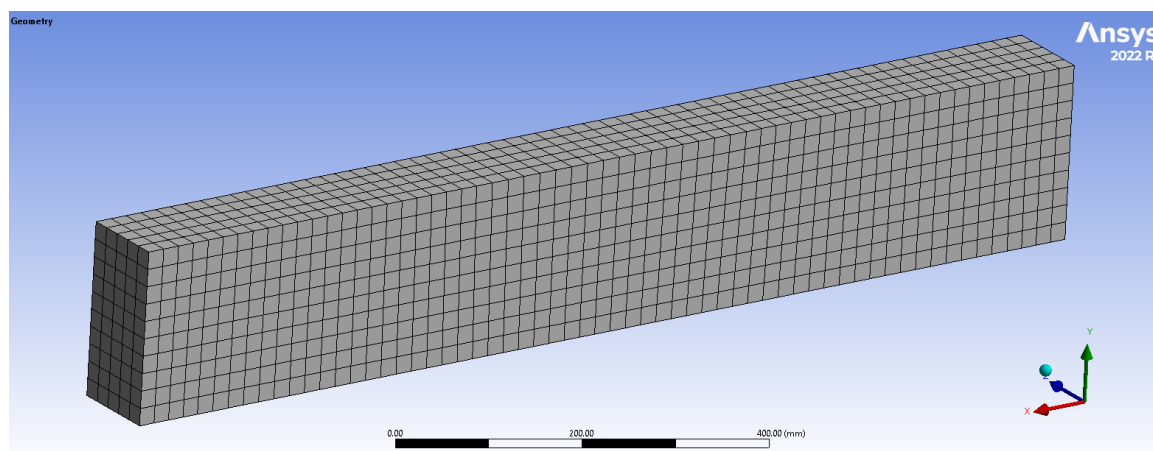
1-rasm. SOLID65 (a) va LINK8 (b) elementlarining geometriyasi.

Bunda, chekli elementlarda po'lat armaturani modellashtirish uchun Link8 elementi ishlatildi. Bu element 3D chiziqli element bo'lib, ikkita tugunga ega va har bir tugunda uchta erkinlik darajasi mavjud hisoblanadi [5]. Shuningdek, bu element plastik deformatsiyalarga ham ega.



2-rasm. Modellashtirilgan armatura karkasining ko'rinishi.

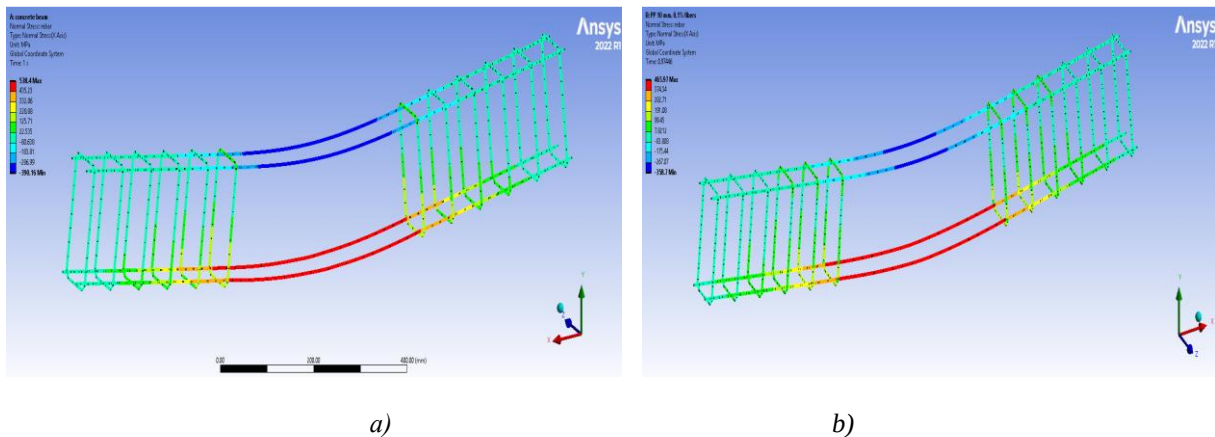
Dasturiy muhitda olib borilgan modellashtirish jarayonida temirbeton hamda fibrotemirbeton to'sinlarining kesim o'lchamlari $100 \times 200 \times 1200$ mm qabul qilindi. Temirbeton va fibrotemirbeton to'sinlarda ishchi armatura sifatida diametri 12 mm bo'lgan A-III sinfli armaturalardan, to'sinlarning siqiluvchi qismiga diametri 8 mm bo'lgan A-III sinfli bo'ylama armatura, ko'ndalang yo'nalishlarda esa diametri 5 mm bo'lgan B-I sinfli armaturalardan tadqiqotlarda foydalanildi. Armatura karkasining umumiy ko'rinishi 2-rasmida ko'rsatilgan.



3-rasm. Chekli elementlarga ajratilgan to'sinning umumiy ko'rinishi.

ANSYS dasturida to'sinning chekli elementlarga ajratilishi modellashtirish jarayonining muhim bosqichi hisoblanadi. Ushbu jarayonda to'sin geometriyasi 3D massiv sifatida SOLID65 elementlari yordamida ifodalandi. Chekli elementlarga ajratish orqali to'sinning 3D tarmoq ko'rinishi hosil qilindi. ANSYS dasturida to'sinning chekli elementlarga ajratilgan modeli yordamida temirbeton va fibrotemirbeton to'sinlarning kuchlanish-deformatsiya xususiyatini, mustahkamligini va darzbardoshlik xossalarini raqamli tarzda tahlil qilish mumkin bo'ldi. Chekli elementlarga ajratish modellashtirishning umumiy ko'rinishi 3-rasmida ko'rsatilgan.

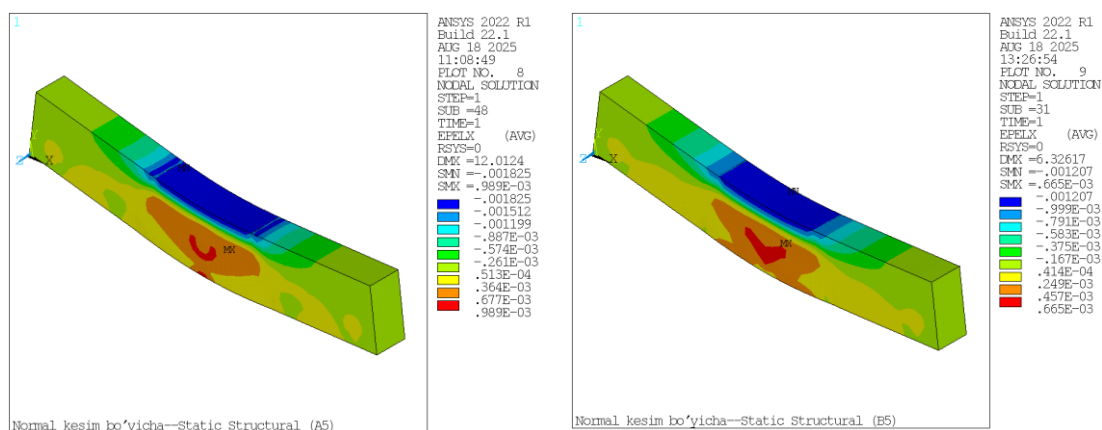
Hisoblashlar asosida ANSYS dasturida modellashtirish orqali temirbeton va fibrotemirbeton to'sinlarning armaturalardagi kuchlanish va nisbiy deformatsiyalar, to'sinlarning siqiluvch va cho'ziluvchi qismlaridagi kuchlanishlar, namuna to'sinlardagi umumiy deformatsiyalar, solqiliklar, mustahkamlik bo'yicha natijalar olindi. Temirbeton va fibrotemirbeton to'sinlarning armatura karkaslaridagi kuchlanishlarning umumiy ko'rinishi 4-rasmida ko'rsatilgan.



4-rasm. Temirbeton (a) va fibrotemirbeton (b) to'sinlardagi armaturalarda hosil bo'lgan kuchlanishning ko'rinishi.

Tolalar qo'shilmagan to'sinning cho'ziluvchi qismida armaturaning maksimal nisbiy deformatsiyasi $\varepsilon_c = 253.05 \cdot 10^{-5}$ ni tashkil etdi. Uzunligi 10 mm bo'lgan polipropilen tolalari betonga 0.1% qo'shib dispers armaturalangan fibrotemirbeton to'singa normal kesim bo'yicha ta'sir etayotgan buzuvchi yuk 85-90% ga yetganda, cho'ziluvchi ishchi armaturalaridagi nisbiy deformatsiya $\varepsilon_c = 277.12 \cdot 10^{-5}$ ni, 0.2% qo'shib dispers armaturalangan namunalarning ishchi armaturalaridagi nisbiy deformatsiya $\varepsilon_c = 269.10 \cdot 10^{-5}$ ni, 0.3% qo'shib dispers armaturalangan namunalarning ishchi armaturalaridagi nisbiy deformatsiyasi $\varepsilon_c = 253.13 \cdot 10^{-5}$ ni tashkil etdi.

Polipropilen tolalarini uzunligi 30 mm va miqdori 0.1 foiz qo'shib dispers armaturalangan fibrotemirbeton to'singa ta'sir etayotgan normal kesim bo'yicha yuk miqdori 85-90% ga yetganda, ishchi armaturalaridagi nisbiy deformatsiya $\varepsilon_c = 276.64 \cdot 10^{-5}$ ni, 0.2 foiz miqdorlarida qo'shib dispers armaturalangan namunalarning ishchi armaturalaridagi nisbiy deformatsiya $\varepsilon_c = 262.21 \cdot 10^{-5}$ ni, 0.3% qo'shib dispers armaturalangan namunalarning ishchi armaturalaridagi nisbiy deformatsiyasi $\varepsilon_c = 264.54 \cdot 10^{-5}$ ni tashkil etdi.



5-rasm. Temirbeton (a) va fibrotemirbeton (b) to'sinlardagi normal kesim bo'yicha nisbiy deformatsiyalar.

Tolalar qo'shilmagan temirbeton to'sinning cho'ziluvchi qismida betonning maksimal nisbiy deformatsiyasi $\varepsilon_{fbt} = 124 \cdot 10^{-5}$ ni, fibrotemirbeton to'sinning siqiluvchi qismidagi betonning maksimal nisbiy deformatsiyalari $\varepsilon_{fb} = 22.3 \cdot 10^{-5}$ ni tashkil etdi. Tolalar qo'shilmagan va qo'shilgan temirbeton to'sinlarda normal kesim bo'yicha nisbiy deformatsiyaning ko'rinishi 5-rasmda ko'rsatilgan.

Uzunligi 10 mm bo'lgan polipropilen tolalari betonga 0.1% qo'shib dispers armaturalangan fibrotemirbeton to'sinning cho'ziluvchi qismida betonning nisbiy deformatsiyasi normal kesim bo'yicha

maksimal buzuvchi yuk miqdori 85-90% ga erishganda $\varepsilon_{fbt} = 140 \cdot 10^{-5}$ ni, fibrotemirbeton to'sinning siqiluvchi qismidagi betonning maksimal nisbiy deformatsiyalari $\varepsilon_{fb} = 25.2 \cdot 10^{-5}$ ni tashkil etdi. Polipropilen tolalari betonga 0.2% qo'shib dispers armaturalangan fibrotemirbeton to'sinning cho'ziluvchi qismida betonning maksimal nisbiy deformatsiyasi $\varepsilon_{fbt} = 135 \cdot 10^{-5}$ ni, fibrotemirbeton to'sinning siqiluvchi qismidagi betonning maksimal nisbiy deformatsiyalari $\varepsilon_{fb} = 26.3 \cdot 10^{-5}$ ni tashkil etdi. Polipropilen tolalari betonga 0.3% qo'shib dispers armaturalangan fibrotemirbeton to'sinning cho'ziluvchi qismida betonning maksimal nisbiy deformatsiyasi $\varepsilon_{fbt} = 130.1 \cdot 10^{-5}$ ni, fibrotemirbeton to'sinning siqiluvchi qismidagi betonning maksimal nisbiy deformatsiyalari $\varepsilon_{fb} = 28.6 \cdot 10^{-5}$ ni tashkil etdi.

Uzunligi 30 mm bo'lgan polipropilen tolalari betonga 0.1% qo'shib dispers armaturalangan fibrotemirbeton to'sinning cho'ziluvchi qismida betonning nisbiy deformatsiyasi ta'sir etayotgan buzuvchi yuk miqdori 80-90% ga erishganda $\varepsilon_{fbt} = 128.8 \cdot 10^{-5}$ ni, fibrotemirbeton to'sinning siqiluvchi qismidagi betonning nisbiy deformatsiyalari $\varepsilon_{fb} = 36.9 \cdot 10^{-5}$ ni tashkil etdi. Polipropilen tolalari betonga 0.2% qo'shib dispers armaturalangan fibrotemirbeton to'sinning cho'ziluvchi qismida betonning nisbiy deformatsiyasi $\varepsilon_{fbt} = 132.4 \cdot 10^{-5}$ ni, fibrotemirbeton to'sinning siqiluvchi qismidagi betonning maksimal nisbiy deformatsiyalari $\varepsilon_{fb} = 44.9 \cdot 10^{-5}$ ni tashkil etdi. Polipropilen tolalari betonga 0.3% qo'shib dispers armaturalangan fibrotemirbeton to'sinning cho'ziluvchi qismida betonning nisbiy deformatsiyasi $\varepsilon_{fbt} = 136.1 \cdot 10^{-5}$ ni, fibrotemirbeton to'sinning siqiluvchi qismidagi betonning maksimal nisbiy deformatsiyalari $\varepsilon_{fb} = 28.6 \cdot 10^{-5}$ ni tashkil etdi.

HULOSALAR

1. Polipropilen tolalari bilan dispers armaturalangan fibrotemirbeton to'sinlarning kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik xususiyatlari ANSYS dasturida chekli elementlar usuli yordamida modellash tirildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, polipropilen tolalarining betonga qo'shilishi to'sinlarning darzbardoshligini oshiradi, cho'ziluvchi va siqiluvchi zonalaridagi deformatsiyalarni kamaytiradi hamda yuklanish ta'sirida darzlarning rivojlanishini sekinlashtiradi.

2. Modellash tirish orqali turli miqdordagi va uzunlikdagi tolalar bilan armaturalangan to'sinlarning kuchlanish-deformatsiyalanish holatlari taqqoslandi. Natijalar polipropilen tolalar qo'shilgan fibrotemirbeton to'sinlarda armaturalardagi kuchlanishlar nisbatan teng taqsimlanganini va deformatsiyalar kamayganini hamda to'sinlarning umumiy mustahkamligi ortganini ko'rsatdi.

3. Chekli elementlar usuli yordamida olingan simulyatsiya natijalari eksperimental kuzatuvlarga yaqin bo'lib, bu usul polipropilen tolalar ta'sirini oldindan baholashda samarali va ishonchli vosita ekanligini tasdiqladi. Ushbu tadqiqot fibrotemirbeton konstruksiyalarni loyihalashda, ularning optimal tarkibini aniqlashda va yuqori darajadagi darzbardoshlikka ega konstruktiv elementlarni ishlab chiqishda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

- [1]. Bui L. V. H. et al. Simulation of shear behavior of corroded reinforced concrete beams flexurally repaired with steel fiber-reinforced concrete //Structures. – Elsevier, 2021. – T. 34. – C. 1545-1559.
- [2]. Zhang J., Li V. C. Simulation of crack propagation in fiber-reinforced concrete by fracture mechanics //Cement and Concrete Research. – 2004. – T. 34. – №. 2. – C. 333-339.
- [3]. Lam T. Q. K. et al. Numerical simulation and experiment on steel fiber concrete beams //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2019. – T. 1425. – №. 1. – C. 012007.
- [4]. Razzakov S., Martazaev A. Mechanical properties of concrete reinforced with basalt fibers //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 401. – C. 05003.
- [5]. Jurayevich R. S., Shukirillayevich M. A. Calculation of Strength of Fiber Reinforced Concrete Beams Using Abaqus Software //The Peerian Journal. – 2022. – T. 5. – C. 20-26.
- [6]. Blagojević P., Blagojević N., Kukaras D. Flexural behavior of steel fiber reinforced concrete beams: probabilistic numerical modeling and sensitivity analysis //Applied Sciences. – 2021. – T. 11. – №. 20. – C. 9591.
- [7]. Jerome D. M., Ross C. A. Simulation of the dynamic response of concrete beams externally reinforced with carbon-fiber reinforced plastic //Computers & structures. – 1997. – T. 64. – №. 5-6. – C. 1129-1153.
- [8]. Naser M. Z., Hawileh R. A., Abdalla J. Modeling strategies of finite element simulation of reinforced concrete beams strengthened with FRP: A review //Journal of Composites Science. – 2021. – T. 5. – №. 1. – C. 19.

UO‘K 677.017.4:621.317.39

**РИФЛАЛИ ЦИЛИНДРЛАРНИ ГЕОМЕТРИК АНИҚЛИҚДА ИШЛАБ ЧИҚАРИШДА
ЧЎЗИШ АСБОБИНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН ХУСУСИЯТЛАРИГА ТАЪСИРИ**

Н.Х. Парпиева¹, Ж.А. Қаяюмов², Д.Х. Парпиев¹, Д.,Х. Тўхтасинов¹, Х.Б. Мадалиев¹

¹Наманган давлат техника университети

²Самарқанд Давлат архитектура-қурилиш университети

nilufarparpiyeva@gmail.com

(Қабул қилинди 24.04.2025 й.)

Аннотация: Ҳозирги вақтда босим бериш учун пружинали осма тизимлар кенг тарқалган. СКФ (Германия) лицензияси бўйича ишлаб чиқарилган РК-225 босим берувчи рычаг зарур босимни ҳосил қилиш қурилмасида амалдаги оширилади. Биринчи маротаба амалий жиҳатдан валикка босим берувчи рычаг зарур босимни ҳосил қилиши учун таркибига махсус тензодатчик, аналог – рақамли ўзгартиргич (HX711) ва Ардуино 2560 платформасидан иборат электр қурилмасидан фойдаландик.

Таянч сўзлар: тола, ип, чўзиш асбоби, босим, валик, цилиндр, рычаг.

Аннотация: В настоящее время широко распространены пружинные подвесные системы для обеспечения давления. Практически давление на валик создается с помощью рычага РК-225, выпускаемого по лицензии SKF (Германия). Впервые для практической реализации требуемого давления рычага на валик было использовано электрическое устройство, состоящее из специального тензодатчика, аналого-цифрового преобразователя (HX711) и платформы Arduino 2560.

Ключевые слова: волокно, нить, вытяжной прибор, давление, валик, цилиндр, рычаг.

Abstract:

Currently, spring-loaded suspension systems for applying pressure are widely used. Practically, the required pressure on the roller is created using the RK-225 lever produced under SKF (Germany) license. For the first time, an electric device consisting of a special strain gauge sensor, an analog-to-digital converter (HX711), and an Arduino 2560 platform was utilized to practically realize the necessary lever pressure on the roller.

Keywords: fiber, yarn, drafting device, pressure, roller, cylinder, lever.

Замонавий тўқимачилик маҳсулотлари ишлаб чиқаришида ип сифатини яхшилаш, бир вақтнинг ўзида йигириш машинасининг ишлаш тезлигини оширишнинг маълум муаммолари мавжуд [1, 2]. Олинган ипнинг сифатини белгиловчи асосий элемент йигириш машиналарининг, хусусан, унинг рифлали цилиндрларининг чузиш мосламаси ҳисобланади.

Мавжуд тадқиқотлар шуни кўрсатадики, ипнинг нотекислиги рифлали цилиндрларни ишлаб чиқаришдаги геометрик хатолар, уларнинг динамик хусусиятлари ва эксплуатация жараёнида пайдо бўладиган ўз ўқи отрофида бурилиш тебранишлари билан боғлиқ бўлган чузиш мосламасининг ишидаги номукамалликдир [3, 4]. Ипнинг сифатига чўзиш асбобларининг цилиндр бўлакчаларини бир бирлари билан бирлаштириш усули муаммоси алоҳида аҳамиятга эга.

Илмий-техник адабиётларни таҳлил қилиш, ушбу муаммони ҳал қилишда комплекс ёндашув йўқлигини кўрсатади [3, 4, 5]. Мавжуд назарий ишланмалар чўзиш асбобини ишлашининг индивидуал жиҳатларини уларнинг ўзаро таъсирини ҳисобга олмаган ҳолда кўриб чиқилди [5, 6]. Бу рифлали цилиндрлар тизимида содир бўладиган жараёнларни тўлиқ тушунмасликка олиб келади ва натижада уларнинг ишлашини оптималлаштиришнинг мумкин эмаслигига олиб келади.

Чўзиш асбобининг валиклари, рифляли цилиндрларга босилган ҳолда, ишқаланиш кучлари таъсирида айланади. Валикларнинг сифати машинадаги жараёнининг барқарорлигига ва ипнинг сифатига сезиларли даражада таъсир қилади. Валикни тезлиги цилиндрнинг тезлигидан орқада қолса ва валик нотекис айланганда чўзиладиган маҳсулотнинг қатламларга ажралиши кузатилади ва нотекислик юзага келади [7].

Замонавий йигирув машиналари мой билан мойланадиган думаловчи подшипникларда ўрнатилган валиклар билан жиҳозланган. Бундай валиклар ечиб олинадиган втулкали бўлиши мумкин.

Валиклар втулкалари синтетик материаллардан (масалан, нитрил каучук) тайёрланган эластик қопламалар кийдирилади. Валикларнинг ташқи диаметри 25-35 мм.

Эластик қопламалар ва тасмачаларнинг сифати учун бир қатор талаблар мавжуд. Бу талабларнинг асосийлари қуйидагилардир: юқори эластиклик, материалнинг паст қаттиқлиги ва сирпанишдаги юқори ишқаланиш коэффициентлари.

Маҳсулотни чўзиш жуфтларида бир тексида, мустаҳкам сиқилиши учун қопламалар қалинлигини оширишга интилишади, лекин бундай пайтда қопламанинг қаттиқлиги ошмаслиги керак.

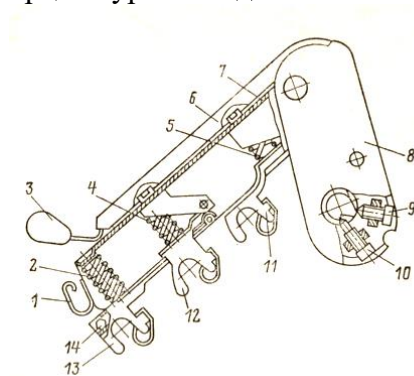
Толалар қопламага илашиб қолмаслиги ва унинг атрофига ўралишини олдини олиш учун валиклар ва тасмаларнинг юзаси силлиқ бўлиши керак.

Амалий тадқиқотлар «TUBO textile» МЧЖ корхонасининг ип ишлаб чиқариш бўлимида амалга оширилди. Ҳозирги вақтда босим бериш учун пружинали осма тизимлар кенг тарқалган. СКФ (Германия) лицензияси бўйича ишлаб чиқарилган РК-225 босим берувчи ричаг зарур босимни ҳосил қилиш қурилмасида амалдаги оширилади.

Биринчи маротаба амалий жиҳатдан валикка босим берувчи ричаг зарур босимни ҳосил қилиши учун таркибига маҳсус тензодатчик, аналог – рақамли ўзгартиргич (НХ711) ва Ардуино 2560 платформасидан иборат электр қурилмасидан фойдаландик.

СКФ (Германия) лицензияси бўйича ишлаб чиқарилган РК-225 (1а-расм) босим берувчи ричаг зарур босимни ҳосил қилиш учун 2, 4 ва 5 пружиналар жойлашган корпусдан 7, тутгичлар 11, 12 ва 13 дан иборат бўлиб, унда –валиклар шпинделлари жойлашади. Ричагдаги тозаловчи валик илгак 1, кулфлаш мосламаси билан жиҳозланган кронштейн 8, юкни бўшатувчи 6 ва дастак 3 ҳам ричаг тизимида жойланган. Кронштейн 8 да босим валикларига юкни созлаш учун винт 10 ва тиргакни валга маҳкамлаш учун винт 9 ўрнатилган. Ҳар бир тутгичда алоҳида айланиш ўқи мавжуд.

Босим берувчи ричаг иккита ҳолатда ўрнатилади - ишлайдиган ва ишламайдиган (орқага ташланган). Валикларга босим бериш учун тутгични 3 пастга босилади ва кейин юкни тушириш мосламаси 6 корпусга 7 гача етказилади. Тушириш мосламаси 6 тутгич 3 томонидан маҳкамлангунга қадар кўтарилган ҳолатга ўтказилади. Юкланган ҳолатда валиклар айланиш жараёнида ўз-ўзидан текисланиб, рифляли цилиндрларнинг ўқиға параллел равишда жойлашади. Олдинги валикка бериладиган босим кулачок 14 ни буриш орқали ўрнатилади.



1а-расм. РК-225 юклаш ричаги



1б-расм. Чўзиш майдонига ўрнатилган тензодатчик



1с-расм. FSR тензодатчик

Босим миқдори чўзувчи жуфтдаги сиқилиш ва иш шароитлари асосида ўрнатилади. Босим кучи толаларни валик ва цилиндрга керакли ишқаланиш кучини таъминлаши керак. Таъминловчи жуфтда ишқаланиш кучи толаларнинг нисбий бўйлама силжишисиз

махсулотнинг сирпанишини олдини олиши керак. Чўзувчи жуфтда ишқаланиш кучи тортиб олиш кучини енгиб ўтадиган тортиш кучини таъминлаши керак.

Чўзиш жараёнида ўлчаш ишларини биринчи марта ўтказилаётганини инобатга олиб, таркибига махсус FSR тензодатчик ва Arduino 2560 платформасидан иборат электр қурилмаси тузилди, улар тарировкадан ўтказилиб қуйидаги маълумотлар олинди [8].

FSR тензодатчик (1с - расм) - куч ёки босим таъсирига қаршилиқ кўрсатадиган қиймати ўзгарадиган кучга сезгир резистор бўлиб, икки қатламли юпка плёнкадан ташкил топган. Босим ортиши билан тензодатчикнинг қаршилиғи камаёди, натижада датчик орқали ўтувчи электр токи ўзгаради ва кучланиш сигнали ҳосил бўлади. Ушбу датчик 5 - 10 % хатоликда ишлаши ва максимал 200 Ньютон гача бўлган кучни аниқлаши мумкин. Қурилма ишчи ҳолатда 3-5 вольт кучланишда ишлайди. Номинал чиқиш кучланиши 0-5 В билан -30° ва + 70° селсий ташқи ҳароратда ишлаши мумкин.

Датчик ҳақидаги тўлиқ характеристикани 1- жадвалда кўриш мумкин.

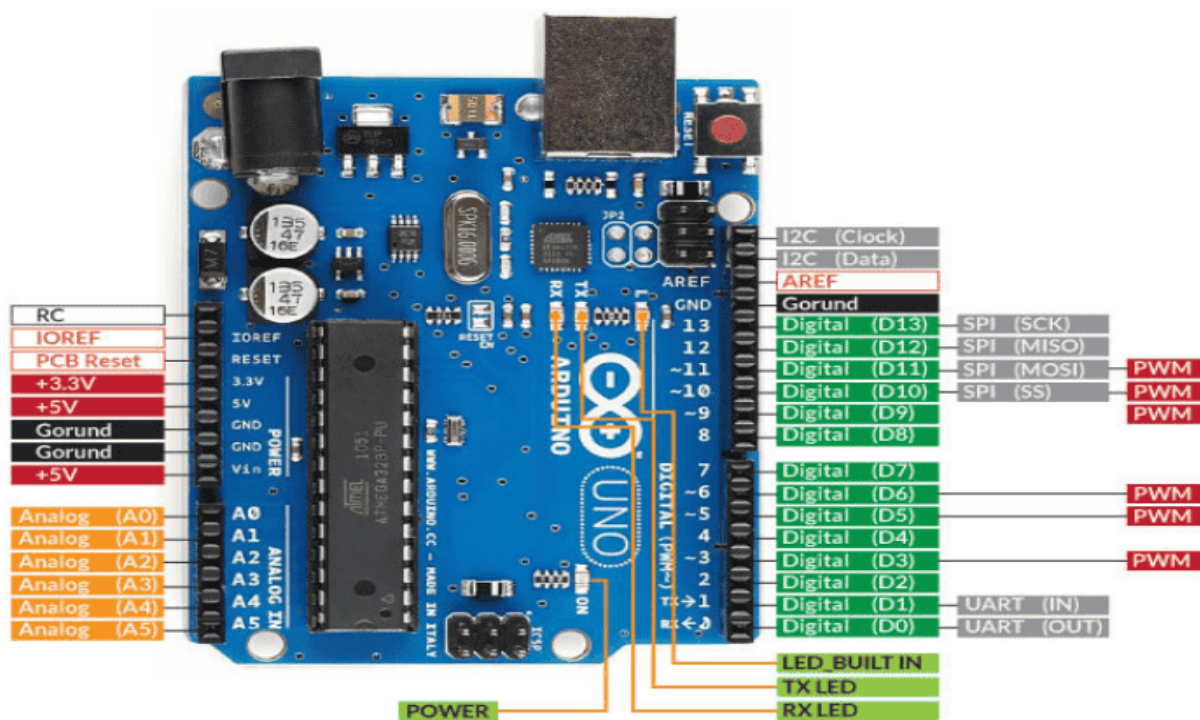
1-жадвал

Тензодатчикнинг умумий тавсифлари

№	Параметр номи	Қиймат
1	Номинал юк кўтариши	0,1 N – 100 N
2	Ишчи кучланиш	3 V – 5 V DC
3	Максимал ишчи кучланиш	5,5 V DC
4	Номинал чиқиш	Аналог сигнал (кучланиш 0–5 V гача)
5	Рухсат этилган чиқиш хатолиғи	±5 – 10%
6	Кечикиш (жавоб бериш вақти)	<3 ms
7	Такрорланувчанлик	±2 – 5%
8	Чиқишнинг ҳароратга таъсири	±0,2%/°C
9	Чиқиш эмпеданси	1 kΩ dan 10 kΩ гача
10	Кириш импеденси	>1 MΩ
11	Изолясия қаршилиғи	>100 MΩ (500 V DC да)
12	Ортиқча юкка чидамлилиқ даражаси	Номинал юкланиш 150% гача
13	Рухсат этилган ишлаш ҳарорати	-30°C дан +70°C гача
14	Ўлчамлари	Диаметри~12 mm – 56 mm; қалинлиғи ~0,3 mm

Мазкур амалий тадқиқотларда тензодатчик ва аналог рақамли ўзгартиргични тизим сифатида Arduino Uno платформасига улаш орқали цилиндрга валик орқали берилаётган босим кучини аниқладик.

Arduino Uno – бу электрон конструктор ва электрон қурилмаларни тез яратишнинг қулай платформасидир. Бу платформа дунёда кенг тарқалишининг сабаби дастурлаш тилининг қулайлиғи ва соддалиғи, шунингдек, архитектурасининг ҳамда дастурлаш кодларининг очиқлиғидир. Arduino Uno платаси AtmelAVR микроконтроллеридан ва дастурлаш ҳамда бошқа схемалар билан боғлаш элементларидан ташкил топган. Кўп платаларда +5 V ёки + 3,3 V кучланишни (2-расм). Arduino Uno платформасининг кўриниши чизиқли стабиллаштириувчи мосламаси мавжуд.



2-расм. Arduino Uno платформасининг кўриниши.

1. Манба батареядан–9–12 Voltli манба блоклари билан ишлатилиши мумкин.
2. USB разъёми (USB port)) – схемани манбаси сифатида ишлатиш ва шунингдек, компьютер билан алоқани ташкил қилиш учун ҳам ишлатиш мумкин.
3. Индикатор (RX:қабул қилиш) – Агарда дастурда келтирилган бўлса ахборотларни қабул қилишни индикатсиялашга ишлатилади.
4. Индикатор (TX: Узатиш) - Агарда дастурда келтирилган бўлса ахборотларни узатишни индикатсиялашга ишлатилади.
5. Индикатор (13 порт: носозликларни кидириш) – Sketch ишлаётган вақтида ҳаммаси тўғри ишлаётганлигини кўрсатади.
6. Портлар (AREf, Ground, Digital, Rx, Tx) – таянч кучланиш, ер, рақамли портлар, ахборотларни узатиш ва қабул қилиш портлари.
7. Индикатор (манба индикатори) – Arduino Uno платасига манба берилганлигини кўрсатади.
8. RESET (сброс, ташлаш, нолга ўтказиш) - Arduino Uno платасини қайтадан ишга тушуриш, сизнинг дастурингизни такроран ишга туширишга олиб келади.
9. IC SP разъёми (дастурлаш порти) – платанинг юкловчисининг иштирокисиз дастурлаш имкониятини беради.
10. Портлар (Analog In, Power In, Ground, Power Out, Reset) – аналогли (узлуксиз), кировчи, чикувчи, манба, ер.

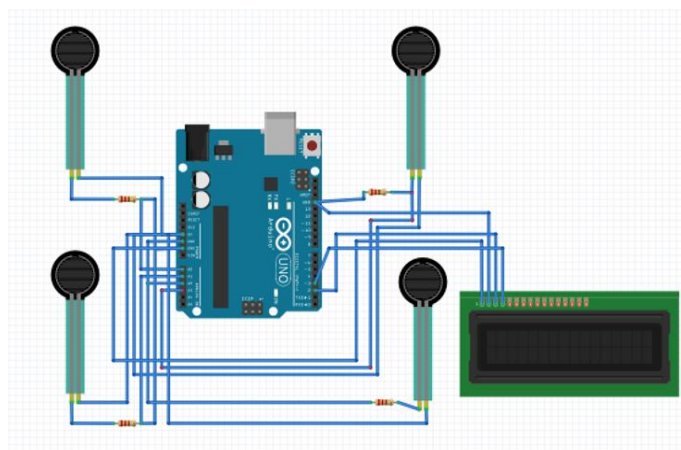
Тактлаш жараёни кварцли баъзи версияларида эса керамик резонатор ёрдамида 16 ёки 8 MGs частотада амалга оширилади. Микроконтроллерга дастлаб Boot- Loader юкловчи ёзилади, шунинг учун ташки дастурловчи керак бўлмай қолади. Қурилма USB орқали ташки дастурловчини ишлатмасдан дастурланади. Arduino Uno платформасининг бугунги кунда бир неча версиялари мавжуд. Leonar-do версияси AT mega 32 у 4 микроконтроллери асосида амалга оширилган. Uno, Nano, Duemi - lanove версиялари эса AtmelAT мега 328 микроконтроллери асосида амалга оширилган. Diecimila платформасининг эски версиялари ва Duemilanoves биринчи ишчи варианты AtmelAT mega 168 асосида лойиҳалаштирилган эди.

Ўз навбатида ArduinoMega 2560 версияси ATmega 2560 микроконтроллерда қурилган. ArduinoDue сўнгги версияси Cortex микропроцессор асосида амалга оширилган.

UNO версияси (3-расм) унча катта бўлмаган лойиҳалар учун кенг қўлланадиган, кўп тарқалган энг таниқли версиядир. Микросхеманинг 14 та рақамли оёқчаларидан ҳар бири кириш ёки чиқиш бўлиб хизмат қилиши мумкин. Микросхеманинг оёқчаларида кучланиш миқдори 5V қийматда чегараланган бўлади.



a)



b)

3-расм. а) ArduinoUNO платаси б) Ўлчаш тизимининг умумий принципиал схемаси.

Битта оёқчанинг максимал ток бериши ёки истеъмол қилиши 40 mA ни ташкил этади. Барча оёқчалар ички тортувчи қаршилик билан уланган (сукут бўйича ўчирилган) ва у нинг қиймати 20-50 kOm ни ташкил этади. Ундан ташқари ArduinoUNO нинг баъзи оёқчалари қуйидаги қўшимча вазифаларни ҳам бажариши мумкин:

2-жадвал

ArduinoUNO платасининг кўрсаткичлари

№	Характеристикалар	Ўлчамлар
1	Микроконтроллер	ATmega328
2	Ишчи кучланиши	5V
3	Манба кучланиши (тавсия этилиши)	7-12 V
4	Манба кучланиши (чегаравий)	6-20 V
5	Рақамли кириш/чиқишлар	14 (улардан 6 КИМ -чиқишлари сифатида ишлатилиши мумкин)
6	Узлуксиз чиқишлар	6
7	Битта чиқишининг максимал ток кучи	40 mA
8	Чиқишининг максимал чиқиш токи 3,3 В	50 mA
9	Флаш-хотира	32 KB (ATmega328)
10	СРАМ	2 KB (ATmega328)
11	ЭЕПРОМ	1 KB (ATmega328)
12	Такт частотаси	16 MGs

- кетма-кет интерфейс: 0 (RX) ва 1 (TX);
- ташқи узилиш: 2 ва 3 оёқчалар;
- КИМ: 3,5,6,9,10 ва 11 оёқчалари КИМ: – сигнал кўринишида 8-битли аналог қийматни чиқариши мумкин;
- SPI интерфейс: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) оёқчалар;
- ёруғлик диоди: 13. 13 оёқчага уланган жойлаштирилган ёруғлик диоди.

ArduinoUno да 6 та аналогли кириш (A0-A5) мавжуд бўлиб, улардан ҳар бири 10 - битли сонни (1024 та турли қийматни) аналог кучланиш кўринишида ифодалаши мумкин. Сукут сақлаш бўйича кучланишни ўлчаш 0 дан 5 V оралиққа нисбатан амалга оширилади.

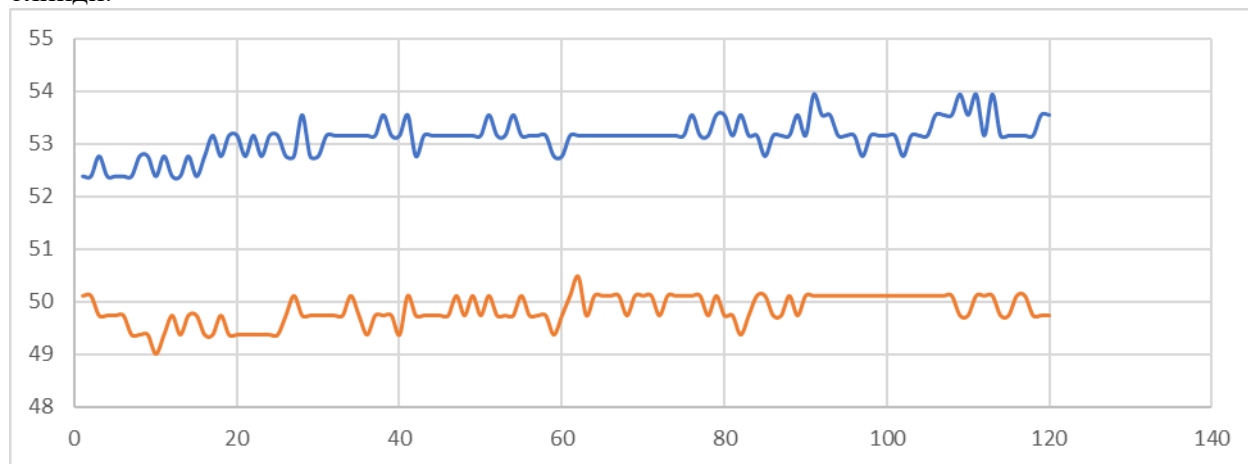
Шунга қарамай бу оралиқнинг юқори чегарасини AREF оёқчасидан ва аналог Referenc функциясида фойдаланиб ўзгартириш мумкин.

ArduinoUno да компьютернинг USB - портини қисқа тўқнашув ва ортиқча юкланишдан сақловчи тикловчи ҳимоя воситаси мавжуд. Кўпчилик компьютерлар ўзининг ҳимояси бўлишига қарамай, юқоридаги тизим қўшимча ҳимоя даражасини таъминлайди. Агарда USB - портдан 500 mA дан кўп ток чиқарилса, мазкур сақловчи тизим ишга тушиб автоматик равишда узиб қўяди. Юқорида тузилиши ва тавсифлари келтириб ўтилган қисмлардан фойдаланиб чўзиш асбобининг тадқиқ этиш тизимини яратишда қуйидаги схема бўйича қурилмаларни кириш ва чиқиш пинларини бир – бирига уладик (3b-расм).

Тензодатчиклардан олинган маълумотлар секундига 5 мартани ташкил этади ёки частотаси $\nu=300$ Hz тенг бўлади. Тензодатчик ёрдамида олинган ва тегишли тартибда кучайтирилган сигнал маълумотларини компьютерга киритиш учун сериалпорт яъни компьютернинг кетма-кет портидан фойдаланилди. Ушбу портнинг асосий параметрлари 3b-расмда кўрсатилганидек бажарилди.

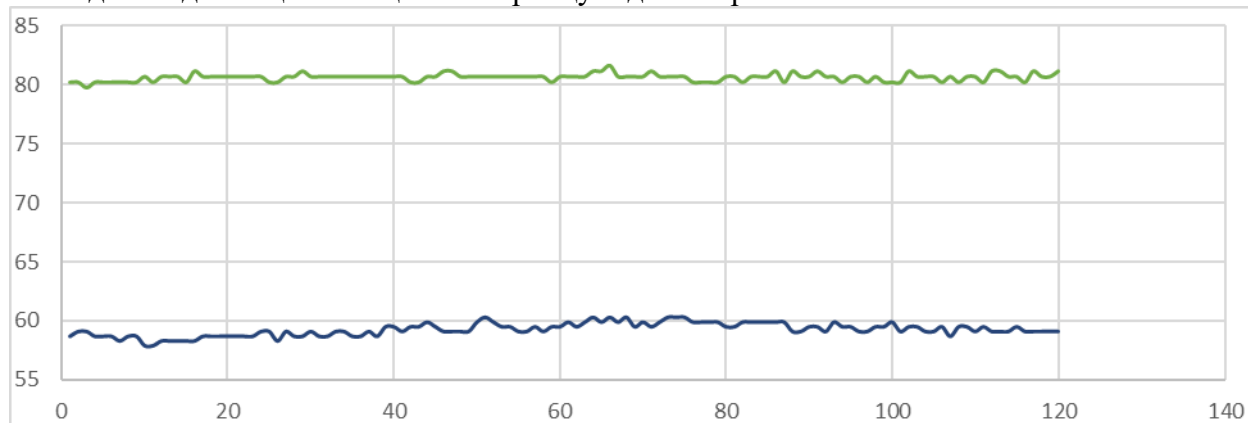
Амалий тадқиқотларни ўтказиш режасига биноан, юқори ва пастки валиклар орасидаги босимни ўзгартириш орқали тажрибалар ўтказилди. Бунинг учун, юқоридаги 3b-расмда кўрсатилган босимни назорат қилувчи мослама орқали қирилма валикларини ўзгартириб, қийматлар аниқланди. Биринчи вариантда, яъни 1-март датчикларда аниқланди.

Юқори ва пастки валиклар орасидаги босим 120 сония давомида аниқланди ва графиклар олинди.



4-расм. Орқа цилиндрдаги ўнг ва чап валик орасидаги босим графиги.

Шундан сўнг 2-юқори ва пастки ролик орасидаги босимни аниқлаймиз. Тензодатчикда аниқланган қийматлари қуйидаги 5- расм.



5-расм. Олд цилиндрдаги ўнг ва чап валик орасидаги босим графиги.

СКФ (Германия) лицензияси боўйича ишлаб чиқарилган РК-225 босим берувчи ричагдан валиклар орасидаги цилиндрларга берилаётган босимни бир биридан жуда катта микдорди фарқ қилиши аниқланди (4-5-расмдаги графикларга қаранг).

Ҳозирги кунда халқали йиғириш машиналарида (масалан ZINSER 72XL машинасида урчуқлар сони 2016 яъни бир томонда 1848 урчуқ) СКФ (Германия) лицензияси боўйича ишлаб чиқарилган РК-2630 валикларга механик босим берувчи ричагдан валиклар орасидаги цилиндрларга берилаётган босимни бир хил деб бўлмас экан.

Валиклар орасидаги цилиндрларга берилаётган оптимал босим толанинг зичланиш даражасини таъминлаб, ипнинг нотекислигини камайтиради. Бу эса ипнинг юқори сифатли бўлишига сабаб бўлади.

Валиклар орасидаги цилиндрларга берилаётган босим жуда юқори бўлса, толалар механик таъсирдан шикастланиб, узилиш хавфи ортади. Агар жуда паст бўлса, толалар етарли даражада зичланмайди ва сифати пасаяди.

Валиклар орасидаги цилиндрларга берилаётган босимни аниқлаш орқали қурилманинг иш самарадорлиги ошади, ишлаб чиқариш жараёнидаги камчиликлар камаяди ва ишлаб чиқариш харажатлари тежалади.

Биз таклиф қилаётган қурилма валиклар орасидаги цилиндрларга берилаётган босимни аниқлаш ипнинг технологик сифат кўрсаткичларини яхшилаиди, жараён самарадорлигини оширади ва ишлаб чиқариш харажатларини камайтиради.

Адабиётлар

- [1]. Lawrence, C.A. Fundamentals of Spun Yarn Technology. CRC Press, 2003. - 552 p.
- [2]. Grosberg, P., Iype, C. Yarn Production: Theoretical Aspects. The Textile Institute, 1999. - 428 p.
- [3]. Мортон В.Е., Херл Д.В.С. Механические свойства текстильных волокон. - М.: Легкая индустрия, 1971. - 183 с.
- [4]. Прошков А.Ф. Механическая технология текстильных материалов. - М.: Легпромбытиздат, 1989. - 352 с.
- [5]. El Mogahzy, Y.E. Engineering Textiles: Integrating the Design and Manufacture of Textile Products. Woodhead Publishing, 2009. - 544 p.
- [6]. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. - М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. - 648 с.
- [7]. И. Г. Борзунов, К. И. Бадалов и др. «Прядение хлопка и химических волокон» Москва. «Легпромбытиздат» 1986 г.
- [8]. <https://www.arduino.cc/>
- [9]. <https://kit.alexgyver.ru/tutorials/>

УДК 621.315.592.

ОБОБЩЕННЫЕ РАСЧЕТНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДКОММУТАЦИОННОГО ТОКА ПРИ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Б.И. Расулова, Н.О. Атауллаев, С.З. Тогаймуродов

*Навоийский государственный горный и технологический университет,
(rasulova.barchinoy95@gmail.com)
(Получена 06.04.2025 г.)*

***Аннотация.** В данной работе рассматриваются особенности расчета предкоммутационного тока в силовых цепях, управляемых методом широтно-импульсного регулирования (ШИР). На основе анализа процессов коммутации в различных режимах работы преобразователей, авторами предложены обобщенные расчетные соотношения, позволяющие учитывать влияние параметров нагрузки и схемотехнических характеристик на форму и амплитуду предкоммутационного тока. Полученные выражения могут быть*

использованы для повышения точности моделирования и проектирования силовой электроники, а также для оптимизации алгоритмов управления в инверторах и импульсных источниках питания.

Ключевые слова: широтно-импульсное регулирование (ШИР), предкоммутационный ток, силовая электроника, преобразователь, коммутируемый ток, расчетные соотношения, моделирование, инвертор, импульсный источник питания, нагрузка

Abstract. This paper examines the specific aspects of calculating the pre-commutation current in power circuits controlled by the pulse-width modulation (PWM) method. Based on an analysis of commutation processes under various operating modes of converters, the authors propose generalized calculation relations that take into account the influence of load parameters and circuit design characteristics on the shape and amplitude of the pre-commutation current. The resulting expressions can be used to improve the accuracy of modeling and designing power electronics, as well as to optimize control algorithms in inverters and switched-mode power supplies.

Keywords: pulse-width modulation (PWM), pre-commutation current, power electronics, converter, commutated current, calculation relations, modeling, inverter, switched-mode power supply, load

Приведем в начале исходные соотношения, необходимые для расчета предкоммутационного тока, обусловленного высшими гармоническими напряжениями. Ток $I(0)$ и его составляющие находим для случая соединения обмоток двигателя в звезду (искомой величиной является фазный ток). Применяемый метод пригоден и для определения токов при соединении обмоток двигателя в треугольник.

В соответствии с выражениями для мгновенных значений токов имеем аналогичные соотношения для составляющих предкоммутационных токов:

$$\begin{aligned} I(0) &= I(0)_1 + I(0)_b, \\ I(0)_b &= I(0)_{k3} + I(0)_{1k3} \end{aligned} \quad (1)$$

Приведем последовательность получения аналитических зависимостей предкоммутационного тока для ШИР1 при $p=1$ [1]. Для нахождения составляющей предкоммутационного тока от высших гармонических достаточно определить значения тока $i_{k3}(wt)$ в интервалах α° и β° за один полупериод выходного напряжения, так как в течение второго полупериода

$$i_{k3}(wt) = -i_{k3}(wt - \pi) \quad (2)$$

В интервале α° ток $i_{k3}(wt)$ описывается уравнениями вида [1]

$$i_{k3}(wt) = \frac{E}{3R_{k3}} \left[G \left(1 - \exp\left(-\frac{wt}{tg\varphi_{1k3}}\right) \right) \right] \pm I_\beta \exp\left(-\frac{wt}{tg\varphi_{1k3}}\right) \quad (3)$$

Где: I_β – значение тока в конце предыдущего интервала β° ;

Коэффициент G равен 1 или 2;

$$tg\varphi_{1k3} = \frac{X_{k3}}{R_{k3}} = \frac{2\pi f L_{k3}}{R_{k3}} \quad (4)$$

- параметр, характеризующий АД в режиме короткого замыкания;

f - частота выходного напряжения инвертора.

В интервалах β° выражение для тока $i_{k3}(wt)$ имеет вид [1]:

$$i_{k3}(wt) = I_\alpha \exp\left(-\frac{wt}{tg\varphi_{1k3}}\right) \quad (5)$$

где I_α – значение тока в момент окончания предыдущего интервала α° .

Выражения для тока i_{k3} во всех интервалах могут быть найдены составлением для них уравнений вида (3) и (5) с последующим определением коэффициентов по совпадении граничных условий на соседних интервалах [1].

$$A = \frac{E}{3R_{k3}}, a = \exp\left(-\frac{wt}{tg\varphi_{1k3}}\right). \quad (6)$$

Длительность интервалов I, II, III равна α° , а длительность интервалов I', II', III' - β° . Для упрощения записи последующих соотношений обозначим:

$$i_{I\kappa 3}(wt) = i_I; i_{I'\kappa 3}(wt) = i_{I'}; \dots \quad (7)$$

С учетом коэффициента G и введенных обозначений мгновенные значения токов короткого замыкания АД на интервалах I - III' будут определяться в соответствии с (3) и (5):

$$\begin{aligned} i_I &= A(1-a) + i_{I\text{нач}} \cdot a; \\ i_{I'} &= i_{I'\text{нач}} \cdot a; \\ i_{II} &= 2A(1-a) + i_{II\text{нач}} \cdot a; \\ i_{II'} &= i_{II'\text{нач}} \cdot a; \\ i_{III} &= A(1-a) + i_{III\text{нач}} \cdot a; \\ i_{III'} &= i_{III'\text{нач}} \cdot a; \end{aligned} \quad (8)$$

где: $i_{\text{нач}}$ – начальные значения токов на интервалах.

При решении (8) используется условие непрерывности тока: ток в начале каждого следующего интервала равен конечному значению тока предыдущего. Ток $i_{I\text{нач}}$ равен $i_{III\text{кон}}$, но с обратным знаком. Приняты следующие обозначения токов в конце интервалов:

$$I_I = i_{I\text{кон}}, \dots, I_{III'} = i_{III'\text{кон}}. \quad (9)$$

Дадим расчетные соотношения для токов в конце интервалов I', II', III', продолжительность которых β° , где

$$\beta^\circ = \pi/3 - \alpha^\circ. \quad (10)$$

Из системы уравнений (9) имеем:

$$\begin{aligned} I_{I'} &= i_I(\pi/3 - \alpha^\circ) = I_I b, \\ I_{II'} &= i_{II}(\pi/3 - \alpha^\circ) = I_{II} b, \\ I_{III'} &= i_{III}(\pi/3 - \alpha^\circ) = I_{III} b, \end{aligned} \quad (11)$$

Где $b = \exp\left(-\frac{\pi - \alpha^\circ}{3 \cdot \text{tg} \varphi_{1\kappa 3}}\right)$.

С учетом (11) запишем выражения для токов на интервалах I, II, III:

$$\begin{aligned} i_I &= A(1-a) - (I_{III} b) a, \\ i_{II} &= 2A(1-a) + (I_I b) a, \\ i_{III} &= A(1-a) + (I_{II} b) a. \end{aligned} \quad (12)$$

Предкоммутационным токам будут соответствовать мгновенные значения токов в моменты коммутации (запирания силовых тиристоров), т.е. их значения к концу интервалов I, II, III, продолжительность которых равна α° .

Перепишем систему (12) для $wt = \alpha^\circ$ с отсчетом угла от начала интервала,

$$\begin{aligned} i_I(\alpha^\circ) &= I_I = A(1-c) - (I_{III} b) c, \\ i_{II}(\alpha^\circ) &= I_{II} = 2A(1-c) + (I_I b) c, \\ i_{III}(\alpha^\circ) &= I_{III} = A(1-c) + (I_{II} b) c, \end{aligned} \quad (13)$$

где $c = \exp\left(-\frac{\alpha^\circ}{3 \cdot \text{tg} \varphi_{1\kappa 3}}\right)$.

Находим решение (13):

$$I_I = A(1-c) \left(\frac{1-d-2d^2}{1+d^3} \right), \quad (14)$$

$$I_{II} = A(1-c) \left(\frac{2+d-d^2}{1+d^3} \right), \quad (15)$$

$$I_{III} = A(1-c) \left(\frac{1+2d+d^2}{1+d^3} \right), \quad (16)$$

Где: $d = bc = \exp\left(-\frac{\pi - \alpha^\circ}{3 \cdot \text{tg} \varphi_{1\kappa 3}}\right) \exp\left(-\frac{\alpha^\circ}{3 \cdot \text{tg} \varphi_{1\kappa 3}}\right) = \exp\left(-\frac{\pi}{3 \cdot \text{tg} \varphi_{1\kappa 3}}\right)$

В соответствии с (11) и (14-16) находим выражение для токов на интервалах I', II', III':

$$I_{I'} = I_I b = A(1-c) \left(\frac{1-d-2d^2}{1+d^3} \right) b, \quad (17)$$

$$I_{II'} = I_{II} b = A(1-c) \left(\frac{2+d-d^2}{1+d^3} \right) b, \quad (18)$$

$$I_{III'} = I_{III} b = A(l-c) \left(\frac{1+2d+d^2}{1+d^3} \right) b, \quad (19)$$

Соотношения (14–19) определяют коэффициенты системы (8). Расчетные выражения для мгновенных значений токов короткого замыкания АД на интервалах I – III' имеет вид:

$$i_{I\kappa 3}(wt) = A \left[(l-a) + \frac{(1-c)(1+2d+d^2)ab}{1+d^3} \right], \quad (20)$$

$$i_{I'\kappa 3}(wt) = A \frac{(1-c)(1-d-2d^2)a}{1+d^3}, \quad (21)$$

$$i_{II\kappa 3}(wt) = A \left[(l-a) + \frac{(1-c)(1-d-2d^2)ab}{1+d^3} \right], \quad (22)$$

$$i_{II'\kappa 3}(wt) = A \frac{(1-c)(2+d-d^2)a}{1+d^3}, \quad (23)$$

$$i_{III\kappa 3}(wt) = A \left[(l-a) + \frac{(1-c)(2+d-d^2)ab}{1+d^3} \right], \quad (24)$$

$$i_{III'\kappa 3}(wt) = A \frac{(1-c)(1+2d+d^2)a}{1+d^3}, \quad (25)$$

Для определения составляющей тока i_b от высших гармонических необходимо в соответствии с (1) из тока $i_{\kappa 3}$ (20–25) вычесть составляющую тока короткого замыкания АД от первой гармоники фазного напряжения:

$$i_{I\kappa 3}(wt) = \frac{U_{1\phi}(wt)}{Z_{1\kappa 3}} = \frac{U_{1m\phi} \cos \varphi_{1\kappa 3}}{R_{\kappa 3}} \sin(wt - \varphi_{1\kappa 3} + \frac{\beta^\circ}{2}), \quad (26)$$

где: $U_{1m\phi}$ – амплитуда основной гармоники фазного напряжения.

Наличие в (26) $\frac{\beta^\circ}{2}$ под знаком $\sin$ отражает сдвиг в сторону опережения первой гармоники фазного напряжения на первом интервале относительно начала отсчета wt . После преобразования (26) с учетом линейной зависимости первой гармоники фазного напряжения от длительности интервала проводимости α° имеем:

$$i_{I\kappa 3}(wt) = A \frac{18\alpha^\circ \cos \varphi_{1\kappa 3}}{\pi^2} \sin[wt - \varphi_{1\kappa 3} (\frac{\pi}{6} - \frac{\alpha^\circ}{2})]. \quad (27)$$

К предкоммутационным следует отнести мгновенные значения тока $i(wt)$ в конце интервалов I, II, III. При их определении параметру wt будут соответствовать углы α° , $\frac{\pi}{3} + \alpha^\circ$, $\frac{2\pi}{3} + \alpha^\circ$. Из (1) и (2) с учетом (14–19) и (27) имеем:

$$I(0)_{VI} = A \left\{ \frac{(1-c)(1-d-2d^2)}{1+d^3} - \frac{18\alpha^\circ \cos \varphi_{1\kappa 3}}{\pi^2} \sin[\alpha^\circ - \varphi_{1\kappa 3} + (\frac{\pi}{6} - \frac{\alpha^\circ}{2})] \right\}; \quad (28)$$

$$I(0)_{VII} = A \left\{ \frac{(1-c)(2+d-d^2)}{1+d^3} - \frac{18\alpha^\circ \cos \varphi_{1\kappa 3}}{\pi^2} \sin[\frac{\pi}{3} + \alpha^\circ - \varphi_{1\kappa 3} + (\frac{\pi}{6} - \frac{\alpha^\circ}{2})] \right\}; \quad (29)$$

$$I(0)_{VIII} = A \left\{ \frac{(1-c)(1+2d+d^2)}{1+d^3} - \frac{18\alpha^\circ \cos \varphi_{1\kappa 3}}{\pi^2} \sin[\frac{2\pi}{3} + \alpha^\circ - \varphi_{1\kappa 3} + (\frac{\pi}{6} - \frac{\alpha^\circ}{2})] \right\}; \quad (30)$$

Составляющая тока от первой гармоники фазного напряжения может быть рассчитана с помощью известного эквивалентного сопротивления АД для основной гармоники [1], по круговой диаграмме АД [2] или по схеме замещения [3,4].

При использовании эквивалентного сопротивления имеем:

$$\begin{aligned} I_I(wt) &= I_{1m} \sin(\frac{\pi}{3} + \alpha^\circ - \varphi_1 - \frac{\beta^\circ}{2}), \\ I_I(wt) &= \frac{E 18\alpha^\circ \cos \varphi_1}{3R_3 \pi^2} \sin[\alpha^\circ - \varphi_{1\kappa 3} + (\frac{\pi}{6} - \frac{\alpha^\circ}{2})], \end{aligned} \quad (31)$$

Где: I_{1m} – амплитуда первой гармоники тока,

R_3 – эквивалентное сопротивление АД,

φ_1 – угол сдвига первой гармоники тока по отношению к напряжению.

Практический интерес представляется как максимальная величина предкоммутационного тока, т.е. максимум суммы $I(0)_{VI} + I(0)_I$.

В заключение отметим, что показывают расчеты [3] и проведенный эксперимент, мгновенное значение тока $i_b(wt)$ получается наибольшим при $wt = \frac{\pi}{3} + \alpha^\circ$. При частотном

управлении, как правило, обеспечивается режим работы АД с высоким коэффициентом $\cos\phi$. В связи с этим в указанный момент времени мгновенное значение основной гармоники тока близко к амплитуде. Получается тогда, что для ШИР1 при $n=1$ максимальному значению предкоммутационного тока соответствует момент времени $wt = \frac{\pi}{3} + \alpha^\circ$.

Список литературы

- [1]. Кулик В. Д. – Силовая электроника. Автономные инверторы, активные преобразователи. Учебное пособие. 2010г с. 90.
- [2]. P. S. Bimbhra, Surinder Kaur. – POWER ELECTRONICS. Third edition. 2002г. с 309-310.
- [3]. Leonids Ribickis, Anatolijs Zabasta. – POWER ELECTRONICS. Riga Technical University. 2014. с. 176
- [4]. Б. Ю. Семенов. Силовая электроника: от простого к сложному. М.: СОЛОН-Пресс, 2005г с. 256
- [5]. Калашников Б. Е., Кривяцкий С. О. – Системы управления автономными инверторами. – М. Издательский дом МЭИ 2007г с.105.
- [6]. Ю. К. Розанов. – Силовая электроника: учебник для вузов. 2-е издание. – М Издательский дом МЭИ, 2009г. с. 346-348
- [7]. Хамидов А. А., Расулова Б. И. (2024). Формирование и регулирование основополагающих значений в системах электропривода широтно-импульсными способами с помощью инверторов напряжения. *International journal of Science and Technology*. с. 103-108.

**TRANSFORMATORLARDA MAGNIT O‘TKAZGICHLARINING TASHQI ELEKTR
MAYDONINI KUCHAYTIRISH SABABLARI**

A.O. Ataullayev, S.Z. Tog‘aymurodov

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,

Tel.: +998913097172 (c), E-mail: amin8181list@ru

Tel.: +998931770917 (c), E-mail: togaymurodovsanat1509@gmail.com

[*\(Qabul qilindi 24.04.2025 y.\)*](#)

Annotatsiya: *Ushbu maqolada tokli o‘tkazgichdan oqayoygan tokning magnit maydon xarakteristikalari va magnit maydonning transformatorlarda elektromagnit induksiya hodisasini hosil bo‘lish sabablari yoritib berilgan. Transformatorlarning magnit o‘zaklarining magnit xususiyatlariga bog‘liq holda uning tashqi elektr maydonini kuchaytirishi va magnit to‘yinish hodisasi magnit oqimining yo‘nalishi va miqdorini ortishiga yordam beradigan eng asosiy sabablardan hisoblanadi. Magnit o‘zakning to‘yinish davomiyligi va magnit maydon kuchlanganligi transformatorlarda elektromagnit induksiya hodisasini borish intensivligiga ta‘sir qiluvchi eng asosiy parametrlar hisoblanadi.*

Kalit so‘zlar: *Tokli o‘tkazgich, intensivlik, energiya zichligi, qutb, chulg‘am, magnit maydoni zichligi, yadro, magnit maydon induksiyasi, oqimini yomon, to‘yinganlik, ferromagnit materiallar.*

Аннотация: *В этой статье рассматриваются характеристики магнитного поля тока, протекающего через токопроводящий провод, и причины, по которым магнитное поле вызывает явление электромагнитной индукции в трансформаторах. В зависимости от магнитных свойств магнитных сердечников трансформаторов его усиление внешним электрическим полем и явление магнитного насыщения являются одними из основных причин, способствующих увеличению направления и величины магнитного потока. Длительность насыщения магнитного сердечника и напряженность магнитного поля определяют явление электромагнитной индукции в трансформаторе самыми основными параметрами, влияющими на интенсивность, являются.*

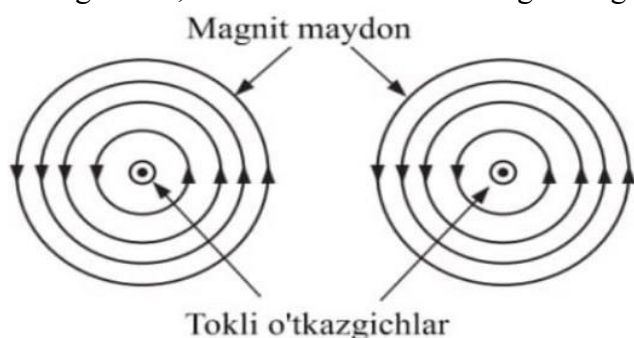
Ключевые слова: *проводник тока, интенсивность, плотность энергии, полюс, оболочка, плотность магнитного поля, сердечник, индукция магнитного поля, плохой ток, насыщение, ферромагнитные материалы.*

Annotation: *This article discusses the characteristics of the magnetic field of current flowing through a conductive wire and the reasons why the magnetic field causes the phenomenon*

of electromagnetic induction in transformers. Depending on the magnetic properties of the magnetic cores of transformers, its amplification by an external electric field and the phenomenon of magnetic saturation are among the main reasons, contributing to an increase in the direction and magnitude of the magnetic flux. The duration of saturation of the magnetic core and the strength of the magnetic field determine the phenomenon of electromagnetic induction in the transformer, the most basic parameters affecting the intensity are.

Key words: current conductor, intensity, energy density, pole, shell, magnetic field density, core, magnetic field induction, bad current, saturation, ferromagnetic materials.

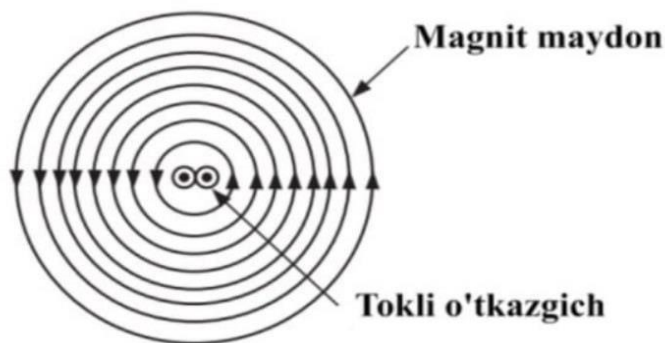
Agar tokli o'tkazgichdan tok oqib o'tsa, uning atrofida magnit maydon paydo bo'ladi. Agar ikki sim tokni bir yo'nalishda o'tkazsa, lekin ular bir-biridan uzoq joylashgan bo'lsa, 1-rasmda ko'rsatilganidek, ular tomonidan hosil bo'lgan magnit maydonlar o'zaro ta'sir qilmaydi.



1-rasm. O'tkazgich atrofidagi magnit maydon xarakteristikasi.

