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 ЖУРНАЛИ



2026. СПЕЦ. ВЫПУСК № 5

НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ФГТУ

SCIENTIFIC –TECHNICAL JOURNAL of FSTU

ФАРҒОНА – 2026

ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ ТАҲРИРИЯТИ

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

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

Бош муҳаррир Р.Р. ТОЖИЕВ

Таҳрир ҳайъати:

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. Нуритдинов 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. – ФДТУ
2. Сиваченко Л.А., академик, т.ф.д., проф. – Бел.-Рос. Университет, Белорусия
3. Тожиев Р.Ж., т.ф.д., проф. – ФДТУ
4. Тўхтақўзиев А., т.ф.д., проф. – Ўз ФА МЭИ
5. Файзиматов Ш.Н., т.ф.д., проф. – ФДТУ
6. Валиев Г.Н., т.ф.д., проф. – ФДТУ

Қурилиш:

1. Аббасов Ё.С., т.ф.д., проф. – ФДТУ
2. Акромов Х.А., т.ф.д., проф. – Тош АҚИ
3. Одилхажаев А.Э., т.ф.д., проф. – Тош ТЙТМИ
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 ТЙТМИ
2. Хайриддинов Б.Э., т.ф.д., проф. – Қарши ДУ
3. Касымахунова 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., к.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. Хамрокулов 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. Икромов 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. Жахонгиров 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 Р.Р. ТОЖИЕВ

Редакционная коллегия:

Ё.С. Аббасов, Б.А. Алиматов, Х.А. Акромов, Н.М. Арипов, Д.Е. Акбаров, Ю.Ю. Вайткус, Г.Н. Валиев, К.Е. Ертаев, И.Ж. Жахонгиров, А.А. Ибрагимов, О.О. Ибрагимов, М.А. Икрамов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Касымахунова, Р.А. Муминов, И. Нуритдинов, А.Х. Нишонов, А.Э. Одилхажаев, Т.С. Омонов, А.М. Расулов, С.Ж. Раззаков, Б. Сиддиков, Л.А. Сиваченко, Д.С. Салиханова, С.А. Тарасенко, Р.Ж. Тожиев, А А. Тухтакузиев, Ш.Н. Файзиматов, Б.Э. Хайриддинов, Ш.Ш. Хамдамова, З.А. Хамрокулов, 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 R.R. TOJIEV

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. Odilxajaev, 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)

МУНДАРИЖА

ФУНДАМЕНТАЛ ФАНЛАР

Mirzayev V.T., Abdunabiyev Ya.O. CdS/CdTe geteroqatlamli quyosh elementlarida CdS oynaviy va CdTe yutuvchi qatlam qalinliklarini optimallashtirish orqali samaradorlikni oshirish 9

Ro‘zaliyev Sh.A., Mamatova Z.X., Muhammadvaliyeva M.Z. Korxona jihozlarini alshtirish va ta’mirlash modeli 12

МЕХАНИКА

Tojiyev R.J., Xursanov B.J. Qattiq materiallarni maydalash jarayonlarida energiya sarfini maydalash nazariyalari asosida aniqlash 19

Валихонов Д.А. Планетар механизм асосида кўп қиррали деталларни шакллантиришда геометрик аниқликни баҳолаш ва экспериментал тадқиқотлар 23

Alimatov B.A., Xursanov B.J. Mashinaning tuzilishi bilan texnologik jarayonning va xom ashyo hamda materiallarning xususiyatlarini bog‘liqligi masalasi 28

Yusupov S.M., Yusupova S. Ignali rotasion ishchi organning afrontallik burchagi α va og‘ish burchagi β aniqlash 33

Shamsiddinov E.X. Yangi arrali silindir ishlab chiqarish sinovlarini o‘tkazish 38

Mirzayev M.A. Vibroakustik emissiya yordamida mexanik ishlov berishning optimal sharoitlarini aniqlash ... 44

Toshmirzayev K.O., Saidazimova X.S. Paxta tolasi sifat ko‘rsatkichlarini zamonaviy usulda aniqlashning afzalliklari 48

Isroilova N.B., Oripov J.I. Zig‘ir tolali gazlamalarni dastlabki tayyorlash jarayonlari va texnologiyasi tadqiqi 53

Eshonov R.M., Oripov N.M. Paxtani iflos aralashmalardan tozalashning nazariy tadqiqoti 57

Turdiyev M., Abduqahhorova R. Yengil sanoat jihozlarini bo‘laklarga ajratish va yigish texnologiyasi 63

Turdiyev M., Anvarjonova D. Mashina detallarining yeyilishi va ularni keltirib chiqaruvchi omillar 67

Mo‘minov M.R., Homidjonov M.M. Prujina bilan mahkamlangan qoziqchali barabanlarda paxta oqimining dinamik harakatini matematik modellashtirish 71

Fayziyev P.R. 200 litrli quyoshli sig‘imli suv isitgichi 78

Xusanjonov A.S. Yuk avtomobillaridan foydalanish samaradorligini baholashda integral yondashuvlar 82

Yo‘ldoshov K. Avtomobil kompaniyasida samaradorlikni oshirish uchun yettita sifat nazorati vositasidan foydalangan holda nuqsonlarni kamaytirish 87

Teshaboyev O.A., Djurayev A., Nizomov T. Vintli konveyer mashina agregati dinamik tahlili 91

Мансуров М.Т., Нишонов Ф.А. Ерёнғоқ йиғиштириш машинаси ковлагичларини тадқиқ этиш 96

Отаханов Б.С., Қидиров А.Р., Абдуманнопов Н.А. Фавворали қайнаш қатламида электромагнит нурланиш муҳити билан узоқ вақт сақлаш намлигига етгунча қуритишда шоли дони ҳаракатининг динамик тенгламаси 100

Jumayev A.S., Abduraxmanova M.M. Tasmali konveyer ishchi organlari va yuritish mexanizmi bo‘lgan mashina mexanizmlarining dinamik tahlili 105

Nomanjonov S.N., Rustamov M.A., Hojikbaraliyev A.A. Siemens NX dasturida murakkab yuzali shtamplarni loyihalash usulini ishlab chiqish 112

ҚУРИЛИШ

Goncharova N.I., Mirzayeva Z.A. Bazaltli tashqi quyoshdan himoya tizimlarini loyihalash 117

No‘monov J.O. Raqamli transformatsiya sharoitida arxitektura loyihalashni optimallashtirish: REVIT va BIM platformalarining integratsiyalashgan modeli 122

Egamberdiyeva Sh.A., Marufova Z.O. Madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngil ochar maskanlarni loyihalash orqali turizm sohasini rivojlantirish yo‘llari 126

Solijonov H.S., Sharipov I.Q. Agloporit ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish 130

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Do’ltaboyev S.S. 110/10 kV podstansiyalarining an’anaviy va raqamli boshqaruv tizimlari tahlili 135

Karshibayev A.I., Jumayev Z.I., Murodov X.Sh. Konchilik korxonalarida rudani qayta ishlash texnologik jarayonlarida elektr yuklamalarning ehtimollik-statistik qonuniyatlarini aniqlash va energiya samaradorligini baholash usullari 142

Rustamov B.O., Boynazarov B.B. Shamol va quyosh energiyasiga asoslangan gibrid tizimning laboratoriya sharoitida samaradorligini tadqiq qilish 150

Batirova R.B., Quchqarova M.M. Yadro strukturasi va yuqori energiyali zarralar fizikasining zamonaviy muammolari va istiqbollari 156

Baratov L.S. Fotoelektrik modullarni ishlab chiqarishni mavjud va istiqbolli texnologiyalarini tadqiq qilish .. 160

МУНДАРИЖА

КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ

Umirova Z.Sh., Axmedov A.N. Kungaboqar mumi asosida pardoz kremining yog‘li fazasini shakllantirish va retsept ishlab chiqish 165
Qurbonova U.S., Yusupov Sh.Sh. Global energiya transformatsiyasi sharoitida neft va gazni qayta ishlash sanoati rivojlanishining tarkibiy, texnologik va ekologik jihatlari 168
Turg‘unboyev R.T., Raxmonov O.K., Xaydarov A.A., Abdisamatov E.D. Real vaqt rejimida suvda uranni aniqlash uchun portativ sensor qurilmalar ishlab chiqish 173
Tursunmuratov O.X. Qorao‘zak vermikulit va uning asosida olingan anionitning termik analizi 178
Badalova D.A., Ermatov N.Sh., Usmonov X.I. Ko’mir organik yoqilg’isi 182

ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР

Zokirova Z.T. O‘quvchilarning kommunikativ kompetensiyasini rivojlantirish ingliz tilini o‘qitish jarayonida zamonaviy pedagogik yondashuvlar asosida 187
Tojiboyeva D. Ikkinchi til (L2) darslarida o‘quvchilarning birinchi tilidan foydalanish: o‘zaro muloqot va til rivojlanishiga sotsiomadaniy yondashuv 192
Rustamova M.M. O‘zbekiston to‘qimachilik sanoati korxonalarining iqtisodiy salohiyatini boshqarish: zamonaviy metodologik yondashuvlar va takomillashtirish yo‘nalishlari 199

ҚИСҚА ХАБАРЛАР

Abdubannobov M.I. Yarimo‘tkazgich Nanostrukturalari: Optoelektron muammolar va ilmiy yechimlar 204
Karimov N.U. Generatorlardagi omillarni elektr energiyasi sifatiga ta’siri va ularni modernizatsiya qilish yo‘llari 205
Abdubannobov M.I., Bakirov E.V. Zamonaviy fizikaning muammolari va yechimlar 208
Quziboyev Sh.Sh. Gipsli kompozitsion materialining oquvchanligini g‘ovaklashish jarayoni va strukturaning shakllanishiga ta’siri 211
Abdullayev I.N., Halimov A.A. Yuqori qavatli monolit turar-joy binolarining barpo etishdagi texnologik jarayonlarning tahlili 214
Mirzakarimova G.M. Yerning qiymatini aniqlashda narx, bozor, xarajat va qiymat o‘rtasidagi farqlar . 216
Mamatqulova S.R. Yengil sanoat sohasida mato sifatini sinfga ajratish va baholash usullari 219
Mirboboyeva G.A., Egamberdiyeva X.I. Boshlang‘ich sinf o‘qituvchisining nutqi va uning ta’lim jarayonidagi ahamiyati 222
Tursunova X. Kiyim detallariga dastlabki ishlov berish jarayonida innovatsion usullarni qo‘llash muammolari 225
Yusupova D.U. Bazalt tolasi asosidagi yuqori haroratga chidamli materiallarning ilmiy tahlili 227
Xametov Z.M., Ergasheva Y.D. Tog’li avtomobil yo’llari uchun GIS asosida geometrik loyiha sifatini baholash modeli 229
Erkaboev H.J., Ismoilova D.S. Qishloq xo'jaligi texnikasiga texnik xizmat ko'rsatishning nazariy asoslari 232
Xametov Z.M., Masodiqov J.X. Shahar sharoitida avtomobil shinalarining yeyilishi va atrof-muhitga ta’siri 234
Xudayberdiyeva A.D., Obidov A.A., Oripov J.I. Qurilma to‘rli yuzasida vujudga keluvchi deformatsiyani aktiv elektronnika elmentlari asosida tadqiqi 237
Ғайратов Ж.Ғ., Алойдинов М.Ғ., Джамолов Р.К. Делинтерлаш машинаси таъминлаш тизими схемасини такомиллаштириш ва узатиш жараёнининг экспериментал тадқиқи 240
Хожиев Б.Р. Ерёнғоқ ҳосилини йиғиштириш машинаси сидиргичини тадқиқ этиш 243
Yo‘ldoshova M. Elektr tizimlarini boshqarish va ishga tushirishda kompyuter texnologiyalarini ishlab chiqarish kompleksiga joriy etishning ilmiy muammolari 246
Jalilov O‘. Qayta tiklanuvchi energiya ulushini maksimallashtirish 249
Tashlanova N.Dj. Dialektlar leksikasi tarixiy-leksikologik tadqiqotlarning tahliliy bazasining eng muhim manbasi sifatida 252
Eminov A.Y. Kuchlanishi paytidagi issiqlikning boshqarilishi mushak xususiyatlari 255
Eminov Sh.O., Abdukarimova D.N. Kompozitsion polimer qoplamalarning elektrlanish (elektrizatsiya) jarayonini o‘rganish 258
Domuladjanova Sh.I. Farg‘ona viloyatining ekologik holati tavsifi 261
Муаллифлар диққатига ! 264

СОДЕРЖАНИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Мирзаев В.Т., Абдунабиев Я.О. Оптимизация толщины оконного слоя CdS и поглощающего слоя CdTe для повышения эффективности гетеропереходных солнечных элементов CdS/CdTe 9

Рузалиев Ш.А., Маматова З.Х., Мухаммадвалиева М.З. Модель замены и ремонта компанийного оборудования 12

МЕХАНИКА

Тожиев Р.Ж., Хурсанов Б.Ж. Определение энергопотребления в процессах дробления твердых материалов на основе теорий дробления 19

Валихонов Д.А. Оценка геометрической точности и экспериментальные исследования при формообразовании многогранных деталей на основе планетарного механизма 23

Алиматов Б.А., Хурсанов Б.Ж. Вопрос о взаимосвязи между структурой машины и технологическим процессом, а также свойствами сырья и материалов 28

Юсупов С.М., Юсупова С. Определение фронтального угла α и угла отклонения β вращающегося рабочего тела 33

Шамсиддинов Е.Х. Проведение производственных испытаний нового пильного валка 38

Мирзаев М.А. Определение оптимальных условий механической обработки с использованием виброакустической эмиссии 44

Тошмирзаев К.О., Саидазимова Х.С. Преимущества современных методов определения качественных показателей хлопкового волокна 48

Исроилова Н.Б., Орипов Ж.И. Исследование процессов и технологии первичной подготовки тканей из льняного волокна 53

Ешонов Р.М., Орипов Н.М. Теоретическое исследование очистки хлопка от примесей 57

Турдиев М., Абдуккаххарова Р. Технология разборки и сборки оборудования лёгкой промышленности 63

Турдиев М., Анваржонова Д. Износ деталей машин и факторы, вызывающие его 67

Муминов М.Р., Хомиджонов М.М. Математическое моделирование динамического движения потока хлопка в барабанах с штифтами, закреплёнными пружинами 71

Файзиев П.Р. Солнечный емкостный водонагревателя на 200 литров 78

Хусанжонов А.С. Интегрированные подходы к оценке эффективности использования грузовых автомобилей 82

Юлдошов К. Уменьшение дефектов с помощью семи инструментов контроля качества для повышения эффективности в автомобильной компании 87

Тешабоев О.А., Джураев А., Низомов Т. Динамический анализ работы вибрационного конвейера и шнекового конвейера для очистки 91

Мансуров М.Т., Нишонов Ф.А. Сследование копателя арахисоуборочной машины 96

Отаханов Б.С., Кидиров А.Р., Абдуманнопов Н.А. Динамическое уравнение сушки риса до кондиции для длительного хранения при фонтанирующим слое с электромагнитным излучением 100

Жумаев А.С., Абдурахманова М.М. Динамический анализ механизмов машин, включая рабочие тела ленточных конвейеров и механизмы перемещения 105

Номанжонов С.Н., Рустамов М.А., Хожикбаралиев А.А. Разработка метода проектирования штампов со сложными поверхностями в программе Siemens NX. 112

СТРОИТЕЛЬСТВО

Гончарова Н.И., Мирзаева З.А. Проектирование наружной солнцезащиты из базальта 117

Нумонов Ж.О. Оптимизация архитектурного проектирования в условиях цифровой трансформации: интегрированная модель платформ REVIT и BIM 122

Эгамбердиева Ш.А., Марупова З.О. Пути развития туристической отрасли посредством проектирования развлекательных объектов вокруг объектов культурного наследия 126

Солижонов Х.С., Шарипов И.К. Совершенствование технологии производства аглопорита 130

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Дултабоев С.С. Анализ традиционных и цифровых систем управления подстанциями 110/10 кВ 135

Каршибаев А.И., Жумаев З.И., Муродов Х.Ш. Методы определения вероятностно-статистических закономерностей электрических нагрузок и оценки энергоэффективности технологических процессов переработки руды на горнодобывающих предприятиях 142

Рустамов Б.О., Бойназаров Б.Б. Исследование эффективности гибридной энергетической системы на основе солнечной и ветровой энергии в лабораторных условиях 150

Батирова Р.Б., Кучкарова М.М. Современные проблемы и перспективы физики структуры ядра и высокоэнергетических частиц 156

Баратов Л.С. Исследование существующих и перспективных технологий производства фотоэлектрических модулей 160

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Умирова З.Ш., Ахмедов А.Н. Разработка рецептуры и состава масляной фазы крема для макияжа на основе подсолнечного воска 165
Курбанова У.С., Юсупов Ш.Ш. Структурные, технологические и экологические аспекты развития нефтегазоперерабатывающей промышленности в условиях глобальной энергетической трансформации 168
Тургунбоев Р.Т., Рахмонов О.К., Хайдаров А.А., Абдисаматов Э.Д. Разработка портативных сенсорных устройств для определения урана в воде в режиме реального времени 173
Турсунмуратов О.Х. Термический анализ Караузакского вермикулита и полученного на его основе анионита 178
Бадалова Д.А., Эрматов Н.Ш., Усмонов Х.И. Уголь органическое топливо 182

СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Зокирова З.Т. Развитие коммуникативной компетенции студентов в процессе обучения английскому языку на основе современных педагогических подходов 187
Тожибоева Д. Использование родного языка учащихся на занятиях по второму языку (L2): социокультурный подход к взаимодействию и развитию языка 192
Рустамова М.М. Управление экономическим потенциалом предприятий текстильной промышленности Узбекистана: современные методологические подходы и направления совершенствования 199

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Абдубаннобов М.И. Наноструктуры полупроводников: оптоэлектронные проблемы и научные решения 204
Каримов Н.У. Влияние факторов в генераторах на качество электрической энергии и пути их модернизации 205
Абдубаннобов М.И., Бакиров Е.В. Современные проблемы физики и их решения 208
Кузибоев Ш.Ш. Влияние текучести гипсового композитного материала на процесс образования пор и формирование структуры 211
Абдуллаев И.Н., Халимов А.А. Анализ технологических процессов при строительстве высотных монолитных жилых зданий 214
Мирзакаримова Г.М. Различия между ценой, рынком, стоимостью и ценностью при определении стоимости земли 216
Маматкулова С.Р. Методы классификации и оценки качества тканей в легкой промышленности 219
Мирбобоева Г.А., Егамбердиева Х.И. Речь учителя начальной школы и ее значение в образовательном процессе 222
Турсунова Х. Проблемы применения инновационных методов в процессе первичной обработки деталей одежды 225
Юсупова Д.У. Научный анализ термостойких материалов на основе базальтового волокна 227
Хаметов З.М., Ергашева Ё.Д. Модель оценки качества геометрического проектирования горных автомобильных дорог на основе ГИС 229
Эркабоев Х.Ж., Исмоилова Д.С. Теоретические основы технического обслуживания селькохозяйственных машин 232
Хаметов З.М., Масодиков Ж.Х. Экологические аспекты износа шин при эксплуатации автомобилей в городской среде 234
Худайбердиева А.Д., Обидов А.А., Орипов Ж.И. Исследование деформаций, возникающих на сетчатой поверхности устройства на основе активных электронных элементов 237
Гайратов Ж.Г., Алойдинов М.Г., Джамолов Р.К. Совершенствование схемы системы подачи делинтерной машины и экспериментальное исследование процесса передачи 240
Хожиев Б.Р. Иследование сдирателя арачисоуборочных машины 243
Юлдошова М. Научные проблемы внедрения компьютерных технологий в комплекс управления и эксплуатации электрических систем 246
Джалилов У. Максимизация доли возобновляемых источников энергии 249
Ташланова Н.Дж. Диалектная лексика как важнейший источник аналитической базы историко-лексикологических исследований 252
Эминов А.Й. Особенности управления теплом при напряжении мышц 255
Эминов Ш.О., Абдукаримова Д.Н. Изучение процесса электризации композитных полимерных покрытий 258
Домуладжанова Ш.И. Характеристика экологического состояния Ферганской области 261
К сведению авторов ! 265

CONTENTS

FUNDAMENTAL SCIENCES

Ro‘zaliyev Sh.A., Mamatova Z.X., Muhammadvaliyeva M.Z. Model of enterprise equipment replacement and repair 9

Mirzaev V.T., Abdunabiyev Ya.O. Optimization of CdS window and CdTe absorber layer thicknesses for enhanced performance of CdS/CdTe heterojunction solar cells 12

MECHANICS

Tojiyev R.J., Khursanov B.J. Determination of energy consumption in solid materials crushing processes based on crushing theories 19

Valixonov D.A. Evaluation of geometric accuracy and experimental studies in the formation of polygonal parts based on a planetary mechanism 23

Alimatov B.A., Khursanov B.J. The issue of the relationship between the structure of the machine and the technological process and the properties of raw materials and materials 28

Yusupov S.M., Yusupova S. Determination of the afrontal angle α and the deviation angle β of the needle rotary working body 33

Shamsiddinov E.Kh. Conducting production tests of a new saw roll 38

Mirzayev M.A. Determination of optimal conditions for mechanical processing using vibroacoustic emission 44

Toshmirzayev K.O., Saidazimova X.S. Advantages of modern methods for determining the quality indicators of cotton fiber 48

Isroilova N.B., Oripov J.I. Study of the processes and technology of initial preparation of flax fiber fabrics 53

Eshonov R.M., Oripov N.M. Theoretical study of cleaning cotton from impurities 57

Turdiyev M., Abduqahhorova R. Technology of disassembly and assembly of light industry equipment 63

Turdiyev M., Anvarjonova D. Wear of machine parts and the factors that cause it 67

Mo‘minov M.R., Homidjonov M.M. Mathematical modeling of the dynamic motion of cotton flow in drums with spring-mounted pegs 71

Fayziev P.R. Solar capacitive water heater for 200 Liters 78

Khusanjonov A.S. Integrated approaches to assessing the efficiency of truck exploitations 82

Yuldoshov K. Reducing defects while using seven quality control tools to increase efficiency in a car company 87

Teshaboyev O.A., Djurayev A., Nizomov T. Dynamic analysis of flutter conveyor and cleaning screw conveyor machine unit 91

Mansurov M.T., Nishonov F.A. Study of the digger of a peanut harvesting machine 96

Otaxanov B., Kidirov A., Abdumannopov N. Dynamic equation for drying rice to a condition suitable for long-term storage using a fountain bed with electromagnetic radiation 100

Jumaev A.S., Abduraxmanova M.M. Dynamic analysis of machine mechanisms, including belt conveyor working bodies and traveling mechanism 105

Nomanjonov S.N., Rustamov M.A., Khozhikbaraliev A.A. Development of a method for designing dies with complex surfaces in the Siemens NX program 112

BUILDING

Goncharova N.I., Mirzayeva Z.A. Design of external sunshade from basalt 117

Numonov J.O. Optimization of architectural design in the context of digital transformation: an integrated model of REVIT and BIM platforms 122

Egamberdiyeva Sh.A., Marufova Z.O. Ways to develop the tourism sector by designing entertainment facilities around cultural heritage sites 126

Solijonov H.S., Sharipov I.Q. Improving agloporite production technology 130

ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING

Dultaboev S.S. Analysis of traditional and digital control systems of 110/10 kV substations 135

Karshibayev A.I., Jumayev Z.I., Murodov X.Sh. Methods for identifying probabilistic and statistical patterns of electrical loads and assessing energy efficiency in ore processing technological processes at mining enterprises 142

Rustamov B.O., Boynazarov B.B. Investigation of the efficiency of a hybrid energy system based on solar and wind energy under laboratory conditions 150

Batirova R.B., Kuchkarova M.M. Contemporary challenges and prospects in nuclear structure and high-energy particle physics 156

Baratov L.S. Research of existing and prospective technologies for the production of photoelectric modules ... 160

CONTENTS

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Umirova Z.S., Akhmedov A.N. Formulation and recipe development of the oil phase of a sunflower wax-based make-up cream 165
Kurbanova U.S., Yusupov Sh.Sh., Structural, technological, and environmental dimensions of oil and gas processing industry development under conditions of global energy transformation 168
Turg‘unboyev R.T., Rakhmonov O.K., Khaydarov A.A., Abdisamatov E.D. Development of portable sensor devices for real-time detection of uranium in water 173
Tursunmuratov O.Kh. Thermal analysis of Karauzak vermiculite and the anion exchanger obtained on its basis 178
Badalova D.A., Ermatov N.Sh., Usmonov X.I. Coal is an organic fuel 182

SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES

Zokirova Z.T. Development of students' communicative competence in the process of teaching English based on modern pedagogical approaches 187
Tojiboeva D. Using learners’ first language in the l2 classroom: a sociocultural perspective on interaction and language development 192
Rustamova M.M. Management of the economic potential of textile industry enterprises in Uzbekistan: modern methodological approaches and directions for improvement 199

SHORT MESSAGES

Abdubannobov M.I. Semiconductor Nanostructures: Optoelectronic challenges and scientific solutions 204
Karimov N.U. The impact of generator factors on power quality and ways of their modernization 205
Abdubannobov M.I., Bakirov E.V. Contemporary challenges and solutions in physics 208
Kuziboev Sh.Sh. The effect of the flowability of gypsum composite material on the pore formation process and structure formation 211
Abdullayev I.N., Halimov A.A. Analysis of technological processes in the construction of high-rise monolithic residential buildings 214
Mirzakarimova G.M. Distinctions between price, market, cost and value in determining land value 216
Mamatqulova S.R. Methods of classifying and assessing the quality of fabrics in the light industry 219
Mirboboyeva G.A., Egamberdiyeva X.I. The speech of a primary school teacher and its importance in the educational process 222
Tursunova X. Problems of using innovative methods in the initial processing of clothing details 225
Yusupova D.U. Scientific analysis of high-temperature resistant materials based on basalt fiber 227
Xametov Z.M., Ergasheva Y.D. GIS-based model for evaluating the quality of geometric design of mountain roads 229
Erkaboev H.Zh., Ismoilova D.S. Theoretical foundations of technical maintenance of agricultural machinery 232
Xametov Z.M., Masodiqov J.X. Environmental aspects of tire abrasion during vehicle operation in urban areas 234
Khudaiberdiyeva A.D., Obidov A.A., Oripov J.I. Study of deformation occurring on the mesh surface of the device based on active electronic elements 237
G‘ayratov J.G‘., Aloyidinov M.G‘., Djamolov R.K. Improvement of the feeding system scheme of a delinter machine and experimental study of the transmission process 240
Khojiyev B.R. Study of the stripper of arachis harvesting machine 243
Yuldoshova M. Scientific problems of implementing computer technologies in the complex of production, operation and control of electric power systems 246
Jalilov O‘. Maximizing the share of renewable energy 249
Tashlanova N.Dj. Dialectal vocabulary as the most important source of the analytical base of historical and lexicological research 252
Eminov A.Y. Muscle properties of heat control during strength 255
Eminov Sh.O., Abdukarimova D.N. Study of the electrification process of composite polymer coatings 258
Domuladjanova Sh.I. Characteristics of the environmental state of the fergana region 261
Information to the authors ! 266

CdS/CdTe GETEROQATLAMLI QUYOSH ELEMENTLARIDA CdS OYNAVIY VA CdTe YUTUVCHI QATLAM QALINLIKLARINI OPTIMALLASHTIRISH ORQALI SAMARADORLIKNI OSHIRISH

V.T. Mirzayev., Magistr M20-24 Ya.O. Abdunabiyev,

Farg'ona davlat texnika universiteti,
valijon.mirzayev@bk.ru
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Ushbu ishda CdS/CdTe geteroqatlamli quyosh elementlarida CdS oynaviy qatlam va CdTe yutuvchi qatlam qalinligining fotoelektrik xossalarga ta'siri kompleks tarzda o'rganildi. Tadqiqot doirasida qatlam qalinligining turli qiymatlarida yorug'lik yutilishi, fotogeneratsiya va rekombinatsiya jarayonlari sxematik tahlil qilindi hamda qisqa tutashuv toki zichligi (Jsc) va foydali ish koeffitsiyenti (η) ning o'zgarishi tajriba va MATLAB modellashtirish natijalari asosida baholandi.*

Natijalar shuni ko'rsatdiki, CdS qatlamining juda kichik qalinligida geteroo'tish sifati yomonlashib, rekombinatsiya yo'qotishlari ortadi, juda katta qalinlikda esa optik yo'qotishlar kuchayadi. CdTe qatlamining yupqa holatida yorug'lik to'liq yutilmaydi, qalinlashganda esa hajmiy rekombinatsiya kuchayadi. Har ikkala qatlam uchun ham ma'lum optimal qalinlik mavjud bo'lib, aynan shu oraliqda maksimal Jsc va η qiymatlari kuzatildi. CdS qatlami uchun optimal qalinlik diapazoni taxminan 80–120 nm oralig'ida ekanligi aniqlandi.

Tajriba natijalari va MATLAB modellashtirish ma'lumotlarining yaxshi mos kelishi tanlangan modelning fizik jarayonlarni adekvat tavsiflayotganini ko'rsatdi. Olingan natijalar CdS va CdTe qatlamlari qalinligini optimallashtirish orqali CdS/CdTe quyosh elementlari samaradorligini oshirish mumkinligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: *CdS/CdTe geteroqatlamli quyosh elementi, CdS qatlami qalinligi, CdTe qatlami qalinligi, oynaviy qatlam, yutuvchi qatlam, fotoelektrik xossalar, qisqa tutashuv toki zichligi (J_{sc}), foydali ish koeffitsiyenti (η), optik yutilish, fotogeneratsiya, rekombinatsiya jarayonlari, interfeys sifati, qalinlik optimizatsiyasi, MATLAB modellashtirish.*

Аннотация: *В данной работе исследовано влияние толщины оконного слоя CdS и поглощающего слоя CdTe на фотоэлектрические свойства гетеропереходных солнечных элементов CdS/CdTe. Проведен анализ процессов поглощения света, фотогенерации и рекомбинации при различных значениях толщины слоев с использованием схемного подхода, а также на основе экспериментальных данных и моделирования в MATLAB. Изучены зависимости плотности тока короткого замыкания (Jsc) и коэффициента полезного действия (η) от толщины слоев.*

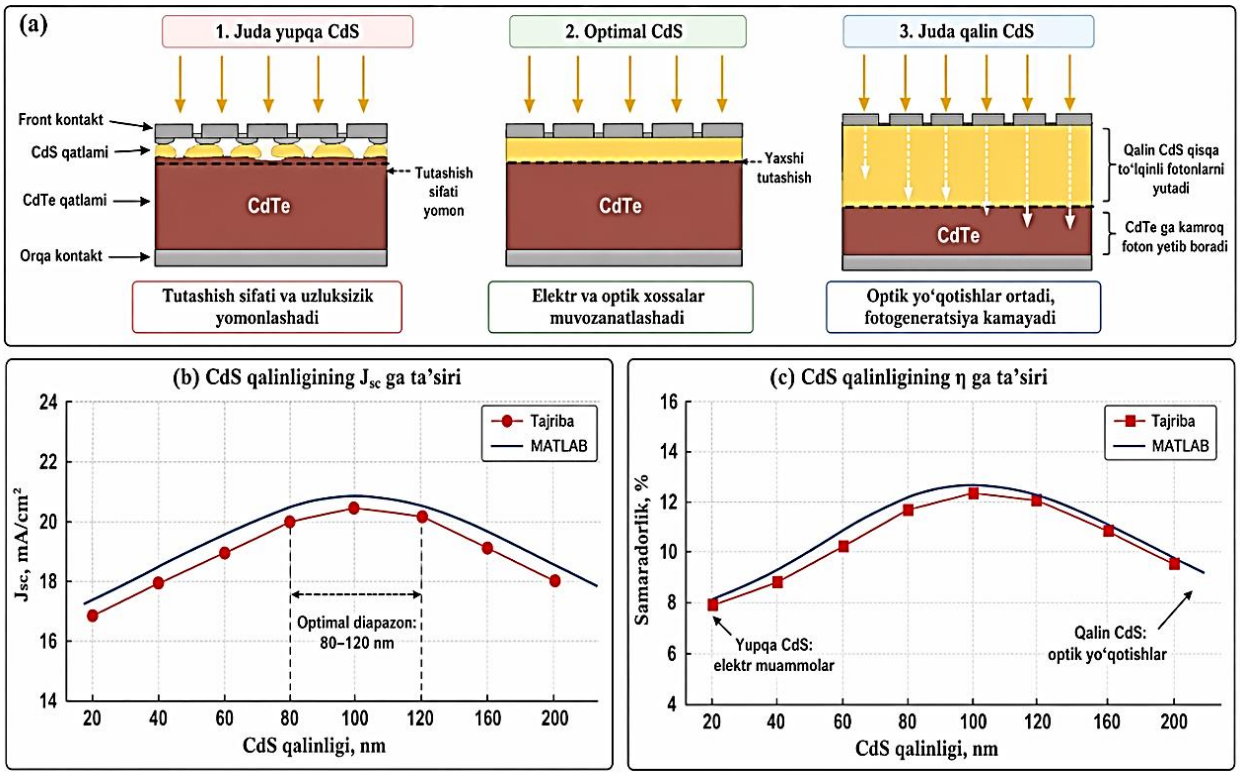
Показано, что при слишком малой толщине слоя CdS ухудшается качество гетероперехода и увеличиваются рекомбинационные потери, тогда как чрезмерная толщина приводит к росту оптических потерь. Аналогично, при малой толщине CdTe наблюдается неполное поглощение света, а при увеличении толщины усиливаются объемные рекомбинационные процессы. Для обоих слоев существует оптимальный диапазон толщин, при котором достигается баланс между поглощением света и эффективным сбором носителей заряда, что обеспечивает максимальные значения J_{sc} и η. Установлено, что оптимальная толщина слоя CdS составляет примерно 80–120 нм.

Хорошее согласие экспериментальных данных и результатов моделирования в MATLAB подтверждает адекватность используемой модели. Полученные результаты показывают, что оптимизация толщин слоев CdS и CdTe является ключевым фактором повышения эффективности солнечных элементов CdS/CdTe.

Ключевые слова: *солнечные элементы CdS/CdTe, гетеропереход, толщина слоя CdS, толщина слоя CdTe, оконный слой, поглощающий слой, фотоэлектрические свойства, плотность тока короткого замыкания (Jsc), коэффициент полезного действия (η), оптическое поглощение, фотогенерация, рекомбинационные процессы, качество интерфейса, оптимизация толщины, моделирование MATLAB.*

CdS oynaviy (window) qatlam qalinligining CdS/CdTe geteroqatlamli quyosh elementlarining elektr va optik parametrlariga ta'siri sxematik va grafik tahlil asosida o'rganildi. 1-Rasmda CdS qalinligining turli holatlari (juda yupqa, optimal va juda qalin) uchun geteroo'tish

sifati, optik yo‘qotishlar hamda fotogeneratsiya jarayonining o‘zgarishi, shuningdek qisqa tutashuv toki zichligi J_{sc} va foydali ish koeffitsiyenti η ning bog‘liqligi keltirilgan.



1-Rasm. CdS qatlami qalinligining CdS/CdTe quyosh elementi xossalariga ta’siri: (a) juda yupqa, optimal va juda qalin CdS qatlamlari uchun elektr va optik holatlarning sxematik tasviri; (b) CdS qalinligining qisqa tutashuv toki zichligi Jsc ga ta’siri bo‘yicha tajriba va MATLAB modellashtirish natijalari; (c) CdS qalinligining foydali ish koeffitsiyenti η ga ta’siri.

Sxematik tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, CdS qatlami geteroo‘tishning shakllanishida muhim rol o‘ynaydi. Qatlam juda yupqa bo‘lganda uzluksizlik va interfeys sifati yomonlashadi, nuqsonlar soni ortadi va zaryad tashuvchilarning rekombinatsiyasi kuchayadi, bu esa qurilmaning elektr barqarorligini pasaytiradi. Aksincha, CdS qatlami haddan tashqari qalin bo‘lganda, qisqa to‘lqinli fotonlarning bir qismi aynan shu qatlamda yutiladi va CdTe faol qatlamiga yetib bormaydi, natijada fotogeneratsiya susayadi. Optimal qalinlikda esa elektr sifat va optik shaffoflik o‘rtasida muvozanat ta’minlanadi.

Grafik natijalar (1-b Rasm) CdS qalinligi ortishi bilan J_{sc} ning dastlab oshishini, ma’lum oraliqda maksimumga erishishini va undan keyin pasayishini ko‘rsatadi. Optimal qalinlik diapazoni taxminan 80–120 nm atrofida joylashgan bo‘lib, bu sohada interfeys sifati yetarli darajada yuqori va optik yo‘qotishlar minimal bo‘ladi. Qalinlikning ortib ketishi esa optik yutilishning ortishi hisobiga fototokning kamayishiga olib keladi.

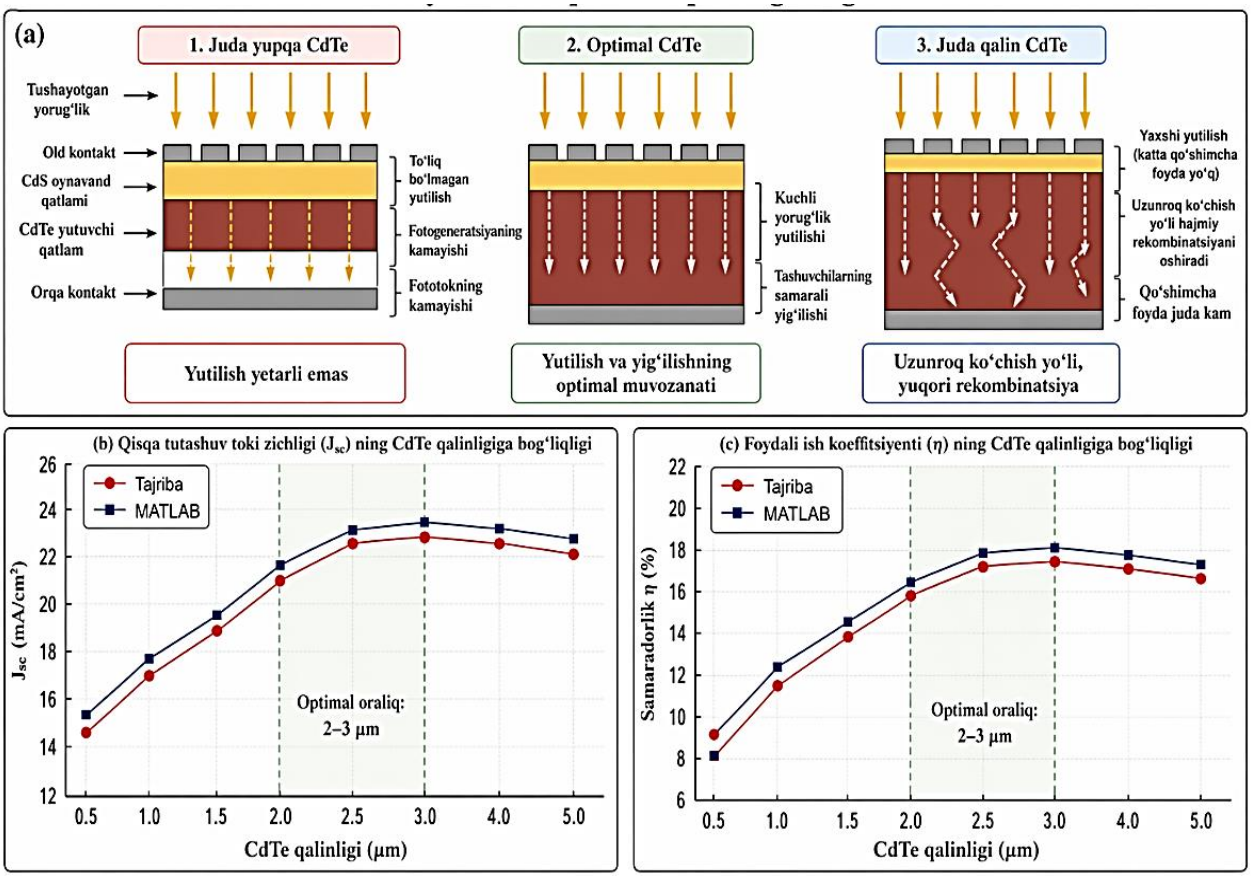
Xuddi shunday bog‘lanish samaradorlik (η) uchun ham kuzatiladi (1-c Rasm). Kichik qalinliklarda past samaradorlik elektr nuqsonlar bilan bog‘liq bo‘lsa, optimal qalinlikda maksimal qiymatga erishiladi. Qalinlik ortishi bilan esa optik yo‘qotishlar sabab η kamayadi.

Tajriba natijalari va MATLAB modellashtirish ma’lumotlari o‘rtasidagi yaxshi moslik modelning fizik jarayonlarni - interfeys sifati, optik yutilish va rekombinatsiya - to‘g‘ri tavsiflayotganini ko‘rsatadi.

Natijalar shuni tasdiqlaydiki, CdS qatlami qalinligi CdS/CdTe quyosh elementlarining muhim strukturaviy parametri bo‘lib, uning optimal qiymatini tanlash yuqori J_{sc} va η ga erishishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

CdTe yutuvchi qatlam qalinligining CdS/CdTe geteroqatlamli quyosh elementlarining fotoelektrik parametrlariga ta’siri sxematik va grafik tahlil asosida o‘rganildi. 2-Rasmda CdTe

qalinligining turli holatlari (juda yupqa, optimal va juda qalin) uchun yorug‘lik yutilishi, fotogeneratsiya va rekombinatsiya jarayonlari, shuningdek qisqa tutashuv toki zichligi Jsc hamda foydali ish koeffitsiyenti η ning o‘zgarishi keltirilgan.



2-Rasm. CdTe yutuvchi qatlam qalinligining CdS/CdTe quyosh elementi xossalariga ta’siri: (a) juda yupqa, optimal va juda qalin CdTe qatlamlari uchun yorug‘lik yutilishi, fotogeneratsiya va rekombinatsiya jarayonlarining sxematik tasv iri; (b) CdTe qalinligining qisqa tutashuv toki zichligi Jsc ga ta’siri bo‘yicha tajriba va MATLAB modellashtirish natijalari; (c) CdTe qalinligining foydali ish koeffitsiyenti η ga ta’siri.

Sxematik tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, CdTe qatlami quyosh elementining asosiy yorug‘lik yutuvchi faol qatlami hisoblanadi. Qatlam juda yupqa bo‘lgan holatda tushayotgan fotonlarning bir qismi yutilmasdan o‘tib ketadi, natijada fotogeneratsiyalangan zaryad tashuvchilar soni kamayadi va fototok pasayadi. Optimal qalinlikda esa yorug‘lik yutilishi maksimal darajada samarali bo‘lib, zaryad tashuvchilarning generatsiyasi va ularning yig‘ilishi o‘rtasida muvozanat ta’minlanadi. Aksincha, CdTe qatlami haddan tashqari qalinlashganda, zaryad tashuvchilarning diffuziya masofasi ortadi va hajmiy rekombinatsiya ehtimoli kuchayadi, bu esa umumiy samaradorlikni cheklaydi.

Grafik natijalar (2-b Rasm) CdTe qalinligi ortishi bilan J_{sc} ning dastlab ortishini ko‘rsatadi, bu esa yorug‘lik yutilishining kuchayishi bilan izohlanadi. Biroq ma’lum kritik qalinlikdan so‘ng J_{sc} ning o‘sishi sekinlashadi yoki to‘xtaydi, bu rekombinatsiya yo‘qotishlarining ortishi bilan bog‘liq. Shunga o‘xshash tendensiya samaradorlik (η) uchun ham kuzatiladi (2-c Rasm): kichik qalinliklarda past qiymatlar, optimal sohada maksimum, katta qalinliklarda esa pasayish qayd etiladi.

Tajriba natijalari va MATLAB modellashtirish ma’lumotlari o‘rtasidagi yaxshi moslik tanlangan modelning fizik jarayonlarni - yorug‘lik yutilishi, fotogeneratsiya va rekombinatsiya o‘zaro bog‘liqligini - adekvat tasvirlayotganini ko‘rsatadi.

Natijalar shuni tasdiqlaydiki, CdTe qatlami qalinligi CdS/CdTe quyosh elementlari samaradorligini belgilovchi asosiy parametr bo‘lib, uning optimal qiymatini tanlash yuqori J_{sc} va η ga erishish uchun muhim hisoblanadi.

Adabiyotlar

[1]. Mirzaev, V. T., Akhmadaliyev, B. J., Yulchiev, I. I., Madraximov, M. M., & Rakhmonov, T. I. (2025). Temperature and Infrared Quenching of Equilibrium Conductivity in $CdSe_xS_{1-x}$ Film. East European Journal of Physics, (2), 247-251. https://doi.org/10.26565/2312-4334-2025-2-29

[2]. Rakhmonov, T., Yusupov, F., Mirzaev, V., Tursunov, I., Rakhimjonov, J., & Akhmadaliyev, J. (2025). Bio-engineered ZnO/PSi nanocomposites: Structural and optical properties for biosensing applications. In BIO Web of Conferences (Vol. 173, p. 03015). EDP Sciences. DOI: https://doi.org/10.1051/bioconf/202517303015

[3]. Yusupov, F. T., Mirzaev, V. T., Rakhmonov, T. I., Nurmatov, O. R., & Khidirov, D. S. (2025). Enhanced optoelectronic properties of ZnO thin films through boron and fluorine Co-doping. Journal of Ovonic Research, 21(3). https://doi.org/10.15251/JOR.2025.213.285

[4]. Ayibzhanov, M., Mamatov, O., Mirzaev, V., & Tuychibaev, B. (2024). Luminescence spectrum of cadmium chalcogenide photovoltaic film structures and their power enhancement. In E3S Web of Conferences (Vol. 583, p. 04003). EDP Sciences. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202458304003/

MODEL OF ENTERPRISE EQUIPMENT REPLACEMENT AND REPAIR

Sh.A. Ro‘zaliyev, Z.X. Mamatova, student M.Z. Muhammadvaliyeva

Fergana State University
E-mail: sherzodjonruzaliyev@gmail.com
E-mail: mamatovazilolakhon@gmail.com
E-mail: mohichehramuhammadvaliyeva@gmail.com
(Received on March 10 th, 2026)

Annotation: *In modern industrial enterprises, determining an economically viable strategy for equipment replacement and maintenance is crucial for minimizing long-term operational costs. This paper presents a mathematical model for optimizing the lifecycle of production equipment used in food-processing industries, where reliability and cost-efficiency are critical. The model incorporates the cost of acquiring new equipment, repair and maintenance over its useful life, and its residual value upon resale. A directed acyclic graph is constructed to represent all possible decision sequences across a 10-year planning horizon. Using dynamic programming, the optimal replacement schedule that minimizes total costs is derived. The approach is demonstrated through a practical example, supported by cost tables and computational results in Microsoft Excel. The proposed method offers a systematic decision-support tool for long-term asset management and capital planning in manufacturing settings.*

Keywords: *Equipment replacement, maintenance strategy, operational costs, dynamic programming, optimal planning, economic modeling.*

Introduction

The efficiency of any production process largely depends on the reliability and capacity of technological equipment. Although equipment may serve for many years, over time, the need for maintenance, repairs, and upgrades increases. One of the key management challenges for an enterprise is to determine the optimal moment for replacing existing equipment versus continuing its repair, in order to ensure economic security.

According to statistical data, the cost of new equipment changes annually due to technological advancements. For example, purchasing equipment in the first year may require 120 million sum, while in subsequent years, this price can vary depending on technological innovations or market inflation. At the same time, as equipment ages, repair costs tend to increase. For instance, new equipment may operate without repair costs in the first year, but annual maintenance expenses can rise to 10–20 million sum in subsequent years. Additionally, after 3–4 years of use, equipment can be sold on the secondary market—for example, after 4 years, it might be sold for 30 million sum. All these factors must be considered in decision-making for production management.

Under such real conditions, to maintain production efficiency and cost-effectiveness, a mathematical model is applied:

$$c_{i-1j} = P_i + r_{j-i+1} - v_{j-i+1} \quad i, j = 1,2,...,N; i \le j \tag{1}$$

In this model, i represents the purchase cost of new equipment at the beginning of the year, P_i sum, while j -year-old used equipment can be sold for v_j sum. To operate new equipment consecutively for j years, r_j sum are required for maintenance and repair costs.

Based on this approach, a table is constructed for a 10-year plan considering all possible scenarios. For example, if equipment is purchased in the first year and used until the third year, the total cost in case of deterioration is calculated, then new equipment is purchased in the fourth year, and so on. Using this table, the total expenses for each scenario are compared comprehensively.

To represent all decision options, a special directed graph is constructed (Figure 1), known as a cyclic network**.** In this graph, the nodes correspond to years, and the arcs represent the periods during which new equipment is used. Each arc is annotated with the corresponding cost value.

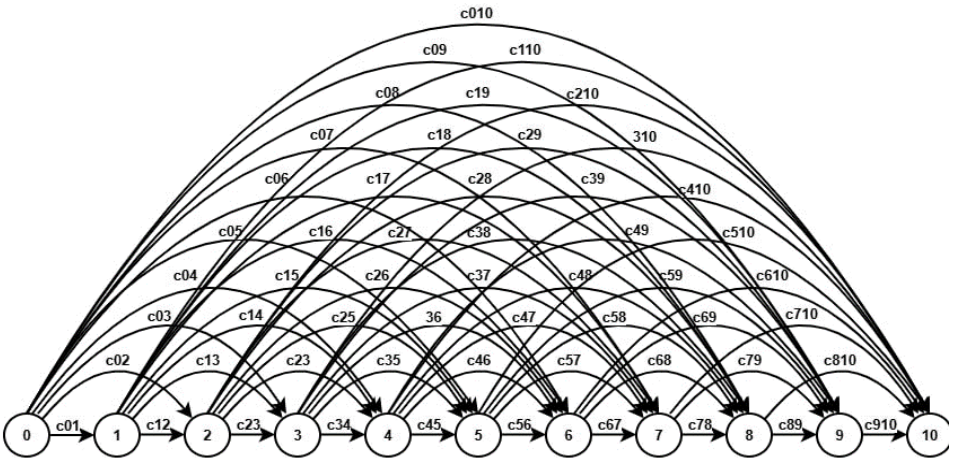


Figure 1.

This graph allows the sequence of optimal decisions to be determined using dynamic programming through a recursive formula**.**

$$f_n = \min_{j=n,...N} [c_{n-1j} + f_{j+1}], \quad f_{N+1} = 0 \tag{2}$$

In this formula, f_n represents the minimum cost for all subsequent decisions after year n, and c_{n-1j} is taken from the table constructed earlier. Using this formula, the sequence of optimal decisions is calculated for each year. As a result, the optimal strategy is determined for a 10-year plan, specifying when to replace equipment and when to continue repairing existing equipment.

Example. An enterprise processes products using expensive equipment. The planning period is 10 years. At the beginning of each year, equipment can either be replaced with new or continue operating the existing one. The purchase cost of new equipment at the beginning of year i is P_i sum. Equipment used for j years can be sold for v_j sum. Operating new equipment consecutively for j years requires r_j sum in repair costs. Using the data in the following table: 1) Calculate c_{ij} values and construct the corresponding table. 2) Build the corresponding cyclic network. 3) Determine the optimal strategy for equipment replacement that minimizes costs. 4) Calculate the minimum total cost.

$P_1 = 115$	$P_2 = 120$	$P_3 = 125$		$P_4 = 130$	$P_5 = 135$	$P_6 = 140$	$P_7 = 150$	$P_8 = 155$	$P_9 = 165$	$P_{10} = 170$
$v_1 = 85$	$v_2 = 80$	$v_3 = 65$		$v_4 = 55$	$v_5 = 50$	$v_6 = 40$	$v_7 = 35$	$v_8 = 20$	$v_9 = 5$	$v_{10} = 0$
$r_1 = 20$	$r_2 = 25$	$r_2 = 40$		$r_4 = 55$	$r_5 = 100$	$r_6 = 140$	$r_7 = 170$	$r_8 = 240$	$r_9 = 280$	$r_{10} = 370$

Solution: First, c_{i-1j} is determined using the $c_{i-1j} = P_i + r_{j-i+1} - v_{j-i+1}$ formula:

When $i=1, j=1$,
$c_{01} = P_1 + r_1 - v_1 = 115 + 20 - 85 = 50$
When $i=1, j=2$,
$c_{02} = P_1 + r_2 - v_2 = 115 + 25 - 80 = 60$
When $i=1, j=3$,
$c_{03} = P_1 + r_3 - v_3 = 115 + 40 - 65 = 90$
When $i=1, j=4$,
$c_{04} = P_1 + r_4 - v_4 = 115 + 55 - 55 = 115$
When $i=1, j=5$,
$c_{05} = P_1 + r_5 - v_5 = 115 + 100 - 50 = 165$
When $i=1, j=6$,
$c_{06} = P_1 + r_6 - v_6 = 115 + 140 - 40 = 215$
When $i=1, j=7$,
$c_{07} = P_1 + r_7 - v_7 = 115 + 170 - 35 = 250$
When $i=1, j=8$,
$c_{08} = P_1 + r_8 - v_8 = 115 + 240 - 20 = 335$
When $i=1, j=9$,
$c_{09} = P_1 + r_9 - v_9 = 115 + 280 - 5 = 390$
When $i=1, j=10$,
$c_{010} = P_1 + r_{10} - v_{10} = 115 + 370 - 0 = 485$
When $i=2, j=2$,
$c_{12} = P_2 + r_1 - v_1 = 120 + 20 - 85 = 55$
When $i=2, j=3$,
$c_{13} = P_2 + r_2 - v_2 = 120 + 25 - 80 = 65$
When $i=2, j=4$,
$c_{14} = P_2 + r_3 - v_3 = 120 + 40 - 65 = 100$
When $i=2, j=5$,
$c_{15} = P_2 + r_4 - v_4 = 120 + 55 - 55 = 120$
When $i=2, j=6$,
$c_{16} = P_2 + r_5 - v_5 = 120 + 100 - 50 = 170$
When $i=2, j=7$,
$c_{17} = P_2 + r_6 - v_6 = 120 + 140 - 40 = 220$
When $i=2, j=8$,
$c_{18} = P_2 + r_7 - v_7 = 120 + 170 - 35 = 255$
When $i=2, j=9$,
$c_{19} = P_2 + r_8 - v_8 = 120 + 240 - 20 = 340$
When $i=2, j=10$,
$c_{110} = P_2 + r_9 - v_9 = 120 + 280 - 5 = 395$
When $i=3, j=3$,
$c_{23} = P_3 + r_1 - v_1 = 125 + 20 - 85 = 60$
When $i=3, j=4$,
$c_{24} = P_3 + r_2 - v_2 = 125 + 25 - 80 = 70$
When $i=3, j=5$,
$c_{25} = P_3 + r_3 - v_3 = 125 + 40 - 65 = 100$
When $i=3, j=6$,
$c_{26} = P_3 + r_6 - v_6 = 125 + 55 - 55 = 125$
When $i=3, j=7$,
$c_{27} = P_3 + r_7 - v_7 = 125 + 100 - 50 = 175$
When $i=3, j=8$,
$c_{28} = P_3 + r_8 - v_8 = 125 + 140 - 40 = 225$
When $i=3, j=9$,
$c_{29} = P_3 + r_9 - v_9 = 125 + 170 - 35 = 260$
When $i=3, j=10$,
$c_{210} = P_3 + r_{10} - v_{10} = 125 + 240 - 20 = 345$
When $i=4, j=4$,
$c_{34} = P_4 + r_1 - v_1 = 130 + 20 - 85 = 65$
When $i=4, j=5$,
$c_{35} = P_4 + r_2 - v_2 = 130 + 25 - 80 = 75$
When $i=4, j=6$,
$c_{36} = P_4 + r_3 - v_3 = 130 + 40 - 65 = 105$
When $i=4, j=7$,
$c_{37} = P_4 + r_4 - v_4 = 130 + 55 - 55 = 130$
When $i=4, j=8$,
$c_{38} = P_4 + r_5 - v_5 = 130 + 100 - 50 = 180$
When $i=4, j=9$,
$c_{39} = P_4 + r_6 - v_6 = 130 + 140 - 40 = 230$
When $i=4, j=10$,
$c_{310} = P_4 + r_7 - v_7 = 130 + 170 - 35 = 265$
When $i=5, j=5$,
$c_{45} = P_5 + r_1 - v_1 = 135 + 20 - 85 = 70$
When $i=5, j=6$,
$c_{46} = P_5 + r_2 - v_2 = 135 + 25 - 80 = 80$
When $i=5, j=7$,
$c_{47} = P_5 + r_3 - v_3 = 135 + 40 - 65 = 110$

When $i=5, j=8$,
$c_{48}=P_5+r_4-v_4=135+55-55=135$
When $i=5, j=9$,
$c_{49}=P_5+r_5-v_5=135+100-50=185$
When $i=5, j=10$,
$c_{410}=P_5+r_6-v_6=135+140-40=235$
When $i=6, j=6$,
$c_{56}=P_6+r_1-v_1=140+20-85=75$
When $i=6, j=7$,
$c_{57}=P_6+r_2-v_2=140+25-80=85$
When $i=6, j=8$,
$c_{58}=P_6+r_3-v_3=140+40-65=115$
When $i=6, j=9$,
$c_{59}=P_6+r_4-v_4=140+55-55=140$
When $i=6, j=10$,
$c_{510}=P_6+r_5-v_5=140+100-50=190$
When $i=7, j=7$,
$c_{67}=P_7+r_1-v_1=150+20-85=85$
When $i=7, j=8$,
$c_{68}=P_7+r_2-v_2=150+25-80=95$
When $i=7, j=9$,
$c_{69}=P_7+r_3-v_3=150+40-65=125$
When $i=7, j=10$,
$c_{610}=P_7+r_4-v_4=150+55-55=150$
When $i=8, j=8$,
$c_{78}=P_8+r_1-v_1=155+20-85=90$
When $i=8, j=9$,
$c_{79}=P_8+r_2-v_2=155+25-80=100$
When $i=8, j=10$,
$c_{710}=P_8+r_3-v_3=155+40-65=130$
When $i=9, j=9$,
$c_{89}=P_9+r_1-v_1=165+20-85=100$
When $i=9, j=10$,
$c_{810}=P_9+r_2-v_2=165+25-80=110$
When $i=10, j=10$,
$c_{910}=P_{10}+r_1-v_1=170+20-85=105$

All of these are presented in the cyclic network and the corresponding table below

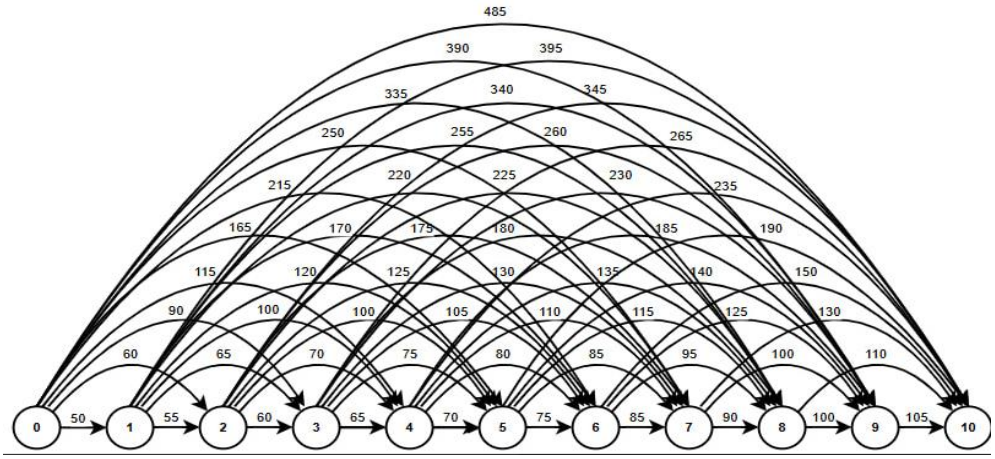


Figure 2.

All of these are presented in the cyclic network and the corresponding table below.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	50	60	90	115	165	215	250	335	390	485
1		55	65	100	120	170	220	255	340	395
2			60	70	100	125	175	225	260	345
3				65	75	105	130	180	230	265
4					70	80	110	135	185	235
5						75	85	115	140	190
6							85	95	125	150
7								90	100	130
8									100	110
9										105

Table 1.

Now, f_n values are calculated using Formula 2, as follows:

$f_{N+1} = f_{11} = 0$,

$f_{10} = \min_{j=10}[c_{910} + f_{11}] = \min_{j=10}[105+0] = 105$

Minimum path: $9 \Rightarrow 10$

$f_9 = \min_{j=9,10}[c_{89} + f_{10}; c_{810} + f_{11}] = \min_{j=9,10}[100+105; 110+0] = \min_{j=9,10}[205; 110] = 110$

Minimum path: $8 \Rightarrow 10$

$f_8 = \min_{j=8,9,10}[c_{78} + f_9; c_{79} + f_{10}; c_{710} + f_{11}] = \min_{j=8,9,10}[90+110; 100+105; 130+0] = \min_{j=8,9,10}[200; 205; 130] = 130$

Minimum path: $7 \Rightarrow 10$

$f_7 = \min_{j=7,8,9,10}[c_{67} + f_8; c_{68} + f_9; c_{79} + f_{10}; c_{710} + f_{11}] = \min_{j=7,8,9,10}[85+130; 95+110; 125+105; 150+0] = \min_{j=7,8,9,10}[215; 205; 230; 150] = 150$

Minimum path: $6 \Rightarrow 10$

$f_6 = \min_{j=6,7,8,9,10}[c_{56} + f_7; c_{57} + f_8; c_{58} + f_9; c_{59} + f_{10}; c_{510} + f_{11}] = \min_{j=6,7,8,9,10}[75+150; 85+130; 115+110; 140+105; 190+0] = 190$

Minimum path: $5 \Rightarrow 10$

$f_5 = \min_{j=5,6,7,8,9,10}[c_{45} + f_7; c_{46} + f_7; c_{47} + f_8; c_{48} + f_9; c_{49} + f_{10}; c_{410} + f_{11}] = \min_{j=5,6,7,8,9,10}[70+190; 80+150; 110+130; 135+110; 185+105; 235+0] = 230$

Minimum path: $4 \Rightarrow 6$

$f_4 = \min_{j=4,5,6,7,8,9,10}[c_{34} + f_5; c_{35} + f_7; c_{36} + f_7; c_{37} + f_8; c_{38} + f_9; c_{39} + f_{10}; c_{310} + f_{11}] =$

$\min_{j=4,5,6,7,8,9,10}[65+230; 75+190;$

$105+150; 130+130; 180+110; 230+105; 265+0] = 255$

Minimum path: $3 \Rightarrow 6$

$f_3 = \min_{j=3,4,5,6,7,8,9,10}[c_{23} + f_4; c_{24} + f_5; c_{25} + f_7; c_{26} + f_7; c_{27} + f_8; c_{28} + f_9; c_{29} + f_{10}; c_{210} + f_{11}] = \min_{j=3,4,5,6,7,8,9,10}[60+255; 70+230;$

$100+190; 125+150; 175+130; 225+110; 260+105; 245+0] = 275$

Minimum path: $2 \Rightarrow 6$

$f_2 = \min_{j=2,3,4,5,6,7,8,9,10}[c_{12} + f_3; c_{13} + f_4; c_{14} + f_5; c_{15} + f_7; c_{16} + f_7; c_{17} + f_8; c_{18} + f_9; c_{19} + f_{10}; c_{110} + f_{11}] =$

$= \min_{j=2,3,4,5,6,7,8,9,10}[55+275; 65+255; 100+230; 120+190; 170+150; 220+130; 255+110; 340+105; 395+0] = 310$

Minimum path: $1 \Rightarrow 5$

$f_1 = \min_{j=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}[c_{01} + f_2; c_{02} + f_3; c_{03} + f_4; c_{04} + f_5; c_{05} + f_7; c_{06} + f_7; c_{07} + f_8; c_{08} + f_9; c_{09} + f_{10}; c_{010} + f_{11}] =$

$= \min_{j=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}[50+395; 60+275; 90+255; 115+230; 165+190; 215+150; 250+130; 335+110; 390+105; 485+0] = 335$

Minimum path: $0 \Rightarrow 2$
Thus, there is only one way to achieve the minimum cost of 335:
$0 \Rightarrow 2 \Rightarrow 6 \Rightarrow 10$
To verify the result, we sum the intervals obtained from the table constructed earlier and compare the total with the minimum cost. If they are equal, the solution is correct.
$0 \Rightarrow 2 \Rightarrow 6 \Rightarrow 10 = 60 + 125 + 150 = 335$
Thus, the result has been verified and the solution is optimal.
Next, we will demonstrate how to implement this example in Excel.

Excel:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		Yillar											
2	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
3	P	115	120	125	130	135	140	150	155	165	170		
4	v	85	80	65	55	50	40	35	20	5	0		
5	r	20	25	40	55	100	140	170	240	280	370		
6													
7		i-yildan j-yilgacha bo'lgan davr uchun harajat											
8		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
9	0	50	60	90	115	165	215	250	335	390	485		
10	1		55	65	95	120	170	220	255	340	395		
11	2			60	70	100	125	175	225	260	345		
12	3				65	75	105	130	180	230	265		
13	4					70	80	110	135	185	235		
14	5						75	85	115	140	190		
15	6							85	95	125	150		
16	7								90	100	130		
17	8									100	110		
18	9										105		
19													
20		n-yildan oxirigacha optimal minimal xarajat											
21 22		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Minimal qiymatlar	Yonalish
23	11											0	0
24	10										105	105	9=>10
25	9									205	110	110	8=>10
26	8								200	205	130	130	7=>10
27	7							215	205	230	150	150	6=>10
28	6						225	215	225	245	190	190	5=>10
29	5					260	230	240	245	290	235	230	4=>6
30	4				295	265	255	260	290	335	265	255	3=>6
31	3			315	300	290	275	305	335	365	345	275	2=>6
32	2		330	320	325	310	320	350	365	445	395	310	1=>5
33	1	360	335	345	345	355	365	380	445	495	485	335	0=>2
34													
35		Javob:	0=>2=>6=>10			Optimal yo'l	335						

Conclusion

In conclusion, making correct decisions on equipment planning, maintenance, and replacement is crucial for increasing production efficiency and reducing costs in enterprises. Using the mathematical model and dynamic programming approach developed in this study, the optimal strategy for a 10-year operational period has been successfully determined. The results indicate that, under the given conditions, minimal costs can be achieved by purchasing new equipment in certain years and performing maintenance in others.

This approach serves as an effective tool for strategic planning in real production enterprises, particularly in maintaining financial stability. In the future, the model can be expanded to incorporate more complex scenarios, such as inflation, probabilistic failures, and multi-equipment systems.

References

[1]. Ахмедов У.Ш., Абдукаримов Б.Х. Операциялар tadqiqi asoslari. – Тошкент: “Ўқитувчи”, 2019.
[2]. Taha H.A. Operations Research: An Introduction. – Pearson Education, 10th Edition, 2017.
[3]. Назаров Б.Б. Iqtisodiy modellashtirish asoslari. – Тошкент: “Fan va texnologiya”, 2018.
[4]. Хамидов У.М., Юнусов А.А. Sanoat korxonalarida texnologik rejalashtirish. – Тошкент: “Маърифат”, 2016.
[5]. Hillier F.S., Lieberman G.J. Introduction to Operations Research. – McGraw-Hill Education, 9th Edition, 2010.
[6]. Хожиев Б.Х. Korxonani boshqarish va iqtisodiy tahlil. – Тошкент: “Iqtisodiyot”, 2015.
[7]. Баҳромов К.К. Iqtisodiy modellar va ularning kompyuterda yechilishi. – Тошкент: “Innovatsiya”, 2020.
[8]. Winston W.L. Operations Research: Applications and Algorithms. – Cengage Learning, 4th Edition, 2004.
[9]. Маматова З.Х. Texnologik tizimlarda ekspluatatsiya xarajatlarini minimallashtirish masalalari. – “Fan” nashriyoti, 2021.

UDK 621.926.2

QATTIQ MATERIALLARNI MAYDALASH JARAYONLARIDA ENERGIYA SARFINI MAYDALASH NAZARIYALARI ASOSIDA ANIQLASH

R.J. Tojiyev, B.J. Xursanov

Farg‘ona davlat texnika universiteti
e-mail: xursanovboyqozi@gmail.com., boyquzi.xursanov@fstu.uz,
ORCID: 0000-0002-2326-4047
e-mail: rasuljon.tojiyev@fstu.uz
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Ushbu maqolada kimyoviy texnologiya jarayonlarida moddalarni maydalashda energiya sarfini baholash va optimallashtirish masalalari tahlil qilingan. Maydalash jarayonining nazariy asoslari qonunlar orqali energiya sarfi va zarra o‘lchamlari o‘rtasidagi bog‘lanish ochib berilgan.*
Kalit so‘zlar: *energiya sarfi, maydalash nazariyalari, kimyoviy texnologiya, energiya tejamkorlik, modellashtirish.*
Аннотация: *В данной статье анализируются вопросы оценки и оптимизации энергопотребления при измельчении веществ в процессах химической технологии. Теоретические основы процесса измельчения раскрывают закономерности взаимосвязи между энергопотреблением и размером частиц.*
Ключевые слова: *энергопотребление, теории измельчения, химическая технология, энергоэффективность, моделирование.*
Abstract: *This article analyzes the issues of energy consumption assessment and optimization in the grinding of substances in chemical technology processes. The theoretical foundations of the grinding process reveal the relationship between energy consumption and particle size through laws.*
Key words: *energy consumption, grinding theories, chemical technology, energy efficiency, modeling.*

Kirish. Prezidentimiz 2025 yil 3 dekabr kuni kimyo sanoatida ishlab chiqarish va eksportni oshirish hamda tannarxni pasaytirish yuzasidan taqdimot bilan tanishdi. Fosforli o‘g‘itlarning yetarli zaxirasini tayyorlash, o‘g‘it ishlab chiqaruvchilarga yetarli miqdorda sulfat kislotasini yetkazib berish vazifasi qo‘yildi. Taqdimotda kimyo sanoatidagi yirik korxonalarda ba’zi ishlab chiqarish quvvatlarining eskirgani oqibatida energiya xarajatlarining yuqoriligi va raqobatbardoshlik pastligi ko‘rsatib o‘tildi. Masalan, azotli o‘g‘itlar tannarxining 55 foizgacha qismi energiya xarajatlariga to‘g‘ri kelmoqda. Sohada energiya tejamkor texnologiyalarni joriy qilish va raqamlashtirish orqali xarajatlarni keskin qisqartirish zarurligi ko‘rsatib o‘tildi. Kimyo sanoati mamlakat iqtisodiyotidagi strategik tarmoq ekanini ta’kidlab, ichki bozorni barqaror ta’minlash, eksport salohiyatini oshirish va yangi ish o‘rinlarini yaratish yuzasidan aniq topshiriqlar berdi [1].

Kimyo, oziq-ovqat va boshqa texnologiyalarni ko‘p qirrali, turli asosiy jarayonlarning o‘tish qonuniyatlariga qarab asosan olti guruhga ajratiladi: 1) gidromexanik jarayonlar; 2) issiqlik almashinish jarayonlar; 3) massa almashinish jarayonlar; 4) mexanik jarayonlar; 5) kimyoviy va biokimyoviy jarayonlar; 6) sovitish jarayonlar [2].

Kimyo texnologiyada mexanik jarayonlar alohida ahamiyatga ega. Mexanik jarayonlar shunday jarayonlarki, ularda jismlarning faqat mexanik o‘zaro ta’sirida o‘tadi. Ularga qattiq, sochiluvchan materiallarni maydalash, klassifikatsiyalash (sinflash), presslash, granullash va boshqalar kiradi. Mexanik jarayonlarning tezligi qattiq jismlarning mexanika qonuniyatlari bilan ifodalanadi va ularning harakatga keltiruvchi kuchi mexanik kuchlar ta’siridir. Mexanik jarayonda materialning fizik kimyoviy xarakteristikalari o‘zgarmaydi, ammo ularning shakli o‘zgaradi [1,2].

Tadqiqot obyektlari va usullari. Qattiq jismlarni maydalash nazariyasi chuqur o‘rganilgan emas. Shu sababli maydalash jarayonlarida solishtirma energiya sarfini kamaytirish va tegishli mashinalarni mukammallash bo‘yicha hamda yangi yuqori samarali maydalash usullari va mashinalarini yaratish sohasida ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish dolbzarb vazifadir [1,2,3,4,5].

Moddalarning diffuziyasi bilan bog‘liq bo‘lgan jarayonlarning tezligi fazalarning o‘zaro ta’sir qilish yuzasiga bog‘liq. O‘zaro ta’sir yuzasining katta bo‘lishi fazalarning ichidagi modda tarqalishini va

modda bir fazadan ikkinchi fazaga o‘tishini tezlatadi. Yuza kattaroq bo‘lsa kimyoviy jarayon ham tezlashadi. Ayniqsa kimyoviy yoki diffuzion jarayonda qattiq faza ishtirok etsa o‘zaro ta’sir yuzasini ko‘paytirish alohida ahamiyatga ega. Qattiq fazaning yuzasini ko‘paytirishga tashqi kuch ta’sirida zarrachalarni maydalash yo‘li bilan erishiladi. Maydalash jarayonida material bo‘laklarining o‘lchami ancha kamayadi. Qattiq materiallarni maydalash jarayoni shartli ravishda maydalash,ya’ni materialni mayda bo‘laklarga bo‘lish (yirik, o‘rtacha va mayda) va tuyish (yupqa va o‘ta yupqa) turlariga bo‘linadi. Materiallarni maydalash jarayoni ezish, yorish, yeyilish va zarba berish usullari yordamida olib boriladi. Materialning fizik-mexanik xossalari va bo‘laklarining o‘lchamiga ko‘ra u yoki bu usul tanlab olinadi. Maydalash usulini tanlash material bo‘laklarining kattaligi va mustahkamligiga bog‘liq [1,2,6].

Mustahkam va mo‘rt materiallar ezish va zarba, mustahkam va egiluvchanlari - ezish, o‘rtacha mustahkam, egiluvchan materiallar - zarba, yeyilish yoki yorish usulida maydalanadi.

Maydalash bir yoki bir necha usullarda, ochiq va yopiq sikllarda amalga oshiriladi. Undan tashqari, maydalash jarayonini quruq yoki nam usullarda ham o‘tkazsa bo‘ladi.

Ayrim hollarda, material xususiyatlariga qarab: ultratovush, gidravlik zarba to‘lqini, yuqori va past temperaturalarni tez almashtirish, elektrogidravlik zarba, bosimni tezda o‘zgartirish, yuqori temperaturada qizdirish usullarini ham qo‘llasa bo‘ladi.

Maydalash jarayoni qattiq jismning mayda zarrachalar (atom va molekulalar) o‘zaro tortishish kuchlarini yengadigan tashqi kuchlar ta’sirida o‘tadi. Maydalash natijasida ishlov berilayotgan jism yuzasi sezilarli darajada ko‘payadi, ko‘p jarayonlar, shu jumladan eritish, kuydirish kabi katta yuza talab qiladigan jarayonlar tezligi ortadi. Maydalash kon-metallurgiya, kimyo, oziq-ovqat, qurilish va sanoatning boshqa tarmoqlarida keng qo‘llaniladi [4,5,6]. .

Maydalash jarayonlarida katta miqdorda energiya sarflanadi. Energiya sarfi mavjud maydalash nazariyalari asosida topiladi. Yuza nazariyasiga binoan, maydalash jarayonidagi ish, materialni parchalanish yuzasi bo‘yicha molekulalar tortishish kuchini yengishga sarflanadi. Ushbu nazariyaga ko‘ra, maydalash uchun zarur ish, maydalanish natijasida yangi hosil bo‘layotgan yuzalarga proporsionaldir. Hajmiy nazariyaga binoan, maydalash jarayonidagi ish material deformatsiyasiga, ya’ni eng yuksak parchalanish deformatsiyasiga yetkazish uchun sarf bo‘ladi.

Barcha qattiq jismlar tashqi va ichki nuqsonlarga ega. Tarang va plastik deformatsiyani yuzaga keltiradigan jismning yuklanishida mavjud bo‘lgan nuqsonlar rivojlanadi va yangilari hosil bo‘ladi. Ushbu nuqsonlarni qanday holat bilan ham rivojlanishi jismlarni maydalanish yengillashtiradi. Mustahkamlikni adsorbsion pasayishi kichik kuchlanganliklarda turli xil nuqsonlarni rivojlanishi bilan hisobga olinadi. Materialning sirtida mayda yoriqlarni sxematikasini ponasimon tirqish sifatida ko‘rib chiqish mumkin. Tirqish og‘zining ikkala tomoni α sirt energiyasining barcha sirt hususiyatlariga ega bo‘ladi. Mikro tirqish chuqurligiga erkin sirtni yo‘qolish o‘lchamiga ko‘ra, α dan 0 ga qadar yoriqning ohirida sirt energiyasi yo‘qolib boradi [4,5].

Muhandislik amaliyotiga ko‘ra, namuna yoki konstruksiyada mavjud bo‘lgan har qanday materiallarning parchalanishi ulardagi turli xil lokal shikastlanish yoki nuqsonlarga bog‘liq bo‘ladi. Biroq, materialda u yoki bu nuqsonlarni mavjud bo‘lishi qay darajada ularning mustahkamligini kamaytiradi degan savolga javob ochiq qoladi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Materiallarining tuzilishi ularning xususiyatiga, shuningdek, mustaxkamligiga katta ta’sir ko‘rsatadi. Tuzilishi deganda, gazli, shishasimon (amorf) va kristal fazalarni taqsimlanishi va o‘zaro birikuvi, ularning fizik-kimyoviy tabiati va miqdoriy munosabatlari tushuniladi. Har qanday materiallarni tuzilish xususiyatlari uning mikro va makro tuzilishi bilan baholanadi. Mikrotuzilma kristal fazaning tabiati, shishasimon faza va g‘ovaklar bilan birikuvi hamda ularning tuzilish xarakteri bilan aniqlanadi. Makrotuzilma esa g‘ovaklar hajmi, tuzilishi, shakli, materialda o‘zaro joylashuvini aniqlaydi [2,5].

Ko‘p hollarda anorganik materiallarning xususiyatlari fazali tarkibiy xususiyatlari va fazaning tuzilish xarakteri bilan ifodalanadi. Fazali tarkib asosida kristalli fazaning tuzilish xarakteri va tabiati hamda ularning shishasimon fazalar bilan miqdoriy munosabati nazarda tutiladi.

Organik tarkibli materiallar uchun ularning asosiy xususiyatlarini belgilab beradigan omil bu amorf fazaning mavjudligi va uning kristal hamda shishasimon fazalar (to‘ldiruvchilar) bilan

bog‘liqligi hisoblanadi. Xususiyatlar zich materiallar uchun asosan mikro tuzilma bilan, g‘ovak materiallar uchun esa makrotuzilma bilan aniqlanadi.

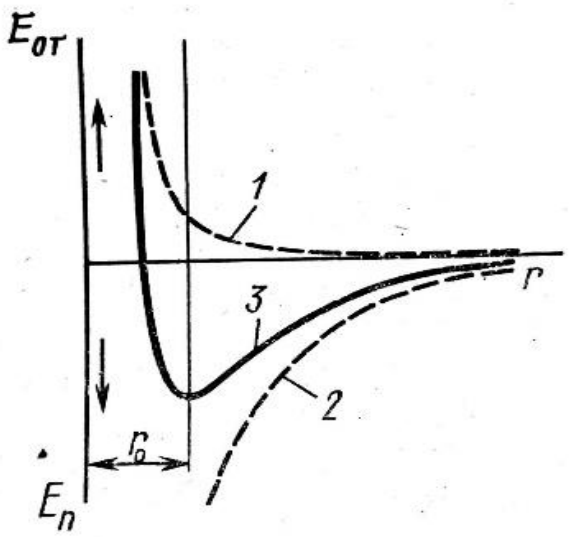
Aniq materiallarning mustahkamligini ideal tuzilishga ega bo‘lgan, zichligini (nazariy zichlik) hisobi bilan aniqlanadigan qattiq jismlar bilan taqqoslash lozim.

Nazariy mustahkamlik shunday keskin kuchlanganlikni o‘zida namoyon etadiki, qaytmaydigan materialni dissotsialanishini oldini olish maqsadida unga ideal nuqsonsiz materialni yetarli bo‘lgan quyi haroratlarda sekin beriladi. Qattiq jismlarning zichligi jismni tashkil etadigan atom va ionlarning o‘zaro ta’sir kuchlari ifodalanadigan yakuniy hisobga asoslanadi.

Qattiq jismlar qoidaga ko‘ra, atom, ion elementlarini mavjud bo‘lgan kristal tuzilishga ega, molekulalar esa geometrik shaklni to‘g‘ri takrorlanuvchi fazoviy tuzilishi hosil qiladigan kristal panjaraning tugunlarida joylashgan molekulalardan iborat. Kristal tuzilishga ega bo‘lmagan qattiq jismlar shu tuzilishga yaqinroq holatga ega. Muvozanat markazi atrofidagi molekulalar, atom, ionlarni ushlab turuvchi kuch tabiatiga ko‘ra, odatda kristal tuzilmalar 4 turga bo‘linadi: atomli, molekulali, ionli va metalli. Ion kristallari tugunlarida qarama-qarshi zaryadlangan ionlar joylashadi va ularning har biri atrofdagi qarama-qarshi belgili ionlar bilan mukammal bir xil nisbatda bo‘ladi [4,5,7].

Ionlar o‘zaro Kulon qonuniga asosan harakatlanadi. Turli zarayadlangan zarralarni tortishishiga bir xil zaryadlangan elektronli qobiq o‘rtasidagi itarish kuchi ta’sir ko‘rsatadi. So‘nggilari kichik masofalarda paydo bo‘ladi va ushbu masofaning kamayishi hisobiga juda tezda kattalashadi.

1-rasmda ionli kristallar uchun energiya bog‘liqligi grafigi keltirilgan. Egrilik 3 $r=r_0$ bo‘lganda, natijaviy energiyaning xarakteri minimum ko‘rinishdagi kattalikka ega bo‘ladi. Aynan ushbu kattalik molekuladagi ionlarni o‘rtasidagi r_0 masofani muvozanat markazidagi qattiq jism elementlarini ushlab qolishi bilan tushuniladi. $r=r_0$ bo‘lganda, tortishish kuchi itarishish kuchiga, zarralarning o‘zaro natijaviy ta’sir kuchi esa 0 ga teng bo‘ladi [4,7,8].



1-rasm. Tortish va itarish kuchlari energiyalari sxemasi. 1- itarish energiyasi;2-tortish energiyasi; 3-natijaviy energiya;r_0- muvozanat masofasi.

Tortishish energiyasini Kulon qonuni bo‘yicha hisoblash mumkin.

$$E = \frac{-e^2}{(4л\varepsilon_0 r)} \tag{1}$$

bu yerda *ye*-ion zaryadi; ε_0- elektr o‘zgarmas kattalik; *r*-ionlar o‘rtasidagi masofa.

Tortishish kuchi $F_n = \frac{-\partial E}{\partial r} = \frac{-e^2}{(4л\varepsilon_0 r)}$ ga teng bo‘ladi. Itarishish kuchi Born bo‘yicha hisoblanadi:

$$E = \frac{B}{r^n} \tag{2}$$

bu yerda V va n-o‘zgarmas kattaliklar;

Itarishish kuchi $F_n = \frac{-\partial E_{om}}{\partial r} = \frac{nB}{r^{n+1}}$ ga teng bo‘ladi.

Ionlarning natijaviy o‘zaro energiya ta’siri quyidagicha bo‘ladi:

$$E = E_n + E_{om} = \frac{B}{r^n} - \frac{e^2}{(4л\varepsilon_0 r)} \tag{3}$$

Ion bog‘liqlik NaCl, KCl,NaBr va boshqa kristal panjaraga ega bo‘lgan tuzlar turiga xos hisoblanadi.

Atom bog‘liqlikda elektronlar bir vaqtning o‘zida N_2, O_2, N_2 kabi ikki yadroli molekulalar turiga tegishli bo‘ladi. Agar umumlashgan elektronlarning kuchlari qarama-qarshi tomonga yo‘naltirilgan bo‘lsa, u holda tortishish kuchi yuzaga keladi va bog‘liqlik energiyasini London tengligi bo‘yicha hisoblanadi:

$$E_s = 2E_0 + \frac{(K+W)}{(1+S^2)} \tag{4}$$

bu yerda $2E_0$- ikkita alohida atomlarning jamlangan energiyasi; K-elektrostatik energiya bog‘liqligi; S- 0 dan 1 gacha o‘zgaradigan noortogonal integral.

Atom bog‘liqlik silikat materiallari va ko‘plab tog‘ jinslari uchun xarakterli hisoblanadi. (4) tenglikka ko‘ra, energiya grafigining xarakteri 1-rasmda keltirilganga o‘xshash, biroq katta kattalikda potensial chuqurlikni hosil qiladi.

Ularni hosil bo‘lishi sabablarini birdaniga aniqlash mumkin emas. Bunday sabablar juda ko‘p bo‘lishi mumkin. Ulardan asosiylari kuyidagilar: a) tayyor material olish jarayonida sirtni mexanik shikastlanishi; b) polikristal materialning alohida fazalardagi turli koeffitsientlarda termik kengayishi; v) materialni ishlab chiqarishda sirtining kimyoviy korroziyasi; g) materialni plastik deformatsiyasi jarayonida dislokatsiyaning tutashishi [1,2,4,9,10].

Xulosalar. Shunday qilib, sirtni dastlabki mexanik shikastlanishini alohida qattiq fazalar tuzilishidagi termik kengayish koeffitsienti farqi, kimyoviy korroziya va dislokatsiyalarning bo‘lishi yoriqlarni hosil bo‘lish sabablari hisoblanadi. Xuddi shunday yoriqlarning mavjud bo‘lishi ko‘rsatilishicha, materialning mustahkamligini kamayishiga olib keladi, natijada, uning maydalanishi uchun kam kuch talab etadi. O‘tkazilgan tahlil shuni ko‘rsatadiki shu paytgacha maydalash jarayonlarini hisoblab beradigan, barcha materiallar uchun bir xil ishlaydigan qonun yaratilgan emas ekan. Shu sababli maydalash jarayonlarida solishtirma energiya sarfini kamaytirish va tegishli mashinalarni mukammallash bo‘yicha hamda yangi yuqori samarali maydalash usullari va mashinalarini yaratish sohasida ilmiy-tadqiqot ishlarini rivojlantirish va takomillashtirish tavsiya etiladi.

Adabiyotlar

[1]. Prezident Shavkat Mirziyoev 2025 yil 3-dekabr kuni kimyo sanoatida ishlab chiqarish va eksportni oshirish hamda tannarxni pasaytirish yuzasidan taqdimot bilan tanishdi. https://kun.uz//Kun.uz rasmiy kanali (https://t.me/kunuzofficial).

[2]. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. - Toshkent, o‘qituvchi, 2003. - 557 b.

[3]. Salimov Z.S. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari. I-tom Toshkent: O‘qituvchi 1994.- 368 bet.

[4]. Вареных Н.М. и др. Химико-технологические агрегаты механической обработки дисперсных материалов. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2002. –482 с.

[5]. Вареных Н.М. и др. Химико-технологические агрегаты смешивания дисперсных материалов. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2001. –340 с.

[6]. Khursanov, B. J. (2023). Factors of Preparation of HighQuality Clinker in Rotary Kilns. Eurasian Research Bulletin, 17, 73-77.

[7]. Khursanov, B. J., Mirzaev, D. B. (2023). Use of digital technologies in improving educational processes of technological machines and equipment specialists. Science and innovation, 2(Special Issue 3), 565-567.

[8]. Khursanov, B. J. (2023). An innovative approach to the design of technical and technological processes of agricultural products production and increasing the technical level. European Journal of Emerging Technology and Discoveries, 1(2), 93-100.

[9]. I.T.Karimov,B.A.Alimatov.,A.A.Xakimov.Sanoat ishlab chiqarish asoslari va korxonalarning jixozlari. O`quv qo`llanma. Farg`ona: Texnika, Farg`ona-2021.

[10]. R.J. Tojiyev. Qurilish mashinalari. Darslik. 2022 yil.

ПЛАНЕТАР МЕХАНИЗМ АСОСИДА КЎП ҚИРРАЛИ ДЕТАЛЛАРНИ ШАКЛЛАНТИРИШДА ГЕОМЕТРИК АНИҚЛИКНИ БАҲОЛАШ ВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАР

Д.А. Валихонов

Андижон давлат техника институти
(Қабул қилинди 10.03.2026 й.)

Аннотация. *Мазкур ишда планетар механизм ёрдамида кўп қиррали профилларни шакллантириш жараёнининг геометрик ва технологик хусусиятлари таҳлил қилинади. Шакл ҳосил қилишда гипотрихоида асосидаги аппроксиматсия усуллари қўлланилиб, ҳосил бўладиган профилнинг аниқлиги компютер моделлаштириш орқали баҳоланган. Кесувчи асбобларни жойлаштириш параметрларини ҳисоблаш учун махсус дастур ишлаб чиқилиб, у орқали шакл хатолиги турли омиллар таъсирида аниқланган. Олинган натижалар асосида профил аниқлигига таъсир этувчи асосий омиллар аниқланиб, самарали ишлов бериш учун амалий тавсиялар ишлаб чиқилган.*

Калит сўзлар: *Планетар механизм, кўп қиррали профил, гипотрихоида, шакл хатолиги, компютер моделлаштириш, кесувчи асбоб, аппроксиматсия, токарлик ишлов бериш.*

Аннотация. *В данной работе рассматриваются геометрические и технологические особенности формирования многогранных профилей с использованием планетарного механизма. При формообразовании применяются методы аппроксимации на основе гипотрохоид, а точность получаемого профиля оценивается с помощью компьютерного моделирования. Разработана специализированная программа для расчёта параметров размещения режущих инструментов, позволяющая определить погрешность формы под влиянием различных факторов. На основе полученных результатов выявлены основные факторы, влияющие на точность профиля, и предложены практические рекомендации для повышения эффективности обработки.*

Ключевые слова: *Планетарный механизм, многогранный профиль, гипотрохоида, погрешность формы, компьютерное моделирование, режущий инструмент, аппроксимация, токарная обработка.*

Abstract. *This study examines the geometric and technological features of forming polygonal profiles using a planetary mechanism. Hypotrochoid-based approximation methods are applied in the shaping process, and the accuracy of the resulting profile is evaluated through computer simulation. A specialized software tool has been developed to calculate the positioning parameters of cutting tools, enabling the determination of form errors under various influencing factors. Based on the obtained results, the key factors affecting profile accuracy are identified, and practical recommendations for improving machining efficiency are proposed.*

Key words: *Planetary mechanism, polygonal profile, hypotrochoid, form error, computer simulation, cutting tool, approximation, turning process*

Кириш. Кўп қиррали профилларга эга деталлар машинасозликда кенг қўлланилиб, улар турли узатмалар, бириктирувчи элементлар ва махсус функсионал юзалар сифатида муҳим аҳамият касб этади. Бундай сиртларни ҳосил қилишнинг анъанавий усуллари кўпинча бир неча босқичли ишлов беришни талаб қилади, бу эса ишлаб чиқариш самарадорлигини пасайтиради ва аниқликка салбий таъсир кўрсатиши мумкин. Шу сабабли, бир ўтишда кўп қиррали шаклларни ҳосил қилиш имконини берувчи илғор технологияларни ишлаб чиқиш долзарб масалалардан бири ҳисобланади [1,2].

Илмий тадқиқотларда кўп қиррали юзаларни шакллантиришнинг турли усуллари, жумладан, махсус кесувчи асбоблар, нусхаловчи механизмлар ҳамда планетар ҳаракатга асосланган тизимлар ўрганилган [4]. Планетар механизм асосидаги ишлов бериш усули кесувчи асбобнинг мураккаб траекторияли ҳаракати орқали керакли профилни ҳосил қилиш имконини бериши билан ажралиб туради. Бироқ, мавжуд тадқиқотлар шуни кўрсатадики, бундай жараёнда ҳосил бўладиган шакл идеал геометрик кўринишдан маълум даражада оғади, чунки профил тўғри чизиқлар эмас, балки эгри чизиқлар орқали аппроксиматсия қилинади [5].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚОТЛАР. Олинган математик моделлар асосида кўп қиррали профилларни ҳосил қилишда қўлланиладиган планетар механизмли кесувчи кескичларни жойлаштириш параметрларини ҳисоблаш учун компютер дастури ишлаб чиқилди.

Планетар механизм ёрдамида кўп қиррали профилларни шакллантиришда икки хил асосий конструктив усул фарқланади: биринчи усулда кўп қиррали шаклнинг тўғри чизиқли томони чўзилган гипотрихоида участкаси билан алмаштирилади, иккинчи усулда эса кўп қиррали шаклнинг тўғри чизиқли томони овал кўринишдаги гипотрихоидалар билан аппроксиматсия қилинади. Ҳар иккала усул ҳам яқинлаштирилган (тахминий) бўлганлиги сабабли, лойиҳалаш босқичида ҳосил бўладиган профилнинг геометрик аниқлигини баҳолаш муҳим аҳамиятга эга.

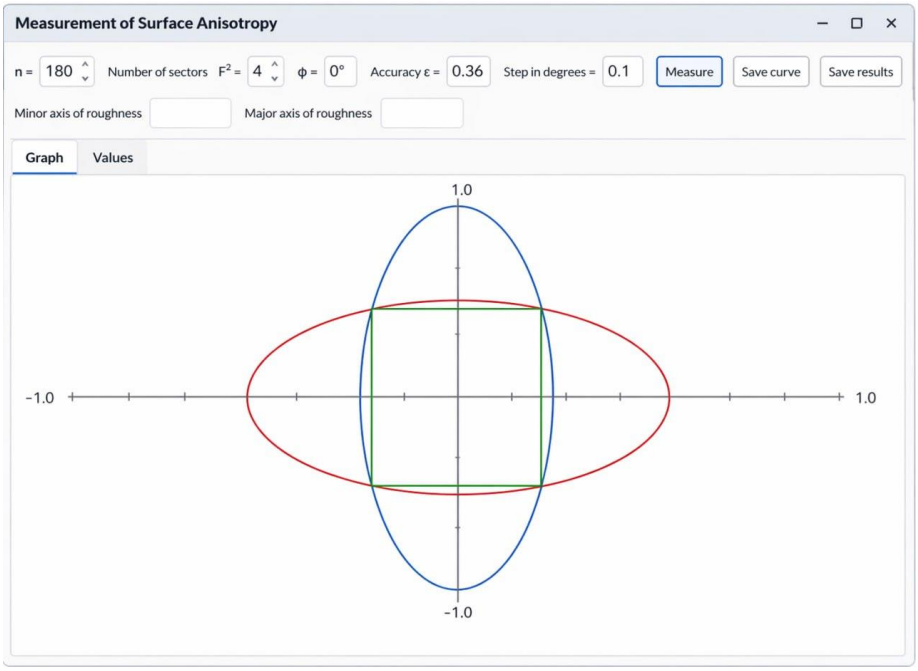
Ушбу ишлов бериш турида юзага келадиган шакл хатоликларини таҳлил қилиш учун махсус эҲМ (компютер) дастури ишлаб чиқилди. Мазкур дастур шакл ҳосил қилишнинг белгиланган параметрларида чўзилган гипотрихоида участкаси билан аппроксиматсия қилиш ҳолатида (1-расм), шунингдек овал шаклидаги гипотрихоидалар ёрдамида аппроксиматсия қилиш ҳолатида (2-расм) шакл хатолиги қийматларини аниқлаш имконини беради.

Дастур ишини бажариш учун асосий бошланғич маълумотлар қуйидагилардан иборат: турғун ва ҳаракатланувчи планетар тишли ғилдиракларнинг радиуслари, ишлов берилаётган профилнинг қирралар сони, кескич сони, шунингдек ҳосил қилинадиган профилнинг график тасвирини қуриш учун аппроксиматсия қадами.

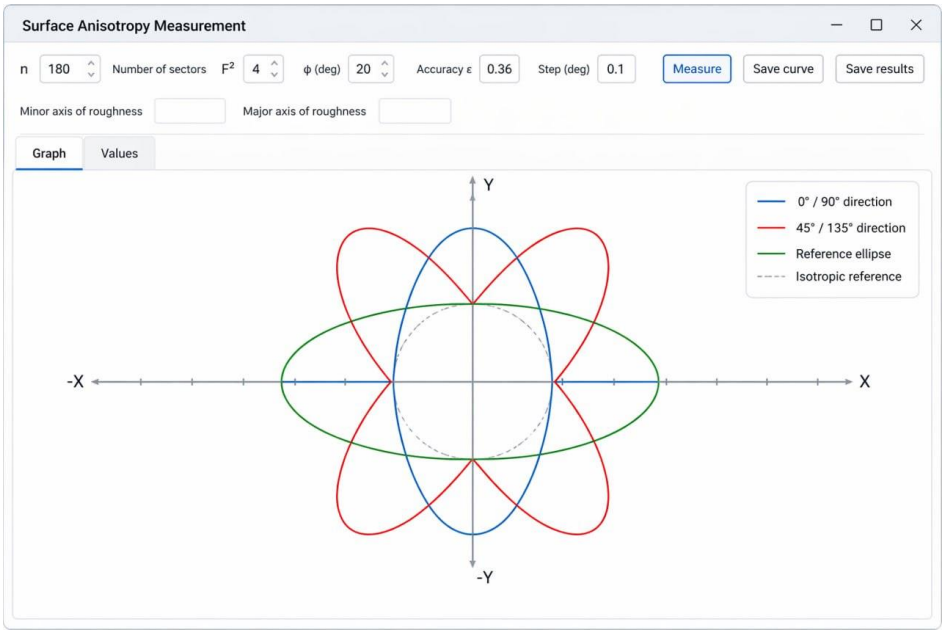
Дастур томонидан ҳисобланадиган энг муҳим параметрлар жумласига қуйидагилар киради: кескичлар каллагида кесувчи кескич учининг жойлашиш радиуси, тайёрланаётган детал профили учун ташқи ва ички айланаларнинг радиуслари, гипотрихоида бўйлаб кескич ҳаракат траекториясига тегишли нуқталарнинг мос келиш бурчаклари, ҳамда детални шакллантириш жараёнида юзага келадиган шакл хатолиги.

Дастур натижавий профил ва кескичнинг салт юриш траекториясининг график тасвирини ҳосил қилади; ушбу тасвирни растрли файл форматида экспорт қилиш мумкин.

Турли миқдордаги кескичлар учун дастур ишлаши натижалари 1а ва 1б-расмларда келтирилган. Белгиланган қадам асосида ҳисобланган кескич учининг координаталари 3-расмда тасвирланган бўлиб, ушбу маълумотларни Мисрософт эхсел форматидаги файлга сақлаш имконияти мавжуд.



1а-расм. Кескичлар сони иккига тенг бўлган ҳолатда дастур ишлашига мисол.



1б-расм. Кескичлар сони учга тенг бўлган ҳолатда дастур ишлашига мисол.

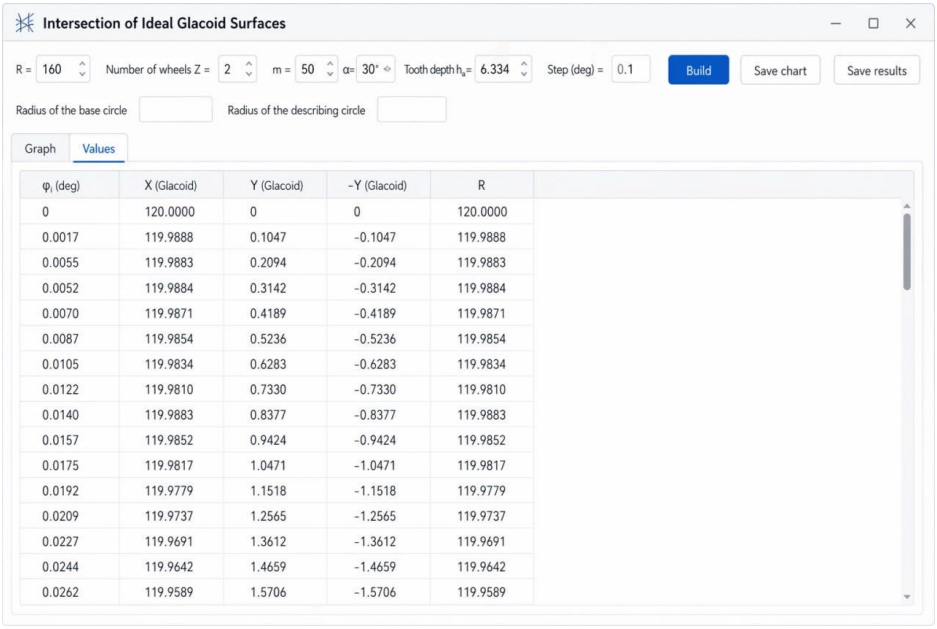
Ушбу ЭҲМ (компютер) дастури ёрдамида бажарилган ҳисоб-китоблар асосида жадвал тузилди ва графиклар қурилди.

1-жадвалда диаметри Д = 10–30 мм бўлган валларга кўп қиррали сиртлар - тўрт қиррали, олти қиррали ва саккиз қиррали профилларни ҳосил қилиш жараёнида юзага келадиган шакл хатолигини ҳисоблаш натижалари келтирилган. Ҳисоблашлар радиуси 180 мм бўлган турғун ҳалқасимон тишли ғилдирак ва радиуси 90 мм бўлган планетар ғилдиракдан иборат қурилма учун бажарилган бўлиб, планетар ғилдирак вали устида кескичлар блоки жойлаштирилган.

1-жадвал.

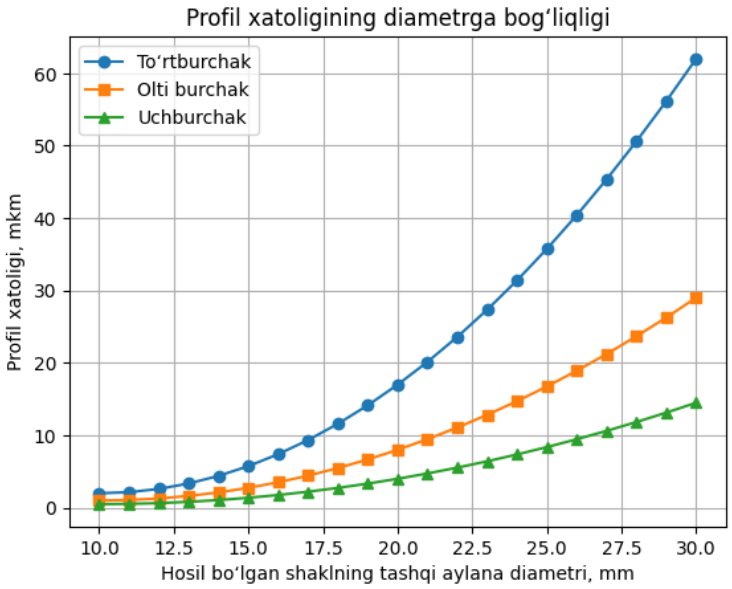
Профил хатолигининг ҳисобий маълумотлари

Д, мм	д, мм	Δ, мкм - тўрт қиррали профил учун	Δ, мкм - олти қиррали профил учун	Δ, мкм - саккиз қиррали профил учун
10	85	2,0396	0,6801	0,3501
11	84,5	2,7299	0,9104	0,4687
12	84	3,5640	1,1887	0,6119
13	83,5	4,5567	1,5200	0,7825
14	83	5,7232	1,9093	0,9829
15	82,5	7,0788	2,3618	1,2160
16	82	8,6393	2,8829	1,4843
17	81,5	10,4208	3,4778	1,7906
18	81	12,4395	4,1522	2,1380
19	80,5	14,7124	4,9117	2,5291
20	80	17,2563	5,7620	2,9671
21	79,5	20,0887	6,7090	3,4549
22	79	23,2272	7,7588	3,9956
23	78,5	26,6901	8,9174	4,5925
24	78	30,4956	10,1911	5,2488
25	77,5	34,6626	11,5863	5,9677



φ_i (deg)	X (Glacoid)	Y (Glacoid)	-Y (Glacoid)	R
0	120.0000	0	0	120.0000
0.0017	119.9888	0.1047	-0.1047	119.9888
0.0055	119.9883	0.2094	-0.2094	119.9883
0.0052	119.9884	0.3142	-0.3142	119.9884
0.0070	119.9871	0.4189	-0.4189	119.9871
0.0087	119.9854	0.5236	-0.5236	119.9854
0.0105	119.9834	0.6283	-0.6283	119.9834
0.0122	119.9810	0.7330	-0.7330	119.9810
0.0140	119.9883	0.8377	-0.8377	119.9883
0.0157	119.9852	0.9424	-0.9424	119.9852
0.0175	119.9817	1.0471	-1.0471	119.9817
0.0192	119.9779	1.1518	-1.1518	119.9779
0.0209	119.9737	1.2565	-1.2565	119.9737
0.0227	119.9691	1.3612	-1.3612	119.9691
0.0244	119.9642	1.4659	-1.4659	119.9642
0.0262	119.9589	1.5706	-1.5706	119.9589

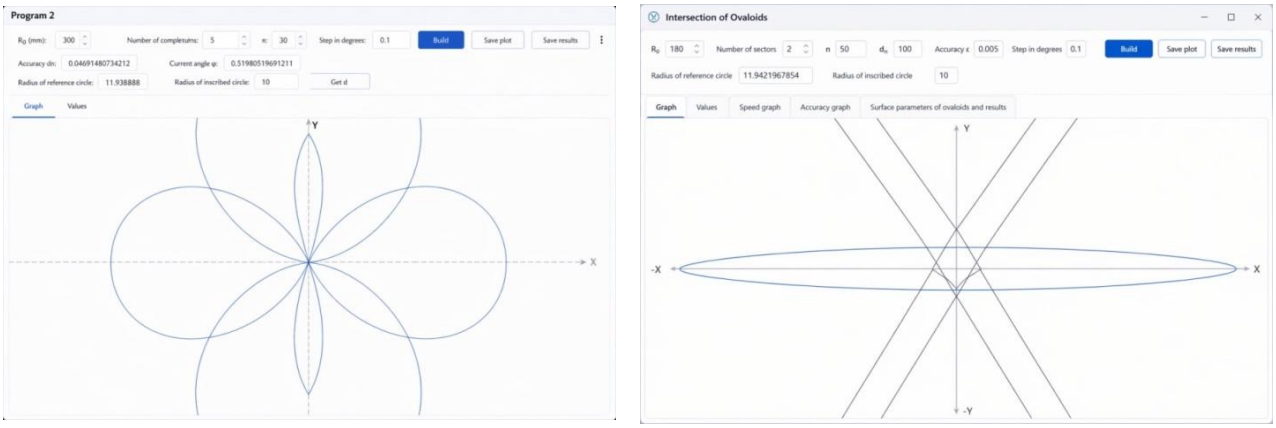
2-расм. Эллипсни ҳосил қилувчи нуқталар координаталарини аниқлашда дастур ишининг натижалари.



3-расм. Хатоликни диаметрга боғлиқлигини кўрсатадиган график.

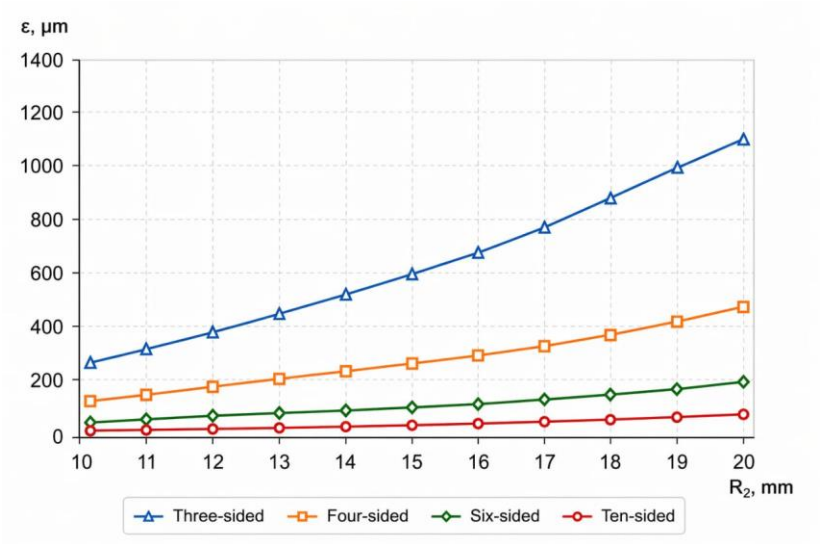
3-расмда шакл хатолиги А нинг заготовка диаметри Д га боғлиқлигини кўрсатадиган график тақдим этилган. График ҳисобланган маълумотлар асосида тузилган.

Олинган хатоликлар қийматлари диапазони 16Б16А синфидаги токарлик станокларидаги геометрик хатоликлар ҳамда ўрнатиш ва маҳкамлашдаги хатоликлар билан таққослаганда ошмайди, шундан келиб чиқиб, ушбу усул билан ҳосил қилинган профилларни машинасозликда қўллаш мумкинлиги хулосасини чиқариш мумкин.



4-расм. Шакл хатолигини ҳисоблаш дастури натижаси.

(кўп қиррали чизиқнинг чўзилган гипотрихоида участкаси билан алмаштириш усули бўйича)
Кўп қиррали детални планетар механизм ёрдамида айлантириш (токарлик) орқали шакллантиргандан сўнг, шакл хатолиги с қийматини формулалар бўйича ҳисоблаймиз. Ҳисоблаш учун асосий бошланғич маълумотлар қуйидагилар бўлади: турғун тишли ғилдирак радиуси P, кескичнинг блокдаги учининг жойлашиш радиуси д ва кўп қиррали шаклнинг қирралар сони. Олинган натижалар жадвалга киритилади.



5-расм. Планетар механизм ёрдамида ҳосил қилинган кўп қиррали профилга мос ички айлананинг радиуси ва деталнинг максимал хатолиги э ўртасидаги боғлиқлик графиги.

жадвалда уч, тўрт, олти ва ўн қиррали профилларни шакллантириш жараёнида юзага келадиган шакл хатолиги натижалари келтирилган. Ҳисоблаш турғун тишли ғилдирак радиуси 300 мм ва турли радиусдаги планетар ғилдираклар билан ишлов бериш қурилмаси ёрдамида амалга оширилади.
Ҳосил қилиниши керак бўлган қирралар сонига қараб, тегишли ўлчамдаги планетар ғилдирак танланади. Турғун тишли ғилдирак радиусининг доимийлиги эса, ушбу кўп қиррали ишлов бериш усулини қўллаш мумкин бўлган станокнинг конструктив хусусиятлари билан изоҳланади.

ХУЛОСА. Мазкур тадқиқотда планетар механизм асосида кўп қиррали профилларни шакллантириш жараёнининг геометрик аниқлиги комплекс равишда ўрганилди. Ишлаб чиқилган математик моделлар ва улар асосида яратилган компютер дастури ёрдамида кесувчи кескичларнинг жойлашиш параметрлари ҳамда шакл хатоликлари аниқланиб, турли ишлов бериш шароитлари учун уларнинг ўзгариш қонуниятлари таҳлил қилинди.
Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, кўп қиррали профилни шакллантиришда овал кўринишдаги гипотрихоидалар асосидаги аппроксиматсия усули аниқлик жиҳатидан чўзилган гипотрихоида участкасига нисбатан устун ҳисобланади. Шу билан бирга, шакл хатолигини баҳолашда юзаси ва периметри каби кўрсаткичларга қараганда, томон узунликларининг нисбий ўзгариши янада ишончли мезон эканлиги аниқланди.
Ҳисоблаш ва моделлаштириш натижалари тажриба маълумотлари билан мос келиши аниқланиб, ҳосил қилинган хатоликлар саноат станокларининг рухсат этилган аниқлик чегараларидан ошмаслиги исботланди. Бу эса таклиф этилган усулнинг машинасозлик амалиётида қўллаш имкониятини тасдиқлайди.

Адабиётлар

[1]. Fayzimatov, Sh N., Y. Y. Xusanov, and D. A. Valixonov. "Optimization Conditions Of Drilling Polymeric Composite Materials." The American Journal of Engineering and Technology 3.02 (2021): 22-30.
[2]. Yunusali Yuldashalievich Xusanov, and Dostonbek Azim O‘G‘Li Valixonov. "Polimer kompozitsion materiallardan tayyorlangan detallarni parmalashni asosiy ko‘rinishlari" Scientific progress, vol. 1, no. 6, 2021, pp. 1169-1174.
[3]. Dostonbek, V., & Saydullo, A. (2020). Using gaming technologies in engineering graphics lessons.
[4]. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 10(5), 95-99.
[5]. Усманов Джасур Аминджанович, Холмурзаев Абдирасул Абдулахатович, Умарова Мунаввар Омонбековна, and Валихонов Достонбек Аъзим Угли. "Исследование формы сороудалительной сетки колково-барабанного очистителя хлопка-сырца" Проблемы современной науки и образования, no. 12-1 (145), 2019, pp. 35-37.

[6]. Достонбек Азим Ўғли Валихонов, Алишер Ахмаджон Ўғли Ботиров, Зухриддин Носиржонович Охунжонов, & Равшан Хикматуллаевич Каримов (2021). Эски асфальто бетонни кайта ишлаш. Scientific progress, 2 (1), 367-373.
[7]. Усманов Джасур Аминович, Каримов Равшан Хикматулаевич, and Полотов Каримжон Куранбаевич. "Технологическая оценка работы четырехбарабанного очистителя" Проблемы современной науки и образования, no. 11-1 (144), 2019, pp. 40-42.
[8]. Усманов Джасур Аминович, Каримов Равшан Хикматулаевич, and Полотов Каримжон Куранбаевич. "Технологическая оценка работы четырехбарабанного очистителя" Проблемы современной науки и образования, no. 11-1 (144), 2019, pp. 40-42
[9]. Rustamova, M. M., Z. N. Oxunjonov, and J. Z. Madaminov. "Use of graphics computer software in the study of the subject" Drawing and engineering graphics". ACADEMICIA: An International Multidisciplinary." Research Journal 10.5 (2020): 83.
[10]. Muxtoralievna, R. M., Nosirjonovich, O. Z., & Zafarjonovich, M. J. (2020). Use of graphics computer software in the study of the subject" Drawing and engineering graphics". ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 10(5), 83-86.

UDK 621.926.2

MASHINANING TUZILISHI BILAN TEXNOLOGIK JARAYONNING VA XOM ASHYO HAMDA MATERIALLARNING XUSUSIYATLARINI BOG‘LIQLIGI MASALASI

B.A. Alimatov, B.J. Xursanov

Farg‘ona davlat texnika universiteti
e-mail: xursanovboyqozi@gmail.com., boyquzi.xursanov@fstu.uz,
ORCID: 0000-0002-2326-4047
e-mail: alimatov49@mail.ru.,bahodirjon.alimatov@fstu.uz
ORCID: 0009-0003-5028-4398
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Ushbu maqolada mashina tuzilishi bilan texnologik jarayon, shuningdek xom ashyo va materiallarning fizik-kimyoviy hamda mexanik xususiyatlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik masalalari tahlil qilingan. Mashina konstruksiyasini loyihalashda texnologik jarayon talablari va qayta ishlanadigan materiallarning xususiyatlarini hisobga olish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, energiya va resurs sarfini kamaytirish hamda mahsulot sifatini yaxshilashda muhim omil ekanligi asoslab berilgan. Tajriba natijalari asosida mashina-jarayon-material tizimining optimal muvofiqlashuvi bo‘yicha xulosalar chiqarilgan.*

Tayanch so‘zlar: *mashina tuzilishi, texnologik jarayon, xom ashyo, material xususiyatlari, konstruktiv parametrlar, ishlab chiqarish samaradorligi, optimallashtirish.*

Аннотация. *В данной статье анализируется взаимосвязь между конструкцией машины и технологическим процессом, а также физико-химическими и механическими свойствами сырья и материалов. Утверждается, что учет требований технологического процесса и свойств обрабатываемых материалов при проектировании конструкции машины является важным фактором повышения эффективности производства, снижения энерго- и ресурсопотребления и улучшения качества продукции. На основе экспериментальных результатов были сделаны выводы об оптимальной координации системы «машина-процесс-материал».*

Ключевые слова: *конструкция машины, технологический процесс, сырье, свойства материалов, параметры проектирования, эффективность производства, оптимизация.*

Abstract. *This article analyzes the relationship between the machine structure and the technological process, as well as the physicochemical and mechanical properties of raw materials and materials. It is argued that taking into account the requirements of the technological process and the properties of the materials to be processed when designing a machine structure is an important factor in increasing production efficiency, reducing energy and resource consumption, and improving product quality. Based on the experimental results, conclusions are drawn on the optimal coordination of the machine-process-material system.*

Key words: *machine structure, technological process, raw materials, material properties, design parameters, production efficiency, optimization.*

Kirish. Vatanimizning “Ta’lim to‘g‘risida”gi yangi qonuni, hamda “Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi” mamlakatimizdagi barcha ta’lim muassasalari oldiga jahon andozalari darajasidagi, fan va texnikaning eng so‘nggi yutuqlaridan xabardor bo‘lgan, raqobatbardosh, o‘z sohasini mukammal bilgan, yuksak ma’naviyatli mutaxassislar tayyorlash vazifalarini qo‘ydi.

Prezidentimiz kimyo sanoatida ishlab chiqarish va eksportni oshirish hamda tannarxni pasaytirish yuzasidan taqdimot o‘tkazib,sohada energiya tejamkor texnologiyalarni joriy qilish va raqamlashtirish orqali xarajatlarni keskin qisqartirish zarurligini ko‘rsatib o‘tdi. Kimyo sanoati mamlakat iqtisodiyotidagi strategik tarmoq ekanini ta’kidlab, ichki bozorni barqaror ta’minlash, eksport salohiyatini oshirish va yangi ish o‘rinlarini yaratish yuzasidan aniq topshiriqlar berdi [1].

Mutaxassis kadrlardan texnik ijodkorlik sirlarini, yangi texnik yechimlar topishni, muammoli masalalarni mustaqil yechish mahoratiga ega bo‘lishni, oz energiya sarflab yuqori ish unumi bilan ishlaydigan ishonchli va sifatli ma’sulot ishlab chiqaradigan, iqtisodiy samarali mashina va jihozlar yaratishni, shu maqsadlarga qaratilgan ish rejimlarini tanlab olish talab etiladi. Shuning uchun kimyo sanoatida hamda qurilish materiallari ishlab chiqarish korxonalari uchun yuqori malakali mutaxassis kadrlar tayyorlash ehtiyojlaridan kelib chiqib, 60720700 -“Texnologik mashinalar va jihozlar” bakalavriat ta’lim yo‘nalishi talabalariga “Mashinalar yaratishning texnik asoslari” fani o‘quv rejaga tanlov fani sifatida kiritilgan. U talabalarga mashinalar yaratishning asosiy bosqichlari, bu boradagi muammolarni hal qilish yo‘llari, sifatli mashinalar yaratish usullari to‘g‘risida ma’lumotlar beradi [2].

Sanoat tarmoqlarida mahsulot ishlab chiqarish samaradorligi, avvalo, qo‘llanilayotgan mashinalarning konstruktiv yechimlari va ularda amalga oshirilayotgan texnologik jarayonlar o‘rtasidagi muvofiqlikka bog‘liq. Bunda xom ashyo va materiallarning fizik, mexanik va kimyoviy xususiyatlari muhim ahamiyat kasb etadi. Agar mashina tuzilishi material xususiyatlariga mos kelmasa, energiya sarfi ortishi, uskunaning tez eskirishi va mahsulot sifati pasayishi kuzatiladi [3].

Dolzarblik. Hozirgi kunda resurs va energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish, ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va raqobatbardosh mahsulot olish asosiy vazifalardan biri hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan, mashina tuzilishi, texnologik jarayon va material xususiyatlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni ilmiy asosda o‘rganish dolzarb hisoblanadi. Ayniqsa, kimyo, oziq-ovqat, to‘qimachilik va qurilish materiallari sanoatida ushbu masala alohida ahamiyatga ega.

Muammoni yechish usullari va obyektlari. Masalani yechishda tizimli yondashuv qo‘llanib, ushbu yondashuv quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- texnologik jarayon parametrlarini tahlil qilish;
- xom ashyo va materiallarning asosiy fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash;
- mashina konstruksiyasining asosiy elementlarini ushbu xususiyatlarga moslashtirish;
- optimal ish rejalarini tanlash.

Bu usul orqali mashina-jarayon-material o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir yaxlit tizim sifatida ko‘rib chiqiladi.

Ma’lumki, qurilish materiallari, kimyo , neft-kimyo, mashinasozlik, yengil sanoat va boshqa sanoatlarda tayyor mahsulot va ishlab chiqarish vositalari o‘ziga xos texnologik jarayon, texnologik tizim, texnologik sxemalar asosida ishlab chiqariladi [2,3,4].

Yuqorida ko‘rsatilgan sanoatlarda turli xil xom-ashyolar qayta ishlanadi va natijada qattiq, suyuq, bug‘ va gaz agregat holatlaridagi turli-tuman tayyor mahsulotlar olinadi. Ma’lumki, har bir jarayon va qurilmalarni hisoblash uchun xom-ashyo va mahsulotlarning xossalarini bilish zarur. Xom-ashyoni qayta ishlash natijasida hosil bo‘lgan ko‘pgina mahsulotlar turli jinsli sistemalardan tashkil topgan bo‘ladi. Ularning asosiy fizik-mexanik va diffuzion-issiqlik xossalari - zichlik, solishtirma og‘irlik, qovushoqlik, sirtiy taranglik, issiqlik sig‘im va o‘tkazuvchanlik, temperatura o‘tkazuvchanlik va boshqalar bilan xarakterlanadi.

Texnologik jarayon bu, dastlabki xom ashyo, materiallar va yarim fabrikatlarning holatini, xossalarini, shakli va gabaritlarini o‘zlashtirish yo‘li bilan mahsulot ishlab chiqarish usullarining yig‘indisidir.

Texnologiya so‘zi grekcha texnos kasb, hunar, mahorat logos-fan so‘zlardan olingan bo‘lib kasb, hunar, haqidagi fan tushiniladi. Ammo bunday mano hozirgi zamon texnologiyasining

mazmuniga to‘liq mos kelmasada tarixiy nom sifatida saqlanmokda. Texnologiya - tabiiy xom ashyolarni qayta ishlab, iste’mol mahsulotlari va ishlab chiqarish vositalariga aylantirish usullari va jarayonlarini o‘rganadigan fandir.Qayta ishlash usullari – xom ashyo tayyor mahsulotga aylanguncha qo‘llaniladigan barcha operatsiyalar (texnalogik jarayon davomida bajariladigan har bir ayrim ish) majmuidir.Har qanday kimyoviy maxsulotni ishlab chiqarish bir qancha mexanik, kimyoviy va fizik-kimyoviy jarayonlardan iboratdir. Ular birgalikda texnologiya jarayonini tashkil etadi. Texnologiya termini obrazli qilib aytganda u fan bilan ishlab chiqarishni bog‘lovchi ko‘prikdir. Texnologiyaga berilgan bu ta’rif uning ikki yoqlama xarakterini belgilaydi. Texnologiya ishlab chiqarish va ishlab chiqarish jarayonlarining bir butunligi haqidagi fan deyish mumkin.

Xom ashyoni qayta ishlab maxsulotga aylantiradigan mashina apparatlar majmuiga texnologik tizim deyiladi.Tegishli mashina va apparatlarda boradigan operatsiyalarni birin-ketin ta’riflash yoki grafik shaklida tasvirlash texnologik sxema deb ataladi.

Texnologiya mexanik va kimyoviy texnologiyaga bo‘linadi. Mexanik texnologiya qayta ishlanadigan materiallarning faqat shakli va ba’zan fizikaviy xossalari o‘zgarish jarayonlarini o‘rganadi.

Kimyoviy texnologiya moddalar tarkibi, xossalari va tuzilishining o‘zgarishi bilan boradigan jarayonlarni, hamda bu jarayonlarni amalga oshirish uchun zarur bo‘lgan apparatlarni o‘rganadi.Bunday bo‘lish nisbatan shartlidir, chunki ba’zan, moddalarga mexanik ishlov berilganda ularda kimyoviy reaksiyalar ham boradi. Masalan: cho‘yan yoki po‘latni suyuqlantirib suyuqlanmalarini qo‘yish jarayoni mexanik texnologiyaga kiradi, ammo unda kimyoviy reaksiyalar ham bo‘ladi ,kimyoviy jarayonlar esa o‘z navbatida mexanik jarayonlar bilan birgalikda sodir bo‘ladi [2,4,5] .

Kimyoviy texnologiyaning muhim vazifasi kimyoviy mahsulotlarni ishlab chiqarishda u yoki bu kimyoviy reaksiyalarning borishi uchun qulay, optimal iqtisodiy samarali usullar va sharoitlarni qidirib topishdir. Kimyoviy texnologiya ashyoni kimyoviy qayta ishlashni boshqarish jarayonlarini, sotsial va iqtisodiy faktorlarni resurslar bilan taminlash va ishlab chiqarishdagi xavfsizlikni ta’minlash, parametrlarining (harorat, bosim, jarayon, konsentratsiyasi xom ashyoni qayta ishlash tezligi va boshqalar) optimal qiymatlarini topish, apparatlarni tayyorlash uchun materiallarni tanlash, jarayonning texnologik sxemasini yaratish va ishlab chiqarishni yo‘lga qo‘yish kabi ishlarni bajaradi. Bularni amalga oshirishda u kimyo va fizikaning fundamental qonunlaridan foydalanadi.

Mashina konstruktiv tuzilishi bilan texnologik jarayonning va xom ashyo hamda materiallarning xususiyatlarini bog‘liqligi masalasi, mashinaning struktura va parametrik sintezidir. Texnologik jarayon tahlilining o‘ziga xos zamonaviy tomonlari loyihalashtirilayotgan mashinalarda konstruktiv va texnologik bog‘liqlikni, aloqadorlikni keng qo‘llashdan iborat. Texnologik jarayonda mashinaning konstruksiyasi va funksional vazifasi qisman mehnat jarayonlari bir-biri bilan o‘zaro bog‘liq tarzda yo‘lga qo‘yilgan holda sifatli mahsulot ishlab chiqarish natijasida korxona yuqori darajadagi samaradorlik ko‘rsatkichlariga erishadi. Shuni aytish kerakki, texnologik jarayonlarda mashinalarning o‘rnatilishi bir-biriga mos kelmasligi, ya’ni mashinalar ketma-ketligi kompanovkasining buzilishi, texnologik tizimga e’tibor bermaslik, ishchilar malakasi, kompetentligi hamda ularni noto‘g‘ri joylashtirilishi, texnologik jarayonni ilmiy asosda yuqori darajada tashkil qilmaslik kabi holatlar korxona texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarining pasayishiga olib keladi.

Texnologik tizimni to‘g‘ri tanlashda xom-ashyo materiallari tarkibi bilan apparatlarning texnikaviy tuzilishlari, detal va uzellarning materiallari bir-birining bog‘liqligiga e’tibor berish kerak.

Tajriba shuni ko‘rsatyaptiki, mashina va uning mexanizmlarining xizmat vazifasini aniq bilmaslik va o‘rganmaslik o‘z navbatida murakkablashtirilgan konstruksiya hamda ularning aniqligiga ortiqcha talab qo‘yishga olib keladi. Demak, mashina va uning mexanizmlarini tayyorlash hamda foydalanishda ortiqcha xarajatlar sarflanadi.

Mashina tuzilishi bilan texnologik jarayonning va xom ashyo hamda materiallarning xususiyatlarini bir-biriga bog‘liqligi masalasini gips ishlab chiqarish texnologik tizimi va sxemasi

misolida xom ashyo xarakati bilan mashinalar xarakati orasida o‘xshashlik borligini anglash mumkin [5,6,7].

Gips va gips mahsulotlari tabiiy gips toshidan ($SaSO_4 \cdot 2N_2O$) unga 120-180^{0}S issiqlik bilan ishlov berish natijasida olinadi:

$$SaSO_4 \cdot 2N_2O \rightarrow SaSO_4 \cdot 0{,}5N_2O + 1{,}5\ N_2O \qquad (1)$$

Qo‘llanishi bo‘yicha gips qurilish (O‘z DST 125-79) va meditsina (TS(Tarmoq standarti) 21.8-80) gipslariga bo‘linadi. Gips mahsulotlarining mexanik hossalari 1-jadvalda keltirilgan.

Qurilish gipsi turli to‘siq panellar, gips plitalari, gipsobeton toshlari, gipsokarton, gipstolali varaqlar, bezak va ovoz yo‘qotuvchi plitalar yetishtirishda qo‘llaniladi.

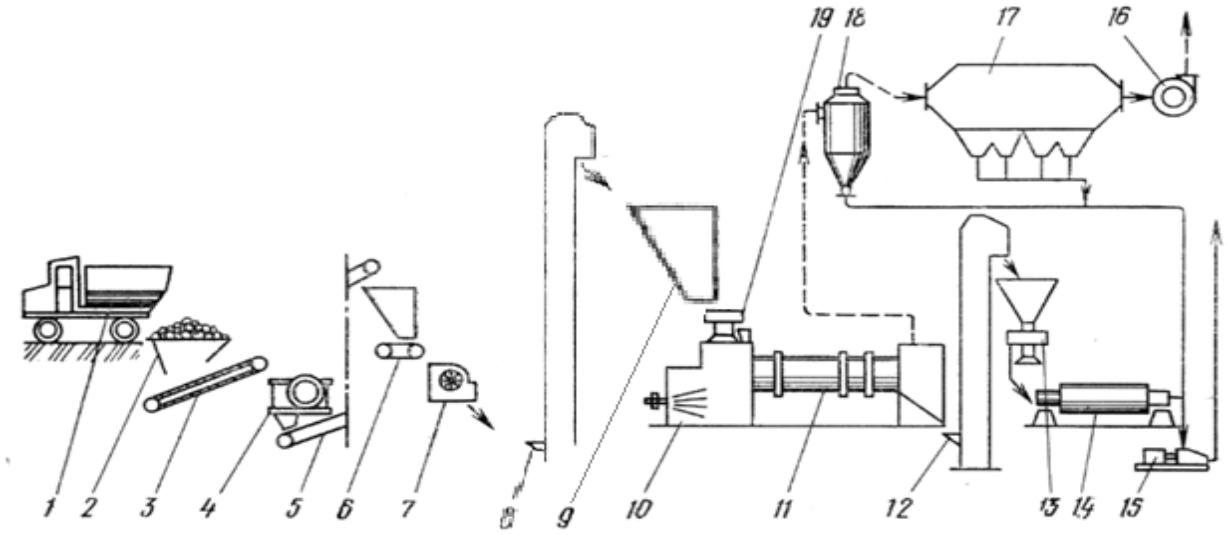
1-jadval.

Gips mahsulotlarining mexanik xossalari

Bog‘lovchi markasi	Mustaxkamlik chegarasi, MPa		Bog‘lovchi markasi	Mustaxkamlik chegarasi, MPa	
	Siqilishga	Egilishga		Siqilishga	Egilishga
G-2	2	1,2	G-10	10	4,5
G-3	3	1,8	G-13	13	5,5
G-4	4	2	G-16	16	6
G-5	5	2,5	G-19	19	6,5
G-6	6	3	G-22	22	7
G-7	7	3,5	G-25	25	8

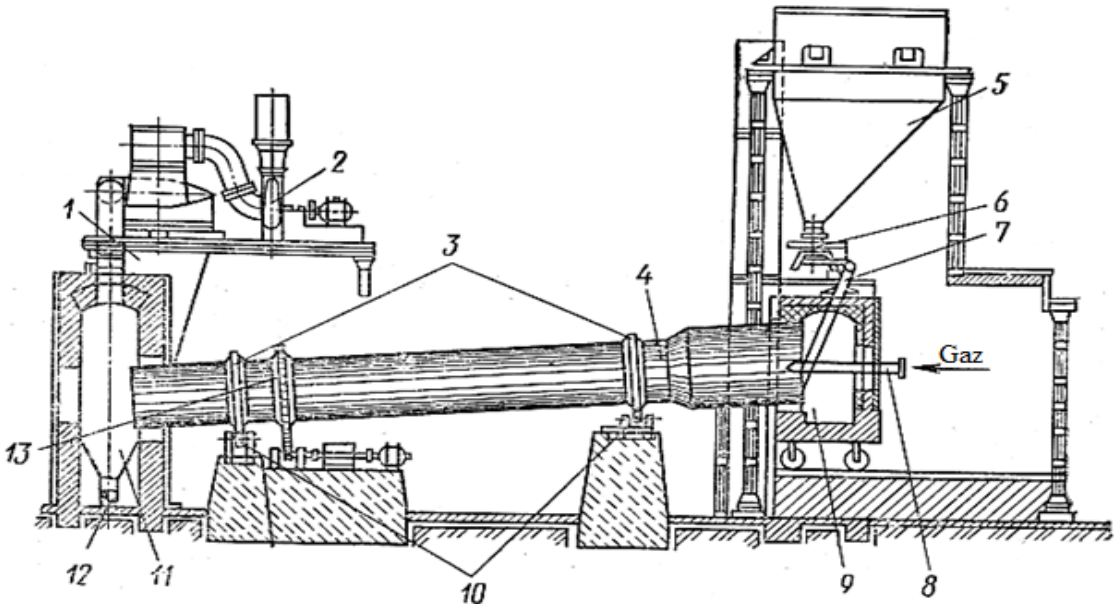
Meditsina gipsi tibbiyotda xirurgiyada singan suyaklarni vaqtincha ushlab turadigan bog‘lamalar va stomatologiyada vaqtinchalik protezlar tayyorlash uchun ishlatiladi.

Gips yetishtirish quritish barabanlarida, gips pishirish qozonlarida va mavhum qaynash («qaynayotgan qatlam») pechlarida amalga oshiriladi.



1-rasm. Gipsni quritish barabanida ishlab chiqarish texnologik sxemasi

1- yuk tashuvchi avtosamosval; 2-qabul qilish bunkeri; 9 – sarf bunkeri; 3, 6, 13, 15 - ta’minlagichlar; 4,7- o’rtacha konusli (maydalangandan keyin fraksiyalar o‘lchami 50-10mm) va bolg’ali mayda (maydalangandan keyin fraksiyalar o‘lchami 10-2mm) maydalagichlar; 5, 8, 12 – konveyer va elevatorlar ; 10 – o‘choq ; 11 – quritish barabani ; 14 – tegirmon ; 16 – tutunso‘rgich ; 17 – chang ushlash elektrfiltri; 18-chang ushlovchi siklon; 19 - diskli ta’minlagich.



2-rasm. Maydalangan va saralangan gips toshini quritish barabanida pishirish texnologik sxemasi.

Hom-ashyo, ya’ni gips toshi bunker 5dan ta’minlagich 6 va tannov 7 yordamida quritish barabani 4-ga tushiriladi va uning tanasi qiya joylashganligi va aylanishi natijasida pastki tomoniga qarab xarakatlanadi. Baraban bandajlar 3 yordamida tayanch qismlar 10ga o‘rnatilgan bo‘lib, tishli g‘ildirak 13 va maxsus yuritma yordamida aylanma xarakatga keltiriladi. Yonilg‘i sifatida 8 quvir orqali berilayotgan tabiiy gaz o‘choq 9 yondiriladi va hosil bo‘lgan issiq gazlar tutunso‘rgich 2 yordamida baraban ichida xom-ashyo bilan yo‘ldosh oqimda xarakatlantiriladi. Tayyor mahsulot tushirish kamera 11ga keladi va u yerdan shnek 12 yordamida tushiriladi. Barabandan chiqayotgan changlangan gazlar siklon 1 va elektrfiltrlar yordamida tozalanib, maxsus quvir yordamida atmosferaga chiqariladi [4,5,6,7].

Shunday qilib, texnologik jarayon tahlili ilmiy asosda yaratilgan mashinaning konstruktiv tuzilishi va xizmat vazifasini bilish hamda aniqlik meyori hamda bikrlikni ta’minlaydigan texnik shartni ishlab chiqish mashina aniqligi bilan bog‘liq bo‘lgan asosiy masalalardan biri hisoblanadi. Mashina xuddi boshqa mexanizmlar kabi o‘z xizmat vazifasini uning ishi bajaruvchi yuzalari uchun belgilangan dopusk va aniqlikda surila olguncha bajara oladi. Bunda ish bajaruvchi yuzalar boshqa yuzalarga nisbatan berilgan dopusk chegarasida, geometrik shaklda va tozalikda xarakatlanishi kerak. Yuqorida sanab o‘tilgan har bir ko‘rsatkich uchun belgilangan dopusk miqdori mashina xizmat vazifasiga bog‘liq nazarda tutilgan dopusklar optimal miqdorini tayinlash mashinasozlikning xalk xo‘jaligidagi ahamiyatini oshirishda hamda mashina aniqligi muammosini xal etishda muhim masalalardan biri hisoblanadi.

Haqiqatdan ham, yuqorida sanab o‘tilgan parametrlarga tegishli dopusk miqdorini kamaytirish, o‘z navbatida mashinaning xizmat vazifasini to‘g‘ri bajarishga olib keladi. Chunki ushbu parametrlar mashina yoki uning mexanizmlari aniqligini tavsiflaydi. Masalan, tishli uzatmali reduktorlar aniqligini oshirish o‘z navbatida uzatish nisbati og‘ish miqdorini kamaytirib, ishning shovqinini pasaytiradi hamda foydali ish koeffitsientini oshiradi. Materiallarni texnologik transportlovchi mashinalar dvigatellarini tayyorlash va yig‘ish aniqligini oshirish yoqilgi hamda moylash sarfini qisqartiradi. Dastgohlar aniqligini oshirish esa ishlov berilayotgan zagatovkalar aniqligini oshiradi va yig‘ish uchun sarflanadigan xarajatni kamaytirib, dastgohning foydalanish koeffitsientini oshiradi [3,4,5,6].

Natijalar va ularning muhokamasi. Tajriba ishlari turli xil materiallar bilan ishlov beruvchi mashinalar misolida olib borildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, material zichligi, qovushqoqligi va mustahkamligi o‘zgarishi bilan mashina ishchi organlarining shakli, o‘lchami va harakat rejimiga qo‘yiladigan talablar ham o‘zgaradi. Tajriba natijalari tahlili mashina

konstruksiyasini material xususiyatlariga moslashtirish orqali energiya sarfini kamaytirish va ish unumdorligini oshirish mumkinligini tasdiqladi. Aytish mumkin-ki, mashina biror ishni bajarishi uchun ma’lum tartibda xarakat kilishi kerak bo‘ladi. Har kanday mashina va mexanizmning xarakati insonning ma’lum ishni bajarish jarayonidagi xarakatidan olingan. Yana bir misol keltiramiz, masalan, sementni istemolchilarga bir xil miqdorda transportirovka qilish uchun zarur bo‘ladigan qopni tikuv mashinasida bir chok tikish kerak bo‘lganda mashina ninasi qop materialini teshishi va chok nina tagida qolmasligi uchun uning xarakatda bo‘lishi va tikilgan qopning choki nina tagidan chiqib, uning o‘rniga qop materialining tikilmagan joyi uzluksiz kelib turishi kerak bo‘ladi. Yana bir misol avtomat to‘quv dastgohini olaylik, bu avtomatda arkok va tanda iplari o‘zaro to‘qilib, gazlamahosil bo‘ladi; to‘qilgan bu gazlama doimo xarakatda bo‘lishi talab etiladi.Yukorida keltirilgan misollardan ikki xil mahsulotning bajarilishida va xom ashyo xarakati bilan mashina xarakati orasida o‘xshashlik borligini sezish qiyin emas.

Xulosalar. Olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Mashina tuzilishi, texnologik jarayon va material xususiyatlari o‘rtasida mustahkam bog‘liqlik mavjud.
2. Ushbu bog‘liqlikni hisobga olmasdan loyihalangan texnologik mashinalar past samaradorlikka ega bo‘ladi.
3. Material xususiyatlariga mos konstruktiv yechimlar energiya va resurs tejamkorligini ta’minlaydi.
4. Tizimli yondashuv asosida ishlab chiqilgan yechimlar ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar

[1]. Prezident Shavkat Mirziyoev 2025 yil 3-dekabr kuni kimyo sanoatida ishlab chiqarish va eksportni oshirish hamda tannarxni pasaytirish yuzasidan taqdimot bilan tanishdi. https://kun.uz//Kun.uz rasmiy kanali (https://t.me/kunuzofficial).

[2]. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. - Toshkent, o‘qituvchi, 2003. - 557 b.

[3]. Лоскутов Ю. А. и др. Механическое оборудование предприятий по производству вяжущих строителных материалов. Москва: Машиностроение. 2007. – 376 с.

[4]. Sadullaev X.M., Alimatov B.A. “Ishlab chiqarishdagi texnologik komplekslar”. Farg‘ona “Klassik” 2020 yil.

[5]. Богданов В.С., Булгаков С.Б., Илин А.С., Крот А.Ю. Технологические комплексы и механическое оборудование предприятий строителной индустрии: учеб./ - Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. - 528 с.

[6]. Богданов В. С., Шарапов Р. Р., Фадин Ю. М., Семикопенко И. А., Несмеянов Н. П., Герасименко В. Б. Основы расчёта машин и оборудования предприятий строителных материалов и изделий: учебник. Старый Оскол: ТНТ, 2013. — 680 с.

[7]. Строителные машины. Справочник В 2-х т. Под ред. д-ра техн.наук В.А.Баумана и инж.Ф.А.Лапира.Т.2.Оборудование для производства строителных материалов и изделий. М.,”Машиностроение”. 1977. — 496 с.

IGNALI ROTASION ISHCHI ORGANNING AFRONTALLIK BURCHAGI A VA OG‘ISH BURCHAGI B ANIQLASH

S.M. Yusupov[1], S. Yusupova[2]

[1]Andijon davlat texnika instituti,
ORCID: 0000-0003-0295-6703
e-mail: yusupovsardorbek@astiedu.uz.
[2]Farg‘ona davlat texnika universiteti
MM 15-24 guruh talabasi
syusupova458@gmail.com

Annotasiya. *Disk-ignalarning tuproq bilan o‘zaro ta'sirlashuvi texnologik jarayonini amalga oshirishda ignalar uchlarining dastlabki shakli sezilarli ta'sir ko‘rsatadi. Shu sababli* φ, β, Θ *va* α

burchaklarining texnologik jarayonga ta'sirini o‘rganish maqsadida ushbu masala bo‘yicha ignali barabanlarning nazariy bayoni va eksperimental tadqiqot natijalari ko‘rib chiqilgan. Ekspluatasion masalalarni hal etishda diskning afrontallik burchagi α ga nisbatan analitik echimlarni bilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Аннотация. *Начальная форма концов игл оказывает существенное влияние на реализацию технологического процесса взаимодействия дисковых игл с почвой. В связи с этим, с целью изучения влияния углов, и на технологический процесс, рассмотрены теоретические положения игольчатых барабанов и результаты экспериментальных исследований по данной проблеме. При решении эксплуатационных задач важное значение имеет знание аналитических решений относительно угла афронтальности диска.*

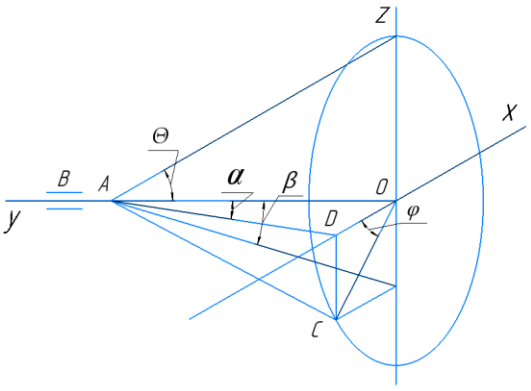
Abstract. *The initial shape of the needle tips has a significant influence on the implementation of the technological process of interaction between disk needles and the soil. Therefore, to study the effect of the angles on the technological process, the theoretical foundations of needle drums and the results of experimental studies on this issue have been considered. In solving operational problems, knowledge of analytical solutions with respect to the disk’s afrontality angle is of great importance.*

Disksimon ignali ishchi organlarning kuch xarakteristikalari В.С.Жегалов, Г.Н.Синеоков, М.Л.Гусяцкий, М.А.Путинцева, Н.В.Краснощеков, П.С.Нартов va boshqa tadqiqotchilar tomonidan o‘rganilgan. Biroq ular tomonidan taklif etilgan matematik formulalarning murakkab tuzilishga egaligi sababli, ularni amaliy hisob-kitoblarda qo‘llash qiyinchilik tug‘diradi. Bundan tashqari, mazkur formulalar tarkibiga kiritilgan koeffisientlar mehnattalab va puxta tashkil etilgan eksperimental tadqiqotlar asosida aniqlanishini talab etadi [1, 2, 3, 4, 5].

Tuproqqa ishlov berish va ekish jarayonlarida ignali rotasion ishchi organli ishchi organlar keng qo‘llaniladi. Eng sodda kinematika pluglarning diskli pichoqlariga xos. Ancha murakkab kinematika esa seyalkalarning diskli soshniklari, markerlari, borozdani yopuvchi disklar, diskli tekislagichlar hamda kultivator-chuqur yumshatgichlarning ishchi organlariga xos [12]. Konstruktiv jihatdan yuqorida qayd etilgan ignali rotasion ishchi organlar turli diametriga ega bo‘lgan sferik disklardan iborat bo‘lib, ular doimiy Θ burchakka egilgan yarim o‘qqa o‘rnatiladi. Bunday ishchi organlarning tortish qarshiligini hisoblashda afrontallik burchagi α va vertikal og‘ish burchagi β ning Θ burchakka hamda egilgan yarim o‘qning boshlang‘ich gorizontal holatga nisbatan burilish burchagi φ ga funksional bog‘liqligini aniqlash zarurati yuzaga keladi [5]:

$$\alpha = f(\Theta, \varphi);\ \beta = f(\Theta, \varphi). \qquad (1)$$

Hisoblash sxemasi 1 – rasmda keltirilgan. OY o‘qi bo‘ylab joylashgan AV kesmani disk o‘qining to‘g‘ri, sozlanmaydigan qismi, AS kesmani esa uning Θ burchakka egilgan qismi deb qabul qilamiz. Ushbu burchakni egilgan yarim o‘qning aylanishi natijasida hosil bo‘ladigan konus uchidagi burchakning yarmi sifatida ham qarash mumkin. Yarim o‘qning nol holati sifatida koordinatalar o‘qi OX qabul qilinsa, tanlangan sxema uchun quyidagi munosabatlar o‘rinli bo‘ladi:



1-rasm. Hisoblash sxemasi.

a) agar $\varphi = 0$ (egilgan yarim o‘q tekisligi XOY tekisligi bilan ustma-ust tushsa), u holda $\alpha = \Theta$ va $\beta = 0$;

b) agar φ = π/2 (egilgan yarim o‘q tekisligi YOZ tekisligi bilan ustma-ust tushsa), u holda $\alpha = 0$ va $\beta = \Theta$.

Quyidagi belgilarni kiritamiz: AD - egilgan yarim o‘q ASning XOY tekisligiga proeksiyasi; α burchak - ∠OAD sifatida; AE - ASning YOZ tekisligiga proeksiyasi; β burchak - ∠OAE sifatida. α, β va Θ burchaklarining tangenslarini aniqlaymiz:

$$tg\alpha = \frac{OD}{OA} \quad (2)$$

$$tg\beta = \frac{OE}{OA} \quad (3)$$

$$tg\Theta = \frac{OC}{OA} \quad (4)$$

(2) ifodani (4) ga bo‘lish orqali quyidagi munosabatni hosil qilamiz:

$$\frac{tg\alpha}{tg\Theta} = \frac{OD}{OA} \cdot \frac{OA}{OC} = \frac{OD}{OC}. \quad (5)$$

(5) ifodani oddiy algebraik o‘zgartirishlar orqali qayta ishlab, α burchakni hisoblash uchun quyidagi formulani hosil qilish mumkin:

$$tg\alpha = tg\Theta \cdot cos\varphi, \alpha = arctg(tg\Theta \cdot cos\varphi) \quad (6)$$

Xuddi shu tarzda (3) ifodani (4) ga bo‘lish orqali hosil qilingan xususiy nisbat asosida β burchakni hisoblash formulasi aniqlanadi:

$$\frac{tg\beta}{tg\Theta} = \frac{OE}{OA} \cdot \frac{OA}{OC} = \frac{OE}{OC} = sin\varphi,$$

$$tg\beta = tg\Theta \cdot sin\varphi, \quad (7)$$

$$\beta = arctg(tg\Theta \cdot sin\varphi)$$

1 – rasmdan ko‘rinib turibdiki, α burchak – diskning afrontallik burchagi, β burchak esa diskning vertikal holatga nisbatan og‘ish burchagi hisoblanadi. Shu tariqa, olingan (5) va (6) ifodalar yarim o‘qning egilish burchagi Θ va uning sozlanuvchi burilish burchagi φ ga bog‘liq holda ratosion ishchi organning chegaraviy qiymat holatini aniqlash imkonini beradi. Ushbu munosabatlar tuproqni yoriqlash usulida rasional parchalash yoki g‘ildirak rejimida zichlash masalalarini hal etishda, shuningdek, bog‘ qator oralariga ekin ekish jarayonida qo‘llaniladigan ekish mashinalarining borozda yopuvchi disklari uchun greben shakllantirish rejimlarini tanlashda qo‘llanilishi mumkin.

Tekis afrontal va qiya disklarning kinematik parametrlarini aniqlash.

Har qanday nuqtaning afrontal va boshqariladigan qiya tebranish o‘qiga ega bo‘lgan privodsiz (besprivod) rotor harakati traektoriyasini tavsiflovchi umumiy tenglamalarni parametrik shaklda quyidagicha yozish mumkin [7, 11]:

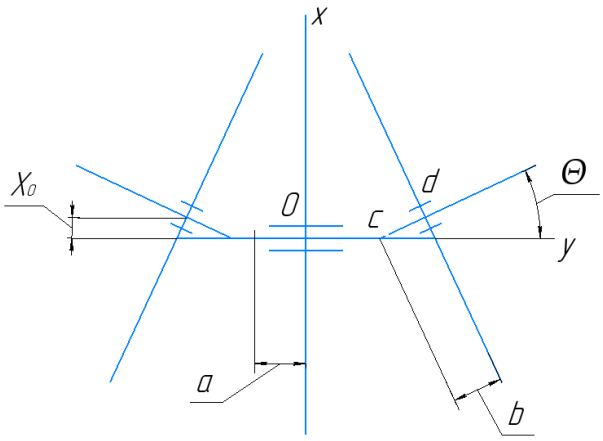
$$\begin{cases} x = x_0 + \vartheta_m \cdot t + t \cdot R_i \cdot sin\alpha \cdot sin\beta \cdot sin\omega + t \cdot R_i \cdot cos\alpha \cdot cos\omega; \\ y = y_0 + t \cdot R_i \cdot sin\alpha \cdot sin\beta \cdot sin\omega + t \cdot R_i \cdot cos\alpha \cdot cos\omega; \\ z = z_0 + t \cdot R_i \cdot cos\beta \cdot sin\omega \end{cases} \quad (8)$$

bu erda x_0, y_0, z_0 – diskning tebranish markazining ishchi organ stoykasi o‘qiga nisbatan koordinatalari; ϑ_m – rotorning ilgarilanma harakat tezligi, m/s; R_i – rotorning ko‘rib chiqilayotgan nuqtasining radiusi, m; α – afrontallik burchagi, rad; β – rotor o‘qining qiyalik burchagi, rad; ω – rotorning burchak tezligi, rad/s; ωt – rotorning OX o‘qidan soat strelkasi bo‘yicha hisoblanadigan burilish burchagi, rad.

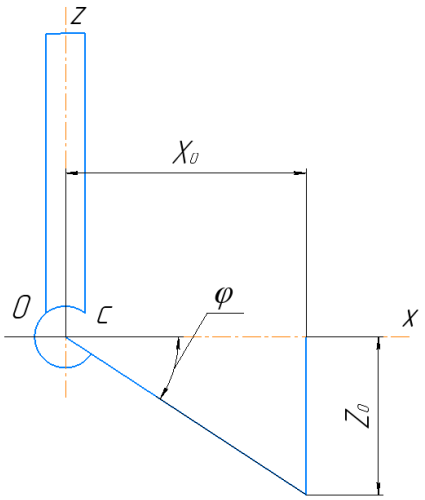
1 – rasmga muvofiq, boshqariladigan egilgan Ocd o‘qiga o‘rnatilgan tekis diskning tebranish markazi koordinatalari x_0, y_0, z_0 ni aniqlaymiz [9]:

$$\begin{cases} x_0 = b \cdot sin\theta \cdot cos\varphi; \\ y_0 = a + b \cdot cos\Theta; \\ z_0 = b \cdot sin\Theta \cdot cos\varphi. \end{cases} \quad (9)$$

bu erda a – aylanuvchi sharnirning chiqishi (Os masofa), m; b – egilgan sapfaning chiqishi (cd masofa), m; Θ – sapfaning egilish burchagi, rad; φ – egilgan o‘qning burilish burchagi, rad.
Afrontal disk o‘qining XOZ tekisligiga proeksiyasi 1 – rasmda ko‘rsatilgan.



2 – rasm. Diskning tebranish markazini aniqlashga oid sxema.



3 – rasm. Afrontal disk o‘qining XOZ tekisligiga proeksiyasi.

(9) ni hisobga olgan holda, (8) tenglamalar quyidagi ko‘rinishga keltiriladi:

$$\begin{cases} x = b \cdot sin\Theta \cdot cos\varphi + \vartheta_m \cdot t + t \cdot R_i \cdot sin\alpha \cdot sin\beta \cdot sin\omega + \\ \quad + t \cdot R_i \cdot cos\alpha \cdot cos\omega; \\ y = a + b \cdot cos\Theta + t \cdot R_i \cdot cos\alpha \cdot sin\beta \cdot sin\omega + t \cdot R_i \cdot sin\alpha \cdot cos\omega; \\ z = b \cdot sin\Theta \cdot cos\varphi - t \cdot R_i \cdot cos\beta \cdot sin\omega. \end{cases} \quad (10)$$

(10) dagi α va β burchaklarini (5) va (6) ga muvofiq Θ hamda φ orqali ifodalash mumkin bo‘lganligi sababli, ayrim algebraik o‘zgartishlardan so‘ng quyidagi tenglamalar tizimiga ega bo‘lamiz:

$$\begin{cases} x = b \cdot sin\Theta \cdot cos\varphi + \vartheta_m \cdot t + t \cdot R_i \cdot \sin[arctg(tg\Theta \cdot cos\varphi)] \times \\ \sin[arctg(tg\Theta \cdot sin\varphi)] \cdot sin\omega + t \cdot R_i \cdot \cos[arctg(tg\Theta \cdot cos\varphi)] \cdot cos\omega; \\ y = a + b \cdot cos\Theta + t \cdot R_i \cdot \cos[arctg(tg\Theta \cdot cos\varphi)] \times \\ \times arctg(tg\Theta \cdot sin\varphi)] \cdot sin\omega - t \cdot R_i \cdot \cos[arctg(tg\Theta \cdot cos\varphi)] \cdot cos\omega; \\ z = b \cdot sin\Theta \cdot cos\varphi - t \cdot R_i \cdot \cos[arctg(tg\Theta \cdot sin\varphi)] \cdot sin\omega. \end{cases} \quad (11)$$

Olingan (11) ifoda φ, Θ, ωt kabi mavjud va oson o‘lchanadigan parametrlar orqali rotorning istalgan nuqtasining harakat traektoriyasini aniqlash imkonini beradi.

(11) ni dt bo‘yicha differensiallash orqali nuqtaning absolyut tezligining koordinata o‘qlariga proeksiyalarini olish mumkin:

$$\begin{cases} \vartheta_x = \frac{dx}{dt} = \vartheta_m + \omega \cdot R_i \cdot \sin[arctg(tg\Theta \cdot cos\varphi)] \cdot \sin[arctg(tg\Theta \cdot sin\varphi)] \times \\ \qquad \times cos\omega - R_i \cdot \cos[arctg(tg\Theta \cdot cos\varphi)] \cdot sin\omega; \\ \vartheta_y = \frac{dy}{dt} = \omega \cdot R_i \cdot \cos[arctg(tg\Theta \cdot cos\varphi)] \cdot \sin[arctg(tg\Theta \cdot sin\varphi)] \times \\ \qquad \times cos\omega + t \cdot R_i \cdot \sin[arctg(tg\Theta \cdot cos\varphi)] \cdot sin\omega; \\ \vartheta_z = \frac{dz}{dt} = -\omega \cdot t \cdot R_i \cdot \cos[arctg(tg\Theta \cdot sin\varphi)] cos\omega. \end{cases} \quad (12)$$

Shunday qilib, olingan (11) va (12) ifodalar tekis afrontal va qiya diskning asosiy konstruktiv parametrlarini asoslash hamda tanlash uchun zarur bo‘lgan rotor harakatining traektoriyalari va tezliklarini aniqlash imkonini beradi.

Xulosa

Tadqiqot davomida bir qator fanlar o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik va amaliy masalalarni echish imkoniyatlari tahlil qilinib, geometrik masalani hal etish prinsiplari (harakatni hisoblash, tezlikni belgilash) namoyon etildi. Interpolyasiya usullari ishchi asbob harakatining zarur geometrik shaklini hosil qilishga imkon berib, texnologik jarayonni soddalashtiradi va ishlov berish sifatini oshiradi.

Nazariy tadqiqotlar asosida yumshatgichlarning parametrlari: o‘qyoysimon panja bo‘yicha panjanining ochilish burchagi, tuproqqa kirish burchagi va qamrov kengligi, panja tig‘ining uzunligi hamda tortishga qarshiligi aniqlandi.

Adabiyotlar

[1]. Краснощеков, Н.В. Механика почвозащитного земледелия / Н.В. Краснощекое. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1984.-201 с.

[2]. Мартов, П.С. Дисковые почвообрабатывающие орудия / П.С. Нартов. - Воронеж: Воронежский ун-т, 1972. - 182 с.

[3]. Синеоков, Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. - М.: Машиностроение, 1977. - 328 с.

[4]. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / Под ред. канд. техн. наук М.И. Клецкина. Т.2, - М.: Машиностроение, 1967. - 830 с.

[5]. Стрельбицкий, В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины /В.Ф. Стрельбицкий. -М.: Машиностроение, 1978. - 135 с.

[6]. Горячкин, В.П. Собрание сочинений: в 3-х томах. / В.П. Горячкин. М.: Колос, 1965.-755 с.

[7]. Канарев, Ф.М. Ротационные почвообрабатывающие машины и ору дия / Ф.М. Канарев. - М.: Машиностроение, 1983. - 142 с.

[8]. Путрин, А.С. Оптимальные параметры игольчатых ротационных ра бочих органов / А.С. Путрин // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2002.-№8.-С. 16-19.

[9]. Путрин, А.С. Кинематика криволинейных элементов игольчатых ро тационных рабочих органов / А.С. Путрин // Тракторы и сельскохозяйственные машины, - 2002. - №8. - С. 36-38.

[10]. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин: Учебн. для вузов сельскохозяйственного машиностроения/ Под ред. ЕС. Босого. - 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1977. - 568 с.

[11]. Турбин, Б.Г. Сельскохозяйственные машины / Б.Г. Турбин, А.Б. Лу рье и др. - Л., Машиностроение, 1967. - 583 с.

[12]. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и уча щихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. - М.: Наука, 1986. - 544 с.

YANGI ARRALI SILINDIR ISHLAB CHIQARISH SINOVLARINI O‘TKAZISH

E.X. Shamsiddinov

E-mail: shamsiddinov2255@gmail.com,
Andijon davlat texnika insituti
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Ushbu ishda paxtani jinlash jarayonida arrali silindr tishlari geometriyasining tola va chigit sifatiga ta’siri o‘rganilgan. Yangi profilga ega arra tishlari ishlab chiqilib, ularning samaradorligi eksperimental tarzda sinovdan o‘tkazilgan. Tadqiqot natijalari yangi konstruksiya tola sifatini yaxshilash, shikastlanishni kamaytirish va ishlab chiqarish unumdorligini oshirishini ko‘rsatdi.*

Kalit so‘zlar: *Paxta, jinlash jarayoni, arrali silindr, arra tishi geometriyasi, tola sifati, chigit shikastlanishi, xomashyo zichligi, eksperimental tadqiqot, energiya tejamkor texnologiya, lazerli kesish, gidroabraziv ishlov berish, unumdorlik.*

Аннотция: *В работе исследовано влияние геометрических параметров зубьев пильного цилиндра на качество волокна и семян при джинировании хлопка. Разработан новый профиль зубьев пилы и проведены экспериментальные испытания. Результаты показали, что новая конструкция улучшает качество волокна, снижает повреждаемость и повышает производительность процесса.*

Ключевые слова: *Хлопок, процесс джинирования, пильный цилиндр, геометрия зубьев пилы, качество волокна, повреждение семян, плотность сырья, экспериментальные исследования, энергосберегающие технологии, лазерная резка, гидроабразивная обработка, производительность.*

Abstract: *This study examines the effect of saw cylinder tooth geometry on fiber and seed quality in the cotton ginning process. A new tooth profile was developed and experimentally tested. The results demonstrate that the improved design enhances fiber quality, reduces damage, and increases production efficiency.*

Keywords: *Cotton, ginning process, saw cylinder, tooth geometry, fiber quality, seed damage, raw material density, experimental study, energy-efficient technology, laser cutting, waterjet processing, productivity.*

Kirish: Keyingi vaqtlarda bu sohaning mahsulotlariga talab juda oshib bormoqda. Qabul kilayotgan qator ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar sifatini yaxshilashga, ularni jahon bozori talablari darajasiga ko’tarishga katta e’tibor berilmoqda. Shuning uchun birinchi navbatda, sanoat korxonalarida ishlatib kelayotgan eski asbob uskunalar o’rniga zamonaviy asbob-uskunalar bilan jihozlanmoqda, bozor iqtisodiyoti masalasini omma orasida keng targ’ib etish, ilmiy-texnik taraqqiyotni jadal surhatlar bilan rivojlantirishdan iboratdir. Shu bilan birgalikda maqsad sanoat korxonalarida jahon standartlariga javob beradigan mahsulot ishlab chiqarishdir. Respublikamizning sifatli mahsulot ishlab chiqarishi asosan paxtani qayta ishlash zavodlariga ham bog‘liqdir.

Jinlash samaradorligini orttirish xomashyo valigi zichligining ortishiga olib keladi, bu esa o‘z navbatida mahsulotning sifatini yomonlashtiradi. Bundan ko‘rinadiki, xomashyo valigining zichligi arrali disk tishlariga, arra tishlari esa chigitga ta’sir etadi, natijada, tola va chigitning shikastlanishi ortadi. Bunda zichlanish massasi bevosita jinlash zonasida ikki martaga ortadi, bu esa jinlash jarayonida nuqsonlarning ortishiga sabab bo’ladi.

Tola ajratish mashinasi arrasini xar xil geometrik parametrlarini, tola ajratish jarayoniga va sifat ko’rsatkichlariga bo’lgan ta’siri darajasi o’rnatilgan. Har xil sharoitlarda tola va chigitni ajralish jarayonlari va arrani ratsional geometriyasini aniqlashda o’tkazilgan tekshirishlar keng imkoniyat ochib berdi, ayniqsa arrani tish profillarini ta’siri chuqur tahlil etildi. Arra tishini tola massasi bilan tish oraliq to’lish darajasi aniqlandi. Arrani tolalarni tutish qobiliyati, xom ashyo zichligi parametri, bitta tish geometriyasiga bog’liq holatda o’rganildi. Arra tishlaridan tolani chiqazib olish samarasiga tishni geometrik parametrlarni ta’siri ko’rib chiqilgan [1].

Metodika. Paxta jinlash jarayonida arra parametrlarini aniqlash

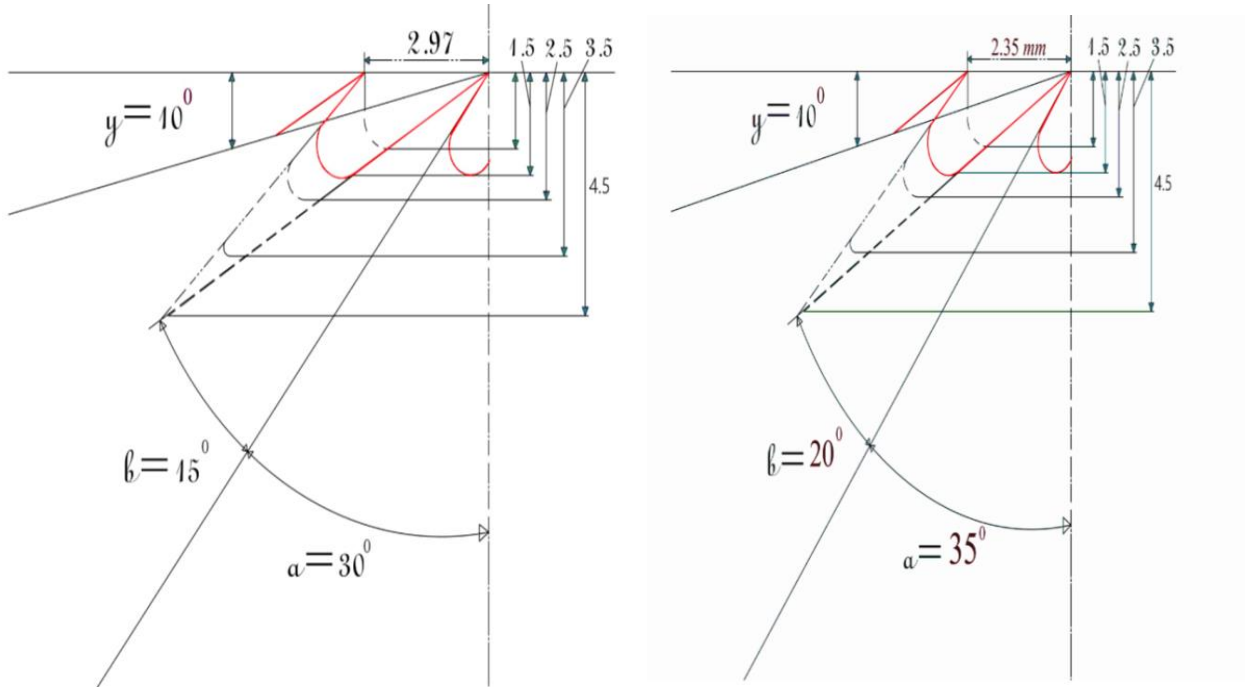
Paxtani jinlash jarayonida arrali silindr tishlarining geometrik parametrlarini o‘rganish uchun nazariy va eksperimental usullar qo‘llanildi. Dastlab, mavjud ilmiy adabiyotlar va amaliy tajribalar tahlil qilinib, arra tishining asosiy geometrik ko‘rsatkichlari (tish qadami, balandligi, old burchagi va profil shakli) aniqlab olindi.