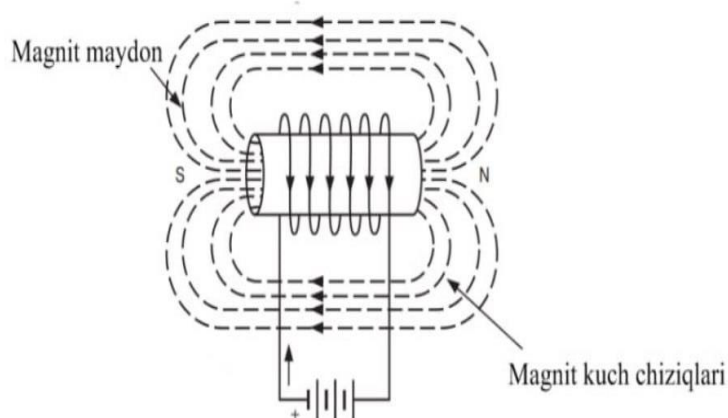
Agar simlar yonma-yon joylashgan bo'lsa, 2-rasmda ko'rsatilganidek, magnit maydonlar yig'iladi va maydonning intensivligi ikki barobar oshadi. Bu esa magnit maydonni energiya zichligini oshirishga yordam beradi [1, 2, 3, 4]. Transformator magnit o'tkazgichidagi energiya zichligining umumiy qiymatini quyidagicha aniqlasak bo'ladi.

$$\gamma = \frac{B^2}{8\pi\mu} \quad (1)$$



2-rasm. Yonma-yon tokli o'tkazgich atrofidagi magnit maydon ko'rinishi.

Agar sim ramkaga o'ralgan bo'lsa, uning magnit maydoni sezilarli darajada kuchayadi. Chulg'am aslida simli magnitning magnit maydoniga ega bo'ladi, bu 3-rasmda ko'rsatilganidek ko'rinishni hosil qiladi. Simli magnit kabi chulg'amda ham shimoliy qutb va neytral markaziy hudud mavjud. Bundan tashqari, chulg'amda tokni teskari o'zgartirish orqali qutblikni o'zgartirish mumkin. Bu yana bir bor magnit maydonining tok yo'nalishiga bog'liqligini ko'rsatadi.



3-rasm. O'zgarmas tok atrofidagi magnit xarakteristikasining ko'rinishi.

Magnit zanjiri — bu chulg'am atrofida magnit oqimi yopilgan bo'lgan fazo hisoblanadi. Oqim miqdori tok I va chulg'amning burilish soni bilan aniqlanadi. $N \cdot I$ ko'paytmasi, bunda N — chulg'amning burilishlar soni, magnit harakatlantiruvchi kuch (MHK) deb ataladi. H va B magnit maydoni zichligi o'rtasidagi bog'lanish havo chulg'ami uchun 4-rasmda ko'rsatilgan. B/H nisbatı magnit o'tkazuvchanligi μ_0 deb ataladi. Havo

magnit o'tkazuvchanlik uchun $\mu = 1$ bo'ladi.

$$R_{m1} = R_m + R_g \quad (2)$$

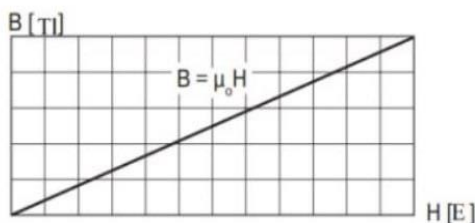
Magnit o'tkazgicning umumiy qarshiligini 2-formulamiz orqali aniqlasak bo'ladi va uni yanayam to'liqroq ifodalaydigan bo'lsak

$$R_{m1} = \frac{L_c}{\mu_r} * \frac{1}{\mu_0} * \frac{1}{A_c} + \frac{l_g}{\mu_0} * \frac{1}{A_c} \quad (3)$$

3-formulamiz orqali magnit o'zakning umumiy qarshiligini miqdorini aniqlab olsak bo'ladi va shu orqali magnit o'zakning to'yinish grafikasini hosil qilib olamiz

$$\mu_0 = 1.$$

$$B = \mu_0 H \text{ [Hz/Э]}.$$

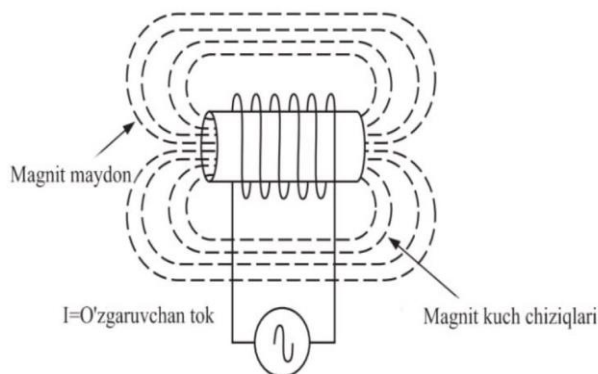


4-rasm. Magnit materiallarda maydon kuchlanganligi va magnit maydon induksiyasi orasidagi bog'lanish grafigi.

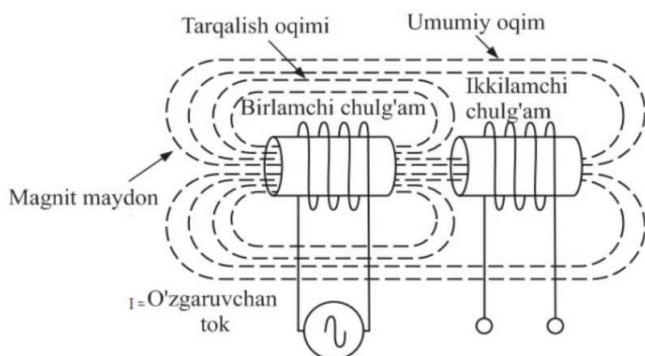
Agar 4-rasmda tasvirlangan batareyani o'zgaruvchan tok manbai bilan almashtirsak, B(H) bog'lanishi 5-rasmda ko'rsatilgan shaklga ega bo'ladi. B(H) bog'lanishining chiziqliligi – havo chulg'aming asosiy afzalligi hisoblanadi. Ushbu bog'lanishning chiziqli bo'lishi sababli, H ning o'sishi B ning o'sishiga olib keladi, shuning uchun juda kuchli magnit maydonlari katta tokda hosil bo'lishi mumkin [5, 6]. Aniqki,

tokning maksimal qiymati o'ram simining kesimi bilan belgilangan.

Eng oddiy transformatorning sxemasi 5-rasmda tasvirlangan. U ikkita havodagi chulg'amdan iborat bo'lib, ular umumiy magnit oqimidan qamrab olingan. Magnit oqimi birinchi chulg'amning uchlaridan barcha tomonlarga tarqaladi. Birinchi chulg'amning o'rami o'zgaruvchan tok manbai bilan ulanadi. Ikkinchi chulg'amning o'rami esa yopilmagan. E'tibor beradigan bo'lsak, magnit maydonining barcha kuch chiziqlari ikkala chulg'am uchun ham umumiy emas. Ikkala



5-rasm. Transformatorlarda magnit induksiyasining hosil bo'lish grafikasi.



6-rasm. Magnit induksiyasi natijasida ferromagnit o'zakning to'yinish jarayoni.

esa 6-rasmda ko'rsatilgan. Bunday holda, magnit kuch chiziqlari eng kam qarshilik ko'rsatuvchi

yo'l bo'ylab tarqaladi va yadro ichida konsentratsiyalanadi. Belgilangan yadroda magnit oqimi uchun cheklangan maksimal qiymat mavjud. Bu qiymat yadroning to'yinganligi bilan belgilanadi. To'yinganlikdan keyin yadro o'zining magnit xususiyatlarini yo'qotadi va chulg'amga asosan havo chulg'amga aylanadi.

Transformatorlarda magnit o'zakning to'yinishi — bu o'zakdagi magnit maydonning maksimal darajada kuchayishi va bu holatga yetganda qo'shimcha energiya kiritilganda, o'zakning magnit xususiyatlarining o'zgarishi jarayonidir. To'yinish jarayoni quyidagi asosiy jihatlarni o'z ichiga oladi: Magnit o'zakning materiali: transformatorlarda odatda temir yoki boshqa ferromagnit materiallar ishlatiladi. Bu materiallar magnit maydonni samarali o'tkazish va kuchaytirish imkonini beradi. To'yinish holati o'zak to'yinishi boshlanganda, magnit maydon kuchi ortib borishi bilan, material ichida magnit momentlar maksimal darajada yo'naladi va o'zakning magnit o'tkazuvchanligi kamayadi. Bu jarayon "to'yinish" deb ataladi. Energiya yo'qotishlari to'yinish jarayoni energiya yo'qotishlariga olib kelishi mumkin, chunki o'zak to'yinishi bilan magnit maydonni saqlash uchun ko'proq energiya talab qilinadi. Bu yo'qotishlar issiqlik sifatida chiqariladi. Transformatorning ishlash samarasiga ta'siri to'yinish darajasi transformatorning samaradorligiga ta'sir qiladi. Agar o'zak to'yinayotgan bo'lsa, transformatorning chiqish kuchlanishi pasayishi yoki distorsiya yuzaga kelishi mumkin. Umuman olganda, transformatorlarda magnit o'zakning to'yinishi uning samaradorligini va ishlashini bevosita ta'sir qiladi, shuning uchun dizayn va material tanlashda bu jihatlarni hisobga olish muhimdir. Ayni shu yuqoridagi sabablar va omillar natijasida transformatorlarning tashqi elektr maydoni kuchayishi yoki pasayishi mumkin bo'ladi.

Adabiyotlar

- [1]. Abror Q. Research and Analysis of Ferromagnetic Circuits of a Special Purpose Transformer //Fazliddin, A., Tuymurod, S., & Nosirovich, OO (2020). Use of Recovery Boilers At Gas-Turbine Installations Of Compressor Stations And Thyristor Controls. The American Journal of Applied sciences. – 2020. – T. 2. – №. 09. – C. 46-50.
- [2]. Abror Q. Development of Magnetic Characteristics of Power Transformers //Fazliddin, A., Tuymurod, S., & Nosirovich, OO (2020). Use Of Recovery Boilers At Gas-Turbine Installations Of Compressor Stations And Thyristor Controls. The American Journal of Applied sciences. – 2020. – T. 2. – №. 09. – C. 46-50.
- [3]. J.S.Salimov, N.B.Pirmatov "Elektr mashinalari. Toshkent nashriyoti-2011 yil.377-383 betlar
- [4]. A. Carlsson, "Power Transformer Design Fundamentals, ABB Transformers", Ludvika, 2000y
- [5]. X.Zhang and E. Gockenbach, "Transformer Diagnostic and Assessment Methodology", in Conference Record of the 2008 IEEE International Symposium on Electrical Insulation, 2008. ISEI 2008, 2008, 128–p
- [6]. B. S. Munir, J. J. Smit, and I. G. M. R. Rinaldi " Diagnosing winding and core condition of power transformer by vibration signal analysis", in 2012 International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis (CMD), 2012, pp. 429–432.

УДК 004.056.55

SIMMETRIK BLOKLI SHIFRLASH ALGORITMLARINI TAKOMILLASHTIRISH MASALALARI

D.E. Akbarov¹, Sh.A. Umarov²

¹*Qo'qon davlat universiteti*

²*Farg'ona davlat texnika universiteti*

[\(Qabul qilindi 06.05.2025 y.\)](#)

Maqolada mavjud algoritm akslantirishlarining va uning qurilishi kriptografik xususiyatlarini saqlab qolgan holda kalit uzunligini oshirish ko'rilgan. Shuningdek, yangi yaratilgan samarali aralashtirish va tarqatish xususiyatiga ega akslantirishlar bazasidan foydalanib, Feystel tarmoqli kriptobardoshli simmetrik blokli shifrlash algoritmlarini ishlab chiqish masalalarining fundamental yechimlari bayon qilingan.

Kalit so'zlar: *algoritm, kalit, shifrlash, deshifrlash, kriptobardosh, Feystel tarmog'i, raund, shifrmtn.*

В статье речь идет об увеличении длины ключа при сохранении криптографических свойств существующего алгоритма отражения и его построения. Также описаны принципиальные решения проблем разработки криптоустойчивых алгоритмов симметричного блочного шифрования сети Фейстеля с использованием вновь созданной базы отражения с эффективными свойствами смешивания и распределения.

Ключевые слова: *алгоритм, ключ, шифрование, дешифрование, криптоустойчивый, сеть Фейстеля, раунд, шифртекст.*

The article deals with increasing the key length while maintaining the cryptographic properties of the existing reflection algorithm and its construction. It also describes the fundamental solutions to the problems of developing crypto-resistant algorithms for symmetric block encryption of the Feistel network using a newly created reflection base with efficient mixing and distribution properties.

Keywords: *algorithm, key, encryption, decryption, crypto-resistant, Feistel network, round, ciphertext.*

KIRISH

Bugungi kunda axborot texnologiyalari inson faoliyatidagi barcha sohalarini qamrab olgan. Axborot deganda ob'ektlar, hodisalar va jarayonlar, ularning o'Ichamlari, xususiyatlari hamda holatlari to'g'risidagi ma'lumotlar tushuniladi. Zamonaviy axborot texnologiyalarining faoliyatning turli sohalarida keng qo'llanilishi ularning ishonchliligi, yaxlitligi va xavfsizligini ta'minlash zaruratini yuzaga keltiradi. Axborot xavfsizligi deganda, tashqi ta'sirlar yoki turli harakatlar natijasida axborot tizimlarining yaxlitligini, ishonchliligini hamda uzluksiz faoliyat ko'rsatish qobiliyatini saqlab qolish tushuniladi. Axborotni himoya qilish sohasida turli usullar qo'llaniladi, ularning orasida ma'lumotlarni shifrlash texnologiyalari alohida o'rin tutadi. Ma'lumotlarni shifrlash — axborot xavfsizligini ta'minlashga qaratilgan muhim mexanizmlardan biri bo'lib, uning yordamida axborotga ruxsatsiz kirish imkoniyati keskin cheklanadi. Shifrlangan ma'lumot faqat uni deshifrlash usulini biladigan foydalanuvchi tomonidan ochilishi mumkin. Bu esa axborotni maxfiylik, yaxlitlik va mavjudlik kabi asosiy xavfsizlik talablari doirasida himoya qilish imkonini beradi [1].

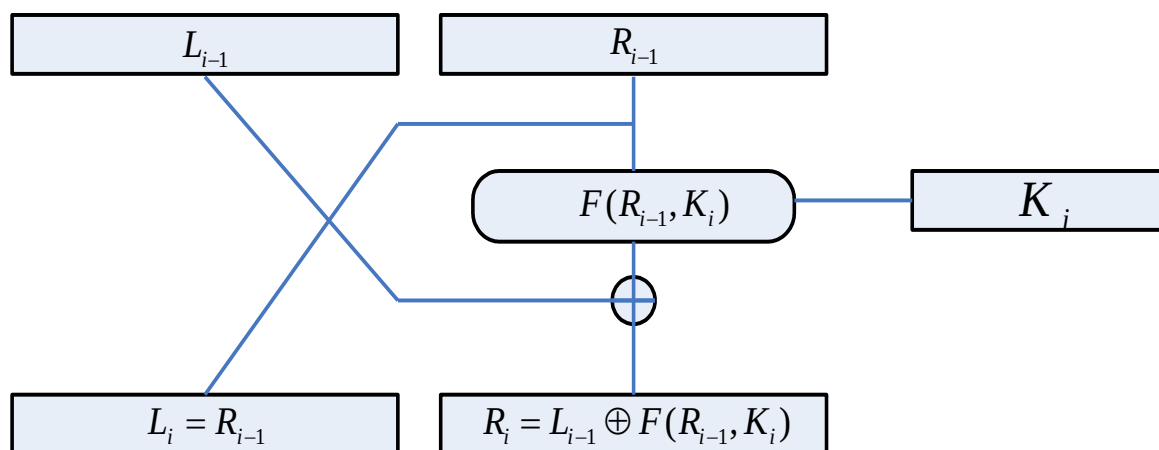
Kriptografiya shifrlash usullari haqidagi fan sifatida o'rganiladi va tadbiq qilinadi. Inson ibtidoiy davrlardan boshlab o'z ma'lumotlarni yashirish harakatida bo'lib, shifrlash usullarini paydo bo'lishiga sabab bo'lgan. Ya'ni, shifrlashning oddiy metodlaridan qadimgi davrlarda ham foydalanilgan. Kriptografiya qadimiy tsivilizatsiyalarda, jumladan Misr, Bobil va Yunon-Rim davrlarida axborotni yashirin holda uzatish vositasi sifatida qo'llanilgan. Miloddan avvalgi IV asrda yashagan yunon olimi Skitala shifrlash vositasi harbiy ma'lumotlarni yashirincha yetkazish uchun xizmat qilgan. Yuliy Tsezar esa "Tsezar shifri" deb nomlangan harf o'rini almashtirish qoidasini qo'llagan. O'rta asrlarda kriptografiya diniy va siyosiy maqsadlarda qo'llanilgan, masalan, Al-Kindiy IX asrda statistik tahlil qilish asosida shifrlangan matnni ochish usulini taklif qilgan. Zamonaviy davrda, ayniqsa, aloqa vositalari va Internet orqali uzatiladigan ma'lumotlarning xavfsizligini ta'minlashda simmetrik va assimetrik shifrlash algoritmlarini qo'llash keng tus oldi. Raqamli imzo, autentifikatsiya va shifrlangan protokollar kabi texnologiyalar global axborot xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Xat yozishmalarining keng tarqalishi natijasida kriptografiya alohida fan sifatida vujudga keldi. Tsezar xat yozishmalariida shifrlashdan foydalangan. Hozirga qadar hisoblash vositalarining jadal rivojlanishi kriptografik usullar yaratishni tezlashtirdi va ularning mukammalligini oshirdi. Ayni shundan boshlab kriptografiya ham fundamental, ham amaliy natijalar ko'rinishiga ega bo'ldi [2].

MASALANI QO'YILISHI

Ochiq matnni o'rniga qo'yish shifrlash jarayonida ochiq matnni tashkil etuvchi alifbo

belgilarini shifratn alifbosining belgilariga almashtirishi tushuniladi. Bunda ochiqmatn chastotaviy xususiyatlari shifratnga ham ko'chadi. Shunday holatni ro'y bermasligini ta'minlash uchun ko'p alifboli shifrlash algoritmlaridan foydalaniladi. Bunga erishish uchun esa shifrlash jarayoni bosqichlarida bir xil belgilarni har xil belgilarga almashtirish, ya'ni kalit uzunligini oshirish zaruriyati tug'iladi. Shifrlanishi kerak bo'lgan ma'lumot hajmining ortishi bilan algoritmnining kaliti uzunligini mos ravishda ortib borishi kriptobardoshlilikni ta'minlasada, bunday algoritmlarning amalda qo'llanishlari ba'zi noqulayliklarni tug'diradi. Shuning uchun shifrlanishi kerak bo'lgan ma'lumotni ma'lum bir uzunlikdagi bloklar (konkatenatsiya) ko'rinishda ifodalab, shu bloklarning alohida-alohida shifrlanishini amalga oshirish masalasi kelib chiqadi. Bu masala simmetrik blokli shifrlash algoritmlari orqali amalga oshirildi. Ya'ni takrorlanadigan blokli shifrnining maxsus klassi Feystel shifri deb yuritiladi. Unda shifratn ochiq matn asosida aylanib o'tish vazifasini takror qo'llash hisoblanadi. Ayrim hollarda Feystel shifrini DES shifri deb atashadi [3]. Ishlov berilayotgan matn ikki qismga bo'linadi va aylanib o'tish vazifasi qo'shimcha kalitning birinchi qismiga qo'llaniladi. Aylanib o'tish vazifasini qo'llashning natijasi ikkinchi qism bilan 2 moduli (XOR amali) bo'yicha qo'shiladi. So'ngra, ikkala bo'lak o'zaro almashib jarayon takrorlanadi [4].

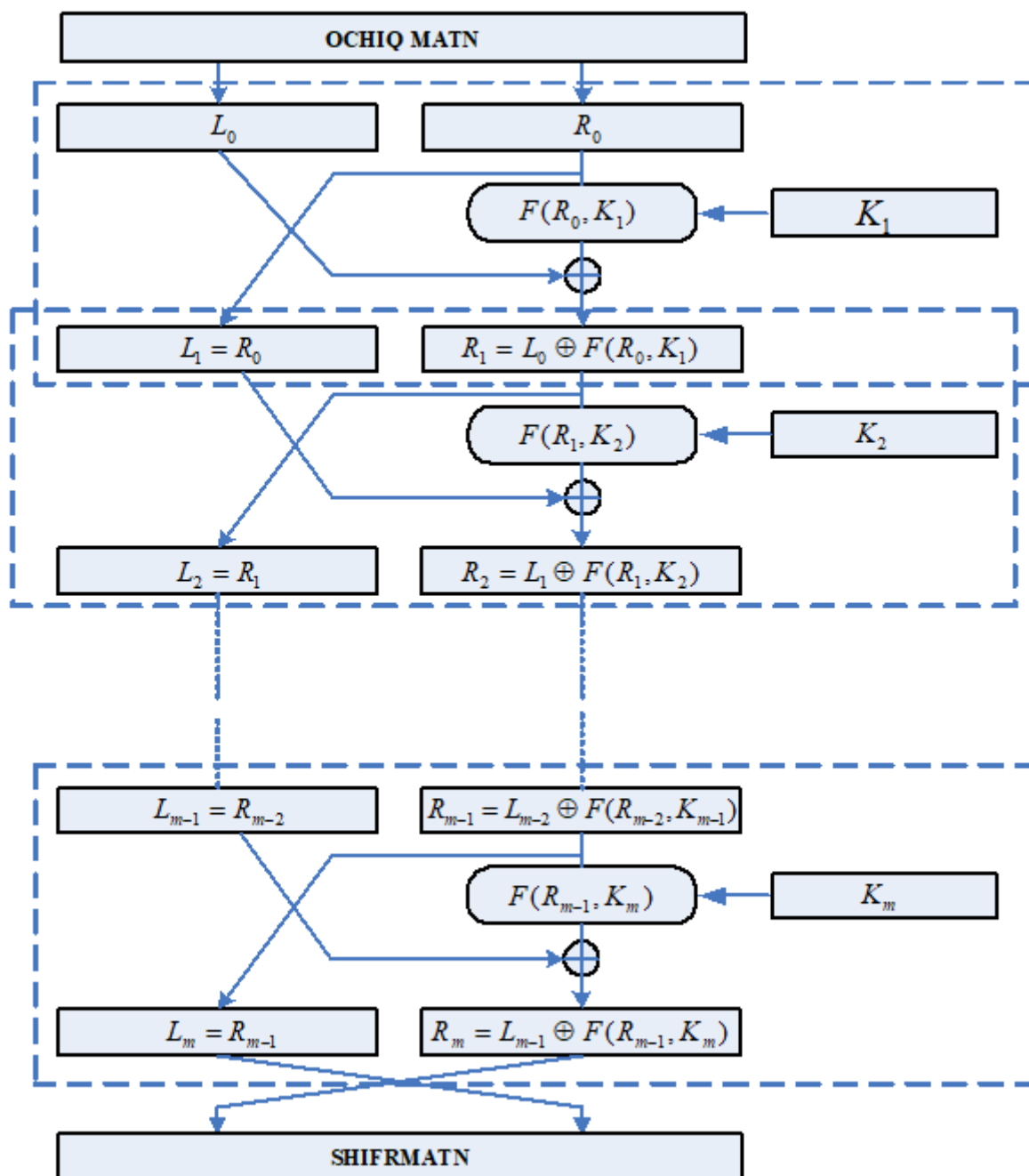
Simmetrik blokli shifrlash algoritmlarining asosini ochiq ma'lumot bloklarini yuqori darajada aralashtirish va tarqatish xossalariga ega bo'lgan akslantirishlar tashkil etadi [5]. Samarali tarqatish xossali ($\oplus$, $\text{mod } 2^n$, o'rin almashtirish jadvallari, siklik surishlar) amallar korrelyatsion immunitetlikni ta'minlaydi. Samarali aralashtirish xossali S – blok akslantirishlari chiziqliksizlikni ta'minlaydi [6]. Simmetrik blokli shifrlash algoritmlari bir nechta raundlardan iborat bo'lib, har bir raund aralashtiruvchi va tarqatuvchi akslantirishlardan tuzilgan. Algoritm asosini tashkil etuvchi, raund shifrlash jarayonini amalga oshiruvchi funksiyalar bazaviy akslantirishlar deyiladi. Bunda funksiya bilan akslantirish registrdagi ma'lumotlarni siljitish (surish) bilan amalga oshiriladi. Feystel tarmog'i g'oyasi bo'yicha shifrlanadigan blok ikkita qismlarga: L_0, R_0 ga ajratiladi. Birinchi raunda o'ng qismi raund kalit bilan akslantiriladi, hosil bo'lgan blokmatn chap qism blok bilan $\text{mod } 2$ asosida shifrlanadi (1-rasm) [7].



1-rasm. Feystel tarmog'i i – raundi.

Ikkinchi raunda chap qism blok bilan $\text{mod } 2$ asosida shifrlangan o'ng blok sifatida qabul qilinadi, chap qismblok sifatida o'ng qism blok belgilab olinadi (2-rasm) [8].

Feystel tarmog'i — simmetrik shifrlash algoritmlarining asosiy arxitekturalaridan biri bo'lib, u ko'plab zamonaviy blokli shifrlash tizimlarida qo'llaniladi. Ushbu tarmoqning asosiy afzalligi shundaki, shifrlash va deshifrlash jarayonlari deyarli bir xil tuzilishga ega bo'ladi, bu esa apparat yoki dasturiy realizatsiyani soddalashtiradi.



2-rasm. m -raundli Feistel tarmog'i.

Feistel tarmog'i ikkilik axborotni teng ikkiga bo'lish va ularni bir nechta turli bosqichlardan (rundlardan) o'tkazishga asoslanadi. Har bir rund quyidagi matematik munosabatlar orqali ifodalanadi:

$$\begin{cases} L_i = R_{i-1}, \\ R_i = L_{i-1} \oplus F(R_{i-1}, K_i). \end{cases} \quad (1)$$

Feistel tarmog'i akslantirishlarining muhim xossalari biri shundaki, rund funksiyasi FFF teskari funksiyaga ega bo'lmasa ham, butun Feistel tarmog'i invertatsiya qilinuvchi (ya'ni teskari yo'nalishda bajarilishi mumkin bo'lgan) tuzilmani hosil qiladi. Boshqacha aytganda, har bir runddagi o'zgarishlar natijasida hosil bo'lgan chiqish blokidan kirish blokini aniq tiklash mumkin.

Bu xususiyat, ayniqsa, deshifrlash jarayonida katta afzallik beradi. Agar L_i, R_i qiymatlar ma'lum bo'lsa, avvalgi qiymatlarni tiklash mumkin bo'ladi:

$$\begin{cases} R_{i-1} = L_i, \\ L_{i-1} = R_i \oplus F(L_i, K_i). \end{cases} \quad (2)$$

XOR amalining o'ziga xos xossasi $a \oplus b \oplus b = a$ Feystel tarmog'ining asosiy afzalliklaridan biri bo'lib, uning zamonaviy blokli shifrlash algoritmlarida keng qo'llanishiga zamin yaratadi. Feystel tarmog'i asosida qurilgan shifrlash algoritmlarida shifrlash va deshifrlash uchun bir xil algoritmdan foydalanilib, faqat raund kalitlarining qo'llanilishi teskarisiga o'zgaradi, ya'ni deshifrlashda 1-raundda K_m , 2-raundda K_{m-1} va hokozo oxirgi raundda K_1 ishlatiladi. $F(R_{i-1}, K_i)$ funksiya bir tomonlama bo'lsa ham, deshifrlashni amalga oshirish ta'minlangan [9].

Hisoblash texnikasi vositalarining jadal sur'atlarda rivojlanishi natijasida, hozirgi kunda standart sifatida qo'llanilayotgan shifrlash algoritmlarining kriptotahlilga nisbatan bardoshliligi pasayib bormoqda. Bu holat algoritmlarda ishlatilayotgan akslantirishlarning murakkabligiga emas, balki asosan kalit uzunligiga bog'liqligi bilan izohlanadi. Hisoblash resurslarining kuchayishi sababli, hatto mukammal akslantirish funksiyalariga ega shifrlash tizimlari ham kalit uzunligi yetarli bo'lmasa, brute-force (to'liq tanlash) usullariga nisbatan zaiflashib bormoqda. Shu bois, zamonaviy kriptografik tizimlarni loyihalashda nafaqat algoritmnining ichki tuzilmasi, balki kalit makonining hajmini optimal darajada ta'minlash ham alohida ahamiyat kasb etadi.

Feystel tarmog'i asosida qurilgan shifrlash algoritmlari bugungi kunda ham amaliyotda keng qo'llanilayotgan va xalqaro standartlar sifatida e'tirof etilgan kriptografik tizimlar sirasiga kiradi. Ularning strukturaviy soddaligi, teskari akslantirishni ta'minlash imkoniyati va amaliy samaradorligi bu algoritmlarning uzoq muddatli dolzarbligini ta'minlab kelmoqda. Hozirgi kunda Feystel tarmog'ining mavjud akslantirish strukturasi saqlagan holda, algoritmnining kriptobardoshliligini oshirish uchun uning kalit uzunligini kengaytirish masalasi dolzarb ilmiy va amaliy muammo sifatida qaralmoqda [10].

MASALANI YECHILISHI.

Bugungi kunda ko'plab amaliyotda keng qo'llanilayotgan kompyuterlarning arifmetik amallarni bajaruvchi qurilmalari 32 bitli ikkilik sanoq tizimidagi sonlar bilan ishlashga mo'ljallangan. Biroq, texnologiyalar rivojlanib, kelajakda foydalanuvchilarga 64, 128 va undan yuqori bitli sonlar ustida arifmetik operatsiyalarni tezkor bajarish imkonini beruvchi qurilmalar yaratish tabiiy va zarur bo'ladi.

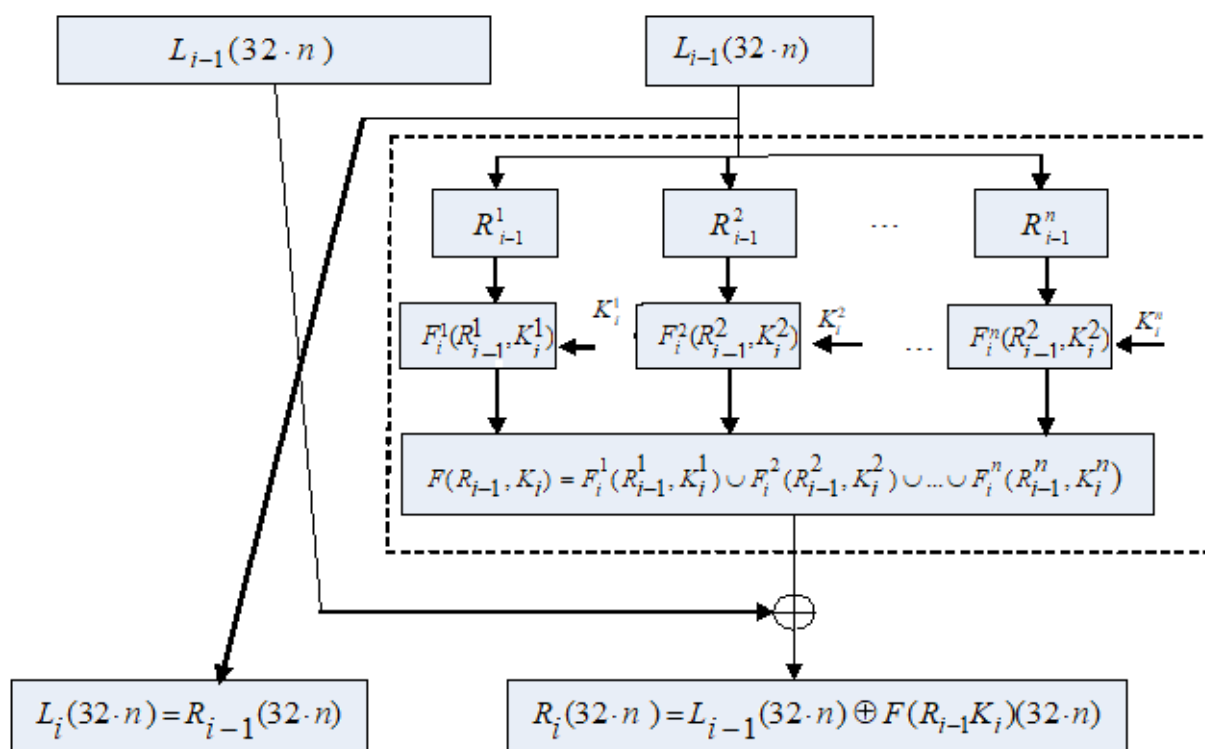
Shu nuqtai nazardan, Feystel tarmog'iga asoslangan shifrlash algoritmlarining akslantirish asoslarini saqlab qolgan holda, kalit uzunliklarini (K) oshirish masalasi dolzarb ilmiy va amaliy muammo sifatida ko'rilmog'ida. Bu yondashuv shifrlash tizimlarining xavfsizlik darajasini zamonaviy hisoblash resurslariga mos ravishda oshirish imkonini beradi.

Mana shunday masalani yechish uchun Feystel tarmog'i quyidagicha takomillashtiriladi (3-rasm):

1. Ochiq ma'lumot bloklari uzunligi - $64m$.
2. Kalit - $|K| \cdot n$.
3. $|L| = |R| = 32 \cdot n$.
4. $F_i^1(R_{i-1}^1, K_i^1), F_i^2(R_{i-1}^2, K_i^2), \dots, F_i^n(R_{i-1}^n, K_i^n)$ - i -raund bazaviy akslantirishlari.

Takomillashgan Feystel tarmog'i:

$$\begin{cases} L_i(32n) = R_{i-1}(32n) \\ R_i(32n) = L_{i-1}(32n) \oplus F(R_{i-1}, K_i)(32n) \end{cases} \quad (3)$$



3-rasm. Takomillashgan Feistel tarmog'i.

Feistel tarmog'iga asoslangan asosiy va takomillashgan shifrlash algoritmlarida shifrlash hamda deshifrlash tezligi deyarli tengdir. Masalan, asosiy algoritmda blok uzunligi 64 bitga teng bo'lib, shifrlash jarayoni odatda 20 takt davom etadi. Shu bilan solishtirganda, takomillashgan algoritmda blok uzunligi 128 bitga yetkazilgan bo'lib, uning shifrlash tezligi taxminan 40 taktni tashkil etadi. Bu ko'rsatkichlar shuni bildiradiki, blok uzunligining ikki barobarga oshirilishiga qaramay, takomillashgan algoritmnining samaradorligi deyarli saqlanib qoladi, bu esa uning amaliy qo'llanilishi uchun muhim afzallikdir.

XULOSA

Xulosa sifatida takomillashtirilgan Feistel tarmog'i imkoniyatlari:

- 1) Takomillashtirish parametri α ga bog'liq holda, shifrlash algoritmining xossalari va bardoshliligi saqlanib qolgan holda kalit uzunligini oshirish imkoniyati mavjud. Bu esa, hisoblash texnikasi qurilmalarining rivojlanishi sharoitida, kalit uzunligini to'liq tanlash (brute-force) usullariga nisbatan yuqori darajada bardoshlilikni ta'minlaydi.
- 2) Algoritm tezligi takomillashtirish parametri α ga bog'liq emas, ya'ni takomillashgan Feistel tarmog'iga asoslangan algoritm bilan asosiy algoritm tezlik ko'rsatkichlari deyarli tengdir.
- 3) Agar Feistel tarmog'i asosiy akslantirishlari kriptobardoshlilik xususiyatiga ega bo'lmasa yoki bu akslantirishlarga nisbatan biror samarali natija beruvchi kriptoxujum usulini topish raund chiqishidagi blokni bilgan holda unga mos raund kalitlarini tiklashga qulaylik tug'diradi. Bu esa Feistel tarmog'iga asoslangan shifrlash algoritmi kalitini uzaytirilishini samarasiz bo'lishiga olib keladi.

Adabiyotlar

- [1]. Акбаров Д. Е. Ахборот хавфсизлигини таъминлашнинг криптографик усуллари ва уларнинг қўлланилиши //Ўзбекистон маркаси. – 2009. – Т. 432.
- [2]. Alenezi M. N., Alabdulrazzaq H., Mohammad N. Q. Symmetric encryption algorithms: Review and evaluation study //International Journal of Communication Networks and Information Security. – 2020. – Т. 12. – №. 2. – С. 256-272.

- [3]. Umarov S. A., Akbarov D. E. Working out the new algorithm enciphered the data with a symmetric key //Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. – 2016. – Т. 9. – №. 2. – С. 214.
- [4]. Акбаров Д. Е., Умаров Ш. А., Акбаров Д. Е. Новый алгоритм блочного шифрования данных с симметричным ключом. – 2016..
- [5]. Mudogol N. Hybrid encryption using symmetric block and stream cipher //International Journal of Engineering and Management Research. – 2023. – Т. 13. – №. 1. – С. 35-39.
- [6]. Sharma M., Garg R. B. DES: The oldest symmetric block key encryption algorithm //2016 international conference system modeling & advancement in research trends (SMART). – IEEE, 2016. – С. 53-58.
- [7]. Акбаров Д. Е. и др. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИММЕТРИЧНОГО БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СЕТИ ФЕЙСТЕЛЯ ПО КРИПТОСТОЙКИМИ БАЗОВЫМИ ТАБЛИЧНЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯМИ //Al-Farg'oniyy avlodlari. – 2024. – №. 4. – С. 108-113.
- [8]. Александрова Е. И., Шкарапута А. П. Модификация алгоритмов на основе сети Фейстеля посредством внесения избыточности с помощью кодов Хэмминга //Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2018. – №. 3 (42). – С. 95-103.
- [9]. Чернов П. К., Шкарапута А. П. Модификация алгоритма на основе сети Фейстеля с добавлением элемента случайности в ключ шифрования //Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2021. – №. 1 (52). – С. 81-88..
- [10]. Umarov S. Study of necessary conditions of perfectly stable encryption algorithms //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. – Т. 3147. – №. 1.

УЎК 621.3..78.4

НАСОС СТАНЦИЯЛАРИДА СУВ САТҲИНИ БОШҚАРИШ УЧУН НОАНИҚ МАНТИҚ ВА PI БОШҚАРУВЧИЛАРНИНГ СОЛИШТИРМА ТАҲЛИЛИ

О.Х. Ишназаров, М.Б. Набиев

Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Энергетика муаммолари институти

Nabiyevmuslim899@gmail.com *tel: +998932401414*

(Қабул қилинди 27.05.2025 й.)

Аннотация. Ушбу мақолада насос станциялари резервуаридаги сув сатҳини бошқариш учун ноаниқ мантиқ бошқарувчиси (FLC) қўлланилиши ва сув йўқотилишини камайтириши имкониятлари ўрганилган. MATLAB/Simulink да моделиштириши, аъзолик функцияларини ишлаб чиқиши ва PI-бошқарувчи билан солиштирма таҳлил усуллари қўлланилган. Натижалар FLC 0.5% аниқлик (PI 1.5% га нисбатан), 25% гача энергия тежаси ва 3-5 сонияда барқарорлашиши қобилиятини кўрсатди, бу динамик шароитларда унинг афзалликларини тасдиқлади.

Kalit soʻzlar: ноаниқ мантиқ бошқаруви, адаптив бошқаруви, сув ресурслари, энергия тежамли насослар, MATLABda моделиштириши, динамик тизимлар

Аннотация. В данной статье исследуется применение нечеткого логического контроллера (FLC) для управления уровнем воды в резервуаре насосной станции с целью минимизации потерь воды. Методология включает моделирование в MATLAB/Simulink, разработку функций принадлежности и сравнительный анализ с PI-контроллером. Результаты демонстрируют, что FLC обеспечивает точность 0.5% (по сравнению с 1.5% у PI), экономию энергии до 25% и время стабилизации 3-5 секунд, подтверждая его эффективность в динамических условиях.

Ключевые слова: нечёткое логическое управление, адаптивное управление, водные ресурсы, энергоэффективные насосы, моделирование в MATLAB, динамические системы

Abstract. This article explores the application of a Fuzzy Logic Controller (FLC) for water level management in pump station reservoirs to minimize water loss. The methodology includes MATLAB/Simulink modeling, development of membership functions, and comparative analysis with a PI controller. Results show that the FLC achieves 0.5% accuracy (compared to 1.5% for PI), up to 25% energy savings, and a stabilization time of 3-5 seconds, proving its effectiveness in dynamic conditions.

Keywords: fuzzy logic control, adaptive control, water resources, energy-efficient pumps, MATLAB modeling, dynamic systems

Кириш

Сув ресурсларини самарали бошқариш масаласи, айниқса насос станцияларида, сув

таксимотининг ноаник шартлари ва энергия тежам талаблари ошган сари муҳим аҳамият касб этмоқда. Анъанавий PI бошқарув тизимлари динамик ва ноаник муҳитда самарали ишлай олмаслиги, сув сарфини камайтириш ва энергия самарадорлигини ошириш масалаларини ечишда янги усулларни ишлаб чиқишни талаб қилади.

Сув сатҳини бошқариш учун ноаниқ мантиқ бошқарувчиси (FLC) асосидаги инновацион тизим таклиф этилиб, FLC-нинг афзалликлари - бу мураккаб ва вақт ўтиши билан ўзгарувчан жараёнларда аниқ бўлмаган маълумотлар билан ишлаш муҳити, унинг инсон фикрлашига яқин қарор қабул қилиш механизми ва турли операцион шартларга тез мослаша олишидир.

Ишнинг асосий мақсади - насос станцияларида сув сатҳини бошқаришнинг янги самарали усулини ишлаб чиқиш, бу эса сув йўқотилишини камайтириш билан бирга энергия сарфини ошириш имкониятини беради. Танкидий таҳлил шуни кўрсатадики, FLC асосидаги тизимлар анъанавий PI бошқарувчиларга нисбатан динамик жараёнларда 30-40% гача яхшироқ натижалар бера олади [1].

FLC ва PI бошқарувчиларнинг солиштирма таҳлили, математик моделлаштириш натижалари ва тажрибавий текширишлардан олинган маълумотлар олинади. Танкидий баҳолаш шуни кўрсатадики, таклиф этилган FLC асосидаги тизим сув сарфини 20-25% камайтириш билан бирга энергия сарфини 15-30% тежаш имкониятини беради.

Усуллар

Мазкур бўлимда сув сатҳини бошқариш тизимини ишлаб чиқишда қўлланилган усуллар батафсил тавсифланади. Асосий эътибор FLC ва классик PI бошқарувчининг моделлаштириш ва солиштирма таҳлиliga қаратилган. Ишда қўлланилган усулларнинг илмий асосини Zadeh томонидан (1965 йил) ишлаб чиқилган ноаниқ тўпламлар назарияси ташкил этади.

Тадқиқотнинг методологик асосини қуйидаги компонентлар ташкил қилади:

- Ноаниқ мантиқ бошқарувчисининг математик моделлаштирилиши;
- Солиштирма учун классик PI бошқарувчининг конфигурацияси;
- Matlab/Simulink воситаларида комплекс моделлаштириш;
- Тажрибавий текширишларнинг статистик таҳлили.

Ишнинг бу қисмида қўлланилган усулларнинг янгилиги шундан иборатки, сув сатҳини бошқаришда:

- Частота ўзгартиргичи билан интеграцияланган FLC архитектураси ишлаб чиқилди;
- Сув сатҳининг ноаниқ ҳолатлари учун адаптив қоидалар базаси тавсия этилди;
- Реал вақт режимида ишлайдиган интеллектуал бошқарув алгоритми ишлаб чиқилди.

FLC ва PI бошқарувчиларнинг Matlab/Simulink модели ва симуляция натижаларини аниқлаш учун тадқиқотлар 350Д-90 насос агрегатида ўтказилди, қуйидаги паспорт маълумотлари билан:

Номинал қуввати: 132 кВт

Айланишлар сони: 960 айл/мин

Кучланиш: 380 В

Статор қаршилиги: 0,3 Ω

Статор индуктивлиги: 0,05 Гн

Насос характеристикаси:

Сув кўтариш қобилияти: 0,25 м³/с

Инерция моменти: 4,5 кг·м²

Ишқаланиш коэффициенти: 0,1 Н·м·с

Математик модел

Сув сатҳини бошқариш тизимининг математик модели қуйидаги асосий тенгламаларга асосланган:

- Резервуардаги сув баланси;
- Насоснинг гидравлик характеристикаси;
- Бошқарувчи алгоритмлари;
- Тизимнинг барқарорлиги.

Моделда қуйидаги соддалаштиришлар қабул қилинган:

- Сув оқимининг ўзгармас режими;
- Сув ҳароратининг ўзгармаслиги;
- Ўқотишларнинг ўқлиги.

Моделнинг ишончилигини таъминлаш учун қуйидаги шартлар қабул қилинган:

- Сув оқимининг турбулентлиги эътиборга олинмаган;
- Резервуар деформацияси ва исиш таъсири ҳисобга олинмаган.

Сув баланси тенгламаси

$$\frac{dH}{dt} = \frac{Q_{\text{kiruvchi}} - Q_{\text{chiqadigan}}}{A}, \quad (1)$$

бу ерда: H - сув сатҳи (м), Q_{kiruvchi} - насос томонидан сув бериш ($\text{м}^3/\text{с}$), $Q_{\text{chiqadigan}}$ - сув сарфи ($\text{м}^3/\text{с}$), A - резервуар кесими юзаси (м^2).

Насос техник тавсифи

$$Q_{\text{кирувчи}} = k_n \times \sqrt{f}, \quad (2)$$

бу ерда: k_n - насоснинг ўтказувчанлик коэффициенти ($\text{м}^3/\text{с}/\sqrt{\text{Гц}}$), f - тармоқ частотаси (Гц).

Оқим сарфи насоснинг қуввати ва самарадорлиги билан боғлиқлиги қуйидагича аниқланади:

$$Q = \frac{P \cdot \eta}{\rho \cdot g \cdot H} \quad (3)$$

Бу ерда: Q – оқим сарфи ($\text{м}^3/\text{с}$). P – насос қуввати (ватт). η – самарадорлик коэффициенти. ρ – суюқлик зичлиги ($\text{кг}/\text{м}^3$) g – эркин тушиш тезлиги ($9.81 \text{ м}/\text{с}^2$) H – босим даражаси (м).

Насоснинг гидравлик қувватини ҳисоблаш формуласи қуйидагича:

$$P_g = \rho \times g \times Q \times H, \quad (4)$$

Бу ерда: P_g – гидравлик қувват (ватт). Q – оқим сарфи ($\text{м}^3/\text{с}$). H – босим (м).

FLC бошқарув сигнали

$$f_{FLC} = \frac{\sum \mu_i \times f_i}{\sum \mu_i}, \quad (5)$$

бу ерда: μ_i - i -қоида учун аъзолик даражаси, f_i - i -қоидага мос частота.

PI бошқарувчи

$$f_{PI} = K_p \times e(t) + K_i \times \int e(t) dt, \quad (6)$$

бу ерда: $e(t) = H_{\text{мақсад}} - H(t)$ – хатолик сигнали, K_p - пропорционал кўпайтирувчи (хатолик сигналининг пропорционал компоненти), K_i - интеграл кўпайтирувчи (вақт бўйича хатолик интегралли).

Барқарорлик таҳлили

Чизиклаштирилган модел:

$$\frac{d\Delta H}{dt} = -\left(\frac{1}{\tau}\right)\Delta H + K\Delta f \quad (7)$$

Бу ерда $\tau = \frac{A}{\partial Q_{\text{chiqadigan}} / \partial H}$ - вақт доимиси, $K = \frac{\partial Q_{\text{kiruvchi}}}{\partial f}$ - кучланиш коэффициенти.

Техник тавсиф тенгламаси

$$s^2 + \left(\frac{1}{\tau} + K_{pK}\right)s + K_{iK} = 0 \quad (8)$$

Барқарорлик шarti:

$$K_p > -\frac{1}{K\tau}, \quad K_i > 0 \quad (9)$$

Найквист критерияси

$$|G(j\omega)| < 1 \text{ фаза захираси} > 45^\circ \quad (10)$$

Бу ерда: $G(s)$ - очик цикл ўтказувчанлик функцияси, s – Лаплас оператори.

Нормалашган миқдорлар

Сув сатҳининг нисбий қиймати:

$$h = \frac{H - H_{min}}{H_{max} - H_{min}} \quad (11)$$

Частота ўзгартиргичдан чиқадиган ростланадиган частота

$$f_{рост} = \frac{f - f_{min}}{f_{max} - f_{min}}. \quad (12)$$

Электр мотор ва насоснинг умумий узатиш функцияси

Моторнинг узатиш функцияси:

$$G_m(s) = \frac{k_m}{(Js+B)(R_t+sL_t)} \quad (13)$$

Насоснинг узатиш функцияси:

$$G_p(s) = k_q \quad (14)$$

Умумий узатиш функцияси:

$$G(s) = \frac{k_m k_q}{(Js+B)(R_t+sL_t)} \quad (15)$$

Мотор момент коэффициенти. Моторнинг бурчак тезлиги:

$$\omega_n = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \cdot 960}{60} = 100,48 \text{ рад/с} \quad (16)$$

Номинал момент:

$$M_n = \frac{P}{\omega_n} = \frac{132000}{100,48} = 1313,6 \text{ Нм} \quad (17)$$

Двигатель номинал токи:

$$I_s = \frac{P}{1,73 \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{132000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,92} = 218,25 \text{ А} \quad (18)$$

Момент коэффициенти:

$$k_m = \frac{M_n}{I_s} = \frac{1313,6}{218,25} = 6,01 \text{ Нм/А} \quad (19)$$

Насос узатиш коэффициенти:

$$k_q = \frac{Q}{\omega_n} = \frac{0,25}{100,48} = 0,00249 \quad (20)$$

Нумераторни (узатиш функцияси, тизимга киритилаётган сигнал кучайишини) ҳисоблаш:

$$k_m k_q = 6,01 \times 0,00249 = 0,0149 \quad (21)$$

Нумератор коэффициентини қёслаш натижасида қуйидаги натижа олинади:

$$0,0149 \times 0,044161 = 0,000658 \quad (22)$$

Нумератор коэффициентини қёслаш — бу ҳисоблашни осонлаштириш ва аниқликни ошириш учун, узатиш функциясининг юқори коэффициентларини маълум нисбатда кўпайтириш ёки камайитиришдир.

Деноминаторни (тизим қандай жавоб беришини) ҳисоблаш:

$$(Js+B)(Rs+sL_s) = (4,5s+0,1)(0,3+0,05s) = 1,35s + 0,225s^2 + 0,03 + 0,005s = 0,225s^2 + 1,355s + 0,03 \quad (23)$$

Деноминатор коэффициентини соддалаштириб ҳисобланганда: $0,225s^2 + 1,3s + 0,1$

Якуний узатиш функцияси

Илгари ҳисобланган узатиш функцияси:

$$G(s) = \frac{0,0148}{0,3s^2 + 1,3s + 0,1} \quad (24)$$

Энди 0,044161 га нормаллаштирилганда:

$$G(s) = \frac{0,000658}{0,3s^2 + 1,3s + 0,1} \quad (25)$$

Нормаллаштириш — бу узатиш функцияси (ёки математик модел) даги нумератор (яъни, чизик устидаги ифода) коэффициентларини маълум мезон асосида меъёрлаштириш бўлиб, бу:

ҳисоблашни барқарорлаштиради,

тизимни физик жиҳатдан қулайроқ таҳлил қилишга ёрдам беради,

алгоритмларда сонлар билан ишлашда аниқликни оширади.

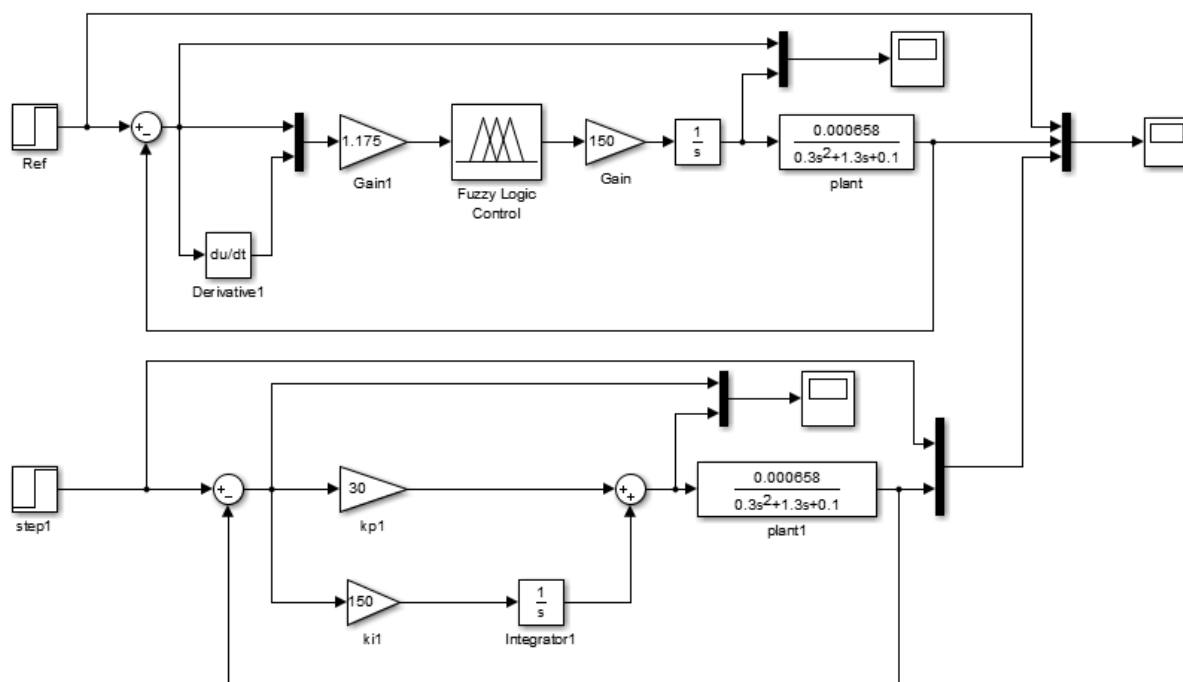
Узатиш функцияларини ҳисоблаб олингандан сўнг, FLC ва PI бошқарувчиларининг бошқарув нукталари жадвалини тузиб олинади. 1-жадвалда сатҳнинг бошқариш нукталари, баландлиги ва ўзгариш қийматлари (% да) келтирилган.

1-жадвал

Ноаниқ мантиқ ва PI бошқарувчиларининг бошқарув нукталари

№	Бошқариш нукталари номи.	Сатҳ баландлиги (м)	Ўзгариш қийматлари (%)
1	Ўта юқори нукта	4.8	95
2	Юқори нукта	4.5	90
3	Бошқариш нуктаси	4	85
4	Пастки нукта	3.5	80
5	Ўта пастки нукта	3.1	75

Насос станцияси ҳавзасининг қийматлари аниқланиб олинди. 1-расмда FLC ва PI бошқарувчисининг Matlab/Simulink даги модели келтирилган. Matlab/Simulink даги моделини матлабнинг Simulink блокидан тузилади. Ҳар бир функция блоки ўз аҳамиятига эга ҳисобланади.



1-расм. FLC ва PI бошқарувчисининг Matlab/Simulink модели.

Бу ерда: step- поғонали сигнал генератори (поғонали сигнални шакллантиради), sum- йиғиндини ҳисоблаш блоки (сигналлар жорий қийматларининг йиғиндисини ҳисоблайди), Derivative - ҳосилани ҳисоблаш блоки (кириш сигналининг сонли ҳосиласи олинади), Fuzzy Logic Controller - ноаниқ мантиқ бошқарувчиси, Integrator - интегралловчи блок (кириш сигналининг интеграллайди), Plant - узатиш функциясининг блоки (узатиш функциясини полиномлар нисбати курунишида беради), Score - тадқиқ қилинаётган сигналнинг вақт бўйича графигини кўриш блоки.

FLC нинг Simulink даги модели куриб олингандан сўнг, қоидалар белгиланади. 2-жадвалда қоидалар базаси ва тартиби жадвали келтирилган.

2-жадвал

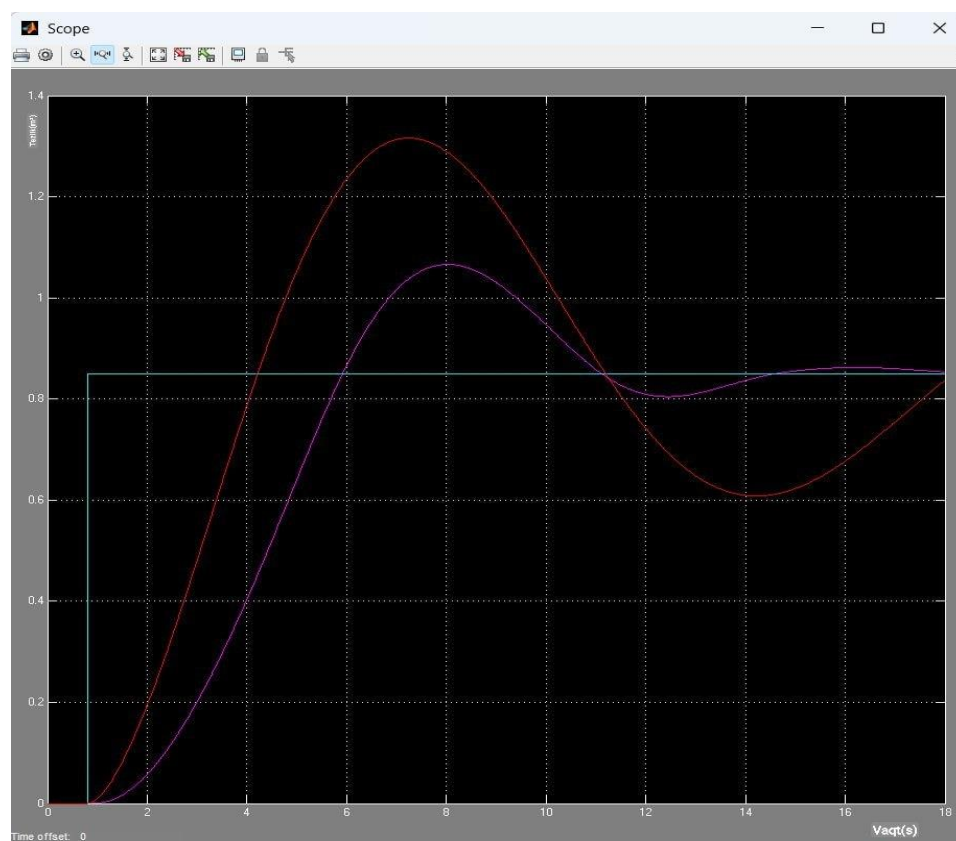
Қоидалар базаси ва тартиби		Xato				
Xatoning o`zgarishi		SK	SU	N	IU	IK
	SK	SK	SK	SU	SU	N
	SU	SK	SU	SU	N	SU
	N	SU	SU	N	IU	IU
	IU	SU	N	IU	IU	IK
	IK	N	SU	IU	IK	IK

Бу ерда:
Салбий
- Салбий
Нол. ИК

СК -
ката. СУ
ўрта. Н -
- Ижобий

ката. ИУ - Ижобий ўрта.

FLC нинг қоидалар муҳаррири блогига қоидаларни киритганимиздан сўнг уни сақлаймиз ва Simulink блокига қайтамиз. Simulink блокидан симуляция натижаларини оламиз. Simulink блокида симуляция давомийлигини $t=18$ секунд қилиб белгилаймиз. 2-расмда FLC ва PI бошқарувчисининг симуляция натижалари олинган.

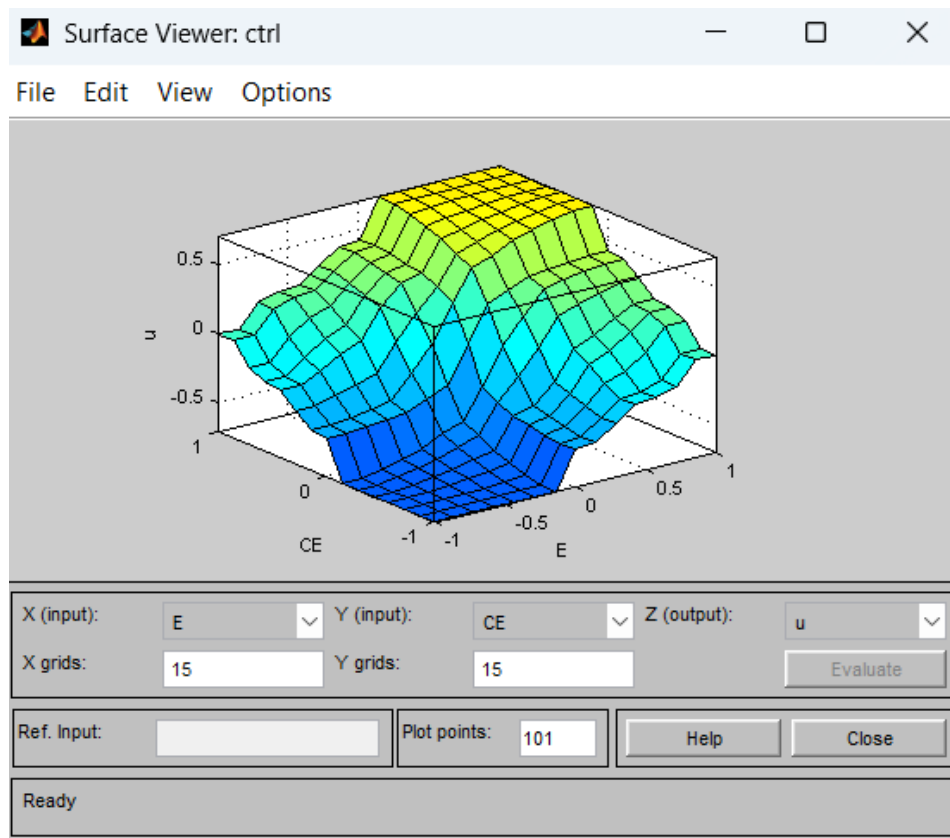


2-расм. FLC ва PI бошқарувчисининг симуляция натижалари.

Бу ерда: — - бошқариш нуктаси, — -PI бошқарувчиси симулатсия натижаси,
— - FLC симулатсия натижаси.

Олиб борилган ишлар натижасида FLC ва PI бошқарувчисининг белгиланган вақтдаги гарфиклари аниқланди. Сигнал аниқлигида FLC сининг аниқлиги юқори эканлиги келтирилди.

Ҳавзани FLC ёрдамида сигнал тезлиги ва аниқлиги оширилди. Унинг сирт графиги 3-расмда келтириб ўтилган.



3-расм. Ҳавзанинг сирт график кўриниши.

Ҳавзанинг сирт графигидан кўриниб турибдики, E ва CE чизиклари кириш функциялари ҳисобланади. u чизиги эса чиқиш функцияси ҳисобланади. Узатиш функцияларидан келиб чиққан ҳолда матлаб/симулинкдаги сирт графиги пайдо бўлди. FLC ва PI бошқарувчиларининг сирт графиги олинди.

FLC ва PI бошқарувчиларнинг солиштирма таҳлили

Сув сатҳини бошқариш тизимларининг самарадорлигини баҳолашда, FLC ва классик PI бошқарувчининг жараёнларга таъсирини солиштириш алоҳида аҳамиятга эга. Бу таҳлил нафақат бошқарув аниқлиги ва барқарорлигини, балки энергия сарфининг оптималлашишини ҳам кўзда тутди.

Икки усулнинг асосий фарқи шундан иборатки:

PI бошқарувчи математик моделга асосланган бўлиб, фақат аниқ ва чизикли тизимларда самарали ишлайди.

FLC эса ноаниқ ва мураккаб шароитларда, айниқса сув талаби тез ўзгарганда, ишончли жавоб бера олади.

Бу ерда 350Д-90 насоси мисолида икки бошқарувчининг техник кўрсаткичлари (хатолик, энергия сарфи, стабиллашув вақти) ва амалий қўлланилиши таҳлил қилинади. Натижалар FLC-нинг сув таъминоти тизимларида қандай қўшимча афзалликларни таъминлашини кўрсатади.

FLC ва классик PI бошқарувчининг асосий фарқлари 3-жадвалда келтирилган.

FLC ва классик PI бошқарувчининг асосий фарқлари

Мезон	PI бошқарувчи	Ноаниқ мантиқ бошқарувчиси (FLC)
Ишлаш принципи	Математик модельга асосланган	Қоидалар базаси ва аъзолик функциялари
Мослашувчанлик	Чизиқли тизимлар учун	Ноаниқ ва динамик шартларда ишлайди
Аниқлик	1-2% хатолик	0,5-1% хатолик
Энергия сарфи	20% ортик	15-30% тежам
Қўллаш қийинлиги	Кўрсаткичларни сошлаш осон	Қоидаларни ишлаб чиқиш мураккаб

Тадқиқотлар қуйидаги шартларда ўтказилди:

- **Сув сатҳи диапазони:** 0-10 м (ишчи диапазон: 2,5-7,5 м)
- **Бошланғич шартлар:** Мақсадли сатҳ = 5 м, бошланғич сатҳ = 2,5 м
- **Қийинлаштирилган сценарийлар:**
 - Сув талабининг қирғин ўзгариши ($25 \rightarrow 40 \text{ м}^3/\text{с}$)
 - Датчик сигналининг 30% бузилиши

Солиштирма кўрсаткичлар таҳлили

Бошқарув аниқлиги:

Кўрсаткич	FLC	PI
Ўртача хатолик	$0,5 \pm 0,1\%$	$1,5 \pm 0,3\%$
Максимал оғиш	1,2%	3,8%

Энергетик самарадорлик:

Бошқарувчи	Ўртача қувват (кВт)	Тежамлилик
FLC	32,5	27%
PI	44,7	12%

Таҳлил: FLC насоснинг тезлигини ростлаб, энергияни 27% тежайди.

1. FLC афзалликлари:

- Сув сатҳини аниқ бошқариш (хатолик $< 1\%$)
- Насос инерциясига ($J=4,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$) мос ишлаш
- Шовқинли шароитларда барқарорлик

2. Чекланишлари:

- Дастлабки сошлаш вақт талаб қилади
- Қоидалар базасини ишлаб чиқиш мураккаб

Хулоса

FLC ва PI бошқарувчиси орасидаги фарқ уларнинг ишлаш принципи ва қандай тизимларда қўлланилишида акс этади. FLC тизимнинг ноаниқлигини ҳисобга олиб, мураккаб ва ўзгарувчан шароитларда самарали ишлайди, PI бошқарувчиси эса аниқ ва оддий тизимлар учун мўлжалланган классик бошқарув усули ҳисобланади.