Eksperimental tadqiqotlar uchun turli geometrik parametrlarga ega arralar tayyorlandi. Xususan, tish qadami 2,35–2,97 mm oralig‘ida, old burchaklari 20°–35° diapazonda tanlab olindi hamda ayrim variantlarda tish balandligi modifikatsiya qilindi. Tajribalar ishlab chiqarish sharoitiga yaqin muhitda, arrali jin mashinasida olib borildi.

Arra tishlaridan tolalar to’plamchalarini chiqazib olish samaradorligi tish profili shakli, elementlarini burchak parametrlari, absolyut chiziqli o’lchamlariga bevosita o’z ta’sirini ko’rsatadi. Biroq, tola to’plamlarini arra tishidan chiqazish samarasiga uni geometrik parametrlarini ta’siri yetarli darajada o’rganilmagan, tolani chiqazib olish jarayoni boqiyligi muhim o’rin tutadi.

Arra tishlaridan tola massasini chiqazish samaradorligiga, arra geometrik parametrlariga ta’sirini o’rganish maqsadida biz eksperimental tekshirishlar o’tkazdik.

Bunda tanlangan arra har-xil qadamlar bo’yicha joylashgan tishlardan tashkil topgan bo’lib (2.97÷2.35 mm gacha) tish oldi qirrasi har-xil qism burchaklar (20 dan 35 gacha) qiymatlarda tanlab olindi (1-rasm).



1-rasm. Arra tishining geometirik o’lchamlari.

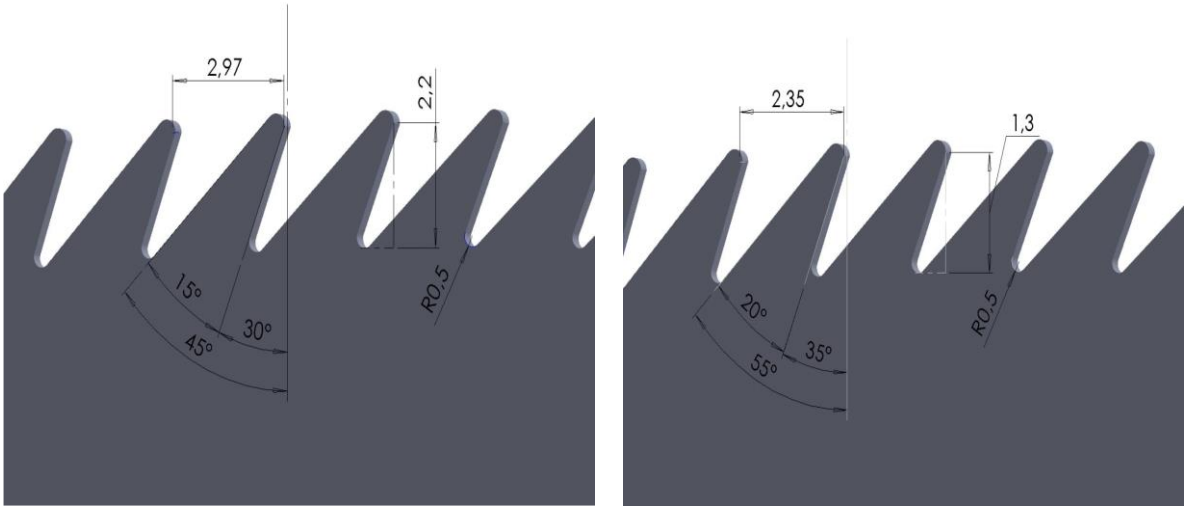
Bundan tashqari, tishlar bir-biriga nisbatan ajratilib, yangi geometrli arra tishlari balandliklari bir tishdan keyin, yuqori tig’i 1 mm-ga nisbatan bosim ostida pasaytirildi [2].

Hozirgi zamonda samarali ishlov berish texnologiyasini loyihalashda yangi yondashuvni talab qiladi, bu esa ishlov berishning barcha texnologik parametrlarini, ish rejimining materialiga, mashinaning xususiyatlariga, asboblar va materiallarga qarab tezlikni kamaytirish va berishni qisqartirish kabi hisobga olish imkonini beradi.

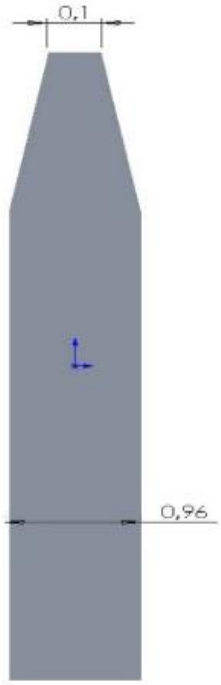
Operatsiyalarning jismoniy miqdorini boshqarish eski ishlov berish texnologiyalari bilan solishtirganda, hozirgi texnologiya yuqori tezlik bilan farq qiladigan va ish unumdorligini oshiradigan tez ishlov berish jarayonlariga erishishga imkon beradi. Qo’lyozmada arra tishining yangi profilini modellashtirish va ishlab chiqarishning energiya samarali usuli ko’rsatilgan [3].

Tadqiqot natijalari arra va arra qistirmalarining geometrik xususiyatlarini ko’rsatadi, shuningdek, arra orasidagi turli masofalarda kesish uchun optimal normal yukni aniqlaydi. Bunday

hollarda arralarning mustahkamligi va barqarorligi nafaqat uning kattaligi, balki arra va qistirmalarning kesishishi bilan boshqa murakkab geometrik xususiyatlar bilan ham belgilanadi. Misol uchun, 1-rasmda biz har xil turdagi po'latdan foydalangan holda barqarorlikka arra masofalari orasidagi ta'sirni aniq ko'rishimiz mumkin. Natija 45 C va 55 C da po'latning barqarorligi o'rtada yuqori ekanligini ko'rsatdi. Arra tishlari orasidagi masofa 2,9 mm (2-rasm).



2-rasm. Yangi geometrli arra tishlari.



3-rasm. Yangi profildagi arra tishlarining o'lchamlari

Shuningdek, biz R9 asbob po'latining eng katta kritik mustahkamlik barqarorligi indeksiga ega ekanligini aniqladik. 3-rasmda biz indikatorning ortishi, minimal inertsiya momenti diskning barqarorligi (kritik kuch) oshishiga olib kelishini ko'rishimiz mumkin. Bundan biz inertsiya ellipsini ko'rib chiqamiz va ma'lum yuklamalargacha detalning barqarorligini baholash uchun ellipsning istalgan nuqtasidan uning o'rnini o'lchashimiz mumkin [4].

Biz arra orasidagi turli masofalarda arra va qistirmalarni tadqiq qildik. Dinamik yuk ostida ishlaganda arra barqarorligini ta'minlash uchun biz geometrik xususiyatlardan foydalangan holda arra masofalari orasidagi optimal parametrlarni aniqladik. Ushbu ko'rsatkichlardan foydalanib, biz jinning ishchi qismlarining eng yaxshi versiyasini simulyatsiya qilishimiz va arralarning xizmat qilish muddatini ikki baravar oshirishimiz mumkin.

Ushbu tadqiqotlar ish kamerasida arra diskining ish vaqtini 100 dan oshirish uchun zarur bo'lgan materialni aniqlashga imkon berdi.

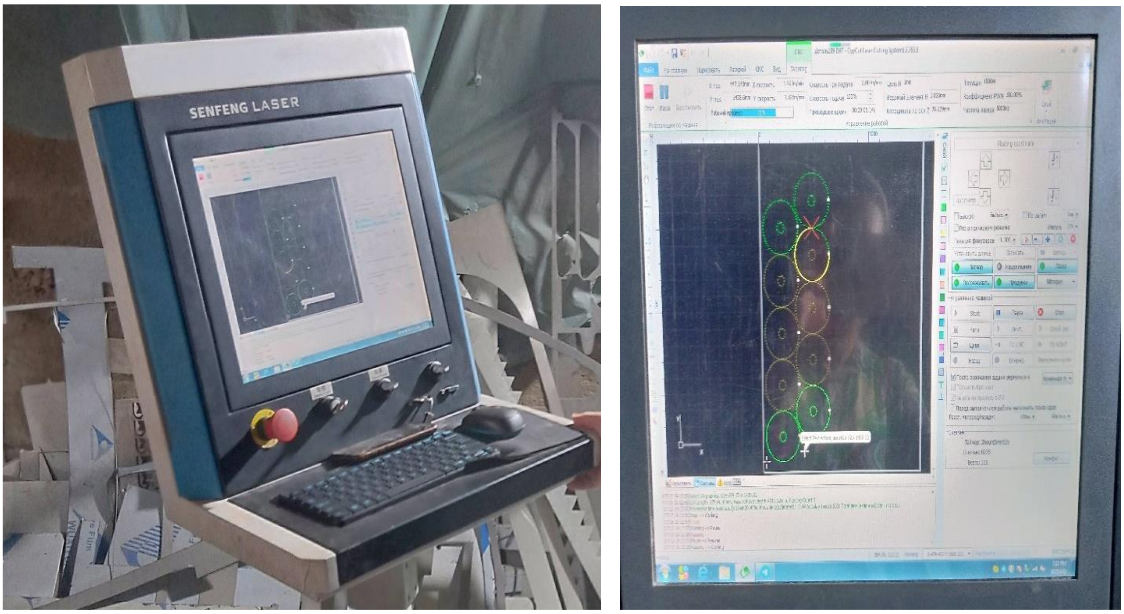
Ammo hozirgi vaqtda eski arra ishlab chiqarish texnologiyasi asbob po'latlarini qayta ishlash imkoniyatini murakkablashtiradi va U8G tez eskirish jarayoniga o'tadi[5]. Disklarni ishlab chiqarish uchun ushbu materiallardan foydalanish arralarning ishlash vaqtini ko'paytirish va ko'p pul va resurslarni tejash imkonini beradi. Tish ochish dastgohlari uchun zımbalar va qoliplar. Buning uchun lazerli va suvli kesishning asbob po'latlarini qayta ishlash texnologiyasining ilg'or yo'nalishlaridan foydalanish kerak. 4-rasmda ishlov berish usuli uskunada lazer bilan kesish yo'li bilan yangi tish profilli bitta arra ishlab chiqarishda ko'rsatilgan. Arra ishlab chiqarishdan oldin biz bir nechta varaqlarni bir-biriga qarama-qarshi qo'yamiz va shuning uchun u lazerni kesishning aniqligidan foydalangan holda kerakli materialdan bir nechta qatlamlarni hosil qiladi, biz bir vaqtning o'zida ishlov berish uchun qo'yishimiz mumkin, masalan, 5 ta metall qatlam. 4-rasmda ishlov berish usuli uskunada lazer bilan

kesish yo’li bilan yangi tish profiliga ega bo’lgan ma’lum miqdordagi arralarni ishlab chiqarishda ko’rsatilgan [6].



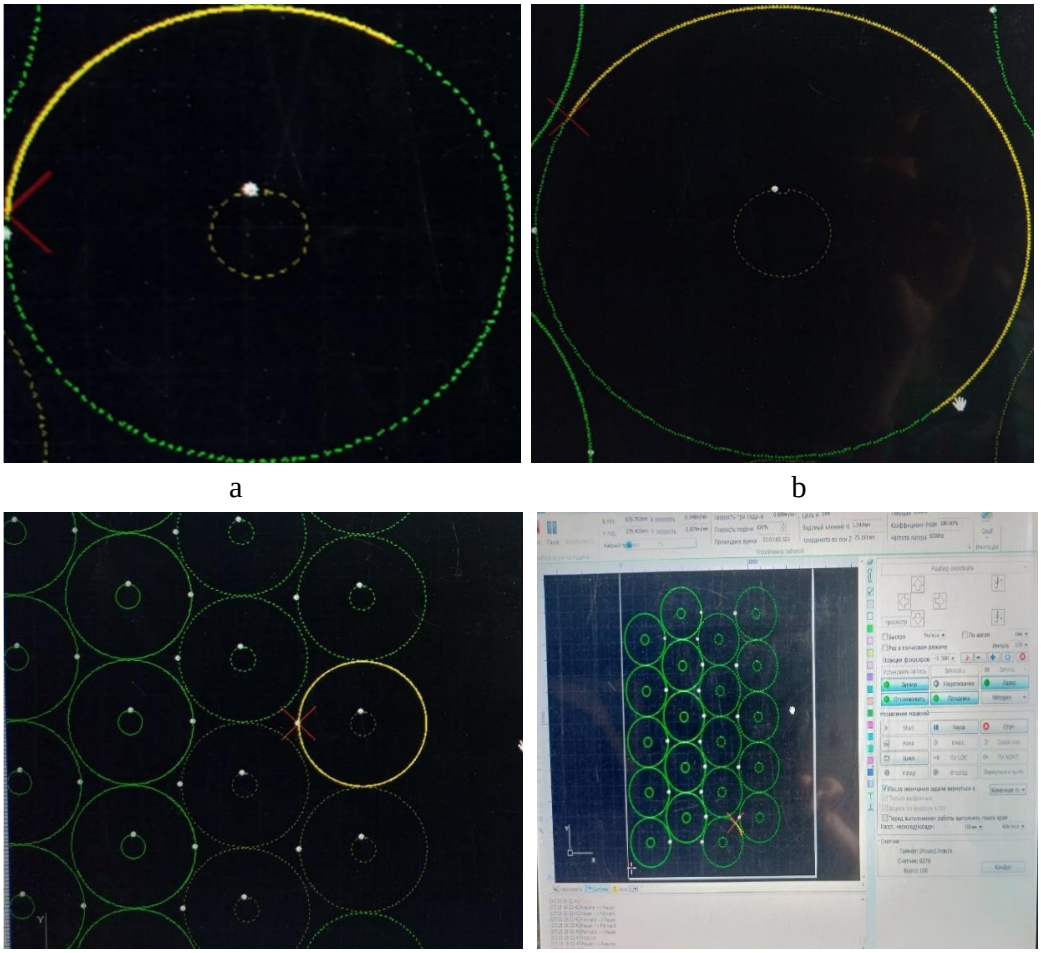
4-rasm. Solid CAM dasturi yordamida yangi tish profilli arra ishlab chiqarish.

Natija shuni ko’rsatadiki, Solid CAM dasturi yordamida yangi tish profilli arra ishlab chiqarish uchun gidroabraziv kesishdan foydalanish unumdorlikni bir necha bor oshirish imkonini beradi (5a-rasm). Biz odatdagi ishlov berish bo‘yicha ishlov berish vaqtini 60% gacha qisqartirishga erishdik. Bundan kelib chiqadiki, biz asbob po’latlaridan energiya va resurslarni tejaydigan yangi arralarni chiqarishimiz mumkin, bu esa materiallarni sotib olish va metallarni qayta ishlashga sarflanadigan mablag’larni tejashga yordam beradi.



5a-rasm. Solid CAM dasturi uchun boshqaruv pulti

Arra tishining yangi profilini joriy etish paxta tolasidan chigit novdasida hosildorlikni 15-20 foizga oshirish imkonini beradi. Arrali jin mashinasida yangi arralardan foydalanish arra quvvatini bir necha barobar oshirish imkonini beradi (5b-rasm). Yuqorida keltirilgan ma’lumotlarni hisobga olgan holda shuni aytishimiz mumkinki, paxtani qayta ishlash sanoatida energiya tejamkorligidan foydalanadigan sanoat texnologiyalarni tejash imkonini beradi [7].



a b

v g

5b-rasm. Dfx programmasida arra tishlarini ochish.

Arrali silindr tezligi rostlanadigan arrali jin mashinasini ishlab chiqarish sharoitida sinash maqsadida Namangan viloyatining Kosonsoy paxta tozalash korxonasida tajribalar o‘tkazildi (2-ilova). Sinovlar Super elita va R-3 7,9 % namlikdagi va 0,8 % ifloslikdagi, va R-3 9,3 % namlikdagi va 2,9 % ifloslikdagi paxtada o‘tkazildi. Dastlabki sinovlar natijalaridan kelib chiqib, boshqarish usulini tanlash uchun arrali silindrning aylana tezligi biz tomonimizdan tanlandi. Eksperimentlar uchun arra tishlarining qadami 2,97 mm va tish balandligi 2,2 mm bo’lgan arrali jin tanlandi (5c-rasm). Tajribalar uslubiyati III-bobda keltirilgan.



1 – 4DP-130 arrali jin, 2 – boshqarish pulti.

5c-rasm. Yangi tizimli arrali jin mashinasi (a) va chastota o’zgartirgich (b).

I- va IV-nav paxtada arrali jin arrali silindrining aylana tezligi mos ravishda 550 ayl/min va 850 ayl/min ga, ya’ni chiziqli tezligi 9 m/s va 14 m/s ga moslandi. Arrali silindr elektromotori tezligini chastota o‘zgartirgich orqali rostlash yo‘li bilan nazorat qilib turildi.

1-jadval

Super elita - va R-3 navli urug‘lik paxtada ikki xil arrali jinlarda o‘tkazilgan tajribalarning solishtirma natijalari

№	Sifat ko’rsatkichlari	Super elita urug‘lik paxtada		R-3 urug‘lik paxtada	
		4DP-130	Yangi tizimli 4DP-130	4DP-130	Yangi tizimli 4DP-130
1	Unumdorlik, kg/arra-soat	12,3	11,0	8,8	13,5
2	Paxtaning namligi, %	7,9	7,9	9,3	9,3
3	Paxtaning ifloslanganligi, %	3,0	3,0	8,0	8,0
4	Tozalashdan keyingi tolaning nuqsonlar va iflos aralashmalar massaviy ulushi, jumlandan, %: Ifloslik Singan chigit Tola nuqsonlari	2,2 0,8 0,7 0,3	1,7 0,8 0,3 0,2	5,7 3,0 1,1 1,1	6,1 3,0 1,4 1,2
5	Shtapel massa uzunligi, mm	33,3	33,4	31,6	31,5
6	Jindan keyingi chigitning mexanik shikastlanganligi, %	1,5	0,5	4,3	4,4
7	Chigitning tukdorligi, %	11,8	11,6	12,0	12,2

Xulosa: Ushbu tadqiqotda paxtani jinlash jarayonida arrali silindr tishlarining geometrik parametrlarining tola va chigit sifatiga ta’siri chuqur o‘rganildi. Olib borilgan nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijasida arra tishining yangi profili ishlab chiqildi hamda uning samaradorligi ishlab chiqarish sharoitida sinovdan o‘tkazildi.Natijalar shuni ko‘rsatdiki, jinlash jarayonida xomashyo zichligining ortishi tola va chigitning shikastlanishiga olib keladi, ammo arra tishining optimal geometrik parametrlari tanlanganda ushbu salbiy ta’sirlarni kamaytirish mumkin. Yangi profilli arralardan foydalanish tola sifatini yaxshilash, nuqsonlar miqdorini kamaytirish va chigitning mexanik shikastlanishini sezilarli darajada pasaytirishga imkon berdi.Ishlab chiqarish sharoitida o‘tkazilgan tajribalar natijasida yangi tizimli arrali jin mashinasi qo‘llanilganda ayrim holatlarda unumdorlik oshgani, tolaning sifat ko‘rsatkichlari yaxshilangani va energiya hamda resurslardan samarali foydalanish ta’minlangani aniqlandi. Shuningdek, zamonaviy ishlov berish usullari (lazerli va gidroabraziv kesish)ni qo‘llash arra ishlab chiqarish vaqtini qisqartirish va iqtisodiy samaradorlikni oshirish imkonini berdi.Umuman olganda, ishlab chiqilgan yangi arra tish profili va texnologik yechimlar paxtani qayta ishlash sanoatida mahsulot sifatini oshirish, ishlab chiqarish unumdorligini ko‘paytirish hamda energiya tejamkorligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

[1]. Г.И. Мирошниченко. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. Москва. Машиностроение. 1972 г. Стр. 221-222.

[2]. .https://www.elec.ru/articles/preobrazovateli-chastoty-preimushestva-i-gramotnyj/

[3]. E.Z.Zikriyoyev Paxta xomashyosini birlamchi qayta ishlash (darslik). Toshkent - “Mexnat” - 1999, 108 b.

[4]. Omonov F.B. va hokazo. Paxtani birlamchi qayta ishlash bo'yicha qo'llanma. Toshkent 2018 y. 403-405.

[5]. R.Muradov, M.Tadjibayev, Sh.Komilov, M.Inamova // Arrali jindan chiqayotgan chigitlarni vibratsion saralash matematik modeli // O’zbekiston respublikasi adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi № DGU 15648 talabnoma kelib tushgan sana 22.04.2022 yil

[6]. M.D.Inamova, O.Sh.Sarimsaqov, K.I.Ortiqova // Urug‘lik chigit tolasini ajratishda mahsulot sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash maqsadida o‘tkazilgan tajriba natijalari // Urganch davlat universiteti, 2023yil. 54-57 bet
[7]. K.I.Ortiqova, Akmal Umarov, M.Inamova // Increasing the efficiency of saw ginning technology.// The American Journal of Engineering and Technology (ISSN The USA Journals Submission Date: October 20, 2023, doi.org/10.37547/tajet/Volume 05 Issue10-03
[8]. Левкович Б.А. -Patsiональный профиль зуба волокноотделительной пилы, «Сборник» ТТИ, №12, 1961.
[9]. Самандаров С.А. Аррали жинларда пахта хомашёсининг египит навларини жинлаш жараёнини имкониятларини ўрганиш Сборник н/и работ ТТИ, выпуск шестой, 1957, стр.111.
[10]. O’zDSt 604-2016. Пахта толаси. Техникавий шартлар. Ўзбекистон давлат стандарти. Стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш Ўзбекистон давлат маркази. Тошкент, 2016.

DETERMINATION OF OPTIMAL CONDITIONS FOR MECHANICAL PROCESSING USING VIBROACOUSTIC EMISSION

M.A. Mirzayev

Andijan State Technical Institute
murodilmirzayev@gmail.com:https://orcid.org/0009-0003-5266-6971
(Received on March 10 th, 2026)

Abstract. *Based on theoretical and experimental studies, a hypothesis was proposed regarding the possibility of optimizing the mechanical processing process through the analysis of vibroacoustic emission waves, and criteria for optimizing the processing speed were developed.*
Keywords: *vibroacoustic emission waves, cutting conditions, tool wear intensity.*
Annotatsiya. *Nazariy va eksperimental tadqiqotlar asosida vibroakustik emissiya to'lqinlarini tahlil qilish orqali mexanik ishlov berish jarayonini optimallashtirish imkoniyati haqida gipoteza taklif qilindi va ishlov berish tezligini optimallashtirish mezonlari ishlab chiqildi.*
Kalit so'zlar: *vibroakustik emissiya to'lqinlari, kesish sharoitlari, asbobning aşınma intensivligi.*
Аннотация: *На основе теоретических и экспериментальных исследований была выдвинута гипотеза о возможности оптимизации процесса механической обработки путем анализа виброакустических эмиссионных волн, а также разработаны критерии оптимизации скорости обработки.*
Ключевые слова: *виброакустические эмиссионные волны, условия резания, интенсивность износа инструмента.*

1.Introduction.

The close correlation between vibroacoustic emission parameters and cutting conditions has provided a real opportunity to optimize mechanical processing modes by analyzing the dependence of vibroacoustic emission parameters on these conditions. This, in turn, allows avoiding long-term and material-intensive experiments

2. Experiments, modeling (Materials and method)

Based on the analysis of vibroacoustic emission parameters, extensive experiments on the development and investigation of an express method for optimizing technological processes and mechanical processing were conducted by V.P. Loginov [90]. In his work, the author theoretically demonstrated the correlation between the tool fracture and the energy capacity of vibroacoustic emission waves generated by mechanical processing processes such as plastic deformation, material chipping, and friction on the tool’s contact surfaces. Experiments carried out on a specialized friction device confirmed that the energy capacity of vibroacoustic emission waves is sufficient to actively influence the chipping intensity at contact pairs and established the degree of impact of vibroacoustic emission waves on the fracture process of the tool’s contact surfaces.[1]

3.Results and Discussion

Based on theoretical and experimental studies, it was hypothesized that the mechanical processing process can be optimized through the analysis of vibroacoustic emission waves, and criteria for optimizing the processing speed were developed. The author understands the optimal speed as the processing speed at which the tool's fracture intensity is minimal (i.e., providing the maximum processing path until the onset of blunting).

In deriving the optimization criterion, based on theoretical studies, the following can be stated: the fracture magnitude Δh_3 along the tool's rear face during the processing time τ at the first approach can be expressed as follows.

$$h_3 = \Delta h_3 \frac{\tau}{\tau_p} \quad (1.12)$$

here, τ- processing time

τ_p- time until fracture of the microvolume of the cutting tool materialΔh_3- microvolume of the cutting tool material.

taking this into account,

$$\tau = \frac{l}{v}, \quad (1.13)$$

here; $l - h_3$ shear path up to fracture"

v—shear rate,

Similarly, based on theoretical and experimental studies on the effect of vibroacoustic emission waves on damage processes, the following conclusions can be drawn:

$$\tau_p \sim (AN)^{-1} \quad (1.14)$$

as a result, they reached new conclusions.

$$\frac{h_3}{I} = J \approx gW \quad (1.15)$$

Here, *J*-is the wear intensity, i.e., the ratio of wear per unit length of the cutting path;

g-is the processing constant;

W-is the developed optimization criterion.

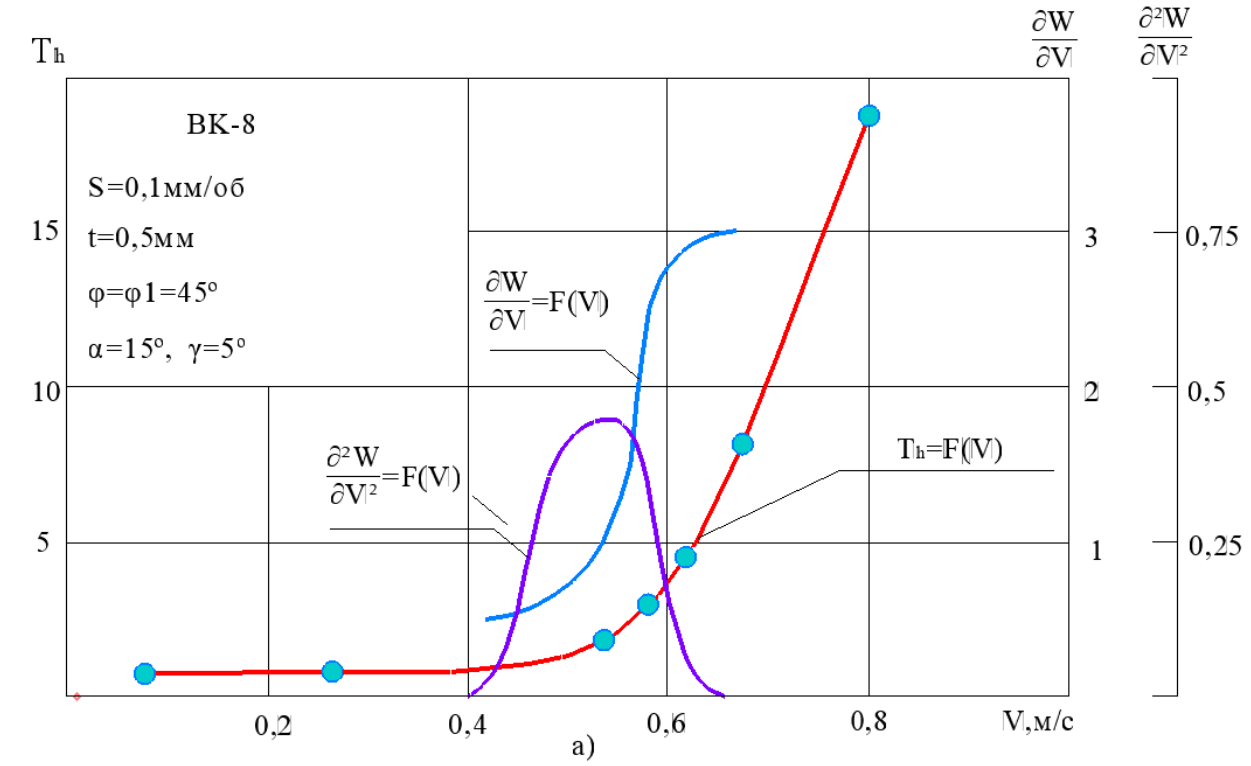
$$W = \frac{A,N}{V} \quad (1.16)$$

The developed criterion, as seen from formula (116), is proportional to the total impulse of vibroacoustic emission waves generated per unit length of the cutting path over a unit of time. According to the criterion, the wear intensity is minimized when the cutting speed VVV is at its maximum, provided that this does not lead to a sharp change in the W criterion. The quantitative evaluation of this criterion was carried out by analyzing the dependencies W=f(V)W = f(V)W=f(V).

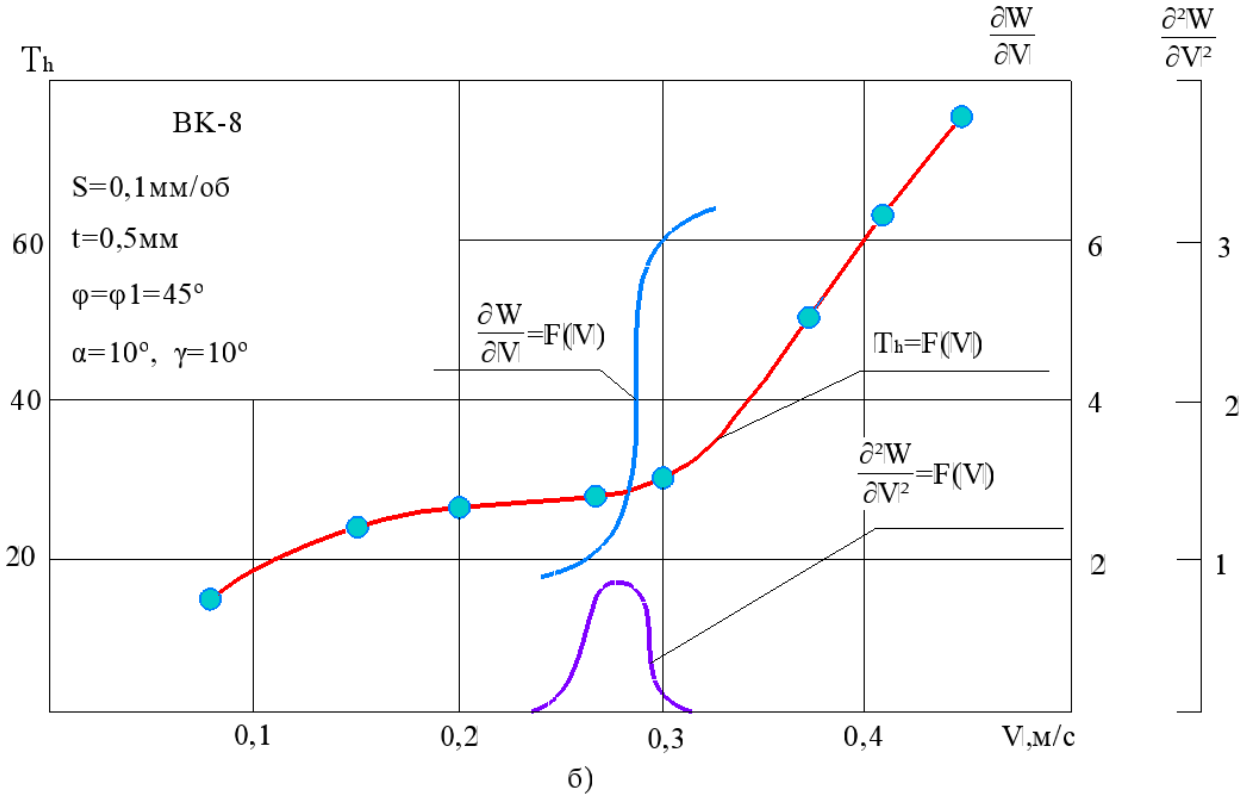
$$\frac{\partial W}{\partial V} = f(V), \frac{\partial^2}{\partial_V^2} = f(V)$$

To determine the physical meaning of the Th — cutting depth criterion and relate it to conventional research methods, durability tests were conducted. Experiments were performed on heat-resistant Steel 40X and 30XGSA alloys during turning operations. During the turning process, vibroacoustic emission parameters were recorded, and based on the obtained results, the following dependencies were constructed: T = f(V), OV = f(V) (Fig. 1.14), W = f(V), where T is the distance the back surface of the cutting tool wears until reaching h_3 = 0.6 mm.

Analysis of the obtained dependencies showed that the Th = F(V) curves sharply increase in regions corresponding to maximum efficiency zones. It was concluded that the developed rapid optimization criterion is physically justified, and the rapid-optimization results obtained using this criterion are consistent with those obtained by the classical method [2].



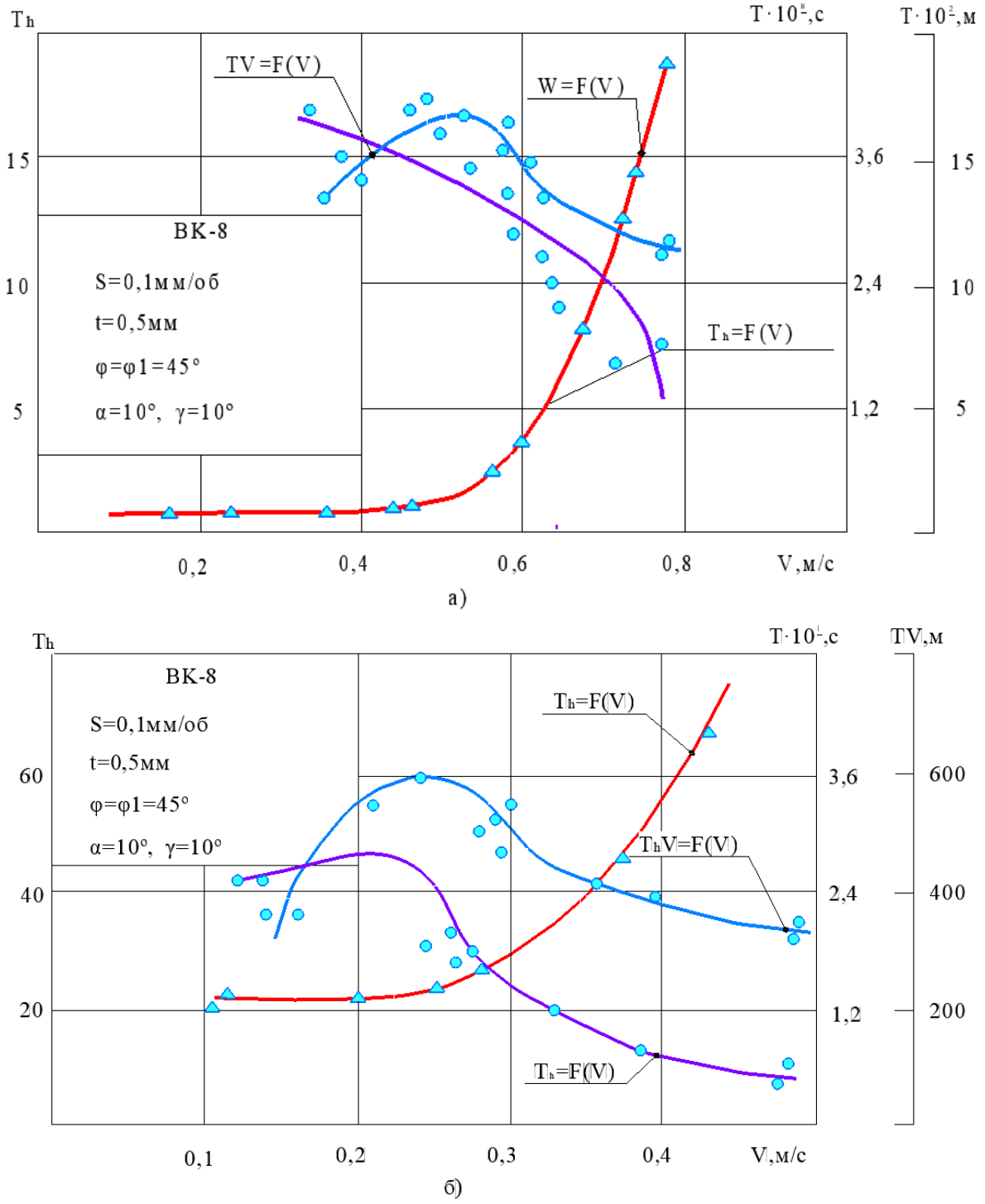
а)



б)

$$T = F(V);\ \frac{\partial W}{\partial V} = F(V);\ \frac{\partial^2 W}{\partial V^2} = F(V);$$ (1-figure)

For longitudinal cutting of heat-resistant steel:a)Steel 40X, b)Steel 35.
A – optimized cutting zone, showing dependence on V.



(2-figure)

Dependence of the K-coefficient, tool durability (T), and processing efficiency *(TV)* on *V* during transverse processing of Steel 45.

A rapid method for optimizing the technological processes of mechanical processing based on the proposed criterion was developed. However, in this study, only internal variable factors were taken into account.The issue of optimizing the geometry of cutting tools was considered in [24]. As a criterion for selecting the optimal geometry, the minimum value of the consumed energy associated with emission processes, in particular vibroacoustic emission, was chosen. The root-mean-square amplitude of the vibroacoustic emission was used as an energy-diagnostic parameter. It was shown that increasing the rake angle reduces cutting force, elastic energy, and vibroacoustic emission energy. However, if the rake angle exceeds the allowable value, the cutting edges become

brittle, heat removal worsens, and cutting energy increases, resulting in an increase in vibroacoustic emission. Therefore, for these processing conditions, there is an optimal rake angle corresponding to the minimum cutting energy and acoustic emission.[4]

During the diagnostic process, in order to select the most informative parameter, cutting force, thermoelectric voltage, and vibroacoustic emission amplitude were recorded during experiments. It was found that the most accurate results for optimizing the cutting angles are given by the amplitude AAA of the acoustic emission signal. The cutting force varies little with respect to the technological parameters of the process, while the thermo-EMK sometimes shows opposite values (Fig. 1.15). In addition, different γ-angle values correspond to different wear ranges of the cutting tool, which is explained by the fact that the wear intensity is not uniform throughout the tool's service life.

Studies were also conducted to optimize the back angle α. However, changes in the working angles of the cutting tool during processing—an external factor of non-stationarity that depends on the kinematic features of machining complex-shaped surfaces—were not taken into account by the authors.[5]

4. Conclusion.

The results of studying the variability of the processing conditions of specially prepared parts show that the process is characterized by both internal and external non-stationarity. These factors influence the output parameters of the technological process and cannot be ignored when optimizing cutting modes. Furthermore, it has been found that by affecting the external non-stationary factors of the cutting process, it is possible to influence the overall non-stationarity, i.e., to control the processing operation.

References

[1]. Mirzaev M.A, & Tukhtasinov R. D. (2022). Analysis Of Vibroacustic Signals (Vas) In Cutting in Cutting Machines Made of Tools. Eurasian Journal of Engineering and Technology, 3, 1–5. Retrieved from https://www.geniusjournals.org/index.php/ejet/article/view/554.[1]

[2]. Баходир Нуманович Файзиматов, & Муродил Авдивоси Ўғли Мирзаев (2021). Кесувчи асбобнинг кесувчи кисмини ейилишини виброакустик усул билан аниклаш. Scientific progress, 2 (2), 794-801..[2]

[3]. Хотамжон Ўлмасалиевич Акбаров, Баҳодир Икромжонович Абдуллаев, Муродил Авдувоси Ўғли Мирзаев (2021). Акустик сигналлардан фойдаланган ҳолда кесиш жараёнида кесувчи асбоб материаллари таъсирини ва кесиш шароитларини ўрганиш. Scientific progress, [3] 2 (2), 1614-1622.

[4]. Мирзаев, М. (2022). Анализ износа режущего инструмента по виброакустическому сигналу. Educational Research in Universal Sciences,1(7),440–445. Retrieved from http://erus.uz/index.php/er/article/view/914[5]

PAXTA TOLASI SIFAT KO'RSATKICHLARINI ZAMONAVIY USULDA ANIQLASHNING AFZALLIKLARI

K.O. Toshmirzayev, X.S. Saidazimova

Farg'ona davlat texnika universiteti
ORCID: 0009-0008-3387-056X
email: qodirjontoshmirzayev@gmail.com
email:husnorasaidazimova@gmail.com

(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Mazkur maqolada paxta tolasi sifat ko'rsatkichlarini zamonaviy instrumental va avtomatlashtirilgan usulir asosida aniqlashning afzalliklari tahlil qilinadi. Xususan, HVI (High Volume Instrument), uskunasi hamda raqamli laboratoriya texnologiyalarining aniqlik, tezkorlik va obyektivlikni oshirishdagi ahamiyati yoritiladi. Zamonaviy baholash tizimlari xalqaro savdoda raqobatbardoshlikni ta'minlash, eksport salohiyatini oshirish va to'qimachilik sanoatida sifat menejmentini takomillashtirishda muhim omil ekanligi asoslab beriladi.*

Kalit so'zlar: *paxta tolasi, sifat ko'rsatkichlari, HVI, zamonaviy usullar, laboratoriya tahlili, raqamli texnologiya, eksport sifati.*

Abstract: *This article analyzes the advantages of modern instrumental methods for determining cotton*

fiber quality parameters. Special attention is given to HVI (High Volume Instrument) testing system, and digital laboratory technologies. The study highlights their role in improving accuracy, objectivity, competitiveness, and quality management in the textile industry.

Keywords: *cotton fiber, quality parameters, HVI, modern testing methods, laboratory analysis, digital technology.*

Аннотация: *В статье анализируются преимущества современных инструментальных методов определения качественных показателей хлопкового волокна. Рассматриваются системы HVI. Обосновывается их значение в обеспечении объективности оценки, повышении конкурентоспособности и совершенствовании системы менеджмента качества в текстильной промышленности.*

Ключевые слова: *хлопковое волокно, показатели качества, HVI, современные методы, лабораторный анализ, цифровые технологии.*

Nazariy qism

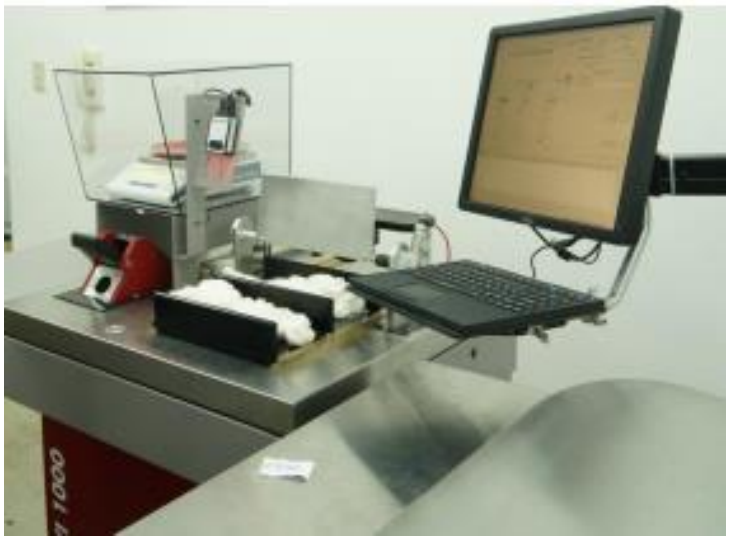
Paxta tolasi to‘qimachilik sanoatining asosiy xomashyosi hisoblanadi. Uning sifat ko‘rsatkichlari ip yigirish, mato ishlab chiqarish va tayyor mahsulotning ekspluatatsion xususiyatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. An’anaviy usullarda sifatni aniqlash ko‘proq vizual baholash va qo‘lda o‘lchashga asoslangan bo‘lib, inson omiliga bog‘liqlik yuqori bo‘lgan. Bugungi kunda esa zamonaviy avtomatlashtirilgan uskunalar yordamida sifat ko‘rsatkichlari aniq va tezkor ravishda aniqlanmoqda.

Paxta tolasining asosiy sifat ko‘rsatkichlariga quyidagilar kiradi:

1. Paxta tolasining Mikroneyr ko‘rsatkichi.
2. Paxta tolasining uzunlik ko‘rsatkichlari.
3. Paxta tolasining birxillik indeksi.
4. Tolaning solishtirma uzilish kuchi yoki nisbiy uzilish kuchi.
5. Rang va ifloslanish darajasi

Mazkur ko‘rsatkichlar xalqaro standartlar asosida baholanadi (ISO 2403, ISO 4911 va boshqalar) [1].

Yuqorida keltirilgan ko‘satkichlarni bilishlik hamda ularni me’yorlarini aniqlash muhim o‘rin egallaydi. Albatta shuni ta’kidlab o‘tish joizki, ko‘p ko‘rsatkichlar qatoriga tolaning nur qaytarish koeffitsiyenti, ya’ni oqlik darajasi; tolaning sariqlik darajasi; tolani yigirishda yaroqlilik indeksi ko‘rsatkichlari ham muhimdir. Lekin yuqorida ko‘rsatib o‘tilgan 4 ko‘rsatkich eng muhim ko‘rsatkich bo‘lib, ularni bilishlik texnologiyani nazorat qilishda asosiy omil hisoblanadi. Paxta tolasining uzunlik, uzunlik bo‘yicha bir xillik, pishiqlik, uzilishdagi uzayish, mikroneyr, rang va ifloslik ko‘rsatkichlari kabi sifat ko‘rsatkichlarini xozirda yuqori samaradorlikdagi uskuna - **HVI tizimi (Eych-Vi-Ay yoki to‘liq High Volume Instrument)** yordamida aniqlanib kelinmoqda [2].



1-rasm. HVI tizimi.

Tolani pishib yetilganligi – tolaning eng asosiy ko‘rsatkichlaridan biri bo‘lib, u tola devorlarida sellyuloza qatlami to‘planishi natijasida, uni qalinlashishi va tola kanalini torayishini xarakterlab beradi. Tolani kanali diametrini, uni ko‘ndalang diametri yuzasiga nisbati **pishib yetilganlik koeffitsiyenti** deb ataladi.

Paxta tolasi pishib yetilganlik koeffitsiyentiga qarab 11 ta guruhga bo‘linadi:

5,0; 4,5; 4,0; 3,5; 3,0; 2,5; 2,0; 1,5; 1,0; 0,5; 0,0 2.2-rasm.

Paxta tolasining pishib yetilganlik koeffitsiyenti 3,0 dan past - juda ingichka;

3,0 dan 3,9 gacha - ingichka;

4,0 dan 4,9 gacha - o‘rta;

5,0 dan 5,9 gacha - dag‘al;

6,0 dan yuqori - juda dag‘al.

Mikroneyr ko‘rsatkichi - paxta tolasi namunasining havo o‘tkazuvchanligiga qarab tolaning ingichkaligi va pishib yetilganligini ta’riflaydi. Mikroneyrni aniqlash, havoni ma’lum bosim ostida vazni aniq bo‘lgan tola namunasidan o‘tishiga asoslangan. Tolani massasi va kamerani hajmi doimiy bo‘lib, tolalarning yuzasi ortib borishi bilan havoning qarshiligi ortib boradi. Mikroneyr ko‘rsatkichi tolalar perimetri yoki tolalar devorining qalinligiga (sellyuloza bilan to‘ldirilganligi darajasiga), yoki bir yo‘la ikkala parametriga bog‘likdir. Mikroneyrni bazis oralig‘I 3,5 dan 4,9 gacha qilib olingan. Shu oraliqdagi mikroneyrli tolalar chegirimsiz sotiladi. Undan yuqori yoki kam bo‘lsa preyskurant narxnomasi bo‘yicha bazisdan yuqori yoki kam bo‘lgan har bir 0.1 mikroneyrga 2 % tolaning narxidan chegirma qilinadi. Tola eksport shartnomasi bo‘yicha baholanganda 5,0 mikroneyrga 0,5% chegirma, 5,1 va undan yuqori bo‘lgan, 3,5 dan kam bo‘lgan har bir 0,1 mikroneyrga 1% dan chegirma qilinadi.

Bundan tashqari, Jaxon paxta bozorida 3,8-4,5 mikroneyr oralig‘idagi tolalar "Optimum" hamda 3,7-4,2 mikroneyr oralig‘ida bo‘lgan tolalar "Premium" darajasi bo‘lib, bu xaridorgirligi yuqori bo‘lgan mikroneyr oralig‘i hisoblanadi. 1-rasmda Respublika bo‘yicha 2011 – yil hosilining mikroneyr ko‘rsatkichlarini taqsimlanishi keltirilgan.

O‘zbekistonda yetishtirilayotgan paxtanint mikroneyr ko‘rsatkichlarini barchasi bazis oralig‘ida, lekin 4,6 dan 4,9 gacha bo‘lgan mikroneyrli tolalar miqdori o‘rtacha 50 % dan yuqori. Bu sohada seleksioner olimlarimiz yangi navlarni yetishtirish va ularni rayonlashtirishda xaridorgir bo‘lgan g‘o‘za navlarini yaratishga harakat qilishmoqda[3].

Paxta tolasining uzunlik ko‘rsatkichi - NVI usulida yuqori o‘rtacha uzunligi aniqlanadi, ya’ni tekshirilayotgan namuna og‘irligining yarmini tashkil qiluvchi eng uzun tolalarning o‘rtacha uzunligi bo‘lib, dyuym yoki mm larda aniqdanadi. Jahon bozorida tolaning uzunlik birligi qilib dyuym belgilangan. Bir dyuym 1"-1/32 ko‘rinishda klasserlik usulida yoki NVI usulida 1.00 (100) ko‘rinishida aniqlanadi. Uzunlik bo‘yicha bazis 36 kod yoki 4 tip belgilangan. Har bir kodga yuqori yoki kam bo‘lgan tolalarga o‘rtacha 0,5%dan ustama yoki chegirma narhlar belgilanadi. O‘zbekistonda yetishtirilgan paxtaning aksariyati, ya’ni o‘rtacha 85-87 foizi 4 tiplarga taaluqli.

Birxillik indeksi - tolalarning o‘rtacha uzunligini yuqori o‘rtacha uzunligiga nisbati bilan belgilanadi va foizlarda ifodalanadi. Bu ko‘rsatkich tolalarni uzunlik bo‘yicha bir tekisligi yoki notekisligini ko‘rsatadi. Agarda namunadagi barcha tolalarning uzunligi bir xil bo‘lganda, bir xillik indeksi 100 foizga teng bo‘lar edi. Birxillik indeksi o‘rtacha 80-82% dan yuqori bo‘lgan tolalar to‘qimachilik sohasida yaxshi tolalar hisoblanadi. Tolani uzunlik bo‘yicha birxilligi xom ipning birxilligi va pishiqligiga, shuningdek paxtadagi kalta tolani miqdoriga ta’sir qiladi. Birxilligi past bo‘lgan paxta tolasida odatda, kalta tolalarni foizi yuqori bo‘ladi. Bunday tolalardan asosan sifati past bo‘lgan xom ip ishlab chiqariladi.

Solishtirma uzilish kuchi yoki nisbiy uzilish kuchi - tolaning pishiqligini ifodalaydi. Tolaning uzilish kuchi to‘qimachilik mahsulotlarining ishlatilishi jarayonida har xil deformatsiyalarga (buralish, cho‘zilish, egilish) bardosh berishini belgilovchi pishiqligini aniqlaydi.

Pishiqlik - tolaning o‘qi bo‘yicha yo‘nalgan kuchlarga qarshilik ko‘rsata olish qobiliyati bilan belgilanib, uning uzilish kuchi kattaligi bilan harakterlanadi. Uzilish kuchi alohida tolalarni yoki tolalar tutamchasini uzish yo‘li bilan aniqlanadi. Cho‘zilishdagi tola pishiqligi uzilish kuchi (sN/teks, gk/teks) bilan ifodalanadi. Bir teks uzunligi 1000 metr bo‘lgan tolani grammlarda o‘lchangan vazniga teng.

Tola qanchalik ingichka bo‘lsa, undan yigiriladigan ip shunchalik pishiq va tekis bo‘lib, shunchalik qatta uzilish kuchiga bardosh bera oladi. Sababi, bunday ipning ko‘ndalang kesimida cho‘zuvchi kuchni qabul qiluvchi ko‘proq tolalar soniga to‘g‘ri keladi. Pishiqlikni aniqlovchi Pressli dinamometri, Stelometr va NVI uskunalarda uzish uchun tolalar tutamidan foydalaniladi. O‘rta tolali paxta tolasini 1 va 2 navlari uchun solishtirma uzilish kuchini meyoriy oralig‘i 23,0-27,8 sN/ teks yoki 23,5-28,4 gk/teks qilib belgilangan.

Yuqori o‘rtacha uzunlik – Upper Half Mean Length (UHM) – tekshirilayotgan namuna massasining yarmini tashkil qiluvchi eng uzun tolalarning o‘rtacha uzunligi bo‘lib, dyuymda yoki mm da ifodalanadi. 1 dyuym = 25,4 mm ga teng. Yuqori sifatli yigiruv ipni ishlab chiqarish uchun talab

etilgan uzunlik 1,13 dyuymga teng. O‘zbek paxtasining yuqori o‘rtacha uzunligi 1,12-1,13 dyuym atrofida (Turkiyada 1,14 dyuym, Avstraliyada 1,16-1,21 dyuym, Kaliforniyada o‘rta tolali paxtaning uzunligi 2-3 tiplarga to‘g‘ri keladi, Braziliya 1,11 dyuymdan kam bo‘lmagan tolani yetishtirish rejalashtirgan, Xindiston va Xitoy paxtasi juda xilma-xil, ayrim viloyatlari uzunligi ancha uzun, lekin uzunligi past bo‘lgan viloyatlari ham ko‘p).

Nur qaytarish koeffitsiyenti – Reflectance (Rd) – sinalayotgan paxta tolasi namunasi yuzasidan qaytgan yorug‘lik miqdori, foiz hisobida ifodalanadi. Ushbu ko‘rsatkich qancha yuqori bo‘lsa, shuncha tolaning rangi oq va uning tashqi ko‘rinishi va yaltiroqligi oshadi. O‘zbek paxtasining nur qaytarish koeffitsiyenti 78-80% atrofida. Jaxon talabi bo‘yicha birinchi nav tolalar uchun 75 foizdan kam bo‘lmasligi kerak.

Sarg‘ishlik darajasi – Yellowness (+b) – sinalayotgan tola namunasi tarkibida sarg‘ishlik darajasini belgilaydi. Tolada qancha sarg‘ishlik darajasi kam bo‘lsa, shuncha tolaning tashqi ko‘rinishi oshadi. Sarg‘ishlik darajasi yuqori bo‘lgan seleksion navlarni ekish O‘zbekistonda umuman tavsiya etilmaydi.

Tresh kod – Trash Code (T) – notolaviy aralashmalar bilan ifloslanganlik ko‘rsatkichi, iflos aralashmalar maydonini 10 ga ko‘paytirish yo‘li bilan aniqlanadi. Masalan, agar iflos aralashmalar maydonining ulushi 0,4 % ni tashkil etsa, Tresh kod 4 ga teng bo‘ladi. Jaxon bozorida toza tolaning raqobatbardoshligi juda yuqori xisoblanadi, chunki zamonaviy yigiruv uskunalari iflosligi kam miqdorda bo‘lgan tolalarni qayta ishlashga mo‘ljallangan.

Solishtirma uzilish kuchi – Strength (Str) – paxta tolasining pishiqligi bo‘lib, kalibrlanuvchi paxtaning HVI graduirovkasida (HVI Calibration Cotton), gs/teksda ifodalanadi. Solishtirma uzulish kuchi 1 va 2 nav o‘rta tolali paxta uchun 23.5-28.4 gs/teks qilib belgilangan. Solishtirma uzilish kuchining 23,5 gs/teksdan past ko‘rsatkichga ega bo‘lgan tolalar chegirma bilan sotiladi. O‘zbek tolasining s**olishtirma uzilish kuchi o‘**rtacha 31,5 gs/teks teng.

Uzilishdagi uzayishi – Elongation (Elg) - HVI tizimidagi dinamometrda tolaning uzilishdagi uzayishi, foizlarda ifodalanadi. Jaxon bozorida ushbu ko‘rsatkich 6 dan past bo‘lmasligi kerak. O‘zbek paxtasining kuchli taraflaridan biri tolaning uzilishdagi uzayish ko‘rsatkichi 8,8% atrofida.

Oliy sifatli yigiruv ip ishlab chiqarishga bo‘lgan talablar

1-jadval

Classing grade	Strict MiddlingWhite (21-2)	Birinchi yaxshi
Staple length (uzunlik)	≥ 1-1/8 inches (1.13 inches / 28.6 mm)	4 tip va undan yuqori (O‘zbek paxtasiing uzunligi ≈1,124 teng)
Micronaire (mikroneyr)	3.8 - 4.2	Oliy sifatli yigiruv ip uchun amalda 3,8- 4,5 deb qabul qilingan, O‘zbek paxtasining 52% shu intervalga kiradi
Strength (solishtirma uzilish kuchi)	≥ 30 grams per tex	31,5
Color (nav)	White	1 nav
Reflectance (nur qaytarish koeffitsiyenti)	Rd ≥ 75	≈78
Yellowness (sarg‘ishlik)	+b < 9	≈8,6-8,7
Length uniformity ratio (birxillik indeksi)	≥ 83%	≈ 83,2
Short fiber content (kalta tolalar indeksi)	≤ 5%	≈ 5,6
Elongation (uzayish)	≥ 6%	≈8,8
Maturity (pishiqlik)		
Fineness (mayinlik)	≤ 180 millitex (µg/m)	
Neps (nepslar)	< 200 / gram	

O‘zbek paxtasining mikroneyr bo‘yicha kamchiklardan biri, qabul qilingan 3,5-4,9 intervalda bo‘lsada, lekin tola mikroneyrining o‘rtacha qiymati 4,6-4,7 bo‘lgan seleksion navlarni yetishtirilishi. Chet el seleksionerlar oldida, sug‘oriladigan maydonlar uchun mikroneyr ko‘rsatkichining eng optimal o‘rtacha qiymati 4,3 qilib hamda o‘rta tolali paxtaning uzunligi 3-4 tipga mansub bo‘lgan navlarni yaratish vazifasi belgilab qo‘yilgan.

2-jadval

HVI tizimida aniqlanadigan sifat ko‘rsatkichlarini metrologik xarakteristikasi quyidagi jadvalda keltirilgan

Ko‘rsatkichlar	Kalibrovkadagi xatolik darajasi	Laboratoriya ichidagi xatolik darajasi	Laboratoriya lararo xatolik darajasi
Uzunlik (dyum)	±0,007	±0,012	±0,018
Bir xillik indeksi, %	±0,70	±0,80	±1,20
Solishtirma uzulish kuchi, (g/teks)	±0,50	±1,00	±1,50
Mikroneyr	±0,10	±0,10	±0,15
Nur qaytarish koeffitsiyent (RD)	±0,40	±0,70	±1,00
Sarg‘ishlik darajasi (+b)	±0,40	±0,30	±0,50
Iflos aralashmalar maydoni, %	±0,05	±0,04	±0,10

Tolani yigirishga yaroqlilik indeksi (SSI) Zellweger Uster taklif qilgan formula orqali aniqlanadi:

SCI=412,7+2,9*Strength–9,32*Micronaire+49,28*UHML+4,80*Unifotmity+ 0.65*Rd

Ipni pishiqlik hisobi (SSR), ya’ni tolani yigirishdagi xarakteristika quyidagi formula orqali aniqlanadi: CSP= - 741,08+8,24*Strength-97,80*Micronaire+850,9*UHML+15,20* Uniformity +14,84*Rd – 27,87*b – 5,02*Leaf. Ushbu ko‘rsatkichlar tolaning sifat ko‘rsatkichlarini belgilab, ishlab chiqarish jarayonida albatta, tolaning ko‘rsatkichlari talab darajasiga yaqin bo‘lishi kerak[4].

Bugungi global bozor sharoitida paxta tolasi sifatini zamonaviy usullarda aniqlash mamlakatning eksport salohiyatini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, O‘zbekiston kabi paxta yetishtiruvchi davlatlar uchun bu strategik ahamiyatga ega.

Xulosa: Paxta tolasi sifat ko‘rsatkichlarini zamonaviy instrumental usullar yordamida aniqlash to‘qimachilik sanoatida sifatni boshqarish tizimini takomillashtirishga xizmat qiladi. HVI kabi tizimlar nafaqat aniqlik va tezkorlikni ta’minlaydi, balki xalqaro savdo jarayonlarida ishonchli baholash mezonini yaratadi. Bundan tashqari inson omilining kamayishi, standartlashtirilgan natijalarga ega bo‘lishga erishiladi. Kelajakda raqamli texnologiyalar va sun’iy intellekt asosidagi tahlil tizimlari yanada keng qo‘llanilishi kutilmoqda.

Adabiyotlar

[1]. Paxta tolasi klassifikatsiyasi va marketing B.A.Bayxanov, T.O.Tuychiyev, M.X.Ahmedov Toshkent 2024.
[2]. Rechard M. «Handbook of natural fibers” Volume 2: Processing and applications. Woodhead Publishing Limited, 2012. – 465 r.
[3]. Salimov A.M., Tuychiyev T.O., Axmedxadjayev X.T. Tabiiy tolalarni dastlabki ishlash texnologiyasi. O‘quv qo‘llanma. -N. : “Vodiy mediya”, 2020. - 287 b.
[4]. Salimov A., Wang Hua, Tuychiev T., Madjidov Sh. Technology and equipment for primary cotton processing. / O‘quv qo‘llanma. Dongxua, Xitoy – 2019. 189-b.
[5]. ISO Standards on Cotton Testing – International Organization for Standardization
[6]. https://www.iso.org[1]
[7]. U.S. Department of Agriculture. High Volume Instrument (HVI) System
[8]. https://www.ams.usda.gov[2]

ZIG‘IR TOLALI GAZLAMALARNI DASTLABKI TAYYORLASH JARAYONLARI VA TEXNOLOGIYASI TADQIQI

N.B. Isroilova, J.I. Oripov

Farg‘ona davlat texnika universiteti
ORCID: 0009-0002-6102-9678
e-mail: inavruza006@gmail.com
ORCID: 0009-0000-0247-1242
e-mail: joripov@19gmail.com
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Mazkur ilmiy maqolada zig‘ir tolali gazlamalarni dastlabki tayyorlash jarayonlari va ularning zamonaviy texnologiyalari tahlil qilinadi. Tadqiqotda zig‘ir tolalarining fizik-mexanik xususiyatlari, ularni yig‘ish, tozalash, quritish, tolaga ajratish (retting), tarash va ip yigirishga tayyorlash bosqichlari batafsil yoritilgan. Shuningdek, gazlamaning sifat ko‘rsatkichlariga dastlabki ishlov berish jarayonlarining ta’siri o‘rganilib, samarali texnologik usullar asoslab berilgan. Ishlab chiqarish jarayonida ekologik xavfsizlikni ta’minlash, resurslardan oqilona foydalanish hamda yuqori sifatli mahsulot olishga qaratilgan innovatsion yondashuvlar ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari yengil sanoat, xususan, to‘qimachilik sohasida zig‘ir tolali gazlamalar ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.*

Kalit so‘zlar: *zig‘ir tolasi, zig‘ir gazlamasi, dastlabki ishlov berish, retting jarayoni, tolani ajratish, tarash, ip yigirish, to‘qimachilik texnologiyasi, fizik-mexanik xususiyatlar, ekologik xavfsizlik, innovatsion texnologiyalar, yengil sanoat.*

Аннотация: *В данной научной статье рассматриваются процессы первичной подготовки льняных тканей и современные технологии их обработки. В исследовании подробно освещены физико-механические свойства льняных волокон, а также этапы их заготовки, очистки, сушки, отделения волокон (ретинг), чесания и подготовки к прядению. Кроме того, изучено влияние процессов первичной обработки на качественные показатели ткани и обоснованы эффективные технологические методы. Рассмотрены инновационные подходы, направленные на обеспечение экологической безопасности, рациональное использование ресурсов и получение продукции высокого качества. Результаты исследования способствуют повышению эффективности производства льняных тканей в легкой промышленности, в частности в текстильной отрасли.*

Ключевые слова: *льняное волокно, льняная ткань, первичная обработка, процесс ретинга, отделение волокон, чесание, прядение, текстильная технология, физико-механические свойства, экологическая безопасность, инновационные технологии, легкая промышленность.*

Abstract: *This scientific article examines the processes of primary preparation of linen fabrics and their modern technologies. The study provides a detailed analysis of the physical and mechanical properties of flax fibers, as well as the stages of harvesting, cleaning, drying, fiber separation (retting), carding, and preparation for spinning. In addition, the influence of primary processing on the quality characteristics of the fabric is investigated, and effective technological methods are substantiated. Innovative approaches aimed at ensuring environmental safety, rational use of resources, and production of high-quality products are also considered. The results of the study contribute to improving the efficiency of linen fabric production in the light industry, particularly in the textile sector.*

Keywords: *flax fiber, linen fabric, primary processing, retting process, fiber separation, carding, spinning, textile technology, physical and mechanical properties, environmental safety, innovative technologies, light industry.*

So‘nggi yillarda jahon to‘qimachilik sanoati ekologik toza va barqaror xomashyolarga bo‘lgan talabning ortishi bilan jadal rivojlanib bormoqda. Tabiiy tolalar orasida zig‘ir tolasi o‘zining ekologik tozaligi, yuqori mustahkamligi, gigroskopikligi va qulay gigienik xususiyatlari bilan alohida ahamiyat kasb etadi. Zig‘ir tolali gazlamalar yengil kiyim-kechaklar, tibbiy buyumlar hamda maishiy mahsulotlar ishlab chiqarishda keng qo‘llanilib, ularning texnologiyasini takomillashtirish zamonaviy to‘qimachilik sanoatining dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Zig‘ir tolali gazlamalar ishlab chiqarish samaradorligi ko‘p jihatdan tolaga dastlabki ishlov berish jarayonlarining sifatiga bog‘liq. Ushbu jarayonlar o‘z ichiga zig‘irni yig‘ib olish, tozalash, quritish, tolani ajratish (retting), maydalash, tarash va ip yigirishga tayyorlash kabi bir-biri bilan

uzviy bog‘liq bosqichlarni qamrab oladi. Har bir bosqich tolalarning fizik-mexanik xususiyatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatib, yakuniy mahsulot — gazlama sifatini belgilab beradi. Jarayonlarning noto‘g‘ri yoki yetarli darajada olib borilmasligi tolalarning shikastlanishiga, sifatning pasayishiga va ishlab chiqarish samaradorligining kamayishiga olib keladi.

Zig‘irga ishlov berishdagi muhim bosqichlardan biri bu retting jarayoni bo‘lib, unda tolalarni o‘simlik poyasiga bog‘lab turuvchi tabiiy moddalar parchalanadi. Rettingning turli usullari (tabiiy — shudringli, suvli va fermentativ usullar) tolalarning sifati va ekologik ko‘rsatkichlariga turlicha ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli ushbu jarayonni ilmiy asosda takomillashtirish, optimal texnologik sharoitlarni aniqlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Bundan tashqari, zamonaviy ishlab chiqarishda resurslardan oqilona foydalanish, chiqindilarni kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Innovatsion texnologiyalarni joriy etish, avtomatlashtirilgan uskunalardan foydalanish va energiya tejamkor usullarni qo‘llash orqali zig‘ir tolali gazlamalar ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkin.

Mazkur tadqiqotda zig‘ir tolali gazlamalarni dastlabki tayyorlash jarayonlari va texnologiyalari chuqur tahlil qilinadi. Shuningdek, tolalarning xususiyatlari, texnologik bosqichlarning mahsulot sifatiga ta’siri va samarali ishlab chiqarish usullarini ishlab chiqish masalalariga alohida e’tibor qaratiladi. Tadqiqot natijalari to‘qimachilik sanoatida yuqori sifatli zig‘ir gazlamalar ishlab chiqarishni rivojlantirishga xizmat qiladi.

Zig‘ir tolali gazlama tabiiyligi, nafas oluvchanligi va gigienik xususiyatlari bilan ayollar kiyimlari, ayniqsa yozgi ko‘ylaklar uchun juda mos hisoblanadi. Biroq ushbu material bilan ishlashda uning o‘ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda aniq texnologik ketma-ketlikka amal qilish zarur.

1.Gazlamani tanlash va tayyorlash

Zig‘ir gazlama tanlashda uning zichligi, sirtining tekisligi, tolalarning bir xilligi va rang sifati e’tiborga olinadi. Tikishdan oldin gazlama albatta namlab quritiladi (dekatatsiya qilinadi), chunki zig‘ir mato yuvilganda biroz qisqaradi. Bu jarayon keyinchalik tayyor mahsulot deformatsiyasining oldini oladi.

2.Model va konstruktsiyani tanlash

Ayollar ko‘ylagi uchun model tanlashda zig‘irning biroz qattiq va kam elastikligi hisobga olinadi. Shuning uchun odatda erkin siluetli, to‘g‘ri yoki yarim yopishgan shakldagi modellardan foydalaniladi. Konstruktsiya asosiy o‘lchovlar asosida chiziladi va gazlamaga joylashtirish (razkladka) iqtisodiy jihatdan to‘g‘ri amalga oshiriladi.

3.Bichish (kesish) jarayoni

Gazlama tekis yuzaga yoyilib, andaza asosida detallarga bo‘linadi. Zig‘ir gazlama sirpanmaydi, ammo tolalari bo‘sh bo‘lishi mumkin, shuning uchun kesishda aniqlik muhim. Tikuv haqi (zaxira) odatda 1–1,5 sm qilib olinadi.

Zig‘ir tolali gazlamalarni qayta ishlash va ulardan yengil kiyim tayyorlash texnologiyasini takomillashtirish nafaqat mahsulot sifatini oshiradi, balki ishlab chiqarish samaradorligini ham ta’minlaydi. Shu nuqtai nazardan, mazkur tadqiqotda zig‘ir tolali gazlamalarning xususiyatlarini o‘rganish, ularning asosida tikuv texnologiyasini takomillashtirish hamda tikuv jarayonini optimallashtirish yo‘nalishlari tahlil qilinadi. Marketing tadqiqotlari natijasiga ko‘ra ayollar yozgi kofta shim modeli tanlandi. 2026- 2027 yil mavsum uchun dizaynerlar tomonidan tavsiya etilayotgan keng va funksiyali ko‘ylaklar homilador ayollar garderobining ajiralmas va aktiv qismi bo‘lib, ular och va to‘q ranglarda, mayda gulli gazlamalarda bo‘ladi.

Yoz mavsumining asosiy palitrasi: bu mavsum uchun mos bo‘lgan xususiyat, qabul qilingan norma va standartalardan chetga chiqish, ranglar gammasiga bo‘lgan butunlay yangicha takliflar. Axromatik ranglar va yumshoq, gigroskopligi yuqori bo‘lgan yengil va qulay jinsi va paxta gazlamalar turlari mashhur bo‘ladi.

Mavsumiy matolar: havoni yaxshi o‘tkazuvchan, yumshoq, yengil va qulay paxta yoki zig‘ir gazlamalari.

Mavsumiy ranglar: oq, pushti, havo rang, va yashil ranglar.

Ayollar yengil kiyimining dekor elementlari sifatida: *dekorativ va utilitar bezaklar:* qoplama choʻntaklar va tugmalar; *dekorativ bezaklar:* kashta, qoʻyma burma, aplikatsiyalar;

Mavsumiy ranglar palitrasi: Ayollar zamonaviy yengil kiyimining toʻplami garderobning ajralmas va aktiv qismi boʻlib, uning ranglar palitrasi zamonaviy tikuv buyumlari uchun ishlangan ranglarga mos keladi. Bu ranglar: oq, qora, pushti, havo rang, va yashil ranglar.

Asosiy siluetlar: keng, trapetsiyasimon, ovalsimon va toʻgʻri bichimdagi kiyimlar. Asosiy e'tibor trapesiyasimon va toʻgʻri bichimli kiyimlarga qaratiladi

Trendlar: Ayollar yengil kiyimlari uchun yupqa, xavo oʻtkazuvchan va yengil zigʻir matosi tavsiya etiladi. Ma'lumki, turli brendlar ayollar uchun ham bir necha xil liboslarni taqdim qilmoqda. Liboslar albatta rang-barang, zamonaviyligi bilan ajralib turadi.



1-rasm Tanlangan model namunasi.

Modelga ta'rif. Model yengil, tabiiy tolali gazlamadan tikilgan kundalik kiyim ansamblini namoyish etmoqda. Yuqori qismi zigʻir matodan tikilgan chang tusli, uzun yengli, tugmali koʻylak boʻlib, klassik uslubda ishlangan. Pastki qismi esa och bej rangdagi toʻgʻri fasonli shimdan iborat. Shim bel qismida buklamalar bilan shakllantirilgan boʻlib, qulaylik va erkin harakatlanishni ta'minlaydi. Tabiiy ranglar uygʻunligi kiyimga soddalik, nafislik va tabiiylik bagʻishlagan. Ushbu model kundalik kiyinish uchun qulay, ekologik toza va zamonaviy minimalistik uslubga mos keladi.

Shuningdek, modelning konstruktiv yechimlari inson gavdasiga mos ravishda ishlab chiqilgan boʻlib, unda ortiqcha bezaklardan voz kechilib, shakl va proporsiyalarga alohida e'tibor qaratilgan. Koʻylakning yenglari erkin bichimda boʻlib, kundalik faoliyat davomida qulaylikni oshiradi, tugmali yopilish qismi esa foydalanishda amaliylik yaratadi. Yoqaning klassik shakli modelga tartibli va rasmiyroq koʻrinish beradi.

Shimning toʻgʻri fasoni esa turli tana tuzilishiga moslashuvchan boʻlib, uni universal kiyim turiga aylantiradi. Bel qismidagi buklamalar nafaqat dizayn elementi sifatida xizmat qiladi, balki

kiyimning ergonomik xususiyatlarini ham yaxshilaydi. Bundan tashqari, shim uzunligi va kengligi muvozanatli tanlangan bo‘lib, umumiy siluetning uyg‘unligini ta’minlaydi.

Modelni yanada mukammal qilish uchun unga mos aksessuarlar — tabiiy materiallardan tayyorlangan sumka, oddiy poyabzal yoki minimalistik taqinchoqlar bilan boyitish mumkin. Bu esa obrazni yanada zamonaviy va estetik jihatdan to‘liq qiladi.

Umuman olganda, mazkur model zamonaviy ayollar garderobida muhim o‘rin egallaydi. U o‘zining qulayligi, ekologik tozaligi va nafis dizayni bilan kundalik hayotda keng qo‘llash uchun mos bo‘lib, minimalizm va tabiiylikni qadrlovchi iste’molchilar uchun ayni muddao hisoblanadi.

Texnologik tartib

Jadval 1

Operatsiya tartib raqami	Bo‘linmas operatsiyalarni nomi	Ishning ixtisosi	Ishning razryadi	Sarf vaqti, s	Asbob-uskuna va moslamalar
1	2	3	4	5	6
1	Bichiq detallarini qabul qilish	Q	1	120	Qo‘lda
2	Yoqa dettalariga qotirma yopishtirish	D	1	20	Dazmol
3	Yoqa detallarini biriktirish	M	3	65	Juki DDL-8700
4	Old va ort bo’lak yelka qismini biriktirish	M	3	70	Juki DDL-8700
5	Old va ort bo’lak yelka qismini yo‘rmalash	MM	3	90	**Jack E4S-4-M03**
6	Yengni asosiy bo’lakka tikish	M	3	110	Juki DDL-8700
7	Yengni chokini yo‘rmalash	MM	3	80	**Jack E4S-4-M03**
8	Ort va old bo‘lakni biriktirish	M	3	110	Juki DDL-8700
9	Ort va old bo‘lakni yo’rmalash	MM	3	90	**Jack E4S-4-M03**
10	Tayyor yoqani asosiy detalga biriktirish	M	3	100	Juki DDL-8700
11	Yoqa chokini yo‘rmalash	MM	3	90	**Jack E4S-4-M03**
12	Aetak va yeng ismni bukish	M	3	100	**Juki DDL-8700**
13	So’ngi ishlov berish	D	2	120	**Dazmol**
	Jami			1165	

Xulosa.Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, zig‘ir tolali gazlamalar ayollar yozgi kiyimlari uchun eng qulay va ekologik jihatdan xavfsiz materiallardan biridir. Ularning havo o‘tkazuvchanligi, namlikni yutish xususiyati, gigienik va estetik ko‘rsatkichlari yuqori bo‘lib, inson tanasiga yoqimli ta’sir ko‘rsatadi. Zig‘ir matolardan tikilgan kiyimlar nafaqat issiq iqlim sharoitida qulaylik yaratadi, balki uzoq muddatli foydalanishda shaklini saqlab qoladi. Tikuv jarayonini zamonaviy texnologiyalar asosida optimallashtirish — energiya va xomashyo resurslarini tejash, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish hamda mahsulot sifatini yaxshilash imkonini beradi. Shuningdek, avtomatlashtirilgan uskunalar va ilg‘or tikuv usullaridan foydalanish natijasida mehnat unumdorligi ortadi, tayyor mahsulotning tashqi ko‘rinishi va sifat ko‘rsatkichlari yaxshilanadi.

Adabiyotlar

[1]. Mirboboeva G., Isroilova N., Rakhmonova M. A Comparative analysis of flax fibre for industrial applications //Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods. – 2024. – T. 2. – №. 10. – C. 11-16. 2. Tursumatova S., Tursunov D., Isroilova N. Research on the Production of Special Clothing for Car Repair Workers, Taking into Account Human Ergonomic Characteristics //Eurasian Research Bulletin. – 2023. – T. 17. – C. 204-209.

[2]. Isroilova N. Analytical study and formation of the assortment of women's lightweight clothing //Journal of science-innovative research in Uzbekistan. –2025. – T. 3. – №. 6. – C. 445-451.

[3]. Isroilova N. Research on the production of medical suits based on flax fiber fabrics //Journal of science-innovative research in Uzbekistan. – 2025. – T. 3. – №. 6. –C. 405-409.

[4]. Mamatkulova, S., Tursumatova, S., Turdiyev, M., Abdurakhimova, M., Abdullayev, M., & Berdiyeva, R. (2024). Research of materials for clothing in the production of various sewing products. In E3S Web of Conferences (Vol. 538, p. 04003). EDP Sciences.

UDK 621.01:677.21

PAXTANI IFLOS ARALASHMALARDAN TOZALASHNING NAZARIY TADQIQOTI

R.M. Eshonov, N.M. Oripov

Farg‘ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti
e-mail: eshonovravshanbek13@gmail.com
ORCID: 0009-0002-8151-3563
e-mail: konfutsiynodirbek@gmail.com
ORCID: 0009-0004-7035-7790
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Anotatsiya: *Ushbu maqolada chigitli paxtani mayda va yirik iflos aralashmalardan tozalash uskunalarida mashinaning tozalash samaradorligi, tozalagichlar texnalogik parametrlarini tanlashda asosiy nazorat ishlanmalar va xisoblash jarayonlarini ko‘rib chiqilgan.*

Kalit so‘zi*: chigit, tola, ifloslik, taminlagich, sifat, to‘rli yuza, momiq, baraban, kuchlanish, samaradorlik, nuqson.*

Аннотация: *В статье рассмотрены эффективность очистки машин, применяемых для удаления мелких и крупных примесей из хлопка-сырца, а также основные контрольные разработки и расчётные процессы при выборе технологических параметров очистительного оборудования.*

Ключевые слова: *семён, хлопчатника, волокно, примеси, питатель, качество, сетчатая поверхность, пух, барабан, напряжение, эффективность, дефект.*

Abstract: *The article examines the cleaning efficiency of machines used for removing fine and large impurities from seed cotton, as well as the main control developments and calculation processes in selecting the technological parameters of cleaning equipment.*

Keywords: *cotton seed, fiber, impurities, feeder, quality, mesh surface, lint, drum, tension, efficiency, defect.*

Nazariy qism

Ma’lumki paxta xomashyosiga zarba yoki silkitish kuchi ta’sir etsa, undagi iflos zarrachalarning xomashyoga isbatan xarakti sodir buladi, bu o‘z navbatida uning xomashyo tarkibidan ajralib ketish intensivligini oshiradi. Xomashyoning to‘rli yuza bo‘ylab xarakti davomida uning tarkibidagi zarracha bilan to‘rli yuza orasida kontakt kuchi hosil bo‘lib, uning ta’siri ostida zarrachalar fazoviy xarakatga keladi, buning natijasida ularning bir qismi yuzaning ochik joylaridan tashqariga chiqib ketadi.

Shunday mexanizmni tavsiflash uchun A.G.Sevostyanov tomonidan model taklif etilgan. Bu modelga ko‘ra, to‘rli yuzadagi xomashyo miqdorining kamayishi uning massasiga va massa egallagan hajmning o‘zgarishiga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi. Shu model asosida tozalash zonasida harakatlanayotgan paxta xomashyosi oqimi tarkibidagi iflosliklarni ajratish jarayonini o‘rganib

chiqamiz. Bu jarayonni modellashtirishdan oldin paxta xomashyo oqimining to‘rli sirt ustidagi harakati, uning bosimini va zichligini aniqlash lozim buladi. Faraz qilaylik tozalash kamerasidagi silindrli to‘rli yuzaga uzluksiz ravishda sarfi Q_0 (kg/sek) bo‘lgan maxsulot kelib tushsin. Koordinata boshini baraban markazida o‘rnashtirib (1-rasm) qo‘yidagi farazlarni kabul kilamiz:

1) Paxta xomashyosining tozalanish soxasi silindrik qatlam qutb koordinat (r,α) sistemasida aniqlanadi, ularining o‘zgarish itervallari

$$R-h<r<r,\ \ \alpha_0\le\alpha\le\alpha_{n-1}$$ bo‘lib,

bu soxa n ta sektor $\alpha_{j-1}\le\alpha\le\alpha_j$ dan iborat;

bu yerda n - qoziqchalar soni, $j=1...n-1$,

2) Harakatdagi xomashyo katlamining qalinligi h to‘rli yuza radiusi $r=R$ ga nisbatan yetarli darajada kichik $h<<R$.