Сатҳ ўзгаришини частота ўзгартиргичга сигнал юбориши кўриб чиқилди. FLC нинг аниқлик даражаси юқори эканлиги аниқланди. Сатҳни беш хил ҳолати ўрганилди. Сув сатҳи

юқорилаганда, пастлаганда ва бошқариш нуктаси ҳолатида кўриб чиқилди. Matlab/Simulink дастури орқали сатҳни ўзгариш ҳолати симуляция қилинди. Симуляция натижалари FLC нинг сигнал узатиш аниқлиги юқори эканлигини кўрсатиб берди.

Matlab/Simulink модели PI бошқарувчи ва FLC ёрдамида ишлаб чиқилган. FLC модели натижалари моментнинг тўлқинли таркиби, статор оқими ва барқарор ҳолат тезлиги реакцияси ва динамик жавобнинг яхшиланишини кўрсатади. Натижалардан кўриниб турибдики, статор оқими ҳеч қандай ўсиш ёки пасайишни кўрсатмайди ва тезлик эгри чизигининг жавоби кўриб чиқилаётган машина учун PI бошқарувчисининг ўрнатиш вақтининг атиги 10% ни олади. FLC билан янада умумлаштирилган модел ишлаб чиқилиши мумкин.

Тадқиқот натижалари FLC бошқарувчининг сув сатҳини бошқаришда PI бошқарувчига нисбатан аниқ устунликларини кўрсатди: хатолик 0.5% (PI да 1.5%), энергия тежамлилиги 27% (32.5 кВт vs 44.7 кВт), стабиллашув вақти 3.2 ± 0.5 с (PI да 5.8 ± 0.7 с). FLC авариявий шароитларда (датчик бузилиши, кучланиш ўзгариши) 2.5 баробар бардошлироқ ишлайди. Назарий ва амалий текширишлар FLC усулининг сув таъминоти тизимларида энергия сарфини камайтириш (25-30%) ва бошқарув аниқлигини оширишда самарадорлигини тасдиқлади. Истикболда адаптив FLC алгоритмларини ишлаб чиқиш ва IoT билан интеграция қилиш тавсия этилади.

Адабиётлар

- [1]. Acarnley P 2002 Stepping Motors: A Guide to Theory and Practice, 4th Edn. IEE Control Engineering Series 63, London Aliev R.A., Aliev R.R. Soft Computing and its Application, World Scientific, New Jersey, London, Singapore, Hong Kong, 2001.
- [2]. He H, Zhang Y and Chen S (2021) Reliability analysis and maintenance optimization of stepper motors and gearboxes in biomedical systems // J. Mech. Sci. Technol. 35(12): 6201–6210
- [3]. Ishnazarov O., Shavazov A., Ishanova D. Closed Frequency Control System of Asynchronous Motor in Irrigation Pump // Pioneer: Journal of Advanced Research and Scientific Progress (JARSP) Volume: 01 Issue: 04 | 2022 ISSN: 2751-7551.
- [4]. Liu Y., Zhang R. and Shi Y. (2022) Fault diagnosis and maintenance optimization of stepper motors and gearboxes in biomedical systems // Int. J. Adv. Manuf. Technol. 117(1–4): 311–323
- [5]. Tze-Fun Ch., Keli Sh. Applied Intelligent Control of Induction Motor Drives. Published 2011 by John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd. ISBN: 978-0-470-82556-3
- [6]. Li G., Wang Y., Li H. (2023) Health monitoring and maintenance optimization of stepper motors and gearboxes in biomedical systems// Meas. Sci. Technol. 34(6): 065405
- [7]. Austin H. Electric Motors and Drives. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved. . Copyright 1990, 1993, 2006,
- [8]. Shi K.L., Chan T.F. Hybrid fuzzy two-stage controller for an induction motor// Published SMC'98 Conference Proceedings. 1998 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (Cat. No.98CH36218)
- [9]. Shi K.L., Chan T.F., Wong Y.K. A novel two-stage speed controller for an induction motor //Published The 1997 IEEE Biennial International Electrical Machines and Drives Conference, Paper MD2-4 May 18–21, 1997, Milwaukee, Wisconsin, U.S.A. 1997 IEEE.
- [10]. Bose B.K. Modern power electronics and ac drives // Published Englewood Cliffs, New Jersey, 1986.
- [11]. Ibrahim Z., Levi E. A comparative analysis of Fuzzy Logic and PI controller in High-Performance AC machine drives using Experimental Approach // Published IEEE Trans. Industry Application, vol.38, no.5, pp 1210-1218, Sep/Oct 2002.
- [12]. Moorthi P. V. P., Singh A. P., Agnivesh P. Regulation of water resources systems using fuzzy logic: a case study of Amaravathi dam //Published 16 September 2016 / Accepted: 31 July 2018. © The Author(s) 2018
- [13]. Nikolaev V.G. Improvement of the Procedures for Assessing the Energy Efficiency of Pumping Systems // Published June 2023 Power Technology and Engineering 56(3) DOI:10.1007/s10749-023-01516-w.
- [14]. Shavazov A.A., Ishanova D.A., Norboyev A.E. Kaskad nasos stansiyalarining energiya samarador ish rejimlari va parametrlarining tahlili //Innavatsion texnologiyalar. 2024/3(55)-son. ISSN 2181-4732.
- [15]. Nikolaev V. G. Analysis of the energy efficiency of various methods of control of pumping units with controllable drive // Vodosnab. Sanit. Tekhn., No. 11, Part 2 (2006).

ЭНЕРГИЯ ИСТЕМОЛИ ОБЪЕКТЛАРИНИНГ ЭНЕРГЕТИК ТАДҚИҚОТЛАРИДА
ИҚТИСОДИЙ ВА ЭКОЛОГИК ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИК КЎРСАТКИЧЛАРИНИ
ТАТБИҚ ЭТИШ ЗАРУРИЯТИ

Н.Н. Садуллаев, Ш.Н. Нематов

Бухоро давлат техника университети
(Қабул қилинди 19.06.2025 й.)

Аннотация. Мақолада энергия истемоли объектларининг энергетик тадқиқотларида иқтисодий ва экологик энергия самарадорлик кўрсаткичларини татбиқ этиши зарурияти хорижий давлатлар тажрибаси асосида асосланган. Энергия истемоли объектларини “яшил” энергияга экологик энергия самарадорлик кўрсаткичлари орқали ўтиши ва рағбатлантириши механизмлари тақлиф этилган.

Калим сўзлар. Энергия самарадорлик, энергия тежаши, энергия самарадорлик кўрсаткичлари, фойдали иш коэффициентини, маҳсулотнинг энергия сизими, энергия ресурс, электр энергияси, ЯИМ, экология, чиқиндилар

Аннотация. В статье обосновано необходимость применения экономических и экологических показателей энергоэффективности в энергетических обследованиях объектах энергопотребления на основе опыта зарубежных стран. Предложена механизм перехода и стимулирования «зеленой» энергии в объектах энергопотребления на основе экологических показателей энергоэффективности.

Ключевые слова. Энергоэффективность, энергосбережение, показатели энергоэффективности, коэффициент полезного действия, энергоёмкость продукции, энергоресурс, электроэнергия, ВВП, экология, выбросы

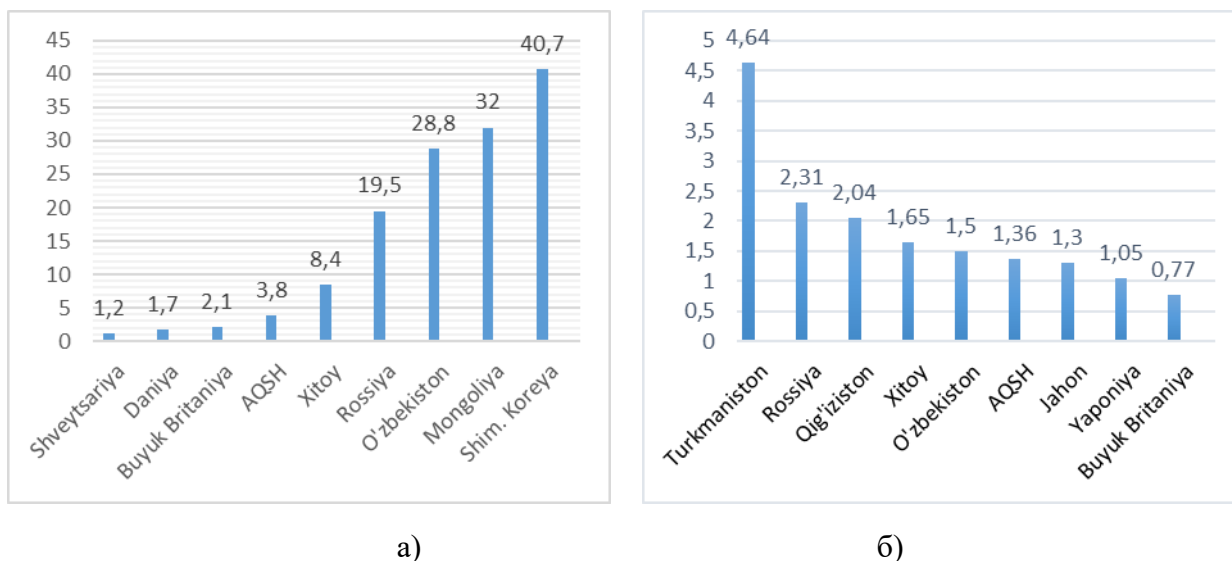
Annotation. The article substantiates the need to apply economic and environmental indicators of energy efficiency in energy surveys of energy consumption facilities based on the experience of foreign countries. A mechanism for the transition and stimulation of "green" energy in energy consumption facilities based on environmental energy efficiency indicators is proposed.

Keywords. Energy efficiency, energy conservation, energy efficiency indicators, efficiency, energy intensity of products, energy resource, electricity, GDP, ecology, emissions

Ўзбекистон энергия самарадорлик кўрсаткичлари бўйича жаҳон рейтингларида турлича ўринларни эгаллайди. Энергия самарадорликни техник кўрсаткичлари бўйича юқори ўринларни эгалласа, бирлик қийматдаги маҳсулотни ишлаб чиқаришда атроф-муҳитни ифлослантириш кўрсаткичи бўйича ҳам етакчи ўринларни эгалламоқда. Охириги йилларда Республикамизда энергия самарадорликни ошириш бўйича бир қатор ҳуқуқий –мейёрий ҳужжатлар чиқарилди. Жумладан, 2024 йил 7 августда қабул қилинган ЎРҚ-940-сонли “Энергияни тежаш, ундан оқилона фойдаланиш ва энергия самарадорлигини ошириш тўғрисида” Ўзбекистон Республикасининг қонуни, ЎзР ВМ 2024 йил 19 октябрдаги “Ёқилғи-энергетика ресурслари истеъмолчиларини ҳамда бино ва иншоотларни энергия истеъмолини энергия аудитидан ўтказиш тартибларини белгилаш тўғрисида” 690-сонли қарори, 2025 йил 27 мартдаги ПФ-63-сонли “Энергия самарадорлигини ошириш соҳасида давлат бошқарувини такомиллаштириш ва энергия сервис компаниялари хизматлари бозорини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида” Ўзбекистон Республикаси Президентининг Фармони ва бошқа ҳуқуқий –мейёрий ҳужжатлар қабул қилинди ва вазифалар белгиланди. Ушбу вазифалар ижроси Ўзбекистонни жаҳон рейтингларида юқорироқ бўлишини таъминлай оладими.

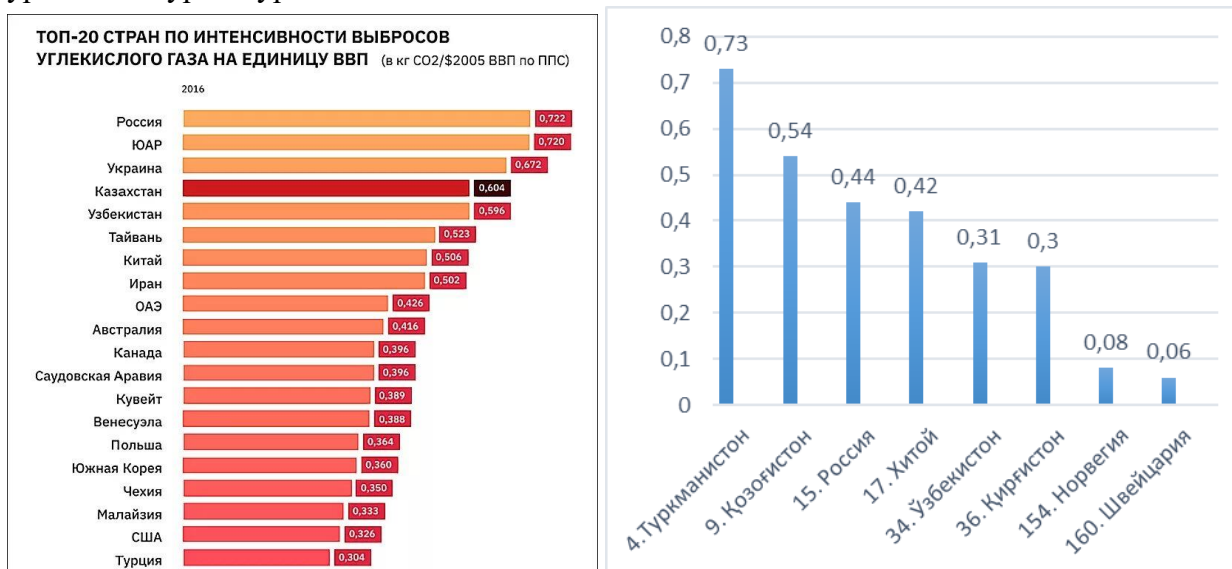
Халқаро ташкилотлар маълумотларига кўра Ўзбекистон бир қийматдаги (1 АҚШ доллари) маҳсулотни ишлаб чиқаришда сарфланган энергия миқдорига кўра жаҳонда энг паст кўрсаткичлардан бирига эга бўлиб [1], 28.8 Мж/\$ ни ташкил этган бўлса (1-расм, а),

айрим маълумотларда эса АҚШ долларини ушбу давлатдаги харид қобилиятига кўра 1.5 кВт·соат/\$ қийматга эга бўлиб (1-расм, б) жаҳонда 42 –ўринни эгаллаган [2].



1-расм. 1 АҚШ доллари қийматдаги маҳсулот ишлаб чиқаришда энергия сарфи, а)- Мж/\$ ва б)- кВт·соат/\$.

Ўзбекистон бирлик маҳсулотни ишлаб чиқаришда атроф-муҳитга зарарли моддалар чиқариш бўйича ҳам жаҳонда етакчи ўринлардан бирини эгаллайди [3, 4]. Бунда 1 АҚШ долларига (а- номинал ва б - харид қобилияти бўйича) тенг қийматдаги маҳсулотни ишлаб чиқаришда атроф муҳитга чиқарилган зарарли моддалар миқдори бўйича жаҳон давлатлар ўртасидаги ўрни кўрсатилган.



2-расм. Бирлик қийматдаги маҳсулотни ишлаб чиқаришда атроф-муҳитга етказилган зарар бўйича давлатлар рўйхати.

Хўш, нима учун бу кўрсаткичлар бизнинг иқтисодиётимизда анча паст. Ҳозирги кунда энергетик тадқиқотларда энергия самарадорлик кўрсаткичлари сифатида асосан 2 та кўрсаткич: бирлик маҳсулотнинг энергия сиғими ва энергиядан фойдаланишда фойдали иш коэффициенти (ФИК) фойдаланилади. Халқаро тажрибада эса бундан ташқари, бирлик қийматдаги маҳсулотнинг энергия сиғими ва бирлик қийматдаги маҳсулотни ишлаб

чиқаришда атроф муҳитга етказилган зарар кўрсаткичларидан фойдалиналиди [5, 6]. Жаҳон давлатлари бўйича энергия самарадорликни баҳолашда “ялпи ички маҳсулотнинг энергия сифими” кўрсаткичидан фойдаланилади [5].

Иқтисодий тиричиликнинг турли соҳаларида фаолият олиб бораётган корхоналарнинг аксарияти ривожланган хорижий давлатлардан олиб келинган замонавий технологиялар асосида ишлаётгани сабабли ушбу маҳсулотларнинг техник самарадорлик кўрсаткичлари (маҳсулот бирлигига солиштира энергия сарфи ва ФИК) деярли бир хил қийматга эга. Энергия ишлаб чиқарувчи манбалар ва қурилмаларни, энергияни узатиш ва тақсимлаш тизимларининг ҳам фойдали иш коэффициентлари (ФИК) ҳам деярли фарқ қилмайди. Шунга қарамадан, Ўзбекистоннинг энергия самарадорлик кўрсаткичини (ялпи ички маҳсулотнинг энергия сифими бўйича) жаҳоннинг ривожланган давлатлари кўрсаткичларидан бир неча марта паст эканини кўриш мумкин.

Бизда энергия самарадорлик иқтисодий кўрсаткич сифатида эмас маҳсулотнинг ўлчов бирлигига нисбатан энергия сарфини белгиловчи техник кўрсаткич сифатида ҳисобланади. Бу ўз навбатида, Ўзбекистонда асосан энергия сифими юқори ва арзон маҳсулотлар (қурилиш материаллари, қишлоқ хўжалиги, иккиламчи энергия ресурслар ишлаб чиқариш, ва ш.ў.) ишлаб чиқариш ривожланишини таъминлаган. Агар, бу маҳсулотларни энергия самарадорлик кўрсаткичи бирлик қийматдаги маҳсулотга нисбатан энергия сарфи ёки атроф-муҳитни ифлослантириш кўрсаткичи бўйича ҳисобланса бу кўрсаткич анча паст чиқади, аммо, бунинг учун энергия истемолчисига ҳеч қандай эътироз билдирилмайди. Иқтисодий соҳаларидаги энергия самарадорликни фақат техник кўрсаткичларда ҳисоблаш Ўзбекистонни жаҳон рейтингда ЯИМ энергия сифими энг юқори давлатлар қаторига киришига сабаб бўлмоқда.

Ушбу кўрсаткичларни мисолларда таҳлил қиламиз. ЯИМ асосан электр энергияси истемол қилувчи қурилмаларда яратилади. Ўзбекистонда ишлаб чиқарилаётган электр энергиясига тенг миқдорда электр энергияси ишлаб чиқараётган давлатлардаги жон бошига ЯИМ ва электр энергияси миқдорини таҳлил қиламиз [7, 8].

1-жадвал. Жаҳон давлатларида электр энергия самарадорлиги кўрсаткичлари (2023 йил).

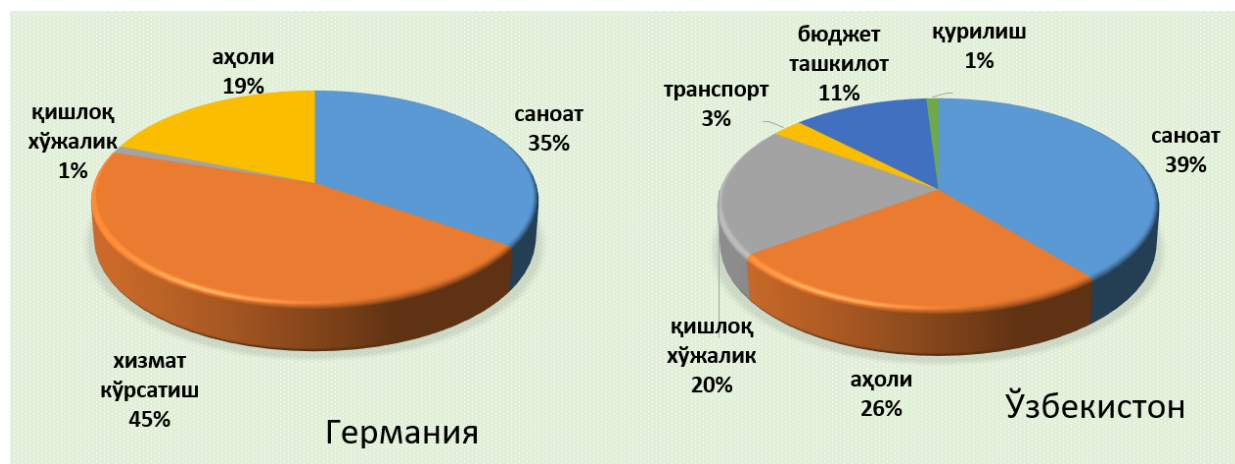
	Давлат номи	ЭЭ ИЧ (ўрни), млрд. кВт.с.	ЯИМ (ўрни), млрд. долл.	ЯИМ нисбати, барабар	Аҳоли, млн. киши	Жон бош. ЯИМ (ўрни) долл.	Жон бошига ЭЭ ИЧ (ўрни), кВт.соат
1.	Колумбия	90,4 (89)	343(43)	4.38	50,883	6741 (91)	1776 (101)
2.	Исроил	74.4 (48)	370(32)	4.62	9,136	33370 (18)	8087 (29)
3.	Австрия	67.8 (49)	456 (27)	5.7	8,915	51121 (13)	7600 (18)
4.	Швейцария	66,8 (50)	818 (20)	10,2	8,637	94785 (21)	7831 (21)
6.	Ўзбекистон	76,3 (45)	80,4 (71)	1	36,14	2200(146)	2119 (88)
7	Ангола	14.5 (68)	106.8 (67)	1.32	36.7	2029 (143)	395 (128)

Жадвал маълумотларидан кўринадики бошқа давлатларда Ўзбекистонда ишлаб чиқарилган электр энергиясига тенг электр энергияси ишлаб чиқарган ҳолда бир неча барабар кўп миллий даромад олишга эришган ва ЯИМ бўйича энергия самарадорлик кўрсаткичи ҳам бир неча барабар юқори. Қавс ичидаги рақам жаҳон рейтингдаги ўрнини

билдиради. Аҳолиси биз билан тенг Ангола давлати эса биздан 5,26 баравар кам электр энергияси ишлаб чиқариб 1,3 баравар кўп миллий даромадга эришган.

Шундай қилиб, “бирлик” даромадни олиш учун энергия тақчил бўлган давлатларда кўп энергия сарфланган, энергия кўп бўлган давлатларда эса энергия кам (тежамкор) сарфланган. Бундай натижанинг сабабларидан бири энергия самарадорлик кўрсаткичи бирлик даромад билан ҳисобланганини кўрсатиш мумкин. Ўзбекистонда электр энергияси тақчиллигини сабабини электр энергиясини ишлаб чиқарувчи ёки узатувчи корхоналардан эмас электр энергиясини истемол қилувчилардан излашимиз керак бўлади.

Бундай кўрсаткичларни келиб чиқиш сабабини Германия ва Ўзбекистон электр энергияси истемолчилари таркиби асосида таҳлил қиламиз. Ўзбекистон уй хўжалиги электр энергия истемоли салмоғи энг катта улушга эга давлатлар қаторига киради. Бунда, аҳоли улуши 26% ни, бюджет ташкилотлари эса 11% бўлиб жами 37% ни ташкил этади. Ривожланган давлатларда бу кўрсаткич 20% дан кам бўлади. Ўзбекистон қишлоқ хўжалигининг электр энергия истемоли улуши энг катта давлатлар қаторига кириб, унинг умумий энергия истемолида 20% ни ташкил этади. Бу кўрсаткич, масалан, Германияда 1% ни ташкил этади. Германияда миллий даромад асосан энергия сиғими анча кичик бўлган хизмат кўрсатиш соҳаси орқали яратилади.



2-расм. Германия ва Ўзбекистонда электр энергияси истемолчилари таркиби.

Юқоридаги таҳлиллардан қуйидаги хулосани қилиш мумкин. Ўзбекистонда энергия истемолчиларни асосий қисмини (57%) миллий даромадга деярли ҳисса қўшмадиган соҳалар ташкил этади. Ўзбекистон ишлаб чиқаришининг асосини атроф-муҳитни кўп ифлослантирувчи, энергия сиғими юқори ва арзон маҳсулотлар ишлаб чиқарувчи корхоналар ташкил этгани сабабли халқаро миқёсида энергия самарадорлик кўрсаткичлари бўйича паст ўринларда бўлишига сабаб бўлмоқда.

Бизда халқаро рейтингларда энг ёмон кўрсаткич бу бирлик қийматдаги маҳсулотни ишлаб чиқаришда атроф-муҳитни ифлослантириш кўрсаткичи ҳисобланади (2-расм). Хўш, нима учун бизда ушбу кўрсаткич жуда паст. Ушбу кўрсаткич “яшил” энергиядан фойдаланишнинг асосий самарадорлик кўрсаткичи бўлишига қарамасдан энергетик тадқиқотларда ушбу кўрсаткич татқиқ этилмайди. Ишлаб чиқариш корхоналарида энергиядан фойдаланиш самарадорлигини ошириш мақсадида энергия таъминоти тизимида қайта тикланувчан энергия манбаларидан фойдаланиш салмоғи ошиб бормоқда. Аммо, ушбу ўзгаришлар корхона энергия самарадорлик кўрсаткичларида ўз аксини топмаяпти. Масалан, корхонада қайта тикланувчан энергия манбаларидан фойдаланганда энергия самарадорлик кўрсаткичи ўзгармайди. Чунки бу кўрсаткич энергия манбасига боғлиқ эмас. Ҳолибуки,

кайта тикланувчан энергия манбаларидан жорий этиш бирламчи энергия ресурслардан фойдаланишни ва атроф-муҳит ифлосланиш микдорини камайтиради ҳамда энергия таъминоти ишончилигини оширади. Шунинг учун, энергия истемоли объектларини “яшил” энергия манбаларига ўтказиш асосан мажбурий ёки маъмурий босим остида амалга оширилмоқда.

Юқоридаги таҳлиллардан келиб чиққан ҳолда иқтисодиёт тармоқларида энергия самарадорликни ошириш бўйича ислохотларни амалга оширишда куйидаги муаммоларни қайд қилиш мумкин:

1. Ўзбекистонда жорий қилинган энергия самарадорликни белгиловчи кўрсаткичлар кўпроқ даромад олишга эмас асосан энергия тежашга асосланган техник кўрсаткичларни яхшилашга йўналтирилган.

2. Иқтисодиётимизда жорий этилган энергия самарадорлик кўрсаткичлари “яшил” энергиядан фойдаланиш самарадорлигини белгилай олмайди.

3. Иқтисодиётнинг турли соҳаларини ва турли маҳсулотларнинг энергия самарадорлиги кўрсаткичлари турли ўлчов бирлигида бўлгани сабабли уларни солиштириш имконияти мавжуд эмас.

Ушбу муаммоларни бартараф этиш мақсадида куйидагиларни амалга ошириш тавсия этилади.

- Энергия истемоли объектларида “яшил” энергиядан фойдаланишни рағбатлантириш мақсадида бирлик қийматдаги маҳсулотни ишлаб чиқаришда сарфланган энергия ва атроф-муҳитга етказилган зарар микдори билан аниқланадиган энергия самарадорлик кўрсаткичларни кенг жорий қилиш лозим.

- Энергетик тадқиқотларда аниқланадиган самарадорлик кўрсаткичларини аниқлашда замонавий энергетиканинг долзарб масалалари бўлган “яшил” энергетикага ўтиш, атроф-муҳитни ифлосланишини олдини олиш, энергия манбаларини диверсификациялаш ва энергия таъминотини марказсизлантириш ечимларига устиворлик бериш лозим.

- Ўзбекистонда электр энергиясини ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш билан бирга истемолчилар таркибини энергия сифими кичик ва юқори кўшимча қиймат яратишга ихтисослашган ишлаб чиқариш соҳаларига ўзгартириб бориш керак. Айниқса, рақамли иқтисодиётни яратиш, хизмат кўрсатиш соҳасини ривожлантириш, энергия тежамкор ва экологик тоза технологияларни жорий этишга эътиборни кучайтириш лозим.

- “Яшил” энергиядан фойдаланиш самарадорлигини белгиловчи кўрсаткичларни қамраб олган умумлашган самарадорлик кўрсаткичларини жорий этиш орқали энергия истемоли объектларини “яшил” энергетикага ўтиш жараёнини самаралироқ рағбатлантириш тизимини ишлаб чиқиш ва жорий этиш [7] мақсадга мувофиқ.

Адабиётлар

- [1]. <https://dzen.ru/a/ZnaKhKt9R3T5ZqWl>
- [2]. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_yenergy_intensity
- [3]. <https://kz.kursiv.media/2018-04-19/reyting-stran-po-intensivnosti-vybrosov-uglekislogo-gaza/>
- [4]. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_carbon_intensity_of_GDP
- [5]. Energy efficiency indicators: fundamental on statistic. OECD/IEA.org, 2014, 387p.
- [6]. Michael A. McNeil, Stephane de la Rue du Can. Energy efficiency indicators and Impact metrics. Lawrence national laboratory.
- [7]. https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_производству_электроэнергии
- [8]. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_\(номинал\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_(номинал))
- [9]. Sadullayev N.N., G'ofurov M.O., Ne'matova Z.N. “Яшил energetika”ni rivojlantirishni rag'batlantirishning me'yoriy ko'rsatkichlarini ishlab chiqish. Yashil iqtisodiyot va taraqqiyot. Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal. Maxsus son: iyun-iyul. Toshkent: 2024. 99-107 b.

УДК 621.311.25

НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ ПО РАЗРАБОТКЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК
С КИНЕТИЧЕСКОЙ ГИДРОТУРБИНОЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ
СВОБОДНОГО ПОТОКА ВОДЫ

Р.А. Мамедов¹, Г.Н. Узаков², Ж.Ж. Жамолов¹

¹Бухарский государственный технический университет, Узбекистан, rasul_91-92@mail.ru

²Каршинский государственный технический университет, Узбекистан
(Получена 18.08.2025 г.)

Аннотация. В статье рассматриваются современные научные подходы к проектированию и эксплуатации гидроэнергетических установок с кинетическими турбинами, функционирующими в условиях свободного потока воды. Особое внимание уделено установкам на плавучем основании, которые обеспечивают автономную и экологически чистую генерацию электроэнергии без необходимости строительства плотин и изменения русла водоёмов. Проведён анализ экспериментальных и теоретических исследований, охватывающих различные типы кинетических гидротурбин с диапазоном мощностей от 200 до 2000 Вт при скоростях потока 0,3–2,0 м/с. Выявлены ключевые параметры, влияющие на эффективность установки: диаметр кинетической гидротурбины, форма направляющих элементов, глубина погружения и стабильность крепления платформы. Несмотря на значительные успехи, остаются нерешёнными вопросы очистки от загрязнений и биологических обрастаний, устойчивости в условиях переменных потоков и экономической целесообразности в различных географических условиях. Полученные результаты подчёркивают потенциал применения таких установок для устойчивого энергоснабжения сельских и прибрежных регионов.

Ключевые слова: кинетическая гидротурбина, плавучее основание, гидроэнергетическая установка, свободнопоточный водоток, уровень потока воды, возобновляемая энергетика, энергоснабжение, коэффициент полезного действия.

Annotatsiya. Maqolada erkin oqimlarda ishlaydigan kinetik turbinali gidroenergetik qurilmalarni loyihalash va ekspluatatsiya qilish bo'yicha zamonaviy ilmiy yondashuvlar ko'rib chiqilgan. Alohida e'tibor, to'g'onlar qurish yoki suv havzalarining yo'nalishini o'zgartirishga ehtiyoj qoldirmaydigan, avtonom va ekologik toza energiya ishlab chiqarishni ta'minlovchi, qalqib turuvchi asosdagi qurilmalarga qaratilgan. 200 dan 2000 Vt gacha bo'lgan quvvatda, 0,3–2,0 m/s oqim tezligida ishlaydigan turli turdagi kinetik turbinalarning eksperimental va nazariy tadqiqotlari tahlil qilindi. Uskunalar samaradorligiga ta'sir etuvchi asosiy parametrlar aniqlandi: kinetik turbinaning diametri, yo'naltiruvchi elementlar shakli, cho'kish chuqurligi va platforma mustahkamligi. Qator yutuqlarga qaramay, ifloslanish va biologik qoplamalardan tozalash, o'zgaruvchan oqim sharoitida barqarorlik va turli geografik shartlarda iqtisodiy maqsadga muvofiqlik kabi muammolar saqlanib qolmoqda. Olingan natijalar bunday uskunalardan qishloq va sohil hududlarini barqaror energiya bilan ta'minlashda foydalanish imkoniyatlarini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: Kinetik gidroturbina, suzuvchi asos, gidroenergetik uskuna, erkin oqimli suv oqimi, suv sathi, qayta tiklanuvchi energetika, energiya ta'minoti, foydalanish koeffitsienti.

Abstract. This article reviews current scientific approaches to the design and operation of hydroelectric power plant systems using kinetic turbines functioning in free-flow water conditions. Special attention is given to floating-platform-based installations, which provide autonomous and environmentally friendly electricity generation without the need for dams or alteration of natural waterways. The study analyzes both experimental and theoretical research covering various types of kinetic hydro turbines with power outputs ranging from 200 to 2000 W at flow velocities between 0.3 and 2.0 m/s. Key parameters affecting system performance are identified, including turbine diameter, shape of flow-guiding elements, submersion depth, and platform stability. Despite significant progress, unresolved challenges remain, such as fouling and biofouling mitigation, stability under fluctuating flows, and economic viability across different geographic locations. The results highlight the potential of such systems to support sustainable energy supply in rural and coastal regions.

Keywords: kinetic hydro turbine, floating platform, hydroelectric power plant, free-flow stream, water flow level, renewable energy, energy supply, efficiency coefficient.

ВВЕДЕНИЕ

На фоне стремительного роста глобального спроса на электроэнергию, обострения климатического кризиса и истощения ископаемых ресурсов возрастает необходимость перехода к устойчивым источникам энергии. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ), включая солнечную, ветровую, биомассу и гидроэнергию, сегодня обеспечивают более 30 % мировой выработки электроэнергии и продолжают расти. Среди них гидроэнергетика традиционно занимает особое место благодаря высокой надёжности, масштабируемости и способности обеспечивать базовую нагрузку. В 2022 году гидроэнергия обеспечила около 15 % всей мировой генерации - 4 311 ТВт·ч, при этом установленная мощность превысила 1 220 ГВт (+22 ГВт за год), преимущественно в Китае, Бразилии, Канаде и США. Несмотря на это, рост выбросов CO₂ не прекращается: по данным IEA, в 2023 году они достигли 37,4 млрд тонн, увеличившись на 1,1 % по сравнению с предыдущим годом [1]. Эта картина подчёркивает ограниченность традиционных решений и необходимость гибких, децентрализованных подходов.

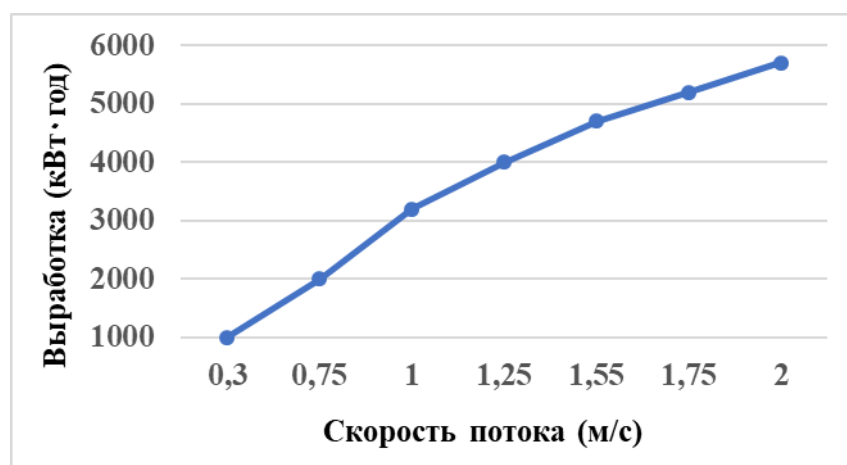


Рис. 1. Зависимость годовой выработки электроэнергии от скорости водного потока для кинетической гидроустановки.

морских течений оценивается в 5 000 ГВт, а энергетическая плотность может достигать 15 кВт/м². Эти системы уже демонстрируют КПД 45-60 % при скоростях потока 0,6-1,5 м/с и обеспечивают выработку до 5 000 кВт·ч/год [2]. На рисунке 1 представлена зависимость годовой выработки электроэнергии от скорости водного потока для кинетической гидроустановки. График демонстрирует, как увеличение скорости течения напрямую влияет на объём производимой энергии, что важно для выбора мест размещения оборудования.

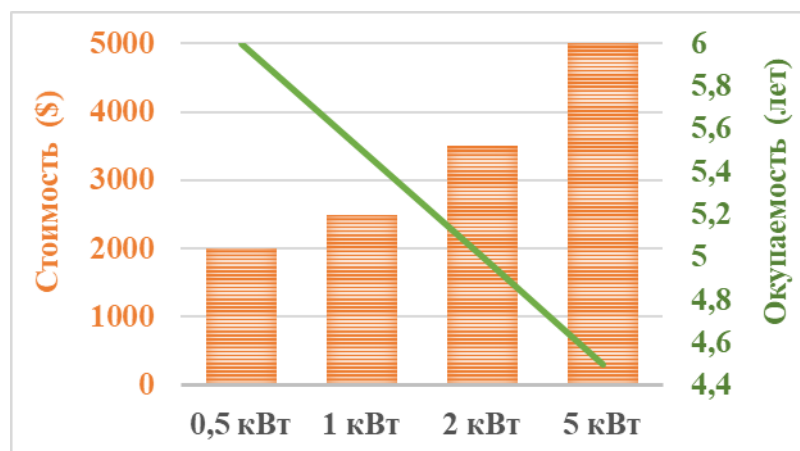


Рис.2. Капитальные затраты и срок окупаемости кинетических гидроустановок различной мощности.

при тарифах около \$0,14/кВт·ч [3]. На рисунке 2 показаны капитальные затраты и сроки

Одним из перспективных направлений становятся гидроэнергетические установки с кинетическими турбинами и плавающим основанием. Такие установки работают в условиях свободного потока воды (без плотин), используют кинетическую энергию течений и могут быть быстро развёрнуты даже в труднодоступных районах. Потенциал рек и

Существенным преимуществом является модульная и мобильная конструкция: установка на плавучей платформе упрощает транспортировку и монтаж, снижает экологическую нагрузку, а также адаптируется к различным глубинам и условиям течения. С экономической точки зрения, маломощные прототипы (0,5-5 кВт) требуют капитальных затрат \$2 000-5 000 и окупаются в течение 5-6 лет

окупаемости для прототипов кинетических установок различной мощности. Диаграмма позволяет сопоставить экономическую эффективность моделей и определить оптимальный диапазон инвестиций.

Однако для широкомасштабного внедрения остаются вызовы, включая защиту от биообрастания, устойчивость к волновым нагрузкам и сезонные колебания водотоков. Кроме того, сравнение эффективности различных моделей показывает варьирующийся уровень КПД в зависимости от параметров ротора и геометрии турбины [4]. На рисунке 3 представлено распределение коэффициента

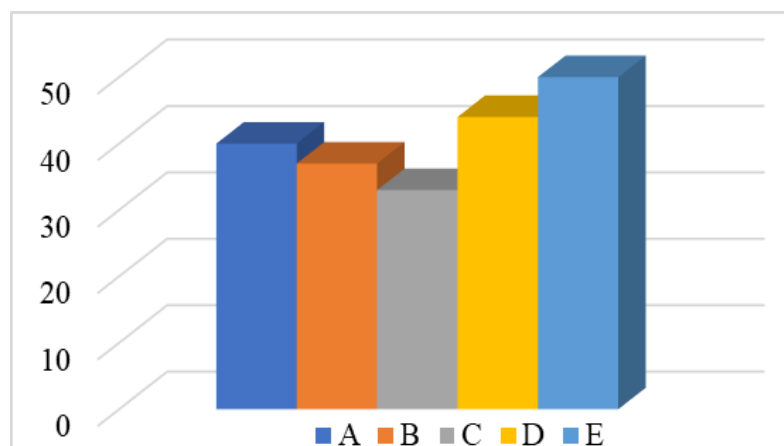


Рис. 3. Сравнительный анализ КПД различных конструкций кинетических гидротурбин.

полезного действия (КПД) пяти различных моделей кинетических турбин, упорядоченных по возрастанию энергоэффективности: А-горизонтальная осевая турбина с прямыми лопастями на фиксированной платформе (~40 %), представляет собой базовый тип с умеренной эффективностью;

В-винтовая турбина Архимедова типа (~37 %), отличается простой конструкцией и высокой устойчивостью к биообрастанию, но уступает другим моделям по КПД; С - вертикальная турбина типа Дарье с направляющим кожухом (~33 %), устойчива к турбулентным потокам, но имеет ограниченную аэродинамическую эффективность; D - плавающая горизонтальная турбина с осевым ротором (~44 %), адаптирована к мелководным условиям и демонстрирует хорошие показатели в нестабильных потоках; Е - двухроторная турбина с противоположным вращением роторов (~50 %), обладает наивысшим КПД среди рассмотренных за счёт эффективного использования энергии потока. Приведённый график позволяет сопоставить энергетическую эффективность решений с учётом конструктивных и эксплуатационных факторов.

Цель исследования - проанализировать современные научно-технические решения, направленные на разработку и оптимизацию кинетических гидроэнергетических установок с плавучим основанием, функционирующих в условиях свободного потока воды, с акцентом на их эффективность, надёжность и применимость в удалённых и нестабильных энергорегионах.

Задачи исследования включают: обзор типов конструкций турбин и платформ; анализ гидродинамических параметров, влияющих на мощность и КПД; оценку экономической эффективности и экологических аспектов; а также формулировку рекомендаций по применению таких систем в условиях Узбекистана и аналогичных регионов.

Научные подходы по разработке гидроэнергетических установок с кинетической турбиной, работающей в условиях свободного потока воды

Гидроэнергетические установки на базе кинетических турбин, использующих энергию свободнопоточных водотоков (рек, каналов, приливов), представляют собой перспективное направление для децентрализованной генерации электроэнергии, особенно в удалённых и труднодоступных районах. В отличие от традиционных плотинных ГЭС, такие системы не требуют создания водохранилищ и оказывают минимальное воздействие на окружающую среду. Научные исследования в этой области сосредоточены на разработке различных конструкций турбин: осевых, поперечно-поточных (crossflow), а также роторных

систем Дарье и Савониуса, каждая из которых имеет свои преимущества в зависимости от скорости и глубины потока [5].

Особое внимание уделяется численному моделированию потоков в CFD-средах (ANSYS Fluent, OpenFOAM), что позволяет анализировать вихревые структуры, КПД турбин, а также влияние формы лопастей и обтекателей на энергетические характеристики. Экспериментальные прототипы, включая турбины с диффузорами, плавучими основаниями и модульной архитектурой, разрабатываются с учётом условий конкретных локаций - от рек с низкой глубиной до морских приливных каналов. В ряде исследований отмечается, что при скорости потока 1,5-2 м/с кинетическая турбина диаметром 1-1,5 м способна вырабатывать от 0,5 до 2 кВт электроэнергии [6].

Современные подходы также включают оптимизацию турбин по критерию коэффициента мощности (C_p), реализацию систем автоматического позиционирования по направлению течения, а также интеграцию с накопителями энергии и телеметрическими модулями для мониторинга. Актуальными задачами остаются повышение надёжности работы в условиях колебаний потока, устойчивость к мусору, а также снижение стоимости жизненного цикла установки. В перспективе предполагается расширение применения таких установок в составе гибридных энергосистем с солнечной и ветровой генерацией, а также использование в качестве источника энергии для водородного производства вблизи рек и каналов [7].

Анализ современных научных подходов

Проанализируем научно-исследовательские публикации и технические разработки, отражающие отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации гидроэнергетических установок с кинетической турбиной на плавучем основании, функционирующих в условиях свободного потока воды:

Улугбек Азимов и др. в своём исследовании представили вихревую гидрокинетическую установку VAG (Vortex-Assisted Generation), предназначенную для выработки электроэнергии от медленных водных потоков со скоростью менее 0,5 м/с. Конструкция устройства включает направляющий элемент, усиливающий поток за счёт индукции вихрей, и горизонтальную ось вращения с композитным ротором. Согласно результатам численного моделирования и лабораторных испытаний, установка диаметром 1,5 м при скорости потока 0,45 м/с способна генерировать до 420 Вт мощности при КПД около 37 %. Годовая выработка энергии оценивается в пределах 3,6-4,1 МВт·ч, а капитальные затраты на изготовление и установку прототипа составили 1270 долларов США, при этом срок окупаемости - около 5 лет с учётом средней рыночной стоимости электроэнергии 0,15 \$/кВт·ч. Основным недостатком системы является зависимость от стабильности вихреобразующего элемента: при нестабильных потоках снижается производительность турбины. Также отмечено, что конструкция требует регулярной очистки от водорослей и наносов, что увеличивает эксплуатационные издержки в природных условиях [8].

Ареззо Хасанкхани и др. предложили инновационную плавающую гидрокинетическую турбину с регулировкой плавучести (МНК) под брендом Control Co-Design, где оптимизировались геометрия ротора, параметры генератора и траектория движения платформы. В результате сравнительных тестов прототип мощностью 5 кВт, функционирующий в условиях течения 1,0-1,5 м/с, демонстрировал повышение отношения мощности к массе конструкции на 15-20 % по сравнению с базовой моделью. Капитальные затраты на изготовление и установку составили около 4 500 USD, а срок окупаемости оценён примерно в 5 лет при средней стоимости электроэнергии 0,17 \$/кВт·ч. Среди ключевых преимуществ - повышенная энергоэффективность за счёт адаптивного управления и возможности эксплуатации в различных условиях воды. Недостатками являются высокая сложность системы управления (особенно ПО для контроля плавучести), потенциальные риски отказа из-за отказа датчиков, а также отсутствие испытаний в экстремальных

гидрологических условиях, что ограничивает выводы о долговечности и надёжности системы [9].

Эдвин Чиса и др. провели полномасштабные натурные испытания плавающей гидрокинетической турбины горизонтального осевого типа в реке Сину (Колумбия). Турбина диаметром 1,58 м с тремя лопастями при скорости потока 1,5 м/с способна производить до 1 кВт с коэффициентом мощности 0,409, обеспечивая среднесуточную генерацию ~6,5 кВт·ч и годовую - около 8,8 МВт·ч. Прототип был изготовлен и установлен при капитальных затратах около \$6 200, а расчётный срок окупаемости составляет примерно 4,3 года при цене электроэнергии \$0,14/кВт·ч. Преимущества включают устойчивую работу и простую интеграцию в сеть, а также возможность модульного расширения. Недостатками признана высокая чувствительность к ветровым перегрузкам и необходимость балансировки платформы, а также необходимость предварительного гидрологических обследований и ограничения по глубине водоема для установки [10].

Ву К. и др. провели тщательное численное и экспериментальное исследование влияния параметров конструкции на производительность гидрокинетической турбины типа Савониуса, ориентированной на малые водные потоки. Были изучены различные конфигурации: число лопастей (2, 3, 6, 8), угол открытия дуги лопасти (180° и 135°), и угол установки лопасти (0°, ±22,5°). По результатам экспериментов в водяной канал при числе Рейнольдса $Re \approx 6.7 \times 10^5$, наиболее эффективным оказался вариант из 6 лопастей с дугой 135° и углом установки 0°, обеспечивающий максимальный коэффициент мощности $C_p = 0.099$ на оптимальном коэффициенте скорости (TSR ≈ 0.34). Численное моделирование показало отличное совпадение с экспериментами, минимальная расхождение составило менее 5 %. Преимущественно отмечается простота изготовления конструкции и хорошая стартовая способность при низких скоростях потока. Однако, максимальная мощность остаётся невысокой - порядка сотен ватт - что ограничивает применение данной турбины без масштабирования. Кроме того, турбина отличается относительно низкой плотностью мощности и высоким уровнем вибраций при неидеальной сбалансированности [11].

Слейнен и др. провели оптимизацию конструкции плавающего «колеса свободного потока», типичной водной мельницы, с использованием двумерной CFD-модели, связанной с генетическим алгоритмом. Исследовалась геометрия лопастей - число, глубина и укорочение - в 2000 вариантах, выявив оптимальный дизайн: 8 лопастей с полной погружённостью в нижней точке и короткими корнями. Это решение обеспечило повышение коэффициента мощности и уменьшение потребления материала на 71 %, при этом гидравлическая эффективность возросла на ~8 % по сравнению с предыдущими конфигурациями. Авторы оценивают, что такая оптимизация позволяет довести мощность установки до ~1-1,2 кВт при стандартной глубине потока 0,7 м и скорости 1,0 м/с. При расчётной цене в 1000 USD за минимально ресурсозатратный прототип срок окупаемости составит 4-5 лет при цене энергии 0,14 \$/кВт·ч. К преимуществам относятся экологичность (отсутствие преград в реке), низкие материалы и высокое быстродействие благодаря лопастям lift-типа. Недостатки - только двумерная модель, игнорирующая трёхмерные эффекты, и потенциал вибраций при входе/выходе лопастей, что требует проверки на практике [12].

Ж. Парк и соавторы разработали и провели численную оптимизацию конструкции обтекателя (канала) для гидрокинетической турбины мощностью 5 кВт с использованием комплексного CFD-подхода. Турбина была размещена в канале с постоянной скоростью потока 1,2 м/с. В результате оптимизации было достигнуто увеличение коэффициента мощности до 0,50, что близко к пределу Беца. Моделирование показало, что оптимальная геометрия обтекателя позволяет сфокусировать поток и увеличить локальную скорость на роторе до 1,9-2,1 м/с. Согласно расчётам, установка обеспечивает до 5,2 кВт мощности при рабочем потоке, с ожидаемой годовой выработкой ~41 МВт·ч. Капитальные затраты на производство прототипа составляют около 4700 долл. США, срок окупаемости - 4,1 года при цене энергии 0,14 \$/кВт·ч. К преимуществам авторы относят высокую эффективность,

компактность и возможность применения в руслах с ограниченным пространством. Основным недостатком является сложность производства обтекателя и высокая чувствительность к засорению в реальных условиях эксплуатации [13].

Бриан Кирке в обзорной статье осветил технологии гидрокинетических турбин для рек среднего размера, включая осевые, Савониус- и турбовинтовые конструкции. Автор анализировал установки диаметром 0,6-1,5 м при скорости потока 1-2 м/с, выявив средние значения мощности 150-750 Вт и КПД 25-45 %. Согласно оценкам, капитальные затраты варьируются между \$1 500 и \$4 000, а срок окупаемости составляет 4-7 лет при цене электроэнергии \$0,14-0,18/кВт·ч. Преимущества систем - простота конструкции, автономность без плотины, адаптивность к речным условиям. Недостатки включают изменчивость производительности в зависимости от сезонного стока и необходимость регулярного обслуживания. Особенно подчеркнута важность учёта эффекта зазора (blockage), который может существенно увеличить мощность [14].

Марина Барбарич и др. провели детальный численный и экспериментальный анализ микрогидрокинетической турбины с крестообразным ротором, оптимизируя угол атаки и профиль лопастей для повышения эффективности. При диаметре 2 м, глубине потока $\approx 0,7$ м и скорости воды 1,0 м/с турбина в оптимальной конфигурации показала увеличение коэффициента мощности на 81 %-до уровня близкого к предельному (Betz), что обеспечивает генерацию до 1-1,2 кВт. Годовая выработка составляет около 8-10 МВт·ч. Капитальные затраты на производство прототипа - порядка 1000 USD, а срок окупаемости оценивается в 4-5 лет при цене электроэнергии 0,14 \$/кВт·ч. В числе преимуществ - достижение КПД близкого к теоретическому максимуму с использованием простого обтекателя, экологичность и компактность решения. Однако недостатки: модель основана исключительно на CFD, без физического прототипа - возможны ошибки, связанные с трёхмерными эффектами, свободной поверхностью и кавитацией; кроме того, сложность изготовления обтекателя и риск засора в условиях природных потоков требуют дополнительной практической проверки [15].

Неохваченные аспекты в предыдущих исследованиях

Несмотря на возрастающее внимание к разработке гидроэнергетических установок с кинетическими турбинами на плавучих основаниях, анализ существующих научных публикаций показывает наличие ряда неохваченных или недостаточно изученных аспектов. Во-первых, подавляющее большинство работ фокусируется на лабораторных моделях и численном моделировании, тогда как реальные полевые испытания в условиях природных водоёмов остаются ограниченными. Это приводит к недостаточному пониманию поведения таких систем в условиях изменчивого течения, биологических обрастаний и сезонных колебаний уровня воды.

Во-вторых, наблюдается слабая проработка вопросов структурной устойчивости плавучих платформ при воздействии ветровых и волновых нагрузок. Конструктивные решения, обеспечивающие надёжную якорную фиксацию и гашение колебаний установки, как правило, описываются фрагментарно или отсутствуют вовсе. Кроме того, многие исследования не учитывают влияние взаимного расположения нескольких установок в кластерах (плотах), что может вызывать гидродинамическое взаимодействие и снижать общую эффективность системы.

В-третьих, практически не представлены системные исследования по интеграции подобных установок в автономные или сетевые энергетические комплексы, особенно в сочетании с накопителями энергии или электролизёрами для выработки «зелёного» водорода. Экономические параметры (срок окупаемости, уровень затрат на обслуживание, стоимость единицы сгенерированной энергии) чаще всего оцениваются приблизительно, без учёта реальных условий эксплуатации в конкретных регионах.

Ещё одним упущением является недостаточная адаптация конструкций к условиям мелководных и замерзающих водоёмов, характерных, например, для Центральной Азии.

Исследования редко касаются вопросов ремонтпригодности и простоты монтажа систем в удалённых районах с ограниченной инфраструктурой.

Таким образом, существует необходимость в более комплексных, междисциплинарных исследованиях, охватывающих не только гидродинамику и механику турбин, но и вопросы системной интеграции, надёжности, устойчивости к климатическим факторам и жизненного цикла установок в реальных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка гидроэнергетических установок с кинетическими турбинами на плавучих основаниях представляет собой перспективное направление в области децентрализованного и устойчивого энергоснабжения, особенно в регионах с ограниченным доступом к централизованным сетям. Выполненный анализ показал, что подобные установки обладают рядом преимуществ, включая экологическую безопасность, простоту монтажа и возможность эксплуатации в условиях слабых и среднескоростных водотоков без строительства плотин и других капиталоемких сооружений.

Обзор современных научных исследований и технических решений позволил выделить ключевые подходы к проектированию и оптимизации таких систем, включая выбор типа кинетической турбины, геометрию ротора, параметры плавучей платформы и способы её фиксации. Анализ энергетических характеристик ряда прототипов показал достижение мощности от 200 до 2000 Вт при скоростях потока 0,5–2,0 м/с, что подтверждает их эффективность при автономном энергоснабжении малых потребителей.

В то же время, выявлены неохваченные аспекты, требующие дальнейшего научного изучения: устойчивость систем в условиях переменных гидрологических режимов, вопросы сервисного обслуживания, интеграция с аккумуляторными модулями и водородными контурами, а также экономическая целесообразность для различных сценариев использования. Перспективным направлением исследований является создание интеллектуальных модулей управления, адаптирующих параметры работы турбины к изменяющимся условиям водного потока.

Таким образом, дальнейшее развитие данной области требует междисциплинарного подхода, включающего гидродинамическое моделирование, конструкционную механику, экономическую оценку жизненного цикла и разработку стандартов для надёжной и масштабируемой реализации кинетических гидроэнергетических систем на плавучем основании.

Список литературы

- [1]. Ember. *Global Electricity Review 2023*. Ember Climate, 2023.
- [2]. Ahmed, S., et al. Kinetic turbines for decentralized hydropower. *Renewable Energy*, 2022.
- [3]. Claveria, I., et al. (2021). Floating low-head microhydropower systems: Design, implementation and feasibility. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110911.
- [4]. Ier, A., et al. (2022). Review of performance, cost and optimization of hydrokinetic energy devices. *Renewable Energy Focus*, 42, 1–15.
- [5]. Bahaj, A. S., & Molland, L. E. (2003). Fundamentals applicable to the utilisation of marine current turbines for energy production. *Renewable Energy*, 28(14), 2205–2211.
- [6]. Kirke, B. K. (2008). Developments in ducted water turbines. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*, 222(5), 455–464.
- [7]. Allaei, D., & Andreopoulos, Y. (2013). Portable hydrokinetic energy conversion system. *Renewable Energy*, 50, 1047–1054.
- [8]. Ulugbek Azimov, Md. Ziaul Hoque, Mohammad Taufiq. Development and performance analysis of a vortex-assisted hydrokinetic turbine for low-velocity river currents. *Energy Reports*, 2021, Vol. 7, pp. 6947–6960.
- [9]. Arezoo Hasankhani, Yufei Tang, Austin Snyder et al. Control Co-Design for Buoyancy Controlled MHK Turbine: A Nested Optimization of Geometry and Spatial-Temporal Path Planning. *arXiv*, 2021, pp. 1–7.
- [10]. Edwin Chica, Laura Velásquez, Ainhoa Rubio-Clemente et al. Full-Scale Experimental Assessment of a Horizontal Axis Hydrokinetic Turbine for River Applications: A Challenge for Developing Countries. *Energies*, 2025, Vol. 18(7), Article 1657.

- [11]. Kuo Tsai Wu, Kuo Hao Lo, Ruey Chy Kao, Sheng Je Hwang. Numerical and Experimental Investigation of the Effect of Design Parameters on Savonius Type Hydrokinetic Turbine Performance. *Energies*, 2022, Vol. 15(5), Article 1856.
- [12]. Olivier Cleynen, Sebastian Engel, Stefan Hoerner, Dominique Thévenin. Optimal design for the free stream water wheel: A two-dimensional study. *Energy*, 2021, Vol. 214(C), Article 118880.
- [13]. J. Park, H. Kim, S. Lee. CFD-based design optimization of a 5 kW ducted hydrokinetic turbine. *arXiv preprint*, 2024, arXiv:2402.01234, pp. 12–28.
- [14]. Brian Kirke. Hydrokinetic turbines for moderate-sized rivers: A review of affordability, performance, and deployment challenges. *Energy for Sustainable Development*, 2020, Vol. 58, pp. 182–195.
- [15]. Marina Barbarić, Zvonimir Guzović et al. Investigation of the Possibilities to Improve Hydrodynamic Performances of Micro Hydrokinetic Turbines. *Transactions of FAMENA*, 2020, Vol. 44(3), pp. 125–135.

KONUSLI MAYDALAGICHNING ISH JARAYONI VA UNING O'RTACHA QUVVAT SARFI O'RTASIDAGI BOG'LIQLIKNI ANIQLASH

J.A. Mavlonov, J.S. Olimov

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,

Tel.: (91) 3082083, Jonibek.nsmi@gmail.com

Tel.: (93) 3732328, olimovjasur2328@gmail.com

[*\(Qabul qilindi 18.08.2025 y.\)*](#)

Annotatsiya. *Tog'-kon va qurilish sanoatida mineral xom ashyoni maydalash va yanchish jarayonlari keng tarqalgan, hamda elektr energiyani ko'p talab qiladigan texnologik jarayonlar bo'lib, tog'-kon sanoati korxonalarida iste'mol qiladigan elektr energiyasining 25% ga yaqinini tashkil qiladi. Hozirgi vaqtda maydalash jarayonlari eng ko'p energiya talab qiladigan operatsiyalardan biri bo'lib, qayta ishlash korxonalarining umumiy energiya resurslarining 55-65% dan ko'prog'ini tashkil qiladi. Shu uchun, ruda tayyorlash jarayoni va rivojlanish tendentsiyasida energiya samaradorligini oshirish uchun uskunalar tanlash, katta birlik quvvatga ega yuqori unumli uskunalaridan foydalanish, maydalash jarayonlarini kuchaytirish va texnik echimlarni ishlab chiqish dolzarbdir. Shu sababli, konusli maydalagich asosiy parametrlari (maydalash (fraksiyalanish) koeffitsienti, siqilish kuchi, konus aylanish tezligi va yuklama) dan foydalangan holda experimental tajribalar o'tgazildi va optimal ish jarayoni va energiya samaradorligiga erishish asosiy ustuvor vazifalari belgilandi.*

Tayanch iboralar: *konusli maydalagichlar, maydalash (fraksiyalanish) koeffitsienti, siqilish kuchi, elektr yuritmalar, elektr dvigatelining quvvati, ezuvchi konusning taglik diametri, ochiq tomonda qabul qiluvchi teshikning kengligi, ishchi quvvat, rudaning qattiqligi, elektr yuritma, aylanish tezligi, yuklama darajasi.*

Аннотация. *Дробление и измельчение минерального сырья широко распространены в горнодобывающей и строительной промышленности и являются технологическими процессами, требующими больших затрат электроэнергии, на долю которых приходится около 25% потребляемой горнодобывающими предприятиями электроэнергии. В настоящее время процессы дробления являются одними из самых энергоемких операций, на их долю приходится более 55–65 % общих энергоресурсов перерабатывающих предприятий. Поэтому актуальным является выбор оборудования для повышения энергоэффективности процесса подготовки и развития руды, применение высокопроизводительного оборудования с большой единичной производительностью, усиление процессов дробления, разработка технических решений. Поэтому были проведены экспериментальные эксперименты с использованием основных параметров конусной дробилки (коэффициент дробления (фракционирования), усилие сжатия, скорость вращения конуса и нагрузка) и выявлены основные приоритеты для достижения оптимальной работы и энергоэффективности.*

Ключевые слова: *конусные дробилки, коэффициент дробления (фракционирования), усилие сжатия, электроприводы, мощность электродвигателя, диаметр днища дробящего конуса, ширина приемного отверстия с открытой стороны, рабочая мощность, крепость руды, электропривод, частота вращения, уровень нагрузки.*

Abstract. In the mining and construction industries, the processes of crushing and grinding of mineral raw materials are widespread and are energy-intensive technological processes, accounting for about 25% of the electricity consumed by mining enterprises. Currently, crushing processes are one of the most energy-intensive operations, accounting for more than 55-65% of the total energy resources of processing enterprises. Therefore, in the process of ore preparation and development, it is urgent to select equipment to increase energy efficiency, use high-performance equipment with large unit capacity, strengthen crushing processes, and develop technical solutions. Therefore, experimental experiments were conducted using the main parameters of the cone crusher (crushing (fractionation) coefficient, compression force, cone rotation speed and load), and the main priority tasks of achieving optimal operation and energy efficiency were identified.

Keywords: cone crushers, crushing (fractionation) coefficient, compression force, electric drives, electric motor power, bottom diameter of the crushing cone, width of the receiving hole on the open side, working power, ore hardness, electric drive, rotation speed, load level.

Kirish. Maydalagichning o'ziga xos energiya sarfini aniqlash va energiya samaradorligini baholash uchun uning energiya xususiyatlarini hamda maydalagichning ishlashi va uning o'rtacha quvvat sarfi o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganish kerak. Bu orqali konusli maydalagich energiya samaradorligini baholash va energiya iqtisodi uchun bir qator tavsiyalar joriy etiladi.

Tadqiqotning obyekti, usuli va natijalari. Analitik model yordamida raqamli tajriba usuli qo'llanilib, iste'mol qilinadigan quvvat va o'ziga xos energiya sarfi, maydalangan materialning parametrlari va uning ish rejimlariga bog'liq holda aniqlaniladi [1,2]. Tadqiqot ishida elektr motor tomonidan iste'mol qilinadigan quvvatni aniqlash uchun quyidagi formulasidan foydalanilgan.

$$N_m = \frac{\sigma_{sj}^2 \pi D_k}{0,01224 \eta E} (D_{sv}^2 - d_{sv}^2) n K_{pr} \quad (1)$$

Bu yerda; σ_{sj} - materialning vaqt davomida siqish kuchi, MPa; D_k - maydalash konusi asosining diametri, m; E - materialning elastiklik moduli, MPa; η – yuritmaning mexanik samaradorligi; D_{sv} va d_{sv} – mos ravishda boshlang'ich material va maydalangan mahsulotning o'rtacha o'lchami, m; n – maydalash konusining aylanish chastotasi, *ayl/min*; K_{pr} - maydalagichning o'lchami, dizayni, maydalash jarayonining dinamikasi va maydalash kamerasini to'ldirish darajasini hisobga olgan holda umumiy tuzatish koeffitsienti.

Tadqiqot 2-gidro metallurgiya zavodi, 1-sexdagi rudani yanchish jarayonida AK4-450Y-10UZ markali faza rotorli asinxron motor validagi KKD-1500/180 GRSh konusli maydalagichda amalga oshirildi, bu turdagi maydalagich yuqori ishonchlilik, yuqori mahsuldorlik, oddiy va oson xizmat ko'rsatish xususiyatlariga ega bo'lib boshqa turdagi maydalagichlardan ko'ra afzalroqdir [3,4].

KKD-1500/180 GRSh, tanlangan maydalagichning texnik parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Parametr	KKD-1500/180 GRSh
Ezuvchi konusning taglik diametri, mm	180
Ochiq tomonda qabul qiluvchi teshikning kengligi, mm	1500
Yuklangan materialning eng katta o'lchami, mm	1200
Ishchi quvvati, m ³ /soat	2240
Massa, tonna.	406
Elektr dvigatelining quvvati, kVt	400

Ezilgan materialning parametrlari Muruntov koniga mos holda keltirilgan: materialning vaqt davomida siqilish kuchi σ_{sj} - 60-130 MPa; material siqilish kuchining o'rtacha qiymati σ_{sj} - 99 MPa; materialning elastiklik moduli E - 7000 MPa; materialni yumshatish koeffitsienti m – 0,5; ruda zichligi r_m – 2,7 t/m³.

O'rganilayotgan turli parametrlar uchun elektr motorining kuchini hisoblash uchun K_{pr} - maydalagichning o'lchami va dizaynini tavsiflovchi umumiy tuzatish koeffitsientini hisoblash kerak [5].