3) Qatlamning xarakati stasionar va uning radial tezligi nolga teng.

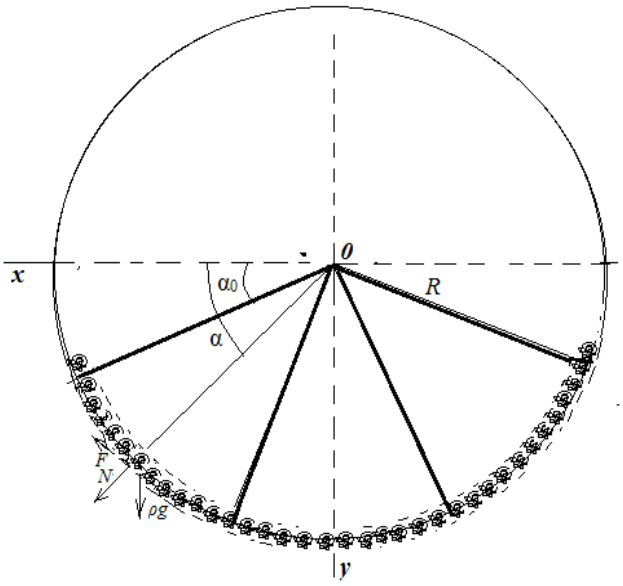
4) Urinma tezlik (sirt buylab) v qutb radiusiga bog‘lik emas.

5) Har bir sektorning boshlang‘ich kesimida qoziqchalar zarbasi natijasida xomashyoning tezligi qoziqchalar tezligi $v_b=R\omega$ ga (ω qoziqchalarining burchak tezligi) teng deb qabul qilinadi.

Qatlamdagi massaning har-bir sektordagi xarakat tenglamasini og‘irlik va ishqalanish kuchini еьtiborga olgan xolda Eyler formasida yozamiz.

$$\rho_j v_j\frac{dv_j}{d\alpha}=-\frac{dp}{d\alpha}+\rho_j gR(\cos\alpha-f\sin\alpha)-f\rho_j v_j^2 \qquad (1)$$

Bu yerda $\rho_j=\rho_j(\alpha)$, $v_j=v_j(\alpha)$ va $p_j=p_j(\alpha)$ funksiyalar orqali xomashyoning $\alpha_{j-1}\le\alpha\le\alpha_j$ sektordagi zichligi, tezligi va bosimi belgilangan.



(1- rasm). Paxta xomashyosining seksiyada to‘rli sirt bo‘ylab harakat sxemasi.

$(n=4)$

Tenglama 3 ta noaniqlikni o‘z ichiga oladi: p, ρ va v. Bu tenglamalarni bog‘lash uchun siqilgan muhit holatidan foydalanamiz, bunda quvvat p va zichlik ρ orasidagi aloqa yuzaga chiqadi,

$$\rho=\rho_c[1+A(p-p_c)] \qquad (2)$$

va massani saqlashdagi oqimning stasionar harakatlanishi quyidagicha bo‘ladi

$$\rho v S_0=Q_0 \qquad (3)$$

Bu yerda $S_0=k_0Lh$ - oqimning ko‘ndalang kesishuv qatlam maydoni, *h*- qatlam qalinligi, *L*- baraban uzunligi, k_0 - yuqoridagi qoziqchalar xomashyo bilan tutashuv maydonining kamayganligini ko‘rsatuvchi koffisiyent, Q_0- ishlab chikarish tozalagichi, ρ_c p_c -xom ashyo yuqoriga kelib qoziq bilan tutashgandagi uning bosimi va zichligi, *A*- xom ashyoning doimiy siqilishi.

Unda $A<<1$ (2.14) tezlikni aniqlaymiz.

$$v=v_c[1-A(p-p_c)] \qquad (4)$$

Qoziqchaning xom ashyoga bo‘lgan zarbida oqimdagi tezlik quyidagicha; $v_c=\beta v_k$ ko‘rinishga ega, bu yerda v_k - qoziqchaning chiziqli tezligi, $\beta<1$- tezlikning pasayish koffisiyenti,

bu tajriba yuli bilan aniqlangan. $v_{\text{ср}} = 0.5v_k$ - qabul qilingan tozalash jarayonidagi masofaning o‘rtacha tezligi.formuladagi (4) $v = v_c$, xomashyo bilan qoziqchaning yuqori qismida o‘zaro uchrashish ta’sirini topamiz $\rho_c = \dfrac{Q_0}{S_0 v_c}$

Bosimni p_c aniqlash uchun, ma’lum bosimni p_0 ta’minlash vaqtidagi xomashyo zichligini topamiz. Bu vaqtda (4) formuladagi $p = p_0$ va $\rho = \rho_0$ dan quyidagini topamiz.

$$p_c = p_0 - (\rho_0 / \rho_c - 1)/A \tag{5}$$

Talabdan kelib chiqib, koziqchalar yuzasidagi xomashyoning ajralishi $p_c > 0$ ko‘rsatadi, bu esa $\dfrac{\rho_0}{\rho_c} < 1 + p_0 A$ bildiradi.

Boshqa tomondan tozalash jarayonida xomashyoni ajralishining $p_c < p_0$ bajarilishi , $\dfrac{\rho_0}{\rho_c} > 1$ beradi.

Shunday qilib, ajralish jarayoni qoziqalar bilan tutashganda hech qanday kamchiliklarsiz, ya’ni zichlikning qoziqchalar bilan $\dfrac{\rho_0}{\rho_c}$ munosabati $1 < \dfrac{\rho_0}{\rho_c} < 1 + p_0 A$ tengsizlikni qoniqtiradi.

Yuqori bosimning chegaralanishi p_0 (yoki qoziqchaning tezligi), talabdan kelib chiqib xomashyoga qoziqchaning ta’siri ostida chigitning shikastlanmasligi kerak. Agar P_k orqali ifodalansa yuqori zarba ta’siri, (5) tenglama orqali chigit shikastlanishi aniqlanadi

$p_0 < P_k / S_0 + (\rho_0 / \rho_c - 1)/A$, Yangi formuladan foydalanib $\alpha = s/R$ (α - markaziy burchak, R - baraban radiusi). (4) va (5) tenglamalarni inobatga olgan holda, (6) tenglamani bosim p uchun yozamiz.

$$a\frac{dp}{d\alpha} = R\rho g(\sin\alpha - f\cos\alpha)[1 + A(p - p_c)] - \overline{Q_0} f[1 - A(p - p_c)]$$

So‘nggi tenglamani quyidagi ko‘rinishda beramiz

$$\frac{dp}{d\alpha} = F_2(\alpha)p + F_4(\alpha) \tag{6}$$

Bu yerda $F_2(\alpha) = \dfrac{A[R\rho_0 g F_1(\alpha) + \overline{Q_0} f v_0]}{a}$,

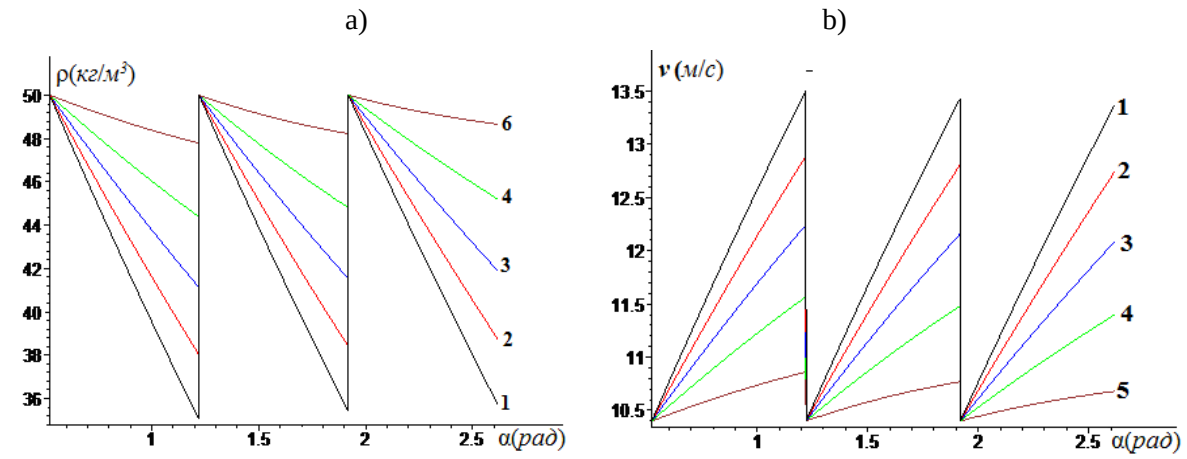
$$F_4(\alpha) = \frac{(1 - Ap_c)F_1(\alpha)R\rho_0 g - \overline{Q_0} v_0 f(1 + p_c A)}{a}$$

$$F_1(\alpha) = \sin\alpha - f\cos\alpha,\ \ a = 1 - \overline{Q_0} v_c A,\ \overline{Q_0} = \frac{Q_0}{S_0}$$

$p_j = p_0$, $\alpha = \alpha_{j-1}$ bo‘lganda

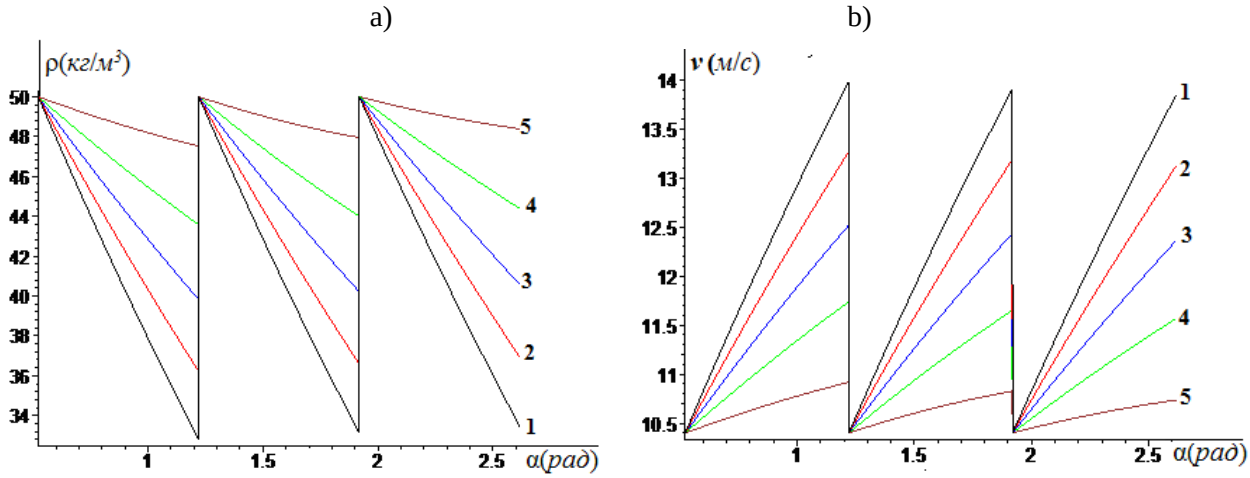
tenglamani oldin ushbu shartdagi yechimlarini olamiz.

Grafiklar tahlilidan tozalash zonasida qoziqchalar zarbasi natijasida sektorlar chegarasida xomashyo oqimining zichligi va tezligi mos ravishda keskin kamayishi va oshishi kuzatilyapti. Ta’minlagichning uzatishda boshlang‘ich zichligi ρ_{00} kamayishi grafiklardagi kattaliklarning maksimal qiymatlarini kamaytirishga olib kelishi mumkin. Zichlik va tezliklarining tozalash zonasida taqsimlanish qonuniyatiga foydalanish koeffisiyenti β yuqori ta’sir etadi. Uning kichik



(2-rasm) Xomashyo zichligi (a-chiziqlar) va tezligining (b-chiziqlar) $\rho_{00} = 55кг/м^3$ bo‘lganda β parametrning har-xil qiymatlarida tozalash yoyi bo‘yicha taqsimlanish grafiklari $1-\beta=0.1,\ 2-\beta=0.3,\ 3-\beta=0.5,\ 4-\beta=0.7, 5-\beta=0.9$ ρ(*kg/m*³.

qiymalarida sektor chegaralarida zichlik va tezliklarining keskin o‘zgarishlari yuqori darajada bo‘lishini kuzatish mumkin.



(3-rasm). Xomashyo zichligi (a–chiziqlar) va tezligining(b - chiziqlar) $\rho_{00} = 70кг/м^3$ bo‘lganda β parametrning harxil qiymatlarida tozalash yoyi bo‘yicha taqsimlanish grafiklari, $1-\beta=0.1,\ 2-\beta=0.3,\ 3-\beta=0.5,\ 4-\beta=0.7, 5-\beta=0.9$

Bu koeffisiyentning ortib borishi ishqalanish koeffisiyentini kamaytiradi va buning natijasida sektorlar chegaralaridagi ularing orasidagi tafovutni kamayishiga olib kelishi mumkin.

1-Jadvaldagi keltirilgan natijalar tahlilidan tozalash zonasining samaradorligi parametr β ga yuqori darajada va boshlang‘ich zichlikka ham bog‘liqligi kuzatilgan. 2-Jadval tozalash zonasi samaradorlikning boshlang‘ich zichlik ρ_{00} va foydali koeffisiyent β ning har-xil qiymatlarida o‘zgarishi keltirilgan.

Tozalash zonasining samaradorligi parametr β ga yuqori darajada va boshlang‘ich zichlikka ham bog‘liqligi o‘zgarishi.

$$\rho_{00} = 55\text{kg/m}^3$$

1-Jadval

$\lambda = 4(1-\beta)\beta$									
β	00.1	00.2	00.3	00.4	00.5	00.6	00.7	00.8	00.9
ε_c %	14.96	22.95	26.05	25.56	22.46	17.59	11.84	60.20	10.85
$\lambda = \lambda_1 = 0.6666$									
β	00.1	00.2	00.3	00.4	00.5	00.6	00.7	00.8	00.9
ε_c %	26.56	23.83	21.05	18.22	15.35	12.44	90.47	60.46	30.40

Tozalash zonasi samaradorlikning boshlang‘ich zichlik ρ_{00} va foydali koeffisiyent β ning har-xil qiymatlarida o‘zgarishi

$$\rho_{00} = 70\text{kg/m}^3$$

2-Jadval

$\lambda = 4(1-\beta)\beta$									
β	00.1	00.2	00.3	00.4	00.5	00.6	00.7	00.8	00.9
ε_c %	17.58	26.75	30.20	29.53	25.94	20.30	13.66	70.15	20.11
$\lambda = \lambda_1 = 0.6666$									
β	00.1	00.2	00.3	00.4	00.5	00.6	00.7	00.8	00.9
ε_c %	31.00	27.76	24.49	21.17	17.80	14.39	10.94	70.44	30.89

Paxta xomashyosining oqimi birinchi seksiyaning to‘rli yuza sirtiga tushganda to‘rtta uchastkaga $0 < \alpha < \alpha_0$. $\alpha_0 < \alpha < 2\alpha_0$, $2\alpha_0 \le \alpha < 3\alpha_0$ va $3\alpha_0 \le \alpha < 4\alpha_0$ bo‘linadi. Yechimi har bir uchastkadagi kontakt bosim o‘zgarishi tenglama orqali qoziqchaning har bir zarbasi quyidagicha yoziladi:

$$p = p_1 = F_3(\alpha)[\frac{p_c}{F_3(0)} + \int_0^{\alpha} \frac{F_4(\alpha)}{F_3(\alpha)} d\alpha] \text{ bo‘lganda } 0 < \alpha < \alpha_0 \quad (7)$$

$$p = p_2 = F_3(\alpha)[\frac{p_{1c})}{F_3(\alpha_0)} + \int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{F_4(\alpha)}{F_3(\alpha)} d\alpha] \text{ bo‘lganda } \alpha_0 < \alpha < 2\alpha_0 \quad (8)$$

$$p = p_3 = F_3(\alpha)[\frac{p_{2c}}{F_3(2\alpha_0)} + \int_{2\alpha_0}^{\alpha} \frac{F_4(\alpha)}{F_3(\alpha)} d\alpha] \text{ bo‘lganda } 2\alpha_0 < \alpha < 3\alpha_0 \quad (9)$$

$$p = p_4 = F_3(\alpha)[\frac{p_{3c}}{F_3(3\alpha_0)} + \int_{3\alpha_0}^{\alpha} \frac{F_4(\alpha)}{F_3(\alpha)} d\alpha] \text{ bo‘lganda } 3\alpha_0 < \alpha < 4\alpha_0 \quad (10)$$

Ikkinchi seksiya uchun analogini ko‘radigan bo‘lsak,

$$p = p_5 = F_3(\alpha)[\frac{p_{4c}}{F_3(0)} + \int_0^{\alpha} \frac{F_4(\alpha)}{F_3(\alpha)} d\alpha] \text{ bo‘lganda } 0 < \alpha < \alpha_0 \text{ unda} \quad (11)$$

$$p = p_8 = F_3(\alpha)[\frac{p_{7c}}{F_3(3\alpha_0)} + \int_{3\alpha_0}^{\alpha} \frac{F_4(\alpha)}{F_3(\alpha)} d\alpha] \text{ bo‘lganda } 3\alpha_0 < \alpha < 4\alpha_0 \text{ unda} \quad (12)$$

Bu yerda

$$p_{1c} = p_1(\alpha_0) - [\frac{\rho_1(\alpha_0)}{v_c} - 1]/A,\ p_{2c} = p_2(2\alpha_0) - [\frac{\rho_2(2\alpha_0)}{v_c} - 1]/A,$$

$$p_{3c} = p_3(3\alpha_0) - [\frac{\rho_3(3\alpha_0)}{v_c} - 1]/A,\ p_{4c} = p_4(4\alpha_0) - [\frac{\rho_4(4\alpha_0)}{v_c} - 1]/A,$$

$$p_{5c} = p_5(\alpha_0) - [\frac{\rho_5(\alpha_0)}{v_c} - 1]/A,\ p_{6c} = p_{26}(2\alpha_0) - [\frac{\rho_6(2\alpha_0)}{v_c} - 1]/A,$$

$$p_{7c} = p_7(3\alpha_0) - [\frac{\rho_7(3\alpha_0)}{v_c} - 1]/A$$

Hisoblash uchun paxta xom ashyosi hamda to‘rli yuza orasidagi ishqalanish koeffisiyenti $f = f_0(1-n)$ tenglama orqali, bu yerda $n = S/S_0$, S - to‘rli yuzaning band bo‘lgan ochiq yuzasi, S_0 - to‘rli yuzaning umumiy yuzasi. Chigitli paxta tarkibidagi iflos aralashmalarning to‘rli yuza bo‘yicha ajralib chiqishni bu hol uchun jarayonini ko‘rib chiqamiz. (12) tenglama orqali, chigitli paxtani tozalash zonasiga tushadigan massa m bilan bog‘liqlik aloqasi va uning zichligini ρ quyidagicha ko‘rinishda bo‘lishi mumkin:

$$\frac{dm}{m} = \lambda \frac{d\rho}{\rho}$$

Bu yerda $\lambda = 1/(1+a)$, $a > 0$ - mutanosiblik koeffisiyenti.

Oxirgi tenglamani integralini olgan holda, qoniqtiruvchi hollarda $m = m_9$ (m_0 - vaqt birligi orasida birinchi va ikkinchi qoziqchalar orasidagi zonalarga tushadigan tozalanmagan paxta), $\rho = \rho_c$ bo‘lganda $\alpha = 0$ birinchi va ikkinchi tozalash zonasi uchun quyidagini olamiz:

$$\frac{m_1}{m_0} = \left(\frac{\rho_1}{\rho_c}\right)^{\lambda}$$

Bog‘lanishni (3) hisobga olgan holda, $\frac{m_1}{m_0} = [1 + A(p_1 - p_c]^{\lambda}$ bo‘lganda $0 < \alpha < \alpha_0$

3-jadvallarda umumiy va qoziqchalar orasida iflos aralashmalar miqdori keltirilgan (tozalanmagan paxta massasiga bog‘liq holda) λ ning har xil parametrlarida va ikki xil ishlab chiqarish quvvati Q_0 bo‘lganda. 3-Jadvaldagi ma’lumotlarni tahlil qilib ko‘riladigan bo‘lsa, λ yuqori ko‘rsatkichida iflosliklar ajralishi sezilarli darajada oshishi kuzatildi.

Kolosnikli panjaralar orasida iflos aralashmalarning intensiv ajralishi.

3-Jadval

λ	0.06	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.2	0.24
$0 < \alpha \le \alpha_0$	0.73	0.97	1.21	1.44	1.68	1.92	2.15	2.38	2.61	2.84
$\alpha_0 < \alpha \le 2\alpha_0$	1.43	1.90	2.35	2.80	3.24	3.67	4.09	4.51	4.92	5.32
$2\alpha_0 < \alpha \le 3\alpha_0$	1.40	1.83	2.25	2.65	3.04	3.41	3.77	4.12	4.45	4.77
$3\alpha_0 < \alpha \le 4\alpha_0$	1.36	1.78	2.16	2.23	2.88	3.21	3.53	3.82	4.10	4.36
$M_k = \sum_{i=1}^{4} M_{ik}(\%)$ $k = 1,2,3...10$	4.93	6.48	7.98	9.44	11.2	12.2	13.5	14.8	16.1	17.3

Shundan ko‘rinib turibdiki, intensiv iflos aralashmalarning ajralishi birinchi va ikkinchi kolosniklar orasida kuzatiladi.

Jami holatdagi massa va iflos aralashmalarning qoziqchalar orasidagi miqdori (tozalanmagan paxta massasiga bog‘liq holda, %da) birinchi tozalash zonasi $Q_0 = 20/9$кг/с bo‘lganda va λning har xil parametrlarida.

Xulosalar

Olib borilgan tadqiqotlr shuni ko‘rsatadiki xomashyoning to‘rli yuza bo‘ylab xarakti davomida paxta tarkibidagi organik zarrachalar bilan to‘rli yuza orasida kontakt kuchi hosil bo‘lib, uning ta’siri ostida chaqnash yuzaga keladi natijada ish unimining pasayishi va paxtaning sifat ko‘rsatgichlariga salbiy tasir ko‘rsatadi.Texnologik jarayonda uskunalarning to‘g‘ri tashkillashtirish va ishlab chiqarishga joriy etish paxta xom ashyosining shikaslanganlik darajasi pasayishi bu esa korxonaning iqtisodiy samaradorligini sezilarli darajada oshishi kuzatiladi. Bundan tashqari Unf-uzunligi bo‘yicha bir xillik, erkin tolalar tarkibida kalta tolalar kamayishi, solishlishtirma uzilish kuchi va Elg- uzunlikdagi uzayishi oshishini ko‘rsatadi.

Adabiyotlar

[1]. A.G.Sevostyanov Modelirovaniye texnologicheskix prosessov. M. Legkaya i pіщyevaya promыshlennost, 1984 , 344 s.

[2]. A.Yu.Ishlinskiy.Prikladnыye zadachi mexaniki. M. «Nauka» 1986 . 366 s.

[3]. Ergashev Yu, N. M.Oripov, Abduqaxorov A.A.. Separatorda qo‘llangan konussimon to‘rli sirtning mayda iflosliklardan tozalash jarayonini tahlili // Scientific-technical journal (STJ FerPI, FarPI ITJ, NTJ FerPI, 2022, T.26. спец. выпуск №16) 32-37 b. (05.00.00 №20).

[4]. Sevostyanov A.G. Metodы i sredstva issledovaniye mexaniko-texnologicheskых prosessov tekstilnoy promыshlennosti. Moskva» Legkaya promыshlennost». 1980.g

[5]. N. M.Oripov, D.B. Tursunbayeva. Theoretical analysis of fibre cleaning equipment // Journal of Advanced Research and Stability Volume 04 Issue 04, Apr – 2024, p. 141-147.

[6]. ResearchBib)R.Muradov. Ways to improve the efficiency of the cotton separator. Namangan edition, 2005, pp. 62-63.

[7]. R.Muradov. Cotton Basics of an air carrier to increase the effectiveness of the device. Science. Tashkent, Navuz edition, 2014, pp. 15-16.

[8]. N. M.Oripov, Komilov.J., Xoliqova.Z., Toshmirzayev.Q.. Research on the introduction of a double-faced improved cotton separator // International journal of innovations in engineering research and technology [ijiert], India, Volume 7, Issue 12, Dec.-2020. p. 105-110. ((12) Index Copernicus)

[9]. Dilmurod Turgunov, Nodirbek Oripov, Bekzod Mominov, Dildora Khalilova. Analysis of the dynamic model of seed movement in the pneumotransport system // E3S Web of Conferences 538, EDP sciences, French, p. 03006 (2024). (Scopus).

YENGIL SANOAT JIHOZLARINI BO‘LAKLARGA AJRATISH VA YIGISH TEXNOLOGIYASI

M. Turdiyev, R. Abduqahhorova

Farg’ona davlat texnika universiteti
ORCID: 0009-0006-3041-5778
e-mail: mahmudjonturdiyev22@gmail.com
e-mail: abduqahhorovaruqiya443@gmail.com

(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Mazkur maqolada yengil sanoat jihozlarini bo‘laklarga ajratish va qayta yig‘ish texnologiyasining nazariy hamda amaliy jihatlari yoritilgan. Jihozlarni demontaj va montaj qilish jarayonlarining asosiy bosqichlari, ularda qo‘llaniladigan usullar va texnik vositalar tahlil qilingan. Shuningdek, jihozlarning samarali ishlashini ta’minlash, ularning xizmat muddatini uzaytirish hamda texnik xavfsizlik talablariga rioya etish masalalariga alohida e’tibor qaratilgan. Maqolada zamonaviy texnologiyalardan foydalanishning afzalliklari hamda ishlab chiqarish samaradorligini oshirishdagi o‘rni ko‘rsatib berilgan.*

Kalit so'zlar: *yengil sanoat, jihozlar, demontaj, montaj, texnologiya, texnik xizmat ko'rsatish, ishlab chiqarish jarayoni, mexanik tizimlar, xavfsizlik texnikasi, samaradorlik*

Аннотация: *В данной статье рассмотрены теоретические и практические аспекты технологии разборки (демонтажа) и повторной сборки (монтажа) оборудования легкой промышленности. Проанализированы основные этапы процессов демонтажа и монтажа оборудования, а также применяемые современные методы и технические средства. Кроме того, особое внимание уделено вопросам обеспечения бесперебойной и эффективной работы оборудования, продления срока его службы, правильной организации технического обслуживания, а также соблюдения требований охраны труда и техники безопасности. В статье также обоснована значимость использования передовых технологий для повышения эффективности производства.*

Ключевые слова: *легкая промышленность, оборудование, демонтаж, монтаж, технология, техническое обслуживание, производственный процесс, механические системы, техника безопасности, эффективность*

Abstract: *This article discusses the theoretical and practical aspects of the technology of disassembly (dismantling) and reassembly (assembly) of light industry equipment. The main stages of the dismantling and assembly processes, as well as the modern methods and technical tools used in these processes, are analyzed. Particular attention is paid to ensuring continuous and efficient operation of equipment, extending its service life, proper organization of maintenance, and compliance with occupational health and safety requirements. The article also substantiates the importance of using advanced technologies to improve production efficiency.*

Keywords: *light industry, equipment, dismantling, assembly, technology, maintenance, production process, mechanical systems, safety engineering, efficiency*

Kirish

Hozirgi kunda yengil sanoat tarmoqlari iqtisodiyotning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu sohada qo'llanilayotgan texnologik jihozlarning samarali ishlashi ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligi va mahsulot sifatini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bois, jihozlarni to'g'ri ekspluatatsiya qilish, o'z vaqtida texnik xizmat ko'rsatish hamda zarur hollarda ularni bo'laklarga ajratish va qayta yig'ish jarayonlarini mukammal tashkil etish dolzarb masalalardan biridir.

Yengil sanoat jihozlarini demontaj va montaj qilish jarayonlari murakkab texnologik operatsiyalarni o'z ichiga oladi. Ushbu jarayonlarni to'g'ri tashkil etish nafaqat jihozlarning xizmat muddatini uzaytiradi, balki ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, nosozliklarning oldini olish hamda mehnat xavfsizligini ta'minlashda ham muhim rol o'ynaydi. Zamonaviy ishlab chiqarish sharoitida bu jarayonlarda ilg'or texnologiyalar, maxsus asbob-uskunalar va innovatsion yondashuvlardan foydalanish talab etiladi.

Mazkur maqolaning maqsadi yengil sanoat jihozlarini bo'laklarga ajratish va yig'ish texnologiyasining nazariy asoslarini o'rganish, amaliy jihatlarini tahlil qilish hamda ushbu jarayonlarni samarali tashkil etish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Jihozlarni ta'mirlashga topshirish va qabul qilib olish qoidaiari: Kapital va o'rta ta'mirlash navbati kelgan yoki ta'mirlanishga muhtoj bo'lgan mashinalar ta'mirlash mexanik ustaxonasi ustasi tomonidan sex boshlig'i yoki ustasi ko'rsatmasi bilan ta'mirlash grafigida o'matilgan muddatdaishdan to'xtatiladi. O'rta ta'mirlanishi lozim bo'lgan mashinalarga o'z vaqtida detallar tayyorlash uchun, ta'mir boshlanishidan kamida 5 kun oldin sex ustasi tomonidan nuqsonlar qaydnomasi tuziladi. Kapital ta'mirlash paytida nuqsonlar qaydnomasi ta'mirlash mexanik ustaxonasi (TMU) ishcliilari tomonidan sex ustasi bilan biigalikda mashinaning oxirgi joriy ko'rigi davrida tuziladi va ta'mir boshlanishidan 15 kun oldin aniqlanadi, shuningdek, mashinani bo'laklarga ajratish davomida ham aniqlanadi.

Agar mashina navbatdagi ta'mirga to'xtatish muddati kelganda yaxshi ishchi holatdabo'Isa, mashina ta'miri reja bo'yicha yaqin vaqtdagi ta'mir muddatiga o'tkaziladi. Mashinaning holati to'g'risida TMU boshlig'i ishlab chiqarish sexi boshlig'i bilan birgalikda ko'rik dalolatnomasi tuzadi va bu dalolatnoma korxona bosh muhandisi tomonidan tasdiqlanadi.

Jihozlarni ta’mirdan qabul qilib olish: Jihozlar o‘rta va kapital ta’mirga ikki - boshlang‘ich va yakuniy bosqichda qabul qilib olinadi. Jihozlarni boshlang‘ich qabul qilib olishda ta’mirdan so‘ng mashina yuigizilb chiniqtiriladi va bupaytda uning ishga tushirishga yaroqliligi ta’minlanadi. Jihozlarni yakuniy qabul qilib olishda, boshlang‘ich qabul qilishda aniqlangan nuqsonlar bartaraf etiladi. Mashinalar kapital ta’mirdan keyin barcha vazifalami to‘liq bajargan holda to‘qqiz smena ishlaganidan so‘ng qabul qilib olinadi. 0‘rta ta’mirda esa to‘la quvvat bilan uch smena ishlaganidan so‘ng qabul qilib olinadi. Mashinani ta’mirdan so‘ng chiniqtirish yuqori malakali ishchilar tomonidan amalga oshirilishi kerak va bu ish uchun sarflangan vaqt ta’mirlash vaqt me’yoriga kirmaydi. Boshlang’ich qabul qilib olishdan yakuniy qabul qilib olishgacha bo‘lgan davrda mashinaga me’yorida xizmat ko‘rsatish uchun sexdan biriktirilgan shaxs javobgar hisoblanadi. Mashinani ta’mirdan qabul qilib olish dalolatnomasi u uzil-kesil qabul qilib olinganidan so‘ng darhol tuzilishi kerak. Qabul qilish - topshirish dalolatnomasi sex ishchilari aybi bilan o‘z vaqtida tuzilmasa, ta’mirdan chiqarilgan mashina ishlatishga qabul qilingan deb hisoblanadi va dalolatnoma bosh mexanik tomonidan imzolanadi. So‘ngra bosh mexanik chora ko‘rilishi uchun bosh muhandisni bundan xabardor qiladi. Mashinani kapital ta’mirdan so‘ng ishlatishga TMU boshlig‘i topshiradi, ishlab chiqarish sexi boshlig‘i esa uni qabul qilib oladi. O‘rta ta’mirdan so‘ng esa mashinani TMU masteri ishlatishga topshiradi va ishlab chiqarish sexi masteri qabul qilib oladi. Ta’mir sifati «a’ lo» va «yaxshi» baholarda baholanadi. Agar mashina texnik shartlarga mos ravishda qat’iy ta’mirdan o‘tkazilgan va yuqori texnologik ko‘rsatkichlaiga ega bo‘lsa, unda «a’lo» baholanadi. Agar mashinaning alohida detallarida ishlab chiqariladigan mahsulot sifatiga va mashina ishiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’sir qilmaydigan, tasdiqlangan texnik shartlardan uncha katta bo‘lmagan chetlatishlar aniqlansa, unda mashina «yaxshi» bahoga baholanadi.

Mashinalami ta’mirlash paytida uning detallarini tozalash, yuvish, nuqsonlarini aniqlash, yeyilgan va singan detallami tiklash, bo‘laklarga ajratish, yig‘ish, sozlash va boshqa ishlami amalga oshirish lozim.

Mashinalami bo‘laklarga ajratish. Texnologik jihozlami bo‘laklaiga ajratish paytida ta’miriash ishlarini yuqori saviyada o‘tkazish va tashkil etishni ta'minlaydigan aniq harakat tartibini saqlash zarur. Mashinani bo‘laklar va alohida detallarga ajratishda ishlar ko‘pincha quyidagi tartibda bajariladi:

- mashina va mexanizmlar ishining nosoziklarini to‘liq aniqlash;
- mexanizmlami uzel va detallarga ajratish ketma-ketligini o‘matish;
- mexanizmlami uzel va detallarga ajratish;
- detallami tozalash va yuvish;
- detallaming yeyilish darajasi va tavsifini aniqlash;
- detallami navlarga ajratish.

Ta’mirlashni yuqori sifatli qilib o‘tkazish va uni bajarilish muddati ma’lum darajada mashinalami bo‘laklarga ajratish jarayoni qanday o‘tkazilganiga bog‘liq.

Yengil sanoatning tikuvchilik va poyabzal ishlab chiqarish hamda boshqa ko‘plab korxonalarda tikuv mashinalari ishlatiladi. Shuning uchun biz bo‘laklarga ajratish jarayonini tikuv mashinalari misolida ko‘rib o‘tamiz.

Ta’mirlovchi-chilangar tikuv mashinalarini bo‘laklarga ajratishdan oldin uning vazifasi, tuzilishi, mexanizmlarining o‘zaro harakati va sozlash ishlari bilan tanishishi kerak. Buni berilgan mashina chizmalari va mos keladigan ko‘rsatmalari bilan tanishib hamda mashina ishini kuzatib amalga oshirish mumkin. Faqat shundan so'nggina mashinani bo‘laklarga ajratishga kirishish mumkin.

Ajratilgan detallar va yig‘ma qismlami adashtirib yubormaslik uchun ajratish vaqtida har bir qism va detal belgilanishi yoki raqamlanishi kerak.

Jihozlami poydevoridan ajratmasdan ta’mirlash paytida (masalan, dazmollash presslari, tasmali bichish mashinalari va boshqalar) ular energiya tizimidan moylar to‘kiladi va yurib turuvchi qurilmalari to‘xtatiladi.

Bo‘laklarga ajratish quyidagi ketma-ketlikda amalga oshirilishi kerak:

- bolg‘a bilan zarba berishni taxta yoki boshqa yumshoq moslamalar orqali amalga oshirish kerak;
- uzun vallami bir necha tayanchlar qo‘llab bo‘laklarga ajratish kerak;
- bo‘ laklarga ajratilgan har bir mexanizm detalini alohida qutilarga joylashtirish kerak;
- detallar solingan qutilami qopqoq bilan zichlab berkitish kerak;
- yaroqli podshipnildami yuvish, quritish, moylash va qog‘oz bilan o‘rab qo‘yish kerak;
- to‘liq bo‘laklarga ajratish paytida bolt, shayba va boshqa qotirish detallarini maxsus qutiga joylashtirish kerak;
- bo‘laklarga qo‘llanadigan asbob va moslamalar yaroqli detallami shikastlantirmasligi kerak;
- bo‘laklanadigan detallami shikastlantirmasdan yechish kerak;
- murakkab yo‘l bilan yechiladigan detallarga ortiqcha kuchlanish bermaslik kerak;
- detallarga ajratish paytida uzellaming o‘z-o‘zidan alohida qismlarga ajralib ketishiga yo‘l qo‘ymaslik kerak.

Jihozlarni yig‘ish ta’mirlash texnologik jarayonining bir qismi bo‘lib, unda tayyor detallar, uzellar va agregatlar ma’lum ketma-ketlikda yig‘iladi va buning natijasida belgilangan texnik talablarga to‘liq javob beradigan mashina yoki mexanizm olinadi.

Yig‘ish jarayoni uzelli va umumiy yig‘ishlarga bo‘linadi. Uzelli yig'ishda alohida detallardan uzel yoki agregatlar yig‘iladi, umumiy yig‘ishda esa uzel va agregatlardan mashinalar yig‘iladi. Mashinalami yig‘ishning mehnat hajmi ta’mirlash umumiy mehnat hajmining 40 foiziini tashkil qiladi.

Ishlab chiqarilgan talablari bilan bog’liq ravishda mashinalami yig‘ish uzel va detallaming o‘zaro almashinuvchanligini saqlagan holda, detallami guruhlar bo‘yicha navlarga ajratis, detallami tanlash, konpensatorlami qo‘llash orqali amalga oshiriladi.

Detallami guruh bo’yicha navlarga ajratishda juftlikda ishlaydigan detallami guruhli tanlash usulidan foydalaniladi.

Yig‘ishga keltirilgan detallar o‘lchamli guruhlar bo‘yicha navlarga ajratiladi. Mashinalami yig‘ish odatda ulami bo‘laklarga ajratish jarayoni ketmaketligida, lekin faqat teskari tartibda amalga oshiriladi.

Texnologik jihozlami yig‘ishda qo‘zg‘almas birikmalar birlashtiriladi, qo‘zg‘aluvchan birikmalar esa mos keladigan oraliqjar bilan birlashtiriladi va sozlanadi.

Mashina bo‘laklarga ajratilib, nazorat va ta’mirlashga yuborishdan oldin detallari tozalanadi va zarur hollarda yuviladi. Ta’mirlanadigan mashinalardan yechib olingan detallar chang va boshqa turli xil iflosliklar bilan qoplangan bo’ladi. Bu iflosliklaming ba’zilari metalldan yasalgan detallar sirtlari bilan kimyoviy ravishda mustahkam yopishgan bo‘ladi (atmosfera korroziyasidan hosil bo‘lgan zang va boshqalar), boshqalari esa zaif adsorbsionli kuchlar bilan (tolali, metalli, abraziv va boshqazanalar) qoplangan bo‘ladi. Birinchi turdagi iflosliklar kuchli organik va anorganik kislotalar bilan ishlov berib tozalanadi, shuningdek, elektrokimyoviy yoki ultratovushli ishlov berish yo‘li bilan ham tozalanadi. Ikkinchi turdagi iflosliklar havo purkab, bosim ostida suv purkalib, cho‘tkalar, abrazivlar bilan ishlov berilib va boshqa mexanik usullarda tozalanadi.

Hozirgi vaqtda detallami elektromexanik usulda tozalash keng tarqalgan bo‘lib, ushbu jarayon mehnat unumdorligini 2-3 marta oshiradi.

Zarur bo‘lganda, detallar tozalanganidan so‘ng yuviladi. Ko‘p korxonalarda detallami kerosin bilan yuvish keng tarqalgan. Lekib bunday yuvish xonalami ifloslantiradi va yong‘in chiqish xavfini tug‘diradi. Shuning uchun detallami yuvishni maxsus xonalarda o‘tkazish maqsadga muvofiq bo’ladi.

Tikuv mashinasini yig‘gandan so‘ng uni sozlash, ya’ni bo‘g‘inlar va ishchi organlami bahyaqator hosil qilish jarayonida o‘zaro to‘g‘ri harakatini ta’minlaydigan holatda o‘matish zarur.

Mashina mexanizmlaridan birini boshqasiga nisbatan o‘zaro joylashuvi bazaviy bo‘g‘inlarda (shponkalar, shtiftlar yoki vintlar bilan) aniqlangan. Yig‘ish jarayonida bu zvenolar ma’lum holatda o‘matiladi va sozlash paytida ulami qayta joylashtirish talab etilmaydi.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, yengil sanoat jihozlarini bo‘laklarga ajratish va qayta yig‘ish texnologiyasi ishlab chiqarish jarayonining muhim va ajralmas qismi hisoblanadi. Ushbu jarayon jihozlarning uzoq muddat xizmat qilishini ta’minlash, ularni ta’mirlash va texnik xizmat ko‘rsatishni osonlashtirish hamda ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda katta ahamiyatga ega. To‘g‘ri tashkil etilgan demontaj va montaj ishlari mehnat unumdorligini oshiradi, nosozliklarning oldini oladi va xavfsizlik darajasini ta’minlaydi. Shuningdek, zamonaviy texnologiyalar va standartlarga amal qilish orqali jihozlarning ishonchliligi va barqaror ishlashi kafolatlanadi. Shu bois, mazkur sohada malakali mutaxassislarni tayyorlash va ilg‘or usullardan foydalanish dolzarb vazifa bo‘lib qolmoqda.

Adabiyotlar

[1]. YoMdoshev Sh.U. Mashinalar ishonchligi va ulami ta’mirlash asoslari. T. 0 ‘zbekiston, 1994 y. 480 b.
[2]. OlimovQ.T. Tikuvchilik korxonalari jihozlari va uskunalari. KHK uchun darslik. / G‘.G‘ulom.2002.
[3]. Технология машиностроения. Под редакцией Дальского Н.М.2000 г.
[4]. Р.Коллер, В.А. Фукин и др. Стратегия и тактика инвариантного конструрирования, моделирования и оптимизации технических систем. Руско-немецкий учебно-методический комплекс. Народное образование., Москва-Аакен, 1997.
[5]. Швейние машины фирмы “Джуки”. Руководство для инженеров.
[6]. М.Худух. Ремонт и монтаж оборудования текстильной и легкой промышленности. М., 1987
[7]. Sinle-thread chainstitch cycling machine for sewing buttons and tasks Printed in Germany. 4-99.
[8]. В.Я.Франте. Разборка, сборка и наладка швейных машин, м., Легкая и пищевая промышленность. 1983.
[9]. Рейбарх Л.Б. Ремонт и монтаж швейных машин швейно-трикотажного производства. М. Легкопромиздат. 1989.
[10]. Olimov Q.T., Rustamov R.M., Nurboyev R.X., Uzoqova L.P. Tikuv mashinalari. Toshkent. Uzinkomsentr. 2002-y.

MASHINA DETALLARINING YEYILISHI VA ULARNI KELTIRIB CHIQARUVCHI OMILLAR

M. Turdiyev, D. Anvarjonova

Farg’ona davlat texnika universiteti
ORCID: 0009-0006-3041-5778
e-mail: mahmudjonturdiyev22@gmail.com
e-mail: alisheranvarov889@gmail.com

(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Ushbu maqolada mashina detallarining yeyilishi jarayoni, uning turlari va mexanizmlari keng yoritiladi. Shuningdek, detallar yeyilishiga olib keluvchi asosiy omillar — ishqalanish, yuklama, harorat, muhit ta’siri va moylash sharoitlari tahlil qilinadi. Yeyilishning oldini olish va kamaytirish usullari, jumladan, to‘g‘ri material tanlash, samarali moylash tizimlari hamda texnik xizmat ko‘rsatishning ahamiyati ko‘rib chiqiladi. Maqola mashinasozlik sohasida detallar ishonchliligi va xizmat muddatini oshirishga qaratilgan ilmiy-amaliy tavsiyalarni o‘z ichiga oladi.*

Kalit so‘zlar: *mashina detallari, yeyilish, ishqalanish, abraziv yeyilish, korroziy yeyilish, moylash, yuklama, harorat, material xossalari, texnik xizmat, ishonchlilik, xizmat muddati.*

Аннотация: *В данной статье подробно рассматривается процесс износа деталей машин, его виды и механизмы. Также анализируются основные факторы, приводящие к износу деталей, такие как трение, нагрузка, температура, влияние окружающей среды и условия смазки. Рассматриваются методы предотвращения и снижения износа, включая правильный выбор материалов, эффективные системы смазки и важность технического обслуживания. Статья содержит научно-практические рекомендации, направленные на повышение надежности и срока службы деталей в машиностроении.*

Ключевые слова: *детали машин, износ, трение, абразивный износ, коррозионный износ, смазка, нагрузка, температура, свойства материалов, техническое обслуживание, надежность, срок службы.*

Annotation: *This article provides a comprehensive overview of the wear process of machine parts, including its types and mechanisms. It also analyzes the main factors leading to wear, such as friction, load, temperature, environmental effects, and lubrication conditions. Methods for preventing and reducing wear are discussed, including proper material selection, effective lubrication systems, and the importance of maintenance. The article offers scientific and practical recommendations aimed at improving the reliability and service life of machine components in mechanical engineering.*

Keywords: *machine parts, wear, friction, abrasive wear, corrosive wear, lubrication, load, temperature, material properties, maintenance, reliability, service life.*

Kirish

Mashinasozlik sanoati zamonaviy iqtisodiyotning muhim tarmoqlaridan biri bo‘lib, unda ishlab chiqarilayotgan texnika va mexanizmlarning samaradorligi, ishonchliligi hamda uzoq muddat xizmat qilishi asosiy talablar qatoriga kiradi. Har qanday mashina va mexanizm turli xil detallar majmuasidan tashkil topgan bo‘lib, ularning ishlash jarayonida tashqi va ichki omillar ta’sirida asta-sekin yeyilishi muqarrar hisoblanadi. Aynan detallar yeyilishi mashinalarning texnik holatini yomonlashtiradi, ularning ish unumdorligini pasaytiradi hamda kutilmagan nosozliklar yuzaga kelishiga sabab bo‘ladi.

Detallarning yeyilishi murakkab fizik-mexanik va kimyoviy jarayonlar yig‘indisidan iborat bo‘lib, u turli ko‘rinishlarda namoyon bo‘ladi. Xususan, ishqalanish natijasida yuzaga keladigan abraziv yeyilish, sirtlarning charchashi, korroziy jarayonlar va boshqa omillar detallar xizmat muddatini sezilarli darajada qisqartiradi. Bu jarayonlarga yuklama darajasi, harorat o‘zgarishi, ish muhiti, moylash sifati hamda material xossalari bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Shu boisdan mashina detallarining yeyilish sabablarini chuqur o‘rganish, ularning oldini olish va kamaytirish usullarini ishlab chiqish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. To‘g‘ri material tanlash, optimal konstruktiv yechimlar, samarali moylash tizimlari hamda o‘z vaqtida texnik xizmat ko‘rsatish orqali detallar ishonchliligini oshirish va ularning xizmat muddatini uzaytirish mumkin.

Mashina detallarining yeyilishi va nuqsonlari: Yengil sanoat korxonalarida ishlatiladigan texnologik mashina va jihozlami ishlatish jamyonida detallaming chizmasi va texnik sharti tavsifida ko‘rsatilgan dastlabki o‘lcham ko‘rsatkichlari detallaming yeyilishi yoki turli xil nuqsonlari tufayli o‘zgaradi. Ishqalanish kuchi, yuza qatlamining “charchashi”, meyoridan ortiqcha kuchlar ta’siri yoki detallami o‘zaro joylashishining buzilishi natijasidagi zo‘riqishlar ta’sirida detallarda yeyilish sodir bo‘ladi.

Yeyilish natijasida detallaming yuza qatlamining sifati, geometrik o‘lchamlari vashakli o‘zgaradi. Ishchi yuzalarida chiziqchalar, ko‘chishlar hosil bo‘ladi, geometrik shakli silindr holatidan oval holatga o‘tadi, detallaming uzunasi bo‘ylab konus ko‘rinishidagi nuqsonlar yuzaga keladi, ayrim hollardaegilish sodir bo‘ladi. Detallami yuzaqatlami xususiyatlari ham o‘zgaradi. Natijada, mashina vajihozlarda fizik yeyilish sodir bo‘ladi.

Texnologik mashina va jihozlami me'yorida ishlashi belgilangan samaradorlikdayuqori sifatli mahsulot ishlab chiqarishda kam energiya va material sarfi bilan, texnolgik jarayonlami bajarishining texnik talablarga mosligi bilan baholanadi.

Jihozlami ishlash jarayonida uning mexanizmlari ishida dastlabki paytdagi aniqliklaming yo‘qolishi, texnoloigk jarayonlaming buzilishi. unumdorlikning pasayishi, ayrim hollarda detallaming sinishi natijasida uning barvaqt ishdan chiqishi kuzatiladi. Shunday qilib, jihozlar asta-sekin o‘ziga qo yilgan talablarga javob berolmaydigan bo‘lib boradi. Bunday o’zgarishlar ishqalanish kuchlari, issiqlik-kimyoviy hodisalar, mexanik buzilishlar fizik yeyilishni yuzaga keltiruvchi qator sabablar ta’sirida detallar geometrik o‘lchamlarining o‘zgarishi natijasida sodir bo‘ladi.

Mashinalar ishchanlik xususiyati yo‘qolishining asosiy sababi qo’zg’aluvchi birikmalaming yeyilishidir, buning oqibatida mashinalaming uzel va mexanizmlarining detallari orasida mumkin bo'lmagan bo'shliqlar hosil bo‘lib, ulaming ishlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ishlash jarayonida detallaming sinishi kamdan-kam uchraydi. Ma’lumki, ta’mirlash davrida mashina detallarining 85-90 foizi yeyilishi, faqatgina 10-15 foizi sinishi natijasida almashtiriladi. Yeyilish dastlab jihozlami

ishlash xossalarini yomonlashtiradi, ishlatish xarajatlarini orttiradi, so‘ngra mashinadan foydalanish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo‘lmay qoladi.

Fizik yeyilish mashinalaming konstruktiv xossalariga, ulaming ish sifatiga, bajaradigan vazifasi xarakteriga, ekstensiv va intensiv foydalanishga, xizmat ko‘rsatish sharoiti va boshqa ko‘rsatgichlarga bog‘liq bo‘ladi. Mashinadan to‘g‘ri foydalanilgan va unga o‘z vaqtida texnik xizmat ko‘rsatilgan paytda yeyilish asta-sekin kuchayib boradi va mashinaning ish samarasi shu bilan bog‘liq bo‘ladi. Yeyilishning vaqt o‘tgansayin kuchayib borishi odatdaegri chiziq bilan tavsiflanali. Birinchi maydondagi yeyilish birikmaning boshlang‘ich ishini tavsiflaydi, ya’ni bu mashina detallarining o‘zaro urinuvchi sirtlarini ishlatib, moslash davri. Ishladb, moslashdagi yeyilishning intensivlik darajasi detal sirtlari sifatiga bog‘liq. Detallaming ishqalanadiganyuzalari, birikmalar shartlariga mos ravishda, qanchalik aniq ishlov berilgan bo‘lsa, ular shuncha kam yeyilladi. Ikkinchi maydon birikmaning birme’yorda ishlashini bildiradi. Bu maydonda yeyilish asta-sekin o‘sib boradi va birikma ishlashining davomiyligiga bog‘liq bo‘ladi. Uchinchi maydon yeyilishning intensiv o‘sib borishini bildiradi. Bu paytda birikmalaridagi bo‘shliqlar kattalashadi. Birikmalaming ishlashi bu paytda turii xildagi shovqin va taqillashlami keltirib chiqaradi. Ikkinchi maydondan uchinchi maydonga o‘tish chegaraviy yeyilishni bildiradi, bunda birikma detallari ta’miriash va tiklashga muhtoj bo‘ladi.

Yeyilishga ta’sir etuvchi omillar: Mashinalar detallari sirtining yeyilish jamyoni murakkab bo‘lib, ko'pgina omillarga bog‘liq. Bu omillar mashinalardan foydalanish jarayonida turlicha bo‘ladi. Ularga birinchi navbatda quyidagilar kiradi: detallar sirtiga tushadigan yuklanish; tutashmalar ishining harorat tartibi; moyning borligi, xarakteri va xossalari; moylash ashyosining mexanik aralashmalar bilan ifloslanish darajasi, aralashmalar tarkibi hamda o’lchamlari detallaming bir-biriga nisbatan joylashishi; tutash juftliklaming boshqa holatlari.

Mashinalami loyihalash, tayyorlash va ta’mirlash bilan shug‘ullanuvchi mutaxassislar uchun yeyilishning asosiy omillari va qonuniyatlarini bilish katta ahamiyatga ega. Bu bilim detallami ta’mirlash usulini to‘g‘ri tanlash va foydalanish jarayonida tez yeyilishining oldini olish imkonini beradi.

Mashinalardagi ishqalanuvchi detallaming yeyilish omillari quyidagi turlarga ajratiladi:

- Ishqalanuvchi sirtlardagi solishtirma bosim;
- detallar sirtining qaltiqligi;
- ashyoning tuzilishi (strukturasi);
- detallar sirtining sifati va hokazo.

Ma’lumki, hatto sinchiklab ishlov berilgan sirtlarda ham notekisliklar qoladi. Ishqalanuvchi sirtlar bir-biriga nisbatan surilganda notekisliklarining ayrim chiziqlari faqat qayishqoq deformatsiyaga uchraydi, yuklanish olingandan so‘ng, bu deformatsiya yo‘qoladi. Notekisliklaming boshqa bo‘rtmalari esa plastik deformatsiyaga uchraydi.

Bundan tashqari, tutashish sirti kichik bo‘lganidan ayrim bo‘rtmalarga tushadigan haqiqiy solishtirma yuklanishlar davriy yuklanishlardan ancha katta bo‘ladi. Chunonchi, podshipnikka tushadigan davriy yuklanish 3 Mpa ga teng bo‘lganda, sirtning ayrim nuqtalaridagi haqiqiy solishtirma bosim 3 Mpa ga yetishi mumkin. Katta solishtirma yuklanishlar tez paydo bo‘lganda sirtning ayrim qismlari 450-1000 S gacha qiziydi, bu esa ulaming erib, bir biriga yopishib qolishi va keyin qotgan qismlaming uzilishiga olib keladi.

Natijada sirtlarda erigan va ko‘chgan joylar paydo boladi. Mashinalarning yangi yoki tiklangan detallari noto‘g‘ri siyqalantirilganda, shuningdek, detallami tiklash va uzellami yig‘ish texnologiyasi buzilganda ko'proq yuqoridagi hodisalar sodir bo‘ladi. Ishqalanuvchi sirtlaming oddiy ko‘z bilan yoki mikroskop orqali aniqlanadigan yemirilishi alohida elementar jarayonlar ko‘rinishida sodir bo‘ladi. Bu jarayonlarning qo‘shilib ketishi sirtlaming ashyosiga va ishqalanish sharoitiga bog‘liq. Ishqalanuvchi sirtlar yemirilishining oddiy turlari quyidagilardan iborat.

Sirpanish - ishqalanuvchi sirtlarda mayda notekislik va g’ovaklar bo‘lishi zarur, chunki ular qiziydigan bo‘rtmalar va moy uchun mikrosovitgichlar vazifasini o‘taydi.

Shu sababli, tiklashdan yoki tayyorlashdan so'ng detallar sirtida yuzaga keladigan notekisliklar eng maqbul g‘adir-budirlikka ega bo‘lishi, bu g‘adirbudirlik detallar me’yorida

siyqalanganidan keyin vujudga keladigan notekisliklarga mos kelishi kerak.

Bu talab bajarilmasa, sirpanish jarayonida detallaming ishqalanuvchi sirtlari tez yemiriladi va ulaming o‘ lchamlari o‘zgaradi. Bu hodisa notekisliklar ushbu bo‘g‘inning ishlash sharoiti, sirtlaming ashyosi va hokazolar bilan belgilanadigan o‘lchamgacha kichraygunga qadar davom etadi.

Mikroqirqilish - abrazivning qattiq zarralari yoki yeyilish natijasida ajralib chiqqan modda mahsullari sirtga ancha chuqur botib kirganda ashyoning mikroqirqilishi natijasida mikroqirindi hosil bo‘lishi mumkin. Ishqalaning va yeyilishda mikroqirqilish kam sodir bo‘ladi, chunki amaldagi yuklanishlarda botib qirqish chuqurligi buning uchun yetarli bo‘lmaydi.

Bir joyning qayta-qayta va bir xil tezlikda timalishi ishqalanuvchi sirtlarda kamdan-kam ro‘y beradi, ko‘pincha navbatdagi qayishqoq deformatsiya mintaqasi ilgari hosil bo‘lgan tirnalish izini yopib ketadi. Ishqalanuvchi sirt sirpanish yo‘nalishiga deyarli parallel joylashgan izlar bilan qoplanadi, bu izlar orasida esa ko‘p marta qayishqoq deformatsiyalangan va parchalangan, ya’ni qayishqoq deformatsiyalanish xususiyatini yo‘qotgan ashyo joylashadi. Bunday joyga yuklanish tushganda osongina darz paydo bo‘ladi. Bu darzlar kattalashganda ashyo asosdan ajraladi.

Qatlamlanib ko‘chish - qovushqoq oqish chog‘ida ashyo bir tomonga siqilib surilishi va keyin, oqish xususiyati tugaganidan so‘ng, qatlamlanib ko‘chishi mumkin. Oqish jarayonida ashyo oksid pardasi ustiga chiqib qoladi va asos bilan bog‘liqligini yo‘qotadi. Agar jismlaming chiziqli va nuqtali o‘zaro ta’sirida qatlam chuqurligi bo‘yicha zo‘riqishi ashyoning toliqish qarshiligidan katta bo‘lsa, ish vaqtida izlar paydo bo‘lib, ular ashyoning tangasimon tarzda ajralishiga sabab bo ‘ladi. Bunday hodisa toblangan yoki sementitlangan detallarda kuzatiladi. Metaldagi shlakli qo‘shilmalar, erkin sementit va boshqa ko‘rinishdagi nuqsonlar hamda ancha katta qoldiq cho‘zilish zo‘riqishlari qatlamlanib, ko‘chishga sabab bo‘ladi.

Ezilish - detallar ishlayotganda yeyilish bilan birga ezilish jarayoni ham yuz beradi. Bunda tutash detallaming sirtqi qatlamida metallaming qayishqoq deformatsiyalanishi, qayirilishi, sinishi va kesilishi sodir bo‘ladi. Rezbali birikmalarinng detallari, shuningdek, qo‘zg‘almas birikmalardagi detallar (tutashuvchi detallari bo‘lgan dumalash holatida ishlaydigan podshipniklarning halqalari, mashina korpusi ramalarining tayanch sirtlari va hokazo) ko‘proq eziladi.

Uvalanish - ashyo toliqib yeyilganda undan zarralar ajralishi natijasida ishqalanuvchi sirtida o‘nqir-cho‘nqirliklar paydo bulish jarayoni. Uvalanish sharikli va rolikli podshipniklarda ko‘proq uchraydi. Yeyilishning bu turida avval katta solishtirma bosim (4,5-5 MPa) natijasida halqaning dumalash yo‘lchasida o‘yiqcha (sharik yoki rolikning izi) paydo bo‘ladi.

Toliqib uvalanish - ko‘pgina detallar shunday sharoitlarda ishlaydiki, ulaming ko‘pincha toliqib uvalanishi siitlarining yemirilishiga sabab bo‘ladi. Sirtning toliqib uvalanishi dumalash holatidagi ishqalanish va sirpanish holatidagi ishqalanish bir vaqtda ta’sir qilishi oqibatida detallar sirtilling ko‘p marta o‘ta zo‘riqishi natijasida sodir bo‘ladi. Bu yemirilish jarayoni sharikli va rolikli podshipniklar, shesternyalar tishlari hamda sirpanish podshipniklari uchun xosdir.

Yopishib qolish - metallaming qayta kristallanish haroratidan past sharoitda o‘zaro ishqalanishi yoki birgalikda deformatsiyalanishi natijasida bir-biri bilan mahkam birikib qolish hodisasidir. Tutash detallaming yopishib qolgan joylarida ular o‘rtasidagi chegara yo‘qoladi, metallar birikib ketadi. So‘ngra ishqalanuvchi sirtlaming keyingi harakatida yopishish ko‘prikchalari buziladi va quyidagi jarayonlar kechadi.

Ashyo bir sirtdan mikroskopik va submikroskopik zarralar ko‘rinishida ajralib, boshqa sirtga ko‘chib o‘tadi (keyin bu zarralar disperslanadi va ishqalanish sohasidan chiqib ketadi).

Yupqa va yumshoq metall pardasi tutashgan qattiq sirtga ko‘chib o‘tadi (masalan, bronzaning po‘latga, qo‘rg‘oshinning po‘latga, alyuminiy qoplamaning xromga surkalib qolishi).

Qattiq metall yumshoq sirtga ko‘chib o‘tadi (po‘lat bronzaga, bronza plastikka ko‘chib o‘tadi), bunda parchalangan holatda ko‘chib o‘tgan metall qattiqroq sirtni tirnaydi.

Yedirilish (disperslanish) - ishqalanuvchi sirtlardan metall zarralarning yulinish va ajralish jarayoni. Bu hodisa jismlar o‘zaro ta’sirlashadigan sohada mexanik sinish va molekulyar tortish yuzaga kelishi bilan izohlanadi.

Agar har qanday ishlovdan so‘ng detal sirtidajuda kichik notekisliklar qolgan bo‘lsa,

ishqalanuvchi sirtlar bir-biriga nisbatan harakatlanganda ulardagi ayrim bo‘rtmalar qayishqoq deformatsiyaga, boshqalari esa plastik deformatsiyaga uchraydi.

Mo‘rt va qovushqoq yemirilish - mo‘rt yemirilish dastlabki deformatsiyalanishsiz, me’yoridagi zo‘riqishlar ta’sirida yuz beradi.

Qovushqoq yemirilish urinma zo‘riqishlar tufayli dastlabki holatidagi kabi katta zo‘riqish bilan kechadi.

Detallaming mustahkamligi yupqa sirtqi qatlamining ahvoliga ko'p darajada bog‘liq, chunki darzlar odatda ana shu qatlamda paydo bo‘ladi. Toblanganda uglerod miqdori ko‘payishi bilan uglerodli po‘latlaming mustahkamligj ortadi. Uglerod miqdorining ko'pay ishi temirda uglerodning 0 ta to‘yingan eritmalari hosil bo‘lishiga olib keladi. Bu eritmalaming joylashishi ulaming harakadanishiga to‘sqinlik qiladi va darzlar paydo bo‘lishiga yordam beradi.

Shuni belgilab qo‘yish joizki, yengil sanoatda ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar, ishchi mexanizmlardagi detallaming o‘zaro ta’siriari yuqori aniqlikda bo‘lishini talab qiladi, chunki ulaming yeyilishi texnologik jarayonlaming buzilishiga sabab bo‘ladi. Masalan, poyabzal va tikuv mashinalaridagi detallami mokili yoki zanj irsimon chok yordamida biriktimvchi mexanizmi halqa hosil qiluvchi detalining yeyilishi natijasida halqa hosil qilolmay qoladi. Shunga o‘xshash holatlar trikotaj matolari va paypoq to‘qish mashinalarida ham uchrab turadi. Qator detallaming yeyilishi iplaming uzilishiga sabab bo‘ladi.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, mashina detallarining uzoq muddat xizmat qilishi uchun ularni to‘g‘ri tanlash, sifatli materiallardan foydalanish, samarali moylash tizimini yo‘lga qo‘yish hamda muntazam texnik ko‘rikdan o‘tkazish muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, yeyilish turlarini chuqur o‘rganish va ularni kamaytirish usullarini qo‘llash orqali texnik qurilmalarning ishonchliligi va iqtisodiy samaradorligini oshirish mumkin.

Adabiyotlar

[1]. YoMdoshev Sh.U. Mashinalar ishonchligi va ulami ta’mirlash asoslari. T. 0 ‘zbekiston, 1994 y. 480 b.
[2]. OlimovQ.T. Tikuvchilik korxonalari jihozlari va uskunalari. KHK uchun darslik. / G‘.G‘ulom.2002.
[3]. Технология машиностроения. Под редакцией Дальского Н.М.2000 г.
[4]. Р.Коллер, В.А. Фукин и др. Стратегия и тактика инвариантного конструрирования, моделирования и оптимизации технических систем. Руско-немецкий учебно-методический комплекс. Народное образование., Москва-Аакен, 1997.
[5]. Швейние машины фирмы “Джуки”. Руководство для инженеров.
[6]. М.Худух. Ремонт и монтаж оборудования текстильной и легкой промышленности. М., 1987.
[7]. Sinle-thread chainstitch cycling machine for sewing buttons and tasks Printed in Germany. 4-99.
[8]. В.Я.Франте. Разборка, сборка и наладка швейных машин, м., Легкая и пищевая промышленность. 1983.
[9]. Рейбарх Л.Б. Ремонт и монтаж швейных машин швейно-трикотажного производства. М. Легкопромиздат. 1989.
[10]. Olimov Q.T., Rustamov R.M., Nurboyev R.X., Uzoqova L.P. Tikuv mashinalari. Toshkent. Uzinkomsentr. 2002-y.

MATHEMATICAL MODELING OF THE DYNAMIC MOTION OF COTTON FLOW IN DRUMS WITH SPRING-MOUNTED PEGS

M.R. Mo‘minov, M.M. Homidjonov

Fergana State Technical University,
e-mail: mansurbekmuminov144@gmail.ru
e-mail: mamurjon.homidjonov@fstu.uz
ORCID: 0009-0006-4067-5864

(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)
(Received on March 10 th, 2026)

Annotatsiya: *Maqolada paxta tozalash mashinalarida qo‘llaniladigan prujina bilan mahkamlangan qoziqchali barabanlarning paxta oqimiga dinamik ta’siri matematik modellashtirilgan. Paxta*

bo‘lakchasining prujinali qoziqcha bilan o‘zaro ta’siri natijasida yuzaga keluvchi radial tebranish harakati differensial tenglamalar asosida ifodalangan. Harakat tenglamalarining bir jinsli va xususiy yechimlari aniqlanib, tizim parametrlarining paxta oqimi harakatiga ta’siri tahlil qilingan. Olingan natijalar paxta oqimini barqaror uzatish, mexanik shikastlanishni kamaytirish va tozalash jarayonining samaradorligini oshirish imkonini berishi bilan izohlanadi.

Kalit so‘zlar: *paxta oqimi, qoziqchali baraban, prujina, matematik model, differensial tenglama, dinamik harakat.*

Аннотация: *В статье математически моделируется динамическое воздействие подпружиненных штифтовых барабанов, используемых в хлопкоочистительных машинах, на поток хлопка. Радиальное колебательное движение, возникающее в результате взаимодействия хлопкового коробочки с подпружиненным штифтом, выражается на основе дифференциальных уравнений. Определены однородные и частные решения уравнений движения, а также проанализировано влияние параметров системы на движение потока хлопка. Полученные результаты объясняются тем, что они обеспечивают стабильную передачу потока хлопка, уменьшают механические повреждения и повышают эффективность процесса очистки.*

Ключевые слова: *поток хлопка, штифтовый барабан, пружина, математическая модель, дифференциальное уравнение, динамическое движение*

Abstract: *The article mathematically models the dynamic effect of spring-loaded drum spools used in cotton gins on the cotton flow. The radial vibrational motion resulting from the interaction of a cotton boll with a spring-loaded drum spool is expressed based on differential equations. Homogeneous and particular solutions of the equations of motion are determined, and the effect of system parameters on the cotton flow motion is analyzed. The results obtained are explained by the fact that they allow for stable cotton flow transfer, reduced mechanical damage, and increased efficiency of the cleaning process.*

Keywords: *cotton flow, drum with pegs, spring, mathematical model, differential equation, dynamic motion.*

ENTRANCE

In the primary processing of cotton raw materials, the cleaning operation is one of the most important stages that determine the quality of the product. The efficiency of the cleaning process directly affects not only the amount of impurities removed, but also the ability of cotton fiber and seeds to be transported to subsequent technological stages without damage. Therefore, cleaning efficiency and reducing mechanical impact on the fiber are considered two main criteria in improving modern cotton ginning machines.

Although the widely used drum with piles is effective in separating impurities by moving and shaking the cotton stream, there are a number of technological shortcomings in their operation. In particular, the quality of cleaning can be reduced due to the clogging of the cotton stream between the piles, mechanical damage to the fibers due to the impact (hard) impact of the piles on the cotton piece, and the instability of the transfer process between the drums. In such conditions, taking into account the elastic properties of the system elements, “smoothing” the impact on the cotton stream and stabilizing the transfer appear as an urgent scientific and technical problem.

One way to solve this problem is to fix the pegs to the drum with a spring. The theoretical essence of the idea of \u200b\u200bspring fastening is that instead of a rigid kinematic connection (rigid impact) in the interaction between the peg and the cotton ball, an elastic-dynamic connection occurs. That is, the cotton flow is transmitted not by a single impact under the influence of the pegs, but by creating an oscillatory (vibrating) motion. In this case, the spring deformation “absorbs” and “returns” energy in a short time, as a result of which the trajectory and acceleration of the cotton ball are free from sharp jumps, and the dynamic regime of the system is stabilized. Also, the elasticity of the spring can optimize the “compression-relaxation” states of the cotton flow between the pegs, reducing the likelihood of jamming.

The effect of a spring-loaded drum on the cotton flow can be interpreted from a mechanical point of view as a dynamic system of the mass-spring type. The cotton ball is an inertial element with a certain mass, and the spring is an elastic element, and the ratio between centrifugal forces and elastic forces during the rotation of the drum determines the radial displacement of the cotton ball. The following main factors are important for a correct assessment of the dynamic state in such systems:

- Inertia factor (m): As the mass of the cotton ball increases, the “response” behavior of the system changes; the amplitude of the oscillations and the time-dependent transients can be distinguished.
- Elasticity factor (k): The stiffness of a spring is the main parameter that determines the natural frequency of a dynamic system, the amplitude of vibration, and the conditions under which a piece of cotton will separate from the pile.
- Rotation factor (ω): As the drum angular velocity increases, the proportion of centrifugal forces increases; this can increase the radial displacement of the cotton sliver or accelerate separation under certain conditions.
- Geometric factor (R and pile position): The pile radius and the initial position of the cotton ball form the initial conditions of the dynamic equations, which are important in determining the realistic process trajectory.

In this context, mathematical modeling for spring-loaded drum assemblies serves two main purposes:

1. create a theoretical basis for the system by formulating dynamic equations of motion for cotton flow;
2. to provide a scientific basis for choosing rational values of spring stiffness and drum angular velocity.

Research objective

To express the dynamic motion of a cotton stream in the radial direction under the influence of a spring-loaded drum with a peg based on a mathematical model, obtain analytical solutions, and determine the laws of influence of the main parameters (k, ω, etc.) on the motion of the cotton stream.

Research tasks

- mechanically justify the main forces acting on a piece of cotton (elasticity and centrifugal forces);
- Formulate a differential equation of motion based on Newton's laws;
- determine homogeneous and particular solutions and find integral constants through initial conditions;
- analysis of the displacement trajectories of the cotton flow at different values of spring stiffness and drum angular velocity;
- Drawing scientific conclusions on the factors affecting process stability, reduction of mechanical damage, and transmission quality based on the theoretical results obtained.

Object and subject of research

- Object: The process of screening and transferring a stream of cotton using drums with pegs.
- Subject: Dynamic (oscillating) motion of a piece of cotton in the radial direction under the influence of spring-loaded pegs and the mathematical relationships that describe it.

Scientific novelty and practical significance

The scientific aspect of the work is explained by the expression of the dynamic behavior of cotton flow in spring-loaded drums using differential equations and the theoretical assessment of the influence of system parameters. In practical terms, the obtained relationships are useful in choosing drum designs and operating modes, and in substantiating engineering solutions aimed at increasing the stability of cotton flow transmission and reducing mechanical stress on the fiber.

Research methods

The research uses classical theoretical mechanics and solutions of differential equations, as well as parametric analysis and graphical modeling approaches (computational and trajectory analysis).

LITERATURE ANALYSIS

The working process of the drum with pegs used in cotton ginning machines and their impact on the cotton flow have been considered in many scientific studies. In these studies, the processes of picking, conveying and separating impurities from the cotton flow using the working bodies with pegs were analyzed mainly from a mechanical and technological point of view. It was

noted that as a result of the hard (inelastic) mechanical impact on the cotton flow in traditional drum with pegs, the cleaning efficiency increased, as well as the degree of fiber damage.

In classical sources in theoretical mechanics, vibrating systems involving elastic elements are analyzed based on the mass-spring model. In such systems, the equations of motion are expressed in the form of differential equations, and the balance between elastic and inertial forces plays a key role. Although this approach has been widely used in the analysis of some components of production machines, it has been applied to a limited extent for the pile drums of cotton ginning machines.

In some studies, the rotation speed of the pick drums, the length of the pick, and the location of the pick were considered as the main factors affecting the movement of the cotton stream. However, these studies did not sufficiently explain the dynamic processes that occur as a result of the elastic fastening of the pick, i.e., its attachment to the drum by a spring. Also, most studies analyzed the movement of the cotton stream within the framework of a kinematic or simplified static model, and the real vibration processes were not fully explained theoretically.

Studies on improving the efficiency of impurity separation in the cotton ginning process have focused mainly on technological parameters, namely cleaning efficiency and productivity. In this case, the dynamic interaction between the working bodies and the cotton flow is considered a secondary factor. However, the dynamic behavior of the cotton flow is one of the important factors determining the mechanism of impurity separation.

Therefore, an analysis of the existing literature shows that the issue of mathematical modeling of the dynamic movement of cotton flow in spring-loaded drums has not been sufficiently studied, and research in this area is scientifically and practically relevant.

RESEARCH METHODOLOGY

In this study, theoretical-analytical methods were used to study the dynamic behavior of cotton flow in spring-loaded drums with pegs. The research methodology is based on classical theoretical mechanics and the theory of differential equations.

In the study, the cotton flow was considered as a set of individual cotton pieces, and their motion was represented by a simplified mechanical model. The cotton piece was taken as an inertial element (mass), and the spring was taken as an elastic element, and the interaction with the pile was modeled as a mass-spring type dynamic system. Centrifugal forces arising from the rotation of the drum were taken into account as one of the main external forces acting on the cotton piece.

The main stages of the research methodology are as follows:

- determine the forces acting on a piece of cotton (elastic force and centrifugal force);
- Construct a differential equation for the motion of a piece of cotton in the radial direction based on Newton's second law;
- Simplify the constructed differential equation and divide it into homogeneous and inhomogeneous parts;
- find analytical solutions to the equation of motion and determine integral constants through initial conditions;
- to analyze the effect of system parameters (spring stiffness and drum angular velocity) on cotton flow behavior.

Based on the obtained analytical expressions, a graphical analysis method was used to study the trajectories of the cotton flow movement over time. The calculation results were compared at different values of the parameters and the oscillatory nature of the cotton flow was assessed. This approach made it possible to determine the stability conditions of the process and select rational values of the design and technological parameters.

The chosen methodology provides sufficient accuracy to theoretically substantiate the dynamic behavior of spring-loaded drum drums used in cotton gins and determine their effective operating conditions.

RESULTS

1. Results of dynamic behavior of cotton flow in spring-loaded pile drums

The movement of a cotton stream under the influence of a spring-loaded drum with a peg is

determined by the balance between elastic force and centrifugal force. Elastic force

$$F_k = kx$$

and centrifugal force

$$F_m = m\omega^2(R + x)$$

The radial motion of a piece of cotton under the influence of Newton's second law

$$m\ddot{x} = m\omega^2(R + x) - kx$$

This equation is simplified to

$$\ddot{x} + \left(\frac{k}{m} - \omega^2\right)x = \omega^2 R$$

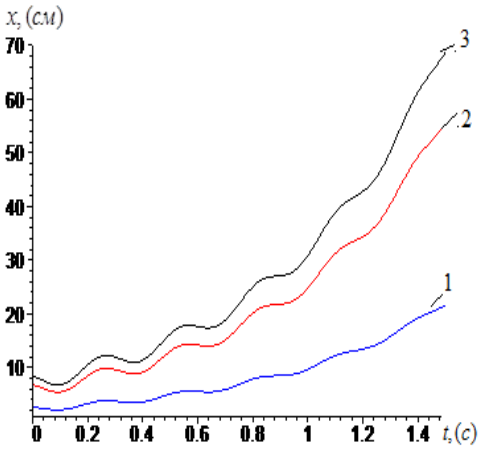
a second-order inhomogeneous differential equation is formed. Analytical solution of the equation

$$x(t) = C_1\cos(\lambda t) + C_2\sin(\lambda t) + \frac{\omega^2 R}{\lambda^2}$$

determined in the form of, taking into account the initial conditions

$$x(t) = \frac{\omega^2 R}{\lambda^2}(1 - \cos(\lambda t))$$

This result indicates that the cotton flow is transmitted from the piles through elastic vibrational rather than impacting motion. As a result, mechanical damage is reduced and the transmission process is stabilized.



1-Fig. The behavior of a cotton stream under the influence of spring-loaded pegs for different spring elastic coefficients. $k_1 = 5418\,H/мм$ $k_2 = 10617\,H/мм$ $k_3 = 19178\,H/мм$ time-dependent graph of values.

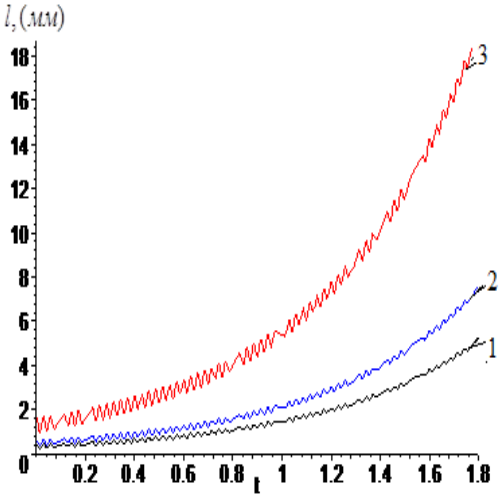


Figure 2. The behavior of a cotton stream on the surface of piles fastened by a spring at different elastic coefficients of the spring. $k_1 = 5418\,H/мм$ $k_2 = 10617\,H/мм$ $k_3 = 19178\,H/мм$ time-dependent graph of values.

Results of two-stage cotton flow behavior on spring-loaded piles and mesh surface

Elastic, centrifugal, and friction forces are taken into account for the movement of the cotton stream between the piles and the mesh. In this case, the equation of motion is

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = m\omega^2(R + x)$$

written and simplified as04.05.2026

$$\ddot{x} + \frac{c}{m}\dot{x} + \left(\frac{k}{m} - \omega^2\right) x = \omega^2 R$$

The graphs constructed based on these equations (Figures 5–7) showed that the amplitude of the oscillation of the cotton stream depends on the elastic coefficient of the spring.

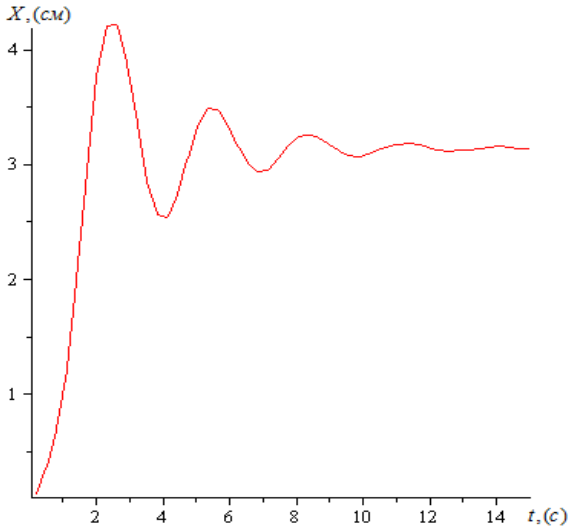


Figure 3. The behavior of a cotton stream under the influence of spring-loaded pegs is determined by the elastic coefficient of the spring. $k_1 = 5418\,H/мм$ time-dependent graph of value.

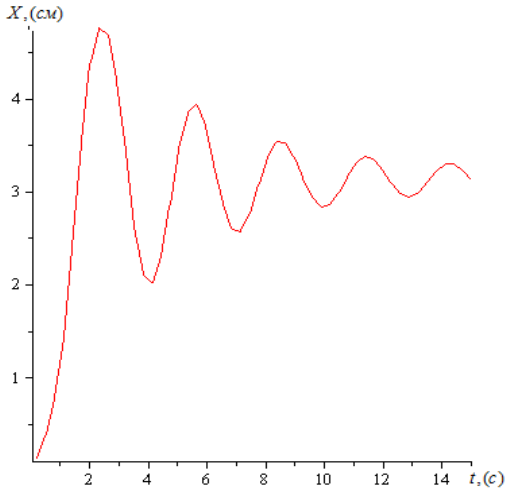


Figure 4. The behavior of a cotton stream under the influence of spring-loaded pegs is determined by the elastic coefficient of the spring. $k_3 = 19178\,H/мм$ time-dependent graph of value

The movement of the cotton stream along the mesh along the UM axis is

$$m\ddot{y} + c\dot{y} + ky = 0$$

is described by the equation. Its analytical solution is

$$y(t) = e^{-\beta t}\left(C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t\right)$$

This result shows that the cotton stream moves in a damped oscillatory motion on the surface of the screen. As a result, the cotton stream becomes less clogged between the piles and the transfer process becomes less continuous.

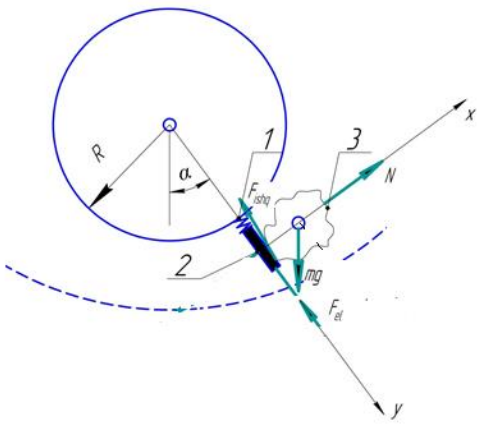
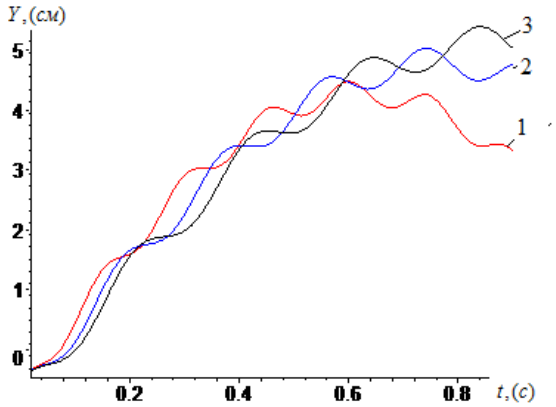


Diagram of external forces acting on the cotton flow due to the improved spring-loaded pegs.



The motion of a cotton stream along the OY axis under the action of pegs fixed by a spring is controlled by varying the elastic coefficient of the spring. $k_1 = 5418\,H/мм$; $k_2 = 10617\,H/мм$; $k_3 = 19178\,H/мм$ depends on time in its values.

Results of the efficiency of separation of impurities under the influence of spring-loaded piles

The decrease in mass of a cotton ball over time during the cleaning process

$$\frac{dm}{dt} = -\alpha m$$

is expressed by the equation. The solution to this equation is

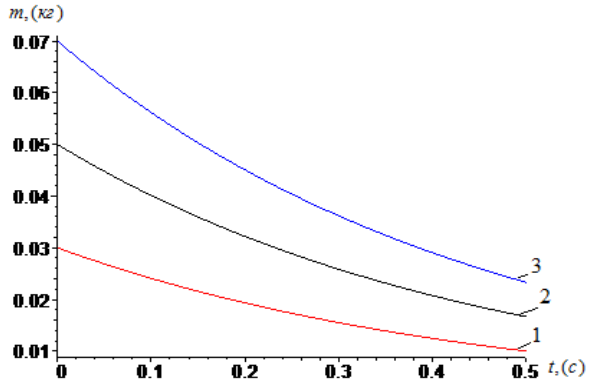
$$m(t) = m_0 e^{-\alpha t}$$

The change in the mass of impurities in cotton is

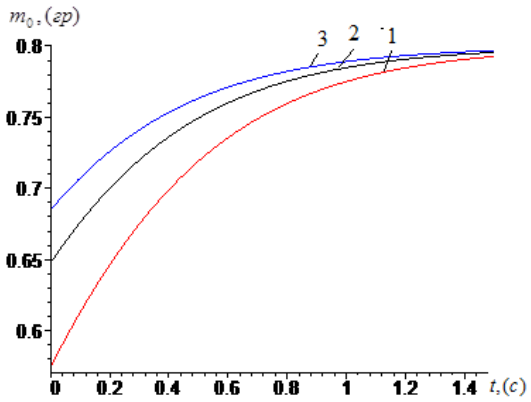
$$\frac{dm_i}{dt} = \beta m - \gamma m_i$$

described by a differential equation and, as a result of integration,

$$m_i(t) = m_{i0} e^{-\gamma t} + \frac{\beta m_0}{\gamma - \alpha}\left(e^{-\alpha t} - e^{-\gamma t}\right)$$



The change in mass of the cotton ball at different values of the shrinkage coefficient of the cotton ball $k_{1I} = 0{,}08$ $k_{1II} = 0{,}1$ $k_{1III} = 0{,}12$ graphs of change over time.



The change in mass of the cotton ball at different values of the shrinkage coefficient of the cotton ball $k_{1I} = 0{,}08$ $k_{1II} = 0{,}1$ $k_{1III} = 0{,}12$ graphs of change over time.

These results confirm that the separation of impurities from the cotton pad is intensified and the cleaning efficiency is high under the influence of spring-loaded pegs.

CONCLUSION

As a result of theoretical studies, the dynamic behavior of cotton flow in drums with spring-loaded pegs was mathematically substantiated and its impact on the technological process was comprehensively evaluated. It was shown that the interaction of a cotton piece with a spring-loaded peg creates an elastic oscillatory motion, which provides a significant reduction in mechanical shock effects compared to traditional rigid pegs.

The results obtained on the first topic showed that the elastic coefficient of the spring and the angular velocity of the drum are the main factors determining the amplitude of the displacement of the cotton stream in the radial direction and the vibration frequency. At rational values of these parameters, the cotton stream is elastically and stably transmitted from drum to drum, which reduces the possibility of fiber damage and increases the reliability of the technological process.

In the second topic, the two-stage motion of the cotton stream on the surface of spring-loaded pegs and a mesh screen was theoretically analyzed. The results confirmed that the oscillatory motion of the cotton stream reduces the occurrence of jams between the pegs and ensures the continuity of the conveying process along the mesh screen. In particular, the balance between

elasticity and friction forces ensures the smooth movement of the cotton stream and increases the stability of the conveying.

The third topic, based on the analysis of mass changes, showed that the separation of impurities from cotton pieces is intensified under the influence of spring-loaded piles. The relationship between the decrease in the mass of the cotton piece and the change in the mass of impurities over time quantitatively confirmed the high cleaning efficiency. This indicates that the transmission of the cotton stream in an oscillatory motion creates favorable conditions for the effective separation of impurities.

In general, the use of spring-loaded peg drums allows optimizing the dynamic movement of the cotton stream, reducing mechanical damage, and increasing cleaning efficiency. The obtained scientific results can serve as a theoretical basis for selecting the structural and technological parameters of cotton ginning machines, as well as for designing new generation cotton ginning equipment.

References

[1]. Homidjonov, M. (2025). Efficiency of pile drums in cleaning cotton from fine impurities. Research and Implementation, 3(9), 55–61. extracted fromhttps://rai-journal.uz/index.php/rai/article/view/1555

[2]. Khomidjonov, M. (2025). Automation of production processes: automation and robotization systems. Research and Implementation, 3(6), 354–361. izvlecheno nounhttps://rai-journal.uz/index.php/rai/article/view/1488

[3]. Homidjonov, M. (2025). Technological processes for separating fine impurities in cotton ginning plants. Bulletin of Contemporary Researches: Technical Sciences, 1(1), 15-18.https://bulconre.com/index.php/tech/article/view/19

УДК 662.997-621.

СОЛНЕЧНЫЙ ЕМКОСТНЫЙ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЯ НА 200 ЛИТРОВ

П.Р. Файзиев

Ферганский государственный технический университет
Polatfayziev1@gmail.com
Тел.+99890-303-10-38.
(Получена 10.03.2026 г.)

Аннотация. *Данная статья поможет рассмотреть проблемму использования солнечной энергии для нагрева воды , для бытовых целей .. Научная статья посвященна исследованию емкостного солнечного водонагревателя на 200 литров , который имеет ряд преимуществ в отличие от стандартных водонагревателей Солнечный емкостный водонагреватель состоит из четырех узлов :стального бака емкостью 200 литров ,стальной крышки, полиэтиленового мешка для воды, опорного стального столика с встроенным абсорбером , который имеет теплоизоляцию , служит опорой бочки, все узлы окрашенны черной матовой краской, .Солнечный емкостный водонагреватель занимает площадь 0,5*0,5м ресурс работы больше 10 лет. Бочка имеет сбоку ручки для перемещения в пустом положении внутри хозяйства. Солнечный емкостный водонагреватель в процессе работы не выделяет вредных газов в атмосферу .В публикации приведен детальный анализ конструкции солнечного водонагревателя. .*

Ключевые слова: *Емкостный солнечный водонагреватель, солнечная энергия, емкость, полиэтиленовая пленка, абсорбер,черная матовая краска, опорный столик, теплоизоляция , индивидуальные хозяйства, трубчатые коллекторы.*

Annotation. *This article presents the results of field tests of an capacitive solar water heater for 200 liters. Which has a number of advantages unlike standard water heaters in low cost, ease of manufacture, ease of operation, reliability, local materials, long service life, ease of repair, transportability, lighter weight, no heavy tubular structures, the capacitive innovative solar water heater design developed by us is necessary in rural areas for deckhands and farmers.*

Key words: *Capacitive solar water heater, solar energy, container, polyethylene film, absorber, matte paint, support table, thermal insulation, individual households, tubular collecto.*

Введение

В статье рассматривается проблемма разработки солнечных водонагреватлей упрощенной конструкции предназначеных для обеспечения горячего водоснабжения в теплый сезон весна ,лето, осень для сельских районов. В данной работе проводится сравнительный анализ существующих конструкций солнечных водонагревателей с разработанной нами емкостной конструкцией .солнечного водонагревателя. Целью исследования является определение оптимальной конструкции и технико-экономических параметров ,дальнейшее экспериментальное исследование эффективности работы емкостного солнечного водонагревателя, .изготовленного из местных материалов.Методыисследования включают сравнительный анализ конструкций солнечных водонагревателей полученных из литературы и собственных экспериментов проведенных 20.05.2020г.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДОЛОГИЯ

В девятнадцатом столетии не существовало простых и комфортных методов нагрева воды , использовали дровяные варочные плиты. В городах для нагрева воды использовали светильный газ. Швейцарский ученый, ботаник Гораций де-Сосюр в 1767году создал первый в мире солнечный водонагреватель на 25 галлонов воды. Солнечный водонагреватель состоял из деревянного ящика покрытого сверху стеклом, ящик был теплоизолирован и зачернен изнутри, внутри помещал колбу с водой. Первый коммерческий солнечный водонагреватель. запатентовал К. Кемп и поступил в продажу в 1891 году под названием «Chimax Solar Water Heater». В 1904 году Чарльз Хаскель выкупил права у Кемпа улучшил конструкцию. Затем в 1909 году Уильям Дж. Бэили произвел революцию на рынке. Он создал новую конструкцию, разделил единый солнечный водонагреватель на две части. Нагревающий элемент-солнечный коллектор находится наруже под воздействием солнечных лучей, а бак-аккумулятор находится внутри здания. К концу первой мировой войны Дж. Биэли продал на рынке 4000 солнечных водонагревателей. Современный вид солнечного водонагревателя был создан в 1953 году в Израиле инженером Леви Иссаром усовершенствован доктором Цви Тавором в 1955году, за что получил премию 1000 израильских лир от премьер-министра страны Давидом Бен-Гурионом. В настоящее время солнечные водонагреватели разных модификаций широко используются в Израиле, Китае, Испании, Саудовской Аравии, Корее, России, Португалии, Египте, Дубае, Франции, Марокко, Египте, Турции, Италии, Греции, США и других странах. По производству солнечных водонагревателей Китай мировой лидер. В Узбекистане солнечные водонагреватели емкостью 200литроввыпускают в »ООО» TEXNOPARK» под брендом Royal,также в специальной экономической зоне города Джизак и др.[6-8]. Солнечные водонагреватели могут быть активного или пассивного типов. Активная система использует электрический насос дляциркуляции жидкости. Пассивная система не имеет насоса, процесс протекает за счет естественной циркуляции.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработанный солнечный емкостный водонагреватель необычайно простот и надежен в эксплуатации, долгий ресурс работы ,возможность приобретения бака на любом рынке районов, отличает его .Солнечный водонагреватель состоит из обычной стальной бочки ,окрашенной черной матовой краской(БУ) выпускаемой промышленностью емкостью 200 литров,металлической крышки, полиэтиленового мешка, специального металлического опорного столика с встроенным абсорбером окрашенным черной матовой краской, на который устанавливается бочка с водой. Столик с абсорбером одновременно служит опорой и дополнительным нагревательным устройством. Все детали водонагревателя доступны и имеются в сельских магазинах и окрашены черной матовой краской. Температуру воды в бочке измеряли ртутным термометром ТУ 20-2021.010-89ТТ. Площадь занимаемая солнечным емкостным водонагревателем-

0,25квадратных метров. Тепло солнечных лучей обогревают установку с 3х сторон, сверху- это крышка,. сам корпус бочки и специальный теплоизолированный опорный столик с абсорбером. Крышка бочки окрашена черной матовой краской и плотно прилегает к краям бочки, это обеспечивает поступление тепла сверху за счет теплопроводности. На баке установленны ручки для перемещения пустого бака в нужное место для дальнейшего заполнения водой и его использования. . Наш солнечный водонагреватель имеет ряд преимуществ перед промышленными водонагревателями (китайские трубчатые и водонагреватели фирмы «Рояль») [6-8] на изготовление которых затрачиваются дорогие материалы : нержавейка , красная медь и вакуумные специальные трубки, они также имеют большой вес около 100кг. Что делают их не транспортабельными внутри хозяйств, также .характерны занимаемые ими большие площади около 3х квадратных метров . Следует отметить что трубчатые солнечные водонагреватели в процессе работы покрываются изнутри накипью, который со временем превращается в известковый налет и ухудшает качество работы. . Стоимость выпускаемых промышленностью солнечных водонагревателей на 200 литров на рынке от 4–8 млн сум и более наш солнечный емкостный водонагреватель на целый порядок дешевле отечественных и зарубежных. Не требует специального обслуживания и легко ремонтируется. Испытания проводились в городе Фергане. Они показали, что солнечный емкостный водонагреватель на 200 литров может обеспечивать горячей водой с температурой около $45\text{-}55^0$ по Ц большую семью особенно в отдаленных районах, где нет линии газопровода и электроэнергии. Температура горячей воды соответствует нормам для использования в бытовых и хозяйственных нуждах. . Таким образом используя БУ бочки можно изготовить энерго-эффективные, дешёвые и надежные гелио-водонагреватели с большим сроком эксплуатации, для жителей сельских местностей, которые остро нуждаются в горячей воде для стирки белья, купания и других хозяйственных целей. С внутренней стороны бочка имеет полиэтиленовое покрытие, (полиэтиленовой мешок) которое защищает металлический корпус бочки от коррозии и одновременно служит резервуаром для воды. Вода находится внутри полиэтиленового мешка, что позволяет сохранить высокое качество нагреваемой воды, внутренняя поверхность бочки и его окраска не имеют значения. Баки выбираем готовые выпускаемые промышленностью , так как это удобно, дешевле и занимает мало времени ,чем самим изобретать и изготавливать новую емкость. Солнечный водонагреватель соответствует экологическим нормам не использует топливо, электроэнергию, природный газ, уголь, дрова не выделяет в роцессе работы вредных газовых выбросов в атмосферу. . Предлагаемый простой солнечный водонагреватель может быть изготовлен из простых доступных местных материалов и изготовлен в больших количествах по заказу потребителей в любой сельской местности, , поэтому он не имеет себя равных по дешевизне, простоте обслуживания и эффективности. Установка прошла многолетние натурные испытания, которые показали что пригодна для большой узбекской семьи проживающих в сельской местности. Известно что для нагрева бочки с водой емкостью 200 литров расходуется около 400кг дров, данная бочка с водой обогревается за счет бесплатной солнечной энергии поступающей на гелио-водонагреватель в течение солнечного дня. К вечеру, когда семья в сборе 200 литров горячей воды готовы к употреблению .Для нагрева 200 литров воды ориентировочно расходуется 400кг дров. .В течение одного месяца происходит экономия условного топлива 400кг*30дней=12000кг топлива в перерасчете на сум это 12000000 сум условного топлива, уменьшение эмиссии углекислого газа CO_2, абсолютная экологичность процесса. Срок службы десятки лет, так как не имеет подвижных узлов при эксплуатации возможна замена полиэтиленового мешка, который можно приобрести в любом хозяйственном магазине сельской местности. Общий вид разработанного емкостного солнечного водонагревателя показан на Фиг.-1. Для удобства

эксплуатации в пасмурные дни солнечный водонагреватель имеет резервный подогреватель, электрический ТЭН мощностью около 400вт.

Разработанный нами солнечный емкостный водонагреватель рекомендуются для эксплуатации в приусадебных участках, сельских местностях, индивидуальных и фермерских хозяйствах, больницах, столовых ,прачечных, общежитиях институтов, школах, колледжей, и автотехобслуживание.

Технические характеристики:

1.Обьем бака, л.- 200
Высота-87,98см.
Внутренний диаметр-55см
Вес бочки-14-26кг
Площадь абсорбера,м^2 - 0,5*1
Максимальная температура -45- 55гадусов по Ц.
Занимаемая гелиоустановкой площадь,м^2 - 0,5*0,5
Гарантия 1год .Срок службы 20лет
Один комплект опорного- термостола
Габариты, м 0,5*0,5*0,4
Пенопласт—0,5*0,5м
Срок окупаемости - 6 месяцев. .
Резервный подогреватель воды-ТЭН
Мощность-400 вт

Ветер 3м\сек, Температура воздуха Т= 23 градусов по Ц.

Результаты испытаний емкостного солнечного водонагревателя 20.05.2020года											
часы	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Экспериментальные температуры в солнечном водонагревателе градус по Ц											
абсорбер	34	47	54	58	81	80	82	72	36	33	32
крышка	31	41	47	58	62	61	63	64	42	41	33
корпусбака	24	24	28	31	35	39	41	41	38	34	32
Вода в баке	22	22	28	31	33	38	40	40	38	32	30



Фиг.-1.

Солнечный емкостный водонагреватель находился на площадке окруженной соседними домами и солнечные лучи освещали гелиоустановку утром с 9 часов, вечером в 17 часов солнце скрывалось за соседними домами в связи с этим гелиоустановка недостаточно получала бесплатную энергию в течения светового дня.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1.Установленно, что используя БУ стальные бочки емкостью 200литров целеосообразно изготавливать энерго-эффективные, дешёвые и надежные емкостные гелио-водонагреватели с большим сроком эксплуатации, для жителей сельских местностей..

2.**Определенно** емкостные солнечные водонагреватели из БУ бочек более просты, доступны ,, надежны в эксплуатации , ремонтнопригодны, не требуют водопроводной сети и смесителей для их обслуживания , как у трубчатых солнечных китайских водонагревателей или солнечных водонагревателей фирмы « Рояль «

Список литературы

[1]. Р.Р.Авезов,Ф.Ш.Касимов,Э.Ю.Рахимов.Ш.К.Ниязов,А.А.Абдуллаев «Емкостные солнечные водонагреватели: Научно-теоретические и экспериментальные исследования» под. Редакцией проф. Н.Р Авезовой Ташкент .Монография,2022год 108стр

[2]. Мухитдинов М.М., Эргашев С.Ф. Дастлабки патент Рузгорбоп куёш сув иситкич №3259 талабнома»1 НДР 95000327.

[3]. Умаров Г.Г. Мирзиеев Ш.М.,Юсупбеков О.Н. «Гелиосушилка сельхозпродуктов» Ташкент. Фан.1994. 152с.

[4]. Клычев Ш.И. Мухаммадиев,М .М. Авезов Р.Р.и др. «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии «Ташкент.Изд. «Фан»ва технология. 2010.192с.

[5]. Файзиев, П. Р., Исмадиёров, А., Жалолдинов, Г., Ганиев, Л. (2021). Солнечный инновационный бытовой водонагреватель. Science and Education, 2(6), 320-324

[6]. [электронный ресурс] https:\\repost.uz solnechniye-vodonagrevatel-Royal

[7]. [электронный ресурс]https:\gie.uz

[8]. [электронный ресурс]https:\flagma.uz product.

УДК 656.13.072

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

А.С. Хусанжонов

Ферганский государственный технический университет
abdulazizhusanjonov7777@gmail.com tel:+998(88) 220-77-22
(Получена 10.03.2026 г.)

Аннотация. *В современных условиях автомобили обеспечивают более 90% общего объёма грузовых перевозок, что подчёркивает их ключевую роль в транспортной системе и экономике. Организация процесса перевозки грузов осуществляется в соответствии с новыми логистическими стандартами, учитывающими современные требования к эффективности, надёжности и устойчивости транспортных услуг.*

Обеспечение динамичного экономического роста напрямую связано с поиском новых резервов, совершенствованием транспортных услуг, увеличением объёмов перевозок, а также повышением эффективности использования грузовых автомобилей. Существенную роль в этом процессе играет внедрение интеллектуальных и информационных технологий, позволяющих оптимизировать эксплуатационные параметры транспортных средств.

Современный подход к эксплуатации автомобилей предполагает рассмотрение их жизненного цикла как взаимосвязанной системы этапов, включающей проектирование, эксплуатацию, техническое обслуживание и утилизацию.

В данной статье рассматриваются методы оценки эффективности использования грузовых автомобилей, а также вопросы организации высокоэффективного производственного процесса на основе комплексного анализа эксплуатационных показателей..

Ключевые слова: *груз, грузовик, эксплуатация, техническое состояние, производительность, грузовые и пассажирские перевозки.*

Annotatsiya. *Zamonaviy sharoitda yuk tashish umumiy hajmining 90% dan ortig‘i avtomobil transporti hissasiga to‘g‘ri kelmoqda, bu esa uning transport tizimi va iqtisodiyotdagi strategik o‘rnini ko‘rsatadi. Yuk tashish jarayonini tashkil etish transport xizmatlarining samaradorligi, ishonchliligi va barqarorligiga qo‘yiladigan zamonaviy talablarga javob beruvchi yangi logistik standartlar asosida amalga oshirilmoqda.*

Iqtisodiyotning jadal o‘sishini ta’minlash bevosita yangi zaxiralarni izlab topish, transport xizmatlarini takomillashtirish, tashish hajmini oshirish hamda yuk avtomobillaridan foydalanish samaradorligini yuksaltirish bilan bog‘liqdir. Ushbu jarayonda transport vositalarining ekspluatatsion parametrlarini optimallashtirishga imkon beruvchi intellektual va axborot texnologiyalarini joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Avtomobillarni ekspluatatsiya qilishga zamonaviy yondashuv ularning hayotiylik siklini loyihalash, foydalanish, texnik xizmat ko‘rsatish va utilizatsiya qilish bosqichlarini qamrab oluvchi o‘zaro bog‘liq tizim sifatida ko‘rib chiqishni nazarda tutadi.

Ushbu maqolada yuk avtomobillaridan foydalanish samaradorligini baholash usullari, shuningdek, ekspluatatsiya ko‘rsatkichlarining kompleks tahlili asosida yuqori samarali ishlab chiqarish jarayonini tashkil etish masalalari yoritilgan.

Tayanch so‘zlar: *yuk, yuk avtomobili, ekspluatatsiya, texnik holat, unumdorlik, yuk va yo‘lovchi tashish.*

Abstract. *Under contemporary conditions, road transport accounts for over 90% of the total freight volume, underscoring its pivotal role in the transportation system and the global economy. The organization of the freight transport process is executed in alignment with emerging logistical standards that incorporate modern requirements for efficiency, reliability, and sustainability of transport services. Ensuring dynamic economic growth is directly linked to identifying new reserves, improving transport services, increasing shipment volumes, and enhancing the operational efficiency of heavy goods vehicles (HGVs). The integration of Intelligent Transport Systems (ITS) and information technologies plays a substantial role in this process, enabling the optimization of vehicle performance parameters. The modern approach to vehicle operation involves considering the life cycle as an interconnected system of stages, including design, operation, maintenance, and disposal. This article examines methods for evaluating the efficiency of truck utilization and addresses the organization of high-performance production processes based on a comprehensive analysis of operational indicators.*

Keywords: *cargo, truck, operation (exploitation), technical condition, productivity, freight and passenger transportation.*

Автомобильная промышленность занимает ключевое место в развитии экономики страны. Автомобильный транспорт является одной из основных движущих сил устойчивого экономического роста государства. Его значение определяется не только экономическими, но и стратегическими аспектами. В современных условиях формируются перспективные международные транспортные коридоры с учётом прохождения грузопотоков через Республику Узбекистан, а также активно развиваются мультимодальные перевозки благодаря расширению доступа отечественных перевозчиков к международным транспортным коммуникациям.

Динамичное развитие экономики Узбекистана тесно связано с увеличением объёмов грузовых и пассажирских перевозок. Сфера транспортных услуг обеспечивает потребности торговли и населения. За последние годы наблюдается устойчивый рост: грузооборот увеличился примерно в 1,5 раза, а пассажирооборот — в 1,45 раза. Данные показатели обусловлены ростом общего объёма перевозок, увеличением доли автотранспортных средств и развитием транспортных процессов. В настоящее время доля автомобильного транспорта превышает 90% общего объёма перевозимых грузов.

Организация перевозочного процесса осуществляется в соответствии с современными логистическими стандартами, учитывающими требования эффективности, надёжности и оптимизации затрат. Обеспечение устойчивого экономического роста достигается за счёт поиска внутренних резервов, совершенствования транспортных услуг, увеличения темпов перевозок, повышения эффективности использования подвижного состава, а также внедрения интеллектуальных и информационных технологий. Такой подход позволяет рассматривать эксплуатацию транспортных средств как систему взаимосвязанных этапов их жизненного цикла [1].

Совершенствование конструкции автомобилей определяется требованиями экономического и социального развития. Современные транспортные средства оснащаются встроенными информационными системами, обеспечивающими управление работой основных узлов и агрегатов.

В условиях ограниченности энергетических ресурсов особое значение приобретает снижение расхода топлива. Во многих странах это приводит к увеличению производства малолитражных автомобилей. В сегменте грузового транспорта наблюдается тенденция к увеличению выпуска автомобилей большой грузоподъёмности и широкому применению автопоездов, что способствует снижению удельного расхода топлива.

Развитие автотранспортных средств сопровождается ростом числа специализированных автомобилей, прицепов и полуприцепов. В настоящее время увеличивается производство автомобилей грузоподъёмностью свыше 8 тонн при одновременном сокращении выпуска автомобилей средней грузоподъёмности (3–5 тонн). Одновременно, с учётом спроса на малые партии грузов, развивается производство малотоннажных автомобилей грузоподъёмностью до 2 тонн [2].

Повышение эффективности бензиновых двигателей осуществляется по ряду направлений: послойное распределение топливной смеси в камере сгорания, применение систем впрыска топлива во впускной тракт, использование электронного управления подачей топлива и зажиганием, а также

применение турбонаддува. Комплексное внедрение данных решений позволяет снизить расход топлива до 20% [3].

В последние годы значительно возросло распространение дизельных двигателей, отличающихся более высокой топливной экономичностью. Их расход топлива на 30–40% ниже по сравнению с бензиновыми аналогами, а коэффициент полезного действия может достигать 50% [4]. Это достигается за счёт применения современных систем впрыска топлива (Common Rail), турбонаддува и рециркуляции отработавших газов.

Эксплуатационная эффективность автомобилей формируется под воздействием множества факторов, значительная часть которых определяется условиями и организацией эксплуатации. К ним относятся дорожные условия, параметры маршрутов, технические возможности транспортных средств и степень их реализации, а также скрытые потери. Существенное значение имеют сложность маршрута, характер движения (городские условия, магистрали, свободное движение), эффективность выполненной транспортной работы и режимы загрузки двигателя.

Особую роль играет управление дорожным движением, включая внедрение интеллектуальных транспортных систем и формирование «зелёной волны», что способствует повышению эффективности эксплуатации.

К факторам, зависящим от организации эксплуатационного процесса, относятся: сокращение непроизводительных потерь времени и документооборота, снижение эксплуатационных затрат за счёт стандартизации и совершенствования конструкций, эффективное управление персоналом, а также широкое внедрение современных информационных технологий в управление автотранспортными предприятиями. Оптимизация этих факторов позволяет существенно снизить себестоимость транспортных услуг.

На всех этапах жизненного цикла автомобиля проводится оценка его качества, под которым понимается совокупность свойств, обеспечивающих соответствие установленным требованиям. Эти требования формируются государством, производителем и потребителем, отражая их интересы и ответственность.

Государственные требования направлены на обеспечение безопасности и регламентируются стандартами. Автомобили, предназначенные для экспорта, должны соответствовать международным нормам. Производитель ориентируется на рентабельность и конкурентоспособность, тогда как потребитель оценивает автомобиль с точки зрения удобства и эффективности эксплуатации.

Жизненный цикл автомобиля включает этапы проектирования, производства и эксплуатации до утилизации. Эффективность проектирования определяется уровнем реализации технических решений и применением современных методов автоматизированного проектирования. Эффективность производства зависит от внедрения ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий.

Эксплуатационный этап характеризуется степенью реализации заложенных в конструкции возможностей. На этом этапе ключевую роль играет организация транспортного процесса и эффективное использование техники. Производитель обеспечивает надёжность и адаптивность конструкции, тогда как эксплуатирующая сторона должна максимально использовать её потенциал.

Наиболее значимой проблемой является повышение эффективности на этапе эксплуатации, поскольку именно на этом этапе формируется основная часть затрат, значительно превышающая затраты предыдущих этапов.

Современные исследования направлены на адаптацию конструкций автомобилей к различным условиям эксплуатации и выбор оптимального подвижного состава. Несмотря на высокий уровень развития электронных систем управления, проблема повышения эффективности эксплуатации остаётся актуальной в связи с необходимостью совершенствования критериев оценки и более полного использования резервов.

Основной целью автомобильного транспорта является удовлетворение потребностей общества в перевозках. В этой связи важное значение приобретает формирование критерия эффективности эксплуатации, отражающего степень реализации возможностей транспортного средства. Такой критерий представляет собой обобщённый показатель эффективности функционирования системы.

Построение комплексного критерия эффективности требует учёта ряда условий: он должен отражать задачи и развитие системы, базироваться на совокупности показателей и учитывать влияние различных факторов [5].

Ключевым требованием является комплексный характер оценки, предполагающий учёт технических, экономических, организационных, социальных и экологических факторов. Показатели

эффективности должны быть количественно измеримыми, информативными, устойчивыми и соответствовать структуре эксплуатационной системы.

Таким образом, уровень конструктивного совершенства и эффективности эксплуатации автомобилей должен оцениваться по совокупности практических результатов. Основными критериями при этом выступают экономичность, надёжность и эксплуатационная эффективность грузовых автомобилей [9]. В этом случае функцию эффективности работы грузовых автомобилей можно выразить следующим образом:

$$A = f(W, N, R), \tag{1.1}$$

Здесь обобщенный показатель эффективности А-операционной системы;

V - фактическая производительность грузовика; Индекс надежности N-Truck; R - эффективность операционной системы.

Для того чтобы научно оценить эффективность использования заданных потенциальных возможностей в конструкции, выбор конструктивных параметров требует комплексной оценки пригодности всех элементов конструкции автомобиля к условиям эксплуатации. Поэтому при выборе и формировании состава автомобиля в соответствии с конкретными условиями эксплуатации в первую очередь необходимо определить параметры его максимальной приспособленности к этим условиям.

Техническое состояние автомобиля оценивается по эксплуатационным показателям, а качество автомобиля сравнивается со стандартными показателями. [11] впервые в исследовании попытались использовать существующие стандартные показатели для систематической оценки конструкции автомобиля.

[10] предложили следующий комплексный критерий оценки эффективности подвижного состава - коэффициент полезного действия:

$$K_Э = K_{зi} W_i C_{про} / (K_{зо} W_o C_{прi}) \tag{1.2}$$

Здесь представлены коэффициент гарантии доставки груза (отношение вероятного времени доставки груза ко времени гарантированной доставки, которое зависит от надежности транспортных средств), i, o-сравнимые и показатели альтернативных вариантов.

Характеристики автомобиля:

$$W_i = \frac{K_Г M_Г \beta V_{ср} T (1 - \sum_{i=1}^{i=m} K_{Ti})}{1 + V_{ср} \sum_{i=1}^{i=m} K_{Si}} \tag{1.3}$$

Коэффициент гибкости использовался для количественной оценки степени гибкости деталей и узлов. Это равно:

$$K_{пр} = N_Ф / N_Н \tag{1.4}$$

Предлагаемый коэффициент гибкости зависит от фактического расхода запасных частей и стандартного расхода запасных частей в реальных условиях эксплуатации. Определение уровня адаптируемости автомобиля к условиям эксплуатации с использованием этого коэффициента требует разработки нормативов расхода запчастей для каждой модели при оптимальных условиях эксплуатации.

Показателем комплексной эффективности является производительность автомобиля, которая рассчитывается по грузовым автомобилям. Он рассчитывается по следующей формуле [8].

$$W = \frac{q\gamma\beta V_t \cdot l_{ег} \cdot T_н \cdot 365 \cdot \alpha}{l_{ег} + \beta V_t \cdot t_{пр}}, \tag{1.5}$$

В исследовании комплексным критерием эффективности автомобиля является следующее уравнение для различных высот над землей:

$$W_Q^| = \frac{Ga \cdot V_{ср}}{Q_S} \cdot \frac{K_W}{K_Q} = \frac{W_H}{Q_H}, \tag{1.6}$$

Вот оптимизированные коэффициенты производительности в горных условиях и расхода топлива; - Производительность автомобиля в горных условиях; - Расход топлива в горных условиях, л / 100 км.

В [9] эффективность автомобиля определяется по следующей формуле:

$$W = \frac{q\gamma\beta V_{ср} \cdot K_m(1-K_{орг})}{1+V_{ср} \cdot K_s} \quad , \qquad (1.7)$$

Приведённые показатели не в полной мере отражают сущность эффективности, поскольку не учитывают затраты, а также характеризуют влияние таких факторов, как топливная экономичность и уровень загрузки автотранспортных средств. Если принять совокупные затраты за весь эксплуатационный цикл за 100%, то доля отдельных составляющих может быть выражена в процентном соотношении [6,10].

В современных экономических условиях предприятия автомобильного транспорта функционируют в новых, нестандартных условиях. Это обусловлено необходимостью объективной оценки эффективности использования автомобилей как одного из ключевых средств достижения основной цели деятельности — удовлетворения потребностей клиентов в перевозках при одновременной максимизации прибыли. В то же время выход на внутренний рынок иностранных производителей существенно расширил ассортимент транспортных средств различных конструкций. В результате у потребителей возникает необходимость рационального выбора и организации транспортного обслуживания, в том числе с использованием относительно недорогих и менее надёжных автомобилей [7-9].

Анализ и систематизация научных исследований в области эксплуатационной эффективности грузовых автомобилей позволяют выделить следующие основные направления её повышения:

— совершенствование организации и управления перевозочным процессом с целью выявления и сокращения непроизводительных потерь времени в процессе эксплуатации;

— актуализация методик нормирования расхода эксплуатационных материалов (топлива, масел, шин и др.) с учётом конструктивных особенностей современных автомобилей;

— разработка механизмов комплексной оценки работы водителей и транспортных средств, направленных на повышение эффективности эксплуатации в перспективе.

Решение указанных задач возможно при широком внедрении информационных технологий, использовании критериев и программных средств в организации эксплуатации автомобилей, а также при комплексной оценке влияния отдельных факторов на эффективность работы.

Вывод

Проведённый комплексный анализ показал, что эффективность эксплуатации грузовых автомобилей является многопараметрической и системно обусловленной категорией, формирующейся под воздействием технических, организационных, экономических и эксплуатационных факторов. Установлено, что в современных условиях доминирующей роли автомобильного транспорта (более 90% в структуре грузоперевозок) ключевое значение приобретает не только совершенствование конструкции транспортных средств, но и степень реализации их эксплуатационного потенциала.

Доказано, что наибольшие резервы повышения эффективности сосредоточены на этапе эксплуатации, где совокупные затраты существенно превышают затраты предыдущих стадий жизненного цикла. При этом выявлено, что традиционные показатели эффективности не в полной мере отражают реальную результативность функционирования автотранспортной системы, поскольку не учитывают комплексное влияние затрат, режимов работы, условий эксплуатации и уровня использования технических возможностей автомобиля.

Обоснована необходимость формирования интегрального критерия эксплуатационной эффективности, основанного на системном учёте совокупности показателей, включая топливную экономичность, уровень загрузки, надёжность, производительность и организационные параметры транспортного процесса. Такой подход позволяет перейти от фрагментарной оценки к целостной модели управления эффективностью.

Установлено, что внедрение интеллектуальных и информационных технологий, включая системы мониторинга, управления транспортными потоками и оптимизации режимов работы, обеспечивает значительное снижение непроизводительных потерь, повышение точности планирования и улучшение эксплуатационных показателей.

Кроме того, показано, что в условиях расширения рынка и увеличения разнообразия конструкций транспортных средств особую актуальность приобретает задача адаптивного выбора подвижного состава с учётом конкретных условий эксплуатации, что требует разработки научно обоснованных методик оценки и принятия решений.

Таким образом, повышение эффективности эксплуатации грузовых автомобилей должно основываться на интеграции конструктивных, эксплуатационных и управленческих решений, направленных на максимизацию реализации потенциальных возможностей транспортных средств при одновременном снижении затрат. Полученные результаты формируют научную основу для разработки перспективных методов управления эксплуатационной эффективностью автотранспортных систем и могут быть использованы при совершенствовании нормативно-методической базы и практики организации перевозочного процесса.

Список литературы

[1] Говорущенко Н.Я. Эксплуатация автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1990. – 384 с.
[2] Ларин О.Н., Афанасьев Л.Л. Организация и управление автомобильными перевозками. – М.: Академия, 2015. – 304 с.
[3] Heywood J.B. Internal Combustion Engine Fundamentals. – New York: McGraw-Hill, 2018. – 1080 p.
[4] Bosch. Automotive Handbook. – 10th ed. – Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 2018. – 1460 p.
[5] Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей. – М.: Транспорт, 2004. – 352 с.
[6] Власов В.М. Экономика автомобильного транспорта. – М.: Академия, 2012. – 256 с.
[7] Rodrigue J.-P., Comtois C., Slack B. The Geography of Transport Systems. – 4th ed. – New York: Routledge, 2020. – 456 p.
[8] Малкин В.С. Надежность автомобилей. – М.: Машиностроение, 2007. – 320 с.
[9] Litman T. Transportation Cost and Benefit Analysis. – Victoria Transport Policy Institute, 2021. – 540 p.
[10] UNECE. Transport Statistics for Europe and North America. – Geneva: United Nations, 2022.

AVTOMOBIL KOMPANIYASIDA SAMARADORLIKNI OSHIRISH UCHUN YETTITA SIFAT NAZORATI VOSITASIDAN FOYDALANGAN HOLDA NUQSONLARNI KAMAYTIRISH

K. Yo‘ldoshov

Jizzax politexnika instituti
** Muallif yozishmalar uchun, elektron pochta: komronyoldoshov@gmail.com*
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

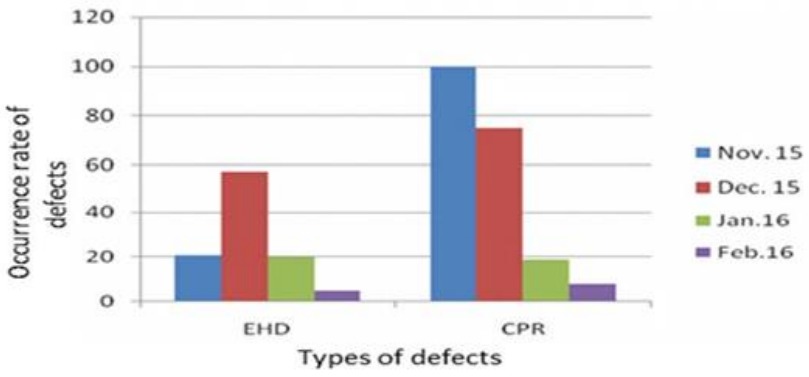
Annotatsiya: *Nol nuqsonga erishish maqsadi ko‘plab ishlab chiqarish va xizmat ko‘rsatish kompaniyalari tomonidan amalga oshiriladi. Shu munosabat bilan, nuqsonlarni kamaytirish va samaradorlikni oshirish uchun statistik vositalardan foydalanilmoqda. Ushbu ishda avtomobil kompaniyasida yig‘ish liniyasida nuqsonlarni kamaytirish darajasini baholash va yaxshilash uchun yettita an'anaviy QC vositalari (oqim sxemasi, nazorat varag‘i, gistogramma, Pareto sxemasi, sabab va oqibat diagrammasi, tarqoq diagramma va boshqaruv sxemasi) ishlab chiqildi va joriy etildi. Ma'lumotlarni to‘plash uchun unumdorlikni oshirish uchun nuqson darajasini baholash va yaxshilash uchun shassi va bezak astarlari tanlandi. Natijalardan ma'lum bo‘lishicha, QC vositalari muvaffaqiyatli joriy etilgandan so‘ng, shassi liniyasida nuqson darajasi 90% ga (132 tadan 13 tagacha) kamaydi. Xuddi shunday, bezak liniyasida nuqson darajasi 80% ga (157 tadan 28 tagacha) kamaydi. Avtomobil kompaniyasi o‘zining yig‘ish liniyasida yettita QC vositalaridan atigi bir nechtasini joriy qildi. Kompaniya kompaniyaning har bir bo‘limida barcha yettita QC vositalarini joriy etish mexanizmini boshqarishi kerak bo‘lishi mumkinligi taxmin qilinmoqda.*

Kalit so‘zlar: *transport vositalarini tekshirish bo‘limi (VID); shassi liniyasi; tim liniyasi; 7 ta sifat nazorati vositasi*

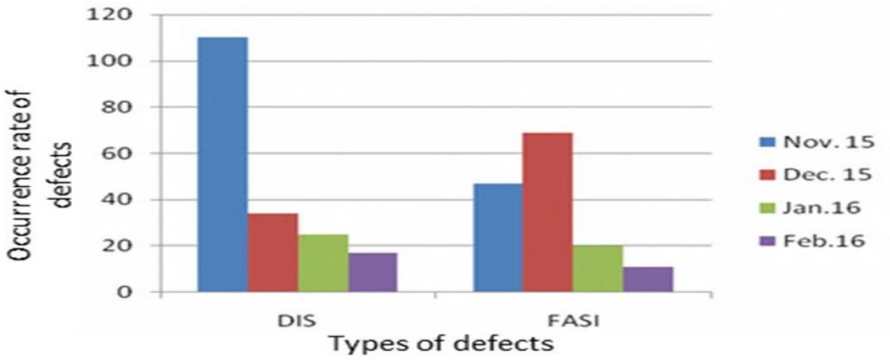
Kirish:Statistik jarayonlarni boshqarish (STC) har qanday ishlab chiqarish va xizmat ko‘rsatish korxonasida o‘zgarishlarni kamaytirishda katta rol o‘ynaydi. SPCda ishlatiladigan "boshqaruv yettiligi" [1] deb nomlangan muammolarni hal qilish vositalari an'anaviy boshqaruv vositalari, ya'ni nazorat varaqlari, gistogramma, Pareto diagrammasi, sabab va oqibat diagrammasi, sochilish diagrammasi va nazorat diagrammasi hisoblanadi. Ushbu vositalar juda mashhur va odatda 7 ta QC vositasi deb ataladi. Ularning sifatni yaxshilash uchun qo‘llanilishi deyarli barcha ishlab chiqarish va xizmat ko‘rsatish tashkilotlarida mavjud. Ko‘pgina tadqiqotchilar ushbu vositalarni o‘z faoliyatlarida muvaffaqiyatli amalga oshirdilar ish. Ularda Iordaniya sanoatida joriy etilgan. Nomuvofiqliklarning asosiy sabablari va

sifat muammolarining asosiy sabablari aniqlangan va mumkin bo‘lgan yechimlar taklif qilingan. Hozirgi kunda AQShning bir nechta sanoat tarmoqlarida doimiy takomillashtirish usullari qo‘llanilmoqda. 7 ta eski asbob yangi 7 ta asbob bilan taqqoslandi. Avtomobilsozlik sanoatida sabab va natija diagrammasi va nazorat jadvallari kabi SPC vositalari joriy etildi. Tadqiqot avtomobilsozlik sanoatining amortizator muhrlaridagi nuqsonlarni o‘rgandi. SPC joriy etilgandan so‘ng rad etish foizi 9,1% dan 5% gacha kamaydi. Natijalar ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish materiallar va pulni tejashga yordam berganligini ko‘rsatdi. Tekshirish jarayoni avtomatlashtirildi va oflayn SPCda onlayn SPC ga aylantirildi. QC vositalari konussimon burg‘ulash sanoatida konussimon burg‘ulash matkaplarini ishlab chiqarishda ishlatilgan. Samaradorlikni oshirish uchun nazorat varag‘i, Pareto diagrammasi, gistogramma, sabab va natija diagrammasi, boshqaruv jadvali, yugurish jadvali va sochilish diagrammasi joriy etildi. Ishlab chiqarish sanoatida SPC vositalarini joriy etish bo‘yicha ta'kidlangan tadqiqot maqolalari va amaliy tadqiqotlar ko‘rib chiqilgan. Sifatni yaxshilash uchun asos mualliflar tomonidan Pareto diagrammasi va muhim muammolarning baliq suyagi diagrammasi kabi ba'zi vositalardan foydalangan holda ishlab chiqilgan. Mualliflar Pareto tahlili, sabab va natija diagrammasi, miya hujumi, nima uchun-nima uchun tahlili yordamida 3 silindrli metrik blok quyishda o‘lchovli o‘zgarishlar muammolarini hal qilishda yaxshiroq nazoratga erishdilar. Ular sifatni yaxshilashga olib keladigan yechimlarni taklif qilishdi . 7 ta QC vositasining roli, hatto mahsulot sifatini yaxshilashni istagan mijozlar talabining ortishida ham yaqqol ko‘rinib turibdi . SPC vositalarini joriy etgandan so‘ng, jarayon potentsiali qobiliyati (Cp), jarayonning haqiqiy qobiliyati (Cpk) va millionga to‘g‘ri keladigan nuqsonli qismlar (DPM) bo‘yicha ham ba'zi sezilarli yaxshilanishlar kuzatildi. Avtomobil yig‘ish liniyasidagi nuqson darajasining konformatsiyasi. Avtomobillarni tekshirish departamenti (VID) tomonidan ma'lumotlarni to‘plash uchun ikkita tekshirish punkti, shassi liniyasi va bezak liniyasi aniqlandi. Shassi liniyasi g‘ildiraklar qismi, yonilg‘i simlari va akkumulyator simlari bilan jihozlangan butun ramka dvigatel qismidan iborat edi. Bezak liniyasiga ko‘zoynak, o‘rindiqlar va boshqaruv panelining birlashtirilgan qismi kiritilgan. Ikkala liniyada ham nuqsonlarning chastotasi kuzatildi [2].

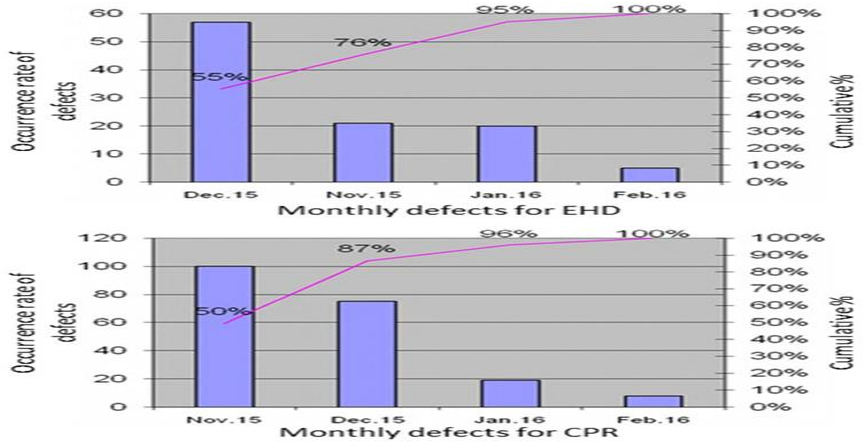
VID ning shassisi va bezak chiziqlari ma'lumotlarni to‘plash uchun kuzatildi. Shassi liniyasida sakkiz turdagi nuqsonlar (qo‘l tormozi simi tortilmaydi, simli sim havo kuchaytirgichi LH tomoni kiritilmaydi, tormoz moyi trubkasi shassi LH tomoniga tegadi, debriyaj moyi trubkasi tekislanmagan, yonilg‘i trubkasi yonilg‘i bakiga tegadi, dvigatel kapotining shikastlanishi aniqlandi, chiqarish trubkasining havo simi bkt kanali o‘rnatilmagan, kompressor trubkasi zanglagan va galvanizatsiya jarayoni bajarilmagan) aniqlandi. Nuqsonlarning jiddiyligiga qarab, faqat ikkita nuqson, ya'ni dvigatel kapotining shikastlanishi (EHD) va kompressor trubkasining zanglaganligi (CPR) o‘rganilganligi aniqlandi. Xuddi shunday, bezak liniyasida to‘rt turdagi nuqsonlar aniqlandi va ularning paydo bo‘lish darajasiga qarab tahlil qilish uchun faqat ikkita, eshik noto‘g‘ri muhrlanganligi (DIS) va oyoq izi yig‘ish tirgak izi (FASI) olindi [3].



Ma'lumotlarni to‘plash uchun tekshirish nuqtalari aniqlangandan so‘ng, keyingi tahlil qilish uchun nuqsonli ma'lumotlarni to‘plash yoki belgilash uchun tekshirish varaqlari ishlab chiqildi. Tekshirish varaqlari yettita vositadan eng asosiysi hisoblanadi. Tekshirish varaqlari - bu ma'lumotlarni shunchaki tekshirish belgilari orqali to‘plash imkonini berish uchun maxsus tayyorlangan shakllar. Tekshirish inspektorlari ushbu varaqlardan tekshirish yoki tekshirish paytida, masalan, nuqsonlarning paydo bo‘lishini tekshirishda foydalanganlar. Tekshirish varaqlaridan ham raqamli ma'lumotlar, ham berilgan ma'lumotlar uchun foydalanish mumkin. Ushbu tadqiqot ishida tekshirish varaqlari berilgan ma'lumotlar, masalan, shassi va bezak liniyalarida topilgan turli xil nuqsonlar soni uchun ishlab chiqilgan va ishlatilgan. Ma'lumotlar 2015-yil noyabridan 2016-yil fevraligacha ikkala liniya uchun ham to‘rt oy davomida tekshirish varaqlari orqali to‘plangan [4].

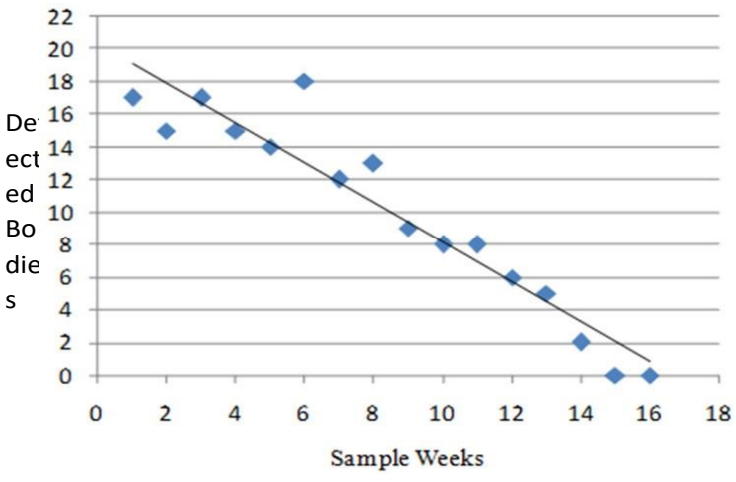


Ma'lumotlarni to‘plash uchun tekshirish nuqtalari aniqlangandan so‘ng, keyingi tahlil qilish uchun nuqsonli ma'lumotlarni to‘plash yoki belgilash uchun tekshirish varaqlari ishlab chiqildi. Tekshirish varaqlari yettita vositadan eng asosiysi hisoblanadi. Tekshirish varaqlari - bu ma'lumotlarni shunchaki tekshirish belgilari orqali to‘plash imkonini berish uchun maxsus tayyorlangan shakllar. Tekshirish inspektorlari ushbu varaqlardan tekshirish yoki tekshirish paytida, masalan, nuqsonlarning paydo bo‘lishini tekshirishda foydalanganlar. Tekshirish varaqlaridan ham raqamli ma'lumotlar, ham berilgan ma'lumotlar uchun foydalanish mumkin. Ushbu tadqiqot ishida tekshirish varaqlari berilgan ma'lumotlar, masalan, shassi va bezak liniyalarida topilgan turli xil nuqsonlar soni uchun ishlab chiqilgan va ishlatilgan. Ma'lumotlar 2015-yil noyabridan 2016-yil fevraligacha ikkala liniya uchun ham to‘rt oy davomida tekshirish varaqlari orqali to‘plangan [5].



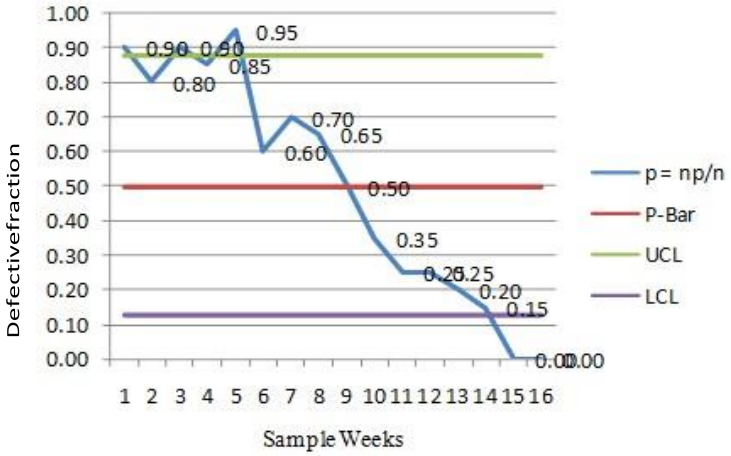
Jarayonning o‘zgarishi va imkoniyatlarini ko‘rsatish uchun nazorat varaqlari orqali to‘plangan ma'lumotlar asosida gistogrammalar ishlab chiqildi. 1-rasmda ko‘rsatilgandek, shassi va bezak chiziqlari uchun to‘rt oylik ma'lumotlarni to‘plash uchun gistogrammalardan foydalangan holda individual nuqsonlarning chastotasi Excel orqali ishlab chiqildi. Noyabr va dekabr oylarida kuzatilgan nuqsonlarning chastotasi yuqori bo‘ldi, chunki 7 ta QC vositasi to‘g‘ri qo‘llanilmagan. 7 ta QC vositasi qo‘llanilgandan so‘ng, yanvar va fevral oylarida nuqsonlarning sezilarli darajada kamayishi kuzatildi. 2-rasmda ko‘rsatilgandek, bezak chizig‘i nuqsonlarida ham nuqsonlarning kamayishida xuddi shunday naqsh kuzatildi.[6]

Pareto diagrammalari sifat muammolarini va ular bilan bog‘liq xarajatlarni ahamiyatlilik tartibida ifodalaydi. Ustunli grafik ko‘rsatilgan nuqsonlarni yuzaga kelish darajasining kamayish tartibida belgilaydi. U gistogrammadan ikkilamchi o‘qida nuqsonlarning kümülatif chastotasini va nuqsonlarning kümülatif foizini ko‘rsatuvchi trend chizig‘ini eslatib o‘tish ma'nosida farq qiladi. Ushbu jadval yordamida nuqsonlarning yuqori chastotasini ustuvorlashtirish mumkin. Shassi va bezak liniyalari uchun nuqsonlarning Pareto diagrammalari mos ravishda 3 va 4-rasmlarda ko‘rsatilgan.[7]



EHD uchun Pareto diagrammasi shuni ko‘rsatadiki, nuqsonlarning 55% 2015-yil dekabr oyida, 76% esa noyabr va dekabr oylarida sodir bo‘lgan. Noyabr

oyida yurak-o‘pka reanimatsiyasi nuqsonlari foizi 50% ni tashkil etdi. DIS uchun Pareto diagrammasi shuni ko‘rsatadiki, noyabr oyida 59% sodir bo‘lgan, noyabr va dekabr oylarida esa to‘plangan foiz 77% ni tashkil etgan. FASI nuqsonining dekabr oyidagi foizi 47% ni va noyabr va dekabr oylarida to‘plangan foiz 79% ni tashkil etdi.



Bu mahsulotlar, jarayonlar yoki tizimlarda yuzaga keladigan muammolarning sabablarini tahlil qilish uchun ishlatiladi. Ushbu vosita yordamida shassi va bezak liniyalaridagi nuqsonlarning sabablarini osongina aniqlash mumkin. 2015-yil noyabr va dekabr oylari uchun tekshirish varaqlaridan olingan dastlabki ma'lumotlar nuqson darajasi juda yuqori ekanligini aniqladi. Shuning uchun nuqsonlarning asosiy sabablarini topish uchun sabab va oqibat diagrammasi ishlatilgan. Shuningdek, nuqson darajasidagi har qanday yaxshilanishni tekshirish uchun 2016-yil yanvar va fevral oylari uchun tekshirish varaqlari orqali ma'lumotlar to‘plangan. Tanlangan nuqsonlar uchun ikkala chiziq uchun ham sabab va oqibat diagrammasi mos ravishda 5 va 6-rasmlarda ko‘rsatilgan.[8]

Uning maqsadi ikki xususiyat o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni o‘rganish va baholashdir. Bir xususiyatning boshqasiga ta'sirini tarqoq diagramma yordamida kuzatish mumkin. 7 va 8-rasmlarda ko‘rsatilganidek, shassi liniyasi va bezak liniyasi uchun vaqtga nisbatan nuqsonlar soni kuzatildi. Biz nuqsonlar vaqt bilan salbiy korrelyatsiyaga ega ekanligini ko‘ramiz.

P-diagramma - bu o‘lchov jarayoni statistik nazoratdan chiqib ketganligini aniqlash uchun ma'lumotlarni tahlil qilish usuli. U o‘lchov jarayonidagi nuqsonli elementlar sonining o‘zgarishiga sezgir. "P" binomial taqsimotning o‘rtacha muvaffaqiyat sonini anglatadi. Shassi va bezak liniyalari uchun P-boshqaruv diagrammalari mos ravishda 9 va 10-rasmlarda ko‘rsatilgan. Nuqson darajasining eng katta pasayishi shassi liniyasida 7-haftada va bezak liniyasida 9-haftada kuzatildi [9].



Ikkala liniyada ham 7 ta QC asbobi qo‘llanilgandan so‘ng sezilarli yaxshilanish kuzatildi. Shassi va bezak liniyalarida 7 ta QC asbobini qo‘llashdan oldin va keyin yuzaga kelgan nuqsonlar mos ravishda 11 va 12-rasmlarda ko‘rsatilgan.[10]

Ushbu tadqiqot avtomobil kompaniyasining VID bo‘limi yig‘ish liniyasidagi nuqsonlarning kamayishini o‘rgandi. Shassi liniyasidagi (EHD va CPR) nuqsonlarning eng yuqori chastotasi 2015-yil dekabr oyida (7QC asboblari qo‘llanilishidan oldin) 132 ta nuqson bo‘lganligi va eng past nuqson soni (13) 2016-yil fevral oyida (7QC asboblari qo‘llanilgandan keyin) aniqlanganligi kuzatildi. Shassi liniyasidagi nuqsonlarni kamaytirishda umumiy yaxshilanish 90% ni tashkil etdi. Trim liniyasiga kelsak, 2015-yil noyabr oyida 157 ta va 2016-yil fevral oyida 28 ta nuqson qayd etildi. Trim liniyasidagi nuqsonlarni kamaytirishda umumiy yaxshilanish 82% ni tashkil etdi. Mualliflar avtomobil kompaniyasiga yig‘ish liniyalari va ma'lumotlariga kirish huquqini bergani uchun, shuningdek, YU, KSA va QUEST Nawabshah,

Pokistonga ma'lumotlarni tahlil qilish uchun qulayliklar yaratgani uchun minnatdorchilik bildiradilar. Kompaniyaning ba'zi ma'lumotlari maxfiylik shartnomamizga muvofiq maxfiy saqlanadi.[11]

Adibiyotlar

[1]. D.C. Montogmery, Statistik sifat nazoratiga kirish, John Wiely and Sons, Inc., 1997

[2]. R.H. Fouad, A. Mukattah, “Statistik jarayonlarni boshqarish vositalari: Jordian sanoat tashkilotlari uchun amaliy qo‘llanma”, Jordian mexanik va sanoat muhandisligi jurnali, 4-jild, 6-son, 693-700-betlar, 2010

[3]. J.V. Kovach, E. A Cadney, C. C. Elrod, “Uzluksiz takomillashtirish texnikalaridan foydalanish. Mavjud amaliyotlarni so‘rovnoma asosida o‘rganish”, Xalqaro muhandislik, fan va texnologiyalar jurnali, 3-jild, 7-son, 89-100-betlar, 2011

[4]. D.R. Prajapati, “Avtomobilsozlik sanoatida SPC texnikalarini joriy etish: amaliy tadqiqot”, Xalqaro rivojlanayotgan texnologiyalar va ilg‘or muhandislik jurnali, 3-jild 2, № 3, 227-241-betlar, 2012-yil

[5]. M. Aichouni, “Qurilish sanoatini takomillashtirish uchun asosiy sifat vositalari haqida: Aralash beton ishlab chiqarish jarayonining amaliy tadqiqoti”, Xalqaro fuqarolik va atrof-muhit muhandisligi jurnali, 12-jild, № 5, 28-34-betlar, 2012-yil

[6]. T.V. U. Kiran Kumar, “Tekshirish jarayonini tahlil qilish uchun avtomobil komponentlarida SPC vositalari”, Elektrotexnika, elektronika va asbobsozlik muhandisligi bo‘yicha ilg‘or tadqiqotlar xalqaro jurnali, 2-jild, № 1, 624-630-betlar, 2013-yil

[7]. P. J. Patel, S. C. Shah, S. Makwana, “Konussimon shtangali burg‘ulash ishlab chiqarish sanoatida sifat nazorati vositalarini qo‘llash: amaliy tadqiqot”, Xalqaro muhandislik tadqiqotlari va qo‘llanmalari jurnali, jild. 4, № 2, 129-134-betlar, 2014-yil

[8]. P. S. Parmar, V. A. Desphande, “Sanoatda SPC texnikasini joriy etish: Sharh”, Rivojlanayotgan texnologiyalar va innovatsion tadqiqotlar jurnali, 1-jild, № 6, 583-587-betlar, 2014-yil

[9]. A. Hussain, Q. W. Ahmed, I. Haq, “Pokistonning kichik va o‘rta biznes korxonalarida unumdorlik va sifatni oshirish”, Texnik jurnal, Muhandislik va texnologiya universiteti, Taxila, Pokiston, 20-jild, № 2, 103-114-betlar, 2015-yil

[10]. A.B. Vante, G. R. Naik, “Sifatni boshqarish vositalaridan foydalangan holda qum va quyishda o‘lchamli o‘zgarishlar uchun sifatni yaxshilash”, Fan, muhandislik va texnologiya bo‘yicha xalqaro innovatsion tadqiqotlar jurnali, 1-jild. 4, № 8, 6917-6926-betlar, 2015-yil

[11]. D.G. Pendokhare, T. Quazi, P. S. Kulkarni, “DMADV usulidan foydalangan holda qayta loyihalash va ishlab chiqarish”, Xalqaro muhandislik va texnologiya tadqiqotlari jurnali, 4-jild, № 2, 144-149-betlar, 2015-yil.

DYNAMIC ANALYSIS OF FLUTTER CONVEYOR AND CLEANING SCREW CONVEYOR MACHINE UNIT

O.A. Teshaboyev[1], A. Djurayev[2], T. Nizomov[1]

[1]Andijan state technical institute,
[2]Tashkent Institute of Textile and Light Industry
teshaboyevoybek1112@gamil.com, tel: +998 99 903 19 96

(Received on March 10 th, 2026)

Abstract. *In this article, the results of the dynamic analysis of the machine assembly, which includes the mechanisms of the working bodies of the proposed oscillating, mesh surface with curved holes, screw conveyor with a wavy surface are presented. Graphs of dependence of the obtained driver, reducer and screw movement laws and loadings on grid parameters are given. Based on the analysis, the recommended values of the parameters of the screw conveyor machine unit are based. The article presents the results of the dynamic analysis of the machine assembly, which includes the mechanisms of the working bodies of the fluff-carrying and cleaning screw conveyor. The recommended values of the system parameters were determined as a result of the analysis of the change laws of the angular speed and loads of the screw and the connection graphs.*

Keywords. *Conveyor, screw, mesh surface, fluff, electric drive, belt drive, clutch, shaft, torque, rigidity, dissipation, resistance, radial velocity, law of change*

Аннотация. *В данной статье представлены результаты динамического анализа машинного узла, включающего механизмы рабочих органов предлагаемого осциллирующего, сетчатого с криволинейными отверстиями, шнекового конвейера с волнистой поверхностью. Приведены графики*

зависимости полученных законов движения привода, редуктора и шнека, а также нагрузок от параметров сетки. На основе анализа сформулированы рекомендуемые значения параметров машинного узла шнекового конвейера. В статье представлены результаты динамического анализа машинного узла, включающего механизмы рабочих органов шнекового конвейера для транспортировки и очистки пуха. Рекомендуемые значения параметров системы были определены в результате анализа законов изменения угловой скорости и нагрузок шнека, а также графиков соединений.

Ключевые слова: *Конвейер, шнек, сетчатая поверхность, пух, электропривод, ременная передача, муфта, вал, крутящий момент, жесткость, диссипация, сопротивление, радиальная скорость, закон изменения*

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

Kalit so‘zlar*. Vintli konveyer, elektrotenzometrik sxema, datchik, otsillogramma, grafik, tebranish, to‘rli yuza, amplituda, qamrov, tozalik, bikrlik, dissipatsiya, tozalash samarasi.*

Mathematical models of machine assembly

The dynamic model is based on the recommended screw conveyor machine unit arrangement with four masses. In this case, the first mass is the rotor of the electric drive, the second mass is the mass of the reducer connected to the drive and combined into one structure, the third mass is the mass of the coupling, and the fourth mass is the mass of the screw [1, 2, 3].

This machine assembly can be viewed as a four-mass dynamic system (Fig. 1).

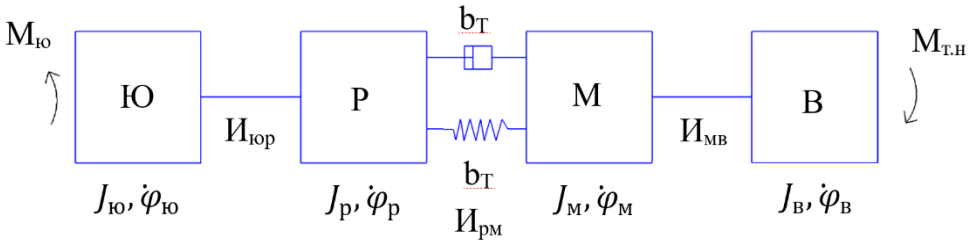


Fig. 1. Dynamic analysis of screw conveyor machine assembly.

A mathematical model representing the movement of the proposed screw conveyor machine assembly was created in the form of a system of differential equations [4, 5, 6]:

$$\omega 0-\varphi yu\omega 0=sk2MkMyu; \quad Jyu\varphi yu=Myu-Myup;$$

$$JP\varphi P=IyupMyup-CT\varphi P-UPM\varphi M-vT\varphi P-UPM\varphi M \ ;$$

$$JM\varphi M=UPMCT\varphi P-UPM\varphi M+UPMB\varphi P-UPM\varphi M-Mmv;$$

$$JB\varphi B=UMBMMB-M1+M0\sin\omega t\pm\Delta MB \ .$$

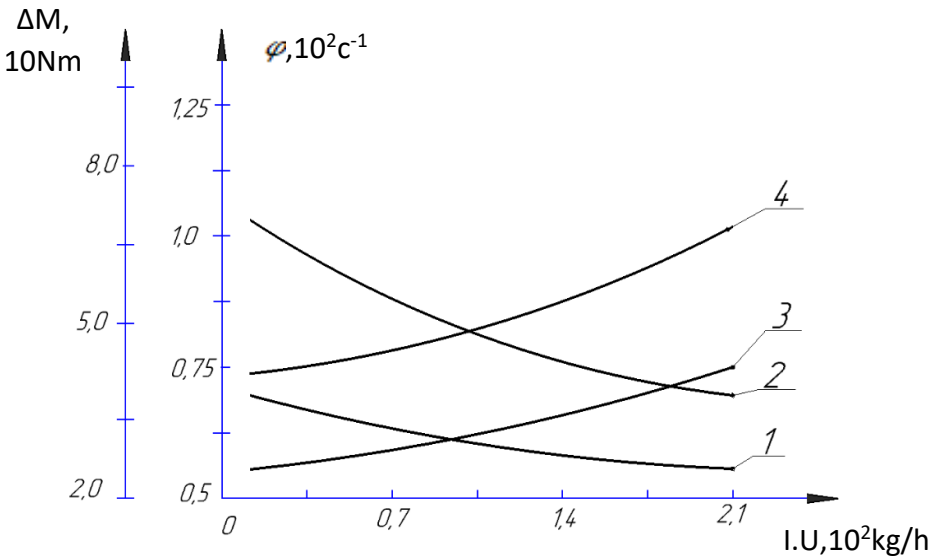
Numerical solution of the resulting system of differential equations was carried out at the initial values of the parameters [7, 8]:

Electric drive (motor-reducer) R67 DRS100M4; $nyu=1400$ rpm; $np=$ 110 rpm; $UT=D2D1=160mm10$; $nM=nu$=68,75rpm; =(180÷200)kg/hour; Jyu=0,018kgm^2; Jk=0,361kgm^2; JM=0,31kgm^2; JV=4,63 kgm^2; Cl=(250÷300)Nm/rad; b=(4,5÷5,0)Nm/rad; fi=50Hz; N=3,0kW; $U0/U$=220V/380V; Mk=38Nm; =1,6; sn=0,128; p=2; ωs=3/4s^{-1}; ωl=157s^{-1}; π=3,14; Ms=(48÷70)Nm; Mt=(3,8÷6,3)Nm; MB =±(0,05÷0,07)M$_{tk}$; Mrn=(35÷45)Nm.

The numerical solution of the problem was carried out using a special computer program [9]. The results were recorded as the laws of change of the electric drive rotor, reducer, clutch, screw shaft radial speeds and loads in the machine assembly.

Using the obtained laws, graphs of the interconnection of machine unit parameters were constructed. In particular, Fig. 2 shows the graphs of changes of radial speeds and torques on the

output shaft, clutch and screw shafts of the proposed lint-carrying-cleaning screw conveyor reducer depending on the performance.

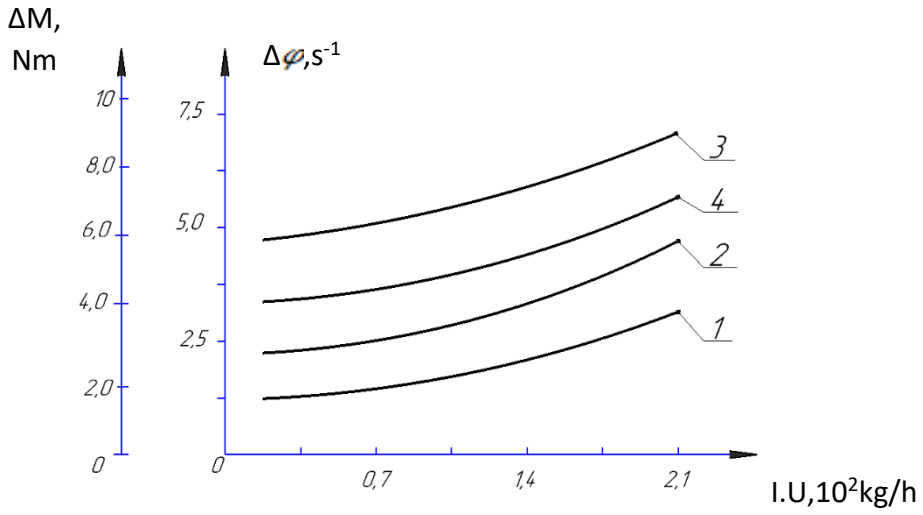


1-$\varphi_1=\varphi_n=$; 2-$\varphi_1=$; 3- $M_1=Mm=f(I.U)$; 4- $M_1=$) ;

Fig. 2. Variation line graphs of radial velocities and torques on the output shaft, clutch and screw shafts of the recommended fluff carrier-cleaner screw conveyor reducer depending on the performance.

Correspondingly, when the conveyor productivity increases from 35 kg to 200 kg per hour in terms of cotton fluff being transported, the radial speed of the screw shaft φ_1 decreases from 72.5s^{-1} to 57.3s^{-1} in the nonlinear connection, the radial speed of the drive pulley on the reducer outlet shaft is 107.5s^{-1} from 74s^{-1} can be seen to decrease in the non-linear bond (Fig. 2, graphs 1, 2), but torque values increase. In particular, it can be seen that the torque M_1 on the conveyor screw shaft increases from 36.2 N/m to 64.5 N/m, while the M_1 values increase from 22 N/m to 44.3 N/m (Fig. 2, graphs 3, 4).

According to the analysis, when the productivity increases to 200 kg/h, the values of φ_V increase from 4.82s^{-1} to 7.42s^{-1} in a non-linear pattern, and the angular velocity oscillation range of the belt drive pulley φ_1 values increase from 3.09s^{-1} to 5.29s^{-1}.



1- M_r =) ; 2- M_V =) ; 3-φ_r =) ; 4-φ_r =) ;

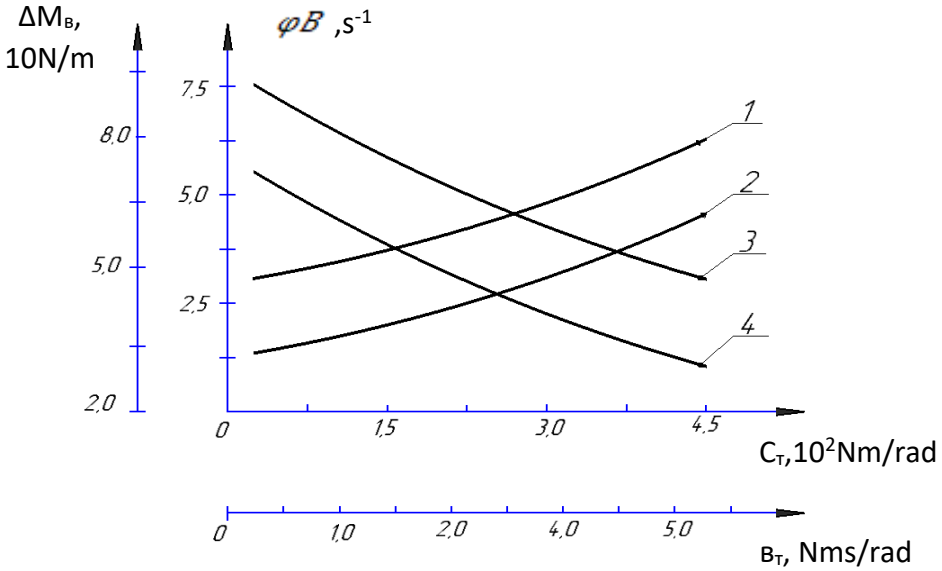
Fig. 3. Dependence graphs of the vibration ranges of the torques on the screw conveyor's screw and the outlet shaft of the reducer.

Also, the range of torque fluctuations on the screw shaft - Mv values increase from 2.2 Nm to 5.18 Nm, while Mr values increase from 1.8 Nm to 3.76 Nm in nonlinear connection. (Figure 3, graphs 1-4). So, when the productivity does not exceed (180÷200)kg/h, the recommended values are: φt=(55÷60) s^{-1}; φr=(80÷90)s^{-1}; φv =(6,0÷6,5)s^{-1}; φr =(4,5÷5,0)s^{-1}. In this Mt=(66÷70)Nm; Mr=(40÷45)Nm is provided.

It should be noted that radial velocity fluctuations also depend on the belt drive's rotational singularity-dissipative properties. Laws obtained as a result of research are presented.

According to the analysis of the obtained laws, the increase in the uniformity of the belt transmission leads to a sharp decrease in the values of φv . Also, if the random component of the technological resistance is high ($\Delta Mv \pm (0{,}2 \div 0{,}25)\, Mtq$) the form of vibration of φv also changes.

In this case, the harmonic organizer of the technological resistance is almost imperceptible. Fig. 4 presents graphs of the dependence of the rotation speed and dissipative coefficients of the belt transmission on the torque and radial speed of the screw shaft included in the proposed fluff-carrying-cleaning screw conveyor machine assembly.



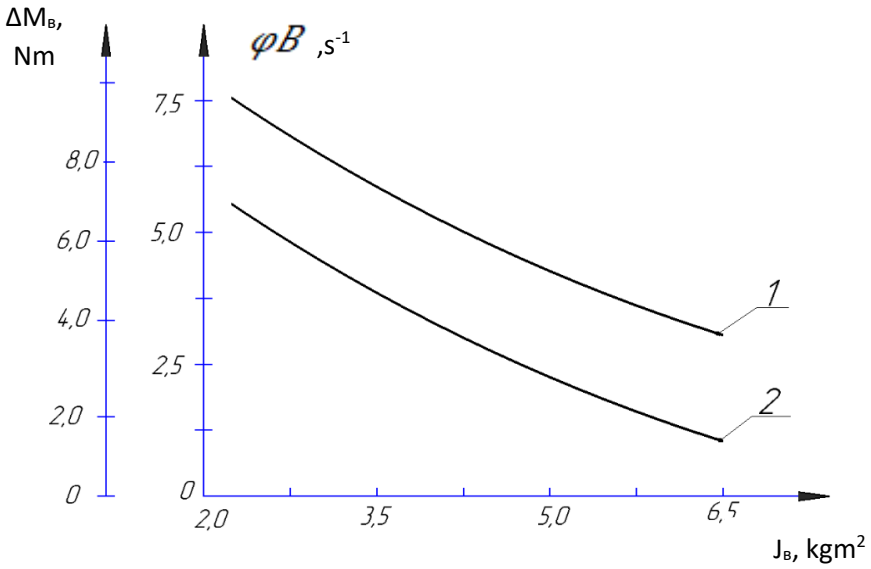
1-$M_v=f(c_T)$; 2- $M_v=f(b_T)$; 3-$\Delta\dot{\varphi}_r = f(c_T)$; 4-$\Delta\dot{\varphi}_r = f(b_T)$;

Fig. 4. Dependence graphs of the torque on the screw shaft and the radial speed of the vibration range of the belt drive rotation uniformity and dissipative coefficients in the recommended fluff-carrying-cleaning screw conveyor machine assembly.

When the built-up graphic patterns are analyzed, when the rotational speed of the belt drive increases from 100 Nm/rad to 450 Nm/rad, the radial velocity of the conveyor screw shaft's vibration range φv values decrease from 7.35 s^{-1} to 3.9 s^{-1}, and the torque values on the shaft increases from 49.8 Nm to 52.8 Nm. Also, when the rotational dissipation coefficient of the belt transmission decreases from 5.42 s^{-1} to 1.14 s^{-1}, the torque Mt values increase from 34.5 Nm to 60.5 Nm in a non-linear manner (Figure 4, graphs 1-4). It is known that the increase in the radial speed of the screw has a positive role in the transportation and cleaning of the cotton fluff. But, an excessive increase in φv will increase additional vibrations and fluff damage. So, to ensure that φv =(6,0÷6,5) s^{-1}; φr =(4,5÷5,0) s^{-1} is in the range of recommended values for belt drive S_t=(280÷340)Nm/rad; It is advisable to choose vl=(3,3÷3,8)Nm/rad. Figure 6 shows the laws of torque changes on the shafts of the working bodies of the proposed screw conveyor machine unit.

It is known [10, 11, 12] that their inertial moments are selected at sufficient values to adjust the movement of rotating shafts. The obtained laws show that the increase in the inertial moment of the conveyor screw shaft significantly reduces the range of torque oscillations, and the values of

φv decrease accordingly. Based on these regularities, connection graphs were constructed. Fig. 5 shows the graphs of the dependence of the values of torque and radial velocities in vibration on the wavy surface of the main working body of the proposed screw conveyor on the screw shaft and its moment of inertia.



1-$\varphi v=f(Jv)$; 2-$Mv=f(Jv)$;

Fig. 5. Dependence graphs of torque and radial velocities on the screw shaft on the wave surface of the main working body of the recommended screw conveyor.

The inertial moment of the screw working body in the machine unit has a large value. To reduce it requires a reduction in length or diameter. But the sufficient distribution of φv and ΔM_1 depends on the justification of the values of J_1. When the values of the inertial moment of the conveyor screw shaft are increased from 2.71 kgm^2 to 6.35 kgm^2, the torque range on the screw shaft decreases from 6.05 Nm to 2.15 Nm in the non-linear connection, the range of radial velocity oscillations φv values from 7.52 s^{-1} to 5, 05 s^{-1} decreases. Therefore, to ensure that the screw radial speed does not exceed the vibration range (6.0÷6.5) s^{-1}, it is appropriate to choose the values of the moment of inertia in the range J_1=(3,8÷4,5) kgm^2.

Conclusion. The article presents the results of the dynamic analysis of the machine assembly, which includes the mechanisms of the working bodies of the fluff-carrying and cleaning screw conveyor. The recommended values of the system parameters were determined as a result of the analysis of the change laws of the angular speed and loads of the screw and the connection graphs.

References

[1]. Djuraev A., Daliev Sh. Improving designs and scientific basis for calculating the parameters and modes of movement of the working bodies of cleaners of fibrous materials from small debris. -Namangan: “Usmon Nosir” 2021, 211 str.

[2]. Yuldashev K. Improvement of the structure of the screw conveyor for the fluff carrier and cleaning and justification of its parameters. PhD dissertation: - Namangan, 2020. Y

[3]. Djurayev A., Yuldashev K., Teshaboyev O. Experimental test results on vibration and design of screw conveyor belt-supported mesh surface. Journal of Engineering and Technology (JET) ISSN(P):2250-2394; ISSN(E): Applied Vol. 13, Issue 2, Dec 2023, -p. 87– 94.

[4]. Djurayev A., Yuldashev K., Teshaboyev O. Results of experimental determination of torque moments and noise on fluff transporter and cleaner screw conveyor shafts. Tashkent state technical university named after Islam Karimov “Technical science and innovation” №3/2022. p. 188-197

[5]. Artobolevskiy I.I. Theory of mechanisms and machines. Main editorial office of physical and mathematical literature. M.:1975, 628 p.

[6]. Djuraev A., Yunusov S. Dynamics of machines and mechanisms (Textbook)-T. “Science and technology” 2019 y. -p. 80.

[7]. Djurayev A., Yuldashev K., Teshaboyev O. Determination of radial speed in screw conveyor shafts based on experimental research. Scientific journal “Research and education” Vol.1, ISSUE 8 (2022), p. 191-198.
[8]. Semyonov Yu.A. Machine dynamics. Part 1. – SPb.: ed. Polytechnic University. 2010. -p. 318.
[9]. Baubekov S.D., Djuraev A. Machine dynamics and mechanism // Textbook, izd. “Evero”, Taraz, Kazakstan 2014. -p. 200.
[10]. Zinovev V.A., Bessonov A.P. Basics of machine unit dynamics. //Mechanical engineering M. -1964. -239 p.
[11]. Kojevnikov S.N. Dynamics of a machine with elastic links. // Ed. AN.Ukr., Kyiv.. -1961. -160 p.
[12]. Veys V.L. Dynamics of machine units. -L.: Mechanical engineering. 1969, 368 p.