Formula (1) bo'yicha K_{pr} qiymati topish uchun quyidagi ifodaga murojat qilinadi:

$$K_{pr} = \frac{0,01224EN_m\eta}{\sigma_{sj}^2\pi D_k(D_{sv}^2 - d_{sv}^2)n} \quad (2)$$

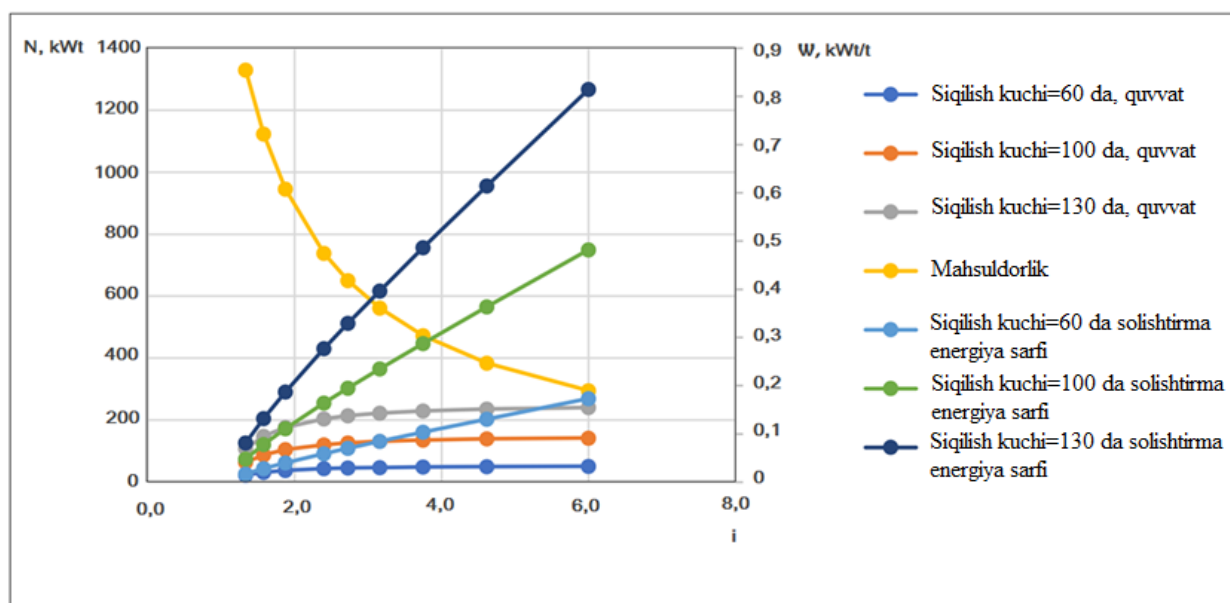
Ko'rib chiqilayotgan KKD-1500/180 GRSh konusli maydalagich uchun $D_{sv}=60$ mm bo'lgan tushirish bo'shlig'ining kengligi 10 mm va maydalangan zarrachalarning o'rtacha o'lchami $d_{sv}=20$ mm ga teng bo'lgan holda maydalagichning o'lchami va dizaynini tavsiflovchi umumiy tuzatish koeffitsienti, $K_{pr}=1,39$ ga tengligi hisoblab chiqildi.

Ezilgan mahsulotning o'lchamini tushirish bo'shlig'ining kengligiga teng deb hisoblasak, unumdorlikning (Q), elektr dvigatelning iste'mol qilingan quvvati (P) va konusli maydalagichning solishtirma energiya iste'moli (W) maydalash (fraksiyalanish) koeffitsienti (i) ga bog'liqliklari hisoblab chiqiladi hamda, 2-jadval va 1-rasmda keltirilgan.

Xususiy energiya sarfining fraksiyalanish koeffitsientiga bog'liqligi.

2-jadval.

Chiqish tirqishinin g diametri d, m	Parchalanish koeffitsienti, i	Dvigatel tomonidan $\sigma_{sj} = 60 \text{ MPa}$ siqilishda iste'mol qilinadigan quvvat, P	Dvigatel tomonidan $\sigma_{sj} = 100 \text{ MPa}$ siqilishda iste'mol qilinadigan quvvat, P	Dvigatel tomonidan $\sigma_{sj} = 130 \text{ MPa}$ siqilishda iste'mol qilinadigan quvvat, P	Mahsuldorlik $Q, t/soat$	$\sigma_{sj} = 60 \text{ MPa}$ siqilishda solishtirma energiya sarfi, W	$\sigma_{sj} = 100 \text{ MPa}$ siqilishda solishtirma energiya sarfi, W	$\sigma_{sj} = 130 \text{ MPa}$ siqilishda solishtirma energiya sarfi, W
0,011	6,00	51,24	142,38	242,65	296,45	0,17	0,47	0,82
0,014	4,63	50,25	139,57	235,87	384,09	0,14	0,36	0,61
0,016	3,74	48,98	136,04	229,93	472,73	0,10	0,28	0,48
0,020	3,15	47,45	131,75	222,68	561,36	0,09	0,23	0,40
0,022	2,72	45,63	126,76	214,27	650,00	0,07	0,20	0,33
0,024	2,41	43,57	121,04	204,53	738,64	0,06	0,17	0,28
0,031	1,87	37,76	104,79	177,16	945,46	0,04	0,11	0,18
0,037	1,59	31,57	87,72	148,23	1122,73	0,03	0,08	0,13
0,045	1,34	23,06	67,07	109,22	1329,55	0,02	0,05	0,08



1-rasm — Belgilangan energiya sarfining fraksiyalanish koeffitsientiga bog'liqligi.

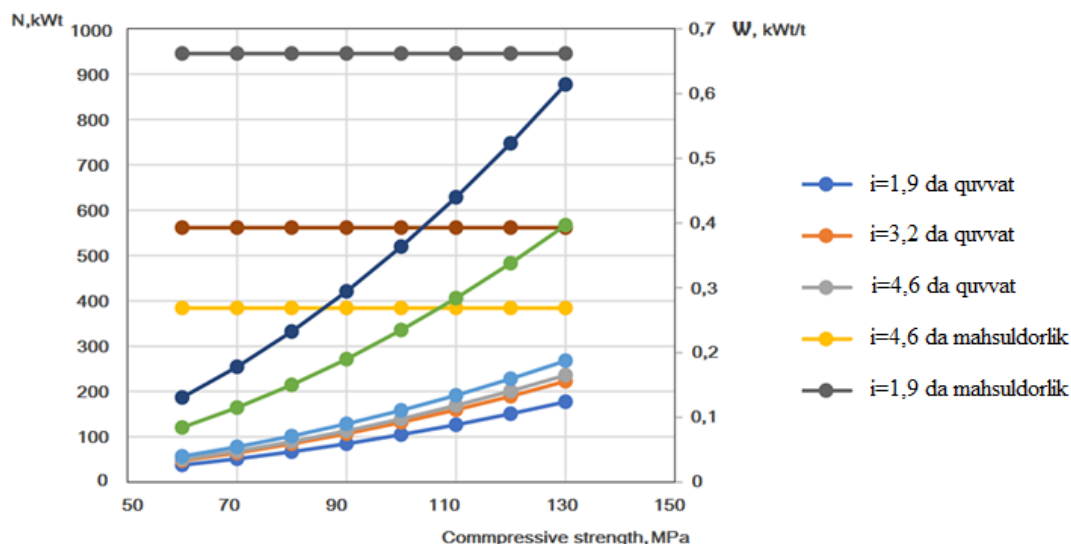
1-rasmdagi ma'lumotlardan kelib chiqadiki, material siqilish kuchi =130 MPa uchun maydalash koeffitsienti $i=1,3$ dan 6 ga o'zgarganda maydalagichning unumdorligi 1330 t/soatdan 296 t/soatgacha kamayadi; elektr motor tomonidan iste'mol qilinadigan quvvat 109 kWt dan 242 kWt gacha, solishtirma energiya iste'moli esa 0,08 kWt /t dan 0,82 kWt /t gacha oshadi.

O'ziga xos energiya sarfining manba materialining siqilish kuchiga bog'liqligi va solishtirma energiya sarfining materialning siqilish kuchiga bog'liqligi. quyidagi 3-jadval va 2-rasmda keltirilgan.

Energiyaning solishtirma sarflanishining boshlang'ich materialning siqilish kuchiga bog'liqligi.

3-jadval

Siqilish kuchi σ_{sj} , MPa	$i=1,9$ da quvvat sarfi, P	$i=3,2$ da quvvat sarfi, P	$i=4,6$ da quvvat sarfi, P	$i=1,9$ da unumdorlik, Q, t/soat	$i=3,2$ da unumdorlik, Q, t/soat	$i=4,6$ da unumdorlik, Q, t/soat	$i=1,9$ da solishtirm a energiya sarfi, W	$i=3,2$ da solishtirm a energiya sarfi, W	$i=4,6$ da solishtirm a energiya sarfi, W
60	37,75	47,46	55,2	945,5	561,4	385,1	0,04	0,08	0,14
70	51,3	64,4	68,4	945,5	561,4	385,1	0,05	0,12	0,18
80	67,1	84,36	89,35	945,5	561,4	385,1	0,07	0,15	0,23
90	84,98	106,7	113,1	945,5	561,4	385,1	0,09	0,19	0,29
100	104,8	131,8	139,6	945,5	561,4	385,1	0,11	0,23	0,36
110	126,8	159,47	168,98	945,5	561,4	385,1	0,13	0,28	0,44
120	150,9	189,7	201,0	945,5	561,4	385,1	0,16	0,34	0,52
130	177,17	222,7	239,9	945,5	561,4	385,1	0,19	0,40	0,62



2-rasm. Maxsus energiya sarfining materialning siqilish kuchiga bog'liqligi.

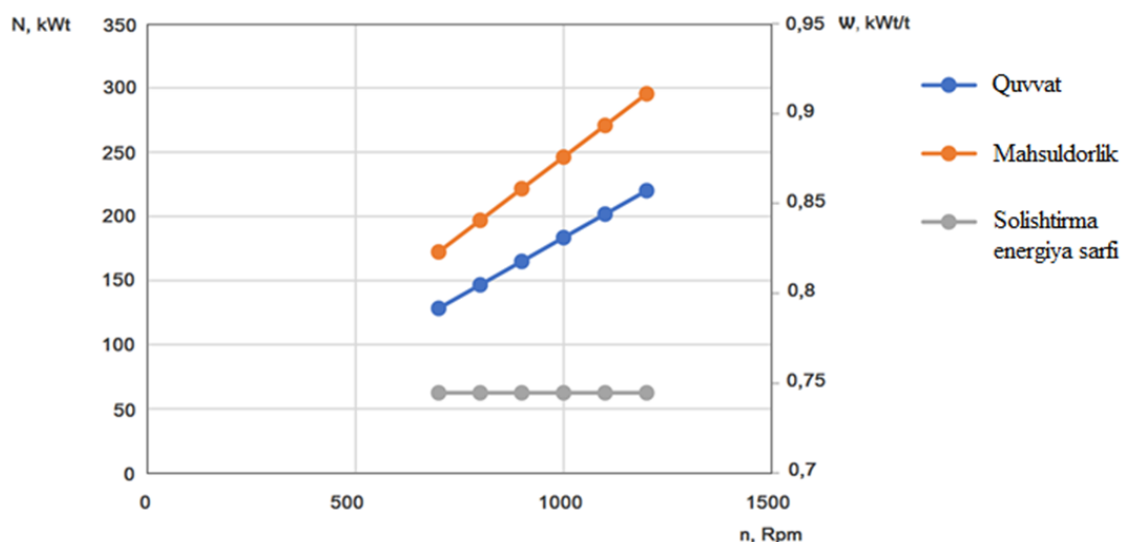
Siqilish kuchi $i=4,6$ da 60 MPa dan 130 MPa gacha o'zgarganda maydalagich elektr dvigateli sarflagan quvvat kvadratik funktsiya sifatida 50 kWt dan 235 kWt ga oshadi, unumdorligi esa 385 t/soatga teng bo'lib qoladi va solishtirma energiya sarfi 0,14 kWt/soatdan 0,62 kWt ga oshadi.

4-jadval va 3-rasmda quvvat, mahsuldorlik, o'ziga xos energiya iste'molining konusning aylanish tezligiga bog'liqligini ko'rsatadi.

Energiya sarfining konusning aylanish tezligiga bog'liqligi.

4-jadval

Konusning aylanish tezligi, rpm	Elektr dvigatel tomonidan iste'mol qilinadigan quvvat, kWt	Mahsuldorlik Q , t/soat	Solishtirma energiya sarfi, kWt/t
700	129,3	174,3	0,745
800	146,7	197,0	0,745
900	165,0	221,6	0,745
1000	183,3	246,2	0,745
1100	201,7	270,8	0,745
1200	225,0	298,5	0,745



3-rasm. Belgilangan energiya sarfining konusning aylanish tezligiga bog'liqligi.

3-rasmdan kelib chiqadiki, maydalagichning aylanish tezligi 700 dan 1200 *rpm* ga oshganda unumdorlik 174 *t/soatdan* 298 *t/soatgacha* oshadi, quvvat esa maydalagichning unumdorligiga to'g'ridan-to'g'ri mutanosib ravishda 129 *kWt* dan 225 *kWt* gacha ortadi va solishtirma energiya sarfi 0,745 *kWt* ga o'zgarishsiz qoladi.

Tadqiqot orqali ma'lum energiya sarfiga ta'sir qiluvchi parametrlarni aniqlashga imkon berdi. Yuqoridagi bog'liqliklarga asoslanib, quyidagi xulosalar chiqarish mumkin:

1. Maydalanish koeffitsienti oshgani sayin elektr haydovchi motor tomonidan iste'mol qilinadigan quvvat notekis ravishda oshadi, maydalagichning unumdorligi pasayadi va solishtirma energiya sarfi ko'rsatkichi ortadi;
2. Siqilish kuchi chegarasi va o'zgarmas maydalash nisbati ortishi bilan maydalagich elektr motor tomonidan iste'mol qilinadigan quvvat va o'ziga xos energiya sarfi ortadi, lekin unumdorlik o'zgarmaydi;
3. Aylanish tezligi ortishi bilan maydalagichning elektr motori tomonidan iste'mol qilinadigan quvvat va maydalagichning unumdorligi to'g'ridan-to'g'ri proportsional ravishda ortadi. Bunday holda, solishtirma energiya iste'moli o'zgarmaydi;
4. Xususiy iste'molning dastlabki material parametrlariga va maydalagichning ish rejimlariga o'rnatilgan bog'liqliklari uning energiya samaradorligini baholashga imkon beradi va maydalash jarayonini avtomatlashtirishda qo'llanilishi mumkin.

Xulosa, o'rinda, tadqiqot natijalarini tahlil qilish asosida konus maydalagichning energiya samaradorligini oshirish bo'yicha texnik echimlar taklif etiladi. Ya'ni, ishlov berilayotgan ruda qattqlik darajasi uni maydalash uchun zaruriy kuch bilan to'g'ridan to'g'ri proportsional bo'lib, bu kuchning ortishi elektr motor iste'mol quvvatining oshishiga sabab bo'ladi. Shu bilan birga, konusning aylanish tezligini oshirish mahsuldorlikni sezilarli darajada ko'tarilishiga sabab bo'ladi. Biroq bu iste'mol quvvatini ham proportsional ravishda o'sishiga sabab bo'ladi. Shu sababdan, konusli maydalagichning ruda chiqarish tirqishining o'lchami, konush tezligi, rudaning qattqlik va fraksiyalash koeffitsiyentlarini umumlashtirgan holda optimal ish rejimini taminlash orqali elektr motor energiya iste'moli barqarorlashtirish imkoni tug'iladi. Natijada esa sezilarli energiya iqtisodini qo'lga kiritish imkoni tug'iladi.

Adabiyotlar

1. G. I. Babokin, I. A. Derevnin, Power stabilization system for the electric drive of a cone crusher. Electrical complexes and systems, UDC 621.926.3 (2021), DOI: 10.24412/2071-6168-2021-8-269-273
2. 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, E3S Web of Conferences, **417**, 03001 (2023), <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341703007>
3. Jasurjon Olimov, Bahodir Ramazonov, and Shaxzodbek Sayfiyev, Increasing efficiency of induction motor by predictive control system, E3S Web of Conferences, **525**, 03004 (2024), <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452503006>
4. Sohijjon Shirinov, Jasurjon Olimov, Zavqiyor Ismatilloevich Jumayev, Muzaffar Karimtoshevich Sayidov, Analysis of patterns of electricity consumption in mining and processing enterprises, VIBROENGINEERING PROCEDIA, VOLUME 54 (2024), DOI <https://doi.org/10.21595/vp.2024.24073>
5. M Eshmirzaev, B Narzullayev, Improvement of the control system with the drive of high voltage arc furnaces, VIBROENGINEERING PROCEDIA, VOLUME 54 (2024), DOI <https://doi.org/10.21595/vp.2024.23995>
6. Odil Jumaev, Eldor Arziev and Sanjar Turaev, [Intelligent vector-frequency control system for asynchronous electric motors](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341405008) E3S Web of Conferences, **414**, 05008 (2023), https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2024/71/e3sconf_wfces2024_02009/e3sconf_wfces2024_02009.html
7. Feruz Raximov, Abdurakhim Taslimov, Ahror Majidov and Asliddin Norqulov, E3S Web of Conferences **525**, 03009 (2024), https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/abs/2024/55/e3sconf_geotech2024_03009/e3sconf_geotech2024_03009.html

8. Tovboyev, A.N., Mardonov, D.Sh., Mamatazimov, A.X., Samatova, S.S. Use of reactive power sources in improving the quality of electricity, *Journal of Physics: Conference Series*, **2094**(5), (2021), https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2023/54/e3sconf_geotech2023_03001.pdf
9. Duarte, R.A.; Yamashita, A.S.; da Silva, M.T.; Cota, L.P.; Euzébio, T.A.M. Calibration and Validation of a Cone Crusher Model with Industrial Data. *Minerals* **2021**, *11*, 1256. <https://doi.org/10.3390/min11111256>.

УДК 621.65

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛОПАСТНЫХ НАСОСОВ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Ф.Ж. Носиров, Ж.А. Уралов, Ш.Т. Амиров

*Ташкентский государственный технический университет им.И.Каримова, Ташкент, Узбекистан,
nosirov-0173@mail.ru, orolovjorabek3@gmail.com
shaxbozamirov1994@gmail.com
(Получена 18.08.2025 г.)*

Annotatsiya. *Ishning maqsadi - uskunaning eskirishi davrida barqarorlik va energiya samaradorligini oshirishni hisobga olgan holda energiya iste'moli standartlarini aniqlash metodologiyasini ishlab chiqish. Mualliflar sug'orish tizimlarida nasoslarning yangi konstruksiyalarini yaratish orqali nasos stansiyalari ishining ishonchliligiga yo'naltirilgan tartibga solish metodologiyasidagi universal quyidagi tizimlar va elementlar to'plamidan tanlashning dolzarb muammosini hal qiladilar.*

Kalit so'zlar: *nasos agregati, nasos oqimi qismi, bosim xarakteristikasi, pervanel, rejim, barqarorlik, energiya samaradorligi.*

Аннотация. *Целью работы является разработка методики определения норм энергопотребления с учётом повышения устойчивости и энергоэффективности при ястарении оборудования. Авторами решается актуальная проблема выбора из универсального множества подсистем и элементов в методике регулирования режимов, направленных на надёжность эксплуатации насосных станций путём создания новых конструкций насосов в ирригационных системах.*

Ключевые слова: *насосный агрегат, проточная часть насоса, напорная характеристика, рабочее колесо, режим, устойчивость, энергоэффективность.*

Abstract. *The aim of the work is to develop a methodology for determining energy consumption standards taking into account the increase in sustainability and energy efficiency during equipment aging. The authors solve the urgent problem of choosing from a universal set of subsystems and elements in the methodology for regulating modes aimed at the reliability of operation of pumping stations by creating new designs of pumps in irrigation systems.*

Key words: *pumping unit, pump flow part, pressure characteristic, impeller, mode, stability, energy efficiency.*

Введение

Правительством Республики Узбекистан поставлена задача уменьшения затрат на функционирование объектов за счёт новых энергосберегающих технологий эксплуатации насосных станций (НС). Приоритетными направлениями считаются постоянное содержание в технически-исправном состоянии ирригационных систем и гидротехнических сооружений. Президент объявил 2025 год в сфере сельского и водного хозяйства «Годом модернизации насосов» [1,2]. Проблема энергосбережения во многом зависит от уменьшения потребления энергоресурсов НС с большим сроком работы. Насосные установки являются весьма энергоемкими объектами.

Уровень износа оборудования достигает почти 70%. Одно из основных направлений улучшения ситуации - проведение глубокой модернизации оборудования НС с ориентиром на энергоэффективность. Отсутствие приоритетных работ по указанной проблеме делает невозможным оптимизацию режимов НС на современном уровне

эксплуатации.

Были исследованы гидравлические характеристики и энергопотребление комбинаторики насоса и электрического двигателя в различных условиях эксплуатации. Такой тип интеграционного насоса снижает энергозатраты и упрощает настройку системы. Процент снижения энергопотребления составил около 20% при максимальном рабочем давлении [3,4].

НС проектируется как многонасосный агрегат, состоящий из резервных систем из-за необходимости быть гибким с точки зрения изменяющихся условий и режимов эксплуатации. Отсутствие единого мнения в определении устойчивости препятствует внедрению устойчивости в управление эксплуатацией. Устойчивость рассматривается как дополнительные затраты или дополнительные усилия, а не как способ преодоления неопределенности проекта, способный открыть новые возможности минимизировать затраты на техническое обслуживание и в то же время поддерживать непрерывность работы [5,6].

Методика эксперимента

В статье использовались основные положения теории лопастных гидромашин. На основе этих теорий предложены методики расчёта интенсивности износа элементов проточной части насосов. Проводилось определение экономически оправданной продолжительности межремонтного периода эксплуатации с учетом изменения энергетических характеристик оборудования и стоимости капитально-восстановительного ремонта. Предложенные авторами теоретические формулы, полученные на основе энергетической теории, учитывают особенности гидроабразивного износа деталей центробежных и осевых насосов [7,8].

Экспериментальные результаты

Пилотными проектами для натурных исследований были выбраны НС «Блок-1», предназначенная для орошения из Южного Голодностепского канала (ЮГК) в Джизакском районе. Водозабор осуществляется на ПК 1200+70 ЮГК. Расчетный расход составляет 0,8 м³/с, высота подъема – 11,57 м. НС оборудована тремя насосами 400 Д 190. НС 2-го подъема «Арнасай» расположена на ПК278+30 машинного канала. Насосное оборудование – 12 горизонтальных центробежных насосов (10 рабочих + 2 резервных). Тип насоса - Д12500-24. Каждый насосный агрегат подает воду в самостоятельный напорный трубопровод, выполненный в пределах здания НС из стальных труб диаметром 920х8 мм и далее переход на диаметр 1220х10 мм длиной 17,0 м. Для предотвращения обратного тока воды на начальном участке напорного трубопровода установлены обратные клапаны. За обратными клапанами трассы трубопроводов разводятся на разные участки в канал Р-2, Р-3 и канал «Правая ветка» (рис.1).



Рис.1. Машинный зал и напорные трубопроводы НС «Арнасай».

Для установления наиболее целесообразных схем включения насосов был

произведен анализ режимов их работы при различных количествах работающих насосов и водоводов. Были использованы характеристика насоса, результаты дополнительно проведенных экспериментов, а также расчетные данные.

Для каждого участка были вычислены разности отметок уровня и определены в функции от расхода величины гидравлических сопротивлений.

Для повышения энергоэффективности эксплуатации многоагрегатных НС при повышенной норме расхода электроэнергии НС с учётом ресурса необходимы оптимальные условия водозабора. Исследовались НС «БФК-Сох» с насосами Д1250-125 – 8 шт; 22НДС – 4шт. Электродвигатели серии СДН-2 и СДНЗ-2: мощностью 315...4000 кВт, напряжением 6000 В, частотой вращения 300...1000 мин⁻¹, пуск прямой, асинхронный от полного напряжения сети (рис.2).



Рис.2. Машинный зал НС «БФК-Сох»

На НС «Боботаг» японская корпорация «Kubota» определила номинальные параметры установленных горизонтальных насосов двухстороннего входа марки DVL- 1400х900, подачи 4,44 м³/с; напором 78,28 м; частотой вращения 600 об/мин; мощностью на валу – не более 4000 кВт; КПД – не менее 86,0 %; допускаемым кавитационным запасом не более 10,2 м. Трёхфазный синхронный электродвигатель закрытого исполнения, мощность 4500 кВт; напряжение – 10000 В; коэффициент мощности 0,9.

При первичном обследовании разобранных насосов были обнаружены признаки кавитационного повреждения: точечные каверны, идущие в глубину металла, и поверхностного абразивного износа РК и проточной части, в том числе со стороны всасывающей полости насосов. По результатам обследования принято решение о модернизации насосов.

Техническое состояние насосных агрегатов определяется сравнением фактических параметров, получаемых путем натурных измерений, с расчетными, полученными из характеристик.

Критериями оценки технического состояния осевых насосов являются предельные отклонения по напору и КПД от паспортного значения. В процессе эксплуатации допускаются отклонения по напору в пределах $\pm 3\%$ для насосов моделей 2, 3, 5, 10 и 11 и $+ 5\%$ для насосов моделей 6 и 16. При падении напора свыше 7% и снижении КПД более 3% техническое состояние насоса считается неудовлетворительным и дальнейшая эксплуатация запрещается.

Критериями оценки технического состояния центробежных насосов являются предельные отклонения по подаче и КПД от паспортного значения. При эксплуатации допускается отклонение подачи от расчетных величин не более $\pm 2\%$. Эксплуатация центробежного насоса прекращается при снижении подачи более 2% и снижении КПД

более 3 %.

Основные параметры насоса (напор, подача, мощность, КПД) определяются расчетным путем на основании предварительных измерений необходимых величин. КПД насоса определяется как отношение полезной мощности N_i насоса к мощности N , потребляемой насосом:

$$\eta_n = N_i / N \quad (1)$$

КПД агрегата:

$$\eta = a\eta_{пер}\eta_{дв.}\eta_n \quad (2)$$

где $\eta_{пер}$ - КПД передачи от двигателя к насосу;

$\eta_{дв.}$ - КПД двигателя;

η_n - КПД насоса;

a - коэффициент, учитывающий особые условия установки.

Полезная (гидравлическая) мощность насоса рассчитывается по формуле:

$$N_i = 9,81QH \text{ (кВт)} \quad (3)$$

где Q - подача насоса ($\text{м}^3/\text{с}$), H = УВВБ-УВНБ – биометрический напор насоса (м)

Мощность определялась по показаниям вольтметра и амперметра, методом подключения двух ваттметров, комплектом приборов типа К-51.

Потребляемая мощность вычисляется по формуле:

$$N_{дв.} = K_{mm} K_{mn} C_w W 10^{-3} \quad (4)$$

где K_{mm} - коэффициент трансформации тока;

K_{mn} - коэффициент трансформации напряжения;

C_w - постоянная прибора, Вт/дел;

W - показания прибора, дел.

По следующей формуле рассчитывается электроэнергия, потребляемая каждым агрегатом:

$$E_i = (p_i^k - p_i^n) * 20000 \quad (5)$$

где p_i^k - показания счетчика в конце расчетного периода;

p_i^n - показания счетчика в начале расчетного периода.

Следующим шагом мы можем просчитать КПД i -го блока:

$$\eta_i = (9,81 * q_i * (h + dH_i) * T_i) / E_i \quad (6)$$

где T_i - число часов работы агрегата за расчетный период

Из формулы $\eta_i = a\eta_{пер}\eta_{дв.}\eta_n$ можно определить η_n . Показатель технического состояния насоса является функцией от уровня КПД насоса и диагностических параметров

$$dTS = f(\psi, \eta_n) \quad (7)$$

где ψ - диагностические параметры (Q , H берутся из оперативной суточной ведомости).

Эксплуатация НС при установившемся режиме (H_r , $Q_{нс}$, $\eta_{нс} = \text{const}$) требует на каждые 1000 м^3 подаваемой воды энергетические затраты в количестве,

$$e = \frac{2,72 \cdot H_r}{\eta_{нс}}, \text{ кВт ч/тыс. м}^3, \quad (8)$$

где e - удельные затраты электроэнергии на НС на каждые 1000 м^3 подаваемой воды при геометрической высоте подъема H_r .

За период времени t НС подает W (тыс. м^3) воды и затратит электроэнергию непосредственно на водоподъем

$$\Delta B = e W, \text{ кВт/ч;} \quad (9)$$

где ΔB - потребление электроэнергии НС за период t , рассчитанное по воде.

Обычно современными проектами предусмотрены индивидуальные счетчики потребления электроэнергии и расходомеры на каждом НА, тогда для вышерассмотренной ситуации за период времени t НС непосредственно на водоподъем затрачивает электроэнергию:

$$\mathcal{E}_{\text{сч}} = \mathcal{E}_{\text{сч}1} + \mathcal{E}_{\text{сч}2} + \dots + \mathcal{E}_{\text{сч}n}; \quad (10)$$

$\mathcal{E}_{\text{сч}1}, \mathcal{E}_{\text{сч}2}, \dots, \mathcal{E}_{\text{сч}n}$ - электроэнергия потребленная агрегатами №1, 2 и т.д., вычисленная по показателям индивидуальных счетчиков электроэнергии;

$\mathcal{E}_{\text{сч}n}$ - потребление электроэнергии НС, за период t , рассчитанное по показателям электросчетчиков и других приборов на НА (рис. 1).

За период времени t НА работают в установившемся режиме при постоянной мощности (мощности на крайних и средних агрегатах могут различаться), тогда энергозатраты агрегата и, соответственно, НС вычисляются

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_i &= N_i t \\ \mathcal{E}_N &= \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n; \end{aligned} \quad (11)$$

где N_i - показания прибора (ваттметра) на соответствующем агрегате НА;

$\mathcal{E}_N$ - потребление электроэнергии НС за период t , по показаниям ваттметра.

В условиях близким к идеальным, т.е. когда достоверны величины рассматриваемых параметров, имеются расходомеры и другие приборы, а также постоянство режима работы НС в период t и т.д., энергозатраты, полученные тремя вышеуказанными способами, должны иметь одну и ту же величину

$$\mathcal{E}_в = \mathcal{E}_{\text{сч}} = \mathcal{E}_n \quad (12)$$

Обычная практика эксплуатации НС имеет ситуации, отличные от идеальных, вышеприведенных. В этих случаях становится трудно получить вышеуказанное равенство $\mathcal{E}_в$, но это не уменьшает его большой практической ценности. Например, на НА отсутствуют индивидуальные расходомеры (наиболее распространенная ситуация), расход измеряется на гидроступе, в канале за НС. Имеет место равенство, $\mathcal{E}_N = \mathcal{E}_{\text{сч}}$, тогда $Q_i = Q_{\text{ср}} N$, где Q_i - подача i -го НА НС; $Q_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{НС}}}{n_a}$ - подача НС; n_a - число агрегатов

Основным критерием технического состояния НС считаем ее КПД. В рамках общей схемы оптимизации эксплуатационных параметров автоматизированной системы контроля режимов для НС авторами проводились исследования состояния узлов насосов за определенный период работы.

Условием должна быть их надежная и эффективная работа в течение всего ожидаемого срока службы. Насосы, рассматриваемые в данном исследовании, были спроектированы для перекачивания воды с наличием твердых веществ и взвешенных наносов. Были зафиксированы отказы, которые вывели их из строя на несколько недель (рис.3).



Рис.3 - Повреждения лопастей РК на задней и передней кромке.

Были разрушены две лопасти РК и были повреждены три лопасти на других насосах.

В статье приведены основные параметры лопастного насоса, КПД и коэффициент скорости, соответствующие оптимальному выбору РК, треугольники входной и выходной скоростей в радиальном колесе.

Для повышения производительности насоса используют два геометрических подобия, но по числу оборотов и диаметрам РК не равных друг другу ($n_{\text{сущ}} \neq n_{\text{мод}}$; $d_{2\text{сущ}} \neq d_{2\text{мод}}$), используются формулы:

$$\text{для расхода воды -} \quad \frac{Q_{\text{сущ}}}{Q_{\text{мод}}} = \left(\frac{d_{2\text{сущ}}}{d_{2\text{мод}}} \right)^3 \frac{n_{\text{сущ}}}{n_{\text{мод}}} ; \quad (13)$$

$$\text{для давления -} \quad \frac{H_{\text{сущ}}}{H_{\text{мод}}} = \left(\frac{d_{2\text{сущ}}}{d_{2\text{мод}}} \right)^2 \left(\frac{n_{\text{сущ}}}{n_{\text{мод}}} \right)^2 ; \quad (14)$$

$$\text{для мощности} \quad \frac{N_{\text{сущ}}}{N_{\text{мод}}} = \left(\frac{d_{2\text{сущ}}}{d_{2\text{мод}}} \right)^5 \left(\frac{n_{\text{сущ}}}{n_{\text{мод}}} \right)^3 ; \quad (15)$$

$$\text{для КПД -} \quad \eta^{\text{сущ}} = \eta^{\text{мод}} ; \quad (16)$$

где: $Q_{\text{сущ}}$ -расход воды существующего насоса; $Q_{\text{мод}}$ -расход воды модельного насоса; $H_{\text{сущ}}$ -существующее давление насоса; $H_{\text{мод}}$ - давление насоса модели; $N_{\text{сущ}}$ - мощность существующего насоса; $N_{\text{мод}}$ - мощность насоса модели; $\eta^{\text{сущ}}$ -КПД существующего насоса; $\eta^{\text{мод}}$ - КПД модели насоса.

Эти уравнения можно использовать для определения соответствия рабочего колеса требованиям программы проекта. Полученные результаты приведены в таблице.

Таблица -Расчетные параметры рабочих колес

Рабочее колесо	Обозначение	Единица измерения	Д320-50	Д315-71SM
Входной диаметр	d_1	мм	208	125
Выходной диаметр	d_2	мм	405	250
Угол входной лопасти	β_1	градус	12^0	22^0
Угол выходной лопасти	β_2	градус	35^0	28^0
Ширина проходного сечения	b	мм	$24 \pm 1,5$	33
Количество лопастей	z	шт	8	8
Толщина лопасти	S	мм	4	6
Количество оборотов	n	об/мин	1450	1450-2900

Замена старого оборудования новым, выбор типа нового оборудования и метод решения поставленных задач являются важными факторами в вопросе эффективности проектирования и эксплуатации оборудования на НС.

В результате исследований, проведенных на производственных объектах, были выявлены основные дефекты и недостатки насосов [9,10].

При усовершенствовании элементов проточной части и РК насоса Д320-50 был создан новый насос, который рекомендован к производству (рис.4).

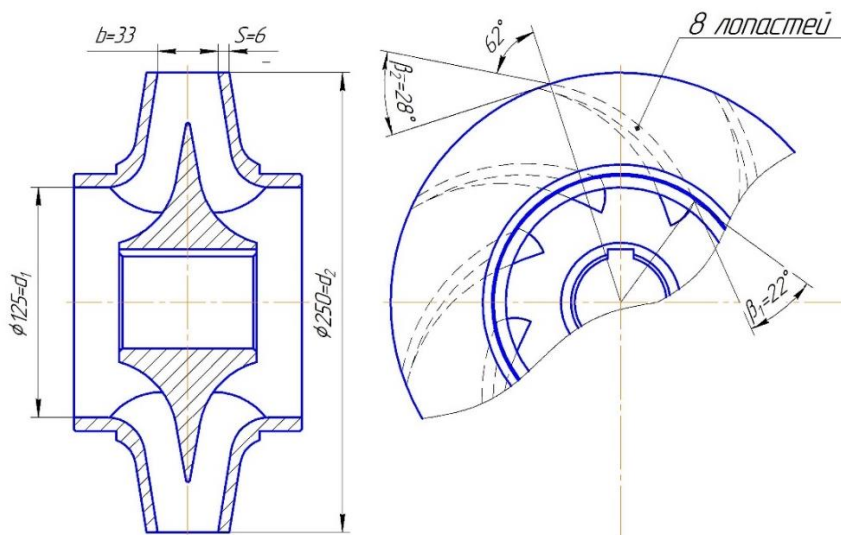


Рис.4. Конструкция нового рабочего колеса насоса.

Анализ динамики использования насосно-силового оборудования в УНСЭ показывает, что наибольшее число используемых насосов это центробежные горизонтальные двойного входа типа «Д» с подачей воды от 320 до 2000 м³/ч и высотой подъема от 21 до 125 метров, агрегатированные электродвигателями мощностью от 75 до 315 кВт. Их число достигает 2800 штук, что составляет 55% от

общего объема всего насосно-силового оборудования.

Вероятность того, что новое оборудование будет подвержено повреждению в период времени от t до $t+dt$, равна

$$P(t)f(t)d(t) = -P'(t)dt. \quad (17)$$

Средний срок повреждения нового оборудования можно получить по формуле

$$T = \int_0^{\infty} tP(t) f(t)dt = -\int_0^{\infty} tP'(t)dt = \int_0^{\infty} P(t)dt. \quad (18)$$

Среднее время до повреждения оборудования до времени t_1

$$T(t_1) = \int_0^{\infty} \frac{P(t)}{P'(t_1)} dt = \frac{1}{f(t_1)} = const. \quad (19)$$

Полученная норма повреждения — постоянная величина и математическое ожидание повреждения получается равным средней норме повреждения независимо от срока службы оборудования.

Вопросы замены особенно важны для тех ирригационных систем, которые подвергаются быстрым техническим изменениям и где эффективность новых капиталовложений больше.

Выводы

1. В статье рассматривается разработка стратегии модернизации и стимулирования эффективности эксплуатации ирригационных НС на основе новых ресурсосберегающих технологий НС, обеспечивающих экономию электроэнергии и потребления воды. Используются результаты натурных исследований внедрения новых конструкций и режимов насосно-энергетического оборудования.

2. Проведены теоретические и практические научно-исследовательские работы по обеспечению энергосбережения, подачи воды и потребления электроэнергии при модернизации лопастных насосов, которые могут широко использоваться на практике.

3. Техничко-экономические последствия износа насосов в результате кавитационно-абразивного воздействия проявляются сложным образом: ухудшаются энергетические показатели насоса и увеличивается связанные с этим расход электроэнергии.

7. Проведенными исследованиями установлено, что вызванное снижением КПД насосов перерасход электроэнергии можно оценить в пределах 10-15% от общего количества электроэнергии, потребляемыми насосами. Замена насосов на новые, современные, более эффективные модели позволит снизить потребление электроэнергии на 10–20 %.

Список литературы

- [1]. Постановление Президента РУз, от 01.04.2023 г. № ПП-107 О неотложных мерах по повышению эффективности использования водных ресурсов.
- [2]. <https://nova24.uz/uzbekistan/prezident-obyavil-god-modernizacii-nasosov-vodosnabzheniya/>
- [3]. О.Р. Азизов, Р.Р. Эргашев Некоторые проблемы оценки и повышения технического состояния насосов водохозяйственно-мелиоративного комплекса // Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия» - Новочеркасск, №2(74), 2019. - с 32-38.
- [4]. Yong Lu, Yuanyang Zhao, Gaoxuan Bu, Pengcheng Shu The integration of water vane pump and hydraulic vane motor for a small desalination system / Desalination [V. 276, Issues 1–3, 2](#) 2011, P. 60-65 <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.03.023>
- [5]. P.Juan-García, D. Butler, J.Comas, G.Darch, C.Sweetapple, A.Thornton, Ll Corominas Resilience theory incorporated into urban wastewater systems management. Water Research [V.115](#), 2017, Pp.149-161 <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.02.047>
- [6]. O.Ya.Glovatsky, R.Khujakulov, F.J.Nasirov, I.Islamov, J.A.Uralov, Sh.Amirov Installation of self-controlled floating bars at water intake pipelines of pumping stations pipelines of pumping stations // Technical science and innovation. №4/2024 Vol. 2025: Iss. 1, Article 11. DOI: <https://doi.org/10.59048/2181-1180.1670>
- [7]. М.Мамажанов, Б.Уралов, С.Хидиров Влияние гидроабразивного износа деталей центробежных и осевых насосов на эффективность эксплуатации оросительных насосных станций Журнал «Ирригация и мелиорация». Ташкент, 2019. -№1(15).-С.37-42.
- [8]. Carter R., Karassik I.J. Specific speed chart for centrifugal pumps. Industry and Power, No 3, 2005.
- [9]. O. Glovatskii, J Rashidov Achieving reliability and energy savings in operate of pumping stations E3S Web of Conferences 264, 03003 (CONMECHYDRO 2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403003>
- [10]. Д.Р.Базаров, О.Я. Гловацкий, Ж.И.Рашидов Ирригация тизимларидаги паракли насосларнинг оқим соҳасини такомиллаштириш // Монография. Ташкент, 2024. С.122.

**URANNI QAZIB OLISH KONLARDAGI NASOSLARNING ENERGIYAN SARFINI
TAHLIL QILISH**

A.U. Majidov

²Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,
Tel.: +998500731229(c), e-mail: majidov_a@list.ru
[\(Qabul qilindi 18.08.2025 y.\)](#)

Annotatsiya: Mazkur ilmiy maqolada uranni qazib olish konlarida faoliyat yurituvchi nasos tizimlarining energiya sarfi, samaradorlik ko'rsatkichlari va ularni optimallashtirish imkoniyatlari chuqur tahlil qilinadi. Tadqiqot doirasida, xususan, O'zbekiston Respublikasida faoliyat yuritayotgan va mintaqadagi yirik uran ishlab chiqaruvchilardan biri bo'lgan "Navoiyuran" davlat korxonasining ishlab chiqarish maydonlarida qo'llanilayotgan nasos uskunalari misolida real ishlab chiqarish sharoitlari o'rganilgan. Tahlillar davomida energiya balansi, gidravlik va elektr quvvatning o'zaro bog'liqligi, ishqalanish yo'qotishlari va energiyani qayta tiklash texnologiyalarining qo'llanilishi ilmiy asosda baholangan. Bundan tashqari, nasos tizimining samaradorligini baholashda matematik modellashirish yondashuvi qo'llanilib, tizimdagi umumiy energiya yo'qotishlari miqdoriy va analitik usullarda aniqlangan. Ushbu maqolada keltirilgan natijalar sanoat korxonalarida energiya samaradorligini oshirish, iqtisodiy xarajatlarni kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta'minlashga xizmat qiluvchi strategik yechimlarni ishlab chiqishda muhim nazariy va amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Nasos, uran, energiya samaradorlik, nasoslarning energiya sarfi, energiya balans.

Аннотация: В данной научной статье подробно анализируется потребление энергии насосными системами, функционирующими на шахтах по добыче урана, их показатели эффективности и возможности оптимизации. В рамках исследования, в частности, изучены реальные производственные условия на примере насосного оборудования, применяемого на производственных площадках государственного предприятия «Навоийуран», одного из крупных производителей урана в регионе. В ходе анализа были научно оценены энергетический баланс, взаимосвязь гидравлической и электрической мощности, потери от трения и использование технологий восстановления энергии. Кроме того, при оценке эффективности насосной системы использован подход математического моделирования, и количество общих потерь энергии в системе было определено количественными и аналитическими методами. Результаты, представленные в

данной статье, служат важной теоретической и практической основой для разработки стратегических решений, направленных на повышение энергоэффективности в промышленных предприятиях, снижение экономических затрат и обеспечение экологической устойчивости.

Ключевые слова: насос, уран, энергоэффективность, потребление энергии насосами, энергетический баланс

Annotation: This scientific article provides a detailed analysis of the energy consumption of pump systems operating in uranium mining sites, their efficiency indicators, and opportunities for optimization. The study specifically examines the real production conditions using the example of the pump equipment used at the production sites of the state-owned enterprise "Navoiuran," one of the largest uranium producers in the region. During the analysis, the energy balance, the interrelation of hydraulic and electrical power, friction losses, and the use of energy recovery technologies were scientifically assessed. Additionally, a mathematical modeling approach was used to assess the efficiency of the pump system, and the total energy losses in the system were identified through quantitative and analytical methods. The results presented in this article serve as an important theoretical and practical foundation for developing strategic solutions aimed at improving energy efficiency in industrial enterprises, reducing economic costs, and ensuring environmental sustainability.

Key words: Pump, uranium, energy efficiency, energy consumption of pumps, energy balance

Kirish. Uranni qazib olish energiya sarfi yuqori bo'lgan, murakkab va ko'p bosqichli texnologik jarayon bo'lib, bu sohada samaradorlikka erishish energiya resurslarining oqilona boshqarilishini talab qiladi. Ayniqsa, konlarni ochish, yer osti suvlari bilan ishlash va yer usti materiallarini qayta ishlash kabi jarayonlar katta miqdorda energiya talab qiladi. Bu bosqichlarda nasos tizimlari muhim rol o'ynab, suyuqliklarni tashish va bosimni saqlab turish orqali umumiy ishlab chiqarish samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun nasos uskunalarning energiya sarfi, ishlash samaradorligi va ularni optimallashtirish masalalari dolzarb hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotda O'zbekiston Respublikasida yagona tabiiy uran ishlab chiqaruvchi va jahondagi yirik uran kompaniyalaridan biri bo'lgan "Navoiyuran" davlat korxonasining faoliyati misolida ushbu jarayonlar tahlil qilinadi. Korxonaning asosiy faoliyati — Qizilqum mintaqasida joylashgan konlarda tabiiy uran qazib olish, uni U_3O_8 uran oksidiga qayta ishlash va to'liq eksportga yo'naltirishdan iborat. "Navoiyuran" DK o'zining "Zafarobod", "Uchquduq" va "Nurobod" ishlab chiqarish maydonlari hamda Uran ishlab chiqarish zavodida faoliyat yuritib, uran bilan bir qatorda ammoniy perrenat va sulfat kislota kabi mahsulotlarni ham ishlab chiqaradi [6].

Kompaniya nafaqat ichki ishlab chiqarish ehtiyojlarini qondiradi, balki xalqaro yadro energetikasi bozorida faol ishtirok etib, ORANO (Fransiya), Cameco (Kanada), KHNP (Koreya) kabi yirik xorijiy kompaniyalar bilan hamkorlik qiladi. Shu bois, energiya samaradorligini oshirish, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta'minlash bugungi kunda korxona oldidagi ustuvor vazifalardan biridir [8].

Asosiy qism. Nasoslarning energiya sarfi va samaradorligi ko'plab ilmiy tadqiqotlarda chuqur o'rganilgan bo'lib, turli usullar va texnologiyalarni qo'llash orqali nasos tizimlarining ishlash samaradorligini oshirishga qaratilgan tajribalar mavjud. Bir nechta tadqiqotlar, energiya qayta tiklash tizimlarini nasos tizimlariga joriy etish, shuningdek, nasoslarning ishlash parametrlarini optimallashtirish orqali energiya sarfini kamaytirishning samarali usullarini taqdim etgan. Bu yondashuvlar, ayniqsa, sanoat tizimlarida energiya samaradorligini oshirish va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishda keng qo'llanilmoqda.

O'zbekistonning uran qazib olish sanoatida nasoslarning energiya sarfi haqida ba'zi ma'lumotlar mavjud bo'lsada, bu sohada ilmiy tahlil va chuqurroq tadqiqotlar amalga oshirilmagan. O'ziga xos energetik talablar va resurslarni boshqarish zarurati tufayli, uran qazib olish jarayonlaridagi nasos tizimlarining energiya sarfi va samaradorligini tahlil qilishni yanada chuqurlashtirish kerak. Bir qator ilmiy tadqiqotlar, nasoslarning samaradorligini oshirish va energiya sarfini kamaytirish bo'yicha yangi texnologiyalarni joriy qilish masalasini muhokama qilib, ishlab chiqarish jarayonlarining ekologik va iqtisodiy jihatlarini yaxshilashga qaratilgan yondashuvlarni ishlab chiqish zarurligini ko'rsatmoqda.

Bu tadqiqotlar, shuningdek, energiya samaradorligini oshirish va texnologik jarayonlarni optimallashtirishning strategik yoʻnalishlarini belgilashga yordam beradi. Bu boradagi ilmiy ishlar, nafaqat Oʻzbekistonda, balki global miqyosda uran qazib olish sanoatining barqaror rivojlanishiga xizmat qilishi mumkin [6].

Nasos tizimlarining energiya sarfini aniqlashda energiya balansini hisoblash metodologiyasi asosiy yondashuvlardan biri sifatida qoʻllanildi. Ushbu jarayon davomida tizimga kiritilgan va tizimdan chiqarilgan barcha energiya oqimlari batafsil tahlil qilindi. Bu energiya oqimlari mexanik energiya, elektr energiyasi va issiqlik oqimlarini oʻz ichiga oladi [4].

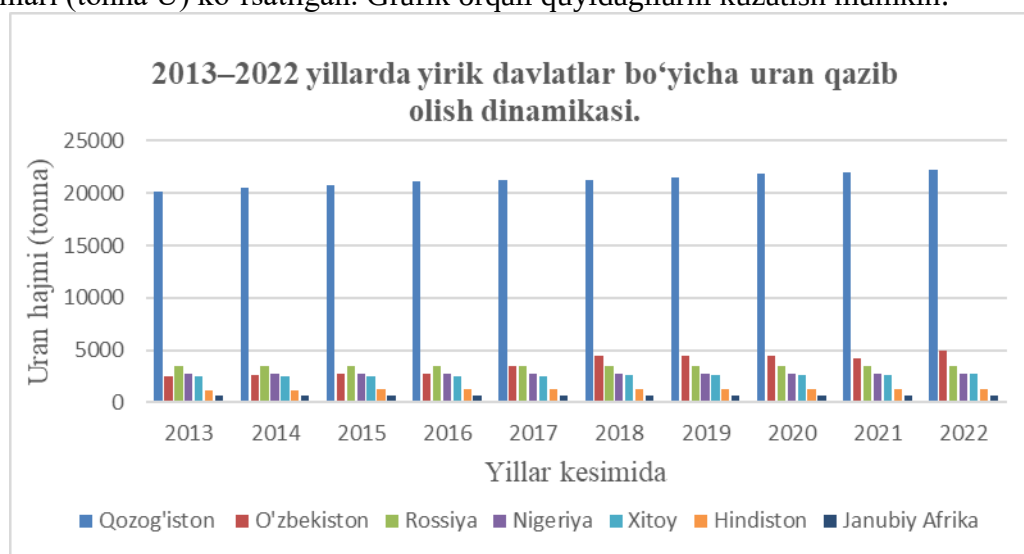
Energiyaning konservatsiya qonuniga asosan, tizimdagi energiya oqimlari quyidagi asosiy formulalar orqali hisoblandi:

$$E_{kirish} = E_{chiqarish} + E_{yo'qotish} \quad (1)$$

bu yerda: E_{kirish} - tizimga kiritilgan energiya iste'moli, $E_{chiqarish}$ - tizimdan chiqarilgan foydali energiya, $E_{yo'qotish}$ - tizimdagi energiya isrofi.

Energiya balansining hisoblanishi, tizimdagi energiya oqimlarining aniq miqdorini aniqlashga yordam beradi va bu orqali nasos tizimining umumiy samaradorligini baholash mumkin boʻladi. Shu bilan birga, natijalar orqali tizimdagi energiya yoʻqotishlarini kamaytirish va samaradorlikni oshirish uchun optimallashtirish choralari ishlab chiqilishi mumkin. Bu jarayon energiya sarfini minimalizatsiya qilish va tizimning umumiy samaradorligini maksimal darajada oshirishga qaratilgan strategiyalarni ishlab chiqishda asos boʻlib xizmat qiladi [5].

Quyidagi diagrammada 2013–2022 yillar oraligʻida dunyoning yetakchi davlatlarida uran qazib olish hajmlari (tonna U) koʻrsatilgan. Grafik orqali quyidagilarni kuzatish mumkin:



1-rasm. 2013–2022 yillarda yirik davlatlar boʻyicha uran qazib olish dinamikasi.

Oʻzbekistonda uran ishlab chiqarish 2016 yilda sezilarli oshgan, keyinchalik barqarorlik saqlangan. 2022-yilda esa biroz kamaygan, lekin, oxirgi 2024-yilda bu koʻrsatkich yana 12% oshganini koʻrish mumkin [2].

Ushbu tadqiqotda uranni qazib olish konlaridagi nasoslarning energiya sarfini tahlil qilish uchun quyidagi metodologiyalar qoʻllanildi:

➤ Energiya balansini hisoblash - nasos tizimlarining energiya sarfini aniqlash uchun ishlatilgan formulalar va tizimga kiritilgan barcha energiya oqimlari tahlil qilindi

➤ Nasosning samaradorlik koeffitsienti - nasoslarning samaradorlik koeffitsienti (η) hisoblandi va ularning ishlash samaradorligini taqqoslash uchun real va nazariy qiymatlar oʻrganildi [1].

Asosiy farazlar:

➤ Nasosdagi suyuqlik stasionar (doimiy) rejimda oqadi;

➤ Ishqalanish va mexanik yoʻqotishlar hisobga olinadi;

➤ Nasos tizimi yopiq konturda ishlaydi.

Bernulli tenglamasining umumlashtirilgan shakli, energiya yo‘qotishlar va nasos energiyasi qo‘shilishi bilan:

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{p(x)}{\rho g} + \frac{v(x)^2}{2g} + z(x) \right) = -h'_f + h'_p(x) \quad (2)$$

bu yerda, $p(x)$ – bosim (Pa), ρ – suyuqlikning zichligi (kg/m^3), $v(x)$ – erkin tushish tezlanishi (m/s^2), $z(x)$ – balandlik (m), h'_f - ishqalanish yo‘qotishlari bo‘yicha energiya (m/m), $h'_p(x)$ – nasos tomonidan qo‘shilayotgan bo‘yicha energiya (m/m)

Nasos quvvati (energiyasi)ni aniqlash uchun:

$$\eta(x) = \frac{P_{gid}(x)}{P_{el}(x)} \quad (3)$$

bu yerda: $\eta(x)$ – nasosning mahalliy (lokal) samaradorligi, $P_{gid}(x)$ – nasos tomonidan suyuqlikka berilgan gidravlik quvvat (W), $P_{el}(x)$ – elektr motor tomonidan nasosga berilgan quvvat (W).

Gidravlik quvvat:

$$P_{gid}(x) = \rho g Q(x) H(x) \quad (4)$$

bu yerda: $Q(x)$ – suyuqlik sarfi (m^3/s), $H(x)$ – nasosning oshirilgan bosimi yoki umumiy ko‘tarilgan balandlik (m).

Elektr quvvat esa:

$$P_{el}(x) = \frac{\rho g Q(x) H(x)}{\eta(x)} \quad (5)$$

Demak, nasosning differensial samardorligini aniqlovchi tenglama:

$$\frac{d\eta(x)}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\frac{P_{gid}(x)}{P_{el}(x)} \right) \quad (6)$$

Agar $Q(x)$ va $H(x)$ o‘zgaruvchan bo‘lsa (ya‘ni x bo‘yicha o‘zgaradi), u holda:

$$\frac{d\eta(x)}{dx} = \frac{P_{el}(x) \frac{dP_{gid}(x)}{dx} - P_{gid}(x) \frac{dP_{el}(x)}{dx}}{P_{el}^2(x)} \quad (7)$$

bu yerda,

$$\frac{dP_{gid}(x)}{dx} = \rho g \left(Q(x) \frac{dH_{gid}(x)}{dx} + H(x) \frac{dQ(x)}{dx} \right) \quad (8)$$

$$\frac{dP_{el}(x)}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\frac{\rho g Q(x) H(x)}{\eta(x)} \right) \quad (9)$$

Suyuqlik trubada harakatlanayotganda ishqalanishdan energiya yo‘qotadi. Darcy-Weisbach formulasi asosida ishqalanishning differensial tenglamasi:

$$h'_f(x) = f \frac{v(x)^2}{2gD} \quad (10)$$

bu yerda: f – ishqalanish koeffisienti, D – truba diametri (m) [9]

Demak, umumiy energiya balansi differensial tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{p(x)}{\rho g} + \frac{v(x)^2}{2g} + z(x) \right) = f \frac{v(x)^2}{2gD} + h'_p(x) \quad (11)$$

Samaradorlik va energiya tahlili uchun tizim quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{p(x)}{\rho g} + \frac{v(x)^2}{2g} + z(x) \right) = -f \frac{v(x)^2}{2gD} + \frac{h(x)}{L} \quad (12)$$

$$P_{gid}(x) = \rho g Q(x) H(x) \quad (13)$$

$$P_{el}(x) = \rho g Q(x) H(x) / \eta(x) \quad (14)$$

$$\frac{d\eta(x)}{dx} = \frac{P_{el}(x) \frac{dP_{gid}(x)}{dx} - P_{gid}(x) \frac{dP_{el}(x)}{dx}}{P_{el}^2(x)} \quad (15)$$

bu yerda: L – nasosning ishlash uzunligi (masofa) (m).

Bu tenglamalar tizimi orqali:

- Nasos tizimining energiya sarfi,
- Samaradorlik o'zgarishi,
- Yo'qotishlar va qo'shimcha energiya sarflarini aniqlash mumkin [7].

Olingan natijalar nasoslarning energiya sarfi o'zgaruvchanligini ko'rsatdi. Yuqori energiya sarfi, asosan, nasos tizimlarining notekis ish rejimlari va samaradorlikning pastligi bilan bog'liq. Biroq, ba'zi holatlarda, yuqori samaradorlikka ega yangi nasoslar va energiya qayta tiklash texnologiyalarining joriy etilishi energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirishga yordam berdi [8].

➤ Yuqorida keltirilgan formulalar asosida nasoslarning energiya samaradorligini oshirish orqali energiya sarfini 15%-20% gacha kamaytirish mumkin.

➤ Energiyani qayta tiklash tizimlari - Energiyani qayta tiklash tizimlari, masalan, nasoslarning bosimni regulatsiya qilish orqali tizim samaradorligini oshirib, energiya sarfini 10%-15% gacha qisqartirishga erishish mumkin.

Ushbu tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, uranni qazib olish konlaridagi nasos tizimlarining energiya sarfi ko'plab omillarga bog'liq, jumladan, nasoslar turi, ishlash rejimi, va tizimga kiritilgan energiya resurslari. Nasos samaradorligini oshirish uchun innovatsion texnologiyalar, masalan, yuqori samarali nasoslar va energiyani qayta tiklash tizimlarini joriy etish muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, energiya sarfini optimallashtirish uchun tizimning ish rejimlari va texnologik jarayonlarining doimiy tahlili va yaxshilanishi talab etiladi [3].

Adabiyotlar

- [1]. Smith, J. (2019). Energy Efficiency in Mining Pumps. *Journal of Energy Management*, 35(4), 123-145.
- [2]. Johnson, A. & Wang, L. (2020). Optimization of Pumping Systems in Uranium Extraction Processes. *Journal of Applied Energy*, 45(2), 78-92.
- [3]. Anderson, M. (2021). *The Role of Pump Systems in Mining Efficiency*. Springer Publishing.
- [4]. Halimov I.U. Aliqulov Sh.Sh. (2017). Uranni yer ostida tanlab eritmaga o'tkazish usulida qazib olish, *NAVOIY* 2017, 179b.
- [5]. Подрезов Д. Р. Задачи совершенствования управления и повышения эффективности функционирования технологических блоков рудника подземного скважинного выщелачивания урана, *горные науки и технологии*. 2020,5(2).
- [6]. O. F. Petukhov, I. U. Khalimov, V. P. Istomin and N. M. Karimov, *Mining Science and Technology* 8(1),39–46(2023). <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2022-10-20>.
- [7]. U. Khalimov, Sh. Sh. Aliqulov, U. Z. Sharafutdinov et al., *Basics of Geotechnology* (Navoi, 2023), pp. 153-161.
- [8]. V. A. Mamilov, R. P. Petrov and G. R. Shushania, *Uranium mining by insitu leaching* (Moscow, Atomizdat, 2005), pp 174-177.
- [9]. Yu. N. Nesterov, *Ionites and Ion-exchange. Sorption technology during the mining of uranium and other metals by insitu leaching* (Moscow, 2007), pp 265-281.

Cu ION ADSORPTION FROM WASTEWATER USING NATURAL BIOADSORBENTS

I. Kayumova, S. Sodiqjonov, O. Xoliqulov, E. Egamberdiev, S. Turabdjano

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

el.0919@mail.ru

(Received on April 23 th, 2025)

Annotatsiya. Ushbu maqolada *Matricaria* o'simligidan olingan tabiiy biokarbon yordamida oqova suv tarkibidan Cu(II) ionlarini adsorbsiyalash jarayoni o'rganildi. Biokarbon tayyorlash jarayonida o'simlik namunasi tozalandi, quritildi, HCl kislotasi bilan kimyoviy faollashtirildi va havo pechida 200°C da termik ishlov berildi. Adsorbsiyadan oldin va keyingi mis ionlari konsentratsiyasi UV-vis spektrofotometriya yordamida aniqlandi. Adsorbsiyaning samaradorligi mis ionlarining dastlabki (C_0) va muvozanatdagi (C_t) konsentratsiyalari asosida hisoblab chiqildi. Tadqiqot natijalari *Matricaria* asosidagi biokarbon mis ionlarini samarali tarzda olib tashlay olishini ko'rsatdi va ushbu usul oqova suvlarni ekologik toza va arzon vosita bilan tozalashda istiqbolli yechim bo'la olishini tasdiqladi.

Kalit so'zlar. *Matricaria*, adsorbent, biokarbon, og'ir metallar, adsorbsiya, ifloslanish, suv resurslari.

Аннотация. В данной статье изучается процесс адсорбции ионов Cu(II) из сточных вод с использованием природного биоуглерода, полученного из растения *Matricaria*. В процессе получения биоуглерода образец растения очищали, высушивали, химически активировали кислотой HCl и термически обрабатывали в воздушной печи при температуре 200°C. Концентрацию ионов меди до и после адсорбции определяли с помощью УФ-видимой спектрофотометрии. Эффективность адсорбции рассчитывали на основе начальной (C_0) и равновесной (C_t) концентраций ионов меди. Результаты исследования показали, что биоуглерод на основе *Matricaria* способен эффективно удалять ионы меди, что подтверждает, что данный метод может стать перспективным решением для очистки сточных вод экологически чистым и недорогим средством.

Ключевые слова. *Matricaria*, адсорбент, биоуглерод, тяжелые металлы, адсорбция, загрязнение, водные ресурсы.

Abstract. This paper studies the adsorption of Cu(II) ions from wastewater using natural biocarbon obtained from *Matricaria* plant. In the process of obtaining biocarbon, the plant sample was cleaned, dried, chemically activated with HCl acid and heat treated in an air furnace at 200°C. The concentration of copper ions before and after adsorption was determined using UV-visible spectrophotometry. The adsorption efficiency was calculated based on the initial (C_0) and equilibrium (C_t) concentrations of copper ions. The results of the study showed that *Matricaria*-based biocarbon can effectively remove copper ions, which confirms that this method can be a promising solution for wastewater treatment in an environmentally friendly and inexpensive way.

Keywords. *Matricaria*, adsorbent, biocarbon, heavy metals, adsorption, pollution, water resources.

Introduction.

Pollution of the environment by industrial wastes, especially the release of heavy metal ions into water resources, is one of the most urgent environmental problems worldwide. Heavy metals such as copper Cu(II) have a toxic effect on living organisms and can cause serious harm to human health through the food chain. Therefore, effective treatment of wastewater from copper ions is currently of great importance. Traditional treatment methods - chemical precipitation, ion exchange, membrane filtration and electrocoagulation - are often economically expensive, energy-intensive or can cause secondary pollution. From this point of view, the biomass-based biosorption method is attracting wide attention as a cheap, environmentally safe and highly efficient alternative method.

This study used natural biocarbon prepared from the *Matricaria* plant to study its ability to adsorb Cu(II) ions from wastewater. The adsorbent preparation technology, optimal operating conditions, and adsorption efficiency were evaluated using UV-vis spectrophotometry.

Water pollution caused by heavy metals is a serious problem that is attracting attention worldwide. If water containing heavy metals is not properly treated as drinking water, it can pose a significant risk to human health and damage the environment. Heavy metals are toxic at high

concentrations and, due to their non-biodegradability, cause various diseases and disorders. Copper exists in both free and hydroxide forms. The free copper(II) ion and the mono-hydroxide copper(II) forms are considered extremely toxic. Copper mining, brass manufacturing, electroplating industry, and use of copper compounds cause copper-related pollution. Low-dose exposure to copper can cause headaches, diarrhea, nausea, and vomiting. High doses of copper can cause conditions such as internal bleeding, liver cell damage, kidney failure, liver damage, Wilson's disease, and insomnia.

There are several traditional methods for removing heavy metal pollutants from wastewater. These methods include precipitation, electroplating, chemical coagulation, ion exchange, membrane separation, and electrokinetic methods. However, these methods are often associated with high operating costs, long treatment times, and complexities. Adsorption is a very promising method for removing various pollutants from wastewater. It is environmentally safe, inexpensive, simple, adsorbents are readily available, easy to use, and highly effective. To make this method more environmentally friendly and effective, regeneration of the adsorbent is an important aspect. Biosorption is a suitable process for treating wastewater with low concentrations of heavy metals. The main objective of this research work is to use a new biomaterial to remove copper (Cu) metal from artificial wastewater.

Matricaria (*matricaria*) is a genus of flowering plants in the daisy family, Asteraceae. The genus includes about 50 species of annual and perennial herbs. *Matricaria* species are native to Europe, Asia, and North Africa, but have been introduced to other parts of the world, including North America and Australia.

Materials and methods of research.

Biocarbon preparation: The entire *Matricaria* plant is harvested and washed several times in demineralized water to remove soil. This biomass is then dried in the sun for 5–6 days. The dried biomass is ground into a powder using limestone and activated by placing it in a 1:1 hydrochloric acid (HCl) solution for 3 hours. The resulting product is dried in an air oven at 200°C for 2 hours, then washed several times with demineralized water to remove excess acids and dried again at 120°C. The resulting dark brown substance is stored in a closed container for later use.

Results and their analysis.

Effect of solution pH: Biomass is considered a complex ion exchange material because it contains active sites for binding metal ions. Solution pH is one of the factors that has the greatest influence on the adsorption of metal ions and organic compounds onto activated carbon, since ionic activity plays an important role in the retention of metal ions. This means that hydrogen ions compete with positively charged metal ions on the active sites of the adsorbent. The highest adsorption rate was observed at pH 4.

Effect of contact time: An increase in the rate of removal of metal ions from wastewater was observed with time. The rate of removal of copper (Cu) ions also increased with increasing contact time until equilibrium was reached. The highest adsorption rate was observed at 120 minutes.

As can be seen from the graph above, the percentage of Cu(II) ion removal increases with increasing contact time and reaches a maximum at 120 minutes. At this stage, a high degree of adsorption is observed - approximately 85–87%. However, after 120 minutes, i.e. for 150 minutes, a slight decrease in adsorption is observed. This phenomenon is explained as follows:

In the initial stages, copper ions are rapidly adsorbed onto the free active sites present on the adsorbent surface. Over time, these sites become filled and the adsorption process approaches equilibrium.