УДК: 631.356.02

ИССЛЕДОВАНИЕ КОПАТЕЛЯ АРАХИСОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

М.Т. Мансуров, Ф.А. Нишонов

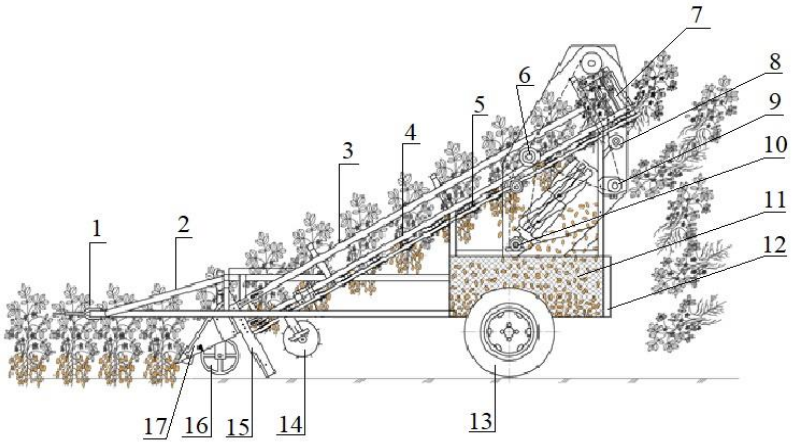
Namangan davlat texnika universiteti
E-mail: nishonovfarhodxon@gmail.com
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Аннотация: *Ушбу мақолада ерёнғоқ йиғиштириш машинаси ковлагичининг турини танлаш бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари келтирилган. Унда тажриба ўтказишдан олдин тупроқнинг намлиги, қаттиқлиги ва зичлиги ўрганилган ҳамда турли хил ковловчи иш органлари тайёрланиб, синовлари ўтказилган. Тадқиқотлар натижасида икки ёқли пона шаклидаги ўқёйсимон панжа кўринишдаги ковлагич сифат кўрсаткичлари бўйича юқори бўлганлиги аниқланди.*
Калит сўзлар: *ерёнғоқ, машина, ковлагич, дуккак, чуқурлик, қатор оралиғи, намлик, қаттиқлик, зичлик, шикастланиш.*
Аннотация: *В данной статье представлены результаты исследования, проведенного по выбору типа копателя для арахисоуборочного машины. Перед проведением эксперимента были изучены влажность, твердость и плотность почвы, а также подготовлены и испытаны различные копатели. В результате исследования было установлено, что копатель в виде стельчатой лапы имел высокие качественные показатели.*
Ключевые слова: *арахис, машина, копатель, бобы, глубина, расстояние между рядами, влажность, твердость, плотность, повреждение.*
Abstract: *This article presents the results of a study conducted to select the right type of digger for a peanut harvester. Prior to the experiment, soil moisture, hardness, and density were measured, and various diggers were prepared and tested. The study found that the shovel-type digger performed well.*
Keywords: *peanuts, machine, digger, beans, depth, distance between rows, moisture, hardness, density, damage.*

Введение. В настоящее время технологические процессы, осуществляемые в Республике Узбекистан при производстве арахиса, то есть от посадки до уборки урожая, проводятся с использованием машин и трудовых орудий, применяемых в хлопководстве. Однако процесс уборки арахиса в основном осуществляется вручную [1]. Это требует больших трудовых ресурсов и больших экономических затрат. Поэтому механизация процесса выкапывания арахиса за один проход, включающий операции: выкапывание, отделения от почвы, подъем стеблей с арахисом, подвод к очесывателям и отделения стручков от стеблей и сбор в бункер является одной из неотложных задач.

Группа ученых из Наманганского государственного технического университета разработала конструкцию комбайна для уборки арахиса [1]. Машина соединена с трактором через сцепку (1), глубина выкапывания регулируется с помощью опорного катка (16). Копатель (15) выкапывает стручки арахиса со стеблем, выкопанный арахис со стеблем направляется на ленточный конвейер (4) через направляющую (17), ленточный конвейер сжимает у основания стеблей арахиса и поднимает их к очесывателям (10), который отделяет стручки арахиса от стеблей. Очесыватель отделяет стручки от стеблей, отделенные стручки падают собственным весом в бункер (11), а стебли выбрасываются на поверхность поля с помощью барабана (7).

Методы. Перед проведением экспериментов изучались влажность, твердость и плотность почвы поля, засеянного арахисом, на основе существующих методик и нормативных документов [2-6]. Результаты исследования представлены в таблице 1 ниже.



1 – сцепка; 2 - рама; 3 – наклонная рама; 4 - ременный привод; 5 - ведомый шкив; 6 -ведущий шкив; 7 - барабан; 8 - натяжитель; 9 - гидравлический насос; 10 - очесыватель; 11 - бункер; 12 - дверь; 13 - колесо; 14 - стряхиватель; 15 копатель; 16 -опорное колесо; 17 – направляющая.

Рисунок 1. Технологическая схема машины для уборки арахиса.

Критериями оценки в экспериментах были полнота выкапывания арахиса, степень его повреждения и подвод стеблей с арахисом к наклонному конвейеру. Полнота выкапывания арахиса определялась как отношение количества стручков арахиса, оставшегося на одном метре выкопанной площади после прохождения машины, к количеству стручков арахиса, расположенных на стеблях арахиса вдоль одного метра на конвейере машины. Степень повреждения определялась как отношение количества стручков арахиса, расположенных на стеблях арахиса вдоль одного метра конвейера машины, к количеству поврежденных стручков арахиса на одном квадратном метре выкопанной площади. Результаты, полученные в экспериментах, представлены в таблице 2. [8-10]

Результаты. Результаты предварительных испытаний разработанной машины показали необходимость проведения исследований по выбору типа копателя для уборки арахисоуборочной на требуемом уровне.

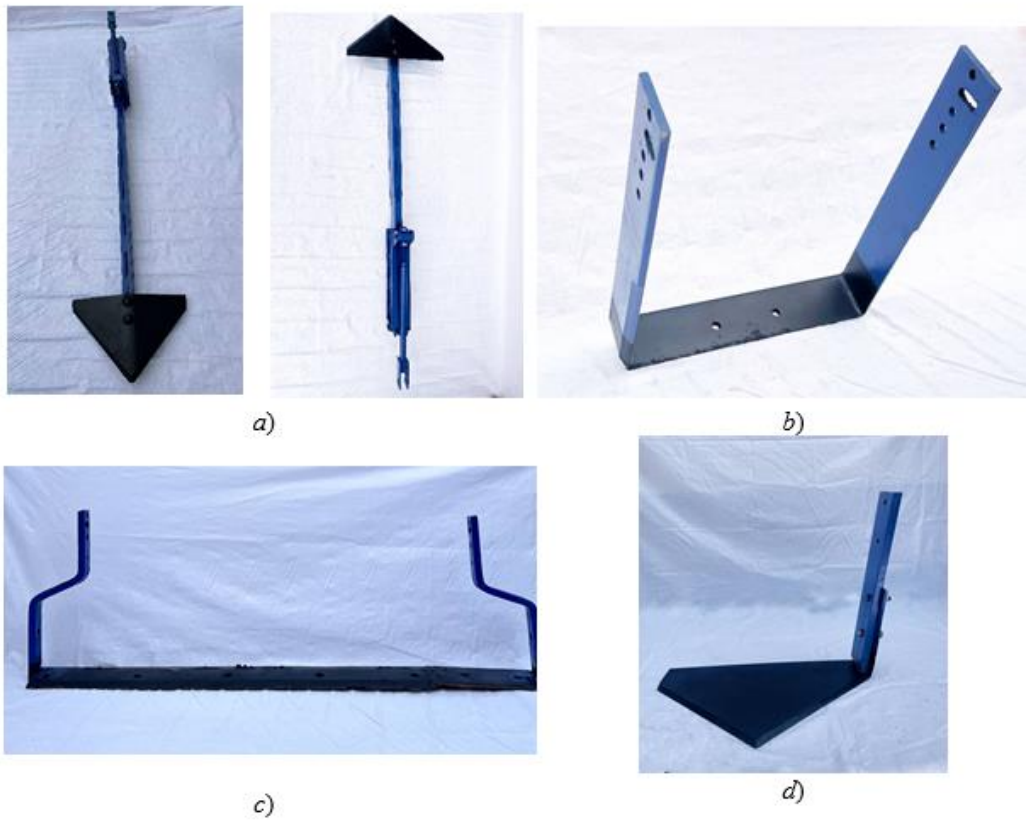
В таблице 1 показано, что твердость почвы при средней влажности 13,3% на глубинах 0-5 см, 5-10 см, 10-15 см, 15-20, 20-25 см вдоль горизонта по оси ряда и на расстоянии до 30 см от оси ряда составляет соответственно 1,33; 1,55; 1,69; 1,74 и 1,81 МПа, а средняя плотность почвы составляет 1,31 г/см³. [11-14]

Таблица 1.

Изменение влажности, твердости и плотности почвы в зависимости от горизонта и ширины междурядья.

Расстояние от оси ряда, см	Средняя влажность почвы в слое 0-25 см, %	Твердость грунта по глубине (см), МПа					Средняя плотность почвы в слое 0-25 см, г/см³
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	
0	12,0	1,31	1,54	1,68	1,75	1,82	1,29
15	13,2	1,60	1,82	1,96	2,13	2,28	1,30
30	14,7	1,86	2,12	2,24	2,27	2,30	1,31

Для определения эффективности типов копателей в процессе уборки арахиса был проведен анализ существующей литературы. В результате этого анализа были разработаны и подготовлены для эксперимента копателей различных модификаций (рис. 2). [15-16] Затем подготовленные копатели были установлены на арахисовую уборочную машину, и проверена их работоспособность в практических условиях (рис. 1).



a) копатель в виде стрельчатой лапы с когтеобразной стойкой; b) и c) П-образные копатели с шириной захвата 60 и 120 см соответственно; d) двухгранный клиновидный копатель с вертикальной стойкой на одной стороне
Рисунок 2. Типы копателя.

Критериями оценки в экспериментах были полнота выкапывания арахиса, степень его повреждения и подвод стеблей к конвейеру. Полнота выкапывания арахиса определялась как отношение количества арахиса, оставшегося на одном метре выкопанной площади после прохождения машины, к количеству арахиса, расположенного в грядках вдоль одного метра на конвейере машины. Степень повреждения определялась как отношение количества арахиса, расположенного в грядках вдоль одного метра на конвейере машины, к количеству поврежденного арахиса на одном квадратном метре выкопанной площади. Результаты, полученные в экспериментах, представлены в таблице 2.

Таблица 1.

Влияние копателей на полноту выкапывания арахиса, его повреждение и подвод стеблей к конвейеру машины.

Т/р	Название показателей	Значение показателей			
		I-Вариант	II-Вариант	III -Вариант	IV-Вариант
1	Полнота сбора, %	79,4	86,6	88,7	93,5
2	Повреждаемость, %	10,5	8,1	6,8	1,2
3	Подвод стеблей к наклонному транспотеру, %	80,3	84,6	85,4	99,8

Обсуждение. Результаты, представленные в таблице 2, показывают, что при использовании первого варианта копательного инструмента полнота выкапывания арахиса составила 79,4%, уровень повреждений — 10,5%, а подача на конвейер машины — 80,3%. Это объясняется тем, что копатель имеющий форму двухгранного клиновидного копателя с вертикальной стойкой на одной стороне, под его воздействием увеличивается деформация

почвенно-арахисового слоя. При использовании второго и третьего вариантов рабочих инструментов полнота выкапывания арахиса составила 86,6-88,7%, уровень повреждений — 8,1-6,8%, а подача на наклонному транспортеру машины — 84,6-85,4%. Это объясняется тем, что рабочие органы в этих вариантах имели П-образную форму и взаимодействовали с почвенно-арахисовым слоем, то есть рабочая поверхность основания рабочего органа имела небольшую площадь взаимодействия с почвенно-арахисовым слоем. При использовании рабочего органа четвертого варианта полнота выкапывания арахиса составила 93,5%, уровень повреждений — 1,2%, а подвод к наклонному транспортеру машины — 99,8%. Это отличается от вышеупомянутых вариантов 1-3, поскольку они имели двусторонний клиновидный захват и основание, качество работы было выше. Поэтому необходимо провести теоретические и экспериментальные исследования на основе оптимальных параметров копателя в виде копателя в виде стрельчатой лапы с когтеобразной стойкой и для его дальнейших исследований. [15-17]

Выводы. Наибольшая эффективность была достигнута двухгранным клиновидным копателем с вертикальной стойкой на одной стороне: полнота выкапывания арахиса составила 93,5%, уровень повреждений — 1,2%, а подача на конвейер машины — 99,8%. Конструкция этого типа копателя меньше повреждала стручки арахиса обеспечивая высокоэффективную уборку урожая. Это позволяет полностью механизировать процесс уборки арахиса и еще больше повысить его эффективность.

Список литературы

[1]. А-ОТ-2021-152 “Ерёнғоқ ҳосилини йиғиштириш машинасининг кўп функцияли (ковлаш, поясини донидан ажратиш, саралаш ва юклаш) мукаммаллаштирилган конструкциясини яратиш” мавзусидаги инновация лойиҳаси бўйича якуний ҳисобот. – Наманган, 2022. – 110 б.

[2]. ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 23 с.

[3]. 3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва: Колос, 1978. – 335 с.

[4]. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – Москва: Физматлит, 2006. – 816 с.

[5]. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. – Москва: Мир, 1990. – 610 б.

[6]. Tst 63.03.2001. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки машин. – Ташкент, 2001. – 59 с.

[7]. Мансуров, М. Т. (2022). Хожиев Бахромхон Рахматуллаевич, Нишонов Фарходхон Ахматханович, & Кидиров Адхам Рустамович (2022). Машина для уборки арахиса. Вестник Науки и Творчества,(3 (75)), 11-14.

[8]. Мансуров, М. Т., Отаханов, Б. С., Хожиев, Б. Р., & Нишанов, Ф. А. (2021). Адаптивная конструкция очесывателя арахисоуборочного комбайна. Механика ва технология илмий журнали, (3), 62.

[9]. Нишонов, Ф. А. (2022). Кидиров Атхамжон Рустамович, Салохиддинов Нурмухаммад Сатимбоевич, & Хожиев Бахромхон Рахматуллаевич (2022). Проблемы и решения сбора урожая арахиса. Вестник Науки и Творчества,(1 (73)), 22-27.

[10]. Нишонов, Ф. А., Кидиров, А. Р., Салохиддинов, Н. С., & Хожиев, Б. Р. (2022). Проблемы и решения сбора урожая арахиса. Вестник Науки и Творчества, (1 (73)), 22-27.

[11]. Мансуров, М. Т., Абдулхаев, Х. Ғ., Нишонов, Ф. А., & Хожиев, Б. Р. (2021). Ерёнғоқ йиғиштириш машинасининг конструкцияси. механика ва технология илмий журнали, (4), 39.

[12]. Отаханов, Б. С., & Рустамович, Қ. А. (2022). Пассив пичоқлар жойлашувини асослаш. Механика и технология, 4(9), 114-119.

[13]. Турдалиев, В., Асқаров, Н., & Мансуров, М. (2021). Пиёз уруғи экиш учун пуштанинг геометрик параметрларини асослаш. Механика и технология, 1(2), 66-71.

[14]. Турдалиев, В., Мансуров, М., & Махкамов, Г. Изучения движение семян лука при выбросе из высевающего аппарата. илмий мақолалар тўплами, 156.

[15]. Эргашев, Ш. Т., Турдалиев, В. М., & Мансуров, М. Т. (2022). Комбинациялашган ғалтакмоланинг конструкциясини ишлаб чиқиш ва геометрик параметрларини назарий асослаш. Механика и технология, 3(8), 90-98.

[16]. Рустамович, Қ. А. (2022). Ички бўшлиғига пассив пичоқлар ўрнатилган фрезали барабаннинг конструктив схемаси ва унинг технологик иш жараёни. Механика и технология, (Спецвыпуск 1), 89-95.
[17]. Ботиров, А. Г., Негматуллаев, С. Э., & Мансуров, М. Т. (2018). Гнездующий аппарат сеялки. Экономика и социум, (5 (48)), 223-227.
[18]. Otahanov B, Qidirov A, Nuriddinov B. Milling speed optimization. Innovative Technologica: Methodical Research Journal. 2021;2(08):15-27.
[19]. Хожиев Б. Р., Абдумажидов М. А., Эргашхўжаев Қ. К. Ерёнғоқ йиғиштириш машинаси палагидан дуккакларини ажратиб оладиган ишчи қисмини танлаш бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари: ерёнғоқ йиғиштириш машинаси палагидан дуккакларини ажратиб оладиган ишчи қисмини танлаш бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари //“Qurilish va ta'lim” ilmiy jurnali. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 311-315.
[20]. Rustamovich QA. Analysis of machines and devices used in land preparation before planting. InConference Zone 2022 (pp. 3-7).

UDK 631.365.036.3

ФАВВОРАЛИ ҚАЙНАШ ҚАТЛАМИДА ЭЛЕКТРОМАГНИТ НУРЛАНИШ МУҲИТИ БИЛАН УЗОҚ ВАҚТ САҚЛАШ НАМЛИГИГА ЕТГУНЧА ҚУРИТИШДА ШОЛИ ДОНИ ҲАРАКАТИНИНГ ДИНАМИК ТЕНГЛАМАСИ

Б.С. Отаханов, А.Р. Қидиров, Н.А. Абдуманнопов

Наманган давлат техника университети
aqidirov@gmail.com,
((Қабул қилинди 10.03.2026 й.)

Аннотация. *Мақолада янги яратилган шоли донини қуритиш қурилмасида донга таъсир қиладиган кучлар, шолининг физик механик хоссалари ва бошқа омиллар чизиқли ва логарифмик қонуният билан ўзгаришида дон қуригунча босиб ўтиладиган масофани аниқлаш формуласи Нютоннинг учинчи қонуни асосида келтириб чиқарилган. Олинган формула асосида қуритиш вақти ва муаллақ учиш тезликлари орасидаги боғланиш олинган.*

Таянч сўзлар: *Нютоннинг учинчи қонуни, қуритиш, намлик, муаллақ учиш тезлиги, елканлилик, масса камайиши, электромагнит нурланиш зичлиги, температура, чизиқли боғланиш, логарифмик боғланиш.*

Аннотация. *В статье выведена формула пройденной пути риса на основе третьего закона Ньютона при изменении действующих сил и его физико-механических свойств по линейной и логарифмической закономерности. На основе полученной формулы построена зависимость между временем сушки и скорости витания.*

Ключевые слова: *третий закон Ньютона, сушка, влажность, скорость витания, парусность, уменьшение массы, плотность электромагнитного излучения, температура, линейная зависимость, логарифмическая зависимость.*

Abstract. *This article derives a formula for the distance traveled by rice based on Newton's third law of motion, with the applied forces and its physical and mechanical properties changing linearly and logarithmically. The resulting formula is used to construct a relationship between drying time and fermentation rate.*

Key words: *Newton's third law, drying, humidity, hovering speed, windage, mass reduction, electromagnetic radiation density, temperature, linear dependence, logarithmic dependence.*

Кириш. Қишлоқ хўжалик маҳсулотлари сифатини узоқ вақт сақлаш масаласи ҳозирги куннинг энг долзарб масалаларидан бири бўлиб, аҳолини сифатли ва экологик тоза маҳсулот билан таъминлаш халқ хўжалигини ривожлантиришда алоҳида ўрин тутади, чунки соғлом танда соғлом фикр, саломатлик туман бойлик деб айтилган мақолларимиз бежиз эмас.

Гурунчдан нафақат республикамизда балки бутун дунёда озиқ-овқат турлари ичида энг асосийларидан бири ҳисобланади.

Наманган Давлат техника университети “Технологик машиналар ва жиҳозлар” кафедраси олимлари томонидан яратилган ўоли донини электромагнит тўлқинлар муҳитида

қуритиш қурилмаси юқорида келтирилган долзарб масалани ҳал қилишга йўналтирилган. Бу қурилма вертикал қуритиш камерасининг қуйи қисмига кириб келадиган шоли донига элетромагнит нурланиш билан иссиқлик бериб, сақлаш учун керакли бўлган намликка етмагунча қуритади. Қурилма ихчам, кам энергия сарфлайди ва мобил.

Метод ва муҳокама. Вертикал йўналишда босим остида берилаётган қуритиш агенти муҳити ва электромагнит тўлқинлар билан қуритишда шоли донининг динамик тенгламасини Нютоннинг иккинчи қонунининг қуйидаги кўринишда тузамиз,

$$m\frac{d\vartheta}{dt} = mg - F_h, \tag{1}$$

бунда m – доннинг массаси, F_h – вертикал каналда шоли донини сақлаш намлигига етказилгунча қуритишда ҳавонинг қаршилиги бўлиб, шоли дони учун вертикал каналда елканлилик коэффициенти орқали аниқланади:

$$F_h = k \cdot m \cdot (\vartheta_h - \vartheta_d)^2, \tag{2}$$

бунда ϑ_h – қуритиш агентининг (ҳавонинг) тезлиги, м/сек, ϑ_d – шоли донининг тезлиги, м/сек.

Шоли дони қуритиш агенти ва электромагнит тўлқинлар таъсирида енгиллашиб боради ва бунинг таъсирида муаллақ учиш тезлиги ғам камайиб боради, қуритиш каналидаги ҳаво оқимининг тезлиги намлиги юқори бўлган шоли донига созланган, шу сабабли шоли қуриб борши жараёнида шолининг тезлиги ортиб боради ёки қуйига секинлик билан пастлайди. Шолининг намлиги 13-14 фоизга етганда ҳавонинг тезлигини камайтиришга тўғри келади акс ҳолда қуриб бўлмаган шоли донининг вертикал каналдан ёки қуритиш камерасида чиқиб кетиш эҳтимоли ортиб боради. Вертикал каналда шоли донини қуритишда қуритиш агентининг (ҳавонинг) тезлигини 15-20 фоизгача камайтириш ёки муаллақ учиш тезлигини 7,5-8,5 м/сек оралиғигача камайтириш лозим бўлади. Бу ҳолда шоли дони режаланган тезлик билан пастга тушиб бориб қуримаган донни каналдан чиқиб кетиш эҳтимолини камайтиради.

Шолининг намлиги доннинг массаси ва ҳажмига тўғридан-тўғри таъсир қилади. Шолини қуритиш жараёнига таъсир ўтказиш муаллақ учиш тезлигини ўзгартириш орқали амалга оширилади. Бунинг учун Жорж Дювалнинг масса ўзгариши ифодасини муаллақ учиш тезлиги билан бирлаштирамиз ва жорий намлик учун муаллақ учиш тезлигини аниқлаймиз,

$$\vartheta_{ch(j)} = \vartheta_{ch(q)} \cdot \sqrt{1 + \frac{w_j - w_q}{100}}, \tag{3}$$

бунда $\vartheta_{ch(q)}$ – қуруқ шолининг муаллақ учиш тезлиги, 9-12 м/сек, w_j – шоли донининг жорий намлиги, %, w_q – шоли донининг узоқ вақт сақлаш намлиги, %.

Шолининг намлиги қанча катта бўлса, қуритиш агентининг (ҳавонинг) қуритиш камерасидаги тезлиги донини юқорига кўтариш учун шунга мос равишда катта бўлиши керак, доннинг намлиги 14 фоизга етгач муаллақ учиш тезлиги камаяди. Бу ҳолда шоли донининг берилган вақтда босиб ўтган йўлини қуйидаги кўринишда аниқлаш мумкин:

$$H = \vartheta_h - \vartheta_d, \tag{4}$$

Қуритиш жараёнига намликдан ташқари ҳавонинг қовушқоқлиги ва зичлиги ҳам катта таъсир кўрсатади, ҳавонинг температураси юқори бўлса зичлиги камайиб, донни юқорига кўтарилишдаги тезлиги ёки муаллақ учиш тезлиги пасаяди ёки донни тутиб туриш кучи камаяди. Берилган температурада ҳавонинг жорий зичлиги қуйидаги ифода билан аниқланади,

$$\rho_j = \rho_0 \cdot \frac{273}{273 + T}, \tag{5}$$

бунда ρ_0 – шоли донининг нормал шароитдаги зичлиги, кг/м^3, T – шоли донининг бошланғич температураси, °С.

Ҳавонинг зичлиги ва температурасини ҳавонинг кўтариш кучига таъсирини қуйидагича ифодалаш мумкин,

$$F_h = \frac{1}{2} C_{sh} \cdot S \cdot \rho_j \cdot (\vartheta_h - \vartheta_d)^2, \quad (6)$$

бунда C_{sh} – шоли шаклининг коэффициенти (0,4 – 0,5), ρ_j – ҳавонинг жорий зичлиги, кг/м^3, S – доннинг ўрта кесим юзаси, м^2.

Қуритиш камерасидаги температура 50°С юқорига кўтарилиб кетса ҳавонинг зичлиги 15 – 20 фоизга пасайиши шоли донини қуйига тезроқ қулашига сабаб бўлади. Камеранинг қуйи қисмида электромагнит тўлқинлар зичлиги катта бўлгани сабабли бу ҳолатда донининг иссиқликни оний тарзда кўпроқ олиши туфайли қобиқ ичидаги гурунч дарз кетиши ва кейинги ишлов беришларда майдаланиб, гурунчнинг сифатини бузади ва ишлатиш учун яроқсиз кўринишга олиб келиши мумкин.

Шоли қобиғининг кўриниши ва ташқи сиртининг ғадир-будурлиги елканлилик коэффициенти бошқа донларнинг елканлилик коэффициентидан каттароқ қийматга эга,

$$k = \frac{C_{sh} \cdot S \cdot \rho_j}{2m}, \quad (7)$$

бунда S – доннинг ўрта кесим юзаси (қуритиш жараёнида ҳажм 2-5 фоизга камаяди), м^2, m – доннинг массаси (қуритиш жараёнида камаяди), кг.

Юқоридагиларни ҳисобга олсак вертикал каналда шоли донининг тезланиши қуйидаги кўринишга келади,

$$\frac{d\vartheta}{dt} = g \cdot (1 - \frac{(\vartheta_h - \vartheta_d)^2}{\vartheta_{ch}(T,W)}), \quad (8)$$

Қуритиш вақтида қуритиш агентининг тезлиги билан дон тезлиги орасидаги фарқ ортиб, қуримаган доннинг қуритиш камерасидан чиқиб кетиш эҳтимоли юқорилашади. Электромагнит нурланиш оқибатида шолидан ташқари камерага кириб келаётган ҳаво ҳам иссиқликни ўзига олади, қизиган ҳавонинг зичлиги камайиб, қуримаган донлар канал тубига қулай бошлайди, камеранинг қуйи қисмида электромагнит нурларнинг зичлигини катта бўлиши доннинг ортиқча иссиқлик олиши дон сифатига ва унувчанлигиа катта таъсир кўрсатади.

Нам шоли дони учун чегаравий тезлик доннинг намлигига, бошланғич температурасига, электромагнит тўлқин зичлигига, елканлилик коэффициентига ва вертикал қуритиш камерасининг баландлигига боғлиқлигини бажарилган назарий таҳлиллардан кўриниб турибди:

$$\vartheta_{ch(TW)} = \vartheta_{chq} \cdot k_W \cdot k_T \cdot k_i, \quad (9)$$

Агар $\vartheta_h \triangleright \vartheta_{chq}$, бўлса, қуримаган шоли дони қуритиш камерасидан чиқиб кетади, намлик камайишида шоли донининг массаси ҳажмига қараганда тезроқ камаяди, бунинг оқибатида елканлилик ва қуритиш камераси баландлигининг таъсири ортиб кетади, чунки массанинг камайиши ҳажмнинг камайишидан ортиқ ва бу ҳолатни қуйидагича ифодалаш мумкин,

$$k_W = 1 - 0{,}01 \cdot (w_b - w_j), \quad (10)$$

бунда w_b – шоли донининг бошланғич намлиги, юздан бир улушда, w_j - шоли донининг жорий намлиги, юздан бир улушда.

Тадқиқотлар натижасида доннинг намлиги 20 фоиздан 14 фоизга тушганда муаллақ учиш тезлиги 6 фоизга камайган. Бундан ташқари узунлиги катта бўлган доннинг елканлилик коэффициенти юқори бўлиб, калталарига қараганда секинроқ учади.

Юқорида келтирилган ифодалар ва таҳлиллардан шолининг муаллақ учиш тезлиги ва қуригандан сўнг камерадан чиқиб кетиш баландлиги шу жараёнга таъсир кўрсатаётган параметрларнинг юқори даражасидан қуйи даражаси айирмасини юқори даражасиги нисбати билан аниқланиши маълум бўлди.

Шоли дони қуриб чиқиб кетиши керак бўлган баландликни доннинг тезланиш ифодасини икки марта интегралаш йўли билан аниқлаймиз,

$$H = \int_0^t (\vartheta_{bd} + \frac{g \cdot \rho_h \cdot C_{sh} \cdot S(w)}{2 \cdot m(w)} \cdot \Delta\vartheta^2) dt. \tag{11}$$

Олинган ифодани вақт бўйича интегралаб шоли донининг вертикал қуритиш каналида қуригунча босиб ўтадиган йўлини аниқлаш ифодасига эга бўламиз,

$$H = \frac{\vartheta_{o'r}}{g} \cdot \ln(\cosh(\frac{g \cdot t}{\vartheta_{o'r}})) + \vartheta_{0d} \cdot t \tag{12}$$

Олинган ифодадан шолини тезроқ қуритиш зарур бўлса, қуритиш агенти ёки қуйидан берилаётган ҳавонинг тезлигини муаллақ учиш тезлигидан камроқ қилиб белгилаш кераклиги кўриниб турибди.

Вертикал қуритиш каналида дон ўз оғирлиги билан қуйига ҳаракатланади ва қарши келаётган қуритиш агентининг таъсирида тезлиги камаяди, тезланиш ифодасини бир марта интегралаш билан доннинг қуритиш камерасининг ихтиёрий нуқтасидаги тезлигини аниқлашимиз мумкин,

$$\vartheta_d = \vartheta_{o'r} \cdot \tanh(\frac{g \cdot t}{\vartheta_{o'r}}) + \vartheta_q, \tag{13}$$

бунда $\vartheta_{o'r}$ – қуритиш агентининг оқимида шоли донининг қуйига белгилаб қўйилган қулаш тезлиги, м/сек, ϑ_q – қуруқ шоли донининг муаллақ учиш тезлиги, м/сек.

Юқорида келтирилган ифодалар ва таҳлиллардан берилган параметрларнинг ўзгариш қонуниятлари қандай кўринишда бўлиши маълум эмас, шунинг учун бу параметрларнинг ўзгаришининг икки хил чизиқли ва логарифмик ёки даражали кўринишларини ўрганиб чиқамиз.

Чизиқли боғланиш. Дон намлигининг нотекис ўзгариши сабабли доннинг параметрлари чизиқли ўзгаради деб фараз қиламиз:

$$K(t) = K_0 + a \cdot t \tag{14}$$

бунда K_0 – коэффициентларнинг бошланғич қиймати, a – параметрларнинг ўзгариш тезлиги.

Қуритиш баландлиги ифодасини интегралаймиз,

$$H = \int_0^t (\vartheta_b + K_0 + a \cdot \tau) dt. \tag{15}$$

ва қуйидаги ифодани оламиз,

$$H = (\vartheta_b + K_0) \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \tag{16}$$

Логарифмик боғланиш. Қуритиш жараёнидаги параметрлар аксарият ҳолларда экспоненциал қонуният билан ўзгаради, интеграл тавсифларда логарифмик кўринишни бериш мумкин:

$$K(t) = K_0 + b \cdot \ln(1 + c \cdot \tau), \tag{17}$$

Ифодани интегралашда мураккаб функцияни интегралаш билан билан амалга оширилади, $\int \ln(x) dx = x \ln(x) - x,$

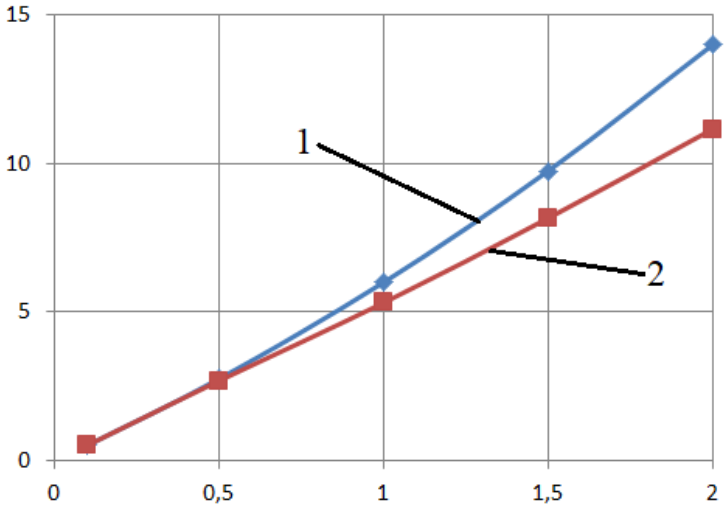
$$H = (\vartheta_b + K_0) \cdot t + \int_0^t \ln(1 + c \cdot \tau) d\tau, \tag{18}$$

Қуйидаги ўзгартиришни $u = 1 + c \cdot \tau,$ у ҳолда $d\tau = \frac{du}{c},$

$$H = (\vartheta_b + K_0) \cdot t + \frac{b}{c}\left[(1 + c \cdot t)\ln(1 + c \cdot t) - (1 - c \cdot t)\right]_0^t \quad (19)$$

Ёки

$$H = (\vartheta_b + K_0) \cdot t + \frac{b}{c}(1 + c \cdot t)\ln(1 + c \cdot t) - (1 - c \cdot t) \quad (20)$$



1-расм. Дон қуригунча босиб ўтадиган масофани вақтни боғлиқлик графиги: 1-чизиқли боғланиш, 2-логорифмик боғланиш.

Бу ҳолат сўниб бораётган тезланишни билдиради. Дон аввалига катта тезланиш билан баландликка кўтарилади, аммо параметрларнинг ўзгариши ҳисобига секинлашади. Масалан, энг асосий параметрлардан бири намлик дон ичидан секинлик билан чиқади.

Олинган натижавий формулалар билан иккала қонуниятни вақт бўйича ўзгаришини аниқлаб боғланиш графигини чизамиз.

Қонуниятларнинг кўриниши деярли чизиқли бўлиб, дон қуригунча босиб ўтадиган масофаси иккала қонуният бўйича ҳам 10 метрдан ортиқ. Аммо биз яратган янги қурилмада қуримаган дон учун қайтадиган қўшимча канал бўлганлиги сабабли, ҳисобланган масофалар қурилманинг ичида айланма ҳаракат билан амалга ошади.

Адабиётлар

[1]. Эргашев, Ш. Т., Отаханов, Б. С., & Абдуманнопов, Н. А. (2021). Малогабаритная зерносушилка для фермерских хозяйств. Universum: технические науки, (6-1 (87)), 55-58.

[2]. Коношин, И.В. Оптимальные параметры сушилки кипящего слоя [Текст] / И.В. Коношин, А.В. Волженцев, А.П. Башкирев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №8. – С. 211-214.

[3]. Tolanovich, E. S., Sadirdinovich, O. B., Rustamovich, K. A., & Abdulkhakimovich, A. N.(2021). New Technology for Drying Grain and Bulk Materials. Academic Journal of Digital Economics and Stability, 9, 85-90.

[4]. Волженцев, А.В. Интенсификация процесса сушки зерна повышенной влажности [Текст] / А.В. Волженцев // В сборнике: Механизация интенсивных технологий в АПК. – Орел, 2006. – С. 190- 193.

[5]. Волженцев, А.В. Псевдоожижение как система агент сушки – зерно [Текст] / Волженцев А.В., Коношин И.В., Булавинцев Р.А., Полохин А.М., Козлов А.В., Звеков А.В., Пупавцев И.Е. // Агротехника и энергообеспечение. - 2020. - № 1 (26). - С. 14-19.

[6]. Ergashev, S. T., Otaxanov, B. S., Raximova, O. R., & Egamberdiyev, N. Y. (2023). Massa issiqlik o‘tkazishning o‘xshashlik mezonlari tahlili: “Qurilish va ta'lim” ilmiy jurnali, 1(2).

[7]. Бритиков Д.А. Моделирование процессов тепло- и массопереноса при сушке ЗЕРНА // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 2. С. 36-39; URL: https://top-technologies.ru/ru/_article/view?id=24440 (дата обращения: 21.03.2026).

[8]. Хужакулов А.П., Султанова Ш.А., Сафаров Ж.Э. Способ сушки семян риса // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 8(77). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10641 (дата обращения: 21.03.2026).

УДК: 621.01

TASMALI KONVEYER ISHCHI ORGANLARI VA YURITISH MEXANIZMI BO‘LGAN MASHINA MEXANIZMLARINING DINAMIK TAHLILI

A.S. Jumayev*, M.M. Abduraxmanova

Olmaliq davlat texnika instituti
**Mas’ul muallif, e-mail: akbarjumayev011@gmail.com*
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Maqolada tasmali konveyer ishchi organlari va yuritish mexanizmi bo‘lgan mashina mexanizmlaining dinamik tahlil qilish uchun konveyerning kinematik sxemasi va mashina agregati hisob sxemasi ishlab chqildi. Unga ko‘ra, tasmali konveyer yuritgichi, yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanlari validagi burchak tezliklari va yuklanishlarning o‘zgarish qonuniyatlari olindi. Ushbu qoniniyatlar asosida tavsiya etilgan tasmali konveyer mashina agregati yuritgich vali burchak tezligi va burovchi momentining ish unumiga, yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanning burchak tezligi va yuklanishining oltin rudasi massasiga burchak tezliklari va burovchi momentlari tebranishlar qamrovlarining ish unumiga, burchak tezliklari hamda burovchi momentlari tebranish qamrovlarini ularning inersiya momentlarining o‘zgarish kuchiga bog‘liqlik grafiklari ishlab chiqilib tavsiya qiymatlari olindi.*

Tayanch so‘zlar. *konveyer, rolik, tebranish amplitudasi, yuklanish, burchak tezlik, baraban, moment, tasma, podshipnik, massa, qonuniyat, kinematik sxema, mashina agregati, matematik model*

Аннотация. *В статье разработана кинематическая схема конвейера и расчетная схема машинного блока для динамического анализа рабочих тел ленточного конвейера и механизмов машин с приводным механизмом. На их основе получены закономерности изменения угловых скоростей и нагрузок на валы приводного, ведущего и ведомого барабанов ленточного конвейера. По этим закономерностям построены графики зависимости угловой скорости и крутящего момента приводного вала рекомендуемого машинного блока ленточного конвейера от КПД угловой скорости и крутящего момента ведущего и ведомого барабанов, от КПД угловой скорости и крутящего момента ведущего и ведомого барабанов на массу золоторудного материала, от КПД угловой скорости и крутящего момента ведущего и ведомого барабанов на диапазон колебаний, от диапазона угловых скоростей и крутящего момента ведущего и ведомого барабанов на изменение их моментов инерции, а также получены рекомендуемые значения.*

Ключевые слова. *конвейер, ролик, амплитуда вибрации, нагрузка, угловая скорость, барабан, крутящий момент, ремень, подшипник, масса, закон, кинематическая диаграмма, машинный блок, математическая модель*

Annotation. *In the article, a kinematic scheme of the conveyor and a calculation scheme of the machine unit were developed for the dynamic analysis of the working bodies of the belt conveyor and the machine mechanisms with a driving mechanism. According to them, the laws of change of angular velocities and loads on the shafts of the belt conveyor drive, leading and driven drums were obtained. Based on these laws, graphs of the dependence of the angular velocity and torque of the drive shaft of the recommended belt conveyor machine unit on the efficiency of the angular velocity and torque of the driving and driven drums, on the efficiency of the angular velocity and torque of the driving and driven drums on the mass of gold ore, on the efficiency of the angular velocity and torque of the driving and driven drums on the range of oscillations, on the range of angular velocities and torque of the driving and driven drums on the change in their moments of inertia were developed and recommended values were obtained.*

Key words. *conveyor, roller, vibration amplitude, load, angular velocity, drum, torque, belt, bearing, mass, law, kinematic diagram, machine unit, mathematical model*

KIRISH.

Bugungi kunda tog‘ - kon sanoati korxonalarida tog‘ jinslarini qazib olishning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarining karer chuqurligi oshishi bilan yomonlashishi asosan transport ishlariga sarflanadigan xarajatlarga bog'liqligi bilan ahamiyat kasb etmoqda. Tog‘ jinslarini 90 % gacha chuqur karyerlardan olib chiqish uchun transport muammosi eng jiddiy muammolardan biri bo‘lib qolmoqda. Tashiladigan tog‘ jinslari marshrutni sezilarli darajada soddalashtirish, tashish uzunligini qisqartirish va tog'-kon sanoati korxonalarida ekologik vaziyatni yaxshilash uchun transpor mashinasi sifatida tasmali konveyerlardan foydalanish imkonini beradi. Chunki, bugungi kunda ishlab chiqarilayotgan zamonaviy

tasmali konveyerlar 90° gacha burchak ostida ishlashga qodir bo‘lib, soatiga 10 000 m^3/soat yukni 250…300 metrgacha uzluksiz yetkazib berish imkoniyatiga egadir.

Tasmali konveyerning tarkibiy qismlaridan biri rolikli mexanizmlar bo‘lib, ular uskunada muhim ish o‘rni bilan ajralib turadi. Rolikli mexanizmlarning miqdoriy jihatdan ulushi ham sezilarli bo‘lib, bu tasmali konveyerlarda bir qator muhim texnik va iqtisodiy muammolarni samarali hal qilish imkonini beradi. Shu sababli, barcha loyihalash tartib-qoidalarini maksimal darajada rasmiylashtirish bilan tasmali konveyerlarni loyihalashning yagona usulini yaratish hozirgi vaqtda juda dolzarb ilmiy-texnik vazifadir. Uning yechimi loyihalash tashkilotlarining ishini sezilarli darajada soddalashtiradi, turli dizayn vaziyatlarida maqbul echimlarni topishga imkon beradi, ma'lum bir konveyerda ulardan foydalanish samaradorligini taqqoslash imkonini beradi, shuningdek, yaratish uchun maydonlar ko‘lamini kengaytiradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA.

Tog‘-kon sanoati korxonalarida ishlatiladigan tasmali konveyerlarning ishonchliligini tahlil qilganda, uning tarkibiy qismi bo‘lgan rolikli mexanizmi va tasmasi konveyer agregatlari eng qisqa resursga ega bo‘lib, eng katta mehnat va pul sarfini talab qiladi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, konveyer rolikli mexanizmlariga barcha ta’mirlash va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarining 40% gacha va butun konveyer narxining 30% gacha miqdorini tashkil qiladi. Konveyer roliklarining tog‘-kon korxonalarida yuklash birliklarida xizmat qilish muddati 0,5 yildan 1 yilgacha, konveyerning boshqa qismida esa 0,7 yildan 2,5 yilgacha, o‘rtacha 1,7 yil. O‘rta tayanchlardagi rolikning taxminiy xizmat qilish muddati, eng yuklangani sifatida, o‘rtacha 25 dan 35 ming soatgacha, bu haqiqiy xizmat qilish muddatidan bir necha baravar oshadi. O‘rtacha, butun xizmat muddati davomida konveyerdagi har bir rolik 3 dan 5 martagacha almashtiriladi, ya’ni roliklarga bo‘lgan ehtiyoj doimo mavjud bo‘lib, konveyerlarning uzunligi oshgani sayin u o‘sib boradi [1].

Tasmali konveyerlar ochiq va yopiq karyerlada qishda harorat o‘zgarishi, yozda yuqori namlik muhitda va changning ekstremal sharoitida ishlaydi va bu omillar turli konveyer yig’ma birliklariga turlicha ta’sir qiladi. Shunday qilib, teng uzunlikdagi roliklarga ega uchta rolikli tayanchda o‘rta rolikdagi yuk konveyerning 1 m uzunligiga to‘g‘ri keledigan yukning, tasmaning va rolikli tayanchning aylanadigan qismlarining og'irligining taxminan 70% ni tashkil qiladi. Yon roliklarga yuklanishning taxminan 30% to‘g‘ri keladi, shuning uchun o‘rta rolik podshipniklaridagi yuk yon roliklarga qaraganda 2,5 baravar ko‘pdir. Roliklarni tayanch konstruktsiyasini noto‘g'ri tanlash tasma va roliklarning muddatidan oldin ishdan chiqishiga olib keladi. Tasma kengligining oshishi roliklar podshipniklari, ayniqsa gorizontal tayanch roliklarida yukning oshishiga olib keladi, bu esa nosozliklar sonining ko‘payishiga va tasmali konveyerning umumiy ishonchliligining pasayishiga olib keladi [2].

Shunday qilib, rolikli mexanizmlar tasmali konveyerning ommaviy tarkibiy qismlaridan biri hisoblanadi. Rolikli mexanizmlar tasmali konveyerning ishlashi va ishonchliligini belgilaydigan eng muhim tashkil etuvchi qismlardan biridir. Konveyer rolikli mexanizmlari faqat tasmali konveyerlarda qo‘llanilmaydi, ular bo‘lak va qadoqlangan tovarlarni tashish uchun rolikli konveyerlarda ham qo‘llaniladi, bu yerda rolikli mexanizmlarning narxi uzluksiz tashish mashinalari narxining 50-80% ni tashkil qiladi. Konveyerlararo uzatish moslamalarida rolikli to‘shamaga ega bo‘lib, ular turli xil saqlash elevatorlarida ham keng qo‘llaniladi. Masalan Qozog‘istonda rolikli mexanizmlarga bo‘lgan talab, o‘rtacha statistik ma’lumotlarga ko‘ra, yiliga 25 ming donani tashkil yetadi va bu talab yangi konlar va korxonalar ishga tushirilishi bilan ortib bormoqda [3].

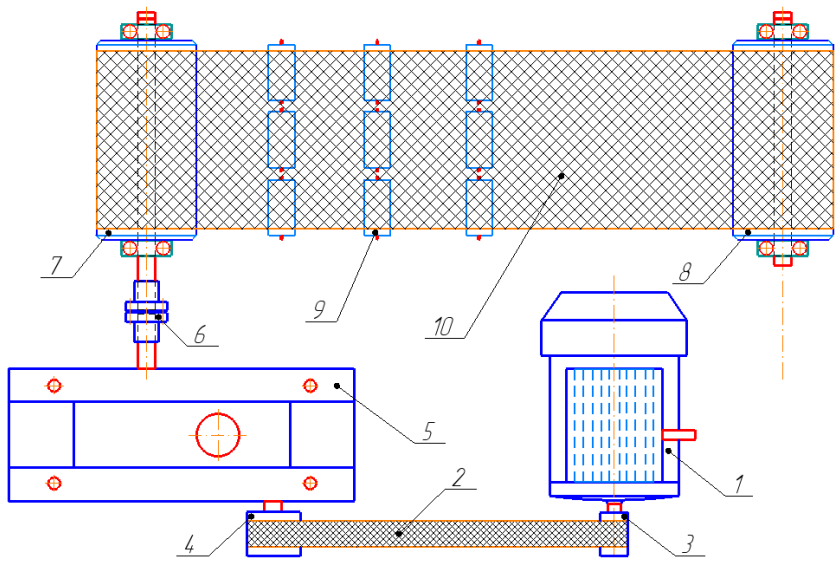
MUHOKAMA.

Tasmali konveyer mashina agregatlari hisob sxemalarini tuzish.

Tavsiya etilgan konstruksiyada asosiy birlamchi ishchi organ sifatida: - o‘qqa dumalash podshipnigi tashqi tomoniga rezinali amortizatorlar orqali o‘rnatilgan tarkibli rolikli mexanizm tarkibiy ishchi organlari nazarda tutiladi. Rolikli mexanizm tasmaga tushadigan yuklanishlar bilan ta’sirlashganda, amortizatorlar deformatsiyalanib aylanma-tebranma harakatlari sodir bo‘ladi. Ushbu tebranishlar qiymatlarini nazariy tadqiqotlar olib borish natijasida aniqlash muhimdir. Chunki bu tebranishlar rolikli mexanizmlarni yetarli darajadagi burchak tezlanishi, ya’ni impuls kuchi bilan tez ta’mirtalab bo‘lib qolishiga olib keladi. Harakat qonunlarini aniqlashda elektr yuritgich, reduktor hamda yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanlarni inobatga olib, sistemaik mashina agregati sifatida ko‘rib chiqildi.

1-rasmda tasmali konveyerning kinematik sxemasi keltirilgan. Ushbu tasmali konveyer quyidagi tartibda ishlaydi: harakat 5AM250M4 rusumli elektr yuritgich 1 dan mufta 2 orqali reduktor 3 ga uzatiladi. Shundan so‘ng harakat reduktor 3 dan mufta 4 orqali yetaklovchi baraban 5 dan tasma 7

yordamida yetaklanuvchi baraban 6 ga uzatadi. Foydali qazilmani tashish davrida tasmada tayanch va taranglikni ta’minlab beruvchi rolik 8 lar qo‘llanilgan.

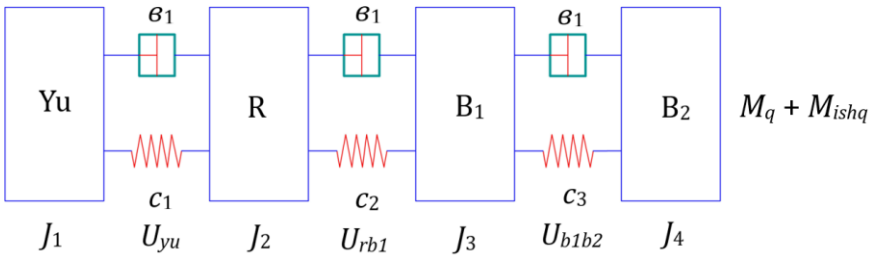


1 - elektr yuritgich, 2 - tasma, 3, 4 - shkiv, 5 - reduktor (silindrik qiya tishli), 6 - mufta, 7 - yetaklovchi baraban, 8 - yetaklanuvchi baraban, 9 - rolikli mexanizm (podshipnik tayanchi qayishqoq vtulkali), 10 - lenta (tasma).

1-rasm. Tasmali konveyer kinematik sxemasi.

Har bir ishchi organ harakat qonunlarini yetarli darajadagi aniqlikda natijalarini olish uchun nazariy tadqiqotlarda mashina agregatlari sifatida ko‘rib chiqildi. Bunda elektr yuritgichlarning mexanik dinamik xarakteristikalari, uzatish mexanizmlari qayishqoq-dissitativ xususiyatlari, uzatish nisbatlari hamda texnologik yuklanishlari inobatga olinadi [4].

Bugungi kungacha umumiy mashina va mexanizmlar nazariyasida har bir mashina agregati dinamika masalasi alohida ko‘rib chiqilgan. Biz ko‘rib chiqayotgan tasmali konveyer mashina agregatida elektr yuritgich, reduktor va baraban vallarini o‘z ichiga olgan mashina agregatiga ta’sir qiluvchi texnologik qarshilikning burchak tezlanishiga o‘zgarish qonuniyatlari inobatga olingan (2 - rasm).



1-massa, elektr yuritgichning rotori; 2-massa reduktor aylanuvchi elementlarini chiquvchi valiga keltirilgan massalari va yarim mufta massasi; 3- massa yarim mufta va yetaklovchi baraban massasi; 4-massa yetaklanuvchi baraban massasi olingan.

2 – rasm. Tasmali konveyer yuritish mexanizmi mashina agregati hisob sxemasi.

Mos ravishda, tasmali konveyer yuritish mexanizmi mashina agregati hisob sxemasida J_1- yuritma elektr yuritgich rotori va yarim mufta keltirilgan inersiya momenti, J_2- yarim mufta va yetaklanuvchi shkiv keltirilgan inersiya momenti, J_3- yetaklovchi baraban inersiya momenti, J_4 - yetaklanuvchi baraban inersiya momenti, c_1, c_2, c_3, v_1, v_2, v_3 - mos qayishqoq elementlarning bikirlik va dissipasiya koeffisiyentlari, M_{yu} - elektr yuritgich rotori validagi yurituvchi moment, M_q, M_{ish} - texnologik qarshilik va ishqalanish kuchlari momentlari, U_{yu}, U_{red}, $Ub1,$ - massalar orasidagi uzatish nisbatlari keltirilgan.

NATIJALAR.

Podshipnik tayanchi qayishqoq vtulkadan tashkil topgan rolikli mexanizimi bo‘lgan tasmali konveyer mashina agregati harakatini ifodalovchi matematik modeli.

Tavsiya etilgan Tasmali konveyerning resurstejamkot konstruksiyasidagi ishchi organlarini o‘z ichiga olgan mashina agregati harakat tenglamalarini keltirib chiqarish uchun mavjud Lagranjning II tartibli [5, 6] tenglamasidan foydalanamiz:

$$ddtdTdqi-dTdqi+dFdqi+dPd. \quad (1)$$

bunda, T, P, F – mos ravishda sistema kinetik va potensial energiyalari hamda Releyning dissipativ funksiyasi, q_i va q_i – umumlashgan koordinata va uning tezligi; Q_i –umumlashgan kuchlar [7].

Lagranjning II tartibli tenglamasi (1) ga asosan mashina agregati kinetik energiyasi quyidagicha ko‘rinisga ega bo‘ladi:

$$T = \frac{J_{yu}\dot{\varphi}_{yu}}{2} + \frac{J_r\dot{\varphi}_r}{2} + \frac{J_{b_1b_2}\dot{\varphi}_{b_1b_2}}{2} \quad (2)$$

bunda, J_{yu}, J_r, va J_{b1i} – mos ravishda elektr yuritgichlar rotori, reduktor chiquvchi vali hamda yetaklovchi va yetaklanuvchui barabanlar vali inersiya momentlari; φ_{yu}, φ_r, φ_{b1i} – mos ravishda elektr yuritgichlar rotori, reduktor chiquvchi vali hamda yetaklovchi va yetaklanuvchui barabanlar vali burchak tezliklari.

Mos ravishda tasmali konveyer mashina agregati qayshqoq elementlarning (Reley) dissipativ funksiyalari [8, 9]:

$$F = \frac{1}{2}в_1\left(\dot{\varphi} - u_{yu}\dot{\varphi}_r\right)^2 + \frac{1}{2}в_2\left(\dot{\varphi} - u_r\dot{\varphi}_{b_1b_2}\right)^2 \quad (3)$$

bunda, $в_1$, $в_2$ – mashina agregatidagi qayishqoq elementlarning aylanma dissipatsiya koeffitsientlari; u_{yu}, u_r – uzatish mexanizmlarining uzatish nisbatlari.

Tasmali konveyer mashina agregati tarkibiy elementlari potensial energiysi quyidagicha bo‘ladi [10]:

$$P = \frac{1}{2}c_1\left(\varphi - u_{yu}\dot{\varphi}_r\right)^2 + \frac{1}{2}c_2\left(\varphi - u_r\dot{\varphi}_{b_1b_2}\right)^2 \quad (4)$$

bunda, c_1, c_2 – mashina agregatlaridagi qayishqoq elementlar aylanma bikrlik koeffitsientlari.

Tasmali konveyer mashina agregati yurituvchi momentlari yuritgichning mexanik dinamik xarakteristikalaridan aniqlanadi. Nazariy tadqiqotlarda ushbu xarakteristikalarni aniqlashda I.S. Pinchuk tavsiya etgan matematik modellardan foydalanamiz [11]:

$$\frac{1}{2\omega_s M_k}\dot{M} + \frac{S_k}{2M_k}M = \frac{\omega_o + \dot{\varphi}}{\omega_o}; \quad (5)$$

bunda, M, , M_k – yuritgich rotoridagi yurituvchi moment va ularning kritik qiymatlari; ω_i, ω_s – ideal hisob uchun manbali aylanma chastotalari; S_k – elektr yuritgichning kritik sirpanish qiymatlari [12].

Ko‘rilayotgan tasmali konveyer mashina agregati uchun Lagranj tenglamasi qo‘shiluvchilarini aniqlaymiz [13]:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{dT}{d\dot{\varphi}}\right) = J_{yu}\ddot{\varphi}_{yu}; \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{d\pi}{d\dot{\varphi}_r}\right) = J_r\ddot{\varphi}_r; \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{dT}{d\dot{\varphi}_{b_1b_2}}\right) = J_{b_1b_2}\ddot{\varphi}_{b_1b_2};$$

$$\frac{dF}{d\dot{\varphi}} = в\left(\dot{\varphi} - u_{yu}\dot{\varphi}_r\right); \quad \frac{dF}{d\dot{\varphi}} = -в_1 u_{yu}\left(\dot{\varphi} - u_{yu}\dot{\varphi}_r\right); \quad \frac{dF}{d\dot{\varphi}} = в_2 u_r\left(\dot{\varphi} - u_r\dot{\varphi}_{b_1b_2}\right);$$

$$\frac{dP}{d\dot{\varphi}} = c\left(\varphi - u_{yu}\varphi_r\right); \quad \frac{dP}{d\varphi} = -c_1 u_{yu}\left(\varphi - u_{yu}\varphi_r\right); \quad \frac{dP}{d\varphi} = c_2 u_{yu}\left(\varphi - u_r\dot{\varphi}_{b_1b_2}\right) \quad (6)$$

Mos ravishda umumlashgan kuchlar momentlari:

$$M(\varphi) = M; \qquad M\left(\varphi_{yu}\right) = M_k = (M_r \pm \Delta M_r)r_r^2\ddot{\varphi}_r \quad (7)$$

Mos ravishda olingan (4), (5), (6) va (7) larni Lagranjning II-tartibli (1) tenglamalariga qo‘yib, tavsiya etilgan tasmali konveyer ishchi organlari mexanizmlarini o‘z ichiga olgan o‘zaro ta’sirlashuvchi mashina agregatining harakatlarini ifodalovchi umumlashgan differensial tenglamalar sistemasini hosil qilamiz:

$$\frac{1}{2\omega_s M_k}\dot{M} + \frac{S_k}{2M_k}M = \frac{\omega_o - \dot{\varphi}}{\omega_o};$$

$$J_{yu}\ddot{\varphi} = M - в\left(\dot{\varphi} - u_{yu.r}\dot{\varphi}_r\right) - c\left(\varphi - u_{yu.r}\varphi_r\right);$$

$$J_r\ddot{\varphi}_r = в\,u_{yu.r}\left(\dot{\varphi} - u_{yu.r}\dot{\varphi}_r\right) - c\,u_{yu.r}\left(\varphi - u_{yu.r}\varphi_r\right) - (M_b \pm \Delta M_b)r_b^2\ddot{\varphi}_b \quad (8)$$

Ushbu olingan (8) tenglamalar sistemasini sonli yechimini olish natijasida, elektr yuritgich rotori, reduktorning chiquvchi vali hamda barabanlar harakat qonunlari va yuklanishlari aniqlanadi.Tasmali konveyer mashina agregatining tarkibiy ishchi organlari harakat qonunlarini ifodalovchi (8) differensial tenglamalar sistemasi sonli yechimini olish uchun parametrlarning boshlang‘ich qiymatlari quyidagicha olingan.

$$t = 0; \qquad \dot{\varphi}_{yu} = \dot{\varphi}_{b_1b_2} = \dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_2 = 0; \qquad M_{yu} = 198\ km; \qquad N_\omega = 12\ kvt;$$

$$nyu=1500ayimin; \quad uyu=1,0; \quad ur=5,0; \quad ub1b2=1,0; \quad nr=315aylmi$$

$$Jyu=0{,}213\ kgm2; \quad Jr=0{,}391\ kgm2; \quad Jb1=Jb2=0{,}42\ kgm2; \quad k1=1{,}0\div1{,}15;$$

$$c2=260\div380Nmrad; \quad в_1=$$

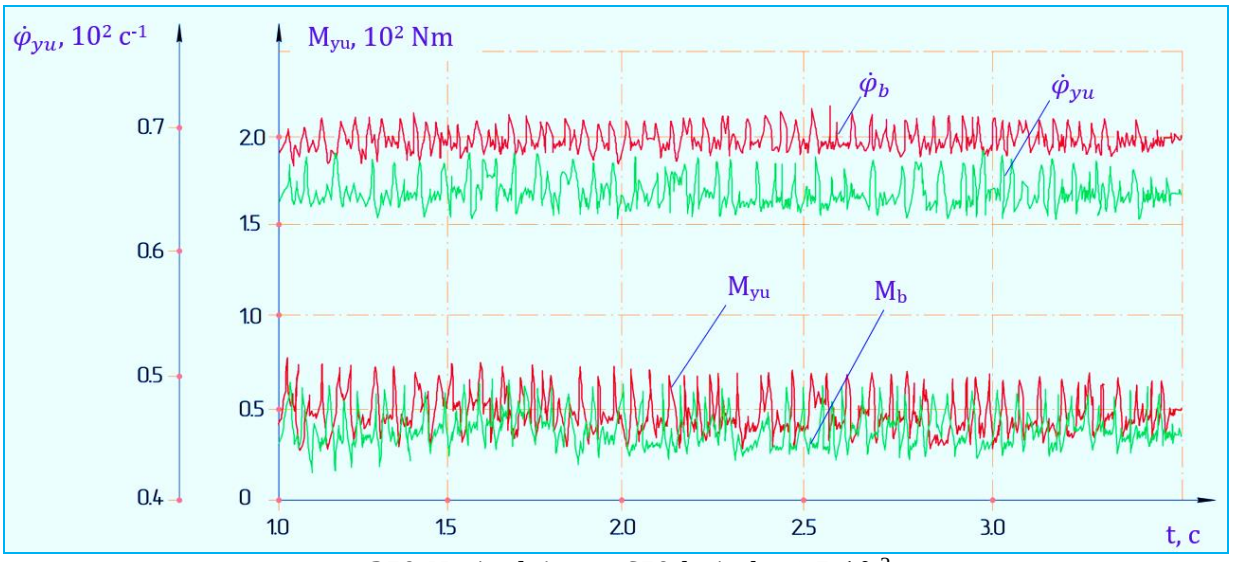
$$c1=200\div250Nmrad; \quad в_2 =$$

$$M_q + M_{ishq} = (1{,}0 \div 1{,}5)\cdot 10^2\ Nm.$$

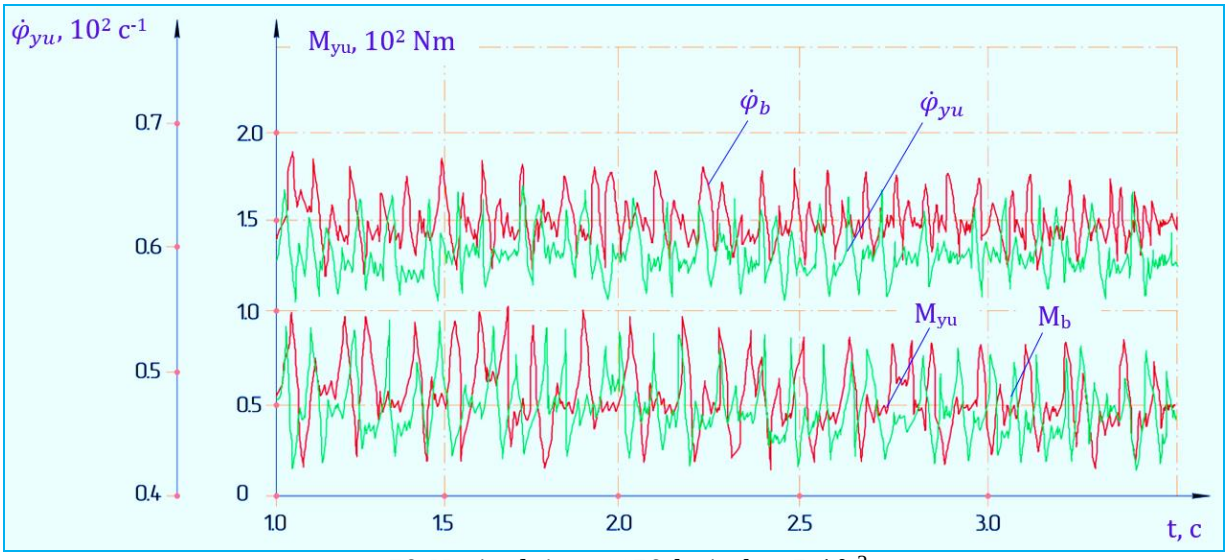
Masalani yechishning o‘ziga xos tomoni shundan iboratki, tasmali konveyer mashina agregati tenglamalari bir vaqtda amalga oshirildi. Bunda mashina agregati yechimidagi φ o‘zgarish qonuniyati tegishli massadagi yetaklovchi va yetaklnuvchi barabanlarga texnologik qarshilik sifatida inobatga

olinadi. Mos ravishda unda hosil bo‘lgan φyu o‘zgarish qonuniyati yuritgich vali harakatiga texnologik qarshilik sifatida inobatga olingan. Natijalar maxsus dastur asosida kopyuterda amalga oshirildi. Yechim asosida olingan natijalar u φyu, M_q va $\varphi b1l$, M_q larning vaqt bo‘yicha o‘zgarish qonuniyatlari sifatida olindi.

Jumladan, 3-rasmda yuritgich vali va yetaklovchi va yetaklanuvchi baraban burchak tezliklari va yuklanishlarining o‘zgarish qonuniyatlari tasmali konveyerning ish unumi o‘zgarishiga bog‘liq ravishda keltirilgan.



c_2 = 350 *Nm/rad*; *i. u.* = 650 *kg/s*; *l* = 1,5·10^{-3} *m*

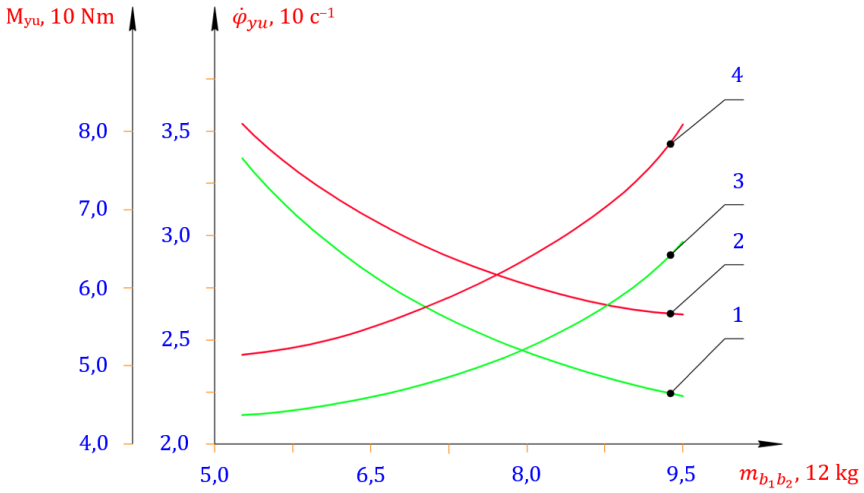


c_2=250 *Nm/rad*; *i.u* =1150 *kg/s*; *l*=2,5·10^{-3} *m*

3 – rasm. Tasmali konveyerning yuritgich, yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanlar validagi burchak tezliklari va yuklanishlarning o‘zgarish qonuniyatlari.

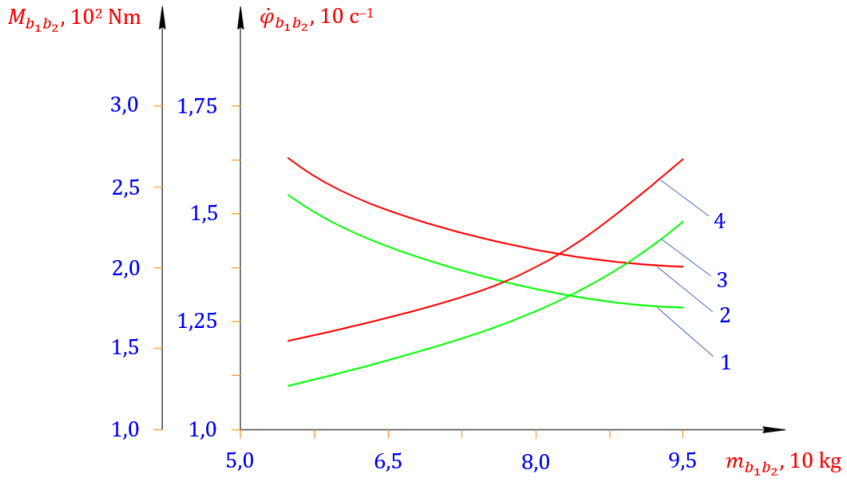
Jumladan 4-rasmda tavsiya etilgan tasmali konveyer yuritgich vali burchak tezligi va burovchi momentining ish unumiga bog‘liqlik grafiklari keltirilgan.

Olingan grafiklar tahliliga ko‘ra, texnologik qarshilik, ya’ni oltin rudasi massasi 12 *kg* dan 18 *kg* gacha ko‘payganida va J_{yu} = 0,75 *kgm*^{2} bo‘lganida tasmali konveyer mashina agregati tarkibidagi yuritma valning burchak tezligi 12,2 c^{-1} dan 8,41 c^{-1} gacha nochiziqli qonuniyatda kamaysa, undagi burovchi moment qiymatlari 24,6 *Nm* dan 54 *Nm* gacha chiziqsiz bog‘lanishda ortib boradi.



1, 2 – φ_{yu} = f ($mb1\ell$); 3, 4 – M_{yu} = f ($mb1\ell$);

4-rasm. Tavsiya etilgan tasmali konveyer yuritgich vali burchak tezligi va burovchi momentining ish unumiga bog‘liqlik grafiklari.



1, 2 – $\varphi b1\ell$ = *f* ($mb1\ell$); 3, 4 – $Mb1\ell$ = *f* ($mb1\ell$);

2,3 – $Jb1\ell$ = 1,875 kgm^2; 1,4 – $Jb1\ell$ = 2,275 kgm^2

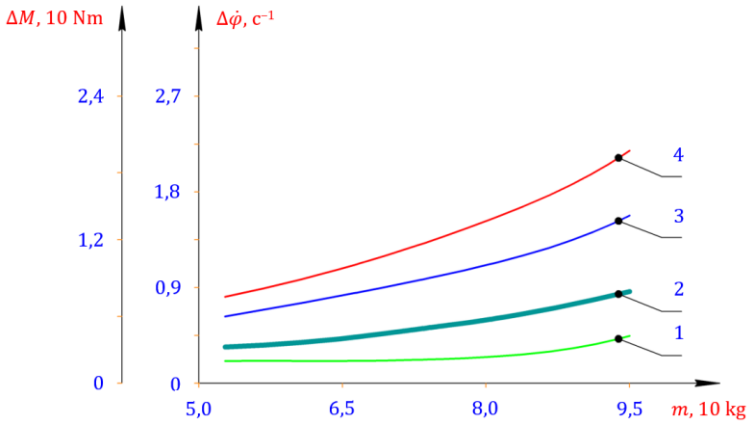
5-rasm. Tasmali konveyer mashina agregati yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanning burchak tezligi va yuklanishining oltin rudasi massasiga (ish unumiga) bog‘liqlik grafiklari.

Mos ravishda yuritgizh valning inersiya momenti 0,26 Nsm^2 gacha ortganida uning burchak tezligi 20,2 c^{-1} dan 12,2 c^{-1} gacha kamayadi, undagi burovchi moment qiymatlari 24,8 *Nm* dan 32,4 *Nm* gacha ko‘payib boradi. Chunki tasmali konveyerning ish unumini ortishi yuritgich valdagi yuklanishni ko‘paytiradi, mos ravishda burchak tezligi kamayadi. Qurilgan grafiklar parametrlarning o‘rtacha qiymatlarida olingan va mos ravishda u φ_{yu} va $\varphi b1\ell$ qiymatlarini ta’siri (4,2 ÷ 6,2) % dan oshmagan. Demak, yuritgich mexanizimi bo‘lgan ishchi organ burchak tezligini juda kamayib ketmasligini va yuklanishni ortib ketmasligini ta’minlash uchun oltin rudasi massasi bir vaqtning o‘zida $mb1\ell \leq$ (650 ÷ 1150) kg oralig‘idan oshmasligi maqsadga muvofiqdir.

Ma’lumki, tasmali konveyerda oltin rudasini transportirovka qilish paytida yuritgich vali, yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanlar burchak tezliklariga, ya’ni impuls kuch momentlari qiymatiga bog‘liq bo‘ladi. 5-rasmda takomillashtirilgan konstruksiyali tasmali konveyer mashina agregati yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanning burchak tezligi va yuklanishining oltin rudasi massasiga (ish unumiga) bog‘liqlik grafiklari keltirilgan. Ya‟ni chigit rushankasini ajratishda to„rli yuzali barabanning burchak tezligi va yuklanishining o„zgarishi, aylanma yo„nalishdagi tebranishi muhim hisoblanadi. Jumladan, oltin rudasi massasi 12 *kg* dan 18 *kg* gacha ortganida yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanlar burchak tezligi inersiya momenti $Jb1\ell$ = 1,875 kgm^2 bo‘lganida $\varphi b1\ell$ qiymatlari 1,55 c^{-1}dan 1,35 c^{-1} gacha chiziqsiz bog‘lanishda pasayib borsa undagi burovchi moment 129 *Nm* dan 218 *Nm* gacha ortib boradi. Mos ravishda yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanlar inersiya momenti 2,275 kgm^2 gacha ortganida, $\varphi b1\ell$ qiymatlari 1,55 c^{-1} dan 1,25 c^{-1} gacha nochiziqli bog‘lanishda kamayib borgan bo‘lsa, $Mb1\ell$ – qiymatlari 165 *Nm* dan 275,5 Nm gacha chiziqli bo‘lmagan qonuniyatda ko‘payadi. Ma’lumki, sekin aylanuvchi ishchi organlarda, asosan, burovchi moment qiymatlari yuqori bo‘ladi. Buning asosiy sababi, inersiya kuchining momenti $\varphi b1\ell$ kichik bo‘lishi hisobiga kichik bo‘ladi.

Mazkur 6-rasmda tasmali konveyer mashina agregati yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanlarning vali va qayishqoq elementli podshipnik tayanchi bo‘lgan rolikli mexanizmlarning burchak tezliklari va burovchi momentlari tebranishlar qamrovlarining ish unumiga (oltin rudasi massasiga) bog‘liqlik grafiklari keltirilgan.

Ish unumining ortishi yuklanish tebranishini ko‘paytirsa, $\varphi b1b2$ va φr qiymatlari sezilarli darajada ortadi. Ta’kidlash lozimki $\varphi b1b2$, φr va Mr , $Mb1b2$ larni qiymatlariga φr , $\varphi b1b2$ larni ta’siri ham yetarli darajada bo‘ladi. Ularning ta’siri texnologik qarshiliklar tarkibida ta’sir ko‘rsatadi. Umumiy mashina va mexanizmlar nazariyasida aylanuvchi vallar va ishchi organlar harakatini tejalishi uchun ularning inersiya momentlari qiymatlari oshiriladi. Tasmali konveyer mashina agregatidagi yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanlarning vali va qayishqoq elementli podshipnik tayanchi bo‘lgan rolikli mexanizmlarning tekis aylansa, oltin rudasining tebranma harakati kamayadi, chunki impuls kuchlari ham $\varphi r \to 0$, va $\varphi b1b2 \to 0$ hisobiga kamayadi. Bu esa, o‘z navbatida, texnologik qarshilikni ham kamaytiradi.



1 – φr ; 2 – $Mb1b2$; 3 – $\varphi b1b2$; 4 – Mr

6-rasm. Tasmali konveyer mashina agregati yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanlarning vali va qayishqoq elementli podshipnik tayanchi bo‘lgan rolikli mexanizmlarning burchak tezliklari va burovchi momentlari tebranishlar qamrovlarining ish unumiga (oltin rudasi massasiga) bog‘liqlik grafiklari.

XULOSA.

Demak, tavsiya etilgan tasmali konveyer ishchi organlari mexanizmlari bo`lgan mashina agregatlari dinamik va matematik modellari elektr yuritgich mexanik xarakteristikalarini, qayishqoq elementlar bikrlik-dissipativ, inersion xususiyatlari, texnologik qarshiliklarni inobatga olgan holda ishlab chiqildi. Unga ko`ra, qayishqoq elementli podshipnik tayanchi bo‘lgan rolikli mexanizmlarning, yetaklovchi va yetaklanuvchi barabanlari burchak tezlanishlarini inobatga olib, texnologik qarshiliklarni aniqlash formulalari olinib, ishchi organlarning harakat qonunlari ish unumi va inertsiya momentlarining o`zgarishini, burchak tezligi va burovchi momentining ish unumini, burchak tezligi va yuklanishining oltin ruda massasiga baraban burchak tezliklari hamda burovchi momentlari tebranish qamrovlarini ularning inersiya momentlarining o`zgarishini doimiy ravishda nazorat qilib turilishi kerakligi haqida xulosaga kelindi.

Adabiyotlar

[1]. Баркова, Н.А. Вибрационная диагностика подшипников качения: Методические указания к лабораторной работе / Баркова Н.А., Е.И. Крапивский, А.В. Шалыгин, В.В. Шорников // СанктПетербургский горный ин-т. СПб, 2010. 38 с.

[2]. Djurayev Anvar Djurayevich, Jumayev Akbarjon Sayfullayevich, To‘xliyev Abdialim Nematullo o‘g‘li, Abdraxmanova Muattar Musurmankulovna. Tasmali konveyerning uch rolikli tayanchi. Patent № IAP 07290. 31.01.2023 y.

[3]. A. Djuraev, B.N. Davidbaev, A.S. Jumaev. Improvement of the design of the belt conveyor and scientific basis for calculation of parameters. Global Book Publishing Services is an International Monograph & Textbook Publisher. Copyright 24 may 2022 by GBPS. 10.37547/gbps - 03. 1211 Polk St, Orlando, FL 32805, USA. -151 p.

[4]. Jumaev, A., Istablaev, F., Dustova, M. Development of the theory of calculation of constructive and rational parameters of belt conveyor roller mechanisms. *AIP Conference Proceedings*, 2022, 2467, 060025.

[5]. Djuraev, A., Jumaev, A.S., Abduraxmanova, M.M., Analysis of the results of physical and mechanical experimental studies of the modernized belt conveyor. *Journal of Physics: Conference Series*, 2023, 2573(1), 012012.

[6]. A. Djuraev, Sh. S. Khudaykulov, A. S. Jumaev. Development of the Design and Calculation of Parameters of the Saw Cylinder with an Elastic Bearing Support Jin. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-5, January 2020. https://www.ijrte.org/portfolio-item/E6952018520/

[7]. Djuraev, A., Jumaev, A.S., Ibragimova, N.I., Turdaliyeva, M.Y., Analysis of the dynamics of a belt conveyor with composite guide rollers and elastic elements. *Journal of Physics: Conference Series*, 2023, 2573(1), 012026.

[8]. Abduvaliev, U., Jumaev, A., Nurullaev, R., Jakhonov, S., Jurakulov, I., Investigation of the process of the influence of winding spindles with cotton fiber on the performance of a cotton picker. *E3S Web of Conferences*, 2024, 548, 04013.

[9]. Tilabov, B., Jumaev, A., Sherbutaev, J., Normurodov, U., Salimov, G. Testing of heat-treated surfaced samples and machine parts for hardness and wear resistance. *E3S Web of Conferences*, 2024, 548, 03014.
[10]. Abduvaliev, U., Jumaev, A., Nurullaev, R., Ashirov, A., Abdurafikov, B., Influence of the Sectional Shape of the Grabbing Element of a Screw Composite Spindle on Agricultural Performance and Stability of Operation of a Cotton-Picking Machine. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2024, 1129
[11]. A.S. Jumaev, A. Djuraev, M.M. Abduraxmanova. Analysis of the influence of the properties of oil products on the performance of belt conveyor guide roller mechanisms. Harvard Educational and Scientific Review International Agency for Development of Culture. Vol.2. Issue 2 Pages 44-52. 2020.
[12]. A.S. Jumaev, A. Djuraev, A.N. Pushanov. Development of models of recression of defatory states of components as a result of external loads of belt conveyor drums. Harvard Educational and Scientific Review International Agency for Development of Culture. Vol.2. Issue 2 Pages 36-43. 2020.
[13]. [13]. A.D. Djuraev, A.S. Jumaev. Study the influence of parameters of elastic coupling on the movement nature of support roller and rocker arm crank-beam mechanism. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 6, June 2019.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВ СО СЛОЖНЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ В ПРОГРАММЕ SIEMENS NX

С.Н. Номанжонов, М.А. Рустамов, А.А. Хожикбаралиев

Ферганский государственный технический университет
m.rustamov@fstu.uz (ORCID: 0000-0002-4451-9520),
тел: +998943953700, muhammadazim@inbox.ru
(Получена 10.03.2026 г.)

Annotatsiya: *Ushbu maqolada Siemens NX tizimidan foydalangan holda murakkab yuzali shtamplarni loyihalash usuli ko‘rib chiqilgan. An’anaviy yondashuvlarning kamchiliklari tahlil qilingan va zamonaviy CAD/CAM/CAE texnologiyalarini qo‘llash zaruriyati asoslab berilgan. Shtampni ishlab chiqishning asosiy bosqichlari, jumladan detalning 3D modelini qurish, ajratish chizig‘i va ajratish yuzalarini shakllantirish, shtamp ishchi elementlarini yaratish, shuningdek muhandislik tahlilini o‘tkazish bayon etilgan. Modelni parametrizatsiyalash va avtomatlashtirish vositalaridan foydalanishga alohida e’tibor qaratilgan. Siemens NX dan foydalanish loyihalash aniqligini oshirishi, ishlab chiqish muddatlarini qisqartirishi va yakuniy mahsulot sifatini yaxshilashi ko‘rsatilgan.*

Kalit so‘zlar: *Siemens NX, shtamp, murakkab yuzalar, loyihalash, CAD/CAM/CAE, yuzaviy modellashtirish, ajratish chizig‘i, parametrizatsiya, muhandislik tahlili, shakllantirish, texnologiklik.*

Аннотация: *В данной статье рассмотрен метод проектирования штампов со сложными поверхностями с использованием системы Siemens NX. Проанализированы недостатки традиционных подходов и обоснована необходимость применения современных CAD/CAM/CAE-технологий. Описаны основные этапы разработки штампа, включая построение 3D-модели детали, формирование линии разъёма и разделительных поверхностей, создание рабочих элементов штампа, а также проведение инженерного анализа. Особое внимание уделено параметризации модели и использованию средств автоматизации. Показано, что применение Siemens NX позволяет повысить точность проектирования, сократить сроки разработки и улучшить качество конечной продукции.*

Ключевые слова: *Siemens NX, штамп, сложные поверхности, проектирование, CAD/CAM/CAE, поверхностное моделирование, линия разъёма, параметризация, инженерный анализ, формообразование, технологичность.*

Annotation: *This article presents a method for designing dies with complex surfaces using the Siemens NX system. The shortcomings of traditional approaches are analyzed, and the necessity of applying modern CAD/CAM/CAE technologies is substantiated. The main stages of die development are described, including the creation of a 3D model of the part, formation of the parting line and separating surfaces, development of working elements of the die, and engineering analysis. Particular attention is given to model parameterization and the use of automation tools. It is shown that the use of Siemens NX improves design accuracy, reduces development time, and enhances the quality of the final product.*

Keywords: *Siemens NX, die, complex surfaces, design, CAD/CAM/CAE, surface modeling, parting line, parameterization, engineering analysis, forming, manufacturability.*

Введение

Современное машиностроение характеризуется постоянным усложнением геометрии деталей, что особенно актуально для изделий, получаемых методом штамповки. Использование штампов со сложными поверхностями позволяет повысить точность, снизить материалоёмкость и улучшить эксплуатационные характеристики изделий. Однако проектирование таких штампов требует применения современных цифровых инструментов. Одной из наиболее эффективных CAD/CAM/CAE-систем для решения подобных задач является Siemens NX.