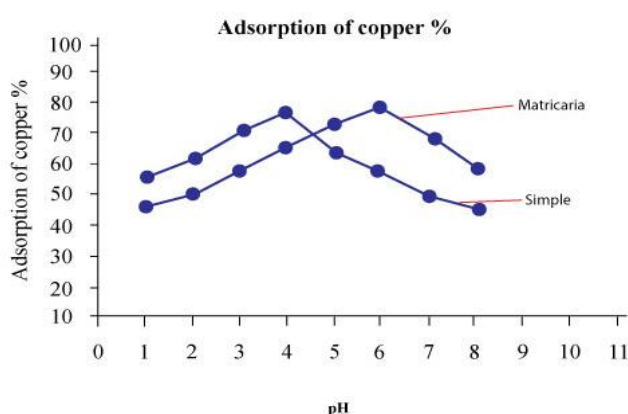


Figure 1. Effect of pH on the adsorption process.

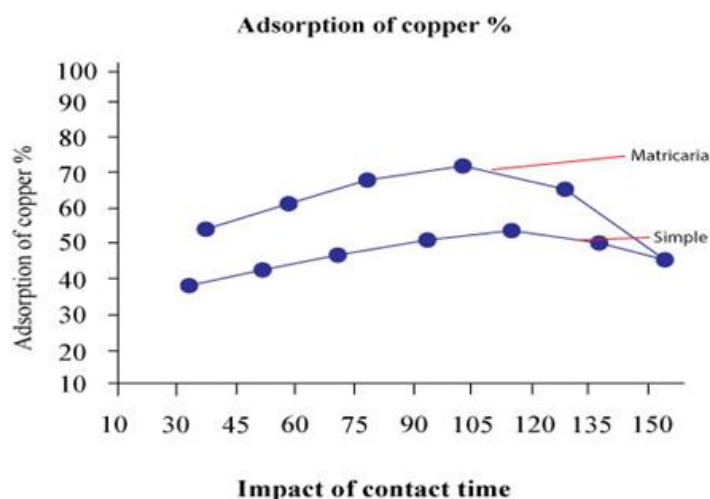


Figure 2. Effect of contact time on the adsorption process.

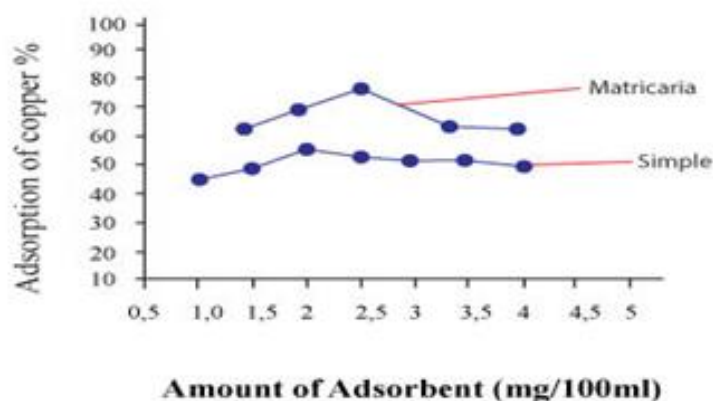


Figure 3. Effect of adsorbent amount on the adsorption process.

follows: initially, as the adsorbent dosage increased, the number of available free active centers increased, which increased the adsorption capacity of copper ions. However, when the dosage increased too much, aggregation (bonding) may occur between adsorbent particles, which reduces the total active surface area and limits the contact surface with ions. Also, if the number of copper ions in the solution is limited, complete adsorption may not be possible with a large amount of adsorbent.

Conclusion.

The sorption limit of the adsorbent depends on the pH of the solution, the amount of biocarbon, the concentration of metal ions and the contact time. In the present study, biocarbon prepared from the *Matricaria* plant is economically and environmentally promising and can increase the adsorption efficiency in removing heavy toxic metals, such as Cu (II) and other hazardous substances from wastewater. Significant adsorption of copper by *Matricaria* biocarbon was observed at pH 4, 120 minutes of contact time and 2.5 grams of adsorbent. The studies showed that biocarbon prepared from the *Matricaria* plant has high efficiency in adsorbing Cu (II) ions. Biocarbon is prepared from cheap, environmentally friendly and renewable raw materials, and it can be evaluated as a promising adsorbent for removing heavy metal ions from wastewater. The removal efficiency of copper ions was determined by UV-vis spectrophotometry, and the effects of factors such as pH, contact time, and initial ion concentration on adsorption were observed. The results obtained open up the possibilities of industrial implementation of biocarbon-based biosorption technology. In the future, this adsorbent should be tested for other heavy metal ions and its regeneration properties should be studied.

The decrease after 120 minutes can be due to desorption (i.e., the release of previously adsorbed ions from the surface) or the saturation of the active sites. Studying the effect of adsorbent amount: Determining the amount of activated biocarbon is important for planning ideal treatment systems and obtaining a rapid response to analysis. In the initial stage, there are large free spaces for adsorption, but over time, the attraction to the free spaces becomes difficult due to the repulsive forces between Cu ions and the liquid phase. The highest adsorption rate was observed at 2.5 g/100 ml.

The figure above shows how the adsorption of Cu(II) ions changes with increasing adsorbent dosage: as can be seen from the graph, the percentage of Cu(II) ion removal initially increases with increasing adsorbent dosage and reaches a maximum value at 2.5 g/100 ml. At this stage, the adsorption of copper ions was approximately 83–85%. When the adsorbent dosage was 3.0 g or more, a slight decrease in adsorption was observed. This is explained as

References

- [1]. Abou-Elela, S., Kamel, M. M. & Fawzy, M. E. 2010 Biological treatment of saline wastewater using a salt-tolerant microorganism. *Desalination* 250 (1), 1-5.
- [2]. Ahmady A.S., Mohammadi M., Bahrami A., Monfared A.L., Jafari N. 2011. Batch studies on the removal of Ni (II) from aqueous solution by *Azolla filiculoides*. *African Journal of Biotechnology*, 10(38), 7427–7473.
- [3]. Akhilesh Bind, Lalit Goswami & Veeru Prakash (2018) Comparative analysis of floating and submerged macrophytes for heavy metal (copper, chromium, arsenic and lead) removal: sorbent preparation, characterization, regeneration and cost estimation, *Geology, Ecology, and Landscapes*, 2:2, 61-72.
- [4]. Alalade C., Iyayi E.A. 2006. Chemical Composition and the feeding value of *Azolla (Azolla pinnata)* meal for egg-type chicks. *International Journal of Poultry Science* 5 (2): 137-141, 2006.
- [5]. Albuquerque, M. G., Torres, C. A. & Reis, M. A. 2010 Polyhydroxyalkanoate (PHA) production by a mixed microbial culture using sugar molasses: effect of the influent substrate concentration on culture selection. *Water Research* 44 (11), 3419–3433.
- [6]. Antunes A.P.M., Watkins G.M., Duncan J.R. 2001. Batch studies on the removal of gold (III) from aqueous solution by *Azolla filiculoides*. *Biotechnology Letters*, 23(4), 249–251.
- [7]. Aravind P., Prasad MNV., Malec P., Waloszek A., Strzałka K. 2009. Zinc protects *Ceratophyllum demersum* L. (free-floating hydrophyte) against reactive oxygen species induced by cadmium. *J Trace Elem Med Biol* 23:50–60.
- [8]. Arimoro, F., Chukwujindu, I. & Osiobe, O. 2008 Effects of industrial waste water on the physical and chemical characteristics of a tropical coastal river. *Research Journal of Environmental Sciences* 2 (3), 209–220.
- [9]. Arora, A., A. Sood, and P.K. Singh. 2004. Hyperaccumulation of cadmium and nickel by *Azolla* species. *Indian Journal of Plant Physiology* 3: 302–304.
- [10]. Arora A., Saxena S. 2005. Cultivation of *Azolla microphylla* biomass on secondary-treated Delhi municipal effluents. *Biomass Bioenergy* 29:60–64.
- [11]. Arora A., Saxena T., Sharma D.K. 2006. Tolerance and phytoaccumulation of chromium by three *Azolla* species. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 22: 97–100.
- [12]. Ashraf H., Matto FA., Ganai AM., Reshi IM., Sheikh FA. 2015. Effect of replacement of mustard oil cake with *Azolla (Azolla pinnata)* meal on growth performance of broilers and economics of feeding under temperate conditions. *Indian J Anim Nutr* 32:325–328.
- [13]. Basak B., Pramanik MAH., Rahman MS., Tarafdar SU., Roy BC. 2002. *Azolla (Azolla pinnata)* as a feed ingredient in broiler ration. *Int J Poult Sci* 1:29–34.
- [14]. Basset, N., Katsou, E., Frison, N., Malamis, S., Dosta, J. & Fatone, F. 2016 Integrating the selection of PHA storing biomass and nitrogen removal via nitrite in the main wastewater treatment line. *Bioresource Technology* 200, 820–829.
- [15]. Babu D.J., Sumalatha B., Venkateswarulu T.C., Das K.M., Kodali V.P. 2014. Kinetic, equilibrium and thermodynamic studies of biosorption of Chromium (VI) from aqueous solutions using *Azolla Filiculoides*. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 8(4), 3107–3116.

ORGANIZMDAGI TOKSINLARNI RUTIN VA KVERSETIN YORDAMIDA
KAMAYTIRISHNING BIOKIMYOVIY ASOSLARI

N.R. Hamzayeva¹, U.J. Ishimov², J.F. Ziyavitdinov²

¹Toshkent kimyo-texnologiya instituti, E-mail: galorisbk@mail.ru

²Bioorganik kimyo instituti, E-mail: uchkunishimov@gmail.com

email: jamolitdin@mail.ru

(Qabul qilindi 24.04.2025 y.)

Annotatsiya. So'ngi yillarda plastmassa mahsulotlarida keng tarqalgan endokrin buzuvchi moddalardan biri bo'lgan bisfenol A (BPA) ning inson salomatligiga salbiy ta'siri keng ko'lamda o'rganilmoqda. Ushbu modda organizmda oksidlovchi stressni kuchaytiradi, gormonlar muvozanatini buzadi va gen ifodalanishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotda grechixada tabiiy ravishda uchraydigan biofaol flavonoidlar – rutin va kversetin BPA toksikligiga qarshi himoya qiluvchi mexanizmlari o'rganildi. In vivo tajriba asosida Vistar kalamushlarida grechixali parhezning sirtuin1 (SIRT1) oqsili

ifodalanishiga ta'siri baholandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, rutin va kversetin hujayralarda antioksidant himoyani kuchaytiradi, oksidlovchi stressni kamaytiradi va jigar hamda oshqozon to'qimalarida SIRT1 darajasini sezilarli darajada oshiradi. Ushbu flavonoidlar gen ifodalanishini faollashtirish, hujayraviy qarishni sekinlashtirish va toksik moddalarga qarshi tabiiy himoya mexanizmini rag'batlantirish xususiyatlariga ega. Shunday qilib, rutin va kversetin BPA toksikligiga qarshi samarasi ularni kelajakda nutratsevtik vosita yoki dori shaklida qo'llash imkoniyatini yaratadi.

Kalit so'zlar: Bisfenol A, oksidlovchi stress, rutin, kversetin, SIRT1, flavonoidlar, antioksidant himoya, endokrin buzuvchilar

Аннотация. В последние годы широко изучается негативное воздействие на здоровье человека бисфенола А (БФА), одного из эндокринных разрушителей, часто встречающегося в пластиковых изделиях. Это вещество усиливает окислительный стресс в организме, нарушает гормональный баланс и отрицательно влияет на экспрессию генов. В исследовании изучались защитные механизмы биоактивных флавоноидов, встречающихся в природе в гречке — рутина и кверцетина — от токсичности БФА. Влияние гречневой диеты на экспрессию белка сиртуина 1 (SIRT1) у крыс Вистар было оценено в эксперименте in vivo. Результаты показали, что rutin и кверцетин усиливают антиоксидантную защиту клеток, снижают окислительный стресс и значительно повышают уровень SIRT1 в тканях печени и желудка. Эти флавоноиды обладают свойствами активировать экспрессию генов, замедлять старение клеток и стимулировать естественный механизм защиты от токсичных веществ. Таким образом, анти-БФА-токсичность рутина и кверцетина открывает возможность их будущего использования в качестве нутрицевтиков или лекарственных препаратов.

Ключевые слова: бисфенол А, окислительный стресс, rutin, кверцетин, SIRT1, флавоноиды, антиоксидантная защита, эндокринные разрушители

Abstract. In recent years, the negative effects of bisphenol A (BPA), one of the endocrine disruptors widely used in plastic products, on human health have been widely studied. This substance increases oxidative stress in the body, disrupts hormone balance, and negatively affects gene expression. The study investigated the protective mechanisms of bioactive flavonoids naturally occurring in buckwheat - rutin and quercetin - against BPA toxicity. Based on an in vivo experiment, the effect of a buckwheat diet on the expression of the sirtuin1 (SIRT1) protein was evaluated in Wistar rats. The results showed that rutin and quercetin enhance antioxidant defense in cells, reduce oxidative stress, and significantly increase SIRT1 levels in liver and stomach tissues. These flavonoids have the properties of activating gene expression, slowing down cellular aging, and stimulating the natural defense mechanism against toxic substances. Thus, the anti-BPA toxicity effects of rutin and quercetin open up the possibility of their future use as nutraceuticals or drugs.

Keywords: Bisphenol A, oxidative stress, rutin, quercetin, SIRT1, flavonoids, antioxidant defense, endocrine disruptors.

1. KIRISH

So'nggi yillarda plastmassalardan ajralib chiqadigan bisfenol A (BPA) kabi endokrin buzuvchi moddalarning organizmga salbiy ta'siri tobora ko'proq o'rganilmoqda. Ushbu moddalar oksidlovchi stressni kuchaytirish, DNK ekspressiyasini o'zgartirish va yallig'lanish jarayonlarini faollashtirish orqali salomatlikka tahdid soladi [1]. Ayniqsa, ushbu toksinlarning organizmdan chiqarilmasligi ularning xavfini yanada oshiradi. Tabiatda keng tarqalgan flavonoidlar, xususan rutin va kversetin, oksidlovchi stressga qarshi tabiiy himoya mexanizmini shakllantiruvchi muhim biofaol birikmalardan hisoblanadi. Bu moddalarning antioksidant, yallig'lanishga qarshi va gen ekspressiyasiga ta'sir etuvchi xususiyatlari ko'plab ilmiy tadqiqotlarda isbotlangan [2,3]. Ayniqsa, grechixa o'simligida yuqori kontsentratsiyada uchraydigan rutin va kversetin, toksinlarning zararli ta'sirini kamaytirishda istiqbolli vosita sifatida e'tirof etilmoqda [4]. Shu asosda, ushbu maqolada rutin va kversetin toksik moddalarga qarshi himoya mexanizmlari, ularning biokimyoviy va gistopatologik ta'siri, hamda sirtuin genlari faolligiga ta'siri ilmiy dalillar asosida tahlil qilinadi. Plastmassa mahsulotlaridan ajralib chiqadigan bisfenol A (BPA) kabi endokrin buzuvchilar organizmda oksidlovchi stress, gormon tizimi buzilishlari va gen ifodalanishining o'zgarishiga olib keladi. Gulchin [2012] tomonidan olib borilgan tadqiqotda oziq-ovqatda uchraydigan tabiiy antioksidantlar, ayniqsa flavonoidlarning, ayni shunday toksik moddalarga qarshi faoliyati yoritilgan. Ushbu tadqiqotda flavonoidlar, jumladan rutin va kversetin, reaktiv kislorod turlari

(ROS) ni neytrallash orqali himoya ta'siri ko'rsatishi ta'kidlangan [1]. Kversetinning biologik faolligi va farmakologik xususiyatlari Boots va hammualliflari tomonidan chuqur o'rganilgan. Ular kversetinning antioksidant va yallig'lanishga qarshi faolligini, hujayra membranasini himoya qilishi va genetik ekspressiyani tartibga solishini aniqlaganlar [2]. Anand David va boshqalar [2016] o'z maqolalarida kversetinning terapevtik salohiyati, xususan yurak-qon tomir tizimi va saraton oldi holatlarni oldini olishdagi ahamiyatini ko'rsatib o'tganlar. Ular bu moddaning sirtuin genlari faolligiga ta'siri haqida ham ma'lumot berib, bu mexanizm orqali hujayraviy qarish jarayonlarini sekinlashtirish mumkinligini bildirishgan [3]. Grechixa tarkibida uchraydigan flavonoidlarning issiqlikka chidamliligi va antioksidantlik xossalari bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda, ushbu moddalarning oziq-ovqat mahsulotlari sifatini oshirishda katta rol o'ynashi aniqlangan. Zielińska va hammualliflari [2007] bunday flavonoidlarning yuqori haroratga nisbatan barqarorligini va ularning organizmdagi antioksidant himoyani kuchaytirishini ko'rsatgan [4].

2. METODOLOGIYA

2.1 Materiallar

SIRT1 oqsili ifodasini baholash uchun ferment bilan bog'liq ferment immunoassay to'plami va 99.9% Bisfenol-A (Xitoy Xalq Respublikasi) dan sotib olindi.

2.2 *In vivo* eksperimenti

Vistar liniyasining erkak kalamushlari (80-90 gramm) Bioorganik kimyo instituti vivariumdan olindi. Barcha hayvonlar ichimlik suvidan erkin foydalanish imkoniyatiga ega bo'lib, xona haroratida $22 \pm 2^\circ\text{C}$ da 12 soatlik yorug'lik va qorong'ilik sharoitida saqlandi. haftada bir marta qafaslar tozalandi 8 hafta davomida alohida qafaslarda turli xil ovqatlanish rejimlarida saqlangan. Bisfenol moddasi etanolda (1 mg/ml) eritilib, ichimlik suvi bilan kuniga 10 mg/l miqdorida shisha flakonlarda qopqoq yaxshi bekilib, kalamushlarga berildi. Eksperimental hayvonlar har birida 4 ta kalamushdan iborat to'rtta guruhga bo'linib, ya'ni A, B, C va D. Har bir guruhga ma'lum bir standard ozuqa va grechixali parhez rejim tayinlandi. Kalamushlarning



tana vazni tajriba boshida va tajriba oxirigacha haftalik interval bilan qayd etildi. Tajriba oxirida bir kecha och qoldirilgan kalamushlarga anesteziya uchun teri ostiga xloralgidrat (tana vazniga 400 mg/kg) berildi. Yurakdan shprints yordamida qon olindi va 4°C haroratda 4 soat davomida ushlab turildi, so'ngra 1000 $\times$ g da 10 daqiqa davomida 4°C haroratda sentrifuga qilindi. Zardob ajratilib, keyinchalik ishlatilgunga qadar 80°C

haroratda saqlandi. Jigar va oshqozon tezda kesilib, muzdek sovuq sho'r suv bilan yuviladi, quritiladi va tortiladi, ulardan kichik qismi (ma'lum og'irlikda) kesiladi va keyinchalik ishlatilgunga qadar -80°C haroratda saqlanadi.

2.3 SIRT1 darajasi va statistik tahlillar

To'qimalarning (jigar va oshqozon) oldindan tortilgan yangi qismlari ultratovush yordamida fosfat buferi, pH 7,0 bilan muz haroratiga qadar sovutilib 0,01 mol/l fiziologik eritmada bir hil holga keltirildi. Gomogenatlar filtr qog'ozi bilan filtrlandi, so'ngra 5000 $\times$ g da 4°C da 15 daqiqa davomida santrifuga qilindi va suyuq yig'ildi. Ushbu to'qima yig'malari va qon plazmasi SIRT1 oqsilining IFA ifodasini aniqlash uchun ishlatildi. Statistik tahlil uchun tadqiqot natijalari namunalardagi o'rtacha $\pm$ standart o'rtacha xato (SEM) ni ifodalaydi. O'rtacha va bir faktorli dispersiya tahlili (bir faktorli dispersiya tahlili) o'rtasidagi farqlarning ahamiyati Tukey mezonidan foydalangan holda amalga oshirildi. Bog'liqliklar $p <$



0,05 ahamiyatlilik darajasida statistik ahamiyatga ega deb hisoblandi.

3. NATIJALAR

Hujayralarning prooksidantlar darajasi va antioksidant himoya o'rtasidagi muvozanatni saqlash qobiliyati hujayralarning normal metabolizmi, omon qolishi va ko'payishi uchun zarurdir. Ba'zi dalillar shuni ko'rsatadiki, oksidlovchi stress tufayli kelib chiqqan BPA sitotoksikligi hujayra namunasi va kalamush tadqiqotlarida namoyon bo'ladi. Qon- tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, BDW orqali BPA ta'siri A va B guruhleri ($p < 0,05$) o'rtasidagi taqqoslashdan ko'rinib turibdiki, standard ozuqa iste'mol qilgan kalamushlarning SIRT1 zardobidagi oqsil ifodasiga ta'sir qilmagan Grechixa istemol qilgan kalamushlarda SIRT1 oqsilining sezilarli darajada ko'payishiga (65,4%) ($p < 0,05$) olib keldi. Bundan tashqari, grechixa bilan oziqlangan kalamushlarda SIRT1 (90%) ($p < 0,05$) qon aylanishining sezilarli yaxshilanishi kuzatildi, bu bisfenol ta'siridan kelib chiqadigan stressni engishga yordam berdi. Bundan tashqari, (C va D guruhleri) kalamushlarda SIRT1 oqsilining ifodasini yaxshiladi. Jigar va oshqozonda eksperimental hayvonlarning jigar va oshqozon to'qimalarida bisfenol a standard oziqlangan(A va B guruhleri) bilan davolangan kalamushlarda SIRT1 oqsilining ifodalanishiga ta'sir qilmadi. Grechixali ozuqa istemol qilgan kalamushlarda SIRT1 oqsilining (24,4%) ($p < 0,05$) ifodasini oshirdi. Grechixa va Bisfenol istemol qilgan guruhlarda BPA ta'sirida bo'lgan kalamushlar SIRT1 oqsilining (26,6%) tiklanishiga ($p < 0,05$) olib keldi.

Guruhlararo kalamushlarda boshlang'ich, oxirgi, va tajriba davomida orttirilgan tana massasi

1-jadval

Guruhlar	Boshlang'ich tana vazni	Oxirgi tana vazni	Orttirigan vazn
A	90.1± 2.12	167.2± 7.81	77.0±3.11
B	88.0± 1.13	162.2± 15.8	74.2±3.06
C	85.9± 1.0	181.2±10.9	95.2±2.14
D	85.9±2.71	147.4± 10.6	61.5±4.22

Guruhlararo namunalardagi SIRT1 miqdori ng/mg oqsil.

2-jadval

Guruhlar	Qon	Jigar	Oshqozon
A	1.42	63.4	56.7
B	1.49	71.5	55.8
C	2.8	78.3	99.9
D	2.92	91.6	95.4

4. MUHOKAMA

Kversetin va Rutin moddalarning BPA toksikligiga qarshi samaralari boshqa adabiyotlarda 3- jadavalda quyidagicha ifodalangan:

3-jadval

Tadqiqot	Model	Ta'sir mexanizmi	Natija	Manba
El-Beshbishy et al., 2011	Kalxat va sichqonlar	Antioksidant faollik	Miyaning oksidlovchi stressi kamaygan	[1]
Li et al., 2016	<i>In vitro</i>	Yallig'lanishga qarshi ta'sir	TNF- α , IL-6 darajalari pasaygan	[2]
Miao et al., 2018	Sichqon jigari modeli	Detoksifikatsiya fermentlarini faollashtiradi	ALT, AST kamaygan	[3]

Zhou et al., 2020	Hayvon modeli	SIRT1 yoʻnalishini faollashtiradi	Apoptoz kamaygan	[5]
Riva et al., 2021	Nanoformulya tsiya	Biofaollikni oshirish	Faolligi kuchaygan	[8]

Kversetin va rutinining BPA toksikligiga qarshi samarasi bir nechta yoʻnalishlarda namoyon boʻladi: birinchidan, ular ROS miqdorini kamaytirib, hujayralarni oksidlovchi stressdan himoya qiladi; ikkinchidan, gen ekspressiyasini tartibga solib, metabolik va neyroendokrin tizimni normallashtiradi; uchinchidan, gistopatologik darajada organ toʻqimalarining tuzilishini saqlab qoladi. Ushbu himoya xususiyatlari flavonoidlarni potensial tabiiy himoya vositasi sifatida ilgari suradi.

5. XULOSA

Ushbu tadqiqot natijalari shuni koʻrsatadiki, bisfenol A (BPA) kabi endokrin buzuvchi moddalarning organizmga salbiy taʼsirini kamaytirishda grechixadan olingan flavonoidlar — rutin va kversetin muhim himoya vositasi boʻlib xizmat qiladi. Bu flavonoidlar oksidlovchi stressni kamaytiradi, antioksidant himoya tizimini kuchaytiradi hamda SIRT1 kabi muhim genlarning ifodalanishini faollashtiradi. In vivo eksperimentlar davomida kalamushlar organizmida qon, jigar va oshqozon toʻqimalarida SIRT1 oqsili darajasining sezilarli oshishi kuzatildi, bu esa toksik stressga qarshi chidamlilikni oshirganini koʻrsatadi. Ushbu natijalar rutin va kversetinni nafaqat oziq-ovqat qoʻshimchasi sifatida, balki toksik moddalar taʼsirini kamaytiruvchi potensial nutratsevtik yoki farmatsevtik vosita sifatida qoʻllash imkonini beradi. Kelgusida bu flavonoidlar asosida dori shakllarini ishlab chiqish va klinik sinovlardan oʻtkazish dolzarb ilmiy-innovatsion yoʻnalishlardan biri boʻlib qoladi.

Adabiyotlar

- [1]. El-Beshbishy, H. A., et al. (2011). Rutin attenuates oxidative stress and neurotoxicity induced by BPA in rats. *Toxicology and Industrial Health*, 27(9), 733–740.
- [2]. Li, Y., et al. (2016). Quercetin, inflammation and immunity. *Nutrients*, 8(3), 167.
- [3]. Miao, Y., et al. (2018). Quercetin protects against BPA-induced hepatotoxicity. *Environmental Toxicology*, 33(6), 670–678.
- [4]. Rubin, B. S. (2011). Bisphenol A: an endocrine disruptor with multiple effects. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 127(1-2), 27–34.
- [5]. Zhou, Y., et al. (2020). Quercetin alleviates BPA-induced reproductive toxicity via SIRT1 pathway. *Reproductive Toxicology*, 92, 1–9.
- [6]. Khalaf, A. A., et al. (2019). Rutin and quercetin ameliorate BPA toxicity in male rats. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 70, 103198.
- [7]. Riva, A., et al. (2021). Nanoformulated flavonoids as therapeutic tools against toxicants. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 689181.

UOʻK 547.312.281.546.56.73.74.87

CELLULOSE-BASED COMPOSITE MATERIALS

N.A. Xolxoʻjayeva, S.S. Sidiqov, L.N. Boltayeva, A.R. Maxkamov, D. Ikramova,
Y.T. Ergashev, E.A. Egamberdiyev

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov
(Received on April 23 th, 2025)

Abstract. Cellulose, the primary polymer of plants, is of great importance as an environmentally friendly material obtained from natural resources. Cellulose-based composite materials are generally composed of cellulose substances mixed with other natural or synthetic polymers and additives, possessing high mechanical, thermal, and chemical properties. These materials stand out due to their environmental protection, recyclability, and low cost. Cellulose-based composites are widely used in industries such as construction, automotive, packaging, and electronics. This paper discusses the preparation technologies of cellulose-based composite

materials, their composition, properties, and potential applications. In the production of composites, cellulose nanofibrils (CNF), microfibrils (MFC), and other natural particles are combined with various polymers, enhancing the strength and rigidity of the materials. Additionally, the ecological and economic aspects of cellulose-based composites, their environmental impact, and recyclability are analyzed. The paper discusses the new possibilities of cellulose-based materials in the industry and their future development. The ecological purity of these materials and their application in various industrial sectors make them important and competitive materials in the future.

Keywords. Cellulose, composite materials, natural polymers, chemical modification, thermomechanical processing, extrusion, solvent dissolution, nanocomposite materials, biocomposites, packaging materials, biodegradation, natural resources, biopolymers, automotive industry.

Annotatsiya. O'simliklarning birlamchi polimeri bo'lgan sellyuloza tabiiy resurslardan olingan ekologik toza material sifatida katta ahamiyatga ega. Sellyuloza asosidagi kompozit materiallar odatda yuqori mexanik, issiqlik va kimyoviy xususiyatlarga ega bo'lgan boshqa tabiiy yoki sintetik polimerlar va qo'shimchalar bilan aralashtirilgan sellyuloza moddalaridan iborat. Ushbu materiallar atrof-muhitni muhofaza qilish, qayta ishlanishi va arzonligi bilan ajralib turadi. Sellyuloza asosidagi kompozitlar qurilish, avtomobilsozlik, qadoqlash va elektronika kabi sohalarda keng qo'llaniladi. Ushbu maqolada sellyuloza asosidagi kompozit materiallarni tayyorlash texnologiyalari, ularning tarkibi, xususiyatlari va potensial qo'llanilishi muhokama qilinadi. Kompozitlar ishlab chiqarishda sellyuloza nanotolalari (CNF), mikrotolalar (MFC) va boshqa tabiiy zarralar turli polimerlar bilan birlashtirilib, materiallarning mustahkamligi va qattiqligini oshiradi. Bundan tashqari, sellyuloza asosidagi kompozitlarning ekologik va iqtisodiy jihatlari, ularning atrof-muhitga ta'siri va qayta ishlanishi tahlil qilinadi. Maqolada sellyuloza asosidagi materiallarning sanoatdagi yangi imkoniyatlari va ularning kelajakdagi rivojlanishi muhokama qilinadi. Ushbu materiallarning ekologik tozaligi va turli sanoat tarmoqlarida qo'llanilishi ularni kelajakda muhim va raqobatbardosh materiallarga aylantiradi.

Kalit so'zlar. Sellyuloza, kompozit materiallar, tabiiy polimerlar, kimyoviy modifikatsiya, termomexanik ishlov berish, ekstruziya, erituvchi eritish, nanokompozit materiallar, biokompozitlar, qadoqlash materiallari, biodegradatsiya, tabiiy resurslar, biopolimerlar, avtomobilsozlik.

Аннотация. Целлюлоза, основной полимер растений, имеет большое значение как экологически чистый материал, получаемый из природных ресурсов. Композитные материалы на основе целлюлозы, как правило, состоят из целлюлозных веществ, смешанных с другими природными или синтетическими полимерами и добавками, обладающими высокими механическими, термическими и химическими свойствами. Эти материалы выделяются своей экологичностью, пригодностью к вторичной переработке и низкой стоимостью. Композиты на основе целлюлозы широко используются в таких отраслях, как строительство, автомобилестроение, упаковка и электроника. В данной статье рассматриваются технологии получения композитных материалов на основе целлюлозы, их состав, свойства и потенциальные области применения. При производстве композитов целлюлозные нанополнофибриллы (CNF), микрофибриллы (MFC) и другие природные частицы объединяются с различными полимерами, что повышает прочность и жесткость материалов. Кроме того, анализируются экологические и экономические аспекты композитов на основе целлюлозы, их воздействие на окружающую среду и пригодность к вторичной переработке. В статье обсуждаются новые возможности материалов на основе целлюлозы в промышленности и их будущее развитие. Экологическая чистота этих материалов и их применение в различных отраслях промышленности делают их важными и конкурентоспособными материалами в будущем.

Ключевые слова. Целлюлоза, композитные материалы, природные полимеры, химическая модификация, термомеханическая обработка, экструзия, растворение растворителя, нанокompозитные материалы, биокompозиты, упаковочные материалы, биodeградация, природные ресурсы, биополимеры, автомобильная промышленность.

INTRODUCTION.

Cellulose, as a natural polymer, is the main structural component of plants and stands out due to its ecological purity, recyclability, and biocompatibility. This natural substance is widely used in various industrial sectors, especially in the production of composite materials. Cellulose-

based composite materials, derived from natural resources, possess high mechanical, thermal, and chemical properties, and are increasingly used as environmentally and economically effective materials.

Composite materials are a combination of two or more different materials, each contributing its own properties to complement the others, resulting in enhanced overall properties of the new material. Cellulose-based composites are enriched with high-quality materials such as cellulose nanofibrils (CNF) or microfibrils (MFC), and combined with synthetic or other natural polymers. These materials have lightweight, high strength, and good insulation properties, and are developing as new-generation materials widely used in industry, while also being environmentally friendly.

In recent years, there has been an increasing demand for materials that are non-polluting and recyclable. As a result, the production technologies and applications of cellulose-based composite materials have gained more importance. This article focuses on the processes of manufacturing cellulose-based composite materials, their properties, industrial applications, and ecological advantages. It also provides analyses of the future development prospects of cellulose-based materials and the growing demand for them.

In our country, the source of fiber-based natural polymers for cellulose and paper production is very large. The main stage in the process of obtaining cellulose from plant stalks is the cooking of the stalks. During this process, non-cellulose substances are separated from the stalks. The cooking technology for all types of plant stalks is similar, with the main difference being in the cooking parameters and the amount of chemicals used. It is worth noting that both foreign and domestic scientists have conducted research on obtaining cellulose from annual plants. Most of them have studied cellulose extraction from cotton stalks, red clover, and millet husks, as well as their physical-mechanical and chemical properties. For our experiment, we selected flax, safflower (thistle), cotton stalks, and wheat straw. In the process of extracting the cellulose portion from these plant stalks, we initially studied the cooking process. For this, we chose the most commonly used and harmless method today. By researching the alkali method of obtaining cellulose from annual plants, we studied the effect of alkali concentration on various quality indicators of the synthesized cellulose [2-3].

RESULTS AND DISCUSSION.

Local annual plants were cooked with an alkali concentration ranging from 10 g/L to 30 g/L, at temperatures from 25°C to 150°C, for 30-90 minutes. The quality indicator of the obtained cellulose was studied. The analysis of the results showed that both an increase and a decrease in alkali concentration had a negative effect on cellulose yield. Cooking the stalks with a low concentration of alkali makes cellulose production more difficult, resulting in an increase in the number of semi-celluloses. These results are presented and analyzed in the following (1 figure).

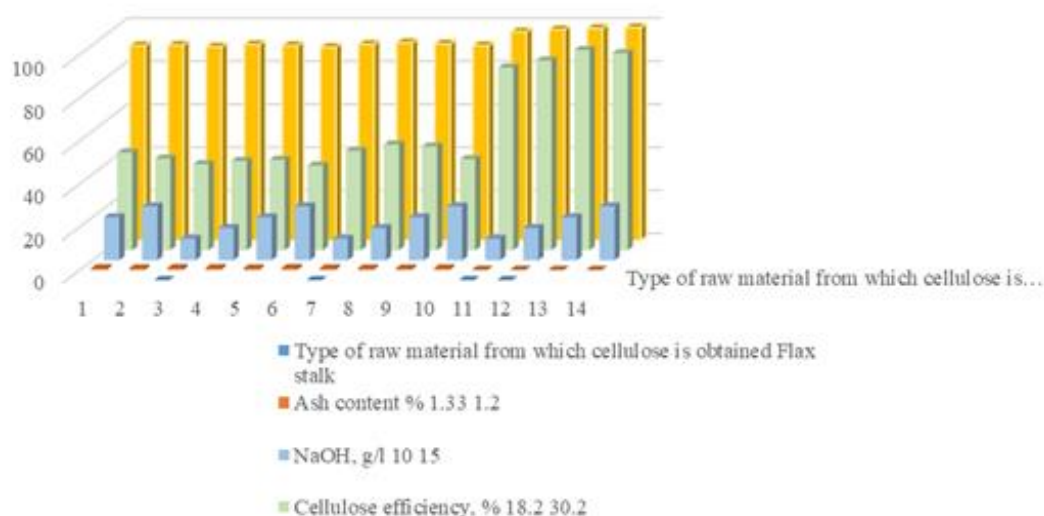


Figure 1. The effect of alkali concentration on cellulose extraction from natural polymers and its quality indicators.

On the contrary, an increase in alkali concentration leads to the destruction of the resulting cellulose. The selection of bleaching agent concentrations plays a crucial role in the yield and quality of cellulose. Therefore, we studied the effect of H_2O_2 concentration on the quality indicators of cellulose obtained from flax stalks during the bleaching process.

Table 1
The effect of H_2O_2 concentration on the quality indicators during the bleaching process of cellulose obtained from flax stalks

№	H_2O_2 g/l	Quality indicators of cellulose				
		Cellulose yield, %	Polymerization degree (PD)	α - cellulose, %	Degree of whiteness, %	Ash content, %
1	2.0	18.2	-	-	30	1.33
2	2,5	30.2	-	-	34	1.20
3	3.0	45.4	820	90.4	78	0.89
4	3,5	42.6	740	90.6	80	0.82
5	4.0	39.1	700	91.4	84	0.78
6	4.5	39.1	690	91.3	84	0.76

The analysis of the results of the research conducted by us shows that as the concentration of the bleaching reagent increases, the whiteness degree of the cellulose and the amount of its α -cellulose increase positively, while the ash content in its composition significantly decreases (table 1). Conversely, the degree of polymerization of the cellulose decreases, meaning it moves in the negative direction.

In addition, in this section, paper products were obtained from the composition of annual plants, and the physical-mechanical properties of the obtained paper, such as breaking length, breaking strength, and the number of breaks in both directions, were studied, and their analysis is presented (table 2).

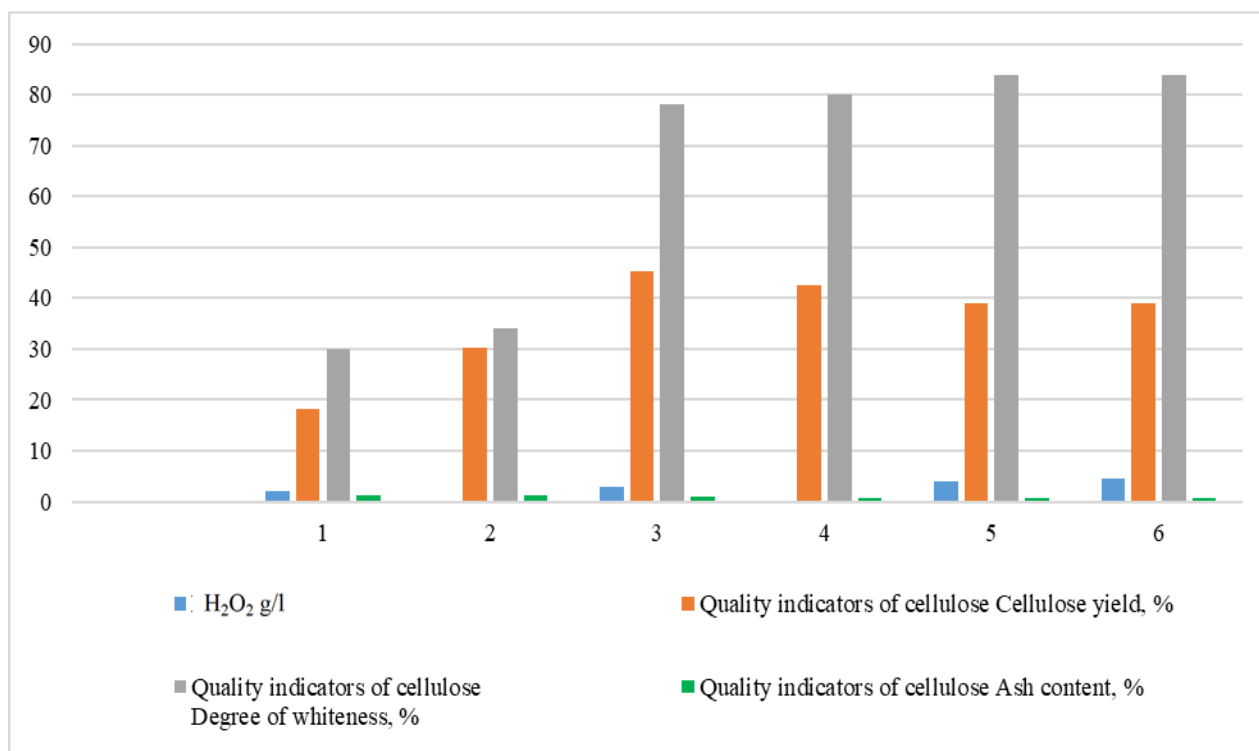


Figure 2. The effect of the bleaching process on the quality characteristics of cellulose.

Table 2

Physical-mechanical properties of paper obtained from the composition of annual plant cellulose

№	Composition of the mixtures	Composition ratio of the mixtures, %	Mass per 1 m ² , g	Breaking length, m	Tensile strength, N	Number of folds in both directions
1	Wheat straw cellulose	100	110	2050	26,5	8
2	Wheat straw cellulose and flax stalk cellulosic fibers	80:20	110	2193	27,0	15
3	Wheat straw cellulose and flax stalk cellulosic fibers	60:40	110	2895	35,5	39
4	Wheat straw cellulose and flax stalk cellulose	40:60	110	2850	36,8	48
5	Wheat straw cellulose and flax stalk cellulose	20:80	110	2880	38,8	50
6	Flax stalk cellulose	100	110	2690	33,4	55

In determining the quality indicators of paper products, the elongation length, tensile strength, and the number of folds in both directions are considered important.

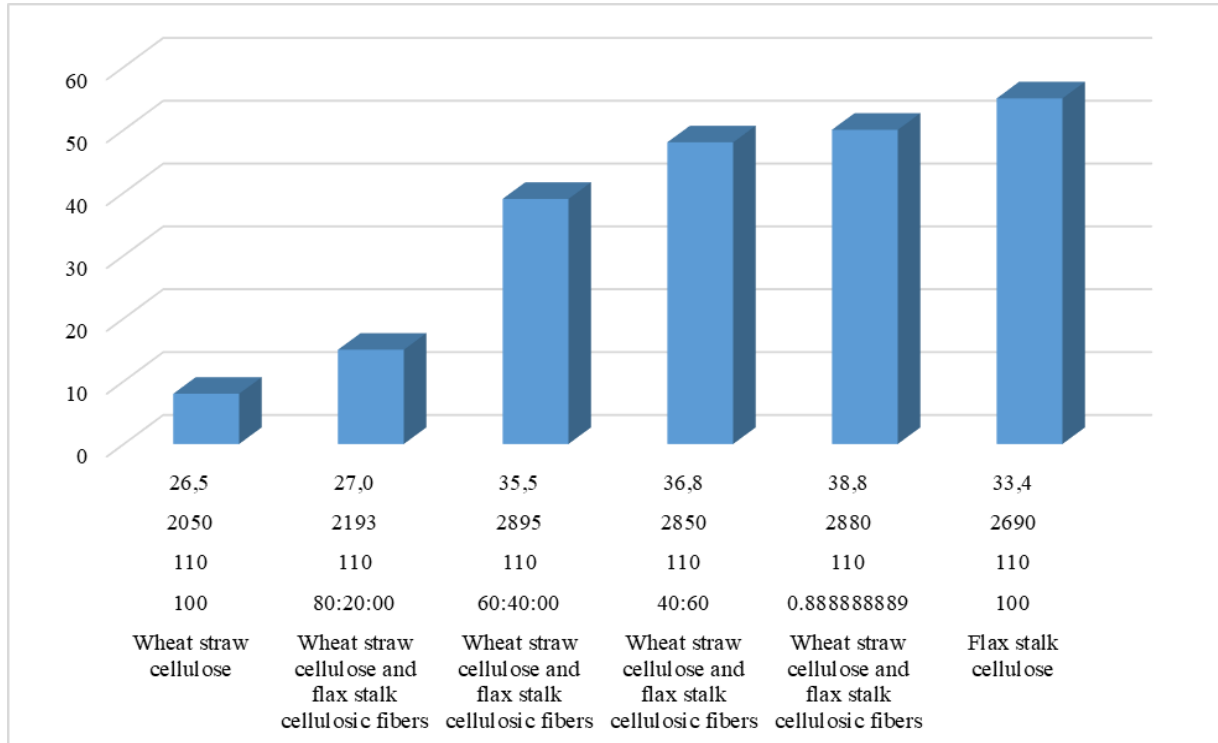


Figure 3. Physical-mechanical properties of cellulose-based composite paper.

Analysis of Results (table 2) shows that the paper sample obtained from flax-straw cellulose (60:40) demonstrates higher performance indicators compared to other compositions. Taking into account properties such as strength, fiber length, and reaction capacity, flax cellulose was chosen for further research in comparison to other plant-based celluloses.

CONCLUSION.

Cellulose-based composite materials stand out due to their ecological purity, recyclability, and superior mechanical properties. These materials are produced using natural polymers, which allows them to be recycled and undergo biodegradation processes without harming the environment, making these characteristics some of their main advantages. The various methods of producing cellulose-based composites, such as mechanical fibrillation, chemical modification, and the preparation of nanocomposites and biocomposites, enable the improvement of the mechanical, thermal, and chemical properties of the materials. By using these methods, high-quality and durable materials are produced, which increases their service life and efficiency. Cellulose-based composites, with their lightweight, high strength, and environmental cleanliness, can be widely applied in construction, automotive, packaging, electronics, and other industries. As next-generation materials, they are expected to play a significant role in various industrial sectors. The use of innovations in the manufacturing processes and technologies of such materials will lead to them becoming more efficient and competitive. In the future, the industrial application of cellulose-based composite materials may increase, making them economically viable and environmentally friendly. Therefore, further development and optimization of the production technologies for these types of materials will help meet the demand for environmentally and economically sustainable materials.

References

- [1]. Новицкий А.Г.Химическая стойкость базальтовых волокон для армирования бетонов.// Хімічна промисловість України. 2003. № 3, с. 16-19.
- [2]. Новицкий А. Г., Ефремов М. В. Волокно из горнов пород для армирования бетонов (Доклады VII Всероссийской научно-практической конференции (г. Белокуриха). М.: ЦЭИ «Химмаш», 2007. — С. 116—120.
- [3]. Bajpai, P. Brief description of the pulp and paper making process.in. Bajpai, P. (Ed.). *Biotechnology for pulp and paper processing*. London: Springer. (2012). pp. 7 – 14.
- [4]. Heinemann, S. (2006). Chemical Pulp.in. Holik, H. (Ed). *Handbook of Paper and Board*. Germany: Wiley-VCH. pp. 21-23.
- [5]. González-García, S., Moreira, M.T., Maldonado, L. and Feijoo, G. (2010). Environmental impact assessment of non-wood based pulp production by soda-anthraquinone pulping process. *Journal of Cleaner Production*, 18(2), 137 - 145.
- [6]. Sridach, W. (2010b). The environmentally benign pulping process of non-wood fibers. *Suranaree Journal of Science and Technology*, 17 (2), 105 - 123.
- [7]. Deak, T. and Czigan, T. “Chemical composition and mechanical properties of basalt and glass fibers: 2009 comparison”, *Text Res J*; 79: p 645–651.
- [8]. Cerný, M., Glogar, P., Golias, V., Hruska, J., Jakes, P. and Sucharda, Z. “Comparison of mechanical properties and structural changes of continuous basalt and glass fibres at elevated temperatures”. *Ceram Silik*, 2007, 51(2): p 82-88.
- [9]. Shan, Y. and Liao, K. “Environmental fatigue of unidirectional glass-carbon fiber reinforced hybrid composite”. *Composites Part B*, 2001, 32(4): p 355–363.
- [10]. Э.А.Эгамбердиев, Г.Ю.Акмалова, М.К. Абдумавлянова, И.И.Сулаймонов // Фильтр материаллар тайёрлашда маҳаллий хом ашёлардан фойдаланиш «Целлюлоза ва унинг ҳосилаларини кимёси ва технологиясини долзарб муаммолари» Республика илмий-техникавий конференция 2018 й, 288-289 б.
- [11]. Примкулов М., Раҳмонбердиев Ғ., Эгамбердиев Э. Целлюлоза ва қоғоз технологиясидан масалалар. “Фан ва технология” Т.: 2010. 140 бет.
- [12]. Э.А.Эгамбердиев, Ғ.Р.Раҳмонбердиев, Г.Ю.Акмалова, Ш.А.Рашидов. Маҳаллий хом ашёлардан олинган ўрам қоғоз намуналарининг сифат кўрсаткичларини ўрганиш ва таққослаш // Композицион материаллар 2019 й. №1, б. 98-100.
- [13]. Э.А.Эгамбердиев, Ғ.Р.Раҳмонбердиев, Г.Ю.Акмалова, С.Ш.Арслонов Зиғир целлюлозаси ва базальт толасидан олинган қоғознинг сифат кўрсаткичлари (букилишга қаршилиги ҳамда узулиш узунлиги)ни ўрганиш //«Целлюлоза ва унинг ҳосилаларини кимёси ва технологиясини долзарб муаммолари» Республика илмий-техникавий конференция 2018 й. б. 232-233
- [14]. Э.А.Эгамбердиев, У.Д.Мухитдинов, А.А.Ғофуров, Ғ.Р.Раҳмонбердиев Бир йиллик ўсимликлар целлюлозаси ва базальт тола асосида олинган композицион қоғоз намуналарининг сорбцияланишини ўрганиш // Фарғона политехника институти илмий-техника журналы 2018 й. №3, б. 111-114.
- [15]. Э.А.Эгамбердиев, И.И.Сулаймонов, Ғ.Р.Раҳмонбердиев Органик ва ноорганик толалар асосида олинган композитлар таркибига бирикмаларнинг киритилиши таъсирини ўрганиш // «Техник ва ижтимоий-иқтисодий фанлар соҳаларининг муҳим масалалари» Республика Олий ўқув юртлараро илмий ишлар тўплами. Тошкент, 2018 й, б. 178-179.

UDK: 615.273:616.13-005.6-092-085

KARDIN PREPARATINING UYQU ARTERIYASI TROMBOZI MODELII SHAROITIDA ANTITROMBOTIK VA GIPOKOAGULYANT TA'SIRI

U.J. Ishimov, N.Dj. Gafurova, Sh.A. Khamidov, Sh.S. Olimjonov, J.F. Ziyaviddinov

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Bioorganik kimyo instituti

uchkunishimov@gmail.com +998935387481

ORCID ID 0009-0001-9021-6782

naimadjamalova@gmail.com +998946961254

ORCID ID 0009-0008-2886-1335

shukhratkhamidov05@gmail.com +998946563150

ORCID ID 0009-0007-3790-26052

shukhratolimjonov092@gmail.com +998933927163

ORCID ID 0009-0006-4698-0974

jamolitdin@mail.ru +998931818174

ORCID ID 0009-0001-9021-6782

(Qabul qilindi 22.05.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotning maqsadi – uyqu arteriyasi trombozi modeli sharoitida Kardin peptid preparatining antitrombotik va gipokoagulyant ta'sirini baholashdir. Tadqiqotlar tana og'irligi 160 ± 20 g bo'lgan kalamushlarda o'tkazildi. Kalamushlarga 15 kun davomida Kardin (10^{-4} mg/kg) va taqqoslash uchun Nebilet (0,46 mg/kg) peroral yuborildi. 16-kuni temir (III) xlorid yordamida chap uyqu arteriyasida tromboz chaqirilib, 24 soat o'tgach qon namunalari protrombin vaqti (PV), faollashtirilgan qisman tromboplastin vaqti (AChTV), fibrinogen miqdori va tromboelastogramma ko'rsatkichlari baholandi. Kardin preparati PV va AChTV ni sezilarli oshirdi, tromb massasini kamaytirdi, fibrinogen darajasini nazorat guruhiga nisbatan 36% ga pasaytirdi. Shuningdek, qon zardobida NO ishlab chiqarilishi oshgani kuzatildi. Xulosa qilib aytganda, Kardin kuchli gipokoagulyant va endoteliyoprotektiv xossalarga ega bo'lib, yurak-qon tomir kasalliklarini davolashda samarali peptid asosli vosita bo'lishi mumkin.

Kalit so'zlar: Kardin, arterial tromboz, giperkoagulyatsiya, NO sintezi, tromboelastografiya, fibrinogen, Nebilet, protrombin vaqti, gemostaz.

Аннотация. Целью настоящего исследования было изучение антитромботического и гипokoагулянтного действия пептидного препарата Кардин на модели артериального тромбоза сонной артерии у крыс. Эксперименты проводились на белых беспородных самцах массой 160 ± 20 г. Кардин (10^{-4} мг/кг) и препарат сравнения Небилет (0,46 мг/кг) вводили перорально в течение 15 суток. На 16-е сутки вызывали тромбоз левой сонной артерии с помощью 5% раствора хлорида железа (III). Через 24 часа оценивали массу тромба, протромбиновое время (ПВ), АЧТВ, уровень фибриногена и показатели тромбоэластограммы. Кардин значительно увеличил ПВ и АЧТВ, снизил массу тромба и уровень фибриногена на 36% по сравнению с контролем. Также отмечено повышение продукции оксида азота в сыворотке крови. Таким образом, Кардин проявил выраженное гипokoагулянтное и эндотелий-протективное действие, что позволяет рассматривать его как перспективное пептидное средство в терапии сердечно-сосудистых заболеваний.

Ключевые слова: Кардин, артериальный тромбоз, гиперкоагуляция, синтез оксида азота (NO), тромбоэластография, фибриноген, Небилет, протромбиновое время, гемостаз.

Abstract. The aim of this study was to evaluate the antithrombotic and hypocoagulant effects of the peptide-based drug Kardin in a rat model of carotid artery thrombosis. Experiments were conducted on male mongrel rats weighing 160 ± 20 g. Kardin (10^{-4} μ g/kg) and the reference drug Nebilet (0.46 mg/kg) were administered orally for 15 days. On day 16, thrombosis was induced using 5% ferric chloride solution, and after 24 hours, thrombus mass, prothrombin time (PT), activated partial thromboplastin time (APTT), fibrinogen levels, and thromboelastographic parameters were evaluated. Kardin significantly increased PT and APTT, reduced thrombus weight, and decreased fibrinogen levels by 36% compared to the control group. Additionally, an increase in nitric oxide production in blood serum was observed. In conclusion, Kardin demonstrated potent hypocoagulant and endothelium-protective activity, suggesting its potential as an effective peptide-based therapeutic agent for cardiovascular disorders.

Keywords: Kardin, arterial thrombosis, hypercoagulation, nitric oxide (NO) synthesis, thromboelastography, fibrinogen, Nebilet, prothrombin time, hemostasis.

KIRISH

Jahon sogʻliqni saqlash tashkiloti (JSST) maʼlumotlariga koʻra, yurak-qon tomir tizimi kasalliklari bugungi kunda butun dunyo boʻylab oʻlim va nogironlikka olib keluvchi asosiy patologiyalar qatorida birinchi oʻrinda turadi. Bu guruhga arterial gipertenziya, yurak ishemik kasalligi, kardiomiopatiya, tugʻma va orttirilgan yurak nuqsonlari kabi kasalliklar kiradi. Ularning aksariyati yurak yetishmovchiligi, yurak ritmining buzilishi va elektr impulslar oʻtkazuvchanligi muammolari bilan murakkablashadi.

Bunday kasalliklarning ogʻirlashuvi koʻpincha qonning giperkoagulyatsiyasi — yaʼni, haddan tashqari ivuvchanligi bilan bogʻliq. Bu holat organizmda tromblar hosil boʻlishiga, yurak infarkti va miya insultiga olib keluvchi xavfli mexanizmlarni faollashtiradi [1]. Shu sababli, qon ivish tizimiga taʼsir qiluvchi dorivor vositalarni ishlab chiqish, ayniqsa endotelial funksiyani yaxshilovchi preparatlarni izlab topish zamonaviy kardiologiyaning muhim vazifalaridan biri hisoblanadi.

Endotel hujayralarining holati yurak-qon tomir kasalliklari rivojlanishida hal qiluvchi oʻrin tutadi. Aynan shu qatlam orqali tomirlar tonusi, yalligʻlanish reaksiyalari va koagulyatsiya jarayonlari muvofiqlashtiriladi. Shu sababli, endotelni himoya qiluvchi va uning funksiyalarini tiklovchi dori vositalariga ehtiyoj yuqori. Bunday preparatlardan biri — Nebilet (nebivolol) boʻlib, u beta-adrenoblokator xususiyatga ega, bir vaqtning oʻzida vazodilatator boʻlib xizmat qiladi va azot oksidi (NO) sintezini ragʻbatlantirish orqali qon tomirlarini kengaytiradi. Arterial bosimni pasaytirish bilan birga, yurak qisqarishlar soniga salbiy taʼsir koʻrsatmasdan, yurakning energetik barqarorligini taʼminlaydi. Biroq, Nebiletning narxi nisbatan yuqori boʻlib, uni uzoq muddatli qoʻllash barcha ijtimoiy qatlamlar uchun har doim ham qulay emas [1].

ADABIYOTLAR TAHLILI

Soʻnggi yillarda yurak-qon tomir kasalliklari borasidagi ilmiy izlanishlar, ayniqsa qonning ivuvchanlik holati – giperkoagulyatsiyani chuqur oʻrganish yoʻnalishida faol rivojlanmoqda. Qon ivuvchanligining ortishi — yurak ishemik kasalligi, miokard infarkti, insult va boshqa ogʻir asoratlarning muhim patogen omili hisoblanadi [3, 5]. JSST va INTERHEART xalqaro tadqiqotlarida aniqlanishicha, giperkoagulyatsiya yurak-qon tomir kasalliklarining rivojlanishida xavf omillaridan biri sifatida tan olingan [2, 4].

Yurak kasalliklarini dori vositalari orqali nazorat qilishda, ayniqsa endotelial funksiyani yaxshilovchi preparatlarga eʼtibor kuchaymoqda. Endotel – bu qon tomir devorining ichki qavati boʻlib, u qon bosimi, koagulyatsiya, yalligʻlanish va trombogenez kabi koʻplab muhim fiziologik jarayonlarni tartibga soladi [9]. Shu bois, endotelni himoya qiluvchi vositalar yurak-qon tomir kasalliklarini oldini olish va davolashda istiqbolli yoʻnalish hisoblanadi [10].

Shu yoʻnalishda keng qoʻllanilayotgan preparatlardan biri — Nebilet (nebivolol) hisoblanadi. U β 1-adrenoblokator sifatida yurakning qisqarish kuchini meʼyorda ushlab turadi va shu bilan birga azot oksidi (NO) sintezini faollashtiradi. Bu esa qon tomirlarini kengaytiradi va arterial bosimni pasaytiradi [8, 9]. Aynan NO ishlab chiqarilishini ragʻbatlantiruvchi taʼsiri tufayli Nebilet boshqa adrenoblokatorlardan ajralib turadi. Shunga qaramay, bu preparatning kamchiligi — uning narxining yuqoriligidir, bu esa uni barcha ijtimoiy qatlamlar uchun doimiy foydalanishda noqulay qiladi [8].

Nebiletga muqobil sifatida mahalliy olimlar tomonidan ishlab chiqilgan Kardin preparati dolzarb ilmiy echim sifatida maydonga chiqmoqda. Oʻzbekiston Fanlar akademiyasi Bioorganik kimyo instituti olimlari tomonidan yaratilgan bu vosita sutemizuvchilarning yurak toʻqimasidan ajratilgan peptidlar asosida tayyorlangan boʻlib, u 10^{-4} mkg/kg dozasida ogʻiz orqali yuborilganida ham sezilarli fiziologik taʼsir koʻrsatgan [1, 10]. Tadqiqotlar natijalariga koʻra, Kardin preparati protrombin va AChTV vaqtlarini oshirib, tromblar massasi va fibrinogen miqdorini kamaytiradi, yaʼni u gipokoagulyant va endotelioprotektiv xossalarga ega [1].

Trombozda markaziy rol oʻynaydigan fibrinogen miqdori qonda ortib borgani sari yurak-qon tomir kasalliklari xavfi ham oshadi. Fibrinogen oʻtkir faza oqsili boʻlib, miqdori trombogenez faolligini aks ettiradi. Shu sababli, bu koʻrsatkichga ijobiy taʼsir koʻrsatuvchi preparatlarni izlash

dolzarb hisoblanadi [5, 12]. Tromboelastografik tadqiqotlar orqali aniqlanganidek, Kardin MA, E, Ci, ITP kabi ko'rsatkichlarda ham qon ivuvchanligini sezilarli darajada pasaytirgan [1, 12].

Kardin preparatining afzalliklaridan yana biri — ta'sir samaradorligining yuqori bo'lishiga qaramay, juda past dozada qo'llanishidir. Uning dozasi Nebiletga nisbatan 5 million marta kichik bo'lishiga qaramay, fiziologik ta'siri unga teng yoki undan yuqori bo'lgan [1]. Hozirgi kunda Kardin preparatining faol modda shakli O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligida ro'yxatdan o'tkazilgan (ДВ/М 04266/09/22), va u asosida 0,001% eritma hamda 1 mkg li til osti tabletkalari shaklida dori vositalari ishlab chiqilmoqda [1].

Shunday qilib, Nebilet va Kardin preparatlari yurak-qon tomir kasalliklarida qon ivuvchanligini me'yorga keltirishda muhim o'rin tutadi. Ammo, Kardinning past dozada, arzon narxda va kuchli gipokoagulyant ta'sirga ega bo'lishi uni yanada istiqbolli muqobil sifatida tavsiflaydi.

METODOLOGIYA

Tajribalar og'irligi 160 ± 20 g bo'lgan oq mongrel erkak kalamushlarda o'tkazildi. Kardin va Nebilet preparatlari og'iz orqali qabul qilingan dozalarda: Kardin - 10-4 mkg / kg va Nebilet 0,46 mg / kg 15 kun davomida. Hayvonlarning nazorat guruhiga 0,2 ml hajmdagi distillangan suv berildi. 16-kuni hayvonlarga Nembutal (50 mg/kg, qorin bo'shlig'i) bilan og'riqsizlantiriladi va halqum terisi kesiladi, chap uyqu arteriyasi kesiladi va unga temir (III) xloridning 5% li eritmasiga namlangan paxta 5 daqiqa davomida surtiladi.

Hayvonlar tikilgan va evtanaziyadan (natriy etaminalning haddan tashqari dozasi) 24 soat o'tgach, tromb massasini aniqlash uchun kalamushlardan o'ng va chap uyqu arteriyalarining bir qismi kesilgan. Evtanaziyadan oldin kalamushlar natriy etilamin bilan behushlik qilishgan va qon ivish jarayonini o'rganish uchun kapillyar yordamida ko'z kon'yunktivasidan qon to'plangan. Qon ivishining quyidagi parametrlari aniqlandi: protrombin vaqti (PT), faollashtirilgan qisman tromboplastin vaqti (APTT), koagulometr yordamida fibrinogen (Germaniya) [2].

Peptid ekstraktsiyasi. Yangi so'yilgan sigirning o'pkasi (1,5 kg) maydalagichda maydalangan. Keyin maydalangan massa 0,9% NaCl eritmasida 80°C da 20-25 daqiqa davomida qaynatiladi, sovutiladi va qattiq kulrang mato orqali filtrlanadi. Jami oqsillar-peptidlar 1:5 nisbatda supernatantga aseton qo'shib cho'ktirildi. Olingan modda 1:10 nisbatda 0,01 M natriy fosfat buferida ekstraktsiya qilindi va unga ammoniy sulfatning 67 ml to'yingan eritmasi qo'shib yuqori molekulyar oqsillar cho'ktirildi. Qolgan supernatantning pH qiymati 10% sirka kislotasi bilan 4 ga tushirildi va unga 45 g ammoniy sulfat kukuni qo'shib peptidlar cho'ktirildi. Tadqiqot jel filtrlash bilan davom ettirildi.

Taqqoslash preparati sifatida 1 tabletkada 5 mg faol moddani o'z ichiga olgan planshetlar shaklidagi Ne-bilet tijorat preparati (Berlin-Chemie tomonidan ishlab chiqarilgan) ishlatilgan.

Tajribalar 160 ± 15 g og'irlikdagi urg'ochi kalamushlarda o'tkazildi. Kardin preparatining moddasi mushak ichiga 1 kalamushga 1 mkg dozada 0,2 ml hajmda yuborilgan.

Kardin preparatining dorivor shakli 1 kalamush uchun 1,0 mkg dozada 0,1 ml lik avtomatik pipetka yordamida og'iz orqali yuborilgan.

Taqqoslash preparati Nebilet 0,1 ml hajmdagi kalamush uchun 80 mkg dozada og'iz orqali yuborilgan.

Qon zardobida nitrit ko'rinishidagi nitrat oksidning yakuniy mahsuloti aniqlandi. Qon kalamushning pastki milk venasidan tomchilab, ustara bilan kesilgandan so'ng yoki boshi kesilgandan so'ng olingan. Qon 2000 rpm tezlikda 5 daqiqa davomida santrifuj qilindi. Keyin 0,4 ml sarum olindi, unga 0,8 ml 0,5 n NaOH va 0,8 ml 10% li rux sulfat eritmasi qo'shildi. Naychanning tarkibi 30 soniya davomida aralashtiriladi va 30 minut davomida 3000 aylanish tezligida santrifuj qilinadi. Keyin 0,75 ml supernatant suyuqlik yig'ilib, teng hajmdagi Griess reaktivi (1% sulfanilamid, 0,1% naftilendiamin, 2,5% fosfor kislotasi) bilan aralashtiriladi va xona haroratida 10 daqiqa davomida inkubatsiya qilinadi. Eritmaning yutilishi 546 nm to'lqin uzunligida o'lchandi. Standart sifatida natriy nitrit ishlatilgan.

Qon ivish holati to'rt kanalli tromboelastograf – "Thromb-2" qurilmasida tromboelastografik usul yordamida aniqlandi. Qon ivish jarayoni quyidagi asosiy tromboelastogramma parametrlari

asosida baholandi:

- R – Reaksiya vaqti (s) – qonning ivishi boshlangunga qadar o'tadigan vaqt bo'lib, trombin hosil bo'lishining boshlanishi bilan bog'liq.
- K – Laxta hosil bo'lish vaqti (s) – fibrinogenning fibringa aylanishi va laxtaning zichlashuvi uchun ketadigan vaqt.
- R + K – Koagulyatsiya davomiyligi (s) – qon ivishining umumiy davomiyligini ifodalaydi, ya'ni trombin hosil bo'lishidan tortib laxta hosil bo'lishigacha bo'lgan vaqt:

$$R + K = T_{\text{koag}}$$

- R / K – Protrombin foydalanish konstantasi (PFC) – bu reaksiya vaqti (R) ning laxta hosil bo'lish vaqti (K) ga nisbati bo'lib, trombin hosil bo'lish tezligi bilan hosil bo'lgan trombin miqdori o'rtasidagi bog'liqlikni aks ettiradi:

$$PFC = \frac{R}{K}$$

- Ci – Koagulyatsiya indeksi – koagulyatsiya jarayonining umumiy faoliyatini aks ettiruvchi integrallashgan ko'rsatkich. U ko'pincha maxsus nomogramma yoki avtomatik hisoblash orqali aniqlanadi.