Целью данной работы является разработка метода проектирования штампов со сложными поверхностями с использованием функциональных возможностей системы Siemens NX, а также анализ преимуществ данного подхода по сравнению с традиционными методами.

В традиционном подходе проектирование штампов основывается на использовании 2D-чертежей и эмпирических зависимостей. Это приводит к ряду недостатков, таких как высокая вероятность ошибок, сложность учета пространственной геометрии, а также значительные временные затраты на внесение изменений. При работе со сложными поверхностями эти недостатки становятся критическими, так как ручное построение и проверка геометрии практически невозможны без использования цифровых технологий.

Siemens NX предоставляет широкий спектр инструментов для трехмерного моделирования, параметрического проектирования и инженерного анализа. Разработка метода проектирования штампов в данной системе основывается на интеграции следующих ключевых этапов: создание геометрии детали, построение разделительных поверхностей, формирование рабочих элементов штампа, анализ технологичности и подготовка управляющих программ для обработки.

На первом этапе осуществляется импорт или построение 3D-модели детали. Для сложных поверхностей используются инструменты поверхностного моделирования (Surface Modeling), такие как построение через кривые (Through Curves), сетки кривых (Curve Mesh), а также функции сглаживания и аппроксимации. Особое внимание уделяется качеству поверхности, так как от этого зависит точность последующего формирования штампа.

Следующим этапом является определение линии разъёма (parting line) и построение разделительной поверхности. В Siemens NX этот процесс может быть частично автоматизирован с использованием модуля Mold Wizard. Однако при сложной геометрии требуется ручная корректировка, включающая анализ уклонов (draft analysis) и устранение поднутрений. Для этого используются инструменты анализа направлений вытяжки и построения вспомогательных поверхностей.

После формирования разделительной поверхности выполняется построение полости и пуансона. Этот процесс включает операции булевой алгебры (Boolean operations), такие как вычитание и объединение тел. В результате формируются рабочие элементы штампа, точно повторяющие геометрию изделия с учетом припусков на обработку и компенсации упругих деформаций материала.

Важным этапом является учет технологических факторов. В Siemens NX возможно проведение инженерного анализа с использованием модуля CAE, включая моделирование процесса штамповки (Forming Simulation). Это позволяет оценить распределение напряжений, выявить зоны утонения материала и предотвратить появление дефектов, таких как складки или разрывы. [1]

Разработанный метод также предусматривает параметризацию модели. Это означает, что основные геометрические и технологические параметры задаются в виде переменных, что позволяет быстро вносить изменения в конструкцию штампа без необходимости полного перепроектирования. Такой подход значительно сокращает время разработки и повышает гибкость проектирования.

Заключительным этапом является подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ. Siemens NX интегрирует CAM-модуль, позволяющий автоматически генерировать

траектории обработки для изготовления штампов. При этом учитываются особенности обработки сложных поверхностей, такие как выбор стратегии фрезерования, контроль шероховатости и минимизация переходов инструмента.

Разработанный метод проектирования штампов со сложными поверхностями в Siemens NX обладает рядом существенных преимуществ. Во-первых, обеспечивается высокая точность за счет использования трехмерного моделирования. Во-вторых, снижается вероятность ошибок благодаря интеграции всех этапов проектирования в единой системе. В-третьих, сокращается время разработки за счет автоматизации и параметризации процессов. Кроме того, возможность проведения инженерного анализа позволяет повысить качество конечного изделия.

Таким образом, применение Siemens NX для проектирования штампов со сложными поверхностями является эффективным решением, соответствующим современным требованиям машиностроения. Разработанный метод может быть рекомендован для использования на предприятиях, занимающихся проектированием и изготовлением штамповой оснастки, а также в образовательных целях при подготовке специалистов в области машиностроения и мехатроники. [3]

Современное развитие машиностроения сопровождается постоянным ростом требований к качеству, точности и сложности геометрии изготавливаемых деталей. Особенно это характерно для изделий, получаемых методом холодной и горячей штамповки. Применение штампов со сложными пространственными поверхностями позволяет значительно повысить эксплуатационные характеристики деталей, снизить массу изделий и улучшить их прочностные свойства. Однако усложнение геометрии приводит к существенному увеличению трудоёмкости проектирования штамповой оснастки.

В этих условиях традиционные методы проектирования, основанные на использовании двумерных чертежей и приближённых расчётов, становятся недостаточно эффективными. Возникает необходимость внедрения современных CAD/CAM/CAE-систем, обеспечивающих комплексный подход к разработке штампов. Одной из наиболее мощных и универсальных систем является Siemens NX, которая объединяет в себе средства моделирования, инженерного анализа и подготовки производства.

Целью настоящей работы является разработка эффективного метода проектирования штампов со сложными поверхностями на основе использования возможностей системы Siemens NX, а также детальное описание этапов данного процесса.

Традиционные методы проектирования штампов базируются на опыте конструктора и использовании типовых решений. Основные этапы включают разработку чертежа детали, построение разъёмов, расчет припусков и создание рабочих элементов штампа. При этом значительная часть операций выполняется вручную, что увеличивает вероятность ошибок.

Основными недостатками традиционного подхода являются: ограниченные возможности визуализации сложных поверхностей; трудности при анализе геометрии; высокая вероятность несоответствий между расчетной и реальной формой; значительные временные затраты на внесение изменений; невозможность проведения полноценного инженерного анализа на ранних этапах.

С появлением CAD/CAM/CAE-систем появилась возможность перехода к цифровому проектированию, что существенно повышает качество и эффективность разработки. Siemens NX представляет собой интегрированную систему, включающую модули: CAD (построение 3D-моделей); CAE (инженерный анализ); CAM (подготовка управляющих программ).

Метод проектирования штампов со сложными поверхностями в данной системе основывается на принципе сквозного цифрового моделирования, при котором все этапы разработки выполняются в единой среде. [2]

Ключевыми принципами являются: параметризация моделей; ассоциативность геометрии; использование поверхностного моделирования; интеграция анализа и проектирования; автоматизация типовых операций.

Этап 1. Создание 3D-модели детали

Проектирование начинается с построения или импорта 3D-модели изделия. Для сложных поверхностей используются инструменты поверхностного моделирования, такие как: построение поверхностей по кривым (Through Curves); создание сеток поверхностей (Curve Mesh); использование направляющих кривых (Swept Surface); аппроксимация и сглаживание поверхностей.

Особое внимание уделяется качеству геометрии. Поверхности должны быть непрерывными (G1/G2-сопряжение), без разрывов и самопересечений. Для проверки используются встроенные инструменты анализа кривизны (Curvature Analysis) и отражений (Reflection Analysis).

Этап 2. Анализ технологичности детали

Перед разработкой штампа проводится анализ технологичности изделия. В Siemens NX для этого используются следующие инструменты: анализ уклонов (Draft Analysis); определение поднутрений; анализ толщины стенок; проверка на возможность извлечения из штампа.

Результаты анализа позволяют определить направление штамповки и внести изменения в конструкцию детали при необходимости.

Этап 3. Построение линии разъёма и разделительных поверхностей

Одним из наиболее сложных этапов является определение линии разъёма. Она разделяет штамп на две основные части — матрицу и пуансон.

Процесс включает: автоматическое определение линии разъёма; ручную корректировку сложных участков; построение разделительных поверхностей.

При сложной геометрии часто требуется создание дополнительных вспомогательных поверхностей для корректного разделения модели.

Этап 4. Формирование рабочих элементов штампа

После определения разъёма выполняется построение основных элементов штампа: матрицы; пуансона; направляющих элементов; крепёжных деталей.

Для этого используются операции булевой алгебры: вычитание; объединение; пересечение.

Также учитываются припуски на обработку и технологические зазоры.

Этап 5. Инженерный анализ процесса штамповки

Существенным преимуществом Siemens NX является возможность проведения инженерного анализа. Использование модуля CAE позволяет: моделировать процесс деформации материала; анализировать напряжения и деформации; выявлять дефекты (разрывы, складки); оптимизировать форму штампа.

Применение анализа на ранних этапах позволяет избежать дорогостоящих ошибок на стадии производства.

Этап 6. Параметризация и оптимизация конструкции

Параметрическое моделирование является важным элементом разработанного метода. Основные параметры, такие как размеры, радиусы, углы уклона, задаются в виде переменных.

Это позволяет: быстро изменять конструкцию; адаптировать штамп под различные изделия; автоматизировать процесс проектирования.

Оптимизация конструкции может проводиться на основе результатов инженерного анализа.

Этап 7. Подготовка управляющих программ (CAM)

После завершения проектирования осуществляется подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ. Siemens NX CAM позволяет: выбирать стратегии обработки; задавать параметры резания; моделировать процесс обработки; контролировать качество поверхности [2]

Для сложных поверхностей применяются высокоточные стратегии фрезерования, обеспечивающие минимальную шероховатость.

Результат

Разработанный метод обладает рядом существенных преимуществ: высокая точность проектирования; сокращение времени разработки; снижение вероятности ошибок; возможность интеграции анализа и производства; повышение качества конечного изделия.

Кроме того, использование единой цифровой среды обеспечивает согласованность всех этапов проектирования.

Метод может быть использован: на машиностроительных предприятиях; в инструментальных производствах; в научно-исследовательских организациях; в образовательных учреждениях.

Особенно эффективно его применение при проектировании штампов для авиационной, автомобильной и приборостроительной промышленности.

Заключение

В результате проведённого исследования разработан метод проектирования штампов со сложными поверхностями с использованием системы Siemens NX. Данный метод основан на применении современных технологий трёхмерного моделирования, параметризации и инженерного анализа.

Использование предложенного подхода позволяет значительно повысить эффективность проектирования, сократить сроки разработки и улучшить качество штамповой оснастки. Внедрение данного метода в производственную практику является важным шагом на пути цифровизации машиностроения.

Перспективы дальнейших исследований связаны с развитием автоматизации проектирования, применением искусственного интеллекта и интеграцией с системами управления жизненным циклом изделия (PLM).

Список литературы

[1]. Чирков А.В., Кузнецов В.П. Проектирование штампов для обработки металлов давлением. – М.: Машиностроение, 2018. – 320 с.

[2]. Siemens Digital Industries Software. NX CAD / CAM / CAE System Documentation. – Siemens PLM Software, 2022. – 450 p.

[3]. Зенкин А.С. Компьютерное моделирование в машиностроении: CAD/CAM/CAE системы. – СПб.: Питер, 2020. – 384 с.

УДК 721:621.32

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАРУЖНОЙ СОЛНЦЕЗАЩИТЫ ИЗ БАЗАЛЬТА

Н.И. Гончарова, З.А. Мирзаева

Ферганский государственный технический университет
(Получена 10.03.2026 г.)

Аннотация. *Изучены особенности проектирования наружной солнцезащиты из базальта для учебного корпуса Ферганского государственного технического университета. На начальном этапе проектирования исследованы свойства выбранного материала для наружной солнцезащиты. Изучен режим эксплуатации исследуемого здания, исследована ситуация взаиморасположения учебных корпусов на участке, ориентация исследуемого корпуса, установлен инсоляционный режим и разработана диаграмма изменения солнечного режима по месяцам года, проанализированы углы стояния солнца, а также изучено озеленение и обводнение исследуемой территории. Следующие задачи проектирования состоят в выборе наиболее целесообразной для изучаемого учебного корпуса конструкции наружной солнцезащиты, способов её изготовления из базальта и крепления к конструкциям здания.*

Ключевые слова: *проектирование, начальный этап, наружная солнцезащита, базальтовый материал, свойства материала, взаиморасположение учебных корпусов, ориентация, инсоляционный режим.*

Abstract. *The design features of basalt-based external sun protection for the academic building of the Fergana State Technical University were studied. At the initial design stage, the properties of the selected external sun protection material were investigated. The operating mode of the building under study was studied, the situation of the relative positions of the educational buildings on the site, the orientation of the building under study were investigated, the insolation regime was established and a diagram of the change in solar regime by months of the year was developed, the angles of the sun were analyzed, and the landscaping and irrigation of the territory under study were studied. The next design tasks involve selecting the most appropriate design for external sun protection for the educational building under study, methods for its manufacture from basalt and fastening to the building structures.*

Key words: *design, initial stage, external sun protection, basalt material, material properties, relative position of educational buildings, orientation, insolation regime.*

Annotatsiya. *Farg‘ona davlat texnika universiteti o‘quv korpusi uchun bazaltdan tayyorlangan tashqi quyoshdan himoya tizimlarini loyihalash xususiyatlari o‘rganiladi. Loyihalashning dastlabki bosqichida tashqi quyoshdan himoya uchun tanlangan materialning xossalari tadqiq etildi. Tadqiq etilayotgan binoning ekspluatatsiya rejimi, uchastkadagi o‘quv korpuslarining o‘zaro joylashuvi, korpusning orientatsiyasi o‘rganildi, insolyatsiya rejimi aniqlanib, yil oylariga ko‘ra quyosh rejimining o‘zgarish diagrammasi ishlab chiqildi. Shuningdek, quyoshning balandlik burchaklari tahlil qilindi hamda hududning ko‘kalamzorlashtirilishi va suv bilan ta’minlanganlik darajasi o‘rganildi. Keyingi loyihalash vazifalari sifatida o‘rganilayotgan o‘quv korpusi uchun eng maqbul tashqi quyoshdan himoya konstruksiyasini tanlash, uni bazaltdan tayyorlash usullarini aniqlash va bino konstruksiyalariga mahkamlash yechimlarini ishlab chiqish belgilandi.*

Kalit so‘zlar: *loyihalash, dastlabki bosqich, tashqi quyoshdan himoya, bazalt materiali, material xossalari, o‘quv korpuslarining o‘zaro joylashuvi, orientatsiya, insolyatsiya rejimi.*

Введение. Отличительной особенностью общественных зданий (школы, библиотеки, административные и культурные учреждения) является одновременное присутствие в зданиях значительного количества людей и создание для их деятельности комфортных внутренних условий особенно в условиях сухого жаркого климата с высоким солнечным

излучением.

Эффективные стратегии защиты от солнца направлены на достижение трёх основных целей:

- Снижение теплового воздействия солнца;
- Максимальное использование естественного дневного света;
- Повышение энергоэффективности здания.

Для достижения этого баланса необходимо тщательно учитывать ориентацию здания, дизайн фасадов, материалы и системы затенения [1].

Стационарные солнцезащитные устройства, устанавливаемые на фасадах зданий, являются одним из самых эффективных способов контроля солнечной радиации. Они блокируют солнечный свет до его попадания на окна и стеклянные поверхности. Блокируя прямые солнечные лучи, они пропускают рассеянный дневной свет внутрь помещения [2]. В целом, разработку стационарной солнцезащиты в общественных зданиях рассматривают с позиций решения проблем с перегревом, бликами и выцветанием экстерьера (интерьера). Наружные солнцезащитные системы следует рассматривать как способ пассивного охлаждения и энергосбережения [3]. Нагрев конструкций снаружи работает эффективнее по сравнению с внутренними шторами (жалюзи), которые нагреваются в помещениях.

Учёными Стецким С.В., Дорожкиной Е.А. и другими доказано, что наружные стационарные солнцезащитные устройства влияют на физико-технические характеристики внутренней среды в помещениях зданий, а именно – на световую и акустическую среду, обеспечивая визуально-психологический контакт находящихся в помещении людей с внешней средой [3].

При выборе оптимального материала для солнцезащитной системы рекомендован учёт следующих факторов:

- *Назначение системы*. Солнцезащитная система может быть наружной или внутренней и предназначаться для ограничения попадания в помещение солнечных лучей или для зонирования пространства, например, в офисах или кафе;
- *Место установки*. Нужно определиться с типом помещения в зданиях, в котором будет установлена система: квартира, офис, производство и т. д. и характером, осуществляемого в помещении процесса.
- *Свойства материалов*. Многие комплектующие для производства наружной солнцезащиты обладают водо- и пылеотталкивающими, противопожарными, солнцеотражающими, антистатическими и другими свойствами.

Кроме того, наружные солнцезащитные устройства помимо ограничения *теплопоступлений от солнечной радиации, могут быть средством снижения теплопотерь из помещения* [4].

Наиболее эффективным солнцезащитным средством является наружное регулируемое устройство, экранирующее прямые лучи в комплексе с теплозащитными свойствами материала конструкции солнцезащиты. Выбор материала зависит от эстетических соображений и технических условий, таких как несущая способность здания, преобладающие погодные условия, соответствие нормативным требованиям и т. д. [5].

В качестве материала обоснованно рекомендован *базальтовый материал* [6].

Технологии. **Процесс проектирования наружной солнцезащиты включает** несколько этапов:

- ***Выбор типа солнцезащитного устройства***. Он зависит от назначения здания, природных особенностей района, ориентации здания, формы и размеров световых проёмов, режима эксплуатации и технико-экономических показателей.
- ***Рассмотрение возможностей архитектурно-планировочных средств***. К ним относят ориентацию и взаиморасположение зданий, конфигурацию зданий в плане, озеленение и обводнение территорий. Если эти средства не позволяют решить задачу, выбирают стационарные конструктивные устройства.

- ***Выбор регулируемых солнцезащитных устройств***. Их используют, когда помещения требуют высокого светового комфорта и необходимой защиты от перегрева в течение всего светового периода суток и года. Свойства материала

- ***Выбор конкретных элементов солнцезащиты***. Например, сплошные горизонтальные устройства устанавливают над окнами зданий при высоком стоянии солнца для затенённых светопроёмов южных фасадов. Для затенённых световых проёмов северо-западной и северо-восточной ориентации применяют вертикальные рёбра из сплошных плит, размещаемых по бокам светопроёмов.

При проектировании солнцезащитных устройств важно учитывать, что они влияют на тепловой режим помещений. Например, в период охлаждения за счёт снижения поступлений прямой и рассеянной солнечной радиации уменьшается температура воздуха в помещении, что снижает потребляемую мощность систем охлаждения и кондиционирования воздуха.

Правила проектирования солнцезащитных устройств изложены в своде правил СП 370.1325800.2017 [7].

Обсуждение результатов. В качестве материала для солнцезащиты использован базальтовый материал с изученными научно-техническими показателями, приведенными в таблицах 1 и 2.

Таблица 1.

Теплотехнические свойства базальта (научно-технические показатели)

№	Теплотехнические свойства	Единица измерения	Средние значения для базальта	Научные примечания
1	Коэффициент поглощения солнечных лучей (абсорбция):	—	0,85 – 0,95	Благодаря тёмному цвету базальт поглощает большую часть солнечной радиации.
2	Отражательная способность (альбедо):	—	0,05 – 0,15	Слабо отражает свет, больше накапливает тепло.
3	Теплопроводность (λ)	W/(m·K)	1,5 – 2,0	Медленно, но стабильно проводит тепло.
4	Удельная теплоёмкость (c)	J/(kg·K)	800 – 900	Обладает высокой способностью поглощать и сохранять тепло.
5	Коэффициент теплового расширения:	1/°C	$(6–8) \times 10^{-6}$	Мало подвержен деформации при изменении температуры.
6	Термостойкость:	°C	От 800 – до 1000	Структурно стабилен при высоких температурах.
7	Термическая стабильность:	—	Высокая	Хорошо выдерживает циклы нагрева-охлаждения.
8	Устойчивость к УФ лучам	—	Очень высокая	Цвет и структура практически не изменяются

Таблица 2

Изменение цвета базальта по сезонам и его влияние на микроклимат города

№	Показатель	Тёплое время (лето)	Холодное время (осень–зима)	Влияние на микроклимат города
1	Визуальный цвет	Очень тёмный (чёрный–тёмно-серый)	Относительно светлый, серый цвет	Летом усиливает эффект "теплового острова", зимой снижает цветовой контраст
2	Степень поглощения лучей	Очень высокая (сильное поглощение)	Средняя (снижается из-за влажности и снега)	Приводит к повышению температуры воздуха летом и сохранению энергии зимой.
3	Температура поверхности:	Быстро и сильно нагревается.	Низкая, относительно стабильная.	Летом на асфальте и тротуарах происходит перегрев.
4	Альбедо(отражение)	Низкое (0,05–0,10)	Немного выше (0,10–0,20)	Зимой отражает больше света, уменьшая холод.
5	Влажная среда.	Поверхность сухая, цвет темнеет.	Влажная, снежная или ледяная поверхность.	Влажность замедляет теплообмен.
6	Инфракрасное излучение	Высокий уровень выделения	Низкая степень	Замедляет остывание воздуха вечером летом
7	Термическая стабильность	Высокая, деформация не наблюдается	Высокая, морозостойкая	Удобна в эксплуатации в любое время года
8	Эффект городского острова тепла (UHI)	Усиливается	Относительно снижается	Важный фактор при выборе материала



Рис.1.Фрагмент генплана территории ФГТУ с указанием объекта изучения

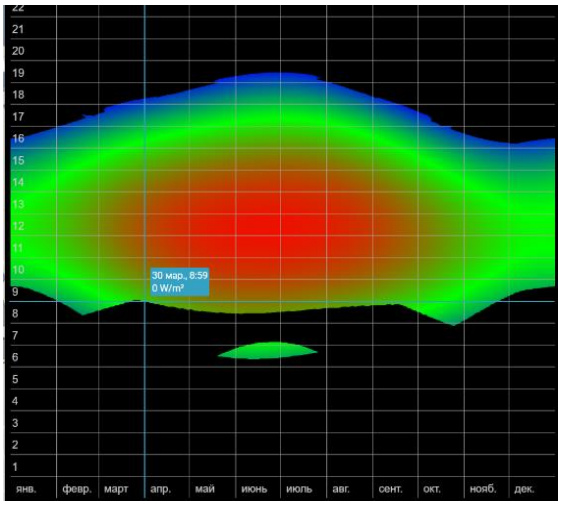


Рис.2.Диаграмма изменения солнечного режима по месяцам года

Экспериментальные исследования по проектированию пассивной наружной солнцезащиты были проведены на основе изучения фрагмента экстерьера с окнами учебного корпуса факультета архитектуры и строительства Ферганского технического университета (ФГТУ), выбранного в качестве экспериментальной площадки.



Рис.3. Расположение, ориентации здания, инсоляционный режим, определенный на территории участка.

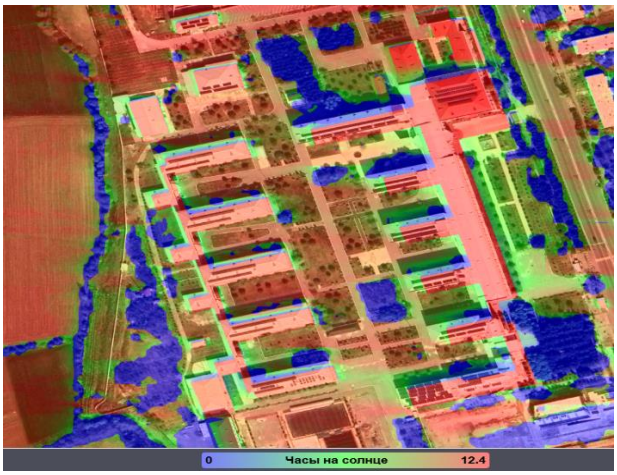


Рис.4. Схема анализа солнцестояния по углам солнца по часам на солнце.

На начальной стадии проектирования изучен генеральный план территории ФГТУ с ориентацией и взаиморасположением зданий учебных корпусов и определена конфигурация исследуемого учебного корпуса факультета архитектуры и строительства в плане



Рис.5. Фрагмент территории участка ФГТУ с благоустройством и озеленением.

Установлен инсоляционный режим и разработана диаграмма изменения солнечного режима по месяцам года (рис.2, 3,4).

Проанализированы углы стояния солнца (рис.5).

Изучено озеленение и обводнение исследуемой территории (рис.6).

Изучен режим эксплуатации исследуемого здания.

Установлены: форма и размеры световых проёмов.

Заключение. В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований начального этапа проектирования установлены необходимые исходные данные для выбора наиболее целесообразной современной конструкции наружной солнцезащиты из базальтовых материалов применительно к учебному корпусу архитектуры и строительства Ферганского государственного технического университета. На момент исследования в учебном корпусе существовали внутренние солнцезащитные жалюзи, не отвечающие требованиям по ограничению поступления солнечных лучей в помещения, не предотвращению нагрева помещений, дискомфорта от яркости, контрастов и бликов.

Приведенные выше данные результатов свидетельствуют о достоинствах наружной солнцезащиты и подтверждают применимость выбранного базальтового материала в современных энергоэффективных проектах наружной солнцезащиты с динамически адаптированными к изменяющимся условиям конструкциями солнцезащиты.

Список литературы

[1]. Лехнер, Н. (2015). Отопление, Охлаждение, Освещение: Методы Устойчивого Дизайна для Архитекторов. Уайли. Lechner, N. (2015). Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects. Wiley.

[2]. Okeil, A. (2010). A holistic approach to energy efficient building forms. (Комплексный подход к энергоэффективным строительным формам) 2010, Energy and Buildingshttps://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2010.03.013.

[3]. Дворецкий А.Т., Митрофанова С.А , Клевец К.Н. Солнцезащита как элемент пассивной низкоэнергетической архитектуры./Журнал «Строительство и техногенная безопасность».Спецвыпуск,2022.с.11-17.

[4]. Дворецкий А.Т. Энергетическая эффективность солнцезащитных устройств./ Журнал «Строительство и техногенная безопасность.».№31(82).2023.

[5]. ГОСТ 33125-2014 — «Устройства солнцезащитные. Технические условия».

[6]. Гончарова Н.И., Умаров Ш.А. Эко-солнцезащита общественных зданий. Scientific-technical journal (ФарДТУ НТЖ, 2025, Т.29, махсус сон №14, 71-80 бетлар

[7]. СП 370.1325800.2017 Свод правил. устройства солнцезащитные зданий. Правила проектирования.

[8]. Стецкий С.В., Дорожкина Е.А. Повышение качества световой, акустической и инсоляционной среды в помещениях гражданских зданий с применением стационарных солнцезащитных устройств./ «Инновации и инвестиции», №2,2021 с.193-198.

RAQAMLI TRANSFORMATSIYA SHAROITIDA ARXITEKTURA LOYIHALASHNI OPTIMALLASHTIRISH: REVIT VA BIM PLATFORMALARINING INTEGRATSIYALASHGAN MODELI

J.O. No‘monov

Andijon davlat texnika instituti
**Mas’ul muallif, e-mail: jusurbeknumonov@gmail.com*
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Mazkur maqolada raqamli transformatsiya sharoitida arxitektura loyihalash jarayonlarini optimallashtirish masalalari tahlil qilinadi. Xususan, Autodesk Revit dasturi hamda Building Information Modeling (BIM) platformalarining integratsiyalashgan modeli asosida samarali loyiha boshqaruvi, ma’lumotlar almashinuvi va resurslarni optimallashtirish mexanizmlari yoritiladi. Tadqiqotda integratsiyalashgan yondashuvning loyiha sifati, vaqt tejalishi va iqtisodiy samaradorlikka ta’siri ilmiy jihatdan asoslanadi.*

Kalit so‘zlar: *raqamli transformatsiya, BIM, Revit, arxitektura loyihalash, integratsiya, optimallashtirish, axborot modeli.*

Аннотация: *В статье рассматриваются вопросы оптимизации архитектурного проектирования в условиях цифровой трансформации. Особое внимание уделено интеграционной модели программного комплекса Autodesk Revit и методологии Building Information Modeling (BIM). Проанализированы механизмы повышения эффективности проектных решений, координации участников строительного процесса и управления информационными потоками. Обоснованы экономические и организационные преимущества внедрения интегрированной цифровой среды в архитектурную практику.*

Ключевые слова: *цифровая трансформация, BIM, Revit, архитектурное проектирование, интеграция, информационная модель, оптимизация.*

Abstract: *This article examines the optimization of architectural design processes in the context of digital transformation. Particular attention is given to the integrated model of Autodesk Revit and the methodology of Building Information Modeling (BIM). The study analyzes mechanisms for improving design efficiency, interdisciplinary coordination, and information flow management within construction projects. The economic and organizational advantages of implementing an integrated digital environment in architectural practice are scientifically substantiated.*

Keywords: *digital transformation, BIM, Revit, architectural design, integration, information modeling, optimization.*

1. Kirish

Raqamli transformatsiya jarayoni zamonaviy arxitektura va qurilish sohasida sifat jihatidan yangi bosqichni boshlab berdi. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi natijasida loyihalash, rejalashtirish va boshqaruv jarayonlari tubdan o‘zgarmoqda. Avvallari arxitektura loyihalari asosan ikki o‘lchamli (2D) chizmalar, grafik tasvirlar va alohida-alohida hujjatlar asosida ishlab chiqilgan bo‘lsa, bugungi kunda ushbu yondashuv o‘rnini ko‘p parametrli, axborotga boy, uch o‘lchamli (3D) raqamli modellar egallamoqda. Bunday modellar nafaqat obyektning geometrik ko‘rinishini, balki uning konstruktiv, muhandislik, iqtisodiy va ekspluatatsion xususiyatlarini ham o‘zida mujassam etadi.

Mazkur jarayonda Building Information Modeling (BIM) texnologiyasi asosiy metodologik platforma sifatida shakllandi. BIM konsepsiyasi bino yoki inshootning butun hayotiy siklini — loyihalashdan tortib qurilish, foydalanish va rekonstruksiya bosqichlarigacha — yagona axborot muhiti orqali boshqarishni nazarda tutadi. Bu esa ma’lumotlarning izchilligi, aniqligi va doimiy yangilanib borishini ta’minlaydi. Natijada loyiha ishtirokchilari o‘rtasida samarali hamkorlik muhiti vujudga keladi hamda inson omili bilan bog‘liq xatoliklar sezilarli darajada kamayadi.

Zamonaviy arxitektura loyihalarining murakkablashuvi ham raqamli yondashuvlarni zaruriy shartga aylantirmoqda. Ko‘p funksiyali binolar, yuqori qavatli inshootlar, murakkab konstruktiv tizimlar va innovatsion materiallardan foydalanish an’anaviy loyihalash usullarining imkoniyatlarini cheklab qo‘ymoqda. Bundan tashqari, energiya samaradorligi bo‘yicha qat’iy talablar, “yashil qurilish” standartlari, ekologik barqarorlik mezonlari hamda qurilish muddatlarini qisqartirish zarurati loyiha jarayonlarini optimallashtirishni taqozo etadi.

Shu nuqtai nazardan, integratsiyalashgan raqamli vositalardan foydalanish dolzarb ilmiy va amaliy masalaga aylanmoqda. Xususan, Revit dasturi asosidagi parametrik modellashtirish imkoniyatlarini BIM metodologiyasi bilan uyg‘unlashtirish arxitektura loyihalash jarayonini kompleks optimallashtirishga xizmat qiladi. Bunday integratsiyalashgan model loyiha ma’lumotlarining yagona bazada jamlanishini, real vaqt rejimida yangilanishini hamda turli mutaxassislar o‘rtasida samarali koordinatsiyani ta’minlaydi. Natijada loyiha sifati oshadi, vaqt va moliyaviy resurslar tejaladi, qurilish jarayonidagi kolliziyalar oldindan aniqlanadi.

Demak, raqamli transformatsiya sharoitida Revit va BIM platformalarining uyg‘unlashgan modeli nafaqat texnologik yangilik, balki arxitektura loyihalashni ilmiy asosda takomillashtirishning muhim strategik yo‘nalishi sifatida namoyon bo‘ladi. Mazkur yondashuv oliy ta’lim muassasalari darajasida ham ilmiy tadqiqotlar olib borish, metodologik asoslarni chuqurlashtirish va amaliy mexanizmlarni ishlab chiqishni talab etadi.

Raqamli transformatsiya va BIM konsepsiyasi.

Raqamli transformatsiya qurilish va arxitektura sohasida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, xarajatlarni kamaytirish va loyiha sifatini yaxshilashga qaratilgan tizimli o‘zgarishlar majmuasini anglatadi. Ushbu jarayonning markazida Building Information Modeling (BIM) konsepsiyasi turadi. BIM – bu oddiy uch o‘lchamli (3D) geometrik model emas, balki bino yoki inshootning butun hayotiy sikli davomida shakllanadigan, yangilanadigan va boshqariladigan kompleks raqamli axborot modelidir. Unda obyektning arxitektura-rejalashtirish yechimlari, konstruktiv elementlari, muhandislik tizimlari, materiallar spetsifikatsiyasi, energiya samaradorligi ko‘rsatkichlari, smeta qiymati va ekspluatatsion parametrlari o‘zaro bog‘langan holda jamlanadi.

Xalqaro tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, BIM texnologiyasini joriy etish loyiha ishlab chiqish muddatini o‘rtacha 20–30 % ga qisqartiradi, dizayn bosqichida aniqlanadigan xatoliklar sonini esa 40–50 % gacha kamaytiradi. Bu ko‘rsatkichlar ayniqsa murakkab ko‘p funksiyali binolar va yirik infratuzilma obyektlarida yaqqol namoyon bo‘ladi. Chunki BIM muhiti kolliziyalarni (muhandislik tarmoqlari to‘qnashuvini) qurilish boshlanishidan oldin aniqlash imkonini beradi, natijada qayta ishlash va qo‘shimcha xarajatlar sezilarli darajada kamayadi.

Raqamli transformatsiya bir nechta asosiy yo‘nalishlarda namoyon bo‘ladi. Birinchidan, loyihalash jarayonlarini avtomatlashtirish orqali inson omiliga bog‘liq xatoliklar kamayadi va takrorlanuvchi operatsiyalar tezlashtiriladi. Masalan, parametrik modellashtirish texnologiyasi yordamida modeldagi biror element o‘zgartirilsa, unga bog‘liq barcha chizmalar, kesimlar va

spetsifikatsiyalar avtomatik ravishda yangilanadi. Bu esa loyiha hujjatlarini muvofiqlashtirish jarayonini sezilarli darajada soddalashtiradi.

Ikkinchidan, real vaqt rejimida ma’lumot almashinuvi loyihaning barcha ishtirokchilari o‘rtasida samarali hamkorlikni ta’minlaydi. Arxitektor, konstruktor, muhandis va buyurtmachi yagona axborot platformasida ishlashi natijasida qaror qabul qilish jarayoni tezlashadi va ma’lumotlar tafovuti kamayadi.

Uchinchidan, BIM hayotiy siklni boshqarish (Life Cycle Assessment – LCA) imkonini beradi. Bu yondashuv bino qurilishidan tortib uning ekspluatatsiyasi va demontajigacha bo‘lgan davrni qamrab oladi. Energiya iste’moli, issiqlik yo‘qotishlari, materiallarning ekologik ta’siri kabi ko‘rsatkichlarni oldindan tahlil qilish orqali barqaror va energiya tejamkor yechimlar ishlab chiqiladi.

To‘rtinchidan, “raqamli egizak” (Digital Twin) konsepsiyasi BIM modelini real obyekt bilan integratsiyalash imkonini beradi. Sensorlar va IoT texnologiyalari yordamida binoning real vaqt rejimidagi ishlash ko‘rsatkichlari (harorat, namlik, energiya sarfi va boshqalar) raqamli modelga uzatiladi. Natijada ekspluatatsiya jarayoni optimallashtiriladi va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari kamayadi.

BIM metodologiyasi loyihaning barcha ishtirokchilari o‘rtasida yagona axborot makonini shakllantirib, integratsiyalashgan boshqaruv tizimini yaratadi. Bu tizim nafaqat loyiha sifatini oshiradi, balki iqtisodiy samaradorlikni ta’minlab, qurilish sohasida raqamli transformatsiyaning asosiy drayveriga aylanadi.

Revit dasturining arxitektura loyihalashdagi o‘rni

Revit’ning eng muhim xususiyati — parametrik o‘zgaruvchanlik (parametric change management) hisoblanadi. Dasturda har bir element (devor, ustun, eshik, tom konstruksiyasi va boshqalar) ma’lum parametrlar asosida yaratiladi. Masalan, qavat balandligi yoki konstruktiv o‘lcham o‘zgartirilsa, modeldagi barcha bog‘liq elementlar — kesimlar, fasadlar, spetsifikatsiyalar va hajmiy ko‘rsatkichlar avtomatik ravishda yangilanadi. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, bu mexanizm loyiha hujjatlarini qayta ishlash vaqtini o‘rtacha 25–30 % ga qisqartiradi hamda inson omili bilan bog‘liq xatoliklarni sezilarli kamaytiradi[1,4].

Ikkinchi muhim jihat — koordinatsiyalashgan loyiha muhiti. Revit Architecture, Revit Structure va Revit MEP modullari yagona model doirasida ishlaydi. Bu esa arxitektor, konstruktor va muhandislarning bir vaqtning o‘zida bir loyiha ustida ishlashini ta’minlaydi. Model ichida “clash detection” (kolliziya aniqlash) mexanizmi orqali, masalan, shamollatish kanali bilan temir-beton nurning kesishishi kabi muammolar dizayn bosqichida aniqlanadi. Xalqaro tajribaga ko‘ra, BIM asosidagi kolliziya tahlili qurilish jarayonidagi qayta ishlash xarajatlarini 10–15 % gacha kamaytirishi mumkin.

Revit’ning yana bir ustunligi — vizualizatsiya va analitik tahlil imkoniyatlaridir. Dastur energiya samaradorligini baholash, quyosh nuri tushishini tahlil qilish, issiqlik yo‘qotishlarini hisoblash hamda konstruktiv yuklamalarni dastlabki bosqichda modellashtirish imkonini beradi. Energiya simulyatsiyasi vositalari yordamida loyiha bosqichidayoq energiya iste’molini optimallashtirish mumkin bo‘lib, bu ekspluatatsiya xarajatlarini o‘rtacha 8–12 % ga kamaytirishga xizmat qiladi.

Bundan tashqari, Revit ma’lumotlar integratsiyasi jihatidan ham samarali platforma hisoblanadi. Dastur IFC (Industry Foundation Classes) ochiq standarti orqali boshqa BIM platformalari bilan mos ishlay oladi. Bu esa turli dasturiy muhitlarda ishlab chiqilgan modellarni birlashtirish, eksport-import qilish va xalqaro loyihalarda samarali hamkorlikni ta’minlaydi.

Natijada Revit’dan foydalanish loyiha hujjatlarining aniqligi va izchilligini oshiradi, kolliziyalarni qurilish boshlanishidan oldin aniqlash imkonini beradi hamda qurilish bosqichida yuzaga keladigan qo‘shimcha xarajatlar va muddat kechikishlarini kamaytiradi. Shu bois Revit zamonaviy arxitektura loyihalash jarayonida raqamli transformatsiyaning muhim instrumenti sifatida e’tirof etiladi[2,5].

4. Integratsiyalashgan modelning nazariy asoslari

Raqamli transformatsiya sharoitida arxitektura loyihalashni samarali tashkil etish

integratsiyalashgan modelning puxta nazariy asoslariga tayanadi. Ushbu model BIM metodologiyasi doirasida shakllanib, loyiha jarayonining barcha bosqichlarini yagona axborot muhiti orqali boshqarishni nazarda tutadi. Integratsiyalashgan yondashuv tizimlilik, ochiqlik, moslashuvchanlik va ko‘p bosqichli optimallashtirish tamoyillariga asoslanadi.

Integratsiyalashgan modelning asosiy elementi — bu loyiha ma’lumotlarining yagona markazlashgan bazada saqlanishidir. Barcha chizmalar, 3D modellar, texnik parametrlar, smeta hisoblari va ekspluatatsion ma’lumotlar yagona server yoki bulutli platformada jamlanadi.

Bunday markazlashgan tizim ma’lumotlarning takrorlanishini oldini oladi va versiyalar o‘rtasidagi nomuvofiqlikni bartaraf etadi. Real vaqt rejimida yangilanish mexanizmi tufayli loyiha ishtirokchilari doimo dolzarb ma’lumotlar bilan ishlaydi. Amaliy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, markazlashgan BIM muhiti hujjatlar o‘rtasidagi nomuvofiqliklarni 30–40 % gacha kamaytiradi hamda qaror qabul qilish jarayonini tezlashtiradi[4,6].

Integratsiyalashgan modelning muhim nazariy tamoyillaridan biri — ochiq standartlarga tayanishdir. Xususan, Industry Foundation Classes (IFC) formati turli dasturiy platformalar o‘rtasida ma’lumot almashinuvini ta’minlaydi.

IFC standarti model elementlarining geometrik va semantik ma’lumotlarini saqlaydi, bu esa bir dasturda yaratilgan modelni boshqa platformada tahrirlash yoki tahlil qilish imkonini beradi. Ochiq standartlardan foydalanish xalqaro loyihalarda ayniqsa muhim bo‘lib, turli kompaniyalar va mutaxassislar o‘rtasida texnologik moslikni ta’minlaydi. Natijada “yopiq ekotizim” muammosi kamayadi va loyiha jarayonining shaffofligi oshadi.

Integratsiyalashgan model ko‘p o‘lchovli (multi-dimensional) optimallashtirish konsepsiyasiga asoslanadi.

3D (Design modeling**)** — obyektning geometrik va funksional modelini yaratish;

4D (Time management) — qurilish jarayonini vaqt jadvali bilan bog‘lash;

5D (Cost management) — loyiha elementlarini smeta va iqtisodiy ko‘rsatkichlar bilan integratsiyalash;

6D (Facility management) — ekspluatatsiya va texnik xizmat ko‘rsatish bosqichini raqamli boshqarish.

Mazkur yondashuv loyihani faqat chizma sifatida emas, balki vaqt, mablag‘ va resurslar bilan bog‘liq kompleks tizim sifatida ko‘rib chiqadi. Masalan, 4D modellashtirish qurilish jadvalini optimallashtirish orqali muddatlarni 10–20 % gacha qisqartirish imkonini beradi, 5D integratsiyasi esa byudjet aniqligini oshiradi va xarajatlarning oshib ketish xavfini kamaytiradi.

Integratsiyalashgan modelning yana bir muhim jihati — kollaborativ (hamkorlikka asoslangan) ishlash muhiti yaratishdir. Bulutli texnologiyalar yordamida loyiha ishtirokchilari geografik joylashuvidan qat’i nazar yagona platformada ishlay oladi[3].

Masofaviy hamkorlik vositalari loyiha jarayonining uzluksizligini ta’minlaydi, hujjat aylanishini tezlashtiradi va operativ muhokama imkonini beradi. Natijada qaror qabul qilish jarayoni tezlashadi, loyiha boshqaruvi shaffoflashadi va inson omiliga bog‘liq xatoliklar kamayadi.

Integratsiyalashgan model arxitektura loyihalashda quyidagi samaralarni beradi:

Ko‘rsatkich	An’anaviy usul	BIM asosida
Loyiha muddati	100%	70–80%
Xatoliklar darajasi	Yuqori	30–50% kamayadi
Resurs samaradorligi	O‘rtacha	Yuqori
Kolliziya aniqlash	Qurilish bosqichida	Dizayn bosqichida

Xulosa

Raqamli transformatsiya sharoitida arxitektura loyihalashni optimallashtirishda BIM texnologiyasi va Revit dasturining integratsiyalashgan modeli muhim strategik vosita hisoblanadi. Mazkur yondashuv loyiha sifatini oshirish, resurslardan oqilona foydalanish, vaqt va mablag‘ni tejash imkonini beradi.

Kelgusida sun’iy intellekt, generativ dizayn va raqamli egizak texnologiyalarining BIM platformalariga integratsiyasi arxitektura loyihalash jarayonlarini yanada takomillashtiradi.

Adabiyotlar

[1]. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. 3rd Edition. Hoboken: Wiley, 2018.
[2]. Succar B. Building Information Modelling: Framework for Professional Practice. London: Wiley-Blackwell, 2009.
[3]. Smith D.K., Tardif M. Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers. Hoboken: Wiley, 2009.
[4]. Krygiel E., Nies B. Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling. Indianapolis: Wiley, 2008.
[5]. Eastman C. BIM for Facility Managers. Hoboken: Wiley, 2011.
[6]. Kymmell W. Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. McGraw-Hill Professional, 2008.
[7]. Autodesk Inc. Mastering Autodesk Revit 2022 for Architecture. New York: Sybex, 2021.

УДК 726.82.025

MADANIY MEROS OBYEKTLARI ATROFIDA KO‘NGIL OCHAR MASKANLARNI LOYIHALASH ORQALI TURIZM SOHASINI RIVOJLANTIRISH YO‘LLARI

Sh.A. Egamberdiyeva[1]*, Z.O. Marufova[1]

Andijon davlat texnida instituti
**Mas’ul muallif, +998914944472*
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Ushbu ilmiy maqolada madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngil ochar va rekreatsion maskanlarni ilmiy asosda loyihalash orqali turizm sohasini rivojlantirish masalalari kompleks yondashuv asosida tadqiq etiladi. Tadqiqotda madaniy meros obyektlarining tarixiy, estetik va funksional qiymatini saqlagan holda, ularning atrof hududlarini zamonaviy shaharsozlik, landshaft arxitekturasi va turizm infratuzilmasi talablari asosida tashkil etishning nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilinadi. Maqolada rekreatsion zonalar, ochiq ko‘ngilochar maydonlar, madaniy-ijtimoiy faoliyat markazlari hamda xizmat ko‘rsatish infratuzilmasining integratsiyalashgan modeli taklif etilib, ularning turistik oqimni oshirish, hududiy iqtisodiy faollikni kuchaytirish va madaniy meros obyektlarining barqaror saqlanishiga ta’siri asoslab beriladi. Shuningdek, xalqaro tajribalar va mahalliy sharoitlar qiyosiy tahlil qilinib, O‘zbekiston sharoitida madaniy merosga mos, ekologik va ijtimoiy barqaror loyihalash yo‘nalishlari aniqlanadi. Tadqiqot natijalari turizmni rivojlantirish strategiyalarini ishlab chiqishda, me’moriy-loyihaviy amaliyotda hamda madaniy merosni muhofaza qilish tizimida ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.*

Kalit so‘zlar: *madaniy meros, turizm, ko‘ngil ochar maskanlar, rekreatsiya, shaharsozlik, landshaft dizayni, barqaror rivojlanish.*

Abstract: *This scientific article examines the ways of developing the tourism sector through the design of recreational and entertainment spaces around cultural heritage sites based on an integrated scientific approach. The study analyzes theoretical and practical aspects of organizing surrounding areas of cultural heritage objects in accordance with modern urban planning, landscape architecture, and tourism infrastructure requirements while preserving their historical, aesthetic, and functional value. An integrated model of recreational zones, open entertainment areas, cultural and social activity centers, and service infrastructure is proposed, substantiating their impact on increasing tourist flows, enhancing regional economic activity, and ensuring sustainable preservation of cultural heritage. International practices and local conditions are comparatively analyzed, identifying environmentally and socially sustainable design approaches adapted to Uzbekistan’s context. The results of the research have scientific and practical significance for tourism development strategies, architectural and planning practice, and cultural heritage conservation systems.*

Keywords: *cultural heritage, tourism development, entertainment spaces, recreation, urban planning, landscape design, sustainable development.*

Аннотация: *В данной научной статье рассматриваются пути развития туристической отрасли посредством научно обоснованного проектирования рекреационных и развлекательных пространств вокруг объектов культурного наследия. В исследовании анализируются теоретические и практические аспекты организации прилегающих территорий объектов культурного наследия с*

учетом современных требований градостроительства, ландшафтной архитектуры и туристической инфраструктуры при сохранении их исторической, эстетической и функциональной ценности. Предлагается интегрированная модель рекреационных зон, открытых развлекательных пространств, культурно-социальных центров и сервисной инфраструктуры, обосновывается их влияние на увеличение туристических потоков, активизацию региональной экономики и устойчивое сохранение культурного наследия. Проведен сравнительный анализ международного опыта и местных условий, определены экологически и социально устойчивые направления проектирования, адаптированные к условиям Узбекистана. Результаты исследования имеют научно-практическое значение для разработки стратегий развития туризма, архитектурно-проектной практики и системы охраны культурного наследия.

Ключевые слова: *культурное наследие, туризм, развлекательные пространства, рекреация, градостроительство, ландшафтный дизайн, устойчивое развитие.*

KIRISH

Bugungi globallashuv sharoitida turizm sohasi nafaqat iqtisodiy daromad manbai, balki madaniy merosni saqlash, milliy identifikatsiyani mustahkamlash va hududlarning barqaror rivojlanishini ta’minlovchi strategik yo‘nalish sifatida namoyon bo‘lmoqda, ayniqsa tarixiy-madaniy meros obyektlariga boy hududlarda turizmni rivojlantirish masalasi kompleks ilmiy yondashuvni talab etadi, chunki madaniy meros obyektlari faqatgina tomosha qilinadigan inshootlar emas, balki ijtimoiy, madaniy va iqtisodiy jarayonlar bilan uzviy bog‘langan makonlardir; amaliyot shuni ko‘rsatadiki, aksariyat madaniy meros obyektlari atrofidagi hududlar funksional jihatdan to‘liq shakllanmagan, zamonaviy rekreatsion va ko‘ngilochar infratuzilma bilan yetarlicha ta’minlanmagan bo‘lib, bu holat turistlarning hududda uzoq vaqt qolishiga, turistik xizmatlar iste’molining kengayishiga va mahalliy iqtisodiyotning faollashuviga to‘sqinlik qilmoqda, shu sababli madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngil ochar maskanlarni ilmiy asosda loyihalash masalasi dolzarb ilmiy muammo sifatida maydonga chiqmoqda; mazkur tadqiqotda madaniy merosni muhofaza qilish talablarini buzmagan holda, rekreatsion va ko‘ngilochar funksiyalarni hududga integratsiyalash, landshaft va shaharsozlik yechimlari orqali turistik makonni shakllantirish, ijtimoiy-madaniy faollikni oshirish hamda hududning iqtisodiy jozibadorligini kuchaytirish yo‘llari asoslab beriladi, bu esa turizmni barqaror rivojlantirishning ilmiy-amaliy mexanizmlarini ishlab chiqishga xizmat qiladi.

METODOLOGIYA

Mazkur tadqiqot metodologiyasi madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngil ochar maskanlarni loyihalash orqali turizm sohasini rivojlantirish jarayonini tizimli va kompleks ilmiy yondashuv asosida o‘rganishga qaratilgan. Tadqiqot shaharsozlik, me’morchilik, landshaft dizayni, turizm iqtisodiyoti va madaniy merosni muhofaza qilish fanlari kesishmasida olib borilib, mazkur sohalarga xos nazariy va amaliy metodlar integratsiyalashgan holda qo‘llanildi [1]. Metodologik yondashuvning asosiy tamoyili sifatida madaniy meros obyektining tarixiy va madaniy qiymatini ustuvor mezon sifatida belgilash qabul qilindi. Ushbu bosqichda obyektning tarixiy davri, me’moriy uslubi, ramziy ahamiyati va vizual qabul qilinishi chuqur tahlil qilinib, muhofaza zonalari hamda ruxsat etilgan va cheklangan faoliyat turlari aniqlashtirildi [2]. Tadqiqotda milliy va xalqaro normativ-huquqiy hujjatlar metodik asos sifatida qo‘llanilib, madaniy merosni muhofaza qilish talablari loyihaviy qarorlar uchun chegaraviy shart sifatida belgilandi [3].

Metodologiyaning keyingi bosqichi madaniy meros obyektining atrof hududini fazoviy va funksional jihatdan tahlil qilishga qaratildi. Bu jarayonda hududning shaharsozlik tuzilmasi, transport va piyodalar harakati, yashil hududlar, mavjud ijtimoiy va turistik infratuzilma kompleks tarzda o‘rganildi [4]. Fazoviy tahlil jarayonida kartografik usullar, funksional zonalashtirish va vizual o‘qlarni aniqlash metodlaridan foydalanildi. Ushbu yondashuv madaniy meros obyektining shahar makonidagi roli va unga bo‘lgan funksional yuklamani aniq belgilash imkonini berdi [5].

Metodologiyaning markaziy qismi sifatida madaniy meros obyektlari atrofida joylashtiriladigan ko‘ngilochar va rekreatsion maskanlarning konseptual modeli ishlab chiqildi. Mazkur modelda ko‘ngilochar faoliyat turlarining tarixiy muhitga mosligi, antropogen yuklamani

boshqarish imkoniyati va turistik tajribaning sifati asosiy mezonlar sifatida belgilandi [6]. Ochiq jamoat maydonlari, madaniy tadbirlar hududlari, tematik sayr yo‘laklari va xizmat ko‘rsatish obyektlari o‘zaro funksional va vizual uyg‘unlikda joylashtirilishi ko‘zda tutildi [7].

Tadqiqot metodologiyasida barqaror rivojlanish tamoyillari alohida o‘rin egallab, ekologik, ijtimoiy va iqtisodiy omillar o‘zaro bog‘liq holda baholandi [8]. Turistik oqimlarni modellashtirish orqali hududning maksimal yuklama darajasi aniqlanib, madaniy meros obyektining jismoniy va vizual degradatsiyasining oldini olishga qaratilgan rejalashtirish qarorlari ishlab chiqildi [9]. Shuningdek, metodologiyada ijtimoiy tadqiqot usullari qo‘llanilib, mahalliy aholi va turistlarning ehtiyojlari so‘rovnoma va ekspert baholash asosida o‘rganildi [10]. Tadqiqot yakunida barcha tahlil natijalari umumlashtirilib, madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngil ochar maskanlarni loyihalash orqali turizm sohasini rivojlantirishning ilmiy asoslangan fazoviy-rejalashtirish modeli taklif etildi [11].

NATIJALAR

Tadqiqot natijalari madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngil ochar maskanlarni ilmiy asosda loyihalash turizm sohasini rivojlantirishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. O‘tkazilgan fazoviy va funksional tahlillar shuni aniqladiki, tarixiy obyekt markaziy yadrosi saqlangan holda uning atrof hududlarida rekreatsion va ko‘ngilochar zonalarni bosqichma-bosqich joylashtirish turistlarning hududda bo‘lish davomiyligini oshiradi va turistik tajribaning sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi [1]. Natijalarga ko‘ra, ko‘ngilochar maskanlarning funksional zonalashtirilishi antropogen yuklamani tarixiy obyektning bevosita hududidan chetga yo‘naltirib, madaniy meros obyektining jismoniy va vizual degradatsiyasi xavfini kamaytiradi, bu esa turistik faollikning ortishi avtomatik ravishda salbiy oqibatlarga olib keladi degan an’anaviy qarashlarni ilmiy jihatdan inkor etadi [2]. Tadqiqot davomida ishlab chiqilgan integratsiyalashgan fazoviy-rejalashtirish modeli ochiq jamoat maydonlari, madaniy tadbirlar hududlari, tematik sayr yo‘laklari va xizmat ko‘rsatish obyektlarining o‘zaro uyg‘un joylashuvini ta’minlab, turistlar oqimini hudud bo‘ylab muvozanatli taqsimlash imkonini berishini ko‘rsatdi [3]. Iqtisodiy tahlil natijalari madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngilochar infratuzilmaning rivojlanishi hududiy iqtisodiy faollikni oshirib, kichik biznes va xizmat ko‘rsatish sohasida yangi ish o‘rinlari yaratilishiga xizmat qilishini tasdiqladi [4]. Shuningdek, turistik oqimlarni modellashtirish asosida aniqlanishicha, ko‘ngilochar faoliyat turlarining xilma-xilligi hududga tashrif buyurish motivatsiyasini kuchaytirib, turistlarning qayta tashrif ehtimolini oshiradi hamda turizmning mavsumiylik darajasini pasaytirishga imkon beradi [5]. Ijtimoiy tadqiqotlar natijalari mahalliy aholi tomonidan madaniy meros obyektlari atrofida yaratilgan rekreatsion va ko‘ngilochar makonlar ijobiy qabul qilinishini ko‘rsatib, bunday hududlar nafaqat turistlar, balki mahalliy jamoa uchun ham ijtimoiy va madaniy faollik markaziga aylanishini tasdiqladi [6]. Ekologik baholash natijalari yashil hududlar va ochiq rekreatsion maydonlarning kengayishi mikroiqlimni yaxshilashi, shovqin va issiqlik yuklamasini kamaytirishi hamda hududning ekologik barqarorligini ta’minlashini ko‘rsatdi [7]. Umuman olganda, olingan natijalar madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngil ochar maskanlarni ilmiy asosda loyihalash turizmni rivojlantirishning samarali, barqaror va ko‘p qirrali mexanizmi ekanligini isbotlab, mazkur yondashuv madaniy merosni muhofaza qilish va hududiy rivojlanish o‘rtasida muvozanatni ta’minlash imkonini berishini ko‘rsatdi [8].

MUHOKAMA

Tadqiqot davomida olingan natijalar mavjud ilmiy qarashlar bilan qiyosiy tahlil qilinganda, madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngil ochar maskanlarni rivojlantirish masalasiga doir an’anaviy yondashuvlarni qayta ko‘rib chiqish zarurligini ko‘rsatadi. Ilgari olib borilgan ko‘plab tadqiqotlarda madaniy meros obyektlari va ko‘ngilochar faoliyat o‘rtasida muqarrar ziddiyat mavjud degan qarash ustuvor bo‘lib kelgan bo‘lsa [1], mazkur tadqiqot natijalari ushbu ziddiyat ko‘proq noto‘g‘ri rejalashtirish va ilmiy asosning yetishmasligi bilan bog‘liqligini asoslab beradi. Muhokama jarayonida aniqlanishicha, ko‘ngilochar maskanlar tarixiy obyektlarga bevosita yaqin joylashtirilgan hollarda emas, balki ularning fazoviy zonalashtirilishi, funksional yuklamasi va vizual ta’siri nazorat qilinmagan hollarda madaniy muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatadi [2]. Tadqiqot

natijalari madaniy meros obyektlarini “passiv, muzeylashtirilgan makon” sifatida emas, balki “faol madaniy va ijtimoiy makon” sifatida talqin etuvchi zamonaviy ilmiy paradigmaga mos kelishini ko‘rsatadi [3]. Ushbu yondashuvga ko‘ra, madaniy meros obyektlari atrofida tashkil etilgan ko‘ngilochar va rekreatsion hududlar tarixiy muhitni susaytiruvchi omil emas, balki uni keng auditoriya uchun anglash va his etish imkonini beruvchi vosita sifatida namoyon bo‘ladi [4]. Muhokama natijalari shuni ham ko‘rsatadiki, xorijiy adabiyotlarda keng qo‘llaniladigan “heritage-led development” konsepsiyasi ko‘pincha iqtisodiy samaradorlikka urg‘u berib, ijtimoiy va ekologik jihatlarni yetarli darajada hisobga olmaydi [5], mazkur tadqiqot esa ushbu yondashuvni tanqidiy qayta talqin qilib, barqaror rivojlanish tamoyillarini markaziy mezon sifatida ilgari suradi [6]. Ayniqsa, mahalliy aholi manfaatlarini hisobga olish, ijtimoiy inklyuzivlikni ta’minlash va madaniy identifikatsiyani mustahkamlash masalalari muhokama jarayonida muhim ilmiy xulosa sifatida ajralib chiqdi [7]. Tadqiqot natijalari shuningdek, madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngilochar maskanlarni rivojlantirish turizmning mavsumiylik muammosini kamaytirish imkonini berishini ko‘rsatib, bu jarayonni marketing yoki iqtisodiy mexanizmlar bilan cheklab bo‘lmasligini, balki fazoviy va funksional rejalashtirish orqali hal etish zarurligini asoslaydi [8]. Muhokama davomida aniqlangan yana bir muhim jihat shundan iboratki, zamonaviy me’moriy va dizayn yechimlari tarixiy muhitga zid emas, aksincha, tarixiy kontekst to‘g‘ri talqin qilingan hollarda uning mazmunini boyituvchi omilga aylanishi mumkin [9]. Umuman olganda, mazkur tadqiqot natijalari madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngil ochar maskanlarni loyihalash masalasini fragmentar yoki ikkilamchi yo‘nalish sifatida emas, balki hududiy turizmni rivojlantirishning markaziy strategik mexanizmi sifatida qarash lozimligini ilmiy jihatdan asoslab beradi [10].

XULOSA

Mazkur ilmiy tadqiqot natijalarini umumlashtirgan holda shuni ta’kidlash mumkinki, madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngil ochar maskanlarni ilmiy asosda loyihalash turizm sohasini rivojlantirishning muhim va strategik yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot davomida olib borilgan adabiyotlar tahlili, metodologik yondashuv, fazoviy-rejalashtirish modellashtirishlari hamda natijaviy tahlillar madaniy meros obyektlarini faqat saqlanadigan va tomosha qilinadigan passiv obyekt sifatida emas, balki zamonaviy ijtimoiy, madaniy va iqtisodiy jarayonlarga integratsiyalashgan faol makon sifatida talqin etish zarurligini ilmiy jihatdan asoslab berdi [1]. Tadqiqotning asosiy ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda madaniy merosni muhofaza qilish va turizmni rivojlantirish o‘rtasidagi an’anaviy qarama-qarshilik konseptual darajada qayta ko‘rib chiqilib, ushbu ikki yo‘nalish to‘g‘ri rejalashtirilgan sharoitda bir-birini inkor etmasligi, balki o‘zaro kuchaytiruvchi omil sifatida namoyon bo‘lishi isbotlandi [2]. Ishlab chiqilgan integratsiyalashgan fazoviy-rejalashtirish modeli madaniy meros obyektining tarixiy yadrosini saqlagan holda, uning atrofida rekreatsion va ko‘ngilochar funksiyalarni joylashtirish orqali turistlar oqimini boshqarish, antropogen yuklamani muvozanatlashtirish hamda hududning estetik va funksional sifatini oshirish imkonini beradi [3]. Tadqiqot natijalari shuningdek, bunday yondashuv turizmning mavsumiylik muammosini kamaytirish, turistlarning hududda bo‘lish davomiyligini uzaytirish va qayta tashrif ehtimolini oshirish orqali barqaror turizm modelini shakllantirishga xizmat qilishini ko‘rsatdi [4]. Amaliy jihatdan, mazkur tadqiqot xulosalari shaharsozlik va me’moriy loyihalash amaliyotida, hududiy turizm dasturlarini ishlab chiqishda, madaniy meros obyektlarini boshqarish va rejalashtirish jarayonlarida qo‘llanilishi mumkin bo‘lib, ayniqsa O‘zbekiston sharoitida tarixiy shaharlar va madaniy merosga boy hududlarni rivojlantirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega [5]. Tadqiqot davomida ishlab chiqilgan tavsiyalar madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngil ochar maskanlarni loyihalashda tarixiy autentiklikni saqlash, fazoviy zonalashtirish orqali yuklamani boshqarish, ekologik barqarorlikni ta’minlash va mahalliy aholi manfaatlarini hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi [6]. Xulosa qilib aytganda, madaniy meros obyektlari atrofida ko‘ngil ochar maskanlarni ilmiy asosda loyihalash turizmni rivojlantirishning ikkilamchi yoki yordamchi yo‘nalishi emas, balki hududiy rivojlanishning markaziy strategik mexanizmlaridan biri sifatida qaralishi lozim bo‘lib, mazkur yondashuv madaniy merosni muhofaza qilish tizimini zamonaviy shahar va turizm rivoji bilan uyg‘unlashtirish imkonini beradi [7].

Adabiyotlar

[1]. UNESCO. (2013). Managing cultural World Heritage. Paris: UNESCO World Heritage Centre.
[2]. UNESCO. (2019). World Heritage and Sustainable Tourism Programme. Paris: UNESCO.
[3]. Ashworth, G. J., & Tunbridge, J. E. (2000). The tourist-historic city: Retrospect and prospect of managing the heritage city. Oxford: Pergamon.
[4]. Smith, M. K. (2009). Issues in cultural tourism studies (2nd ed.). London: Routledge.
[5]. Timothy, D. J., & Boyd, S. W. (2003). Heritage tourism. Harlow: Pearson Education.
[6]. Richards, G. (2018). Cultural tourism: A review of recent research and trends. Journal of Hospitality and Tourism Management, 36, 12–21.
[7]. Landorf, C. (2009). Managing for sustainable tourism: A review of six cultural World Heritage sites. Journal of Sustainable Tourism, 17(1), 53–70.
[8]. ICOMOS. (2011). The Paris Declaration on heritage as a driver of development. Paris: ICOMOS.
[9]. Hall, C. M., & Page, S. J. (2014). The geography of tourism and recreation (4th ed.). London: Routledge.
[10]. UNWTO. (2018). Tourism and culture synergies. Madrid: World Tourism Organization.
[11]. Sharpley, R. (2014). Host perceptions of tourism: A review of the research. Tourism Management, 42, 37–49.
[12]. Pendlebury, J. (2013). Conservation values, the authorised heritage discourse and the conservation-planning assemblage. International Journal of Heritage Studies, 19(7), 709–727.
[13]. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. (2019). Madaniy meros obyektlarini muhofaza qilish va ulardan foydalanish to‘g‘risida Nizom. Toshkent.
[14]. O‘zbekiston Respublikasi Turizm va madaniy meros vazirligi. (2022). Madaniy turizmni rivojlantirish konsepsiyasi. Toshkent.
[15]. Abdullayev, S. (2018). Tarixiy shahar muhitini saqlash va rivojlantirish muammolari. Arxitektura va qurilish muammolari, 2, 15–22.
[16]. Karimov, B. (2020). Madaniy meros va turizm integratsiyasi masalalari. Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar, 4, 88–96.
[17]. Qodirov, M., & Xudoyberdiyev, A. (2021). Tarixiy hududlarda rekreatsion makonlarni loyihalash tamoyillari. Me’morchilik va dizayn, 1, 41–49.
[18]. Ashurov, N. (2019). Shaharsozlikda barqaror rivojlanish va madaniy meros. Toshkent: Fan nashriyoti.
[19]. Chirikov, A. (2020). Cultural heritage as a factor of regional development. Regional Studies, 5(2), 66–74.
[20]. OECD. (2009). The impact of culture on tourism. Paris: OECD Publishing.

AGLOPORIT ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

H.S. Solijonov, I.Q. Sharipov

Farg‘ona davlat texnika universiteti
e-mail: solijonov_hojiakbar@mail.ru, ORCID: 0009-0009-2649-0371
e-mail: sharipovislomjon779@gmail.com, ORCID: 0009-0001-0254-0188
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Ushbu maqolada agloporit ishlab chiqarish texnologiyasining nazariy asoslari va amaliy jihatlari batafsil tahlil qilinadi. Agloporit - bu yengil to‘ldiruvchi material bo‘lib, asosan qurilish sanoatida keng qo‘llaniladi. Maqolada xomashyo tarkibi, ularni tayyorlash jarayonlari, granulyatsiya, quritish hamda kuydirish bosqichlarining o‘ziga xos xususiyatlari yoritilgan. Shuningdek, ishlab chiqarish jarayonida qo‘llaniladigan uskunalar, texnologik rejimlar va ularning mahsulot sifatiga ta’siri ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot davomida agloporitning fizik-mexanik xossalari, issiqlik o‘tkazuvchanligi va zichligi kabi muhim ko‘rsatkichlar tahlil qilinadi. Maqola yakunida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish hamda ekologik xavfsizlikni ta’minlash bo‘yicha taklif va tavsiyalar berilgan.*

Tayanch so‘zlar: *G‘ovak to‘ldiruvchi, agloporit, o‘rtacha zichlik, mustahkamlik, aglomeratsiya, granula.*

Аннотация. *В данной статье подробно анализируются теоретические основы и практические аспекты технологии производства аглопорита. Аглопорит — это легкий наполнитель, который широко применяется в основном в строительной промышленности. В статье освещены состав сырья, процессы его приготовления, особенности этапов гранулирования, сушки и обжига. Также рассмотрены оборудование, используемое в производственном процессе, технологические режимы и их влияние на качество продукции. В ходе исследования анализируются такие важные показатели, как физико-механические свойства, теплопроводность и плотность*

аглопорита. В заключение статьи даны предложения и рекомендации по повышению эффективности производства, внедрению энергосберегающих технологий и обеспечению экологической безопасности.

Ключевые слова: *Пористый заполнитель, аглопорит, средняя плотность, прочность, агломерация, гранула.*

Abstract*. This article provides a detailed analysis of the theoretical foundations and practical aspects of agloporite production technology. Agloporite is a lightweight filler material widely used primarily in the construction industry. The article highlights the composition of raw materials, their preparation processes, and the specific characteristics of the granulation, drying, and roasting stages. It also examines the equipment used in the production process, technological modes, and their impact on product quality. During the research, key indicators such as the physico-mechanical properties, thermal conductivity, and density of agloporite are analyzed. The article concludes with proposals and recommendations for increasing production efficiency, implementing energy-saving technologies, and ensuring environmental safety.*

Keywords: *Porous aggregate, agloporite, average density, strength, agglomeration, granules.*

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-maydagi PQ-4335-sonli “Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori [1], hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu maqola muayyan darajada xizmat qiladi.

Sun’iy g‘ovak to‘ldiruvchilar zamonaviy qurilish materiallari sanoatida muhim ahamiyat kasb etadi. Ular asosida turli maqsadlarga mo‘ljallangan yengil beton turlari ishlab chiqariladi va bu materiallar qurilish amaliyotida keng qo‘llaniladi. Ayniqsa, issiqlik izolyatsiyasi yuqori bo‘lgan devor panellari, monolit devorlar hamda yuk ko‘taruvchi konstruksiyalar tayyorlashda ularning roli katta.

Sun’iy g‘ovak to‘ldiruvchilardan foydalanish natijasida betonning fizik-mexanik xususiyatlari sezilarli darajada yaxshilanadi. G‘ovak tuzilishga ega bo‘lgan ushbu to‘ldiruvchilar og‘ir (zich) to‘ldiruvchilar o‘rniga qo‘llanilganda betonning o‘rtacha zichligi kamayadi. Bu esa o‘z navbatida konstruksiyaning umumiy og‘irligini pasaytiradi va poydevorga tushadigan yukni kamaytiradi. Shu bilan birga, materialning issiqlik o‘tkazuvchanligi ham kamayadi, natijada binolarning energiya samaradorligi ortadi. Bu jihat ayniqsa sovuq iqlim sharoitida quriladigan inshootlar uchun muhim hisoblanadi.

Sun’iy g‘ovak to‘ldiruvchilarning ayrim turlari yuqori mustahkamlikka ega bo‘lib, ular asosida konstruksion yengil betonlar ishlab chiqarish imkonini beradi. Bunday betonlar nafaqat yengil, balki yetarli darajada mustahkam bo‘lib, yuk ko‘taruvchi elementlarda ham qo‘llanilishi mumkin. Natijada zamonaviy qurilishda materiallardan samarali foydalanish, transport xarajatlarini kamaytirish va montaj ishlarini yengillashtirish imkoniyati yaratiladi.

Mazkur to‘ldiruvchilarning yana bir muhim afzalligi ularning sifat ko‘rsatkichlari barqaror va oldindan boshqariladigan bo‘lishidir. Ular maxsus texnologik jarayonlar asosida ishlab chiqariladi, bu esa ularning donadorligi, zichligi va mustahkamligini nazorat qilish imkonini beradi. Tabiiy to‘ldiruvchilardan farqli ravishda, sun’iy materiallarda xossalarning bir xilligi yuqori darajada ta’minlanadi.

Bundan tashqari, sun’iy g‘ovak to‘ldiruvchilarni ishlab chiqarishda ko‘pincha sanoat chiqindilaridan foydalaniladi. Masalan, kul, shlak va boshqa materiallar qayta ishlanib, foydali qurilish mahsulotiga aylantiriladi. Bu esa bir tomondan ishlab chiqarish tannarxini kamaytirsa, ikkinchi tomondan ekologik muammolarni hal etishga xizmat qiladi. Chiqindilarni qayta ishlash orqali atrof-muhitga salbiy ta’sir sezilarli darajada kamayadi.

Shu bilan birga, sun’iy g‘ovak to‘ldiruvchilarning ayrim kamchiliklari ham mavjud. Masalan, ularning suv shimuvchanligi yuqori bo‘lishi mumkin, bu esa betonning uzoq muddatli mustahkamligiga ta’sir ko‘rsatadi.

Agloporit ishlab chiqarish texnologiyasi zamonaviy qurilish materiallari sanoatida muhim o‘rin tutadi. Agloporit - bu sun’iy ravishda olinadigan, g‘ovak tuzilishga ega, yengil to‘ldiruvchi material bo‘lib, asosan yengil beton ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi.

Agloporit ishlab chiqarish jarayoni murakkab va ko‘p bosqichli bo‘lib, har bir bosqich yakuniy mahsulot sifatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu texnologiya xomashyoni tanlashdan boshlab, tayyor mahsulotni saralash va iste’molchiga yetkazib berishgacha bo‘lgan barcha jarayonlarni o‘z ichiga oladi.

Sanoat miqyosida agloporit ishlab chiqarishda gil tuproqdan (1-rasm) quyidagi yarim tayyor mahsulot tayyorlanadi. Gilli xomashyo, maydalangan yirikligi 5 mm gacha ko‘mir bilan aniq me’yor bo‘yicha aralashtiriladi.



1-rasm. Gil tuproq.

Gil tuproq - zarracha o‘lchami kichik bo‘lib, uning tarkibi va xossalari asosan gil minerallari bilan belgilanadi. Mineralogik jihatdan gil tuproq kaolinit, montmorillonit kabi qatlamli silikatlardan tashkil topadi. Ushbu minerallar kristall panjarasi ikki yoki uch qatlamli tuzilishga ega bo‘lib, ularning yuzasida manfiy zaryadlar mavjud.

Kimyoviy tarkibda asosiy o‘rinni kremniy dioksidi (SiO_2), alyuminiy oksidi (Al_2O_3), suv (H_2O) va kam miqdorda temir oksidlari (Fe_2O_3), magniy oksidi (MgO), kalsiy oksidi (CaO) egallaydi.

Gil tuproqning fizik xossalari uning dispersligi va kolloid tabiatiga bog‘liq. Zarralar yuzasining katta bo‘lishi tufayli suv molekulalari bilan kuchli o‘zaro ta’sir yuzaga keladi. Natijada tuproq yuqori plastiklik va yopishqoqlik xususiyatini namoyon etadi. Nam holatda u oson shaklga kiradi, quriganda esa hajm qisqarishi kuzatiladi.



2-rasm. Ko‘mir maydasi.

Mexanik xossalari jihatidan gil tuproq mustahkamligi namlik darajasiga bevosita bog‘liq. Quruq holatda u nisbatan qattiq va mo‘rt bo‘ladi, nam holatda esa mustahkamligi keskin kamayadi.

Ko‘mirning massa ulushi 7-12% ni tashkil etadi (2-rasm). Agar gilli xomashyo quruq bo‘lsa, u xolda gil aralashtirgichga suv qo‘shiladi va gil bir xil massaga kelguncha aralashtiriladi.

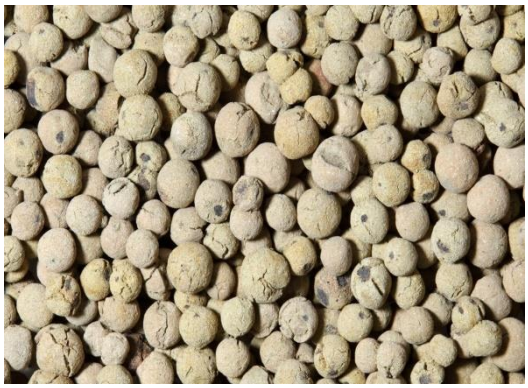
Maxsus mashinalar granulyatorlarda gilli granulalar olinadi. Tayyor granulalar aglomeratsion mashinada 25-45 minut davomida pishiriladi (3-rasm). Mashina to‘xtovsiz harakatlanuvchi aravali konveyerdan, asosi issiqqa chidamli po‘lat va ikki tomonidan to‘silgan kolosnikli panjaradan iborat. Gilli granulalar kolosnikli panjara ustidagi to‘siqli aravachaga 200-300 mm qalinlikda sepiladi va 1000-1100°C haroratgacha qizdiriladi. So‘ngra vakuum kameralar ustida harakatlanishdan, havoning so‘rib olinishi natijasida xom granulalar pishadi. Aglomeratsion mashinadan pishgan yarim mahsulot chiqadi.



3-rasm. Aglomeratsion mashina.

Chiqqan yarim mahsulot bir jinsli bo‘lmay, ichki qismi to‘q rangda yuza qismida kichik mustahkamlik va kam chidamli qo‘ng‘ir-qizg‘ish rangli pishmagan qatlam yuzaga keladi. Shu sababli aglomeratsion panjarada hosil bo‘lgan pishgan yarim mahsulotdan pishmaganlarini alohida ajratishdir.

Yarim mahsulot maydalagich yordamida bo‘laklarga ajratiladi, bo‘laklar panjaraga uzatiladi, bunda yaxshi pishmagan donalari cho‘kadi, texnologik jarayonga qaytariladi, xomashyoga qo‘shimcha sifatida ishlatiladi va xom granulalarning pishishini, gaz o‘tkazuvchanligini yaxshilaydi. Xomashyoga qo‘shimcha sifatida, gilning pishish tezligini oshirishda va shu bilan birga aglomeratsion mashinaning quvvatini oshirishda, agloporit sifatini yaxshilashda yog‘och qirindisi, kul va boshqa sanoat chiqindilari ishlatiladi. Agloporit tarkibidan pishmagan bo‘laklarini ajratilgandan so‘ng 80-120°C gacha sovitiladi, maydalanadi, shag‘al va qumga ajratiladi (4-rasm) [2].



4-rasm. Agloporit.

Aglomeratsion mashinaning ishlab chiqarish quvvati xomashyoning pishish tezligiga bog‘liq bo‘lib, u quyidagi formula yordamida topiladi:

$$v = \frac{h}{\tau}$$

Bu yerda:

v - xomashyoning pishish tezligi (mm/minut);

h - pishadigan yarim xomashyoning qavat balandligi (mm);

τ - pishish davomiyligi (minut).

Agloporitning fizik-mexanik xususiyatlari uning keng qo‘llanilishiga sabab bo‘ladi.

O‘rtacha zichlik - material tabiiy holatdagi massasining hajmiga bo‘lgan nisbatidir. Agar material massasini m, tabiiy holatdagi hajmini V deb belgilasak, unda:

$$\rho_m = \frac{m}{V}$$

Bu yerda:

ρ_m - o‘rtacha zichlik (kg/m³);

m - massa (kg);

V - hajm (m^3).

Agloporitni o‘rtacha zichligi odatda 300-1000 kg/m³ oralig‘ida bo‘ladi, bu esa oddiy shag‘alga nisbatan ancha yengil ekanligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, u yetarli darajada mustahkam bo‘lib, yuk ko‘taruvchi konstruksiyalarda ham qo‘llanilishi mumkin. Issiqlik o‘tkazuvchanligi past bo‘lgani sababli u energiya tejamkor qurilish materiallari qatoriga kiradi [3].

Agloporit g‘ovak tuzilishga ega bo‘lgan sun’iy to‘ldiruvchi materialdir, ya’ni uning ichki tuzilishida ko‘plab mayda va yirik g‘ovaklar mavjud. Ushbu g‘ovaklar ishlab chiqarish jarayonida yuqori harorat ta’sirida hosil bo‘lib, materialning zichligini kamaytiradi va uni yengil qiladi. Natijada agloporit issiqlik va tovushni yomon o‘tkazadigan, ya’ni yaxshi izolyatsion xususiyatlarga ega bo‘lgan material sifatida namoyon bo‘ladi [4].

Agloporitning suv shimuvchanligi ma’lum darajada yuqori bo‘lib, bu uning g‘ovak tuzilishga ega ekanligi bilan bevosita bog‘liq. Ya’ni material ichida ko‘plab mayda bo‘shliqlar mavjud bo‘lgani sababli, suv shu g‘ovaklarga oson singadi. Shu bilan birga, aynan shu tuzilish agloporitga yengillik va yaxshi issiqlik izolyatsiyasi xususiyatlarini ham beradi.

Agloporit sovuqqa chidamli material bo‘lib, u ko‘p marotaba muzlash va erish ta’siriga bardosh bera oladi. Bu xususiyat uning ichki g‘ovak tuzilishi bilan bog‘liq bo‘lib, g‘ovaklar suvning

kengayishidan hosil bo‘ladigan ichki bosimni qisman kamaytiradi. Natijada material yorilib ketmaydi va o‘z mustahkamligini saqlab qoladi. Shu sababli agloporit sovuq iqlimli hududlarda qurilish uchun juda qulay hisoblanadi. Agloporitning yana bir muhim afzalligi uning ekologik tozaligidir. Uni ishlab chiqarishda ko‘pincha sanoat chiqindilari qayta ishlanadi, bu esa atrof-muhitni muhofaza qilishga yordam beradi. Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonida zararli moddalar ajralishi minimal darajada bo‘ladi.

Agloporit keng qo‘llanilish sohalariga ega. U yengil beton ishlab chiqarishda asosiy to‘ldiruvchi sifatida ishlatiladi. Bunday betonlar ko‘p qavatli binolar qurilishida, devor bloklari tayyorlashda va issiqlik izolyatsion qatlamlar yaratishda qo‘llaniladi. Shuningdek, u yo‘l qurilishida, drenaj tizimlarida, ko‘prik konstruksiyalarida va hatto landshaft dizaynida ham ishlatiladi. Qurilishda agloporitdan foydalanish bir qator iqtisodiy afzalliklarni ham beradi. U yengil bo‘lgani uchun transport xarajatlari kamayadi, binoning umumiy og‘irligi pasayadi va poydevor uchun sarflanadigan material miqdori qisqaradi. Bu esa umumiy qurilish xarajatlarini kamaytiradi.

Zamonaviy texnologiyalar yordamida agloporit ishlab chiqarishni yanada takomillashtirish kerak. Energiya tejamkor pechlar, avtomatlashtirilgan nazorat tizimlari, yuqori samarali maydalash va granulalash uskunalari qo‘llanilishi natijasida mahsulot sifati oshadi va ishlab chiqarish samaradorligi yaxshilanadi.

Xulosa. Agloporit ishlab chiqarish texnologiyasi zamonaviy qurilish sanoatida muhim o‘rin tutadigan, ilmiy va texnologik jihatdan rivojlanib borayotgan yo‘nalishlardan biridir. Yangi turdagi xomashyolarni qo‘llash va innovatsion yondashuvlar asosida uning sifat ko‘rsatkichlari yanada yaxshilanmoqda. Agloporitning past zichlikka ega bo‘lishi bilan birga yuqori mustahkamligi, issiqlik va tovush izolyatsiyasi, sovuqqa chidamliligi hamda ekologik xavfsizligi uni turli qurilish sohalarida keng qo‘llash imkonini beradi. Ayniqsa, energiya samarador va ekologik toza materiallarga bo‘lgan talab ortib borayotgan hozirgi davrda, u “yashil qurilish” konsepsiyasining ajralmas elementi sifatida ahamiyat kasb etmoqda. Shu bois, agloporit ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish kelajakda ham dolzarb bo‘lib qoladi va qurilish materiallari sifatini yangi bosqichga olib chiqadi.