- MA – Maksimal amplituda (mm) – tromb mustahkamligini ko'rsatadi; trombositlar faoliyati va fibrinogen konsentratsiyasiga bog'liq.

- E – Laxta elastiklik koeffitsienti (dyn/cm²) – qon laxtasining elastikligini aniqlaydi, quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$E = \frac{5000 \times MA}{100 - MA}$$

- ITP – Trombogemorragik potentsial indeksi – bu ko'rsatkich qon ivishining umumiy holatini, ya'ni trombozga moyillik va gemorragik (qon ketishga moyillik) xavf o'rtasidagi muvozanatni ko'rsatadi. ITP maxsus diagnostik algoritmlar orqali baholanadi.

NATIJA VA MUHOKAMA

Uyqu arteriyasining eksperimental trombozi sharoitida kalamushlarda gemostaz tizimi holatini o'rganish natijalari shuni ko'rsatdiki, nazorat guruhidagi hayvonlarda sog'lom (intakt) kalamushlarga nisbatan qon ivuvchanligining oshishi — giperkoagulyatsiya holati yuzaga kelgan, bunda tromb massasi o'rtacha 1,9±0,2 mg ni tashkil etgan, protrombin vaqti (PV) 39,5% ga kamaygan (23,2 soniyadan 14,1 soniyaga), faollashtirilgan qisman tromboplastin vaqti (AChTV) esa 34% ga qisqargan (22,0 soniyadan 14,5 soniyaga), fibrinogen miqdori esa 119% ga oshgan (400 mg/dl dan 871 mg/dl gacha), bu esa kalamushlarda qonning ivuvchanlik tizimida sezilarli buzilishlar mavjudligini tasdiqlaydi.

1-jadval.

Arterial tromboz fonida kalamushlardagi gemostaz ko'rsatkichlariga Kardin va Nebilet preparatlarining ta'siri (M±m; n=5)

Preparat	Tromb massasi, mg	Protrombin vaqti (PV), soniya	AChTV, soniya	Fibrinogen, mg/dl
Intakt (sog'lom)	—	23,3±2,0	22,0±2,0	400±35
Nazorat	1,9±0,2	14,1±0,1 Δ=−39,5% **	14,5±1,0 Δ=−34% **	877,0±50,0 Δ=+119% **
Kardin, 10 ^{−4} mkg/kg	0,8±0,06 Δ=−58% *	17,7±1,2 Δ=+25,5% *	20,3±4,0 Δ=+40% *	558,0±40,0 Δ=−36% *
Nebilet, 0,46 mg/kg	0,98±0,1 Δ=−48% *	20,7±2,0 Δ=+47% *	25,9±2,4 Δ=+78,6% *	802,9±50,0 Δ=−8,5% *

Izoh: *Δ – foiz o'zgarish nazorat guruhiga nisbatan,, *Δ – foiz o'zgarish intakt (sog'lom) guruhiga nisbatan.

Ushbu jadvaldan ko‘rinib turibdiki, Kardin va Nebilet preparatlari gemostaz ko‘rsatkichlariga ijobiy ta‘sir ko‘rsatadi, ya‘ni tromb hosil bo‘lishini kamaytiradi, protrombin vaqti va AChTV ni uzaytiradi, fibrinogen miqdorini pasaytiradi, bu esa ularning gipokoagulyant (qonni suyultiruvchi) ta‘sirini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, Kardin preparati tromb massasini kamaytirish bo‘yicha Nebiletga nisbatan kuchliroq samaraga ega bo‘lgan.

Ko‘rinib turibdiki, arterial trombozning oldini olish maqsadida Kardin va Nebilet preparatlarining qo‘llanilishi uyqu arteriyasida tromb hosil bo‘lishini sezilarli darajada cheklaydi. Kardin ta‘sirida kalamushlarda o‘rtacha $0,8 \pm 0,06$ mg, Nebilet ta‘sirida esa $0,98 \pm 0,1$ mg massaga ega tromblar kuzatilgan bo‘lib, bu miqdor nazorat guruhiga nisbatan deyarli ikki baravar kam.

Kardin va Nebilet preparatlari kalamushlarda qon ivish tizimi – gemostaz ko‘rsatkichlariga ijobiy ta‘sir ko‘rsatdi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, Kardin preparati ta‘sirida protrombin vaqti (PV) 25,5% ga, AChTV esa 40% ga oshgan, fibrinogen miqdori esa 36% ga kamaygan. Bu esa Kardinning qon ivish faolligini pasaytiruvchi — gipokoagulyant xususiyatini ko‘rsatadi. Nebilet ta‘sirida esa PV va AChTV ko‘rsatkichlari yaxshilangan bo‘lsa-da, fibrinogen miqdorining kamayishi statistik jihatdan ishonchli bo‘lmagan. Umuman olganda, Kardinning tromb massasi, PV va AChTV ko‘rsatkichlariga ta‘siri Nebilet bilan taqqoslanadigan darajada samarali bo‘lgan.

Shunday qilib, eksperimental arterial trombozning oldini olishda Kardin preparatini qo‘llash qon ivish tizimi ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi va bu borada Nebiletga teng ta‘sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, Kardin fibrinogen darajasini yanada samarali kamaytirishi bilan ajralib turadi. Bu bilan birga, Kardin qo‘llanilgan doza bo‘yicha Nebiletga nisbatan 5 million marta kam miqdorda ta‘sir ko‘rsatgan — bu esa uning yuqori biologik faolligidan dalolat beradi.

Ma‘lumki, fibrinogen — bu organizmning yallig‘lanish va trombozga javoban ajraladigan o‘tkir faza oqsillaridan biri hisoblanadi va uning miqdori qon plazmasida trombozning turli bosqichlarida oshadi. Fibrinogen miqdorining oshishi yurak-qon tomir kasalliklari va ularning og‘ir asoratlari xavfini oshirishi sababli, ushbu moddaning darajasini kamaytirishga qaratilgan Kardin asosidagi dori vositasini yaratish maqsadga muvofiqdir.

Hozirgi kunda Kardin preparatining faol modda shakli tayyorlanib, O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligida ro‘yxatdan o‘tkazilgan (ro‘yxat raqami: DV/M 04266/09/22). Shuningdek, ichish uchun mo‘ljallangan 0,001% eritma, shuningdek, har biri 1 mikrogramm Kardin saqlovchi til ostiga qo‘yiladigan (sublingval) tabletkalar shaklida dorivor shakllar ishlab chiqilmoqda.

Kardin preparatining buzilmagan kalamushlarga ta‘sirini o‘rganishda gipokoagulyant ta‘sir va qon zardobida NO induktsiyasi aniqlandi.

XULOSA.

Olib borilgan eksperimental tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, Kardin preparati uyqu arteriyasi trombozi modeli sharoitida kuchli antitrombotik va gipokoagulyant ta‘sirga ega. U tromb massasini kamaytirish, protrombin vaqti (PV) va AChTV ni uzaytirish orqali qon ivuvchanligini susaytiradi. Fibrinogen darajasining pasayishi esa Kardinning yurak-qon tomir kasalliklaridagi yallig‘lanishga qarshi va antikoagulyant mexanizmlar orqali kompleks ta‘sirini ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, Kardin ta‘siri Nebilet bilan teng darajada samarali bo‘lib, uning dozasi 5 million marta kam bo‘lishiga qaramay, fibrinogeni sezilarli darajada kamaytirishi bilan afzalroq ekani aniqlandi. Shuningdek, preparatning past dozada samaradorligi va NO sintezini stimulyatsiya qilishi, uni istiqbolli peptidli dori vositasi sifatida kardiologik amaliyotga joriy etish imkonini beradi.

Adabiyotlar

- [1]. Гафурова Н.Д., Выпова Н.Л., Хамидов Ш.А., Искандерова С.Д., Зияев А.В. Влияние препарата Кардин на уровень оксида азота и процесса свертываемости крови у интактных крыс.- Терапевтический вестник Узбекистана, №3, 2018, 1569-172.
- [2]. Юнусова Ш.Х., Хаитов Р.М., Мирзаев Ш.Х. Изучение антикоагулянтного и эндотелий-протективного действия пептидного препарата «Кардин» при артериальном тромбозе сонной артерии у крыс // Материалы международной научно-практической конференции "Актуальные вопросы биомедицины". – Ташкент: ИБОХ АН РУз, 2022. – С. 112–116.

- [3]. Reshetnikov V.A., Kutsenko L.A., Sokolova O.A. Гиперкоагуляция в клинической практике // Современная терапия. – 2020. – №3. – С. 48–53.
- [4]. Yusuf S., Hawken S., Ôunpuu S. et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study // The Lancet. – 2004. – Vol. 364, Issue 9438. – P. 937–952.
- [5]. Мазур И.А., Баранова Е.И. Влияние гиперкоагуляции на развитие инфаркта миокарда // Кардиология. – 2017. – №10. – С. 64–68.
- [6]. Mancia G., Fagard R., Narkiewicz K. et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension // European Heart Journal. – 2013. – Vol. 34(28). – P. 2159–2219.
- [7]. Boos C.J., Lip G.Y. Is hypertension a prothrombotic state? // J. Hum. Hypertens. – 2005. – Vol. 19. – P. 539–544.
- [8]. Ülgen M.S., Ozben B. Nebivolol: a review of its antihypertensive and vasodilatory properties // Cardiovascular Drug Reviews. – 2001. – Vol. 19(4). – P. 375–390.
- [9]. Aslan S., Doğan M., Dündar S., Özdemir D. Role of nitric oxide in cardiovascular system // Journal of Clinical Medicine. – 2021. – Vol. 10(3). – P. 550.
- [10]. Хайтов Р.М., Мирзаев Ш.Х., Юнусова Ш.Х. Новое направление в кардиологии – пептидные препараты эндотелий-протективного действия // Вестник фармакологии. – 2021. – №2. – С. 21–25.
- [11]. Yusuf S., Wood D., Ralston J. et al. The World Heart Federation's vision for worldwide cardiovascular risk reduction and disease prevention // The Lancet. – 2015. – Vol. 386. – P. 399–402.
- [12]. Ганнушкин М.С., Жданов В.В. Тромбоэластография в клинической диагностике: возможности и перспективы // Лабораторная диагностика. – 2020. – №3. – С. 35–41.
- [13]. ГОСТ Р 53079.4–2008. Исследования клинические лабораторные. Методы выполнения коагуляционных тестов. – Введ. 2009-01-01. – М.: Стандартинформ, 2008. – 12 с.

UDK:691.32

POLIKARBOKSILAT EFIRLAR ASOSIDAGI SUPERPLASTIFIKATORLARNING SEMENT TIZIMLARIGA TA'SIRINI O'RGANISH

A.T. Djalilov¹, M.U. Karimov¹, F.S. Ismailov¹, X.Dj. Ismailova², B.I. Farmanov²

¹Toshkent Kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti,

²Qarshi davlat texnika universiteti

[\(Qabul qilindi 22.05.2025 y.\)](#)

Annotatsiya. Polikarboksilat tipidagi superplastifikatorlarning kimyoviy tuzilishini tahlil qilish asosida sement zarrachalarining tarqalish xususiyatlari o'rganildi. Polikarboksilatning dispergator sifatidagi nisbiy samaradorligi turli suv-sement nisbatlarida sement qorishmasining yoyiluvchanligi, va mustahkamlikni o'lchash orqali sement namunalarida o'rganildi. Sintez qilingan polikarboksilatning IQ-spektr va SEM analiz taxlillari o'rganildi. Polikarboksilat superplastifikatorining molekulyar shkalasi bo'yicha strukturaviy o'zgarishlar dispersiya va suvni ushlab turish xususiyatlarining o'zgarishiga, shuningdek, portland sementining mosligini yaxshilashga va beton qorishmasining mustahkamligini oshishiga olib kelishi mumkin.

Ka'lit so'zlar: Polikarboksilat superplastifikatori, portland sement, suv iq-spektr, element analiz.

Аннотация. На основе анализа химической структуры суперпластификаторов поликарбоксилатного типа были изучены особенности распределения частиц цемента. Относительная эффективность поликарбоксилата в качестве диспергатора исследовалась на образцах цемента путем измерения растекаемости цементного раствора и прочности при различных водоцементных соотношениях. Были изучены ИК-спектр и СЭМ-анализ синтезированного поликарбоксилата. Структурные изменения в молекулярном масштабе поликарбоксилатного суперпластификатора могут привести к изменению дисперсионных и водоудерживающих свойств, а также к улучшению совместимости портландцемента и повышению прочности бетонной смеси.

Ключевые слова: Поликарбоксилатный суперпластификатор, портландцемент, вода, ИК-спектр, элементный анализ

Abstract. Based on the analysis of the chemical structure of polycarboxylate-type superplasticizers, the characteristics of cement particle distribution were studied. The relative effectiveness of polycarboxylate as a dispersing agent was investigated on cement samples by measuring the flowability of cement mortar and its strength at various water-cement ratios. The IR spectrum and SEM analysis of the synthesized polycarboxylate were examined. Structural changes at the molecular level of the polycarboxylate

superplasticizer can lead to alterations in its dispersion and water-retention properties, as well as improve the compatibility with Portland cement and increase the strength of the concrete mixture.

Keywords: Polycarboxylate superplasticizer, Portland cement, water, IR spectrum, elemental analysis.

Kirish. Makromonomer va monomerlar asosida polikarboksilat superplastifikatori sintez qilish bugungi kunda eng ilg'or yo'nalishlardan biridir. Qurilish sanoati rivojlanayotgan bir paytda betonga qo'shiladigan kimyoviy qo'shimchalarga bo'lgan talab ham ortib bormoqda. Bugungi kunda respublikamizda sifatli va import o'rnini bosuvchi superplastifikator ishlab chiqarish muhim ahamiyat kasb etadi. Beton uzoq muddat hizmat qilishi, ishonchli, yuqori mustahkamlikka ega, yoriqlar paydo bo'lishiga chidamli, korroziyaga bardoshli bo'lishi lozim. Shu bilan birga, foydalaniladigan beton qorishmasi monolit qurilish uchun mos kelishi, ya'ni yuqori harakatchanlikka ega va bir xil tarkibli bo'lishi kerak. Hozirgi kunda dunyoda samaradorligi yuqori bo'lgan sement asosidagi kompozitsion materiallarning fizik-mexanik va ekspluatatsion xossalarini yaxshilash, struktura hosil qilish jarayonini rostdash uchun organik moddalar asosida olingan superplastifikatorlarni qo'llash sohadagi muammolarni bartaraf etishda asosiy yechimlardan biri hisoblanadi. Ayniqsa bugungi kunda sanoat, ishlab chiqarishning iqtisodiy rivojlanishi beton mahsulotlarning mustahkamligi bilan uzviy bog'liq. Sanoat qurilishi hajmining oshishi bilan atrof-muhit va agressiv muhitlarga chidamli konstruksiyalar hamda binolarning mustahkam-ligi, bardoshliligini oshiradigan yangi mahalliy va qayta tiklanadigan xomashyolar asosidagi organik qo'shimcha- larni izlash, qurilish materiallari uchun kimyoviy qo'shimchalar ishlab chiqarish muhim ahamiyat kasb etadi. Bugungi kunda jahonda beton qorishmalarini mustahkamligini oshirish uchun yuqori samarali plastifikatsiyalovchi qo'shimchalar olish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Superplastifikatorlar klassifikatsiyasi

Plastifikato r turi	Polimer asosi	Ta'sir qilish mexanizmi		Suvni kamaytiruvchi ta'sir, %
		Elektrostatik	Sterik	
NF	Sulfatlangan naftalin Formaldegid	+++	+	15-20
MF	Sulfatlangan melamin Formaldegid	+++	+	15-25
LSTM	Lignosulfonat	+++	+	10-20
P	Polikarboksilat	++	++	20-30
EP	Payvandlangan efir bilan polioksid poli-karboksilat (akrilat)	++	+++	25-40

Adabiyotlar. Polikarboksilat turidagi superplastifikatorlar so'nggi vaqtlarda keng ommalashib bormoqda[1]. Liu va boshqalar yangi yulduzsimon polikarboksilatlardan foydalanish sement qorishmasining yaxshiroq dispersiya qobiliyati va oquvchanligini saqlashga, qorishmada suvni kuchliroq kamaytirishga va to'yingan miqdorini kamaytirishga olib kelishini ta'kidladilar [2]. Polikarboksilatli superplastifikatorlar sintezida makromonomerlar muhim ahamiyatga ega. So'nggi tadqiqotlar natijalariga ko'ra, polikarboksilat superplatifikator olish uchun modifikatsiyalangan vinil efiri, metallil efiri (HPEG) va izoprenol efiri (IPEG) makromonomerlar sifatida suvli erkin radikal sopolimerlanish jarayoniga kiritiladi [3-5]. Molekulyar og'irligi yuqori, yon zanjir zichligi past va yon zanjir uzunligi qisqaroq bo'lgan polikarboksilatlar sement zarralari yuzasiga

yaxshiroq adsorbsiyalanishi mumkin [6]. Qurilish sohaning tez sur'atlarda rivojlanishi natijasida yig'ma beton o'zining bir qator afzalliklari tufayli barcha sohalarda keng qo'llanila boshlandi. Bu afzalliklar qatoriga sifatning oshishi, samaradorlikning ko'tarilishi, qurilish muddatlarining qisqarishi, mehnat sharoitlarining yaxshilanishi va resurslarning tejalishi kiradi [7]. Yig'ma temir-beton mahsulotlarini ishlab chiqarishning an'anaviy jarayonida ularning yuqori unumdorligi va qisqa muddatli xususiyatlaridan yanada samarali foydalanish maqsadida, odatda betonning qotish jarayonida bug'lash usuli qo'llaniladi. Biroq, bu usul ko'p energiya talab qiladigan va qimmatbaho hisoblanadi. Shu bilan birga, ishlab chiqarish liniyasi talablari va qurilish xususiyatlariga muvofiq bo'lish uchun yig'ma beton qorishmasining konus cho'masi dastlabki bir soat ichida o'zgarmasligi sezilarli darajada bo'lmasligi kerak. Ushbu masalani hal etish uchun biz beton qorishmasi uchun erta ta'sir ko'rsatuvchi polikarboksilat superplastifikatorini ishlab chiqishga qaror qildik. Erta mustahkamlikka ega bo'lgan polikarboksilat suv kamaytirgich qo'shimchalar sohasida Lay Guansin, Lin Yanmey, Chen Xiao va boshqalar polikarboksilat superplastifikatorlarning erta mustahkamlik olish mexanizmi va dastlabki mustahkamligi bo'yicha tadqiqotlar olib borishgan [8-12]. Betondagi qo'shimchalar betonning sifatini yaxshilash, unga o'ziga xos xususiyatlar berish, qurilish ishlarini tezlashtirish, qurilish jarayonini narxini kamaytirish maqsadida ishlatiladi [13].

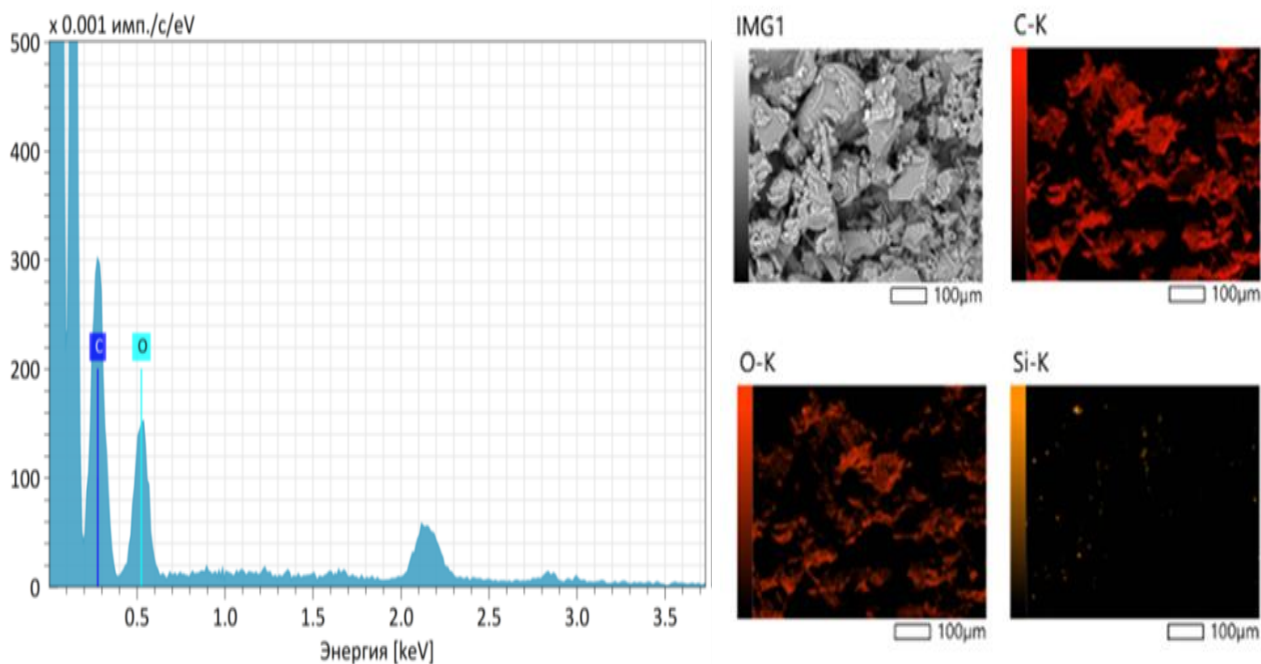
Tadqiqot metodologiyasi. Makromanomer va manomerlar asosida polikarboksilat superplastifikatorini 60°C haroratda suvli eritma sharoitida polimerizatsiya reaksiyasi asosida makromonomer sifatida polioksietilen izobutil spirti efir, akril kislota, inisiator va zanjir uzatuvchilardan foydalanib sintez jarayoni amalga oshirildi. Polikarboksilat superplastifikatorini sifati va polimerizatsiya reaksiya jarayoniga ta'sir qiluvchi omillar sifatida makromonomerlarning molekulyar og'irligi va haroratga e'tibor qaratildi. Ularni tayyorlash usullari quyidagicha ko'rsatilgan. Tajribani 250 ml uch og'izli tubi dumaloq kolbaga. polioksietilen izobutil spirti efirni distillingan suvga eritib solamiz, tomdirgich yordamida aralashmaga inisiator 30 daqiqaga mo'ljallab qo'shiladi. So'ngra o'lchangan manomer, makromanomerni va inisiatorni bo'lak-bo'lak qilib qo'shiladi. Aralashtirgich bilan yaxshilab aralashtirib, reaksiya haroratni 65°C da termostatlangan moy hammomida 300 daqiqa olib boriladi. Polikarboksilat superplastifikatorning yakuniy mahsuloti sifatida 40% li suvli eritma olinadi, olingan masulotni, 10%li NaOH eritmasi bilan neytrallab, ph 6-7 ga keltirib olinadi.

Natija va muhokama.

Hosil bo'lgan superplastifikator plastifikatsiyalovchi ta'sirga ega bo'lib, beton qorishmasining harakatchanligi P3 darajagacha bo'ladi. Konus cho'kmasi orqali sinovdan o'tqazilganda 24 sm gacha harakatlanganini aniqlandi. Beton manumalari normal sharoitda 28 kun davomida bir tekis yuqori mustaxkamlik bialn tavsiflanadi. Yuqori plastifikatsiyalovchi ta'sir ko'rsatish hususiyati tufayli, polikarboksilat superplastifikatori 28 kunlik kuzatuv davri mobaynida yuqori mustaxkam betonning siqilishga bo'lgan mustaxkamligini o'sishini ta'minlaydi. Bino va inshootlarni loyihalashda mustaxkamlikdan tashqari, konstruksiyaning ishonchliligi va uzoq muddatga chidamliligini tavsiflovchi boshqa fizik- mexanik xususiyatlar ham talab etiladi.

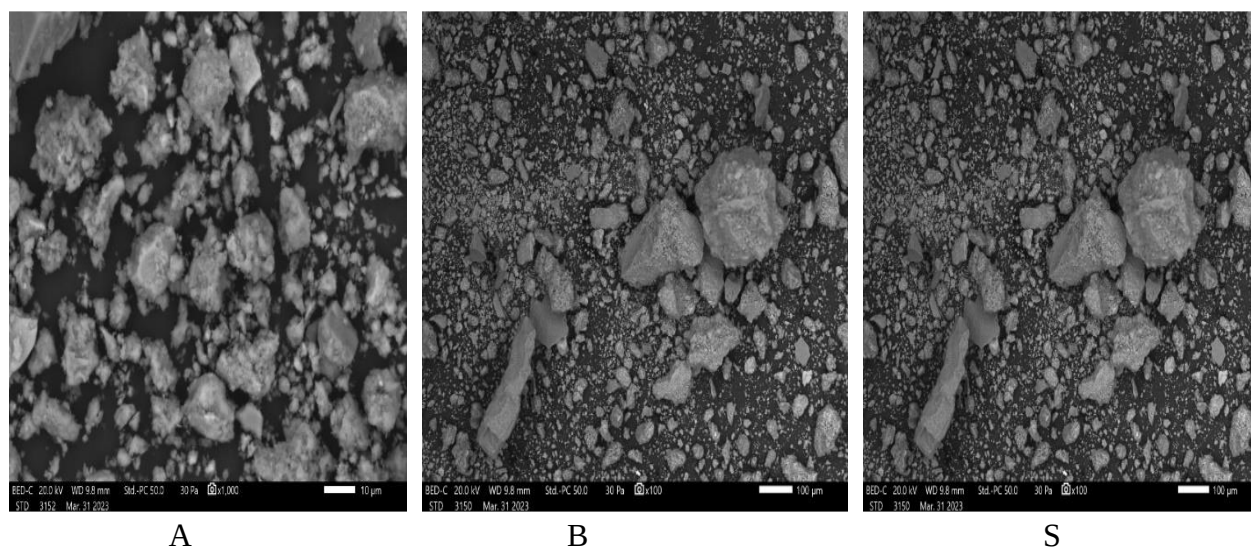
Polikarboksilat superplastifikator tarkibini rentgen-fluoressensiya tahlili o'rganilganda 0 keV dan 4 keV energiyasiga yaqin bo'lgan spektr chiziqlari orasida bir nechta elementlarga ega ekanligi aniqlandi:

Polikarboksilat superplastifikatorning uglerod (C) spektri 92 intensivlikdagi 0,25 keV energiyasiga ega chizig'ida joylashgan. kislorod (O) spektri 40 intensivlikdagi 0.5 keV energiyasiga ega chiziqda joylashgan.



1- rasm. Superplastifikatorni element natijalari va SEM tasviri tahlili.

1-rasmdagi Superplastifikatorni element natijalari va SEM tasviri tahlili ko'ra, element taxliliga polikarboksilat superplastifikatorning tarkibida asosan uglerod (C) 61,09%, kislorod (O) 38,91%, miqdorda mavjud ekanligi 1-jadvalda keltirib o'tilgan.



2-rasm. Superplastifikator qo'shilgan beton namunasining elektron mikroskopik tasvirlari.

Adsorbsiya va dispersiya sement gidratatsiya jarayoniga ta'sir ko'rsatib, bu o'z navbatida sement gidratatsiya mahsulotlarining morfologiyasi, betonning mikrostrukturasi va mexanik xususiyatlariga ta'sir etadi. Shu sababli, polikarboksilatli erta mustahkamlik beruvchi superplastifikatorning gidratatsiya mahsulotlari morfologiyasiga ta'sirini o'rganish betonning makroskopik xususiyatlarini boshqarish uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Polikarboksilatli erta mustahkamlik beruvchi superplastifikator qo'shilmagan beton namunalari hamda oddiy suv kamaytiradigan Polikarboksilat superplastifikatoridan beton namunalari uchun foydalanib, 3 kun davomida tabiiy sharoitda saqlanadi va ularning gidratatsiyasi skanerlovchi elektron mikroskop yordamida tekshiriladi.

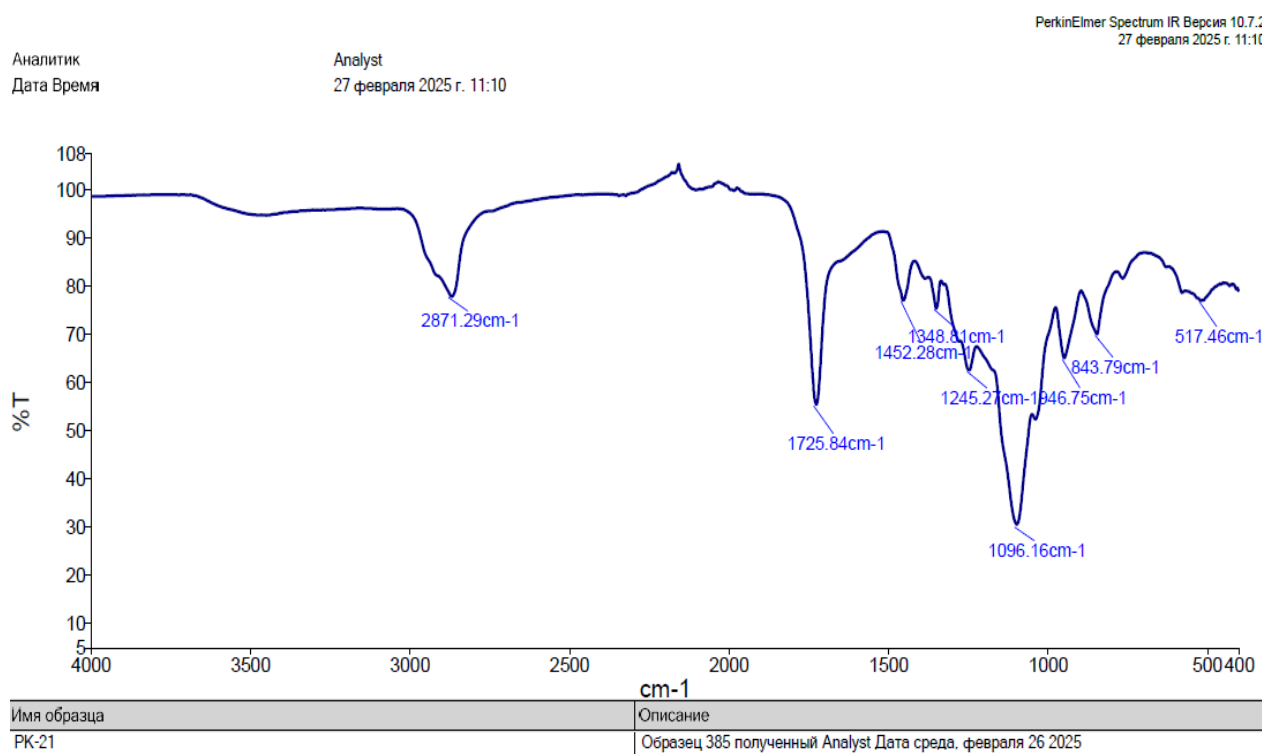
1-jadval

Superplastifikatorni element tahlili bo'yicha kimyoviy tarkibi

Element	At.n	Mass%	Abs.prog. % (1 sigma)
C	6	61,09	1.87
O	8	38,91	1.43
		100.00	

Birlashtiruvchi moddalarning gidratatsiyasi oz miqdorda suv borligini ko'rsatdi, ya'ni tabiiy sharoitlarda namunalarning qurishi natijasida ko'p miqdordagi mayda kristallar hosil bo'ladi. Mexanik aralashtirish jarayonida bog'lovchini kerakli miqdorda suv bilan ta'minlash uchun, sement toshining namlanish xususiyatini yaxshilaydigan polikarboksilatning suvli eritmasi yordamida amalga oshiriladi.

Koordinatsion birikmadagi funktsional guruhlar va bog'lanishlarning tebranishlari Spectrum Two (Perkin Elmer) asbobida infraqizil spektroskopiya yordamida kuzatildi. 400-4000 sm^{-1} ,



2-rasm. Sintez qilingan superplastifikatorning FTIR-spektrlari tahlili.

Polikarboksilat superplastifikatorining FTIR-spektrlari 2-rasmda ko'rsatilgan. 1725,84 sm^{-1} dagi cho'qqilar C=O bog'lanishining valent tebranishlariga mos keladi. 1096,16 sm^{-1} dagi cho'qqilar C-O bog'lanishining valent tebranishlariga tegishli. 1348,81 sm^{-1} dagi cho'qqilar C-O-C valent tebranishlariga to'g'ri keladi. 1245,27 sm^{-1} oralig'ida C=C yutilish cho'qqisining yo'qligi barcha monomerlar muvaffaqiyatli polimerlanganini ko'rsatadi.

Xulosa va takliflar

Olib borilgan tadqiqotlardan shuni xulosa qilib aytish mumkinki, makromanomer va monomer asosida sintez qilingan superplastifikatorni IQ-spektr va Sem va element analiz taxlillari o'rganildi. Eritma konsentratsiya 44 % bo'lib, reaksiya harorati 70°C gacha oraliqda bo'ldi, reaksiya davomiyligi esa besh soatni tashkil etdi. Olingan natijalar superplastifikator qo'shilishi bilan betonning sifatini yaxshilanishi isbotlandi. Superplastifikator qo'shimchani qo'shish orqali

suv sarfini kamaytirishga erishildi. Betonning go'vak strukturasini yaxshilash orqali betonning mustaxkamligini oshirishga erishildi. Sementdagi dispersiya taxlil natijalari bilan birlashtirish dispersiya samaradorligi qaysi mikrostrukturaviy tuzilma eng samarali ekanligini va sintez qilishda qaysi biri asosiysi bo'lishi kerakligini bilib olishga yordam beradi. Kelgusi tadqiqot ishlarida yon zanjir uzunligi, sopolimerizatsiya paytida polikarboksilat superplastifikatorlarining mikrostrukturaviy tuzilishiga ishlatiladigan zanjir uzatuvchi agenti va tashabbuskor kabi boshqa parametrlarning ta'sirini ham hisobga olishi kerak.

Adabiyotlar

- [1]. V.M. Malhotra (Ed.), 5th International Conference on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete, Rome, SP173, ACI, 1997.
- [2]. X. Liu, J. Guan, G. Lai, Z. Wang, J. Zhu, S. Cui, M. Lan, H. Li, Performances and working mechanism of a novel polycarboxylate superplasticizer synthesized through changing molecular topological structure, J. Colloid Interface Sci. 504 (2017) 12–24.
- [3]. J. Plank, E. Sakai, C.W. Miao, C. Yu, J.X. Hong, Chemical admixtures — Chemistry, applications and their impact on concrete microstructure and durability, Cem. Concr. Res. 78 (2015) 81–99.
- [4]. T. Conte, J. Plank, Impact of molecular structure and composition of polycarboxylate comb polymers on the flow properties of alkali-activated slag, Cem. Concr. Res. 116 (2019) 95–101.
- [5]. L. Lei, J. Plank, A study on the impact of different clay minerals on the dispersing force of conventional and modified vinyl ether based polycarboxylate superplasticizers, Cem. Concr. Res. 60 (2014) 1–10.
- [6]. L. Zhang, X. Miao, X. Kong, S. Zhou, Retardation effect of PCE superplasticizers with different architectures and their impacts on early strength of cement mortar, Cem. Concr. Compos. 104 (2019) 103369, <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.103369>.
- [7]. Guo, X.M. (2017) What is a Prefabricated Building. In: Xue, J.G., Fan, Q.T. (Eds.), Design, Manufacture and Construction for Precast Concrete Buildings. China Machine Press., Beijing. pp. 1-9.
- [8]. LIN Y.M. (2014) Synthesis of early strength polycarboxylate superplasticizer. J. New Building Materials. 41(05):11-14.
- [9]. Lai, G.X., Fang, Y.H., Lin, Y.M., Lai, H.Z. (2017) Synthesis and properties of polycondensation-type polycarboxylate superplasticizer. J. New Building Materials. 44(05):17-19+49.
- [10]. Cheng H. (2017) Synthesis and properties of early-strength polycarboxylate water reducer. D. Xi'an University of Architecture and Technology.
- [11]. Xu Z.Z., Zhou P.Y., Fan R.B., Wang X.Y., Wang L.X. (2019) Synthesis and application of early strength polycarboxylate superplasticizer. J. New Building Materials. 46(02):57-60.
- [12]. Lu Z.C. (2013) Study on the relationship between structure and properties of polycarboxylate superplasticizer. D. Beijing University of Technology.
- [13]. I. Ismoilov F.S. Karimov M.U., Djalilov A.T., Mo'minov B. S. // Polikarboksilatli superplastifikator sintez qilish va uning samaradorligi. // QarDU xabarlari Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal. KIMYO 2024 4(2). <https://qarshidu.uz/oz/page/ilmiy-jurnal-NEW-128-132> bet.

УДК: 661.183.2

ЎСИМЛИК ЧИҚИНДИЛАРИ АСОСИДА УГЛЕРОДЛИ АДСОРБЕНТЛАР ОЛИШ, УЛАРНИ ҚЎЛЛАШ ИМКОНИАТЛАРИ

Д.С. Салиханова¹, З.Т. Усмонова²

¹Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Умумий ва ноорганик кимё институти,
salihanova79@mail.ru, тел.: (99891) 7981979

²Наманган Давлат Техника Университети,
usmonovazulfiya_1980@mail.ru тел.: (99899) 9756208
(Қабул қилинди 06.05.2025 й.)

Аннотация. Ушбу мақолада олхўри данаги пўчоғини термик пиролиз қилиб кўмирлаштирилгандан сўнгги хоссаларининг ўзгариши ва структуралари таҳлил қилинган. Бу жараён атмосфера босими ва 300 – 800 °С ҳарорат ҳамда кислородсиз муҳитда биомассага термик ишлов беришдан иборат бўлиб, бу кўмирнинг говакли тузилиши шаклланишида ўз натижаларини беради. Шунингдек, жараён параметрлари, тажриба техникаси ва ҳарорат таъсирида фаоллантирилган углеводларнинг физик – кимёвий хусусиятларининг ўзгариши ёритилган бўлиб, бу

биомассага асосланган озиқ – овқат чиқиндисини қимматбаҳо адсорбцион материалга айлантириши учун мақбул шароитлар механизмларини тушуниш имконини беради.

Калит сўзлар: пиролиз, ҳарорат, адсорбат, изотерма, олхўри данаги чиқиндилари, смола, кул таркиби, намлик, аргон гази, инерт муҳит...

Аннотация. В статье анализируются изменения свойств и структуры косточек сливы после обугливания методом термического пиролиза. Данный процесс заключается в термической обработке биомассы при атмосферном давлении и температуре 300-800 °C в бескислородной среде, в результате чего образуется пористая структура угля. Также освещены технологические параметры, экспериментальные методики и изменения физико-химических свойств активированных углей под воздействием температуры, что позволяет понять механизмы оптимальных условий для преобразования пищевых отходов на основе биомассы в ценный адсорбирующий материал.

Ключевые слова: пиролиз, температура, адсорбат, изотерма, отходы сливовых косточек, смола, зольность, влажность, аргон, инертная среда...

Abstract. This article analyzes changes in properties and structures of plum kernel pods after charring by thermal pyrolysis. This process consists of thermal treatment of biomass at atmospheric pressure and a temperature of 300-800 °C and an oxygen-free environment, which results in forming a porous structure of coal. Also, process parameters, experimental techniques, and changes in physico-chemical properties of activated carbons under the influence of temperature are highlighted, which allows us to understand the mechanisms of optimal conditions for converting biomass-based food waste into a valuable adsorbent material.

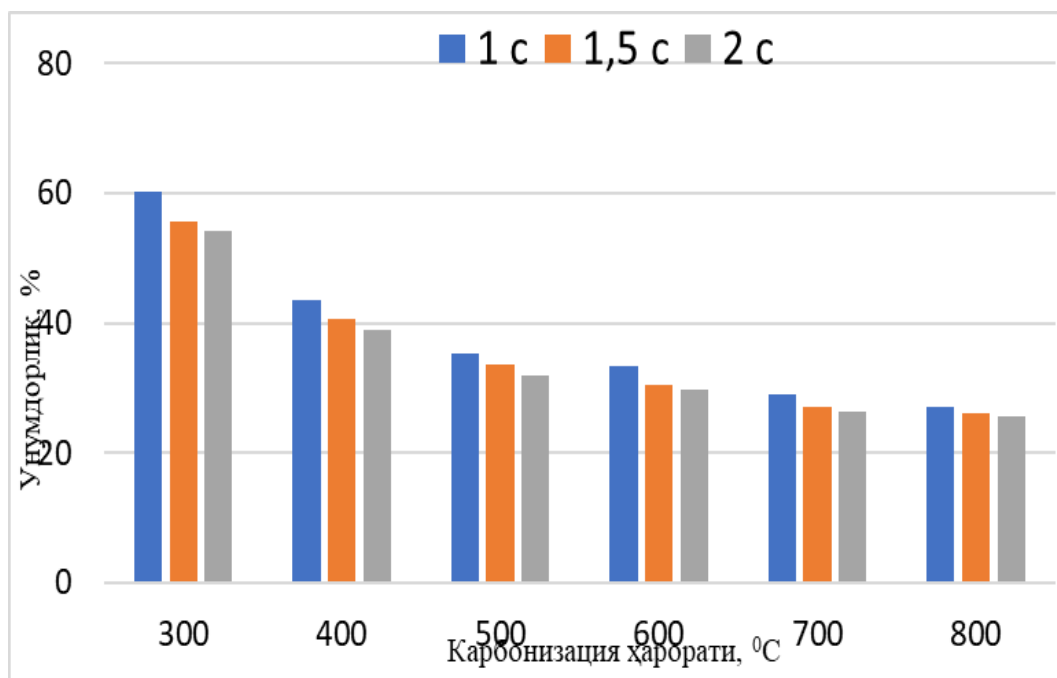
Key words: pyrolysis, temperature, adsorbate, isotherm, plum seed waste, tar, ash content, humidity, argon gas, inert medium.

Бугунги кунда дунё олимлари томонидан [1; 218–235 б., 2; 7 б., 3; 102-110 б., 4; 1115-1126 б., 5; 29 б., 6; 137 б., 7; 152 б., 8; 288 б] қишлоқ хўжалик маҳсулотлари асосида фаоллантирилган углеродли адсорбент олиш ишлари жадаллик билан олиб борилмоқда. Унга кўра, қишлоқ хўжалик маҳсулотлари таркиби, физик хоссалари, уларни таркибий қисмлари (целлюлоза, гемицеллюлоза ва лигнин), фаоллаштириш шароитлари, термик фаоллаштириш таъсири, турли хил модификаторлар таъсири, уларни қўллаш натижасида сирт юзаси ва ғоваклар ҳажмининг ўзгариши турли тадқиқот ишларида кенг муҳокама қилинмоқда. Ўсимлик чиқиндиларидан олинган углеродли адсорбент, тоза маҳсулотлардан олинган углеродли адсорбентларга нисбатан арзон ҳамда иқтисодий жиҳатдан самарали ҳисобланади. Углеродли адсорбент олишда асосий эътибор хомашё таркибида углерод тутганлиги билан бир қаторда тан нархи ва тозалик даражасига ҳам боғлиқдир. Углерод тутувчи ўсимлик хомашёлари сифатида бамбук, гурунч қипиғи, кокос пўстлоғи, ёнғоқ пўстлоғи, шакар қамиш пояси ва турли қишлоқ хўжалик чиқиндиларидан фойдаланиш мумкин.

Ўсимлик чиқиндилари асосида углеродли адсорбентлар олиш хомашёнинг арзонлиги, микроғоваклар миқдорининг кўплиги, нисбий юзанинг юқорилиги, танлаб ютувчанлик хусусияти туфайли мавжуд табиий углеродли адсорбентлардан қолишмаслигини изоҳлайди.

Объект ва усуллар. Объект сифатида олхўри данаги пўчоғи танланган бўлиб рентгенофазовий, коллоид-кимёвий (кондуктометрия, титрометриядан) усуллардан фойдаланилган. Бундан ташқари, Quantachrome Nova 1000e статик адсорбцион қурилма ёрдамида 77 К дан паст бўлган ҳароратда ғовакли тузилманинг характеристикалари яъни, (умумий ғовак ҳажми - V_{Σ} , солиштирма юзаси – S ҳамда ғовак радиуси – R , Å азот адсорбцияси усулига кўра таҳлил қилинди. Бунинг учун синов намуналари 12 соат мобайнида 100 °C ҳароратда вакуумли ишлов бериш шаклида тайёрланди. БЕТ усулида эса адсорбция миқдорининг қолдиқ босимга боғлиқлигини ифодаловчи эгри чизиклар қайта ишланди [9; 166-167 б]. Ғовак диаметрининг ўртача қиймати БЕТ усули билан $D_{\text{ўр}}=4V/S$ формуласи бўйича изоҳланди [10; 21956-21960 б]. t - Plot усули микропорлар ҳажмини аниқлаш учун қўлланилди [11; 13266-13274 б]. (ВЈН) яъни, Barrett-Joyner-Halenda усулида мезоғоваклар ҳажми аниқланган. Horvat-Kawazoe (НК) усулида эса микроғоваклар ўлчамлари ва ҳажмларига кўра таксимот (ўртача ҳажми $\approx 1,15-1,17$ nm) таҳлил қилинган [12; 734-750 б].

Натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Ҳарорат таъсирида фаоллантириб олинган карбонизатларни физик – кимёвий ва адсорбцион кўрсаткичларига ҳарорат ва вақтнинг таъсири ўрганилди.



1- расм. Масса йўқотилишига ҳарорат ва вақтнинг таъсири гистаграммаси.

Диаграммадан 1 соат термик пиролизланган карбонизатни ифодаловчи кўк рангли устун бошқаларга нисбатан энг кам масса йўқотиши билан алоҳида эътиборни тортади. Бу карбонизация жараёни учун ушбу вақт давомийлигида кутилган маҳсулотни олиш учун етарли эмаслигидан далолат беради. 1,5 соат (жигарранг) ва 2 (соат) кулранг устунларнинг деярли яқин кўрсаткичлари олхўри данагининг пўстлоғи учун 1,5 соатли карбонизация даври энг мақбул деб хулоса қилиш имконини беради. Бу давр данак пўстлоғи таркибидаги органик компонентларни парчаланиши ва чиқиб кетиши учун етарли эканлигини кўрсатади.

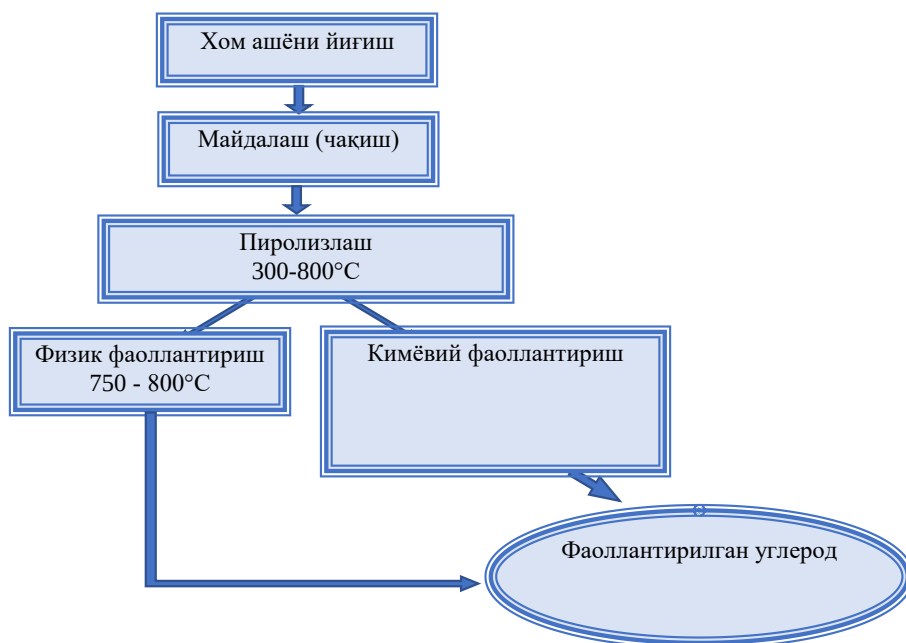
Ушбу тадқиқот иши доирасида карбонизация жараёнини ифодаловчи ўзгаришлар ва хусусиятлар таҳлил қилинди.

1 - жадвал

**Карбонизация жараёнининг масса йўқотилишига таъсири
(пиролиз вақти 1,5 соат)**

Т, °С	Маҳсулот чиқиши, %			Намлиги, %	Кул таркиби, %
	кўмир	смола	газсимон		
300	55,61	11,2	10,7	3,772	1,21
400	55,61	15,4	43,97	3,561	1,32
500	33,61	21,8	44,59	3,475	1,34
600	30,57	22,3	44,59	2,902	1,45
700	27,07	12,4	44,59	2,896	1,58
800	26,21	10,7	63,09	2,702	1,91

Эксперимент қисми. Дастлаб тадқиқот ишини олиб бориш учун блок схема тузиб олинди. 2 – расмда олхўри данаги адсорбентини олиш учун блок схема тавсифланган.

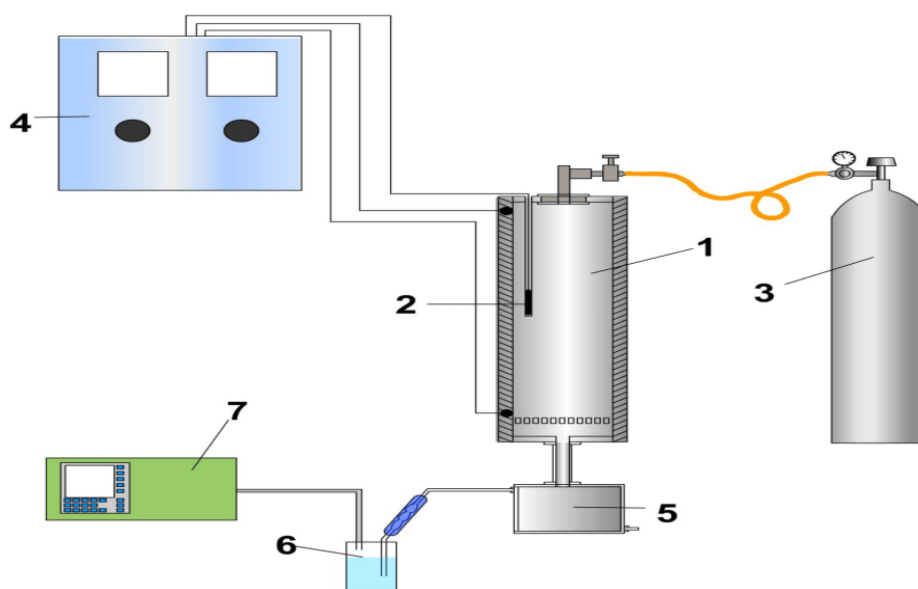


2-расм. Олхўри данагидан фаоллантирилган углеродлар олиш жараёнининг блок схемаси.

Майдаланган олхўри данакларини лаборатория шароитида термик пиролиз учун мўлжалланган баландлиги 1 м ва диаметри 0,055 м бўлган зангламайдиган пўлатдан ясалган реакторли пиролиз қурилмасида (2-расм) аргон атмосфераси 40 ± 1 мл / с оқим тезлигида амалга оширилди.

Қурилма қуйидагича ишлаш принципига эга: дастлаб (1) пиролиз печининг ички қисмининг мустаҳкамловчи

панжарасига ўрнатилган металл тўрига ҳом ашё 500 г дан (курук ҳолатда) жойлаштирилди ва печ қопқоғи керакли арматура тикин ёрдамида қотирилиб ёпилди. Оқим ўлчагич орқали газ назоратига кўра, босимни назорат қилиш детали ёрдамида аргон газини берилди ва инерт муҳит ҳосил бўлиши таъминланди. Шундан сўнг (2) ҳароратни назорат қилувчи терможуфтликни печнинг махсус қисмига жойланди ва (4) ток уланди. Дастлаб, секин фаоллантириш усулига кўра тезлик танланди ва $5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ иситиш тезлигида пиролизлаш бошланди.



Расм-3. - Лаборатория экспериментал пиролиз қурилмаси
1-пиролиз печи, 2-термопара, 3-аргон (азот), 4-электрон бошқарув қутиси,
5-смола ушлагич, 6-конденсат ушлагич, 7-газ анализатор.

Ҳарорат 24°C , ток 30 вольт. Шу ток кучи билан ҳароратни 300°C гача чиқишини таъминласа бўлади. Ҳарорат ҳар 100°C га кўтарилганда аргон газини бериб муҳитни барқарорлигини таъминлаб турилди. 400°C дан $800 \pm 20^{\circ}\text{C}$ гача бўлган ҳар бир тажрибада ҳом ашёни иситиш интенсивлиги учун белгиланган қийматлар, якуний ҳарорат, вақт ва қутилаётган маҳсулотнинг унумдорлиги назорат қилиб борилди. Ҳом ашё таркибидаги

учувчан ҳамда суюқлик, эҳтимол смолалар реакторнинг махсус чиқариш тешиклари орқали чиқарилади ва (5) смола ушлағичга келиб тушади. Смола ушлағичдан чиққан учувчан газ ва конденсатлар (6) конденсат ушлағичга йиғилади ҳамда (7) ёрдамида газлар анализ қилинади [13; 030054 1-5 б].

Хулосалар. Ўрганишлар натижасида кўмир таркибидаги смола ва газсимон моддалар чиқиши 500 – 600 °С оралиғида энг кўп миқдорни ташкил этиши ва ундан юқори ҳароратларда қийматнинг пасайиши кузатилди. Бу кузатув натижалари фаоллашув давомийлиги ва ҳароратини назорат қилиш баробарида кутилаётган фаол углеродларнинг физик – кимёвий ва адсорбцион хусусиятларини оптималлаштириш, тадқиқот давомида физик ҳамда термокимёвий усул билан ишлов бериш учун танлов имконини беради.

Ушбу тадқиқот ишидаги келтирилган илмий маълумотлар нафақат агросаноат, шу билан биргаликда озиқ – овқат саноати чиқиндисидан оқилона фойдаланиш имконияти, органик материаллар утилизацияси ва қайта ишлаш учун экологик тоза технологияларни яратишга асос бўлади.

Адабиётлар

- [1]. Yahya MohdAdib, Al-Qodah Z., ZanariahNgah C.W. Agricultural bio-waste materials as potential sustainable precursors used for activated carbon production: A review. // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015, V. 46, pp. 218–235.
- [2]. Рык В. А. Получение и применение активного угля из коры лиственницы [Текст] /В. А. Рык,Е. В. Топчий,В. Н.Пилякин, З. О. Матвеева. //Лесохимия и подсочка- ВНИПИЭИ-леспром.- 1974.- №1.- С.7.
- [3]. Wienhaus Otto. Состояние и перспективы развития химической переработки древесины [Текст] / Wienhaus Otto, Fiseher Freednech. // Holztechnologie. -1983.- v.24.- №2.- P. 102- 110.
- [4]. Tancredi N. Activatedcarbons from eucalyptus wood. Influence of the carbonization temperature [Текст] /N. Tancredi, T. Cardero, J. Rodrigues-Mirasol, J. J. Rodrigues. //Separ. Sci. andTechnol.- 1997 - v. 32,№6- P. 1115 - 1126.
- [5]. Разработка технологии и нового оборудования для промышленного использования [Текст]:отчёт /СПбНИИЛХ;рук. Шерсинов А. А. - 1973. - 62 с. -сб.рефератов НИРиОКР, серия20.- №5.- С.29.
- [6]. Бронзов О. В. Древесный уголь [Текст] /О. В. Бронзов.- М.: Лесная промышленность, 1979. — 137 с.
- [7]. Левин Э.Д. Теоретические основы производства древесного угля [Текст]/Э.Д.Левин.- М.:Лесная промышленность, 1980 - 152 с.
- [8]. Равич Б.М. Комплексное использование сырья и отходов [Текст]/Б.М.Равич,В.П. Окладников, В.Н. Лыгачев, М.А. МенковскийМ.А. - М.:Химия,1988.-288с.
- [9]. Harter, Robert D. The Little Adsorption Book: A Practical Guide for Engineers and Scientists. Soil Science 163(2): p 166-167, February 1998.
- [10]. Usmonova Z, Salikhanova D. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 11, Issue 6, June 2024. Nitrogen Vapor Adsorption on Plum Seed Barkand Activated Carbons. – С. 21956-21960.
- [11]. Galarneau, A., Villemot, F., Rodriguez, J., Fajula, F., & Coasne, B. (2014). Validity of the t-plot Method to Assess Microporosity in Hierarchical Micro/Mesoporous Materials. Langmuir, 30(44), 13266–13274.
- [12]. Rege, S. U., & Yang, R. T. (2000). Corrected Horváth-Kawazoe equations for pore-size distribution. AIChE Journal, 46(4), 734–750.
- [13]. Dilnoza Salikhanova, Zulfiya Usmonova. Determination of physicochemical and adsorption properties of carbon adsorbents obtained on the basis of plum seed waste. // AIP Conf. Proc. 3045, 030054(2024) <https://doi.org/10.1063/5.0197632>.
- [14]. Активированный уголь [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.voda-kazan.ru/index.php?id=128&option=com_content&view=fulltext. (дата обращения: 08.03.2017).
- [15]. <https://kun.uz/ru/news/2023/12/27/v-uzbekistane-za-11-mesyatsev-dobyto-57-mln-tonn-uglya>
- [16]. <https://en.yellowpages.uz/rubric/activated-carbon-production>
- [17]. <https://www.marketsandmarkets.com/ResearchInsight/activated-carbon-market>.
- [18]. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/activated-carbon-362>
- [19]. ГОСТ 7657-84
- [20]. ASTM D 2866-11
- [21]. ГОСТ 11022-95

GUMUS O'G'ITLARI VA MIKROELEMENTLAR

¹D.A. O'ktamov, ²Z. To'rayev, ³I.I. Usmanov

^{1,2}Namangan davlat texnika universiteti, dilmurod.uktamov@mail.ru

³Toshkent kimyo-texnologiya instituti Yangiyer filiali.

[\(Qabul qilindi 05.06.2025 y.\)](#)

Annotatsiya. Maqolada gumusning olinish usullari, uning mikroelementlar bilan birgalikdagi foydali hususiyatlari, o'simliklarga ta'siri to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan. Gumusning o'simliklar uchun zarur bo'lgan azot, fosfor, kaltsiy, magniy, kaliy kabi mikro- va makroelementlarni o'z ichiga olishi, bu ozuqa moddalari o'simliklarning o'sishini va rivojlanishini ta'minlashi, tuproqning pH darajasini muvozanatlashi, tuproqdagi kislotali yoki ishqor muhitni neytrallashi, bu esa o'simliklar uchun yaxshiroq o'sish sharoitlarini yaratishi, tuproqdagi mikroorganizmlar faolligini oshirishi mumkinligi to'g'risida so'z yuritilgan.

Kalit so'zlar: Gumus, gumin va foliy kislotalar, mikroelementlar, o'simliklar hosildorligi

Аннотация. В статье представлена информация о способах получения гумуса, его полезных свойствах вместе с микроэлементами и влиянии на растения. Говорят, что гумус содержит необходимые растениям микро- и макроэлементы, такие как азот, фосфор, кальций, магний, калий, эти питательные вещества обеспечивают рост и развитие растений, балансируют уровень pH почвы, нейтрализуют кислую или щелочную среду в почве, что создает лучшие условия роста растений, а также может повысить активность микроорганизмов в почве.

Ключевые слова: Гумус, гуминовая и фоллиевая кислоты, микроэлементы, продуктивность растений

Annotation. The article provides information on the methods of obtaining humus, its beneficial properties in combination with microelements, and its effect on plants. It is said that humus contains micro- and macroelements necessary for plants, such as nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, and potassium, and that these nutrients ensure the growth and development of plants, balance the pH level of the soil, neutralize the acidic or alkaline environment in the soil, which creates better growth conditions for plants, and can increase the activity of microorganisms in the soil.

Key words: Humus, humic and folic acids, microelements, plant productivity.

KIRISH.

Gumus, chirindi – tuproqning nisbatan barqaror, odatda, qoramtir organik birikmalari majmuasi bo'lib, nobud bo'lgan o'simlik va hayvon organizmining biologik hamda biokimyoviy o'zgarishi, chirishi va undan murakkab yangi moddalarning sintezlanishi natijasida hosil bo'ladi.

Shuningdek, gumus tarkibiga organik qoldiq moddalar oqsillar, uglevodlar, lignin, yog'lar va boshqalar, ularning o'zgarishi vaqtida vujudga kelgan oraliq mahsulotlar aminokislotalar, oksikislotalar, fenollar, monosaxaridlar, guminli moddalar kiradi.

Gumus tuproq unumdorligini ta'minlovchi eng muhim ko'rsatkichdir. Gumusda o'simlikning asosiy oziq elementlari uglerod, azot, fosfor va boshqalar mavjud bo'lib, o'simlik va hayvon qoldiqlarining chirishidan oddiy birikmalar vujudga keladi.

Masalan: mikroorganizmlar ta'sirida ulardan uglerod, karbonat angidrid, azot, fosfor va oltingugurt, nitratlar hamda sulfatlar shaklida, shuningdek, boshqa elementlar o'simliklar o'zlashtira oladigan birikmalar holida ajralib chiqadi.

Gumus kalsiy, magniy va boshqa kimyoviy elementlarni singdiradi hamda tuproqda ushlab turadi, tuproqning mineral qismini bir-biri bilan biriktirib, donadorlikni vujudga keltiradi. Buning natijasida tuproqning mustahkam, suvga bardoshli tarkibi hosil bo'ladi.

Gumusning to'planishi har yili tuproqqa tushadigan organik moddalarning miqdori, ularning biologik hamda kimyoviy o'zgarishi va tuproq mikroflorasi xarakteri zamburug'li, bakteriyali, anaerob yoki aerobligi bilan belgilanadi [1].

Gumus birikmalari va ularning tuproqda tarqalishi tuproq turining muhim belgisi hisoblanadi.

Qishloq xo'jaligi vazirligi huzuridagi Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti Tuproqlar biogeokimyosi, kimyoviy, fizik-kimyoviy xossalarini maqbullashtirish bo'limi asosiy yo'nalishlari sifatida tuproqlar organik moddasi, gumusi, gumusini guruhliy tarkibi va gumusli holati, tuproqlarda sodir bo'layotgan gumifikatsiya va degumifikatsiya jarayonlarini tahlil qilish, gumussizlanishni oldini olish va prognozlash hamda asosiy tuproq turlari uchun gumusni minimal va optimal miqdorlarini aniqlash belgilangan.

Gumusli o'g'itlar organik moddalar va mineral elementlar bilan boyitilgan, tuproqni unumdorligini oshirishda ishlatiladigan o'g'itlardir. Ularning hususiyatlari quyidagilarni o'z ichiga oladi [2].:

Tuproqning unumdorligini oshirish: Gumusli o'g'itlar tuproq tuzilmasini yaxshilaydi, uning havolanishini va suvni saqlash qobiliyatini oshiradi. Bu, ayniqsa, yomon drenajlangan yoki g'ovak tuproqlarda foydalidir.

Organik moddalarning manbai: Gumus o'g'itlar, o'z tarkibida organik moddalarga ega bo'lib, ular tuproqdagi mikroorganizmlar faoliyatini faollashtiradi. Bu mikroorganizmlar o'z navbatida tuproqning tabiiy o'g'itlanishini ta'minlaydi.

Mineral moddalar bilan boyitilish: Gumusli o'g'itlar, tuproqdagi mikroelementlar va makroelementlarning balansini yaxshilaydi. Masalan, ularning tarkibida azot, fosfor, kaliy kabi asosiy ozuqa moddalar mavjud bo'lishi mumkin.

Kimyoviy zararlardan saqlanish: Gumusli o'g'itlar kimyoviy o'g'itlardan farqli o'laroq, tuproqda kimyoviy o'zgarishlarga olib kelmaydi va tuproqning mikroflorasiga zarar yetkazmaydi.

Barqarorlik: Gumusli o'g'itlar, uzoq muddatli ta'sir ko'rsatadi va tuproqning unumdorligini barqaror ravishda oshiradi.

O'simliklarning sog'lig'ini yaxshilash: Gumusli o'g'itlar o'simliklarning ildiz tizimini mustahkamlab, ularning o'sishini rag'batlantiradi. Bu o'simliklarga kasalliklarga chidamlilikni oshiradi.

Gumusli o'g'itlar ko'pincha ekinlarni tabiiy va barqaror tarzda boqish uchun ishlatiladi, chunki ular tuproqni yaxshilash va uzoq muddatli natijalar berish imkoniyatiga ega.

Gumusda gumin kislotasi mavjud. Gumus — bu tuproqning organik qismi bo'lib, unda gumin kislotalari va fulvokislotalar kabi organik moddalar mavjud. Gumin kislotalari tuproqning hosildorligini va o'simliklarning o'sishini rag'batlantiruvchi muhim biologik faol moddalar hisoblanadi. Ular tuproqning fizik va kimyoviy xossalarini yaxshilaydi, makro- va mikroelementlarning o'simliklar tomonidan yaxshiroq o'zlashtirilishini ta'minlaydi.

Gumus va gumin kislotalarning olinishi va ularning xususiyatlari bo'yicha ko'plab olimlar faoliyat olib borishgan, chunki bu mavzular tabiiy fanlar, agrar soxa va ekologiyada muhim ahamiyatga ega. Olimlar tomonidan o'rganilgan gumus va gumin kislotalarining tadqiqoti, asosan, organik moddalarning xossalari va ularning tuproqdagi roliga qaratilgan.

Karl Ernst fon Guttenberg (Karl Ernst von Guttman). Karl Ernst fon Guttenberg 19-asrda gumin kislotalari bo'yicha ilk marotaba tadqiqot ishlarini olib borgan olimlardan biridir. Uning ilmiy tadqiqotlari gumusning organik moddalarning muxim tarkibiy qismlaridan biri ekanligini ko'rsatib berdi.

Aleksandr Kostichev (Aleksandr Ivanovich Kostichev). Aleksandr Kostichev gumin kislotalarning kimyoviy tabiati va ularning mikrobiologik xossalarini tadqiq etgan. Uning ishlarida gumusning tabiatdagi yordamchi moddalar va mikroorganizmlar bilan birikmalarini xolatini o'rganishga yo'naltirilgan.

Richard Xermanson (Richard Hermansson). Richard Xermansonning ishlari gumus va gumin kislotalarning kimyoviy tarkibiga oid tadqiqotlarni o'z ichiga olgan bo'lib, u gumin kislotalarning tuproqdagi vazifasi va ularning organik moddalar bilan o'zaro ta'sirini o'rgangan.

Jorj Lui Leman (Georges Louis Lemoine). Jorj Leman gumus va gumin kislotalarning tuproq ihosil bo'lishi va ozuqa ta'minotidagi ahamiyatini tadqiq qilgan. U shuningdek, gumusning organik moddalar va minerallar bilan birgalikdagi xossalariga oid tafsilotlar olib borgan.

Fridrix Vilgelm Endler (Friedrich Wilhelm Endler). Fridrix Vilgelm Endler gumusning fizik va kimyoviy xossalari tadqiq qilib, gumin kislotalarning to'liq tarkibi va ularning olinish usullari haqida atroflicha ma'lumot bergan.

Karl Shmidt (Karl Schmidt). Karl Shmidt gumus va gumin kislotalarning biologik va kimyoviy xususiyatlarini o'rgangan. Uning tadqiqotlari gumin kislotalarining tuproqdagi faollikka qanday ta'sir qilishini tushunishga yordam berdi.

Aleksandr Dovgalo. Sovet olimlaridan biri bo'lib, Aleksandr Dovgalo gumin kislotalarning kimyoviy tahlili va ularning modifikatsiyasi bo'yicha tadqiqotlar olib borgan.

ASOSIY QISM.

Gumus o'simliklar uchun juda foydali bo'lib, quyidagi asosiy xususiyatlarga ega:

Ozuqa moddalari manbai: Gumus o'simliklar uchun zarur bo'lgan azot, fosfor, kaltsiy, magniy, kaliy kabi mikro- va makroelementlarni o'z ichiga oladi. Bu ozuqa moddalari o'simliklarning o'sishini va rivojlanishini ta'minlaydi. Yer strukturasini yaxshilaydi. Gumus yerning mexanik tuzilishini yaxshilaydi. U tuproqni yumshatib, suvni yaxshi ushlab turishiga yordam beradi, shu bilan birga ortiqcha namlikni olib tashlaydi, bu o'simliklarning ildizlariga tuproqda qulay sharoit yaratadi. Tuproqning pH darajasini muvozanatlaydi. Gumus tuproqdagi kislotali yoki ishqor muhitni neytrallashtiradi, bu esa o'simliklar uchun yaxshiroq o'sish sharoitlarini yaratadi. Tuproqdagi mikroorganizmlar faolligini oshiradi. Gumus tarkibida ko'plab mikroorganizmlar mavjud bo'lib, ular tuproqda organik moddalarni parchalaydi va ularni o'simliklar uchun oson hazm bo'ladigan shaklga aylantiradi. Suvni ushlab turish qobiliyati xaqida quyidagilarni aytib o'tish mumkin. Gumus suvni tuproqda saqlashga yordam beradi, bu ayniqsa qurg'oqchilik davrida o'simliklarga foydalidir. Zararli kasalliklar bilan kurashishga yordam beradi. Ba'zi tadqiqotlar gumus tuproqda zararli bakteriyalar va mikroorganizmlarni kamaytirishga yordam berishini ko'rsatgan. Bu o'simliklarni kasalliklardan himoya qilishda foydali bo'lishi mumkin. Shu tarzda, gumus o'simliklarning o'sishi uchun juda muhim rol o'ynaydi va tuproq sifatini yaxshilashga yordam beradi [3].

Gumus va gumin kislotalarni olinish usullari. Gumus va gumin kislotalar, asosan, organik moddalarning mikrobiologik va kimyoviy parchalanishi natijasida hosil bo'ladi. Buning uchun turli usullar qo'llaniladi [4].:

Ishqorli eritish - gumin kislotalar, odatda, natriy gidroksid yoki kaliy gidroksid bilan ishqorli shartlarda olinadi.

Kislotali eritish - gumusning kislota bilan ta'sirida gumin kislotalar hosil bo'ladi.

Tabiiy parchalanish - o'simliklar va hayvonlar qoldiqlarining organik moddalarga aylanish jarayonida gumin kislotalar paydo bo'ladi.

Gumus va gumin kislotalarni olish va ularning kimyoviy xususiyatlarini tadqiq etish, olib borilgan tadqiqotlar bu moddalarning agrokimyoviy va ekologiyadagi ahamiyatini aniqlashga yordam bergan. Bu mavzudagi ilmiy faoliyat ko'plab olimlarning tadqiqotlariga asoslanadi.

Gumin kislotalar tabiatda asosan organik moddalarning buzilishi natijasida, xususan o'simliklar va hayvonlar qoldiqlarining degradatsiyasi jarayonida hosil bo'ladi. Ular tabiiy gumusning asosiy komponentlari bo'lib, o'simliklarning rivojlanishi va unumdorlikda muhim rol o'ynaydi.

-O'simliklar: O'simliklarning ildizlari, barglari, mevalari va boshqa qoldiqlari tuproqda parchalanadi. O'simliklarning organik moddalari (celluloza, lignin va boshqa komponentlar) mikroorganizmlar tomonidan mikrobiologik jarayonlar orqali parchalanadi, natijada gumus moddalariga aylanadi. Bu jarayon gumus moddalari, shu jumladan, gumin kislotalarini hosil qiladi.

-Hayvonlar: Hayvonlar va ularning qoldiqlari (go'sht, cho'p, suyaklar va h.k.) ham bu jarayonda ishtirok etadi. Hayvonlarning o'lishi va ularning moddalarining parchalanishi ham gumusning shakllanishiga olib keladi.

-Tuproq mikroorganizmlari: Tuproq mikroorganizmlari, masalan, bakteriyalar, qo'ziqorinlar, va zamburug'lar, organik moddalarning parchalanish jarayonida muhim rol o'ynaydi. Ular o'simliklar va hayvonlarning organik qoldiqlarini energetik jihatdan samarali shakllarga ajratadi. Bu parchalanish jarayonida gumus moddalari, shu jumladan gumin kislotalari hosil bo'ladi.

-Kimyoviy jarayonlar: Gumin kislotalari kimyoviy reaksiya orqali ham shakllanadi. Tuproqda o'zaro kimyoviy o'zgarishlar tufayli organik moddalar gidrolizlanib, oksidlanib, va degidratatsiya jarayonlariga uchraydi. Natijada turli xil gumus moddalarini, jumladan gumin va fulvik kislotalarini hosil qiladi.

-Tuproqning tabiiy sharoitlari: Gumin kislotalarining hosil bo'lishi tuproqning kimyoviy tarkibi, pH darajasi, namlik miqdori va nafas olish sharoitlariga ham bog'liq. Masalan, torfli va nam tuproqlarda gumus moddalari ko'proq yig'iladi, chunki ularning parchalanish jarayoni sekin kechadi va ular organik materiallarni yaxshi saqlaydi.

-O'simlik va mikrobial o'zaro ta'sirlar: O'simliklarning ildiz tizimi mikrobial faoliyatni qo'llab-quvvatlaydi. Ba'zi o'simliklar, ayniqsa, leguminalar, tuproq mikroflorasiga oziqa moddalari taqdim etib, mikroorganizmlar bilan o'zaro ta'sirda bo'ladi. Bu jarayonlarning barchasi gumusning hosil bo'lishiga hissa qo'shadi.

-Tuproqdagi vaqt o'tishi: Gumin kislotalari vaqt o'tishi bilan yanada murakkab shakllarga o'tadi. Bosqichma-bosqich parchalanish jarayonlari davomida, xususan, yuqori harorat va kislorodli muhitda gumin kislotalari ko'payib, ular tuproqda saqlanib, ekosistemada muhim rol o'ynaydi.

Gumus gumin kislotalari bilan birga ko'plab organik va mineral moddalarni o'z ichiga oladi, bu esa uning tuproq uchun muhim bo'lgan bir qator foydasini ta'minlaydi.

Gumin kislotalari va mikroelementlar o'rtasidagi reaksiya, asosan, kompleks birikma hosil qilish jarayoni bilan bog'liq. Kompleks birikma - bu organik moddalar (bunda gumin kislotalari) ning metall ionlari bilan birlashishi va halqali tuzilmalar hosil qilish jarayonidir.

Mikroelementlar gumin kislotalari bilan reaksiyaga kirishganda:

Gumin kislotalari o'zining funksional guruhlari (karboksil va fenol guruhlari) orqali mis ionlari bilan bog'lanib, murakkab kompleks birikmani hosil qiladi.

Kompleks birikma hosil bo'lgandan so'ng, mikroelementlarning o'simliklar tomonidan o'zlashtirilishi osonlashadi, chunki komplekslangan formada ular tuproqdagi boshqa kimyoviy birikmalar bilan o'zaro ta'sirga kirishmaydi.

Gumin kislotalari bilan kompleks shaklga o'tgan mikroelement ionlari tuproqda ko'proq mobil bo'ladi va o'simliklar ildizlari tomonidan yaxshi qabul qilinadi.

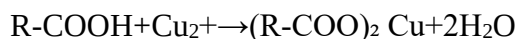
Bu reaksiyaning natijasida o'simliklar mikroelementlarni yaxshiroq o'zlashtira oladi, bu esa ularning o'sishi va hosildorligiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Mikroelementlarning gumin kislotalari bilan reaksiyasi, kompleks birikma hosil bo'lish jarayoni bilan tavsiflanadi. Bu yerda gumin kislotalari mis ionlari bilan o'zaro ta'sirga kirishib, murakkab xelat kompleksini hosil qiladi.

Adabiyotlardan ma'lumki, tuproqda mis mikroelementlari asosan mis (II) ionlari shaklida bo'ladi, ya'ni Cu^{2+} . Gumin kislotalari turli xil funksional guruhlarni o'z ichiga oladi, masalan, karboksil (COOH) va fenol (OH) guruhlari.

Gumin kislotalari o'zining karboksil va fenol guruhlari orqali mis ionlari bilan kompleks birikma hosil qiladi. Bu yerda gumin kislotalari mis ionlarini o'z atrofida tutadi, hosil bo'ladigan halqali struktura xelat kompleks deb ataladi.

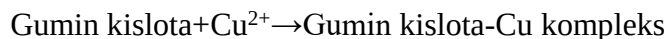
Misol uchun, gumin kislotalarining karboksil guruhi Cu^{2+} ionlari bilan quyidagi tenglama bo'yicha o'zaro ta'sirga kirishi mumkin:



Xelat kompleks hosil bo'lganidan so'ng, mis ionlarining biologik faolligi va mobilligi oshadi, bu esa ularning o'simliklar tomonidan yaxshi o'zlashtirilishini ta'minlaydi.

Shu tariqa, gumin kislotalari mis mikroelementlari bilan reaksiyalashib, o'simliklarni kasalliklarga bardoshlilikini ta'minlaydi, hosildorlikni yaxshilashga yordam beradi.

Gumin kislotalari o'zining polifunksional tuzilishi bilan mis (Cu^{2+}) ionlari bilan reaksiyaga kirishadi va mis bilan bog'langan kompleks birikmalar hosil bo'ladi. Bu komplekslarda mis ionlari o'zining tarkibidagi karbonat, fenolik guruhlari va boshqa bog'lanishlar bilan bog'lanadi.



Bu komplekslar misning o'simliklar tomonidan yaxshi ishlatilishini ta'minlashga yordam beradi, chunki misning ion shakli bu tarzda biologik faol bo'ladi.

Gumin kislotalarining mis bilan kompleks hosil qilishi misning biofaolligini (biologik foydalanish mumkinligi) oshiradi. Misning organik shakllarida o'simliklar tomonidan yaxshiroq o'zlashtirilishi mumkin, bu esa ularning o'sishiga yordam beradi.

Gumin kislotalari nafaqat mis, balki boshqa mikroelementlar, masalan, temir (Fe), marganets (Mn), sink (Zn) kabi elementlar bilan ham kompleks birikmalar hosil qilishi mumkin. Bu o'zaro ta'sirlar tuproqda mikroelementlarning o'zaro ta'sirini o'zgartiradi, bu esa o'simliklarning kompleks shakldagi ozuqa moddalarni samarali o'zlashtirishiga yordam beradi.

XULOSA:

Gumin kislotalar tabiatda organik moddalarning mikrobiologik va kimyoviy usullar orqali buzilishi natijasida xosil bo'ladi. Ular o'simliklar va hayvonlar qoldiqlari, mikroorganizmlar va tuproq sharoitlarining o'zaro ta'siri bilan shakllanadi. Gumin kislotalari tuproqning unumdorligini oshiradi, o'simliklarning o'sishini qo'llab-quvvatlaydi va ekologik muvozanatni saqlashga yordam beradi. Xulosa qilib aytish mumkinki mikroelementlarni gumin kislotalari bilan birgalikda qo'llash o'simliklar uchun foydali bo'lib, hosildorlikni ortishiga, shuningdek tuproq strukturasini yaxshilashi, uning degradatsiyaga uchrashini oldini oladi.

Adabiyotlar

- [1]. Voqqosov Z., Kanoatov K. The influence of organo-mineral fertilizers on the growth of evening apple varieties throughout the year //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 390. – C. 20-35.
- [2]. Zuhridin V. Production of organic fertilizers using local raw materials //Universum: технические науки. – 2023. – №. 4-8 (109). – C. 12-14.
- [3]. Voqqosov Z., Ikramova M., Olimjanova M. Production of organomineral fertilizers based on local raw materials and nitrogen-fixing microorganisms //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 486. – C. 05009.
- [4]. D.O'ktamov, Z. To'rayev, I.Usmanov. Gumusning hossalari va ularning tabiatda hosil bo'lishi. O'zbekiston respublikasi Oliy ta'lim fan va innovatsiyalar vazirligi, Namangan muxandislik-texnologiya instituti, O'zbekiston milliy universiteti Kimyo fakulteti, Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali, O'zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti. Kimyo fanining muammolari, sanoat sohalariga tatbiqi va yashil texnologiyalar mavzusidagi xalqaro anjuman 18-19 aprel 2025 y. 914-bet.

УЎК 691.32

МАҲАЛЛИЙ ХОМ АШЁЛАР АСОСИДА ХОССАЛАРИ ЯХШИЛАНГАН БАЗАЛЪТ ТОЛАЛИ ФИБРОБЕТОН ОЛИШ

И.К. Арсланов¹, И.И. Сиддиқов²

¹Тошкент Кимё халқаро университети, Ўзбекистон, islom05@mail.ru

²Тошкент архитектура-қурилиш университети, Ўзбекистон
(Қабул қилинди 23.06.2025 й.)

Аннотация. Мақолада маҳаллий хом ашёлар асосидаги базальт толали юқори мустаҳкамликка эга бўлган цементли бетон олиш масалалари ёритилган. Базальтфибробетон хоссалари, уларни олишни технологияси, қўлланилиши ҳақида маълумотлар келтирилган. Маҳаллий базальт толасининг хусусиятлари ва у асосида фибробетон олиш истиқболлари келтирилган.

Калит сўзлар: цемент бетон, фибробетон, базальт тола, юқори мустаҳкам бетон, мустаҳкамлик, майда донали бетон, дисперсли арматуралаш.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы получения цементного бетона с высокой прочностью на основе базальтового волокна из местного сырья. Представлена информация о свойствах базальтофибробетона, технологии их получения, применения. Представлены свойства местного базальтового волокна и перспективы получения фибробетона на его основе.

Ключевые слова: цементный бетон, фибробетон, базальтовое волокно, высокопрочный бетон, прочность, мелкозернистый бетон, диспергирующая арматура.

Annotation. The article covers issues of obtaining cement concrete with a high strength, based on local raw materials with Basalt Fibers. Information about the properties of basalt fiber concrete, the technology of their extraction, application is presented. The properties of local basalt fiber and the prospects for obtaining Fiberconcrete based on it are presented.

Keywords: cement concrete, fiberconcrete, basalt fiber, high strength concrete, strength, fine grain concrete, dispersing reinforcement.

КИРИШ

Бугунги замонавий дунёда бино ва иншоотлар қурилишини цементли бетонсиз тасаввур қилиш қийин. Цементли бетон энг қадимги қурилиш материалларидан бири ҳисобланади. Бетон энг кўп ишлатиладиган ва талаб қилинадиган қурилиш материалidir. Бунинг асосий сабаби унинг қулайлиги, мустаҳкамлиги, турли таъсирларга чидамлилиги, шунингдек бетондан ҳар хил турдаги ва шаклдаги конструкцияларни яратиш жуда осонлигидир. Аммо шуни ҳам таъкидлаш керакки, бетоннинг айрим камчиликлари мавжуд. Булардан бири бетоннинг чўзилишга ва эгилишга бўлган мустаҳкамлигининг пастлигидир [1].

Бетонлар сиқилишга бўлган мустаҳкамлик кўрсаткичи бўйича 4 гуруҳга бўлинади: I - мустаҳкамлиги 40 МПа гача бўлган оддий бетонлар; II-юқори мустаҳкамли бетонлар (40-80 МПа); III-ўта мустаҳкам бетонлар (80-120 МПа); IV-жуда юқори ўта мустаҳкам бетонлар (120 МПа дан катта). Юқори мустаҳкам бетонларга талабни ортиб бориши асосан иккита омил билан изоҳланади: биринчидан, юк кўтарувчи конструкцияларга ва айниқса оғир бетоннинг В30-В50 синфлари конструктив талабларни қаноатлантира олмайдиган баланд биноларнинг оралиқ конструкцияларига тушадиган юкларни ортиб бориши. Иккинчи омил бу – темирбетоннинг барча хом ашё материаллари нархларининг ошиб боришидир. Буни эса фақатгина юк кўтарувчи элементларнинг мавжуд мустаҳкамлигини ошириш ҳисобига, кўндаланг кесимини камайтириш орқали амалга ошириш мумкин. Лекин, юқори мустаҳкамли бетонларни қўллаш бир қатор қийинчиликлар ва рискларни келтириб чиқариши мумкин. Масалан, майда донали бетоннинг эгилишдаги чўзилишга бўлган мустаҳкамлиги етарли даражада эмас, бунинг устига мустаҳкамлиги юқори бўлган бетонлар кўп цемент сарфини талаб қилади. Бу ўз навбатида конструкцияни мўртлаштириб, бузилиш ҳавфини оширадиган чўкиш деформациялари, ички зўриқишлар ҳамда микронуксонларни тўпланиб қолишини ошишига олиб келади. Юқори мустаҳкам бетонларни бу камчиликларини айрим фибралар, шу жумладан, базальт толали фибралар ёрдамида бартараф қилиш мумкин.

Бетонларни дисперсли арматуралаш учун турли хил металл ва нometалл (шишали, базальтли, углеродли, полимерли ва бошқалар) толалар қўлланилади. Пўлат ва нometалл толалар билан одатда майда донали бетонлар ва айрим ҳолларда цемент тоши арматураланади. Фибраларни қўллаш орқали фибробетон олинади.

Бетонни дисперсли арматуралаш унинг ёриққа бардошлигини, чўзилишга ва зарбга бўлган мустаҳкамлигини, ишқаланишга бўлган қаршилигини оширади. Бетонда толаларни қўллаш самараси уларнинг миқдорига боғлиқ. Дисперсли арматуралаш фақатгина алоҳида-алоҳида толалар орасидаги масофа 10 мм дан кўп бўлмагандагина сочсимон ёрилишларни тўхтата олади, шунинг учун бетонда йирик тўлдирувчиларни қўллаш бундай арматуралаш самарасини пасайтиради [2].

Фибробетонларни қўллаш тажрибаси шуни кўрсатадики, монолит ва йиғма бетон конструкцияларнинг кенг номенклатураси, бундай бетонларни рационал қўлланилиш соҳаси ҳисобланади. Яъни, фибробетонларни қўллаш кўпроқ текис юпка деворли ва эгричиқли конструкциялар, босимсиз ва паст босимли трубалар шунингдек қўшимча арматураларни қўлламаслик ва унга боғлиқ бўлган ишлардан ҳалос бўлиш мақсадида зарбга чидамли ва эгиладиган конструкцияларда самаралироқ ҳисобланади.

Цемент бетонларда кўпроқ узунлиги 2-4 см, диаметри 0,7-1 мм бўлган, арматуралаш коэффиценти бетон массасига нисбатан 2,4-4% бўлган пўлат фибралар ишлатилади. Бу

эгилишга бўлган мустаҳкамликни 15-20% га ошишига ва ички зўриқишларнинг камайишига олиб келади.

Лекин, пўлат фибранинг солиштирма юзаси кўрсаткичининг камлиги, цемент тошининг унга нисбатан адгезияси унчалик яхши эмаслиги ва бузилганда фибрани силжишига сабаб бўладиган бетонни ўзининг мустаҳкамлиги етарли даражада эмаслиги сабабли, бетонларни пўлат фибралар асосида дисперсли арматуралаш салоҳияти тўлиқ амалга ошмайди.

Шунинг учун, цемент бетонларда дисперсли арматуралаш сифатида базальт толаларини қўллаш истикболли ҳисобланади. Мустаҳкамлиги бўйича базальт толалари пўлат толаларидан ўтади ва толалар диаметрининг кичиклиги эвазига (9-12 мкм) цемент тоши билан солиштирма тишлашиш юзаси кўпроқ бўлади. Базальт фибраси узилишдаги солиштирма узайиши пўлатникига нисбатан 2 марта камроқ бўлади ва бу унга бетонга юқлар таъсир қилганда микроёриқларни ҳосил бўлишига самарали қаршилик кўрсатишига имкон беради.

Базальтфирабетон олишда кўпроқ йириклиги 1,5 мм дан 2,3 мм гача бўлган кварц кумли ўртача зичлиги 2000 кг/м³ дан кам бўлмаган конструкцион майда донали бетон қўлланилади. Бетоннинг сув шимувчанлик кўрсаткичи оғирлиги бўйича 8 % дан ошмаслиги керак. Базальтфибробетонли конструкцияларни тури ва уларни ишлаш шароитидан келиб чиқиб, уларда қўлланиладиган майда донали бетоннинг қуйидаги синф ва маркалари мавжуд: сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги бўйича – B20, B25, B30, B35, B40; ўқли чўзилишга бўлган мустаҳкамлиги бўйича – Bt 1.6; Bt 2; Bt 2.4; Bt 2.8; Bt 3.2; Bt 3.6; Bt 4; совуққа бардошлилик бўйича маркалари - F50; F75; F100; F150; F200; F250; F300; F400, F500; сувни ўтказмаслик бўйича маркалари - W4; W6; W8; W10; W12.

Адабиётларда таъкидланишича, бетонларни толалар билан кучайтириш бетонли материал матрицаси юқларни толаларга қисм юзалари бўйлаб таъсир қиладиган уринма кучлар орқали узатади ва агар тола модули мартица модулидан катта бўлса, унда қўйилган кучланишларнинг асосий улушини толалар қабул қилади, композициянинг умумий мустаҳкамлиги эса уларнинг ҳажмий миқдорига пропорционал бўлади деган фаразларга асосланади.

Маълумки, бетонларни фибролар орқали кучайтиришдан олинadиган самара қўлланиладиган толаларга, уларни тишлашиш характери ва бетон ҳажмидаги ориентациясига, толаларни цементли боғловчилар гидратацияси маҳсулотларига нисбатан кимёвий бикрлигига сезиларли даражада боғлиқдир. Дисперсли арматуралаш ўз хусусияти билан фибранинг битта тури ёки турли хил фиброларнинг аралашмаси (турли хил ва турли таркибдаги) орқали амалга оширилиши мумкин.

Дисперс арматурани аънавий арматураланган темирбетон конструкцияларда қўллаш муҳим аҳамият касб этади. Бунда стержен арматурани бир қисми фибра арматура (комбинацияланган арматуралаш) билан алмашилиши мумкин. Бундан кўриниб турибдики, бундай конструкцияларни тайёрлашнинг технологик усуллари, кўпроқ уларда қўлланиладиган арматураловчи материалларни турларига боғлиқ.

Минерал толаларни, хусусан базальт толаларни физик-механик хоссалари юқорилиги ва бу толаларни пўлат толаларга нисбатан зичлиги пастлиги сабабли уларни фибробетонларни дисперсли арматуралашда қўллаш долзарб ҳисобланади. Аммо, фибробетонларни структура ҳосил қилишида минерал базальт толаларни таъсир қилиш механизми мураккаб ҳисобланади ва кўпгина тадқиқотчилар турли хил усулларда олинган базальт толаларни қўллашда арматуралашнинг турли таъсирлари ва даражаларини таъкидлашади.

Умуман олганда, базальт толалар цемент билан кимёвий томондан ўхшашлиги сабабли, фибробетонларни дисперсли арматуралашни самарасини сақлаш учун уларни ишқорли муҳитларнинг салбий таъсиридан химоялаш зарурлигини таъкидлаш лозим.

Дисперсли арматуралашнинг назарий асослари ҳамда ишқорли муҳитлардаги базальт толаларнинг коррозияга чидамлилиги масалаларига бағишланган адабиётлар таҳлили,

материалнинг юқори физик-механик хусусиятлари биринчи навбатда базальт толаларни цемент матрицаси билан биргаликдаги ишлаши билан белгиланиши, шунингдек бетоннинг таркибига (С/Ц, Ц/К, толалар миқдори ва уларнинг диаметри, йирик тўлдирувчининг йириклиги) ва тайёрлаш технологиясига, қўлланиладиган цемент тури ва унинг активлигига, бетон таркибидаги фибранинг тури ва миқдorigа, бетон аралашмаси ҳажмида фибраларнинг тақсимланиш усулига, цементни гидатацияланиш муҳитидаги толаларни чидамлилигига, пластификацияловчи ва кремнийли қўшимчалар миқдorigа ва турларига боғлиқлигини белгилашга имкон бери.

Бетон таркибига қўшимчалар киритиш орқали базальт толасини ишқорга чидамлилигини ошириш, юқорида келтириб ўтилганидек, охириги вақтларда етарли даражада ёритилмоқда, лекин айрим олимларни таъкидлашича қўшимчалар қўлланилганда қўшимчани бетонга таъсир қилиш механизмини ўрганиш ва уни олдиндан прогнозлаштириш мураккаб ҳисобланади. Фибробетонларда микроўлчамдаги кремнезём қўшимчалари қўлланилган тақдирда, базальт толаларини ишқорга чидамлилиги бўйича талаб қилинадиган кўрсаткичларини таъминлаш ва қўшимчанинг тури ва миқдorigа боғлиқ ҳолда охириги маҳсулотни ишлаб чиқариш таннархи долзарб ҳисобланади.

Тадқиқотлар ҳолатини таҳлили шуни кўрсатадики, базальтфибробетонлар хоссаларини унча катта бўлмаган даражада яхшилашга олиб келадиган нанодисперс қўшимчаларни қўллаш орқали дисперсли арматураланган майда донали юқори мустаҳкамликка эга бўлган бетонларни олиш бўйича маълумотлар мавжуд эмаслигидан далолат беради.

Маълумки, Ўзбекистон турли минерал хом ашёларга шу жумладан базальт магматик тоғ жинслари конларига бой мамлакат ҳисобланади. Ўзбекистондаги 10 та конларда аниқланган базальт тоғ жинсларининг захиралари 44 млн.тоннани ташкил этади. Буларни 52 % Жиззах вилоятига тўғри келади. Шунингдек, базальт конлари Наманган, Навоий ва Самарқанд вилоятларида ҳам мавжуд.

"Базальт Ўзбекистан" компанияси Жиззах вилоятининг Фориш туманида «Осмонсой-1» конидаги базальт тоғ жинсларини қазиб олиб, ундан турли маҳсулотлар, шу жумладан фибра майдаланган базальт толаси ҳам ишлаб чиқарилади.

Базальт фибраси - бу 982°C гача бўлган ҳароратга бардош бера оладиган майдаланган базальт толасидир. Материал базальт тоғ жинсларини печда эритиш йўли билан олинади. Базальт толаси юқори мустаҳкамлик ва узилишга чидамлилик, ҳарорат ва намликка чидамлилик, экологик хавфсизлик, коррозия ва кимёвий моддаларга чидамлилик каби хусусиятларга эга маҳсулотдир. Маҳаллий базальт хом ашёси 3; 6; 13; 15; 18; 25; 27 ва 50 мм узунликларда ишлаб чиқарилади.

Жиззах вилоятининг Фориш туманида «Осмонсой-1» конидаги базальт тоғ жинсларидан ишлаб чиқарилган тола таснифи 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Базальт толасининг тавсифи

Базальт толасининг узунлиги, мм	(3; 6; 13; 15; 18; 25; 30; 40; 50)±1,5
Толалар диаметри (мкм)	(9-22) ±1,5
Қоплама тури	Силан – винилли эфир, полиэстер, эпоксид смоласи, полипропилен, полиуретан ва бошқалар
Смола билан бирга қўшила олиши	Эпоксид смоласи, фенол, полиэстер, винилли эфир, акрил
Зичлиги, г/см ³	2,6
Узайиш коэффициенти, %	2-4,5
Эластиклик модули, ГПа	80 дан кўп эмас
Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/мК	0,031-0,038

Кимёвий чидамлилиги, масса йўқотилиши, %, 3 соат қайнатилганда H ₂ O/2N NaOH/2N HCl	2 / 6,0 / 2,2
Ингредиентлар	>98,5 % тоза табиий базальт, <1,5 % органик елимлаш моддалари.
Базальт толасининг кимёвий таркиби:	SiO ₂ - 50,89 %; Al ₂ O ₃ – 19,85 %; Fe ₂ O ₃ – 9,14 %; CaO – 8,65 %; MgO – 2,61 %; Na ₂ O – 3,51 %; K ₂ O – 1,92 %; TiO ₂ – 0,72 %; Бошқалар – 2,71 %
Эриш ҳарорати	1450 ⁰ С дан юқори. Юмшаш ҳарорати - 1050 ⁰ С
Сув ва органик эритмаларда эриши	эримайди

Микродаражадаги бетонларни физик-механик хоссаларини яхшилаш мақсадида маҳаллий дисперс-арматураловчи базальт толани бетон матрицаси структурасига таъсири бўйича тадқиқотлар ўтказилди. Амалий экспериментлар давомида юқори физик-механик кўрсаткичлар билан тавсифланадиган, базальт толалар билан бетонларни кучайтириш ижобий самара бериши исботланди. Белгиландики, базальт фибрани қўлланилиши қориштириш давомида реологик бир жинсли бўлган, пластик, қатлам-қатлам бўлиб кетмайдиган аралашма олиш имконини беради. Қотган фибробетонда чўкиш давомида ҳосил бўладиган ёриқларни олдини оладиган арматураланган микроструктурали цемент тошига эга бўлади [3].

Олиб борилган синовлар таҳлили шуни кўрсатдики, фибробетон таркибидаги базальт толани оптимал миқдори 1,4 кг/м³ ни ташкил қилиб, бу сиқилишга бўлган мустаҳкамликни ошиши 30,52 % га, эгилишдаги чўзилишга бўлган мустаҳкамликни ошиши эса – 14,0 % ни ташкил этди (2-жадвал).

2-жадвал

Базальт толали тўлдиргични қотган цемент-кум қоришмаси мустаҳкамлигига таъсири

№ т/р	Базальт фибра миқдори	Мустаҳкамлик чегараси	
		эгилишдаги чўзилишга, МПа	сиқилишга, МПа
1	0	2,15	28,15
2	0,6	2,30	29,80
3	0,8	2,32	31,12
4	1,0	2,36	34,70
5	1,2	2,42	38,20
6	1,4	2,5	40,52
7	1,6	2,4	38,90
8	1,8	2,35	36,50
9	2,0	2,30	34,10
10	2,5	2,28	32,00

Намуналарни сиқилишга ва эгилишга бўлган мустаҳкамлик кўрсаткичларини ошиши, қоришма таркибига базальт толалар киритилганда цемент-кум матрицаси билан тишлашишининг ошиши билан изоҳланади. Фибробетонларни ёриқбардошлилик ва ўз навбатида кўпга чидамлилиқ каби кўрсаткичларини ошиши, фибра толаларни макроарматуралаш қобилияти ва “матрица-тўлдирувчи” контракт юзасида кучланишларни релаксацияси билан боғлиқ. Базальт толалар билан дисперсли арматураланган бетонларни бузилиш жараёни, оддий майда донали бетонларга нисбатан сезиларли даражада давомлироқ жараёндир. Шунингдек, таъкидлаш керакки, фибра миқдорини янада ошириш уни ғижимланиб қолиб, сиқилишга ва эгилишдаги чўзилишга бўлган мустаҳкамлигини пасайишига ҳамда базальтфибробетоннинг қимматлашиб кетишига олиб келади.

ХУЛОСА

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида, базальт микроарматураловчи толанинг энг рационал дозировкаси аниқланди. Мустаҳкамликни максимал ошишини таъминловчи, фибра концентрацияси $1,4 \text{ кг/м}^3$ ни ташкил этадиган базальтфибробетоннинг оптимал таркиби аниқланди.

Майдадонали базальтфибробетонларни ташкил этувчи компонентларининг асосий физик-механик хоссалари ўрганилди ва аниқланди. Бетон қоришмаси таркибига маҳаллий базальт толалари – фибралар киритилиб, майда донали фибробетоннинг янги таркиби ва уни тайёрлаш технологияси ишлаб чиқилди. Базальт фибрани қўлланилиши, аралашма сувининг миқдори кам бўлган ҳолатда бир жинслилик ва зичлик ошиши билан қоришма ҳаракатланувчанлигини ошиши исботланди. Бу майда донали базальтфибробетонни мустаҳкамлиги ва совуққа чидамлилигини ошишига олиб келади.

Адабиётлар

- [1]. Арсланов И.К., Мардиев С.С. Получение бетона с применением местных базальтовых волокон. Сборник материалов международной научно-практической конференции «Перспективы производства энерго и ресурсосберегающих современных строительных материалов». Ташкент, 20-21 ноября 2023 года. ТАСУ. 45-48 стр.
- [2]. Арсланов И.К. Прочностные свойства бетона с применением местного базальтового волокна. “Архитектура и градостроительство Узбекистана: вчера, сегодня и завтра” научно-практическая международная конференция. Комплект материалов. 230-234 стр.
- [3]. Розина В.Е. Мелкозернистый базальтофибробетон с нанокремнеземом. Диссертация на соискание ученой степени кан. тех. наук. Улан-Удэ 2015.

УДК 666.942.

МИКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ НА ОСНОВЕ КЛИНКЕРА С ДОБАВКОЙ ЛИТЕЙНЫХ ОТХОДОВ И ГИПСА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ШОРСУ

Ф.У. Махмудова

Андижанский государственный технический институт,
mahmudovaf86@gmail.com tel: +998932057889
(Получена 18.08.2025 г.)

Аннотация: в данной статье представлен микроструктурный анализ цементного камня, полученного на основе клинкера с добавлением литейных отходов и гипса месторождения Шорсу. Исследование направлено на изучение влияния вторичных минеральных добавок на структуру и свойства цементного камня. Применение литейных отходов и природного гипса позволяет повысить плотность, прочность и долговечность цементного композита, а также сократить использование традиционного клинкера, что способствует снижению экологической нагрузки. Полученные результаты подтверждаются данными электронной микроскопии и рентгенофазового анализа.

Ключевые слова: цементный камень, клинкер, литейные отходы, гипс, месторождение Шорсу, микроструктура, добавки, прочность, электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ.

Annotation: this article presents a microstructural analysis of cement stone based on clinker with the addition of foundry waste and gypsum from the Shorsu deposit. The study focuses on the impact of secondary mineral additives on the structure and properties of cementitious materials. The use of foundry waste and natural gypsum contributes to improving the density, strength, and durability of the cement composite, while also reducing the consumption of traditional clinker, thus minimizing environmental impact. The results are supported by data from electron microscopy and X-ray phase analysis.

Keywords: cement stone, clinker, foundry waste, gypsum, Shorsu deposit, microstructure, additives, strength, electron microscopy, X-ray phase analysis.

Annotatsiya: ushbu maqolada Shorsu konidan olingan gips va quyma sanoati chiqindilari qo‘shilgan klinker asosidagi sement toshining mikrostrukturaviy tahlili keltirilgan. Tadqiqotda ikkilamchi mineral qo‘shimchalarning sement asosli materiallar tarkibi va xossaloriga ta’siri o‘rganilgan. Quyma chiqindilari

va tabiiy gipsdan foydalanish orqali sement kompozitining zichligi, mustahkamligi va chidamliligi oshiriladi, shuningdek, an'anaviy klinker sarfi kamayib, atrof-muhitga salbiy ta'sir ham qisqaradi. Olingan natijalar elektron mikroskopiya va rentgen fazaviy tahlil ma'lumotlari bilan tasdiqlangan.

Tayanch so'zlar: sement toshi, klinker, quyma chiqindilari, gips, Shorsu koni, mikrostrukturaviy tahlil, qo'shimchalar, mustahkamlik, elektron mikroskopiya, rentgen fazaviy tahlil.

Введение. Проблема утилизации отходов литейной промышленности остаётся актуальной в контексте устойчивого развития строительных материалов [1]. Кварцитовые отходы, образующиеся в результате плавки металлов в индукционных печах, обладают высоким содержанием SiO_2 и значительной пуццолановой активностью после механической активации [2]. Их использование в составе портландцемента позволяет не только сократить потребление природного клинкера, но и уменьшить экологическую нагрузку [3].

Настоящее исследование направлено на изучение микроструктурных изменений цементного камня при введении 20 % литейных отходов производственных предприятий и 5 % двуводного гипса из месторождения Шорсу, с оценкой структурообразования на различных сроках твердения (3, 7 и 28 суток).

Материалы и методы. В рамках исследования были разработаны и приготовлены цементные композиции на основе портландцементного клинкера, модифицированного отходами литейного производства и сульфатной добавкой в виде природного двуводного гипса.

Состав исследуемых образцов взят портландцементный клинкер 75 %, отходы литейного производства 20 %, двуводный гипс (месторождение Шорсу, Узбекистан) 5 %

Для всех образцов использовалось водоцементное отношение (В/Ц) 0,40, обеспечивающее достаточную подвижность и воспроизводимость результатов в стандартных условиях [4]. Компоненты тщательно перемешивались в планетарном смесителе в течение 5 минут до получения однородной массы, после чего формовались пробы размером $20 \times 20 \times 20$ мм³. После 1 сут. твердения во влажно-воздушной среде с температурой 20 ± 2 °С, относительная влажностью 95 ± 5 %, образцы переносили в емкости с водой для предварительного твердения в течение 3, 7, 28 сут. [5].

По завершении каждого срока твердения пробы подвергались подготовке к микроструктурному анализу. Образцы подвергались сушке при 60 °С в течение 24 часов. Затем выполнялась вакуумная металлизация поверхности плёнкой золота (~10 нм) с использованием ионно-плазменного напылителя. Готовые шлифы монтировались на алюминиевые держатели с углеродной подложкой и фиксировались в камере микроскопа при остаточном давлении не выше 10^{-3} Па.

Для каждого периода твердения (3, 7 и 28 суток) было исследовано не менее 5 независимых участков поверхности, с анализом текстуры, пористости, распределения продуктов гидратации и взаимодействия добавки с цементной матрицей.

Для изучения морфологических особенностей и фазовых изменений цементного камня на различных стадиях твердения использовалась сканирующая электронная микроскопия (SEM). Исследование проводилось на высокоточной установке, работающей в режиме вторичных электронов (SE1). Все изображения были задокументированы в стандартизированных условиях освещения, с учётом единых параметров контрастности и масштаба.

Результаты и обсуждение. Электронно-микроскопическое исследование структуры цементного камня на третьи сутки (рис. а) продемонстрировало типичную для начального периода гидратации морфологию: наблюдается рыхлая, слабо уплотнённая структура с высоким уровнем открытой пористости. Значительная часть клинкерных зёрен и частиц литейных отходов сохраняют первичную форму и демонстрируют отсутствие признаков активного химического взаимодействия с жидкой фазой.

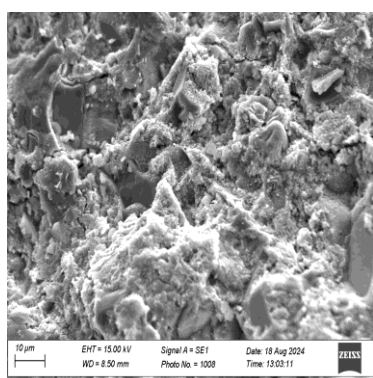
Формирующиеся продукты гидратации, в основном гели C–S–H (гидросиликаты кальция), идентифицируются по характерному аморфному виду и слабой степени

перекрытия порового пространства. Также можно наблюдать небольшие включения гексагонального портландита ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) в виде неоформленных кристаллитов.

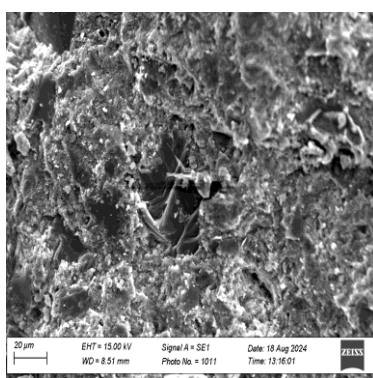
На данной стадии твердения преобладают процессы растворения минералов клинкера и образования первичных гидратных фаз. Литейные отходы преимущественно инертны и участвуют лишь как физические заполнители. Отсутствие развитой сетки новообразований ограничивает прирост прочности, а повышенная пористость указывает на начальную стадию структурообразования.

На седьмые сутки (рис. б) наблюдается значительное уплотнение структуры цементного камня и появление признаков активной гидратации.

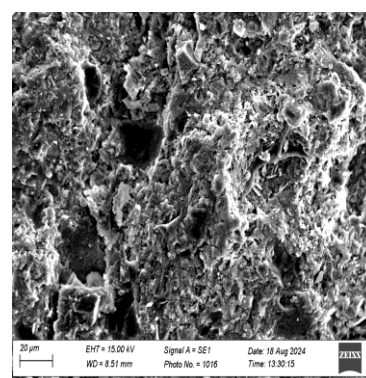
Стенки пор частично перекрываются продуктами реакции, отчётливо визуализируются игольчатые кристаллы этtringита, формирующиеся при участии сульфата кальция, поступающего из добавленного двуводного гипса месторождения Шорсу. Вокруг ранее инертных частиц литейных отходов формируются гелевые оболочки, что указывает на начало пуццолановых реакций.



а) 3сут



б) 7сут



в) 28 сут

Электронно-микрофотографии шлифа цементного камня из цемента состава:
Клинкер+20%отход литейного завода +5%гипс двуводный месторождение Шорсу

Также фиксируется рост пластинчатых кристаллов портландита, свидетельствующий о продолжающемся взаимодействии гидроалюминатов и гидросиликатов кальция с Ca^{2+} из раствора.

К 7 суткам твердения цементный камень демонстрирует активное развитие гидратной матрицы. Участие гипса стабилизирует фазовый состав за счёт образования этtringита, что предотвращает ранние деформации и способствует равномерному распределению напряжений. Литейные отходы начинают вступать в химическое взаимодействие с гидроксидом кальция, проявляя начальную пуццолановую активность. Это способствует дополнительному формированию C–S–H геля и улучшению микроструктурной целостности.

К 28 суткам (рис. в) структура цементного камня приобретает плотную, однородную морфологию, характерную для завершённого гидратационного процесса. Объём открытых пор минимален, практически всё поровое пространство заполнено гелеобразными и кристаллическими продуктами гидратации. Литейные частицы заметно изменены: они окружены плотным слоем C–S–H фаз и в отдельных случаях частично растворены, что свидетельствует о прогрессирующей пуццолановой активности.

Гидратная структура состоит преимущественно из компактной гелевой фазы, кристаллов портландита и остаточных включений этtringита. Уплотнение матрицы сопровождается сшивкой гелевых фрагментов, что минимизирует внутреннюю пористость и формирует прочную цементную связующую фазу.

На данной стадии наблюдается конечное структурное формирование цементного камня. Добавка литейных отходов проявила себя как активный минералогический компонент, вступивший в реакцию с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с образованием вторичных C–S–H фаз. Это

способствует улучшению микроструктурных характеристик материала: снижение пористости, равномерное распределение новообразований и высокая степень минерализации порового пространства.

Результаты подтверждают, что использование 20 % литейных отходов совместно с 5 % гипса приводит к формированию цементного камня с развитой и плотной структурой, обладающей потенциалом для обеспечения высокой механической прочности и долговечности.

Заключение. Проведённые электронно-микроскопические исследования подтвердили, что использование 20 % литейных отходов в сочетании с 5 % гипса из месторождения Шорсу обеспечивает благоприятное микроструктурное развитие цементного камня. На 28 суток образуется плотная, слабо пористая структура с высоким содержанием гидратных фаз, что указывает на активное вовлечение добавки в процессы твердения.

Таким образом, добавление литейных отходов не только эффективно с точки зрения утилизации вторичных ресурсов, но и способствует улучшению микроструктурных характеристик цемента, что имеет практическое значение для производства модифицированных вяжущих материалов.

Список литературы

- [1]. Ahmad, J., Zhou, Z., Martínez-García, R., Vatin, N. I., de-Prado-Gil, J., & El-Shorbagy, M. A. (2022). Waste Foundry Sand in Concrete Production Instead of Natural River Sand: A Review. *Materials*, 15(7), 2365.
- [2]. Agudelo, G., Palacio, C. A., Neves Monteiro, S., & Colorado, H. A. (2022). Foundry Sand Waste and Residual Aggregate Evaluated as Pozzolans for Concrete. *Sustainability*, 14(15), 9055.
- [3]. Mavroulidou, M., & Lawrence, D. (2018). Can Waste Foundry Sand Fully Replace Structural Concrete Sand? *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20, 9142–9158.
- [4]. GOST 310.3–76. Методы определения сроков схватывания и подвижности цементного теста.
- [5]. GOST 30744–2001. Цементы. Методы определения равномерности изменения объема.

I. To'xtarov

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 05.03.2025 y.)*

Annotatsiya. Maqola bugungi dunyoning globallshuv jarayonlari sharoitida shaxs ma'naviyati va uni shakllantirish bilan bog'liq bo'lgan ayrim jihatlarining falsafiy-aksiologik nuqtai nazardan tahliliga bag'ishlangan. Maqolada globallashuv ta'sirida yuz berayotgan ma'naviy inqiroz sharoitida shaxsning axloqiy qiyofasini shakllantirishda kutubxonalar, madaniyat markazlari, ta'lim muassasalari kabi ma'rifiy institutlarning vazifalari yoritib berishga harakat qilingan. Bunda mazkur omillarning ijtimoiy ong va qadriyatlar tizimiga ta'siri, ularning madaniy o'zlikni mustahkamlashdagi roli ko'rsatib berilgan.

Kalit so'zlar: globallashuv, shaxs, ma'naviy madaniyat, ma'rifiy tashkilotlar, qadriyat, falsafiy tahlil, aksiologiya, axloqiy identifikatsiya, madaniy o'zlik.

Аннотация. Статья посвящена философско-аксиологическому анализу некоторых факторов, оказывающих влияние на формирование духовной культуры личности в условиях глобализации современных мировых процессов. В ней рассматриваются функции библиотек, культурных центров и образовательных учреждений в процессе воспитания моральной идентичности личности в условиях духовного кризиса, возникшего в результате влияния этих процессов. В исследовании показано воздействие просветительских институтов на общественное сознание и систему ценностей, а также их значение в укреплении культурной идентичности.

Ключевые слова: глобализация, личность, духовная культура, просветительские организации, ценности, философский анализ, аксиология, моральная идентичность, культурное своеобразие.

Abstract. This article analyzes the role of the system of educational organizations in shaping the spiritual culture of the individual from a philosophical and axiological perspective. It explores the functions of libraries, cultural centers, and educational institutions in cultivating moral identity amidst a global spiritual crisis. The study employs axiological, historical-philosophical, and conceptual approaches. It highlights the impact of educational institutions on social consciousness and the value system, emphasizing their role in preserving cultural identity.

Keywords: spiritual culture, educational institutions, individual, values, philosophical analysis, axiology, moral identity, cultural selfhood.

Keyingi o'n yilliklar mobaynida kuzatilayotgan globallshuv jarayonlari ijtimoiy hayotning barcha sohalarini qamrab olayotganligi bois ko'plab mutaxassislar tomonidan "axborot asri", "yuksak texnologiyalar davri", "tafakkur sivilizatsiyasi" "globallashuv davri" kabi sifatlar bilan tavsiflanayotgan bugungi davr insoniyat taraqqiyotining ilgari kuzatilmagan murakkabliklari va qarama-qarshiliklariga to'la bo'lib, bizninch, har bir atama zamonaviy sivilizatsion bosqichga xos bo'lgan jihatlarni ega bo'lib bormoqda. Ayni paytda, shunday bo'lsa-da, bunda eng keng qamrovli, mantiqan chuqurlashtirilgan tushunchalardan biri bu globallashuv fenomeni bo'lib, shubhasiz, keng jamoatchilikning e'tibori markazidan joy egallamoqda.

Globallashuv — bu iqtisodiy, siyosiy, madaniy va axborot sohalarining tobora integratsiyalashuvi natijasida dunyoning yagona tizim sifatida shakllanish jarayoni bo'lib, u shunchaki texnologik yutuqlar bilan emas, balki qadriyatlar tizimi, madaniy xotira va shaxsiy identifikatsiya kabi murakkab ijtimoiy-falsafiy muammolar bilan ham chambarchas bog'liq desak to'g'ri bo'ladi. Ayniqsa, globallashuv sharoitida shaxs ma'naviyati va uni shakllantirish omillari dolzarb tadqiqot obyektiga aylanib borayotganligi alohida e'tiborga molik.

Bunda ta'kidlash mumkinki, zamonaviy taraqqiyotga xos bo'lgan ayrim illatlarning ta'siri fonida ma'naviy inqiroz, ommaviy madaniyatning bosimi, madaniy yodgorliklar va qadriyatlarning deformatsiyasi jamiyatda shaxsning o'zligini anglashiga, axloqiy qarorlar qabul qilishiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Ana shunday sharoitda ma'rifiy tashkilotlar tizimi – kutubxonalar, madaniyat uylari, maktab va oliy ta'lim muassasalari – shaxsda barqaror ma'naviy madaniyatni shakllantiruvchi asosiy ijtimoiy institutlar sifatida alohida ahamiyat kasb etadi.

Globallashuv jarayonlari bugungi dunyo taraqqiyotning eng muhim jihatidir. Zero, ushbu jarayon butun sayyoramizga xos taraqqiyot darajasi, qaysi qit'ada joylashuvidan qat'iy nazar barcha mamlakatlar, xalqlar hayotiga ta'sir ko'rsatuvchi umumiy omillar, yo'nalishlar, qonuniyatlariga ega. Mazkur atamaning o'zagi ham o'z mohiyatiga ko'ra yer kurrasini anglatuvchi globus so'zi bilan uzviy bog'liqligi ham ana shundan dalolat beradi. XX asrning oxirlari – XXI asr boshlarida globallashuv jarayonlarining nihoyatda tezlashib, jamiyat hayotining barcha sohalarini qamrab olganligi esa fikrimizni yaqqol tasdiqlaydi.

Bugungi kunga kelib globallashuv jamiyatda tub o'zgarishlarni keltirib chiqarayotganligi bilan ko'zga yaqqol tashlanmoqqa. Xususan, ijtimoiy hayotning barcha sohalarida tez va juda chuqur o'zgarishlar ro'y bermoqdaki, bu o'zgarishlar alohida ahamiyat kasb etib, ular har bir insonning kundalik hayotidan tortib butun ijtimoiy hayotimizgacha jiddiy ta'sir o'tkazibgina qolmasdan, hattoki, jamiyatning ijtimoiy tuzilishi, hayot va makonni tashkil etish usullarini ham o'zgartirmoqda. Shu bois, aytish mumkinki, globallashuv jamiyatning ijtimoiy-madaniy rivojlanishining yangi bosqichga o'tayotgaligidan darak bermoqda, ijtimoiy munosabatlar shakllanadigan va rivojlanadigan tubdan boshqacha sharoitlar bilan bog'liq yangi qadriyatlarni, o'zaro ta'moyillarini keltirib chiqargani holda, pirovard oqibatda davrimizda sodir bo'layotgan ijtimoiy o'zgarishlarning yetakchi omillaridan biriga aylanmoqda.

Globallashuv jarayonlari bugungi kunda har bir xalq va davlatning taraqqiyoti va ravnaqi nafaqat yaqin va uzoq qo'shnilar, balki jahon miqyosida boshqa mintaq va hududlar bilan ham chambarchas bog'lanib boryaptiki, bunda mazkur jarayonlarning biron bir sub'yekti ushbu jarayonlardan chetda turishi mumkin emaskigini anglatmoqda. Shu ma'noda, globallashuv bu, avvalo, hayot sur'atlarining beqiyos darajada tezlashuvi, demakdir.

Joriy asrimizning eng katta yutug'i ham tafakkurda, ham texnikada afsonaviy tezlik va tezlanishlarni boshqara olish, sun'iy materiallarni yarata olish imkoniyatlarini yaratilishi, kompyuter texnikasi, robot texnikasi, avtomatik boshqarish tizimlari, global internet, sun'iy intellekt kabi noan'anaviy hodisalarning mo'jizakor mohiyati barchamizning kundalik hayotimizga shiddat bilan kirib kekayotgaligidir. Natijada XXI asrda nafaqat mamlakatlar, balki qit'alar o'rtasidagi masofalar ham keskin qisqardi, bir necha daqiqa ichida jahonning xohlagan nuqtasidan kerakli ma'lumot qo'lga kiritish yoki uni uzatish muammo bo'lmay qoldi.

Gap "Globallashuv" tushunchasining ma'nosi va mohiyati haqida ketar ekan, mashhur fransuz faylasufi Rene Dekartning "Tushunchalar ma'nosini aniqlashtiring va bu insoniyatning yarmini adashishdan saqlaydi" - deb yozganligini eslamasdan bo'lmaydi. Mutaxassislarining e'tirof etishlaricha, "Globallashuv" atamasi dastlab amerikalik olim T.Levitt tomonidan 1983- yili "Garvard biznes rev'yu" jurnalida chop qilgan maqolasida qo'llanilgan. Bunda u yirik transmilliy korporatsiyalar ishlab chiqaradigan turli-tuman mahsulot bozorlarining birlashuvi jarayonlarini "Globallashuv" termini yordamida ifodalagan[1;8] va jarayonining iqtisodiy jihatlariga e'tibor bergan. Vaholanki, globallashuv yaxlit jarayonlarni o'z ichiga qamrab oladi. Masalan, taniqli tadqiqotchi mutaxassis A.Ochildievning ta'kidlashicha, "...eng umumiy ma'noda, Globallashuv, bir tomondan, muayyan hodisa, jarayonning barcha mintaqalar, davlatlar va butun yer yuzini qamrab olganini, ikkinchi tomondan, ularning insoniyat taqdiriga daxldor ekanini anglatadi"[2;64]. V.I.Danilov-Danil'yan esa "Globallashuv ko'proq mantiqdan emas, balki tarixiy paradigmadan kelib chiqqan so'zdir. Globallashuv jihatlarining o'zaro aloqadorligini aniq va ravshan tahlili mavjud emas"[3;143], - deb guvohlik beradi. Yuqoridagi yondashuvlardan ko'rinadiki, globallashuv jarayoniga murakkab va serqirra hodisa sifatida qarash lozim. Shuning uchun ham S.Otamuratov "...Globallashuv tushunchasi haqidagi qarashlar turli-tumanligicha davom etib kelmoqda. Bu tabiiy hol. Chunki uning makon va zamonda sodir bo'lish xususiyatlari turlicha bo'lib dunyoning o'zgarishiga o'tkazayotgan ta'sirida ham yangi-yangi imkoniyatlari namoyon bo'lmoqda"[4;13]. Shuninglek ijmiy jamoanchilik globallashuv jarayonlarining ijtimoiy hodisa sifatidagi mohiyatini foyda va daromad tashkil etish bilan bog'liq holdagi munosabatlar bilan bog'liqligini ham ta'kidlashadi. Ushbu fikrlardan oq ma'lum bo'ladiki, globallashuvni ma'lum tarixiy davr bilan bog'lamasdan, balki barcha davr uchun uzluksiz jarayon sifatida olib qarash ham maqsadga muvofiq.

Bugungi kunda zamonaviy axborot almashinuv maydonidagi jarayonlar shu qadar shiddatli va tezkor, endilikda biron bir voqeaning bizdan juda olisda yuz berganligi bois uning bizga aloqasi yo'q deb beparvo qarab turib bo'lmaydi. Ana shunday kayfiyatga berilgan xalq yoki millat hoh siyosiy, hoh iqtisodiy yoki ma'naviy-ma'rifiy rivojlanish sohalarida bo'lsin boshqalardan birpasda orqada qolib, zamonaviy dunyo taraqqiyoti yutuqlaridan bebahra qolishi hech gap emas.

Globallashuv jarayonining yana bir o'ziga xos jihati hozirgi sharoitda uning mafkuraviy ta'sir o'tkazishning nihoyatda o'tkir quroli va vositasiga aylanib borayotganligi va har xil siyosiy kuchlar hamda markazlarning manfaatlariga xizmat qiliish yo'liga o'tib borayotganligidadir.

Ayniqsa, internet tarmoqlarining jadallik bilan rivojlanib axborot oqimi bir necha marotaba ortib ketishi bunda o'ziga xos qulay maydonni yaratmoqda. Hayot sur'atlari shunchalik shiddat bilan o'zgarib ketyaptiki, biz bu voqealar markazida bo'lganligimiz sababli ham ushbu jarayonlarning salbiy yoki ijobiy ekanligiga javob berishga qiynalib qolmoqdamiz, ko' hollarda esa voqealar ketidan quvib yetishning o'zi katta muammoga aylanib bormoqda.

Chunki globallashuv nafaqat ishlab chiqarish texnologiyalari, balki amalda kundalik maishiy turmushimizga kirib kelayotgan uy-ro'zg'or buyumlari, tovarlari va axborotlardan tashqari, madaniy mahsulotlar iste'moliga ham ulkan ta'sir ko'rsatadi. Televideniye, radio, video, audio vositalar, internet orqali adabiyot va san'at asarlari, muzeylardagi osori-atiqalar, kutubxonalardagi badiiy va ilmiy asarlar bilan tanishish, ulardan bahramand bo'lish, masofadan turib bilim olish singari behisob imkoniyatlarni yaratdi. Ayni damda turli estrada konsert dasturlari, shou-tomoshalar, ijtimoiy tarmoqlar orqali virtual muloqotlar, har xil electron uyinlar va ommaviy madaniyatning boshqa mazmunan sayoz, ba'zan odamlarni chalg'ituvchi, ma'naviyatimizga salbiy ta'sir ko'rsatadigan mahsulotlari ham keng tarqalmoqda. Zamonaviy axborot texnologiyalarining har 3-5 yilda yangilanayotganligi bu boradagi globallashuvni nihoyatda tezlashtirib yubordi[5;247].

Madaniy-ma'rifiy globallashuv dunyoning turli mamlakatlari o'rtasida madaniyatlarning yaqinlashishi va har tomonlama xalqaro aloqalarning kengayib borishi bilan izohlanadi. Globallashuv davlatlar va xalqlar o'rtasidagi hamkorlik aloqalarini yanada kengaytirish va birlari bilan ko'proq o'zaro muloqotga kirishish imkoniyatlarini yaratadi. Bunday muloqot va hamkorlik aloqalari ularning iqtisodiy va madaniy-ma'rifiy jihatdan yaqinlashishiga yordam beradi. Aloqalarning mustahkamligi va kengligi dunyoqarashlarda ham ijobiy o'zgarishiga hamda qadriyatlarining integrallashiviga olib keladi.

Globallashuv jarayonlari insoniyat sivilizatsiyasining rivoji va taraqqiyoti bilan tarixan shartlangan hodisadir. Boshqa tomondan, uning zamonaviy bosqichi asosan ba'zi mamlakatlar va transmilliy korporatsiyalarning sub'ektiv manfaatlaridagi ustivorliklar bilan belgilanadi. Ushbu jarayonlar majmuasining kuchayishi bilan ularning rivojlanishini boshqarish va nazorat qilish, globallashuv jarayonlarini oqilona tashkil etish, uning etnik guruhlar madaniyatlari va davlatlarga xos bo'lgan mohiyat va mazmunni ham mustahkamlaydi va yanada zamonaviylashtiradi.

Bizningcha, so'nggi o'n yilliklarda eng ko'plab muhokamalarga sabab bo'layotgan jarayonlardan biri bu globallashuv va uning mamlakatlarning ijtimoiy, iqtisodiy, madaniy-ma'rifiy sohalariga ta'sirining har qanday davrga nisbatan kuchayib borayotganligi bo'lmoqda. Ta'kidlash o'rinliki, globallashuvning ijobiy funksiyalari bilan bir vaqtda bugungi kunda uning zamonaviy jamiyatga salbiy oqibatlariga daxldorligi ham ta'kidlanmoqda. Jumladan, rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlar o'rtasida iqtisodiy tafovutlarning kuchayishi, ayniqsa, zamonaviy telekommunikatsiya, kompyuter, internet vositalari orqali biron bir hududga xos milliy-ma'naviy qadriyatlarni o'zga xalqlarga singdirish va shu yo'l bilan jahonda nafaqat iqtisodiy, balki milliy-ma'naviy hukmronlikni o'rnatish uchun urinish hollarining kuzatilayotganligi aynan globallashuv tufayli sodir bo'layotganligi misol qilib keltirilmoqda. Bu jarayon XXI asrga kelib o'tgan XX asrga qaraganda yanada kengroq qamrov kasb etib, ta'sir imkoniyatlari oshib bomoqda, eng yomoni, ko'pgina rivojlangan mamlakatlar jahonda iqtisodiy integratsiyani kuchaytirish, fan-texnika, texnologiya, ta'lim sohasida rivojlanayotgan mamlakatlarga yordam berish, demokratik qadriyatlarni keng yoyish bahonasida mafkuraviy ta'sir o'tkazishga zo'r berib harakat qilishmoqda. Shu ma'noda, globallashuv jarayoni endigina rivojlanish yo'liga kirgan yoki rivojlanayotgan mamlakatlardan ko'ra yuksak taraqqiy etgan mamlakatlarning moddiy resurslarini ham

o'zlashtirmoqda, bozorlarini egallamoqda. Bu esa iqtisodiy zaif mamlakatlarning taraqqiyoti borasida mustaqil yo'l tutish imkoniyatlarini cheklab qo'ymoqda. Chunki ishlab chiqarishni tashkil qilish va amalga oshirish uchun zarur texnika, texnologiya hamda ilmiy ishlanmalar rivojlanayotgan mamlakatlarning o'zida tayyorlanmay, chetdan olib kelinayotganligi ularning taraqqiy etgan mamlakatlarga bog'lanib qolishiga, aniqrog'i qaramlikka mahkum etmoqda. Boshqacha aytdganda, globallashuv muayyan ma'noda bosqinchilikning yangi bir ko'rinishi misol mohiyat kasb etmoqda.

Zamonaviy sivilizatsiya taraqqiyotiga xos bo'lgan globallashuv jarayonlarining tobora avj olayotganligi tadqiqotchilarni nafaqat ijimoiy-madaniy o'ziga xoslikni yo'qotishga moyil bo'lgan mintaqaviy madaniyatlarga e'tibor berishga, balki globallashuvni ko'plaab etnik guruhlarining madaniy merosini umuminsoniy madaniy integrativ jarayonlarning bir shakli sifatida ham ko'rishga undamoqda. Globallashuv davrimizning eng muhim muammolaridan biriga aylanib, jahon hamjamiyati rivojlanishining asosiy yo'nalishini ifodalaydi. Agar XX asrning ikkinchi yarmidagi asosiy muammo ikki qutbli dunyo qarama-qarshiligida aks etgan bo'lsa, endilikda globallashuvning avj olib borish jarayonlari o'zanida jahon sivilizatsion hodisalariga bevosita ta'siri asosiy muammoga aylanmoqda. Mazkur jarayonlar har bir inson hayotiga, har bir mintaq va umuman dunyo hayotiga jiddiy ta'sir o'tkaza ola olishi va nafaqat ijobiy, balki salbiy oqibatlariga ham olib kelishi, ushbu salbiy holatlar ko'lamini imkon qadar kamaytirish yo'llari va vositalari esa hozircha yetarlicha ishlab chiqilmaganligi bugungi voqeilik uchun xarakterli bo'lgan xususiyatlardir. Binobarin, ushbu ikki tomonlama hodisaning mexanizmlari chuqur falsafiy tahlil etishni hamda jiddiy o'rganilishi davr taqozosidir.

Globallashuvning to'gridan-to'g'ri madaniy-ma'rifiy sohaga aloqador bolgan jihati tobora faollashib borayotgan davlatlar o'rtasidagi xalqaro aloqalar hamda munosabatlarning umumiy muloqot tilini talab qilayotganligida ham ko'zga tashlanmoqda. Bugungi kunda bunday aloqa vositasi bo'lib xizmat qilayotgan ingliz tilining muloqot maydoninining ham globallashuviga olib kelyapti va bu turizm, ilm-fan, kompyuter texnologiyalari, muhandislik kommunikatsiyalari, biznes va boshqa bir qator sohalarida keng qo'llanilayotganligida yaqqol namoyon bo'lmoqda. Zamon talablari asosida taraqqiy etishni maqsad etib olgan yurtimizda ham ingliz tilini o'rganish universal ta'lim talabiga aylanib bormoqda. Bunday transformatsion jarayonlar mamlakatimizda moddiy madaniyat, iste'mol bozori, moda va turmush tarzi kabi sohalarini qamrab olayotganligi fikrimizga yorqin misoldir. Zamon talablari ta'sirida aholining muayyan qatlami orasida ushbu xalqaro muloqot tilini puxta o'rganishga nisbatan ta'limiy ehtiyojlar ham kundan kunga o'sib va ommaviylashib bormoqdaki, ilgari shunga o'xshash ma'naviy hodisalar asosan shahar joylariga xos bo'gan urbanizatsion hodisa deb baholanib kelingan bo'lsa, hozirga kelib ushbu jarayonlar qishloq joylari turmush tarzining ham oddiy unsuriga aylanib ulgurdi, desak mubolag'a bolmaydi. Bu esa globallashuvning bugungi kunga kelib inson shaxsi ma'naviy qiyofasini ham o'zgartirib yuborayotganligini ko'rsatmoqda.

Hozirga kelib juda katta tezlikda dunyoni o'zgartirib yuborayotgan, insoniyatning kundalik turmushidan tobora mustahkam o'rin egallayotgan va ularning hayotiga chuqurroq kirib, milliy madaniyati va ma'naviy-ma'rifiy hayotini transformatsiyon ta'sir domiga tortib borayotgan globallashuv jarayonlari tezlashmoqda. Bu jarayon ta'siri tufayli turli sivilizatsiyalar, madaniyatlar to'qnashuvi sodir bo'lib, umuminjahon ahamiyatiga molik bo'lgan bir qancha dolzarb muammolarni keltirib chiqarishi yuz bermoqda, oqibatida esa milliy ma'naviy qadriyatlarga nisbatan tahdidlar ko'lamini ham kengayib bormoqda. Bu jarayonning ijobiy va salbiy mohiyatini teran anglagan Birinchi Prezidentimiz Islom Karimov o'zining "Yuksak ma'naviyat – yengilmas kuch" asarida alohida to'xtalib, "bu jarayon mutlaqo yangicha ma'no-mazmundagi xo'jalik, ijtimoiy-siyosiy, tabiiy-biologik global muhitning shakllanishi va shu bilan birga, mavjud milliy va mintaqaviy muammolarning jahon miqyosidagi muammolarga aylanib borishini ifoda etmoqda"[6;111] deya ta'kidlab o'tishgan edi. Yuz berayotgan ahvolning xavfi va xatari haqida to'xtalib, Prezident Sh. M.Mirziyoev ham alohida to'xtalib, "Hozirgi globallashuv davrida. Inson ongi va qalbi uchun kurash kuchaygan bir paytda turli g'oyaviy tahdid va xurujlar jamiyatimizning ma'naviy hayotiga ta'sir ko'rsatishning kuchli quroli sifatida namoyon bo'lmoqda"[7;263], deya ta'kidlashganligi ham bejiz emas.

Biroq fikrimizcha, ma'rifat ko'pchilikning nazdiga ko'ra jamiyatning deyarli barcha sohalarini qamrab olsa-da, lekin asosiy urg'u baribir ilm-fan ma'naviyat va madaniyat masalalariga borib taqaladi. Ta'lim, ilm-fan, ma'naviyat sohalarida olib borilayotgan o'zgarishlarning barchasi ma'rifat sohasini isloh qilishga qaratilganligini esdan chiqarib bo'lmaydi. Shunday ekan, ma'rifat tizimini takomillashtirish ta'lim, ilm-fan doirasidan iborat tor sohani tushunishni anglatmaydi. Balki sud-huquq, diniy, soliq, tibbiyot, sport, san'at va shunga o'xshash jamiyatning barcha sohalarida ma'rifat tizimining tarkibiy qismlari ekanliginin qat'iy hisobga olishdan iboratligini anglatadi. Shunday ekan, shaxs ma'naviy madaniyatini shakllantirishda globallashuv jarayonlaridan g'arazli niyatlarda foydalanayotganlarga qarshi kurashish kerak.

Shaxs ma'naviy madaniyati — bu insonning axloqiy, estetik, g'oyaviy qadriyatlar asosida shakllangan ichki dunyosining madaniy ifodasidir. U jamiyatdagi ijtimoiy ong, tarixiy xotira va milliy o'zlik bilan uzviy bog'liq holda rivojlanadi.

Zamonaviy globallashuv sharoitida ma'rifiy tashkilotlar tizimi shaxsda barqaror ma'naviy fazilatlarni shakllantirishda muhim strategik vosita sifatida xizmat qiladi. Zero, ushbu tizim shaxsda zarur g'oyaviy immunitetni mustahkamlovchi muhim ijtimoiy institut sifatida faoliyat o'taydi. Bunda, tabiiyki, globallashuv sharoitida shaxsning milliy va ma'naviy madaniyatini saqlab qolish uchun ma'rifiy tashkilotlar o'z faoliyatini yangilanayotgan zamon va jamiyat ehtiyojlaridan kelib chiqqan holda o'z faoliyatini tashkil etishi zarur. Shundagina mamlakatimizda amalga oshirilayotgan islohotlar globallashuv jarayonlari bilan uyg'unlashgan holda jamiyat taraqqiyotiga xizmat qila oladi.

Adabiyotlar

- [1]. Umarov B. Globallashuv ziddiyatlari. – T.: Ma'naviyat, 2006.
- [2]. Ochiliev A. Globallashuv va mafkuraviy jarayonlar. – T.: Muharrir nashriyoti, 2009.
- [3]. Danilov-Danilyan V.I. Ustoychivoe razvitiye-problema vjivaniya cheloveka//. Nauka. Obshestvo. Chelovek. M., 2004.
- [4]. Otamuratov S. Globallashuv va millat. – T., Yangi asr avlodi, 2008.
- [5]. Abdirahim Erkayev. Ma'naviyatshunoslik. Toshkent "MA'NAVIYAT" 2018-yil.
- [6]. Karimov I. Yuksak ma'naviyat-engilmas kuch. –T.: Ma'naviyat, 2008 yil.
- [7]. Mirziyoev Sh. Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi. Toshkent, "O'zbekiston" 2022-yil

УДК 691.328:539.4

**ТОЛАЛАР БИЛАН КУЧАЙТИРИЛГАН ФИБРОТЕМИРБЕТОННИНГ
ДАРЗБАРДОШЛИГИ**

А.Ш. Мартазаев, С.Ж. Раззақов

*Наманган давлат техника университети
(Қабул қилинди 18.08.2025 й.)*

Мақолада тажриба натижалари асосида базальт, полипропилен ва пўлат толалар билан дисперс арматураланган фибротемирбетон тўсиннинг дарзбардошлигини ошириш коэффициентлари ҳамда дарзбардошликнинг толалар миқдорида боғланишининг математик моделлари ёритилган.

Таянч сўзлар: дисперс арматуралаш, фибротемирбетон, тўсин, тола, базальт, полипропилен, пўлат, дарзбардошлик, коэффициент.

В статье на основе экспериментальных результатов освещены коэффициенты повышения трещиностойкости базальтовых, полипропиленовых и сталефибробетонных балок, а также математические модели трещиностойкости в зависимости от содержания фибры.

Ключевые слова: дисперсное армирование, фибробетон, балка, фибра, базальт, полипропилен, сталь, трещиностойкость, коэффициент.

The article, based on experimental results, highlights the crack resistance enhancement coefficients of basalt, polypropylene, and steel fiber-reinforced concrete beams, as well as mathematical models of crack resistance depending on the fiber content.

Key words: Dispersed reinforcement, fiber-reinforced concrete, beams, fibers, basalt, polypropylene, steel, crack resistance, coefficient.

Замонавий курилишларда бетон асосий курилиш материаларидан бири ҳисобланиб конструкциявий материал сифатида амалиётда кенг қўлланилади. Лекин, унинг бир қатор афзалликлари бўлсада, айрим камчилик жиҳатлари ҳам мавжуд. Жумладан, бетон чўзилишда нисбатан паст мустаҳкамликка эга ва мўртлиги юқори [1]. Булар унинг хизмат муддати ҳамда ишончилигини маълум даражада пасайтиради. Шу боис олимлар ва мутахассислар томонидан бетоннинг механик хоссаларини яхшилаш, ташқи таъсирларга чидамлилигини ошириш ва узоқ муддатга чидамлилигини таъминлаш борасида жадал изланишлар олиб борилмоқда. Бундай истиқболли тадқиқотлар йўналишларидан бири сифатида - бетонни толалар билан мустаҳкамлашни кўриш мумкин [2].

Толалар қўшилган бетон, яъни фибробетон, оддий бетондан кўра анча юқори дарзбардошликка эга бўлади. У ташқи юкламалар таъсирида юзага келадиган микро ва макро дарзларни самарали тарзда чеклайди. Шу билан бирга, толалар бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлигини, эгилишдаги барқарорлигини ва умумий деформацияланиш хусусиятларини яхшилайдди.

Толалар турига қараб фибробетоннинг хусусиятлари ҳам турлича бўлиши кузатилади. Масалан, базальт толалар табиий келиб чиқиши, юқори мустаҳкамлиги ва иссиқликка чидамлилиги билан ажралиб туради. Пўлат толалари эса бетонга юқори механик мустаҳкамлик беради ва уни юк кўтариш қобилияти жиҳатидан мустаҳкамлайди. Полипропилен толалар нисбатан енгил бўлсада, улар бетоннинг дарзбардошлигини ошириш, зарба таъсирини ютиш ва пластикликни яхшилашда муҳим рол ўйнайди. Ҳар бир тола турининг ўзига хос афзаллик ва камчиликлари мавжуд бўлгани учун, уларнинг таъсирини чуқур илмий таҳлил қилиш зарурдир. Шу нуқтаи назардан, регрессия таҳлили фибробетоннинг механик хусусиятларини ўрганишда самарали восита ҳисобланади [3, 4, 5].

Ушбу усул ёрдамида тажриба натижаларига асосланган математик моделлар тузилади, толаларнинг бетон хусусиятларига таъсири сон жиҳатдан ифодаланади ва уларнинг оптимал миқдорлари аниқланади. Айниқса, регрессия коэффициентлари бетоннинг мустаҳкамлиги қанчалик даражада толаларга боғлиқ эканини кўрсатиб беради [7, 8].

Моделнинг мослашув кўрсаткичлари – R^2 эса қабул қилинган моделнинг ишончилигини баҳолаш имкониятини беради.

Шунинг учун полипропилен, базальт ва пўлат толалари билан дисперс арматураланган фибротемирбетон тўсинларни мустаҳкамлиги ва дарзбардошлигини тажриба-синовлари орқали олинган натижалари асосида квадратик регрессия тадқиқоти амалга оширилди. Бу орқали базальт, полипропилен ва пўлат толалар асосидаги фибротемирбетон тўсиннинг дарзбардошлигини ошириш коэффициентлари аниқланди. Дарзбардошликнинг толалар миқдорига боғланишини математик моделлари ишлаб чиқилди. Жумладан, бу математик моделлар:

- базальт толалар учун $\beta = 1.01286 + 2.99673 \cdot x - 7.71072 \cdot x^2$;
- пўлат толалар учун $\beta = 1.0169 + 0.76673 \cdot x - 0.20285 \cdot x^2$;
- полипропилен толалар учун $\beta = 1.01074 + 2.5779 \cdot x - 6.63957 \cdot x^2$.

Иккинчи даражали математик моделлар орқали базальт, полипропилен ва пўлат толалари учун дарзбардошликни ошириш коэффициенти аниқланди, 1-жадвал.

1-жадвал.

Дарзбардошликни ошириш коэффициенти

Тола номи	Тола миқдори	дарзбардошлигини ошириш коэффициенти, β
Базальт	0.1	1.24
	0.2	1.30
	0.3	1.21
Полипропилен	0.1	1.20
	0.2	1.26
	0.3	1.18
Пўлат	1.0	1.58
	2.0	1.73
	3.0	1.49

Базальт толалар бўйича регрессия натижалари сезиларли даражада юқори ишончилиликни кўрсатди. Бошланғич қиймати 1.01286 бўлиб, $t=24.56929$ ва $p<0.001$ натижалар билан моделнинг статистик миқдорий аҳамиятини тасдиқлади. Бу базальт толалар қўшилган бетоннинг бошланғич мустаҳкамлик даражаси юқори эканлигини кўрсатади. В1 коэффиценти 2.99673 қийматида қайд этилиб, $p=0.0064$ даражасида сезиларли натижа берди. Бу кўрсаткич бетон таркибида базальт толалар фоизи оширилганда, унинг механик хусусиятлари ижобий таъсир кўрсатишини билдиради. Бироқ, В2 коэффиценти -7.71072 ($p=0.01064$) бўлиб, салбий натижага эга эканлиги аниқланди. Бу эса ортиқча толалар миқдори бетон матрицасида зичликни камайтириши ва кучланишлар тақсимотини ёмонлаштириши мумкинлигини кўрсатади. Қурилган модел учун аниқлик коэффиценти $R^2=0.88$ ни ташкил этади. Бу қиймат моделнинг юқори даражадаги мослигини кўрсатиб, натижалардаги ўзгаришларнинг 82÷88% қисмини изоҳлаш имкониятига эга эканлигини билдиради. Шунингдек, ҳисобланган F-статистика қиймати 15.28076 ни ташкил этди. Бу эса моделнинг статистик жиҳатдан муҳимлигини ва натижалар тасодикий эмаслигини тасдиқлайди.

Пўлат толалар бўйича натижалар ҳам базальт толаларга ўхшаш натижаларни кўрсатди. Пўлат толалар учун бошланғич қиймати 1.01074 га тенг бўлиб, бетоннинг бошланғич даражадаги мустаҳкамлиги барқарор эканлиги тасдиқланди. Пўлат толаларнинг миқдори бетоннинг механик хусусиятларига ижобий таъсир кўрсатади. Бу ҳолатни В1 коэффиценти яққол намоён этади. В1=2.5779 бўлиб, унинг мусбат қиймати толалар улуши ортиши билан бетоннинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари сезиларли даражада яхшиланишини кўрсатади. Пўлат толаларини 0.4% дан ортиқ қўшилиши бетоннинг ички тузилишига салбий

таъсир кўрсатади. Бу ҳолат В2 коэффиценти орқали ифода этилади: $V_2 = -6.63957$ га тенг бўлиб, унинг манфий қиймати толалар меъёрдан ортиқ кўпайтирилганда бетон ичида микробўшлиқлар ҳосил бўлиб, механик хусусиятлар пасайишини кўрсатади. Ушбу моделда $R^2 = 0.87$ қийматлари қайд этилди. Бу натижалар пўлат толали фибробетоннинг механик хусусиятларини аниқ башорат қилиш мумкинлигини кўрсатади. Модел учун f -статистика 13.86081 га тенг бўлиб, сезиларли даражадаги умумий аҳамиятни тасдиқлайди.

Полипропилен толалар учун олинган регрессия натижалари базальт ва пўлат толаларга нисбатан нисбатан пастроқ даражада қайд этилди. Моделдаги бошланғич қиймат 1.0169 га тенг бўлиб, бу бетоннинг умумий барқарорлиги ва дастлабки мустаҳкамлиги таъминланганини кўрсатади. Шу билан бирга, $V_1 = 0.76673$ коэффиценти полипропилен толалар улуши ортиши билан бетоннинг механик хусусиятларида ижобий таъсири мавжудлигини англатади. Бундан ташқари, $V_2 = -0.20285$ коэффиценти ортиқча толалар қўшилганда муайян салбий таъсир эҳтимоли борлигини ҳам кўрсатади.

Хулосалар

1. Олиб борилган тажриба-синов ишлари ва регрессия таҳлиллари натижасида полипропилен, базальт ва пўлат толалари билан дисперс арматураланган фибротемирбетон тўсинларнинг дарзбардошлик хусусиятлари баҳоланди. Олинган натижалар, барча турдаги толалар бетоннинг механик хусусиятларига ижобий таъсир кўрсатади, аммо уларнинг самарадорлиги турли даражада намоён бўлади.
2. Базальт ва полипропилен толалар бўйича қурилган квадратик регрессия модели юқори ишончлиликлка эга бўлиб, $R^2 = 0.88$ қиймати қайд этилди. Бу эса базальт ва полипропилен толалар қўшилганда бетоннинг дарзбардошлиги сезиларли даражада ошишини кўрсатди.
3. Пўлат толалар бўйича олинган натижалар ҳам юқори даражада аҳамиятли бўлиб, $R^2 = 0.87$ қиймати моделнинг бетоннинг механик хусусиятларини ишончли башорат қилиш имкониятига эгаллигини кўрсатди. Шу билан бирга, толалар микдорининг меъёрдан ортиқ қўшилиши бетон матрицасида микробўшлиқлар пайдо бўлишига сабаб бўлиши ва мустаҳкамликни пасайтириши мумкинлиги аниқланди.
4. Олинган натижалар фибротемирбетон тўсинларнинг дарзбардошлик коэффицентлари толалар микдорига боғлиқ ҳолда математик моделлар орқали аниқланиши мумкинлигини кўрсатди. Бу математик моделлар фибробетон конструкцияларнинг ишончлилигини баҳолашда илмий асос бўлиб хизмат қилади.

Адабиётлар

- [1]. Razzakov S., Martazaev A. Mechanical properties of concrete reinforced with basalt fibers //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 401. – С. 05003.
- [2]. Sharifi Y., Moghbeli A. Stepwise Regression for shear capacity assessment of steel fiber reinforced concrete beams //Journal of Rehabilitation in Civil Engineering. – 2019. – Т. 7. – №. 2. – С. 152-163.
- [3]. Feng J. et al. Parameter optimization and regression analysis for multi-index of hybrid fiber-reinforced recycled coarse aggregate concrete using orthogonal experimental design //Construction and building materials. – 2021. – Т. 267. – С. 121013.
- [4]. Ashrafian A. et al. Prediction of compressive strength and ultrasonic pulse velocity of fiber reinforced concrete incorporating nano silica using heuristic regression methods //Construction and Building Materials. – 2018. – Т. 190. – С. 479-494.
- [5]. Deifalla A. F., Zapris A. G., Chalioris C. E. Multivariable regression strength model for steel fiber-reinforced concrete beams under torsion //Materials. – 2021. – Т. 14. – №. 14. – С. 3889.
- [6]. Kate G. K., Nayak C. B., Thakare S. B. Optimization of sustainable high-strength–high-volume fly ash concrete with and without steel fiber using Taguchi method and multi-regression analysis //Innovative Infrastructure Solutions. – 2021. – Т. 6. – №. 2. – С. 102.
- [7]. Islam M. S., Alam S. Principal component and multiple regression analysis for steel fiber reinforced concrete (SFRC) beams //International Journal of Concrete Structures and Materials. – 2013. – Т. 7. – №. 4. – С. 303-317.
- [8]. Shukirillayevich M. A., Sobirjonovna J. A. The Formation and Development of Cracks in Basalt Fiber Reinforced Concrete Beams //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2022. – Т. 3. – №. 4. – С. 31-37.

ПАХТА ЛИНТИДАН МИКРОКРИСТАЛЛ ЦЕЛЛЮЛОЗА
ОЛИШ ВА УНИ ҚЎЛЛАНИЛИШИ

К.К. Сайдалиев

Қўқон университети Андижон филиали

Sayidaliyev_godirjon@mail.ru, тел: 97 980 03 82

(Қабул қилинди 29.08.2025 й.)

Аннотация: Мақолада пахта толаси ажратиб олингандан сўнг ҳосил бўладиган линтдан самарали фойдаланиш учун уни кимёвий моддалар ёрдамида қайта ишлаш орқали микрокристалл целлюлоза (МКЦ)ни олиш босқичлари, МКЦдан самарали фойдаланиш усуллари ва олинган натижалар таҳлил қилинган. Шу билан бирга ипак қуртининг ягона озукаси бўлган баргинг таркиби ва уни минерал таркибини бойитиш мақсадида озукка озукка композиция (суспензия)си, ундан олинadиган пилла, ҳам ипак ва тўқимачилик саноати ҳақида маълумотлар келтирилган.

Таянч сўзлар: эритма, линт, ишқор, пероксид, нейтраллаш, сульфат кислота, хлорид кислота, филтрлаш, қуриштиш, микрокристалл целлюлоза, ипак қурти, озукка базаси.

Аннотация: В статье проанализированы этапы получения микрокристаллической целлюлозы (МКЦ) путем ее химической переработки для эффективного использования линта, образующегося после извлечения хлопкового волокна, методы эффективного использования МКЦ и полученные результаты. Вместе с тем в целях обогащения состава и минерального состава листа, являющегося единственным кормом для тутового шелкопряда, приведены сведения о кормовой композиции (суспензии), получаемых из нее коконах, шелке-сырце и текстильной промышленности.

Основные слова: раствор, линт, щелочь, перекись, нейтрализация, серная кислота, соляная кислота, фильтрация, сушка, микрокристаллическая целлюлоза, шелкопряд, кормовая база.

Annotation: the article describes the steps to obtain microcrystalline cellulose (MCC) by processing it using chemicals to effectively use the lint formed after the extraction of cotton fibers, methods of effective use of MCC, and the results obtained. At the same time, information is presented about the composition of the leaf, which is the only feed of the silkworm, and the nutrient nutrient composition (suspension) for the purpose of enriching it with its mineral composition, the cocoon extracted from it, the raw silk and the textile industry.

Keywords: solution, lint, alkali, peroxide, neutralization, sulfuric acid, hydrochloric acid, filtration, drying, microcrystalline cellulose, silkworm, feed base.

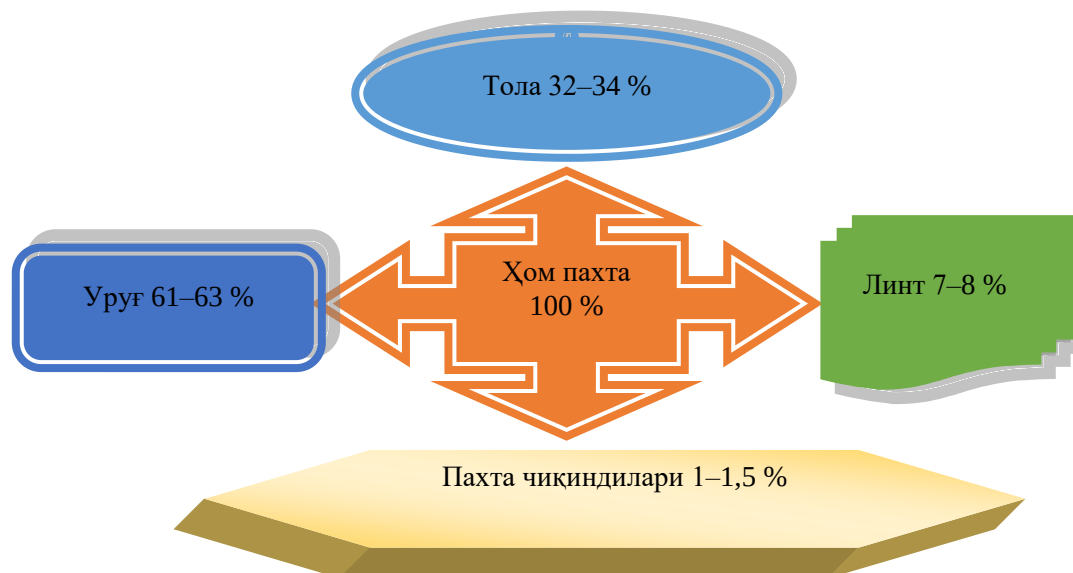
Кириш. Ўзбекистонда асосан ўрта ва ингичка толали пахта навлари етиштирилиб улардан пахта толаси ажратиб олинади. Пахта тозалаш заводларида пахта техник чигитидан тола ажратиблиб олингандан сўнг бир қанча иккиламчи маҳсулот ва турли чиқиндилар ҳосил бўлади. Пахтани қайта ишлаш жараёнида қуйидаги хомашё ва чиқиндилар олинади [1] натижалари 1–расмда берилган.

Етиштирилган хом пахтани (1–расм) 100 % деб олсак, шундан 32–34 тола, 61–63 % уруғ, 7–8 % линт ва 1–1,5 % пахта чиқиндиларини олиш мумкин. Пахта линтининг 2–типидан тиббиёт пахтаси олинса, 3–тип линт саноатда целлюлоза олиш учун қимматли хомашё ҳисобланади [2].

Пахта хомашёсини тозалашда пахта толасининг 30–39 % тозаланади. Сўнг ўрта толали навларда уруғ юзасида 12–14 % калта толалар, ингичка толали навларда эса 5 % қолади. ГОСТ 38.18.072 га биноан, тола узунлигига қараб линтни уч турга бўлинади. I–тоифа линтлар саноатда ишлатиладиган 25 мм узунликдаги толалардир. II ва III турдаги линтларнинг узунлиги 7–8 дан 12–13 мм гача ва 6–7 мм (делинт) ёки ундан камроқ бўлган толалар бўлиб, улар кимё саноати учун хомашё сифатида ишлатилади [3]. Линтнинг сифати

ва уни қайта ишлаш толалар таркибидаги табиий аралашмаларга яъни пахтани йиғиш пайтида, пахта тозалаш заводларида бегона аралашмалар билан ифлосланишига боғлиқ.

Адабиётлар таҳлили ва методологияси. Иккиламчи хомашё ва ўсимлик қолдиқлари микрокристалл целлюлоза олиш. Микрокристалл целлюлоза биринчи бўлиб 1961–йилда Баттиста ва Смит олган. Сўнгра 1962–йилда саноат миқёсида ишлаб чиқарила бошланди ва Ависел номи билан сотила бошланди [4].



1–Расм. Пахта ундан олинадиган хомашёлар ва чиқиндилар.

Ш.М. Миркамилов [5] пахта линти ва ғоза поя пояларни ишқорда гидролизлаб, хлор диоксиди ёрдамида оқартириб сульфат (H_2SO_4) ва сульфит кислоталар (H_2SO_3) кислоталарида нейтраллаб МКЦ олди. Олинган МКЦ ёрдамида чинни массаларининг композициялари ишлаб чиқилган ва ишлаб чиқаришга жорий этилган.

С.И. Асатов “Галеника” МЧЖда бинт кесиш корхоналарда йил давомида тиббиёт дока чиқиндисини гидролиз қилиб хлорид кислотада парчалаб МКЦ олган ва уни фармасефтикада турли ҳажмдаги таблеткалар олишда қўллаган [6].

Б.С. Карабаева пахта (момиғи) целлюлозасини 18 % NaOH эритмасида гидролиз қилиб, 3–4 % ли нитрат кислота (HNO_3 суюл) парчалаб МКЦ олиб уни магний хлорат дефолянтини ишлаб чиқаришда натрий хлорид шўр сувни филтрлаш жараёнида фойдаланди.

Пахтага дастлабки ишлов бериш жараёнида ҳосил бўладиган чиқинди линтдан микрокристалл целлюлоза олиш технологик жараёни қуйидаги босқичларда амалга оширилади.

Тажриба қисм. Микрокристалл целлюлоза олиш учун дастлаб пахтага дастлабки ишлов бериш жараёнида ҳосил бўлган чиқинди (линт)дан тажриба учун намуна олинди. Олинган намуна таркибидаги ҳас чўп, чигит пўстлоғи ва бошқа турдаги чиқиндилар тўла тозаланди. Тозаланган намуна майда қилиб қайчида қийилди. Бир вақтнинг ўзида 1:20 нисбатдаги дисстиланган сув ва натрий гидроксид (NaOH) эритмаси тайёрланди. Тозаланиб майда қилиб қирқилган линтдан 20 гр колбага солиниб устига 400 мл NaOH эритмаси қуйилиб қиздирилди. Эритма буғланиб совуткич орқали совуб аралашма устига қайта тома бошлагандан кейин 70–80 дақиқа давомида 90–100° С ҳароратда қайнатилди. Шу йўл билан олинаётган модда таркибидаги кераксиз моддалардан тозаланди. Янги модда олингандан кейин 10–15 маротабагача яхшилаб дисстиланган сувда ювилди, қурилди ва натижада янги оқартирилмаган пахта целлюлозаси ҳосил бўлди. Пахта целлюлозасини оқартириш учун вадород пероксиди (H_2O_2) билан 70–80 дақиқа давомида 80–90° С ли ҳароратда қайнатилди. Сўнгра сульфат кислотанинг (H_2SO_4) 1,5–2 г/л эритмаси билан нейтралланиб оқартирилган пахта целлюлозаси олинди.

Оқартирилган пахта целлюлозасидан микрокристалл целлюлозасини олиш учун хлорид кислотаси (HCl) билан 80–90° С да 100–110 дақиқа давомида қайнатилди ва жараён охирида ҳосил бўлган маҳсулот филтрдан ўтказилиб дисстилланган сув билан ювилди, куритилгандан сўнг микрокристалл целлюлоза ҳосил бўлди [7].

Лабораторияда шароитида олинган МКЦнинг ИК–спектр, полимерланиш даражаси ва шу каби бир қанча кўрсаткичлари ўрганилиб тахли қилинди.

Жаҳонда тўқимачилик маҳсулотларини турларини хилма–хиллиги уни сифат даражасини юқори бўлишини тақозо этмоқда. Айниқса, хом ипакни улиши тўқимачилик хомашёлари ичида атиги 0,2 % ни ташкил этиши, аммо соф ипак ёки уни аралашмаларидан ишлаб чиқиладиган маҳсулотларни хусусиятлари юқори бўлишини инобатга олинса, пилла ва хом ипак сифатини янада оширишга жиддий эътибор қаратилиши ҳозирги кунда ипакчилик саноатининг энг муҳим муаммоларидан бири эканлигини кўрсатмоқда [8].

Республикамиз жаҳонда пилла етиштирувчи ва уни қайта ишловчи давлатларнинг олдинги бешталигига киришига қарамай, бир кути ипак курти уруғидан 50–52 кг пилла етиштиради. Бу етиштирилган пиллаларнинг 75–78 % I–II навли пиллаларга тўғри келади. Ипакчилик тармоқлари ривожланган давлатларда эса бир кути ипак курти уруғидан етиштириладиган пилла миқдори республикада етиштирилаётган пиллаларга нисбатан 1,3–1,5 марта кўп бўлиб, навли пиллалар улуши 93–94 % ни ташкил этади. Бундай сифатли пиллаларнинг жаҳон бозоридаги нархи эса республикада етиштирилаётган пиллаларга нисбатан 3–4 баробар юқори ҳисобланади [9, 10].

Юртимизда пиллакашлик корхоналарининг хомашёси сифатида технологик хусусиятлари юқори бўлган, сермаҳсул оқ пилла ўрайдиган зот ва дурагайдаги пиллалар тадбиқ қилинган. Бироқ, уларнинг ирсиятидаги маҳсулдорлик ва технологик хусусиятлари тўла намоён бўлмайди. Бунинг турли субъектив ва объектив сабаблари мавжуд бўлиб, улар ипак куртини боқиш жараёнларида яратилган микроиклим шароитларига ҳамда боқиш жараёнида қўлланилаётган тут баргининг озукабоблилигига ҳам узвий боғлиқ бўлади [11, 12]. Бу эса кичик ва катта ёшдаги ипак куртини боқишда сунъий озукалардан фойдаланиш; табиий озукаларни бойитувчи қўшимчалар: қанд, фосфорли дори–дармонлар, оксил, углевод каби микроэлементлар ва бошқалар; ҳазм қилишни тезлатувчи ферментлар; метаболизм характериға эга бўлган гормонлар, тут баргини озукабоблик хусусиятларини яхшилаб, рағбатлантирувчи ва самара берадиган стимуляторларни излаб топиш ва қўллаш борасида илмий изланишлар олиб боришни тақозо қилади [13, 14].

Маълумки, ипак куртининг маҳсулдорлиги тут барги таркибидаги озик моддалари–сув, оксил ва бошқа элементларнинг миқдориға узвий боғлиқ бўлгани каби ипак куртининг кичик ва катта ёшларида бир меъёردа ўсиши ва ривожланиши учун тўйимли, юқори сифатли ва етарли миқдорда озука билан таъминланишиға ҳам боғлиқ бўлади. Ипак куртини боқишда сифатсиз, сўлиган тут баргларида фойдаланиш ипак куртининг ривожланиш даврини узайишиға, пилла ҳосилининг камайишиға ва сифат кўрсаткичларини пасайишиға олиб келади.

Кейинги йилларда фан техника тараққиёти натижасида саноат корхоналарининг турли хил кўринишдаги чиқиндиларидан самаралий фойдаланиб улардан синтез қилиш йўли билан иқтисодиёт тармоқлари учун зарур бўлган турли кўринишдаги сирт фаол моддалар, сувда эрувчи полимерлар ҳамда биостимуляторлар ишлаб чиқариш кенг йўлга қўйилган.

Хулоса. Юқоридагилардан келиб чиққан ҳолда ипак куртини боқиш даврида тут баргининг тўйимлилиқ даражасини ошириш мақсадида тўқимачилик саноати корхоналари хомашёси бўлган пахтаға дастлабки ишлов бериш жараёнида ҳосил бўладиган линтдан МКЦ олинди. Олинган МКЦ турли навдаги тут барглари минерал таркибини бойитишға хизмат қилувчи биз ҳосил қилган озукa композициясининг таркибий қисми яъни компонент сифатида танланиб олинди.

Ҳосил қилинган озукa композицияни ипак куртини боқиш жараёнида қўлланилиши натижасида назорат вариантға нисбатан пилланинг қатор кўрсаткичлари яхшиланишиға эришилди.

Адабиётлар

- [1]. Тешаев Ш., Сулаймонов Б. “Пахтачилик маълумотномаси”. –Т.: «Фан ва технология» 2016–йил.
- [2]. Жабборов Ғ.Ж., Отаматов Т.У., Ҳамидов А. “Чигитли пахтани дастлабки ишлаш технологияси” Т.: «Ўқитувчи» 1987–й.
- [3]. Меркин И.Б и другие. Линтирование хлопковых семян. М.: Гизлегпром. 1963.
- [4]. Miao C., Hamad W.Y., Cellulose reinforced polymer composites and nanocomposites: a critical review, Cellulose 20 (5) (2013).
- [5]. Миркамилов Ш.М., “Создание научных основ технологии производства и переработки целлюлозы из низкосортного хлопкового сырья” автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук Тошкент 1997–г.
- [6]. Асатов С.И., “Микрокристаллик целлюлоза асосида каттик ва юмшоқ дори турларини яратишнинг технологик ва биофармасевтик асослари” фармасевтика фанлари доктори илмий даражасини олиш учун тақдим этилган диссертация автореферати. Тошкент–2009 й.
- [7]. Турдалиев У.М., Кодыров А.Н., Сайидалиев К.К. “Микрокристаллическая целлюлоза из хлопка сырья Узбекистана” UNIVERSUM: Технические науки. Сентябрь 2020 г.
- [8]. Умурзакова Х.Х. Ипак тиббиёт докиси учун хомашё тайёрлаш технологиясини ишлаб чиқиш. Фалсафа доктори (PhD), диссертация иши. – Андижон 2020.
- [9]. Ахмедов Н., Қаҳҳаров Н. Пиллачиликнинг ривожланишининг долзарб масалалари // Қишлоқ хўжалиги журнали. – Тошкент. 2013.
- [10]. Рахимов А.Ю. Республикамиз ипак санотининг истиқ боллари ва ривожланиши йўллари. – Наманган. НамМТИ илмий–техника журнали 5 том махсус сон. – №2. –2020.
- [11]. Ахмедов Н., Муродов С., Ипакчилик асослари. – Тошкент. Ўқитувчи. 1998.
- [12]. Джурабоева Дж., Салимджанова С., Корабельников А.В., Умурзакова Х.Х. Влияние биовита–80 на продуктивность тутового шелкопряда. // Ж. Проблемы текстиля. 2007.
- [13]. Эсанова Ш.М. Пилланинг технологик хусусиятларига биологик фаол модданинг таъсири: Дисс. ... т.ф.н. – Тошкент. ТТЕСИ. 2007.
- [14]. Сайидалиев К.К. “Использование дополнительных питательных веществ при кормлении тутового шелкопряда” Материалы Международной научно–методической конференции 25–октября 2024 г. Уфа 2024.

NAMLIK VA HARORATNING BOSMAXONA ISHIGA TA'SIRI, NAZORAT OLCHOV ASBOBLARI

G.I. Ismailova, G.O. Qodirova, R.M. Muradov

Namangan davlat texnika universiteti

Tel: +998913611007

Tel: +998 94 158 71 57

Tel: +998 94 272 94 56.

(Qabul qilindi 19.06.2025 y.)

Annotatsiya: Maqolada bosmaxona mahsulotlarini ishlab chiqarishda namlik va haroratning bosmaxona ishiga ta'siri va ularni nazorat qilish mahsulot sifatiga bevosita bog'liq bo'lgan chop etish jarayonlarining barqarorligiga erishishga yordam berishi yoritib berilgan.

Kalit so'zlar: qog'oz, namlik, deformatsiya, bo'yoq, plyonka, elektron gigrometr, termometr, gaz analizatori, elektr o'tkazuvchanlik.

Аннотация: В статье рассматривается влияние влажности и температуры на работу типографии при производстве печатной продукции и то, как их контроль помогает добиться стабильности печатных процессов, которые напрямую связаны с качеством продукции.

Ключевые слова: бумага, влажность, деформация, краска, пленка, электронный гигрометр, термометр, газоанализатор, электропроводность.

Abstract: The article examines the influence of humidity and temperature on the operation of a printing house during the production of printed products and how their control helps to achieve stability of printing processes, which are directly related to the quality of products.

Keywords: paper, humidity, deformation, paint, film, electronic hygrometer, thermometer, gas analyzer, electrical conductivity.

Bosma mahsulotlarini sifati va estetik bezatilishi, ularning saqlanishi va xizmat qilish muddatlari asosan matbaa materiallari xossalriga bog'liq bo'lib, ishlatiladigan materiallarni tanlash va ularni saqlash juda katta ahamiyatga ega. Sifatli mahsulot ishlab chiqarish uchun standartlarga va texnik shartlarga rioya qilish talab etiladi.

Nima uchun bosmaxonada havo namligini nazorat qilish kerak?

Namlikning o'zgarishi natijasida qog'ozning chiziqli o'lchamlari o'zgaradi va yaroqsiz holatga keladi;

Qog'oz varaqlari va plyonkalar bir-biriga yopishib qoladi;

Qog'oz yoki plyonka shakli va hajmining o'zgarishi natijasida bo'yoqni qo'llash va qirqish aniqligi bilan bog'liq muammolar;

Qog'oz va plyonkalarining changlanishi;

Tasvirda uchqun paydo bo'lishi, jihozlarning shikastlanishi va statik elektr to'planishi tufayli xodimlar sog'ligiga xavf tug'dirishi;

Bosmaxonada qanday namlik saqlanishi kerak?

Qog'oz omborlarida xarorat 15-20 °C, namlik esa 60 – 65 %, Laboratoriya bo'limlarida xarorat 20 °C, namlik esa 65%, chop etish bo'limida xarorat 20 °C, namlik esa 50- 60 %, muqovalash bo'limida xarorat 20 – 22°C, namlik esa 55 – 60% ni tashkil qilishi kerak.

Ishlatiladigan bo'yoq sifatiga havo namligining ta'siri

Quruq qog'oz tezda statik razryad bilan tortilgan chang bilan qoplanadi. Bosish uskunasi rezina qismlarida chang va qog'oz zarralari to'planadi. Bu quyidagi salbiy oqibatlarga olib keladi:

Chop etilgan nusxa noaniq bo'lib qoladi;

Bo'yoqning uzatilishi yomonlashadi;

Tozalash va texnik xizmat ko'rsatish uchun uskunalarni to'xtatish soni ortadi.

Havo namligining oshishi qog'oz namligining oshishiga olib keladi, bu esa statik oqimni kamaytiradi va qog'oz yuzasida chang to'planishini kamaytiradi.

Qog'oz tolalari atrofda havodan namlikni yutadi va hajmini oshiradi. Muammo shundaki, qog'oz taxlamining chetlari markaziy qatlamlardan oldin namlikni yutadi. Bu qog'oz varaqlarining egilishiga va buralishiga olib keladi.

Xonadagi havo namligi 10% bo'lganda, A4 varag'ining uzunligi 0,5 mm ga o'zgaradi, A0 varaqning o'lchamidagi o'zgarish 2 mm gacha bo'lishi mumkin. Qog'ozning chiziqli o'lchamlarini o'zgartirishi chop etish va qirqishning aniqligiga bevosita ta'sir qiladi.

Statik zaryad qog'oz varaqlari va plyonkalarining bir-biriga ishqalanishi, shuningdek, uskuna valiklari va roliklariga ishqalanishi natijasida to'planadi. Materialning namligi oshishi bilan zaryad to'planishining intensivligi pasayadi. Statik zaryadning to'planishi bilan bog'liq muammolar:

Bir vaqtning o'zida bir nechta qog'ozning uzatilishi;

Varaq uzatilishidagi og'ishlar;

Chuqur bosish usuli maydonida uchqun chiqishi tufayli erituvchi bug'larining yonish va portlash xavfi.

Bosmaxonada havo namligini qanday nazorat qilish kerak

Namlik sensori yordamida ishlaydigan namlagich - o'rnatilgan namlikni avtomatik ravishda ushlab turadi. Agar bosmaxonada ta'minot ventilyatsiyasi mavjud bo'lsa, eng yaxshi yechim etkazib berish va chiqarish moslamasidan keyin o'rnatilgan havo namlagichi bo'ladi.

Namlagich qanday ishlaydi:

Operator nazorat moslamasida kerakli namlikni o'rnatadi;

Namlagich yoqiladi va kerakli namlik darajasiga yetguncha ishlaydi;

Belgilangan namlikka erishilgandan so'ng, namlagich o'chadi;

Namlik 2-3% ga tushganda, namlagich yana yoqiladi;

Shunday qilib, belgilangan namlik doimiy ravishda 2-3% bardoshlik bilan saqlanadi.

Bosma mahsulotlarni ishlab chiqarishda iqlim talablariga rioya qilmaslik turli oqibatlarga olib keladi – chop etilgan mahsulot sifatining pastligi, asbob-uskunalar ishdan chiqishi, qog'oz namligining ortishi, bo'yoqlarning notekis qo'llanilishi, tayyor mahsulotning deformatsiyasi, plyonka nuqsonlari va boshqalar. Ko'rsatkichlarni tizimli nazorat qilish - nisbiy ahamiyatga ega

bo'lgan tayyor mahsulot sifatiga bevosita bog'liq bo'lgan chop etish jarayonlarining barqarorligiga erishishga yordam beradi. Matbaa sanoatida qog'oz va boshqa materiallarning namlik darajasi ishlab chiqarish jarayonining samaradorligiga va yakuniy mahsulotning sifatiga katta ta'sir ko'rsatadi. Gigrometrlar yordamida:

- **Qog'ozning deformatsiyasini oldini olish:** Namlik darajasini nazorat qilish qog'ozning kengayishi yoki qisqarishini oldini oladi, bu esa bosma sifatini yaxshilaydi.
- **Bo'yoqning qurish jarayonini optimallashtirish:** bo'yoqning qurish tezligini boshqarish va uning material ustida to'g'ri taqsimlanishini ta'minlashda gigrometrlar yordam beradi.
- **Bosmaxona mashinalarining samarali ishlashini ta'minlash:** Namlik darajasini doimiy ravishda nazorat qilish yordamida matbaa mashinalarining optimal ishlashini ta'minlash mumkin.

Gigrometrlar namlikni o'lchashda juda muhim vositadir, chunki matbaa jarayonlarida qog'ozning namligi, siyohning xususiyatlari va boshqa materiallar to'g'ri ishlashini ta'minlashda zarur bo'lgan parametrlarni aniqlashga yordam beradi. Matbaa sanoatida gigrometrlar, ayniqsa, sifatni nazorat qilish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va texnologik jarayonlarni optimallashtirish uchun juda foydalidir.

Elektron gigrometr (ham statsionar, ham ko'chma versiyalarda) bosmaxonalarda havo namligini muntazam ravishda o'lchashni ta'minlaydi, bu me'yordan og'ishlarni tezda aniqlash va bartaraf etishga yordam beradi.

Termometrlar bosmaxonaning turli joylarida harorat o'zgarishini kuzatish imkonini beradi.

Gaz analizatori ishlab chiqarish atmosferasidagi gazlar kontsentratsiyasini nazorat qilishga yordam beradi. Gigrometrlar va boshqa o'lchash asboblarning ishlash muddati va narxi ularni matbaa sanoatining barcha jarayonlarida keng qo'llash imkonini beradi va ishlab chiqarishning iqlim talablariga muvofiqligini ta'minlashga yordam beradi.

Portativ gigrometrning qo'llanishiga qarab, uning qurilmasi va ishlash printsipi farq qilishi mumkin:

- mutlaq namlik havoning elektr o'tkazuvchanligini o'lchash yo'li bilan aniqlanadi;
- optoelektron qurilmalar sovutish va isitish oynasidan foydalanadi;
- qarshilik qurilmalari namlikka bog'liq bo'lgan ayrim moddalarning o'tkazuvchanligini o'lchaydi;
- sig'imli qurilmalarda namlik metall oksidi yoki polimer kondensatorining sig'imini o'lchash yo'li bilan aniqlanadi.

Elektron gigrometrlar ko'plab sohalarda talabga ega bo'lib, ular yordamida xona ichidagi havo namligi darajasi aniqlanadi, korxonalaridagi uskunalarning holatini nazorat qilinadi, materiallarni quritish va mahsulotlarni saqlash jarayonlarini nazorat qiladi.

Namlik va haroratning matbaa jarayonidagi o'zgarishlar bosma sifatiga va ishlab chiqarish samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi. Qog'oz, bo'yoq va bosmaxona mashinalarining ishlashiga bo'lgan ta'sirni kamaytirish uchun harorat va namlikni doimiy ravishda nazorat qilish va optimallashtirish zarur. Bu nafaqat mahsulotning sifatini ta'minlash, balki ishlab chiqarish jarayonlarining samaradorligini oshirishga ham yordam beradi.

Sifatni ta'minlash va ish jarayonini boshqarish

Matbaa sanoatida sifatni nazorat qilish va o'lchash jarayoni yuqori aniqlikni va izchillikni talab qiladi. Bosma mahsulotlarning sifatini ta'minlash uchun matbaachilikda turli nazorat o'lchov asboblari ishlatiladi. Bu asboblار bosma jarayonlarining har bir bosqichida o'lchovlar olib borish va qabul qilingan sifat standartlariga muvofiqligini ta'minlashda yordam beradi.

Matbaa nazorat o'lchov asboblarning turlari

1. Rang o'lchovchi asboblار (Kolorimetr)

Rang o'lchovchi asboblar bosma mahsulotlardagi rangni o'lchash uchun ishlatiladi. Bu asboblar yordamida ranglar aniq va takrorlanadigan tarzda o'lchanadi, shuningdek, turli siyohlarni standartlarga mosligini tekshirish mumkin.

- **Spektrofotometrlar** — bu yorug'likning ma'lum bir diapazonidagi intensivligini o'lchaydigan asbob bo'lib, asosan rangni va uning sifatini o'lchashda ishlatiladi. U yorug'likni ma'lum bir to'lqin uzunligidagi spektral diapazon orqali o'tkazib,

o'zgarishlarni tahlil qiladi. Spektrofotometr asosan ranglar, optik siqilish, yoritilish va boshqa ko'plab parametrlarni o'lchashda qo'llaniladi.

- o **Kolorimetrlar** — asosan rangning uchta asosiy komponentini (qizil, yashil, ko'k) o'lchaydi va bosma jarayonining sifatini nazorat qiladi.

2. **Qalinlik va zichlik o'lchagichlar**

Matbaa mahsulotlarining qalinligi va zichligini o'lchash uchun ishlatiladigan asboblari ham mavjud. Bu o'lchovlar bosma materialining sifatini aniqlashda, ayniqsa qog'oz, karton va boshqa materiallarning sifatini baholashda yordam beradi.

- o **Qog'oz qalinligini o'lchovchi asboblari** — qog'ozning yuqori sifatli bosilishi va materiallarning zarbga chidamliligini ta'minlash uchun ishlatiladi.

3. **Bosim kuchini o'lchovchi asboblari**

Bosim kuchining o'lchovlari matbaa jarayonida ishlatiladigan siyohning to'g'ri purkashiga, materiallarga ta'sir qiluvchi bosimning aniqligiga yordam beradi.

- o **Dinamometrlar** — bosim kuchini o'lchaydi va bosma jarayonining har bir bosqichida to'g'ri kuch ishlatilishini ta'minlaydi.

4. **Bo'yoq taqsimoti va dispersiyasini o'lchovchi asboblari**

Bo'yoq taqsimoti, shuningdek, dispersiyasi va sifatini nazorat qilish matbaa jarayonining muhim qismlaridan biridir. Bu asboblari bo'yoqning material ustida bir xil taqsimlanishini ta'minlashga yordam beradi.

- o **Viskozometrlar** — bo'yoqning yopishqoqlik darajasini o'lchaydi, bu esa uning taqsimlanishiga va bosma sifatiga ta'sir qiladi.

5. **Yorug'lik va kontrastlik o'lchagichlari**

Yorug'lik va kontrast o'lchagichlari matbaa mahsulotlari tasvirining aniq va yuqori sifatli bo'lishini ta'minlash uchun ishlatiladi. Bu asboblari yordamida ranglar orasidagi farqni aniqlash va kontrastning etarligini tekshirish mumkin.

Matbaa nazorat o'lchov asboblariining muhimligi

1. **Sifatni ta'minlash:**

Matbaa jarayonida bir xil sifatni saqlash uchun aniq va to'g'ri o'lchovlari olish zarur. Rang o'lchovchi va qalinlik o'lchovchi asboblari bu jarayonda o'ta muhim rol o'ynaydi.

2. **Ishlab chiqarish samaradorligini oshirish:**

Nazorat o'lchov asboblari yordamida ishlab chiqarish jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan nosozliklari oldindan aniqlanadi va bartaraf etiladi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonining samaradorligini oshiradi.

3. **Ekologik va iqtisodiy jihatlar:**

Nazorat o'lchov asboblari sifatni va ishlab chiqarishni optimallashtirishga yordam berib, qo'shimcha harajatlarni kamaytiradi. Misol uchun, noto'g'ri ranglari yoki bo'yoq sarfi ortiqcha bo'lishi mumkin, lekin to'g'ri o'lchovlari bu muammoni hal qiladi

Xulosa

Matbaa sanoatida sifatni nazorat qilish uchun ishlatiladigan o'lchov asboblari ishlab chiqarish jarayonining muhim qismi hisoblanadi. Bu asboblari yordamida matbaa mahsulotlarining sifati va moslashuvchanligini nazorat qilish, ishlab chiqarish jarayonida yuzaga keladigan muammolarni oldindan aniqlash va samarali boshqarish mumkin. Yangi texnologiyalar va o'lchov asboblariining rivojlanishi matbaa sanoatida yanada yuqori sifatli mahsulotlari ishlab chiqarishni ta'minlashga yordam bermoqda.

Adabiyotlar

- [1]. Контрольно-измерительные приборы в полиграфии / Н.И. Либерман. - М.: Книга, 2019. - 288 с.
- [2]. Методы и оборудование контроля качества полиграфических материалов : справочник для студентов специальностей 1-47 01 01 «Издательское дело», 1-47 02 01 «Технология полиграфических производств» / сост. : А. А. Губарев, М. А. Зильбергейт. – Минск : БГТУ, 2012. – 51 с.
- [3]. Гавенко, С. Ф. Оценка качества полиграфической продукции / С. Ф. Гавенко, О. В. Мельников. – Львов: Афиша, 2000. – 120 с.
- [4]. “Matbaa nazorat o'lchov asboblari va uskunalari” G.I.Ismailova. – Namangan:Usmon Nosir media, 2020.- 8 b.
- [5].

UDK: 541.64:745.547.235

VERMIKULIT - POLIETILENPOLIAMIN VA FORMALDEGID ASOSIDA OLINGAN SORBENTNING SIRT YUZASI VA G'OVAKLIK DARAJASI

O.X. Tursunmuratov

Chirchiq davlat pedagogika universiteti,
tursunmuratovobid@gmail.com
 (Qabul qilindi 06.05.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu ish Mahalliy xomashyo vermikulit asosida olingan ion almashinuvchi materiallarning olinishi, sintez qilingan sorbentning asosiy fizik-kimyoviy xossalari: g'ovakli darajasi va sirt yuzasi SEM mikrofotografiyasi hamda azot bug'i adsorbsiyasi orqali o'rganilgan ma'lumotlari keltirilgan.

Kalit so'zlar: Vermikulit, polietilenpoliamin, formaldegid, sorbent, SEM analiz, azot bug'i adsorbsiyasi, Kvantaxrom (IQ) avtosorb

Аннотация. В данной работе представлены сведения о производстве ионообменных материалов на основе местного сырого вермикулита, основные физико-химические свойства синтезированного сорбента: уровень пористости и микрофотография поверхности с помощью СЭМ и адсорбция паров азота.

Ключевые слова: вермикулит, полиэтиленполиамин, формальдегид, сорбент, СЭМ-анализ, адсорбция паров азота, автосорб Quantachrom (IR).

Annotation. This work presents information on the production of ion exchange materials based on local raw vermiculite, the main physico-chemical properties of the synthesized sorbent: porosity level and surface SEM microphotography and nitrogen vapor adsorption.

Key words: Vermiculite, polyethylene polyamine, formaldehyde, sorbent, SEM analysis, nitrogen vapor adsorption, Quantachrom (IR) autosorb

KIRISH.

So'ngi yillarda tezlik bilan rivojlanayotgan sanoat va qishloq xo'jaligi tarmoqlari suv havzalarini ifloslanishiga, ayniqsa chuchuk suvlarning sifati jihatdan tarkibining buzilishiga olib kelmoqda[1].

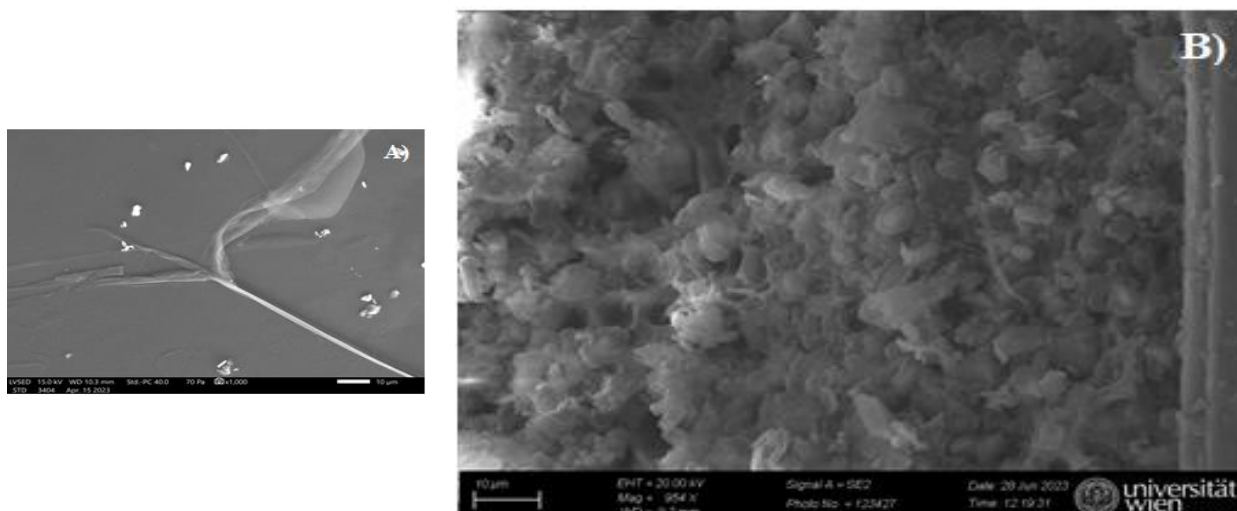
Ushbu ifloslanishni yo'qotish uchun sanoat miqyosida turli xil ion almashinuvchi materiallardan ya'ni sorbentlardan foydalanilmoqda. Sanoatning foydalaniladigan sorbentlarga quyidagi: katta yuza qatlamiga, yuqori sorbsion xossali bo'lishi, suvda va turli organik erituchilarga erish xususiyati yo'qligi, har xil temperaturaga, mexanik ta'sirlarga nisbatan barqaror ekanligi, iqtisodiy jihatdan tannarxining kamligi, hamda qayta-qayta ishlatish imkoniyatining borligi kabilar talablar quyiladi[2,3,4].

Ionitlarga qo'yiladigan talablardan eng muhimlaridan biri sirt yuzasi va g'ovaklik darajasi hisoblanadi. Bunga ko'ra g'ovak o'lchamlari bo'yicha poralar quyidagicha tasniflanadi:

- ➔ G'ovak kengligi o'lchami 50 nm (0,05 mikron) yoki 500 Å dan katta bo'lsa makropora;
- ➔ G'ovak kengligi o'lchami 2-50 nm (0,002-0,05 mikron) yoki 20-500 Å gacha bo'lsa mezopora;
- ➔ G'ovak kengligi o'lchami 2 nm (0,002 mikron) yoki 20 Å dan kichik bo'lsa, mikroporalar turkumiga mansub hisoblanadi [5, 6].

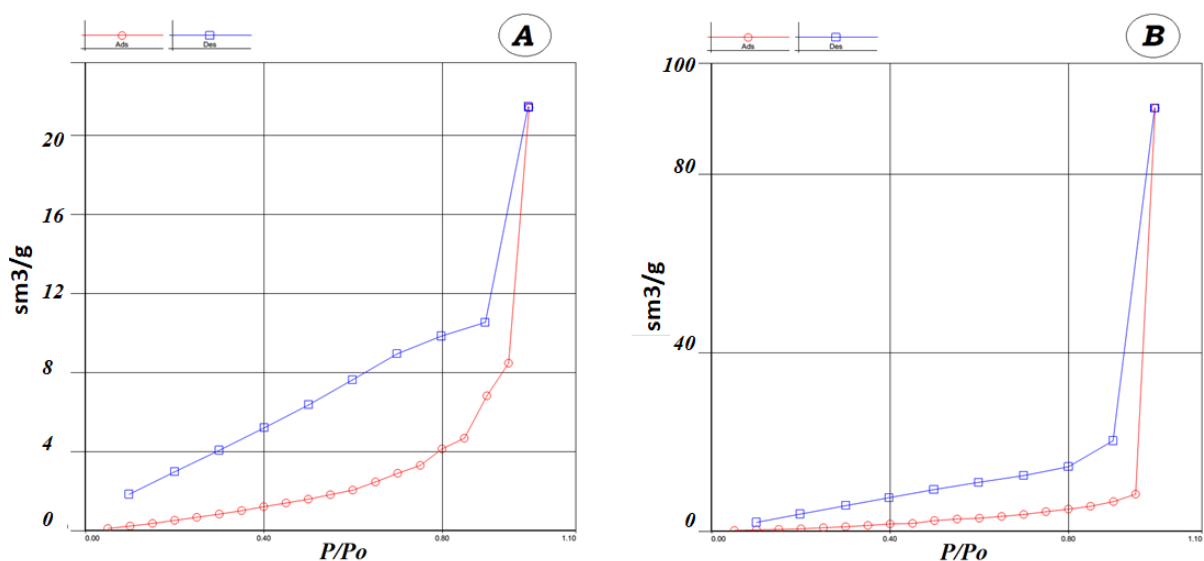
Ushbu ilmiy tadqiqot ishida tabiiy xomashyo Qorao'zak vermikulitini polietilenpoliamin(PEPA) va formaldegid asosida olingan sorbentning azot bug'i adsorbsiyasi o'rganilishi asosida olingan ma'lumotlar keltirilgan.

NATIJAR VA MUHOKAMA. Qorao'zak Vermikulit qatlamlarini polietilenpoliamin va formaldegid ishtirokida choklash orqali ion almashinuvchi material (VMT-PFA anionit) olish uchun polietilenpoliamin va vermikulit aralashtirib, qizdirgan holatda jarayon olib borildi. So'ngra aralashmaga formaldegid solindi va reaksiya germetik avtoklav yoki kolbaqizdirgichda turli harorat va turli massa nisbatda vermikulit va polietilenpoliamin-formaldegid mahsulotining 1 soatdan 14 soatgacha vaqt davomida olib borildi. Sintez qilingan sorbent filtrlab olinib neytral sharoitgacha distillangan suv bilan yuviladi va quritish pechida quritiladi.



1-rasm. Vermikulit asosida olingan ionitning SEM mikrofotoqrafiyasi (A) – kengaytirilgan vermiculit, (B) - Vermikulit va polietilenpoliamin-formaldegid kompoziti.

Yuqoridagi 1-rasmda kengaytirilgan vermiculit (A) va vermiculit, polietilenpoliamin-formaldegidni choklash asosida olingan ionitning (B) skanerlovchi elektron mikroskopdagi tasvirlari keltirilgan. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, kengaytirilgan vermiculit sirt yuzasi silliq ko‘rinishga ega bo‘lgan, vermiculit, polietilenpoliamin-formaldegidni choklash asosida olingan ionitning sirt yuzasida notekis g‘ovakli ko‘rinishga o‘tganini ko‘rishimiz mumkin.



2-rasm. Vermikulit hamda vermiculit-polietilenpoliamin ishtirokida olingan ionitning azot bug‘i adsorbsiyasi, desorbsiyasi hamda gistogrammasi (A-vermiculit, B- vermiculit-polietilenpoliamin asosida olingan ionit).

Bizga adabiyotlardan ma‘lumki, qattiq moddalarda g‘ovaklik darajasi va sirt yuzasi ortishi bilan materialning sorbsion xossalari ham ortib boradi.

Azot bug‘i adsorbsiyasi boshqa usullardan (YMR, TEM, RND va SEM) nisbatan arzonligi va diametri 0,35 nm -100 nmgacha bo‘lgan nanoporalarni aniqlash imkoniyati sababli ko‘p foydalaniladi [7, 8]. Azot molekullari materiallarning sirt yuzasi va hajmini o‘lchash uchun ishlatiladi. Ya‘ni azotning suyuqlanishi bosim oshgan kattaroq teshiklarda, gaz holatga o‘tishi esa bosim kam bo‘lganda kichikroq teshiklarda sodir bo‘ladi. Ushbu xossa bosim va g‘ovaklikni o‘zaro bog‘liqligini shuningdek g‘ovak o‘lchamlarini adsorbsiya hamda desorbsiya izotermilari orqali hisoblashga imkoniyat yaratadi [9, 10, 11].

Ushbu tadqiqot ishida vermikulit va polietilenpoliamin-formaldegid ishtirokida olingan ionitning azot bug'i adsorbsiyasi o'rganish natijalari keltirilgan.

2-rasmdagi ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki vermikulit xomashyosiga qaraganda vermikulit va polietilenpoliamin-formaldegid ishtirokida olingan ionitning azot bug'i miqdori (Vermikulit uchun $21.4 \text{ sm}^3/\text{g}$, ionit uchun $95 \text{ sm}^3/\text{g}$ teng) yuqoriligi, ionitning g'ovaklik darajasi va sirt yuzasi ortganligi bu esa sorbsion xossasiga ijobiy ta'sir etishini tushunish mumkin.

XULOSA

Sanoat miqyosida ishlatiladigan sorbentlarga qo'yiladigan talablardan eng muhimlaridan biri ion almashinuvchi materiallarning sirt yuzasi va g'ovaklik darajasi hisoblanadi. Ishlab chiqarishning turli sohalarida qo'llanilayotgan adsorbentlarning solishtirma sirt yuzasi va g'ovaklik darajasini yanada oshirish va o'rganish maqsadida turli tadqiqot ishlari olib borilgan. Ushbu xossalar sorbentning sorbsion xossalariga ijobiy ta'sir ko'rsatadi hamda ko'p miqdorda zaharli ionlarni oqova suvlardan tutib qoladi.

Adabiyotlar

- [1]. Tursunmuratov O. X. Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi //Science and Education. – 2022. – T. 3. – №. 12. – C. 182-188.
- [2]. Турсунмуратов О. Х., Бекчанов Д. Ж. Кинетика псевдопервого и второго порядка абсорбции катиона меди (II) на ионите на основе вермикулита //Universum: технические науки. – 2023. – №. 8-3 (113). – С. 42-45.
- [3]. Obid T., Davronbek B. Vermikulit asosida olingan ionitga mis (II) kationlarining yutilish kinetikasining tahlili //International Scientific and Current Research Conferences. – 2023. – С. 53-58.
- [4]. Tursunmuratov O. X. Tabiiy mineral vermikulitdan foydalanib sorbentlar olish usullari tahlili //Academic research in educational sciences. – 2023. – T. 4. – №. 5. – С. 5-10.
- [5]. Турсунмуратов О. Х., Турғун Ф., Хуррамова Қ. Вермикулит асосида олинган ионитга никел (II) ионлари сорбциясининг псевдо-биринчи ва псевдо-иккинчи тартибли кинетик моделлари //Academic research in educational sciences. – 2023. – T. 4. – №. 1. – С. 413-421.
- [6]. Obid T. et al. Kinetics and isotherm of Cu^{2+} ion sorption on a new sorbent obtained on the basis of vermiculite //Universum: технические науки. – 2022. – №. 12-7 (105). – С. 44-48.
- [7]. Tursunmuratov O., Bekchanov D. Vermikulit asosida olingan yangi ionitga Cu^{2+} ionlarining sorbsiya kinetikasi va izotermasi //Farg'ona davlat universiteti. – 2022. – №. 3. – С. 60-60.
- [8]. Tursunmuratov O. X. Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi //Science and Education. – 2022. – T. 3. – №. 12. – С. 182-188.
- [9]. Tursunmuratov O., Bekchanov D. Vermikulit asosida olingan yangi ionitga Cu^{2+} ionlarining sorbsiya kinetikasi va izotermasi //Farg'ona davlat universiteti. – 2022. – №. 3. – С. 60-60.
- [10]. Tursunmuratov O. X. Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi //Science and Education. – 2022. – T. 3. – №. 12. – С. 182-188.
- [11]. Tursunmuratov O. X. et al. Kimyoga oid izotoplar mavzusi masalalarini turli xil usulda yechish metodikasi //Экономика и социум. – 2024. – №. 6-2 (121). – С. 742-746.

1. “Илмий – техника журнали” (“Научно – технический журнал”, “Scientific – Technical Journal”) 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 **ташкилот 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 равоён 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 охириги 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 ФДТУ веб-сайти <http://www.fstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal) дан топиш мумкин.**

Кўрсатилган қоидалар асосида тайёрланмаган мақолалар таҳририят томонидан қабул қилинмайди.

1. На страницах «Научно-технического журнала» 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 ФГТУ <http://www.fstu.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” 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 FSTU website, <http://www.fstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ
ТАҲРИРИЯТИ:

Масъул муҳаррир
Мусаххих
Мусаххих
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.fstu.uz>
E-mail: jurnalfstu@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: 27.08.2025 й.
Бичими: А4. Гарнитура Times New Roman.
Босма табоғи: 15,25. Адади 10 нусха. Буюртма № 3.
Баҳоси шартнома асосида.
УП «FDTU ALPHA PRINT» босмахонасида чоп этилди.
Фарғона шаҳар, Фарғона кўчаси 86 -уй.