Adabiyotlar

[1]. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-maydagi PQ-4335-sonli “Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori.
[2]. Xamidov A .“Beton to‘ldiruvchilar texnologiyasi”. Darslik. Toshkent. 2020.
[3]. N.A.Samig‘ov, “Qurilish materiallari va buyumlari”. Darslik. Toshkent: Cho‘lpon nomidagi NMIU 2013.
[4]. M.A.Mirzajonov, “Istiqbolli energiya tejamkor qurilish ashyolari va tizimlari”. Darslik. Farg‘ona. 2021.

ANALYSIS OF TRADITIONAL AND DIGITAL CONTROL SYSTEMS OF 110/10 kV SUBSTATIONS

S.S. Dultaboev

Fergana state technical university
Corresponding author, e-mail: salohiddindultaboev@gmail.com
(Received on March 10 th, 2026)

Abstract. *This article analyzes the transition process from conventional analog-controlled substation systems-based on electromechanical relays, extensive copper cabling, and manual diagnostic approaches-to modern digital substation architecture structures. Conventional substations exhibit several shortcomings, including low signal transmission speed, long secondary circuits, insufficient measurement accuracy, and relatively low reliability. In contrast, substations equipped with digital control demonstrate significantly higher efficiency in protection systems, reduced signal transmission time, shorter cable lengths, improved accuracy, and enhanced reliability. In addition, the study examines the economic aspects of digital modernization, highlighting that relay operating times are reduced by more than three times, failures in secondary circuits are minimized, and both capital and operational expenditures are decreased. Furthermore, the architecture of digital substations and their hierarchical levels are analyzed, along with international standards adapted for digital control and issues related to cybersecurity. Such systems enable the implementation of predictive maintenance and facilitate future integration with artificial intelligence and smart grids. As a result, digital control systems are considered technically superior and economically viable for infrastructure modernization.*

Keywords: *digital substation, Smart Grid, IEC 61850, Cybersecurity, SCADA, GOOSE.*

Abstract. *This article analyzes the transition process from traditional analog-controlled existing substation systems-based on electromechanical relays, large volumes of copper cables, and manually conducted diagnostics-to modern digital substation architecture structures. Traditional substation systems have shortcomings such as low signal transmission speed, long secondary circuits, insufficient measurement accuracy, and low reliability indicators. In contrast, substations with digital control demonstrate much higher efficiency in protection systems, reduced signal transmission time, shortened cable lengths, improved accuracy, and increased reliability levels.*

Keywords: *digital substation, Smart Grid, IEC 61850, Cybersecurity, SCADA, GOOSE.*

Annotatsiya. *Ushbu maqolada an'anaviy analog boshqaruvli mavjud podstansiya tizimlaridan - elektromexanik relelar, katta hajmdagi mis kabellar va qo'lda olib boriladigan diagnostikaga asoslangan yechimlardan - zamonaviy raqamli podstansiya architektura tuzilmalariga o'tish jarayonini tahlil qiladi. An'anaviy podstansiyalar tizimlar signal uzatish tezligining pastligi, uzun ikkilamchi zanjirlar , o'lchov aniqligining yetarli emasligi va ishonchlilik ko'rsatkichining pastligi kabi kamchiliklar mavjudligi va aksincha raqamli boshqaruv ega bo'lgan podstansiyalarda himoya tizimlari ancha yuqori samaradorlikni namoyon etishi, signal uzatish muddati, kabel uzunligi qisqarganligi, aniqlik yaxshilangan va ishonchlilik darajasi oshganligi tahlil qilinadi.*

Kalit so'zlar: *raqamli podstnasiya, Smart Grid, IEC 61850, kiberxavfsizlik, SCADA, GOOSE.*

Аннотация. *Эта статья анализирует процесс перехода от традиционных аналоговых систем управления существующими подстанциями - основанных на электромеханических реле, больших объемах медных кабелей и ручной диагностике - к современным архитектурам цифровых подстанций. Традиционные системы подстанций имеют недостатки, такие как низкая скорость передачи сигналов, длинные вторичные цепи, недостаточная точность измерений и низкие показатели надежности. Напротив, подстанции с цифровым управлением демонстрируют гораздо более высокую эффективность систем защиты, сокращенное время передачи сигналов, уменьшенную длину кабелей, улучшенную точность и повышенный уровень надежности.*

Ключевые слова: *цифровая подстанция, IEC 61850, кибербезопасность, SCADA, GOOSE.*

Introduction. Electric energy consumption is continuously increasing worldwide, while the requirements for the reliability and quality of power supply are growing at an even faster pace. In a highly competitive environment, the number of failures in power systems and the resulting disruptions to industrial operations has significantly increased. This, in turn, has led to stronger demands for fault prediction and for reducing errors in decision-making related to power system

management.

Such failures are particularly evident in electrical substations during the transmission and distribution of electricity from high-voltage networks (110 kV) to lower-voltage networks (10 kV). 110/10 kV substations serve as key nodes in supplying electricity to urban and industrial areas. They typically include two transformers, incoming transmission lines, and dozens of outgoing 10 kV feeders. These substations must maintain a high level of reliability, as any failure can lead to widespread power outages across entire regions.

In conventional control systems, relays and wired connections serve as the primary means of operation, whereas digital systems enable automation through sensors and software. In developing countries such as Uzbekistan, the number of such substations is steadily increasing, making the modernization of their control systems a highly relevant and urgent issue.

The main functions of substations include protection (short-circuit protection), automation (such as automatic reclosing), as well as monitoring and communication. On 110 kV lines, distance protection, differential protection, and earth fault protection are commonly applied. On the 10 kV side, busbar protection and under-frequency load shedding systems are used. Efficient control and monitoring of these processes are critical, requiring modern technologies and digital control systems.

110/10 kV substations reduce voltage from high levels (110 kV) to medium levels (10 kV) to supply electricity to cities and industrial zones. These substations are key elements of the power grid and include transformers, circuit breakers, insulators, and protection relays. Over the past five years, due to digital transformation, their reliability and efficiency have significantly improved. Instead of traditional wired systems, digital control systems based on the IEC 61850 standard and Ethernet communication are increasingly being implemented [1].

Studies conducted between 2021 and 2025 on the digitalization of power systems have proposed transitioning substations to automated control. According to 2026 data, 32% of trunk power networks in Uzbekistan are considered outdated, which has led to the modernization of substations and their transition to digital control systems. A clear example of this is the modernization of the “Sagbon” 110/35/10 kV substation in Tashkent, which has contributed to reducing energy losses [2].

Traditional control systems are built based on electromechanical relays, analog meters, and wired cables, using separate relay panels for each line, which results in more than 1000 wires. According to research conducted in Uzbekistan in 2022, a major drawback of such systems is that detecting faults using traditional manual methods is inconvenient and requires significant expenses. Moreover, electromechanical relays are not as sensitive as digital sensors. Additionally, 2023 analyses show that their slow response (in seconds) and limited data have contributed to an increase in network accidents. Currently, while SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systems are partially used in Uzbekistan's high-voltage substations, analog methods still predominate.

Digital control systems have become widespread since 2021, employing low-power measurement transformers and bay-level intelligent electronics (Intelligent Electronic Devices). According to 2025 trends, real-time monitoring and predictive analysis increase energy efficiency by 20%, while centralized PACS (Protection, Automation, Control System) reduces wiring by 90% and ensures safety. In Uzbekistan, a software-hardware complex for digital substations has been developed, introducing high-voltage digital transformers and communication ports. It is noted that this process differs from upgrading traditional systems by automating the protection of energy facilities. By 2025, integration of digital panels into generator systems has been implemented to provide remote monitoring [3].

A digital electrical substation is considered a modern substation equipped with open protocols based on the IEC 61850 international standard and extensive automated control systems. It features integrated digital data and control systems capable of autonomous operation without the involvement of permanent on-duty personnel. The transition to microprocessor components and a unified digital standard in power engineering facilities fundamentally upgrades the level of

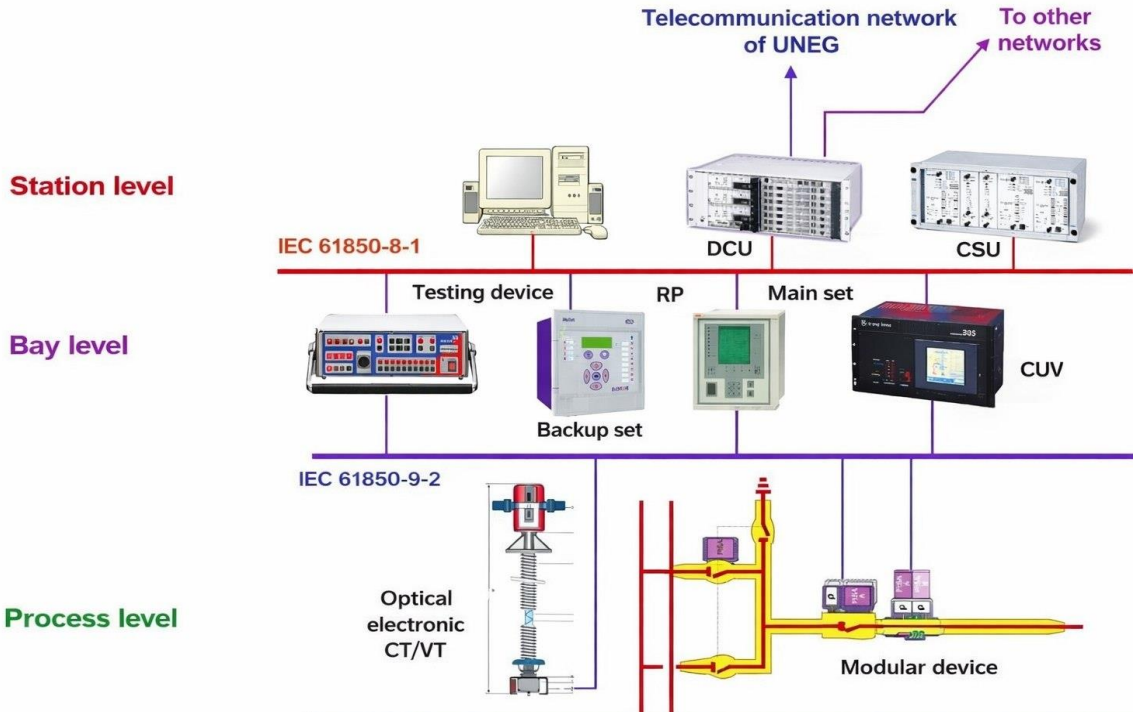
interconnection among substation equipment in terms of quality.

Modernized or newly constructed substations are recognized as digital substations if they meet the following conditions:

- A digital substation must be highly automated, require minimal maintenance, and not demand permanent on-duty staffing.
- Creating a digital substation based on existing infrastructure is achieved through comprehensive modernization of secondary systems using intelligent electronic devices and technological local networks compliant with IEC 61850 standards.
- When establishing a digital substation on an existing base, economic feasibility and alignment with the digital substation creation objectives are evaluated.
- For a digital substation, the substation's information model is developed in accordance with IEC 61850 requirements, ensuring continuous updates and transmission of model data to the Central Control Center. The digital substation project is implemented based on an automated design system.

During the design process, SSD (System Specification Description) and SCD (Substation Configuration Description) files are incorporated into the electronic document system. The SSD (System Specification Description) describes all substation elements, secondary system functions, and their connections to primary equipment. The SCD includes configuration settings for all intelligent devices in the substation. To ensure normal operation without permanent staff involvement, it provides remote monitoring of equipment and system parameters and operating modes; online continuous monitoring of the status of main technological equipment and systems; transmission of necessary digital data, control parameters, and signals; remote control of equipment and systems during operation; high-level automation and intelligent control systems for managing operating modes; unified real-time remote management of all technological processes; standardized digital data exchange between technological systems; integration with the power grid and enterprise management systems; and provision of digital communication with adjacent infrastructure facilities.

Digital Substation Architecture. The 110/10 kV voltage CPS (Control and Protection System) features a three-level architecture (Picture 1) effectively used in modern power plants. It is based on digital technologies and serves to automate processes for controlling, protecting, and monitoring electrical energy. Below, each level of this digital substation system is examined in detail, with an analysis of the main protocols and synchronization mechanisms.



Picture 1. Digital substation architecture.

Process Level is the lowest and most critical part of the CPS, processing measurement and control signals in real time. At this level, digital current and voltage meters (TT/VT - Current Transformers/Voltage Transformers) are used. Unlike traditional analog TT/VT, digital versions are based on optical or electronic sensors that convert signals into digital form. The MU (Merging Unit) merges these signals and converts them into a standardized data stream. The MU processes measurements from multiple TT/VT and transmits them in SV (Sampled Values) format according to the IEC 61850-9-2 protocol. This process increases measurement accuracy up to 0.1% and minimizes noise impact. The process level monitors the real-time status of transformers and lines, providing rapid data to protection devices, allowing short circuits or overloads to be detected within 1-2 milliseconds.

Bay Level (Connection Level) consists of IEDs (Intelligent Electronic Devices) located in bays, processing data from the process level and making decisions. Each bay (switchgear bay) has its own dedicated IED, and protection relays (distance protection, differential protection), automation devices, and measurement modules exchange signals via the GOOSE (Generic Object-Oriented Substation Event) protocol. This process is part of the IEC 61850 standard, transmitting binary signals (trip commands) in multicast mode within 3-4 ms. Unlike traditional hardwired contacts, GOOSE is implemented over fiber-optic Ethernet, achieving 99.9% reliability and preventing mechanical wear. Additionally, the bay level connects to the station level via Ethernet switches, centralizing the data flow.

Station Level serves as the central control component of the entire CPS, incorporating SCADA and HMI (Human-Machine Interface) systems. Ground-based servers store, analyze data, and present it to operators through graphical interfaces. PTP (Precision Time Protocol, IEEE 1588) ensures time synchronization distributing time packets from a Grandmaster clock server through switches to IEDs with microsecond accuracy across all levels. This achieves measurement synchronization up to 1 ms precision, enabling SCADA to display real-time diagrams and remote-control capabilities.

Measurement Signals, the heart of digital substations, are transmitted via the SV protocol (IEC 61850-9-2). This protocol organizes a 4800 Hz frequency sample stream, sending 4800 measurement points per cycle (1/50 second for 50 Hz networks). Each sample packet includes three-phase currents (Ia, Ib, Ic), three-phase voltages (Ua, Ub, Uc), phase angle differences, and quality flags. These real-time processed data from the MU are delivered via Ethernet process bus to protection relays.

RHA (Relay Protection and Automation) signals are exchanged via the GOOSE protocol. GOOSE multicasts binary signals - such as "trip" (disconnect), "block", or "close" commands - to all devices in 3-4 milliseconds, operating 10 times faster than traditional copper contacts for effective protection of transformers and lines during short circuits.

Time Synchronization is implemented based on PTP, unlike GPS. PTP uses a local Ethernet network where the Grandmaster clock server assigns time to all devices with 1 microsecond accuracy. This is crucial because SV samples and GOOSE messages require synchronization for differential protection and synchronous measurements.

Key Documents in Digital Substation Design are based on two essential parts of the IEC 61850 standard:

- IEC 61850-8-1 defines communication between high-level technological control devices (Station and Bay levels). It describes MMS (Manufacturing Message Specification) and GOOSE protocols. MMS, based on a client-server architecture, facilitates data exchange for operator commands, measurement results, diagnostics, status information, and other services.
- IEC 61850-9-2 defines the Sampled Values service at the process level, with MU-processed current samples delivered through Ethernet switches to protection relays via this protocol.

MMS Protocol (IEC 61850-8-1) is designed for centralized control at the substation level. Operating over TCP/IP, it supports services like data read/write (GetDataValues /SetDataValues), status monitoring (Report), command transmission (Control), and diagnostics/configuration [5].

The GOOSE protocol operates in multicast mode over Ethernet for real-time protection signal distribution (trip, block, interlock) with retransmission for reliability. This protocol suite fully supports the digital substation's three-level architecture (Process, Bay, Station), creating a system 5 times faster than traditional wired systems, with 72% less cabling and ±0.2% accuracy. The evolution of substation automation from traditional hardwired systems to digital architectures has brought revolutionary changes to the energy sector. The IEC 61850 international standard establishes a systematic foundation for organizing modern automation services in substation communication networks and systems. It provides a unified, object-oriented approach to integrating IEDs (Intelligent Electronic Devices), reducing design complexity while enhancing interoperability, scalability, and long-term system performance.

Modern digital substation architecture ensures seamless communication, automation, and real-time monitoring across electrical grid infrastructure. In a digital substation environment, IEC 61850 plays a central role in shaping SCADA system architecture. Standardized communication models enable uninterrupted flow of protection, control, and monitoring data from bay-level IEDs to station-level automation servers and remote-control centers. This architecture minimizes protocol dependency, simplifies system integration, and allows utilities to deploy scalable, secure, and future-proof substation communication networks while maintaining centralized operational visibility. A well-designed system adheres to the IEC 61850 substation communication standard, guaranteeing reliable data exchange between IEDs, SCADA systems, and control centers [7].

Cybersecurity System Analysis in Digital Substations. Existing dispatcher support systems fail to meet requirements for detecting cyberattack threats when making decisions on power grid operating modes. Developing specialized expert systems for monitoring digital substation cybersecurity should primarily focus on creating effective algorithms for monitoring cyber-secure states. Cyberattack simulation algorithms enable the formation of sample ordered selections of operating mode parameters for power grid sections, which can then be compared to current operating parameters. The methods underlying such algorithms largely replicate the operation of existing expert systems while adding the ability to detect abnormal operating modes in the analyzed sections. The complex configuration of power supply system leads to undistributed power allocation across consumer nodes, and to minimize potential damage, it is recommended to use specialized algorithms aimed at identifying "weak points" in the analyzed sections.

Second Component of Expert Systems is a suite of monitoring and recommendation algorithms activated when cybersecurity threats emerge. These algorithms process and analyze large volumes of statistical data, enabling the assessment of the likelihood of individual cyber threats across different power grid sections. The operating principles of these algorithms are discussed based on mathematical probability theory. It should be emphasized that the cybersecurity of individual IEUs (Internal Engine Units) must be considered in integral connection with the overall reliability of the CRPA (Central Relay Protection and Automation) subsystem. At the same time, given the advancement of modern computing technologies, the operational reliability of individual devices and CRPA complexes largely depends on the reliability of IEU software.

Siemens Solutions as a Positive Example demonstrate an effective comprehensive approach to organizing digital substation cybersecurity systems, incorporating several components: secure communication, operational security, access control, system monitoring, and more. Information security for Siemens digital devices complies with the IEC 62443 standard. Each cybersecurity component is implemented using appropriate hardware-software tools, with access control based on digital substation IEUs that interact with users, along with key and certificate management tools. High-level software has been developed for threat and vulnerability monitoring tasks, including IEU testing and detailed reporting. The development of such technical solutions leverages software implementations of existing 6–220 kV CRPA devices as cross-platform products supporting both editions of the IEC 61850 standard.

Key Features of CRPA Cross-Platform Architecture include enhanced system element reliability through industrial automation component bases and multi-stage quality control by leading

manufacturers; hardware-software adaptability and scalability via standardized and compatible tools from various manufacturers; cross-platform software compliant with IEC 61850; simultaneous operation of centralized and distributed models; flexible modification of operating logic; ability to extend element functions without altering core constructive parts; integration into existing digital substation systems; addressing energy security and cybersecurity for IEUs using local microprocessors and operating systems to reduce dependency on external factors in the power sector. Applying cross-platform standardized hardware-software components enables the creation of cyber-secure IEUs for digital substations. IEU development involves several key stages, where the first three stages form a reliable hardware-software (cyber-secure) platform independent of the IEU manufacturer [6].

Results and Discussion. The advantages of digital substations - such as real-time monitoring and remote control - enable early detection of faults in the power system, prompt elimination of issues, and prevention of emergency situations. Through automated analysis tools available in digital substations, it becomes possible to process large volumes of data and make optimal management decisions, resulting in increased overall reliability and stability of the system.

Digital substations significantly enhance the efficiency of electric power systems through modern information and communication technologies. In such substations, all data is transmitted and processed in digital form and monitored through centralized control systems. The use of fiber optic communication lines, smart sensors, and microprocessor-based protection relays increases signal transmission speed, improves resistance to electromagnetic interference, and ensures a high level of data accuracy.

Modeling results demonstrate significant advantages of the digital CPS system over traditional analog schemes: reduced signal transmission delays and RPA (Relay Protection and Automation) operating time, improved measurement accuracy, and a sharp decrease in secondary circuit faults. These results were obtained from simulations based on the IEC 61850 standard and can be applied in real substations.

Relay protection operating time via digital channel was 6.3 ms, compared to 21.7 ms in analog systems - 3.4 times faster. Current and voltage measurement accuracy improved to ±0.2%, achieved due to the high resolution of digital TT/VT and MUs. Total cable connection length shortened from 8.2 km to 2.3 km (Table 1), as fiber-optic Ethernet and process bus (IEC 61850-9-2) replaced copper cables. The probability of secondary circuit faults dropped by 62%, substituting weak mechanical contacts and long cables with digital protocols (SV and GOOSE).

Cable length reduction and interface merging enhance system reliability, simplify operation, and - through fewer copper connections, simplified installation, and prefabricated modules - enable 25–30% reduction in digital substation capital costs and up to 40% in operational costs. Moreover, using fiber optics instead of cables reduces cable trays, foundation construction, and overall control room and substation footprint. The system fully complies with existing SCADA protocols and easily integrates into Smart Grid.[4].

Table 1.

Comparative Characteristics

Indicator	Traditional	Digital	Change
Signal transmission time	20-25 ms	3-5 ms	↓ 5 times
Secondary circuit length	8.2 km	2.3 km	↓ 72%
Measurement accuracy	±1%	±0.2%	↑ 5 times
Reliability	0.93	0.98	↑ 5%

This modeling serves as a foundation for modernizing 110/10 kV substations in countries like Uzbekistan, as it reduces energy losses and enables state-based maintenance through digital

systems with remote monitoring, shortening time-dependent inspections. In the future, integration with AI and 5G will allow predictive accident forecasting, making digital substations not only technically but also economically efficient.

Conclusion. This study demonstrates that the application of digital substation technologies in 110/10 kV digital substation systems provides clear technical and economic advantages compared to traditional analog schemes. The operating time of protection relays has been reduced and improved (up to 5 times faster), the length of secondary circuits has decreased, the probability of failures has been reduced, and overall system reliability has increased. The significance of these results is clearly evident in real-world power system operation, where faster protection response minimizes the consequences of faults and prevents widespread power outages across entire regions. Higher measurement accuracy reduces energy losses, while shorter cabling lowers installation costs by 25–30%, and operational expenses can be reduced by up to 40%, ensuring strong economic efficiency. The strategic importance of this approach is particularly high for developing countries such as Uzbekistan, where 32% of transmission networks are outdated (based on 2026 data), making modernization essential. A three-level digital substation architecture based on the IEC 61850 standard not only improves efficiency but also ensures compatibility with existing protocols and supports Smart Grid integration.

Digital substations incorporate modern technologies, automation, remote control, and real-time monitoring capabilities. Through digital systems, data is transmitted quickly and accurately, enabling early detection and elimination of faults. In addition, they enhance energy efficiency, reduce operational costs, and strengthen system reliability. However, the implementation of digital substations requires significant initial financial investment and the involvement of highly qualified specialists. In the future, digital substations are expected to dominate the energy sector, as they play a crucial role in ensuring the stability, safety, and efficiency of power systems. At the same time, since conventional substations are compatible with existing infrastructure, the most optimal approach is a gradual digitalization of current systems—preserving their advantages while integrating new technologies.

References

[1]. A case study of 110/10 kV substation with centralized protection ,automation and control system [Electronic resource]. URL: https://www.electrical-engineering-portal.com/110-10-kv-substation-centralized-protection-control (access date 08.02.2020)

[2]. In Uzbekistan, one-third of the main (trunk) networks are outdated, and the president has instructed to accelerate modernization. [Electronic resource] URL: https://www.gazeta.uz/oz/2026/02/24/energy-lines/ (access date 24.02.2026)

[3]. Trends in electricity generation in 2025: analysis by industry experts. [Electronic resource] URL: https://www.professional-generator.com/uz/blog/2025-power-generation-trends-industry-expert-analysis (access date 20.11.2025)

[4]. Latipova M.I, Dultaboev S.S. Evaluation of the efficiency of a 110/10 kV digital substation // International conference on digital innovations: current challenges and solutions in modern physics.- 2025. - Vol. 3. - P. 214-216

[5]. A.E. Mozokhin, V.A. Soldatov, B.A. Staroverov. Algorithms and Programs for the Calculation of Electrical Networks. Modern Digital Technologies in Electric Power Engineering // Textbook - 2021 - P. 17-22

[6]. I.N. Kolosok, E.S. Korkina. Cybersecurity Analysis of a Digital Substation from the Perspective of a Cyber-Physical System // Information and Mathematical Technologies in Science and Management. 2019. No.3 – P. 121–131

[7]. Digital Substation Design and Automation with IEC 61850 // A Practical Guide for Engineering Excellence at Keentel Engineering [Electronic resource] URL: https://keentelengineering.com/digital-substation-design-and-automation-with-iec-61850 (access date 12.05.2025).

UO‘K 621.314

KONCHILIK KORXONALARIDA RUDANI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIK JARAYONLARIDA ELEKTR YUKLAMALARNING EHTIMOLLIK-STATISTIK QONUNIYATLARINI ANIQLASH VA ENERGIYA SAMARADORLIGINI BAHOLASH USULLARI

A.I. Karshibayev, Z.I. Jumayev, X.Sh. Murodov

ORCID: 0000-0003-1088-4041
e-mail: a_karshibaev@mail.ru
ORCID: 0009-0006-5653-5946
ORCID: 0000-0002-0517-8153
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Ushbu maqolada “Navoiy KMK” AJ ga qarashli 7-gidrometallurgiya zavodidagi rudani qayta ishlash jarayonidagi asosiy texnologik elektr energiya iste’molchilarining aktiv quvvat sarfi statistik tahlili masalalari ko‘rib chiqilgan. Konveyerlar, tegirmonlar va nasoslar bo‘yicha real ishlab chiqarish ma’lumotlari yig‘ilib, matematika statistikasi va ehtimollik nazariyasi usullari orqali qayta ishlangan. Kolmogorov–Smirnov mezoni asosida elektr yuklamalarining mos taqsimot qonunlari aniqlangan. Konveyerlar va ayrim nasoslar normal taqsimotga, tegirmonlar eksponensial taqsimotga, ayrim yuqori quvvatli nasoslar esa Weibull taqsimotiga baholash imkoniyati asoslangan. Olingan natijalar elektr energiya iste’moli rejimlarining past yuklama koeffitsiyenti, o‘rnatilgan quvvatning to‘liq ishlatilmasligi va iste’mol jarayonidagi statistik beqarorliklarni ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari konchilik korxonalarida elektr energiyasidan samarali foydalanish strategiyalarini shakllantirish, yuklamalarni optimallashtirish va energiya tejamkor boshqaruv tizimlarini ishlab chiqishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.*

Kalit so‘zlar: *konchilik korxonalari; rudani qayta ishlash; elektr energiyasi iste’moli; elektr yuklamalar; aktiv quvvat; ehtimollik-statistik tahlil; Kolmogorov–Smirnov mezoni; taqsimot qonunlari; normal taqsimot; eksponensial taqsimot; Veybull taqsimoti; energiya samaradorligi.*

Аннотация. *В данной статье рассмотрены вопросы статистического анализа расхода активной мощности основных технологических потребителей электрической энергии в процессе переработки руды на 7-гидрометаллургическом заводе АО «Навоийский ГМК». По конвейерам, мельницам и насосам были собраны реальные производственные данные, которые обработаны с применением методов математической статистики и теории вероятностей. На основе критерия Колмогорова–Смирнова определены соответствующие законы распределения электрических нагрузок. Обосновано, что конвейеры и отдельные насосы могут быть описаны нормальным распределением, мельницы — экспоненциальным распределением, а отдельные насосы высокой мощности — распределением Вейбулла. Полученные результаты показывают наличие низкого коэффициента загрузки режимов потребления электроэнергии, неполного использования установленной мощности, а также статистической неустойчивости процесса энергопотребления. Результаты исследования служат важной научной основой для формирования стратегий эффективного использования электрической энергии на горнодобывающих предприятиях, оптимизации нагрузок и разработки энергосберегающих систем управления.*

Ключевые слова: *горнодобывающие предприятия; переработка руды; потребление электрической энергии; электрические нагрузки; активная мощность; вероятностно-статистический анализ; критерий Колмогорова–Смирнова; законы распределения; нормальное распределение; экспоненциальное распределение; распределение Вейбулла; энергоэффективность.*

Annotation. *This article examines the statistical analysis of active power consumption by the main technological electricity consumers in the ore processing process at the 7th Hydrometallurgical Plant of JSC “Navoi MMC.” Real production data on conveyors, mills, and pumps were collected and processed using methods of mathematical statistics and probability theory. Based on the Kolmogorov–Smirnov test, the corresponding distribution laws of electrical loads were determined. It was substantiated that conveyors and certain pumps can be described by a normal distribution, mills by an exponential distribution, and certain high-power pumps by a Weibull distribution. The obtained results indicate a low load factor in electricity consumption regimes, incomplete utilization of installed capacity, and statistical instability in the energy consumption process. The research results serve as an important scientific basis for developing strategies for*

efficient electricity use in mining enterprises, optimizing loads, and designing energy-saving control systems.

Key words: *mining enterprises; ore processing; electricity consumption; electrical loads; active power; probabilistic-statistical analysis; Kolmogorov–Smirnov test; distribution laws; normal distribution; exponential distribution; Weibull distribution; energy efficiency.*

Kirish.

Konchilik korxonalari yuqori elektr energiya talab qiluvchi iste'molchilar bo‘lib, elektr energiya iste'moli darajasi doimiy ravishda oshib bormoqda. Bu foydali qazilmalarning qazib olinishi va qayta ishlanishi sharoitlarining o‘zgarishi, rudaning tarkibidagi foydali komponentlarning kamayishi, elektr energiya iste'moli yuqori bo‘lgan mexanizmlarning qo‘llanilishi hamda atrof-muhitni muhofaza qilish choralari joriy etilishi bilan bog‘liq.

Konchilik korxonalarida ishlab chiqarishda rudani maydalash jarayonidagi – asosiy elektr energiya iste'molchilarini qamrab oldi.

Elektr energiya iste'moli quyidagilar bilan tavsiflanadi:

1. Elektr energiya iste'moli barcha fasllarni qamrab oldi – qish, yoz, qishdan yozga va yozdan qishga o‘tish;

2. Elektr energiya iste'moli ham asosiy ish turini (rudani qayta ishlash) va texnologik bosqichlarini (rudani tashish, maydalash, gidrotransport) qamrab oldi;

3. Konchilik korxonalarining elektr energiyasi asosiy texnologik iste'molchilarini qamrab oldi: konveyyerlar, tegirmonlar, nasoslar va boshqalar.

4. Elektr energiya iste'moli natijasida quyidagi parametrlar amalga oshirildi:

- Fazalarda va uch fazada o‘rtacha kuchlanish;

- Fazalar bo‘yicha va uch fazada o‘rtacha tok;

- Fazalar bo‘yicha va uch fazali aktiv quvvat;

- Fazalar bo‘yicha va uch fazali reaktiv quvvat;

- Aktiv energiya – bir faza va uch fazali;

- Reaktiv energiya – bir faza va uch fazali;

- Quvvat koyeffitsiyenti – fazalar bo‘yicha;

-3 dan 52 gacha bo‘lgan garmonik komponentlar;

- Chastota.

Elektr energiya iste'moli rejimlarini korxonalardagi rudani maydalash jarayonidagi barcha asosiy elektr energiya iste'molchilarini qamrab oladi va ishonchli statistik hisoblashlarni o‘rnatish uchun asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin [1-4].

Asosiy qism.

Yaxshi ob-havo Eksperimentlar natijasida olingan elektr energiya iste'moli rejimlariga oid ma'lumotlar zavodning rudani maydalash jarayonida qo‘llaniladigan asosiy elektr energiya iste'molchilarning deyarli barchasini qamrab oldi va ushbu ma'lumotlar ishonchli statistik baholash mezonlarini ishlab chiqish va elektr energiyasidan samarali foydalanish strategiyalarini shakllantirish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Tayyor mahsulot ishlab chiqarishda rudani qayta ishlash va boyitish uchun konchilik korxonaning elektr energiya iste'moli rejimlarini tahlil qilish ehtimollik nazariyasi, matematik statistika usullaridan foydalangan holda amalga oshirildi. Tahlil natijasida elektr energiya iste'moli rejimlarining tasodifiy jarayonlar sifatidagi statistik xususiyatlari aniqlangan, jumladan: o‘rtacha qiymat, mediana, moda, assimetriya, eksess va o‘rtacha kvadrat og‘ish. Konchilik korxonalarini iste'molchilarining elektr energiya iste'molining statistik xususiyatlari 1.1-jadvalda keltirilgan [2-6].

1.1-jadval.

Konchilik korxonalarining elektr energiya iste'molchilarining aktiv quvvat (kVt) taqsimotining statistik xususiyatlari.						
Elektr iste'molchilari Po'rn, kVt	**O'rtacha**	**Mediana**	**Moda**	**Assimetriya**	**Ekstess**	**O'rtacha kvadrat og'ishlar**
Konveyyer №1 (500)	228,78	234	245	-0,22	-0,17	26,87
Konveyyer №2 (75)	40,27	39,4	39,4	0,53	0,34	4,70
Konveyyer №3 (200)	100,54	100,85	80,5	-0,71	0,78	18,52
Konveyyer №4 (500)	263,32	268,07	289,1	-0,55	-1,07	25,59
Tarozili konveyyer (55)	27,44	27,3	26,1	0,477	-0,528	2,76
Tegirmon №1 (4000)	2613,19	2541,5	2458,4	0,56	-0,33	254,09
Tegirmon №2 (4000)	2703,24	2587,3	2501,7	0,59	-0,45	262,12
Tegirmon №3 (4000)	2634,41	2564,2	2519,8	0,54	-0,46	271,17
Tegirmon №4 (4000)	2648,13	2557,4	2492,3	0,60	-0,47	259,11
Tegirmon №5 (4000)	2714,35	2593,1	2501,7	0,57	-0,55	262,12
Tegirmon №6 (4000)	2554,21	2472,4	2432,5	0,52	-0,52	245,45
Tegirmon №7 (2500)	797,83	797,5	897,2	-0,46	-0,53	80,46
Tegirmon №8 (2500)	783,14	784,6	881,7	-0,44	-0,50	78,14
Zumf nasos №1-6 (400)	285,54	284,6	310,4	0,25	-0,55	18,2
Zumf nasos №7-8 (250)	189,47	188,94	205,7	0,19	-0,43	15,3
Nasos №1 (800)	644,52	643,8	611,3	-0,24	-0,13	36,61
Nasos №2 (630)	518,05	520,0	523,3	0,28	0,05	20,67
Nasos №3 (500)	430,8	426,0	423,1	0,71	0,44	14,12
Nasos №4 (500)	423,3	418,4	417,2	0,68	0,41	13,74
Nasos №5 (1000)	629,13	625,5	623,1	0,81	0,74	23,27
Nasos №6 (1000)	618,42	616,3	613,7	0,92	0,62	24,35

Statistik tavsiflarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, aktiv quvvat uchun texnologik elektr energiya iste'molchilarining o'rtacha yuklama koyeffitsiyentlari:

- konveyyer №1 uchun 0,40 dan 0,65 gacha;
- konveyyer №2 uchun 0,42 dan 0,69 gacha;
- konveyyer №3 uchun 0,38 dan 0,62 gacha;
- konveyyer №4 uchun 0,42 dan 0,60 gacha;
- tarozili konveyyer uchun 0,41 dan 0,64 gacha;

- tegirmon №1 uchun 0,49 dan 0,81 gacha;
- tegirmon №2 uchun 0,50 dan 0,80 gacha;
- tegirmon №3 uchun 0,48 dan 0,79 gacha;
- tegirmon №4 uchun 0,51 dan 0,83 gacha;
- tegirmon №5 uchun 0,49 dan 0,82 gacha;
- tegirmon №6 uchun 0,47 dan 0,80 gacha;
- tegirmon №7 uchun 0,28 dan 0,41 gacha;
- tegirmon №8 uchun 0,29 dan 0,43 gacha;
- zumf nasos №1 uchun 0,60 dan 0,75 gacha;
- zumf nasos №2 uchun 0,60 dan 0,75 gacha;
- zumf nasos №3 uchun 0,60 dan 0,75 gacha;
- zumf nasos №4 uchun 0,60 dan 0,75 gacha;
- zumf nasos №5 uchun 0,60 dan 0,75 gacha;
- zumf nasos №6 uchun 0,60 dan 0,75 gacha;
- zumf nasos №7 uchun 0,60 dan 0,75 gacha;
- zumf nasos №8 uchun 0,60 dan 0,75 gacha;
- nasos №1 uchun 0,62 dan 0,87 gacha.
- nasos №2 uchun 0,60 dan 0,79 gacha.
- nasos №3 uchun 0,64 dan 0,89 gacha.
- nasos №4 uchun 0,64 dan 0,89 gacha.
- nasos №5 uchun 0,57 dan 0,83 gacha.
- nasos №6 uchun 0,58 dan 0,81 gacha.

Texnologik elektr energiya iste'molchilarning aksariyat qismi yuklamalarning statistik jihatdan har hil turdagi xususiyatiga ega, bu taqsimlashning polimodalligidan dalolat beradi. Bu texnologik qurilmalarning statistik jihatdan har hil turdagi ish rejimini tavsiflaydi.

Aktiv yuklamalarning o‘rtacha qiymatlar atrofida o‘zgarishi nisbatan past darajaga ega bo‘lib, bu o‘rtacha kvadrat og‘ishlar qiymatlari bilan tasdiqlanadi. .[3-8]

Olingan ma'lumotlar shuni ko‘rsatadiki, amalda ayrim elektr energiya iste'molchilar sezilarli darajada kam yuklanish bilan ishlaydi. Umuman olganda, 7-GMZ da rudani maydalash jarayonidagi texnologik iste'molchilarining elektr energiya iste'moli rejimlari o‘rnatilgan quvvat sarfini to‘liq ishlatmaslik va shuning uchun mashinalar va qurilmalarning texnologik quvvat imkoniyatlaridan to‘liq foydalanmaslik bilan tavsiflanishi mumkin, bu esa o‘z navbatida yuqori quvvat sarfi uchun shartlardan biri.

Yuqoridagi ma'lumotlar shuni ko‘rsatadiki, asosiy texnologik elektr energiya iste'molchilarning yuklanishi to‘liq emas, bu energiya ko‘rsatkichlarining yomonlashishiga va natijada elektr energiyasidan foydalanish samaradorligining pasayishiga olib keladi.

Tasodifiy o‘zgaruvchi sifatida iste'mol qilinadigan aktiv quvvatning o‘zgaruvchanligi nisbatan past darajaga ega.

Ba'zi elektr energiya iste'molchilar elektr energiya iste'molining statistik jihatdan bir turli xususiyatiga ega, bu texnologik qurilmalarning ishlashidagi beqarorlikni ko‘rsatadi, bu esa elektr energiya iste'moli samaradorligining pasayishiga olib keladi.

Kolmogorov – Smirnov mezonidan (ishonch ehtimoli 0,95 ga teng), yordamida elektr energiya iste'molchilarning elektr yuklamalarini taqsimlash qonuniyatlarini o‘rnatish uchun, olingan eksperimental taqsimotlarning nazariy: normal, beta, gamma, eksponensial, Veibull, logaritmik normal holatga tegishliligi haqidagi farazlar sinovdan o‘tkazildi. Statistik gipotezalarni sinab ko‘rish shuni ko‘rsatdiki, eksperimental taqsimotlar normal taqsimot qonuniga eng yaxshi mos keladi, ya'ni ular umumiy ifodaga ega:

$$f(P) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}*\sigma} e^{-\frac{(P-\overline{P})^2}{2*\sigma^2}}, \quad (1)$$

bu yerda: $\overline{P}$ – yuklamaning o‘rtacha qiymati; σ – o‘rtacha kvadratli og‘ish.

Bunday holatda (tegirmon uchun) eksperimental taqsimot eksponensial qonunga yaxshiroq mos keladi:

$$f(P) = \lambda e^{\lambda * P}, \quad (2)$$

bu yerda: λ – jarayon sodir bo‘lish intensivligini tavsiflovchi taqsimot parametri.

Ayrim holatda (nasos uchun) eksperimental taqsimot Veibull qonunga yaxshiroq mos keladi:

$$f(P) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{P}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-(P/\eta)^{\beta}} \quad (P \geq 0) \quad (3)$$

bu yerda: P – yuklamaning o‘rtacha qiymati; β — forma parametri, bu parametr nasosning ishlash xususiyatini, ya’ni uning ishlash muddatining tarqalishini belgilaydi. Agar β>1 bu degani nasos vaqt o‘tishi bilan xato qilish ehtimoli oshadi; agar β=1 bu eksponensial taqsimotga o‘xshash bo‘ladi (ya’ni xatolar muntazam ravishda taraladi); agar β<1 nasos birinchi bosqichlarda tezroq buziladi. η — shkala parametri, bu haqiqiy ishlash vaqti yoki muammo paydo bo‘lishining o‘rtacha davrini belgilaydi. .[6-7]

“Navoiy KMK” AJ qarashli 7–gidrometallurgiya zavodida texnologik elektr energiya iste’molchilarining asosiy turlarining aktiv quvvatini taqsimlash qonunlarining parametrlari 1.2-jadvalda keltirilgan.

1.2-jadval.

7-**gidrometallurgiya zavodining asosiy texnologik elektr energiya iste’molchilarining aktiv quvvat sarfini taqsimlash qonunlari**					
Elektr iste’molchilari	**Taqsimot qonuni**	**O‘rtacha**	**o‘rtacha kvadrat og‘ishlar**	**λ**	**β**
Konveyyer №1	Normal	228,78	26,87	-	-
Konveyyer №2	Normal	40,27	4,70	-	-
Konveyyer №3	Normal	100,54	17,52	-	-
Konveyyer №4	Normal	263,32	25,59	-	-
Tarozili konveyyer	Normal	27,44	2,76	-	-
Tegirmon №1	Eksponensial	2613,19	254,09	0,01	-
Tegirmon №2	Eksponensial	2703,24	262,12	0,01	-
Tegirmon №3	Eksponensial	2634,41	271,17	0,01	-
Tegirmon №4	Eksponensial	2648,13	259,11	0,01	-
Tegirmon №5	Eksponensial	2714,35	262,12	0,01	-
Tegirmon №6	Eksponensial	2554,21	245,45	0,01	-
Tegirmon №7	Eksponensial	797,83	80,46	0,01	-
Tegirmon №8	Eksponensial	783,14	78,14	0,01	-
Zumf nasos №1	Normal	285,54	18,2	-	-
Zumf nasos №2	Normal	284,44	18,1	-	-
Zumf nasos №3	Normal	285,84	18,3	-	-
Zumf nasos №4	Normal	286,12	18,1	-	-
Zumf nasos №5	Normal	285,14	18,2	-	-
Zumf nasos №6	Normal	285,34	18,1	-	-
Zumf nasos №7	Normal	190,37	15,4	-	-
Zumf nasos №8	Normal	189,47	15,3	-	-
Nasos №1	Normal	644,52	36,61	-	-
Nasos №2	Normal	518,05	20,67	-	-
Nasos №3	Normal	430,8	14,12	-	-
Nasos №4	Normal	423,3	13,74	-	-
Nasos №5	Veibull	629,13	23,27	-	,67
Nasos №6	Veibull	618,42	24,35	-	0,67

Ushbu jadvalda turli elektr energiya iste’molchilari (konveyyerlar, tegirmonlar, nasoslar) ning taqsimot qonunlari va tegishli o‘rtacha qiymatlari va o‘rtacha kvadrat og‘ishlari ko‘rsatilgan. Bu ma’lumotlar orqali har bir iste’molchining elektr energiya iste’molini tahlil qilish mumkin. Tahlilni turli taqsimotlar (Normal, Eksponensial, Veibull) nuqtai nazaridan o‘tkazamiz.

1. Normal taqsimot (konveyyerlar va №1-4 nasoslar uchun) ko‘pincha o‘rtacha va o‘rtacha kvadrat og‘ishlar asosida ifodalanadi. Jadvaldagi normal taqsimotga ega ma’lumotlar o‘rtacha qiymat va o‘rtacha kvadrat og‘ish yordamida tasvirlanadi.

O‘rtacha qiymat – bu parameter, ma’lumotlar to‘plamining markaziy tendensiyasini, ya’ni ma’lumotlarning o‘rtacha darajasini ko‘rsatadi.

O‘rtacha kvadrat og‘ish – bu qiymat ma’lumotlar to‘plamining o‘zgaruvchanligini (tarqalishini) ko‘rsatadi. Kichik o‘rtacha kvadrat og‘ish – ma’lumotlar o‘rtacha qiymatga yaqin, katta o‘rtacha kvadrat og‘ish – ma’lumotlar tarqalgan. Misol uchun, Konveyyer №1: o‘rtacha – 228,78 ga teng, o‘rtacha kvadrat og‘ish – 26,87 ga teng. Bu shuni anglatadiki, konveyyerning elektr energiya iste’moli o‘rtacha 228,78 birlik atrofida va u 26,87 birlik o‘zgaradi. Nasos №1: O‘rtacha – 644,52, O‘rtacha kvadrat og‘ish – 36,61. Bu qiymatlar nasosning elektr energiya iste’moli o‘rtacha 644,52 birlikni tashkil qiladi, lekin uning o‘zgaruvchanligi (tarqalishi) 36,61 birlikni tashkil qiladi. [9-12]

Normal taqsimot ko‘ra elektr energiya iste’moli nisbatan barqaror bo‘lgan va kam o‘zgaradigan tizimlar (konveyyerlar va №1-4 nasoslar) uchun mos keladi. Bu tizimlar o‘rtacha qiymatga yaqin bo‘ladi, lekin kamdan-kam holatlarda o‘zgaradi.

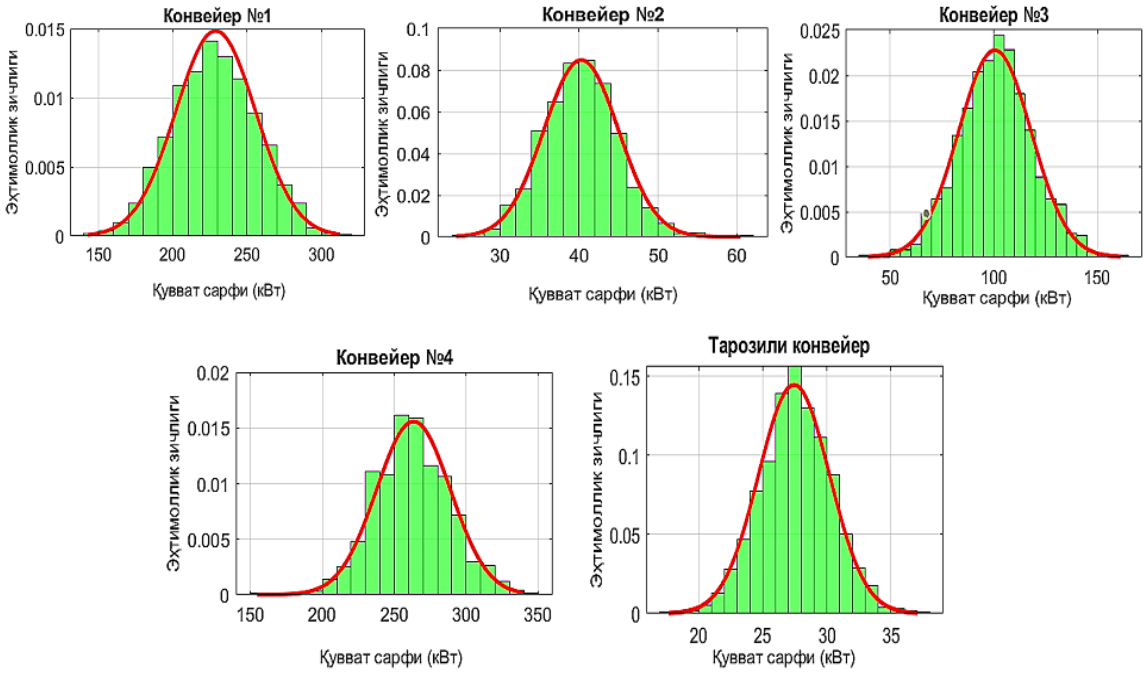
2. Eksponensial taqsimot (tegirmonlar) o‘zgaruvchilarni birinchi navbatda tashqaridan kelgan hodisalar yoki voqealar bo‘yicha modellash uchun ishlatiladi. Eksponensial taqsimot, o‘rtacha qiymatni va λ (tezlik) parametrini o‘z ichiga oladi. Misol uchun, tegirmon №1 uchun, o‘rtacha – 2613,19 ga teng o‘rtacha kvadrat og‘ish – 254,09 ga teng λ – 0,01ga teng. Bu parametrlar tegirmonlar uchun elektr energiya iste’molining doimiy ravishda oshishi yoki kamayishini tasvirlaydi, lekin ularning o‘rtacha kvadrat og‘ishi (tarqalishi) ko‘p. tegirmon №2: o‘rtacha – 2703,24 ga teng o‘rtacha kvadrat og‘ish – 262,12 ga teng λ – 0,01ga teng. Ushbu parametrlar tegirmonlar o‘rtasida ozgina farq mavjud bo‘lishi mumkin, lekin ular ko‘pincha bir xil eksponensial taqsimotga asoslanadi.

Eksponensial taqsimotda o‘rtacha qiymatdan farqli ravishda, elektr energiya iste’moli o‘zi muayyan bir vaqt oralig‘ida yoki intervalda bo‘lishi mumkin, bu «poisson» hodisasi sifatida ifodalanadi. Bu esa eng yuqori iste’molga yoki resurslarga o‘xshash holatlar uchun dolzarbligini ko‘rsatadi. Eksponensial taqsimotga ko‘ra, tegirmonlar kabi tizimlar uchun mos keladi, chunki ularning elektr energiya iste’moli vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishi mumkin. Bu taqsimot ko‘proq ehtimollik va vaqt o‘tishiga asoslangan.

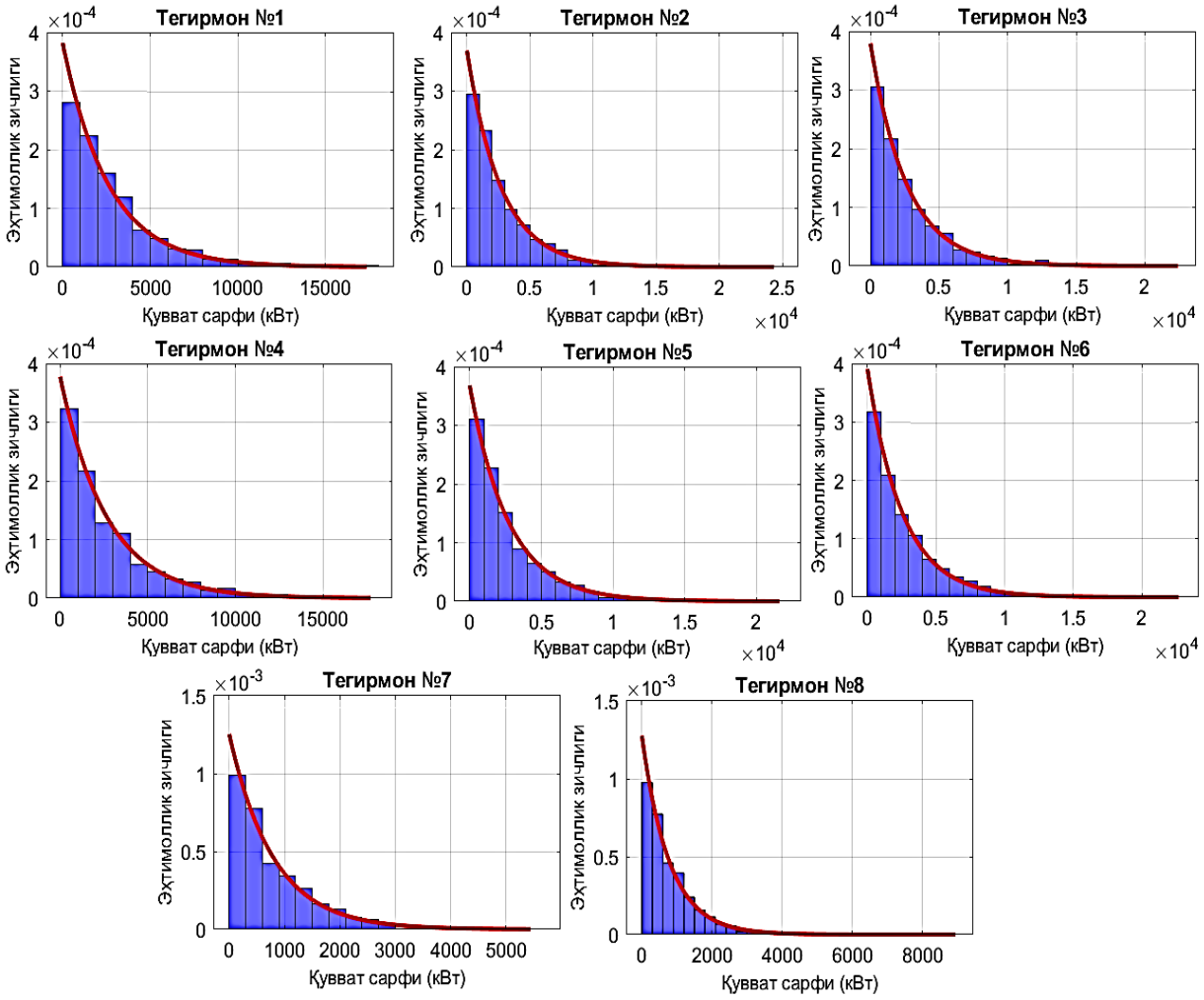
3. Veibull taqsimot (№5-6 nasoslar uchun) asosan tugash vaqtini yoki hayotiylikni o‘lchash uchun ishlatiladi. Bu o‘rtacha kvadrat og‘ish va β shakl parametriga asoslanadi. β parametri o‘zgaruvchanlikni va qisqa yoki uzoq muddatli voqealarni tushuntiradi. Misol uchun nasos №5 uchun o‘rtacha – 629,13 ga teng o‘rtacha kvadrat og‘ish – 23,27 ga teng β – 0,67 ga teng. Bu nasosning elektr energiya iste’moli qisqa muddatli va kam o‘zgaruvchi taqsimotga ega. β ning 0,67 qiymati esa, nasosning elektr energiya iste’moli qisqa vaqt davomida yaxshi o‘zgarmasligini bildiradi. nasos №6 uchun, o‘rtacha – 618,42 ga teng o‘rtacha kvadrat og‘ish – 24,35 ga teng β – 0.67 ga teng. Bu nasosda ham o‘xshash xususiyatlar bor, ya’ni u veibull taqsimotiga ega.

Veibull taqsimotga ko‘ra, №5-6 nasoslar kabi tizimlar uchun mos keladi, chunki ular ma’lum bir hayot davomida ishlash imkoniyatiga ega va bu tizimlar qisqa muddatda o‘zgarmaslikka moyil. [11-13]

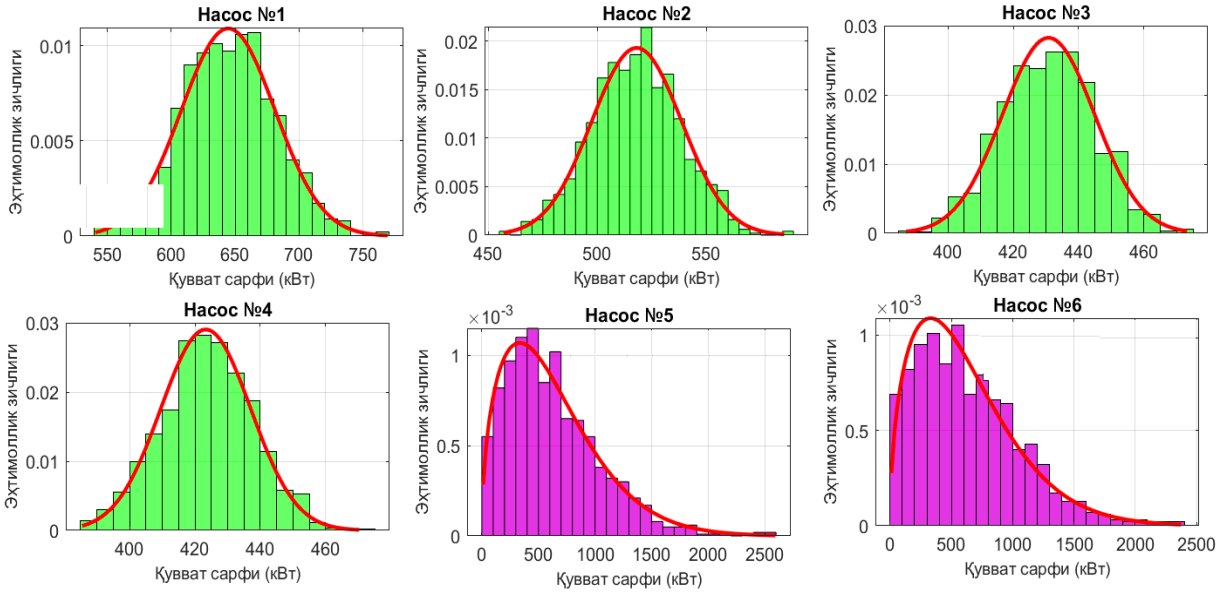
Elektr energiya iste’molchilarining quvvat sarfi taqsimotining gistogramma tavsiflari 1.1-rasmda keltirilgan.


Конвейер №1
Эҳтимоллик зичлиги
Қувват сарфи (кВт)
Конвейер №2
Эҳтимоллик зичлиги
Қувват сарфи (кВт)
Конвейер №3
Эҳтимоллик зичлиги
Қувват сарфи (кВт)
Конвейер №4
Эҳтимоллик зичлиги
Қувват сарфи (кВт)
Тарозили конвейер
Эҳтимоллик зичлиги
Қувват сарфи (кВт)

a)


Тегирмон №1
Тегирмон №2
Тегирмон №3
Тегирмон №4
Тегирмон №5
Тегирмон №6
Тегирмон №7
Тегирмон №8
Эҳтимоллик зичлиги
Қувват сарфи (кВт)

b)



v)

1.1-rasm. Elektr energiya iste'molchilarining quvvat sarfi taqsimotining gistogramma tavsiflari. a) konveyyerlar uchun; b) tegirmonlar uchun; v) nasosllar uchun.

Xulosa.

Grafikalarda ko‘rinib turibdiki, konveyyerlar va №1-4 nasoslarning elektr energiya iste'molining normal taqsimotga to‘g‘ri keladiganligi, ular o‘rtacha qiymat atrofida jamlanganini ko‘rsatadi. Gistogramma yashil rangda, taqsimot funksiyasi esa qizil rangda ko‘rsatilgan. Bu qurilmalarda kichik o‘zgarishlar va barqaror ish rejimi mavjudligini bildiradi. Tegirmonlar eksponensial taqsimotda, ma'lumotlar ko‘pincha o‘zgaruvchi va ba'zan katta farqlar bilan tarqalgan bo‘ladi. Tegirmonlar ko‘pincha uzoq muddatli ishda kuchli o‘zgarishlar ko‘rsatishi mumkin, ya'ni ba'zi holatlarda kuchli iste'mol bo‘lishi mumkin, lekin ularning ehtimollik zichligi tez kamayadi.

Veibull taqsimoti nasoslar uchun samarali ishlaydi, chunki u tizimning ishlash muddati yoki vaqtga bog‘liq noaniqliklarni tasvirlaydi. Nasoslar ko‘pincha barqaror ishlaydi va ehtimollik zichligi boshlang‘ichda yuqori bo‘lsa, keyin pasayadi.

Olingan taqsimot qonunlari rudani qayta ishlashda zavodning asosiy texnologik qurilmalari, mashinalari va jihozlarining aktiv quvvat iste'moli rejimlarining elektr yuklamalarini ishonchli tarzda tavsiflaydi.

Adabiyotlar

[1]. A. I. Karshibayev, Z. I. Jumayev, “Expanding the level of forecasting and operational planning of electric consumption at mining enterprise” in E3S Web of Conferences, 2023, pp. 416-418. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341703015.

[2]. A.I. Karshibayev, Z.I. Jumayev, Sh.Sh. Abdullayev, Development of modern methods of increasing the efficiency of electricity use in mining enterprises // Journal of Advances in Engineering Technology 2022, pp. 39-42.

[3]. G.Boynazarov, A. Tovbaev, U. Usarov, Methology of experimental research of voltage quality in electrical circuit, E3S Web of Conferences 548, 03009 (2024) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202454803009

[4]. Raximov, F., Taslimov, A., Majidov, A., & Norqulov, A. (2024). Optimization of losses by switching to higher voltage in distribution networks. In E3S Web of Conferences (Vol. 525, p. 03009). EDP Sciences. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452503009

[5]. Boboqulov J., Narzullayev B, Development of a model for diagnosing rotor conditions in the parallel connection of synchronous generators with the network, E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 525. – C. 06001. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452506001

[6]. Narzullayev B. S., Eshmirzaev M. A, Causes of the appearance of current waves in high voltage electric arc furnaces, and methods of their reduction, E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 417. – C. 03003. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341703003

[7]. Akram Tovbaev., Islom Togaev., Uktam Usarov.,Gulom Nodirov, Reactive power compensation helps maintain a stable voltage profile across the network, AIP Conf. Proc. 3331, 060014 (2025). https://doi.org/10.1063/5.0307209
[8]. Asliddin Norqulov, Feruz Raximov, Methods for evaluating financial and economic effectiveness of investment projects in the energy sector with time factor considerations, AIP Conf. Proc. 3331, 030070-1–030070-6. https://doi.org/10.1063/5.0306104
[9]. Shukhrat Abdullaev., Ziyodullo Eshmurodov., Islom Togaev, A systematic analysis of the gradual increase in quality indicators of electricity using reactive power sources involves several steps, AIP Conf. Proc. 3331, 040051 (2025). https://doi.org/10.1063/5.0306786
[10]. Bobur Narzullayev; Javokhir Boboqulov, Improving reliability based on diagnostics of the technical condition of electric motor stator gutters, AIP Conf. Proc. 3331, 030032 (2025). https://doi.org/10.1063/5.0305735
[11]. Abdurakhim Taslimov., Feruz Raximov., Farrukh Rakhimov., Iles Bakhadirov, Optimal parameters and selection criteria for neutral grounding resistors in 20 kv electrical networks, AIP Conf. Proc. 3331, 030048 (2025) https://doi.org/10.1063/5.0306108
[12]. Islom Togaev., Akram Tovbaev., Gulom Nodirov, Systematic analysis of reactive power compensation in electric networks is essential for improving electricity quality enhancing system stability, and reducing operational costs, AIP Conf. Proc. 3331, 030099 (2025) https://doi.org/10.1063/5.0305740
[13]. Abdurakhim Taslimov., Farrukh Rakhimov., Feruz Rakhimov., Vaxobiddin Mo'minov, Analysis of the results of sampling the surfaces of sections of rural electric networks, AIP Conf. Proc. 3331, 030041 (2025) https://doi.org/10.1063/5.0305783

UDK 620.92:621.548:621.311

SHAMOL VA QUYOSH ENERGIYASIGA ASOSLANGAN GIBRID TIZIMNING LABORATORIYA SHAROITIDA SAMARADORLIGINI TADQIQ QILISH

B.O. Rustamov, B.B. Boynazarov

Farg'ona davlat texnika universiteti[1,2]
Mas'ul muallif, e-mail: baxaoffical096@gmail.com

Annotatsiya. *Ushbu maqolada shamol va quyosh energiyasiga asoslangan gibrid energiya tizimining laboratoriya sharoitidagi samaradorligi tadqiq etilgan. Tadqiqot jarayonida quyosh panelining 15°, 30°, 45°, 60° va 90° burchaklardagi ishlash ko'rsatkichlari o'lchandi hamda optimal burchak aniqlandi. Shuningdek, shamol generatorining 5-7 m/s tezlikdagi ishlash parametrlari o'rganildi. Olingan natijalar asosida alohida va gibrid tizimlarning samaradorligi taqqoslandi. Natijalar gibrid tizimning yuqori samaradorlikka va barqaror energiya ishlab chiqarish imkoniyatiga ega ekanligini ko'rsatdi.*

Kalit so'zlar: *gibrid energiya tizimi, quyosh paneli, shamol generatori, samaradorlik, laboratoriya tadqiqoti, optimal burchak, qayta tiklanuvchi energiya*

Аннотация. *В данной статье исследуется эффективность гибридной энергетической системы, основанной на солнечной и ветровой энергии, в лабораторных условиях. В ходе эксперимента были измерены параметры работы солнечной панели при углах наклона 15°, 30°, 45°, 60° и 90°, а также определён оптимальный угол. Кроме того, изучены характеристики работы ветрового генератора при скорости ветра 5-7 м/с. На основе полученных данных проведено сравнение эффективности отдельных и гибридной систем. Результаты показали, что гибридная система обладает более высокой эффективностью и обеспечивает более стабильную выработку энергии.*

Ключевые слова: *гибридная энергетическая система, солнечная панель, ветровой генератор, эффективность, лабораторные исследования, оптимальный угол, возобновляемая энергия*

Abstract.*This paper investigates the efficiency of a hybrid energy system based on solar and wind energy under laboratory conditions. During the experiment, the performance of the solar panel was measured at tilt angles of 15°, 30°, 45°, 60°, and 90°, and the optimal angle was determined. Additionally, the characteristics of a wind generator operating at a wind speed of 5-7 m/s were analyzed. Based on the obtained results, a comparative analysis of standalone and hybrid systems was conducted. The results demonstrated that the hybrid system provides higher efficiency and more stable energy generation compared to individual systems.*

Keywords*: hybrid energy system, solar panel, wind generator, efficiency, laboratory research, optimal angle, renewable energy*

Kirish

Hozirgi kunda energiya resurslariga bo‘lgan talabning ortib borishi va an’anaviy yoqilg‘i manbalarining cheklanganligi sababli qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan samarali foydalanish dolzarb masalaga aylangan. Ayniqsa, quyosh va shamol energiyasi ekologik toza va barqaror energiya manbalari sifatida keng qo‘llanilmoqda. Biroq ushbu manbalarning asosiy kamchiligi ularning ob-havo sharoitlariga bog‘liqligi va uzluksiz energiya ishlab chiqarishni ta’minlay olmasligidadir.

Shu sababli so‘nggi yillarda quyosh va shamol energiyasini birlashtirgan gibrid tizimlar keng tadqiq etilmoqda. Bunday tizimlar energiya ishlab chiqarishda barqarorlikni oshiradi va umumiy samaradorlikni yaxshilaydi. Ushbu maqolada shamol va quyosh energiyasiga asoslangan gibrid tizimning laboratoriya sharoitidagi samaradorligi o‘rganiladi. Tadqiqot jarayonida quyosh panelining turli burchaklardagi ishlash ko‘rsatkichlari hamda shamol generatorining ma’lum tezlikdagi ishlash parametrlari aniqlanib, ularning gibrid tizimdagi o‘zaro ta’siri tahlil qilinadi.

Adabiyotlar sharhi

So‘nggi yillarda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan, xususan, quyosh va shamol energiyasidan samarali foydalanish bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu tadqiqotlar asosan alohida tizimlar va ularning kombinatsiyasi — gibrid tizimlarning samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Quyosh energiyasi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlarda quyosh panellarining ishlash samaradorligi turli omillarga bog‘liqligi aniqlangan. International Energy Agency hisobotlarida quyosh panellarining samaradorligi ularning o‘rnatilish burchagi va quyosh nurlanish intensivligiga sezilarli darajada bog‘liq ekanligi ko‘rsatib o‘tilgan [1]. Shuningdek, National Renewable Energy Laboratory tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda optimal burchakni tanlash orqali energiya ishlab chiqarishni 20–30% gacha oshirish mumkinligi aniqlangan [2]. Biroq ushbu ishlarning aksariyati real laboratoriya sharoitidan ko‘ra modellashtirish asosida amalga oshirilgan.

Shamol energetikasi sohasida olib borilgan ilmiy ishlarda shamol tezligining generator quvvatiga ta’siri chuqur o‘rganilgan. Xususan, Global Wind Energy Council ma’lumotlariga ko‘ra, shamol generatorlarining samaradorligi asosan shamol tezligiga bog‘liq bo‘lib, quvvat tezlikning kubiga proporsional ravishda oshadi. International Renewable Energy Agency hisobotlarida esa past tezlikli shamollarda ishlovchi kichik generatorlarning samaradorligi pastligi va ularni takomillashtirish zarurligi qayd etilgan [3].

Biroq ushbu tadqiqotlarning aksariyati kompyuter modellashtirish (MATLAB, HOMER kabi dasturlar) asosida amalga oshirilgan bo‘lib, real laboratoriya tajribalari kam yoritilgan.

Shuningdek, mavjud ilmiy ishlarda quyosh panelining turli burchaklardagi ishlashini va shamol generatorining ma’lum tezlikdagi natijalarini birgalikda eksperimental ravishda tahlil qilish yetarli darajada o‘rganilmagan. Ayniqsa, kichik quvvatli laboratoriya stendlarida gibrid tizimning real samaradorligini aniqlash masalasi dolzarb bo‘lib qolmoqda.

Shu sababli ushbu tadqiqot ishida quyidagi jihatlarga alohida e’tibor qaratildi:

1) quyosh panelining 15°, 30°, 45°, 60° va 90° burchaklardagi ishlash samaradorligini aniqlash;
2) shamol generatorining 5 m/s tezlikdagi ishlash parametrlarini o‘rganish;
3) alohida tizimlar va gibrid tizim natijalarini tajriba asosida taqqoslash;
4) gibrid tizimning laboratoriya sharoitida ustunligini eksperimental isbotlash.

Natijada ushbu ish mavjud tadqiqotlardan farqli ravishda nazariy emas, balki **amaliy laboratoriya tajribalari asosida** gibrid tizim samaradorligini baholashga qaratilganligi bilan ahamiyatlidir.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu tadqiqot ishida shamol va quyosh energiyasiga asoslangan gibrid tizimning samaradorligini baholash laboratoriya sharoitida eksperimental usulda amalga oshirildi. Tajribalar maxsus o‘quv laboratoriya stendida — LEX Solar SmartGrid qurilmasi yordamida olib borildi.

Tadqiqot obyekti va qurilmalar

Tadqiqot jarayonida quyidagi asosiy komponentlardan foydalanildi:

1) quyosh paneli (fotoelektr modul);
2) kichik quvvatli shamol generatori, suniy shamol moduli;
3) yuklama (iste’molchi);
4) o‘lchov asboblari (voltmetr, ampermetr, animometr);
5) boshqaruv va ulash modullari.

Mazkur qurilmalar yordamida alohida va gibrid tizimlar hosil qilinib, ularning ishlash ko‘rsatkichlari o‘lchandi.

Tajriba o‘tkazish tartibi

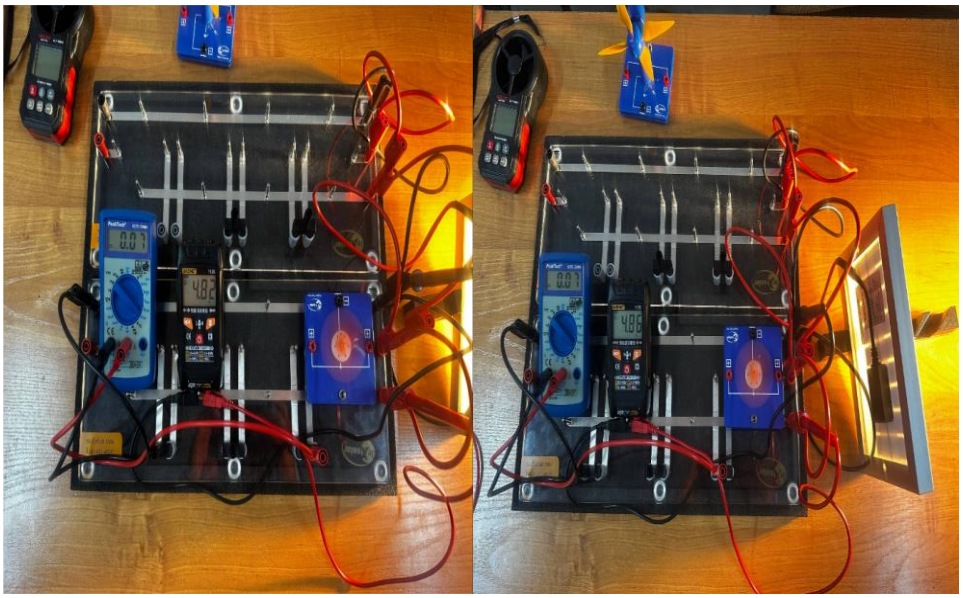
Tadqiqot uch bosqichda amalga oshirildi:

1-bosqich: Quyosh panelini tadqiq qilish

Quyosh panelining samaradorligini aniqlash maqsadida uning og‘ish burchagi bosqichma-bosqich o‘zgartirildi. 15°, 30°, 45°, 60° va 90°

Har bir burchak uchun quyidagi parametrlar o‘lchandi:

a) chiqish kuchlanishi (U);
b) tok kuchi (I);
c) hisoblangan quvvat (P = U × I).



1-rasm. Quyosh elementi asosida sistemani har hil burchak ostida hususiyatlarini tahlil qilish.

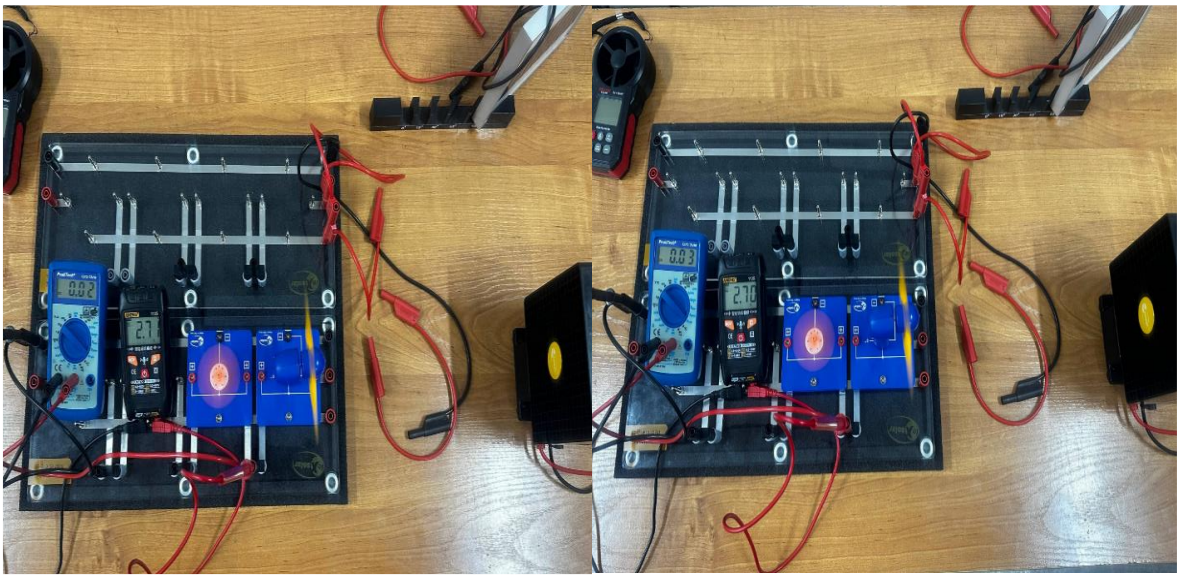
2-bosqich: Shamol generatorini tadqiq qilish

Shamol generatorining ishlash samaradorligini aniqlash uchun tajribalar **5 m/s shamol tezligida** amalga oshirildi.

Ushbu bosqichda quyidagi parametrlar o‘lchandi:

a) chiqish kuchlanishi;
b) tok kuchi;
c) ishlab chiqarilgan quvvat.

Natijalar shamol generatorining berilgan tezlikdagi ishlash xususiyatlarini baholash imkonini berdi.



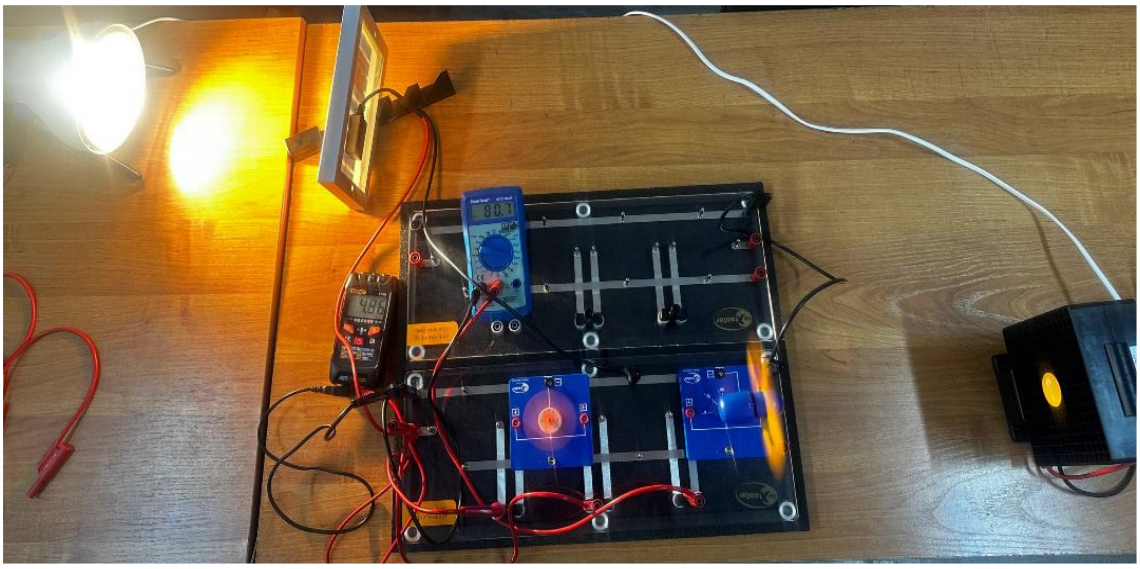
2-rasm.Kichik shamol generatorini 5-7 m/s tezliklarda hususiyatlarini tahlil qilish.

3-bosqich: Gibrid tizimni tadqiq qilish

Uchinchi bosqichda quyosh paneli va shamol generatori yagona tizimga birlashtirildi, ya’ni **gibrid tizim** hosil qilindi.

Bu bosqichda:

1) ikkala manba bir vaqtda ishlatildi;
2) umumiy chiqish parametrlari o‘lchandi;
3) alohida tizimlar bilan taqqoslash amalga oshirildi.



3-rasm. Gibrit tizimni texnik hususiyatlarini tahlil qilish.

Gibrid energiya tizimlari quyosh va shamol energiya manbalarining integratsiyalashgan ishlash prinsipi asosida tashkil etilib, har bir manbaning energetik xususiyatlari o‘zaro to‘ldiruvchi tarzda qo‘llaniladi. Tizimda quyosh paneli yorug‘lik energiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr energiyasiga aylantirsa, shamol generatori esa kinetik energiyani elektr energiyasiga konvertatsiya qiladi va ularning chiqish parametrlari umumiy yuklamaga uzatiladi.

Ushbu jarayonda energiya manbalarining kombinatsiyasi natijasida umumiy quvvat ortishi, energiya ishlab chiqarishning uzluksizligi ta’minlanishi hamda tizimning umumiy samaradorligi oshishi kuzatiladi [1].

1-jadval

Quyosh elementi asosida sistemani ko‘ratkichlari

№	Burchak	Kuchlanish	Tok kuchi	Quvvat
1	15°	3.92	0.05	0.196
2	30°	4.35	0.06	0.261
3	40°	4.86	0.07	0.340
4	60°	4.10	0.055	0.226
5	90°	2.85	0.04	0.114

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, quyosh panelining ishlab chiqarish quvvati uning og‘ish burchagiga sezilarli darajada bog‘liq. Tajriba natijalariga ko‘ra, maksimal quvvat **40° burchakda** kuzatildi va u **0.34 W** ni tashkil etdi. Ushbu holatda kuchlanish **4.86 V**, tok kuchi esa **0.07 A** ga teng bo‘ldi.

Burchak 40° dan kamayganda yoki ortganda quvvatning pasayishi kuzatildi. Ayniqsa, 90° burchakda quyosh nurlarining panelga perpendikulyar tushmasligi sababli energiya ishlab chiqarish keskin kamaydi.

Ushbu natijalar quyosh panelining samaradorligi tushish burchagiga bog‘liq ekanligini tasdiqlaydi hamda optimal burchakni tanlash energiya ishlab chiqarishni oshirishda muhim omil ekanligini ko‘rsatadi [4].

2-jadval.

Shamol generatori natijalari (5, 6, 7 m/s)

№	Shamol tezligi	Kuchlanish	Tok kuchi	Quvvat
1	5	3.60	0.05	0.180
2	6	4.20	0.06	0.252
3	7	4.60	0.07	0.322

Jadval natijalaridan ko‘rinib turibdiki, shamol tezligining oshishi generatorning chiqish parametrlariga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’sir ko‘rsatadi. Xususan, 5 m/s tezlikda ishlab chiqarilgan quvvat **0.18 W** ni tashkil etgan bo‘lsa, 6 m/s da bu qiymat **0.252 W** ga, 7 m/s da esa **0.322 W** ga yetgan.

Natijalar shamol generatori quvvatining tezlikka kuchli bog‘liqligini aniq ko‘rsatadi. Tezlikning oshishi bilan quvvatning ortishi nazariy jihatdan ma’lum bo‘lgan qonuniyat — quvvatning tezlik kubiga proporsionalligi bilan mos keladi.

Shu bilan birga, ushbu tajriba shamol tezligining hatto kichik o‘zgarishi ham energiya ishlab chiqarish samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini eksperimental ravishda tasdiqlaydi.

3-jadval.

Gibrid tizim natijalari

№	**Tizim turi**	**Kuchlanish U (V)**	**Tok kuchi I (A)**	**Quvvat P = U×I (W)**
1	Quyosh (optimal 40°)	4.86	0.07	0.340
2	Shamol (5 m/s)	3.60	0.05	0.180
3	Shamol (6 m/s)	4.20	0.06	0.252
4	Shamol (7 m/s)	4.60	0.07	0.322
5	Gibrid tizim	5.30	0.11	0.583

Jadval natijalaridan ko‘rinib turibdiki, alohida ishlovchi tizimlarga nisbatan gibrid tizimda yuqori natijalar kuzatiladi. Quyosh panelining optimal 40° burchakdagi quvvati **0.34 W** ni tashkil etgan bo‘lsa, shamol generatorida bu qiymat tezlikka qarab **0.18–0.322 W** oralig‘ida o‘zgargan.

Gibrid tizimda esa umumiy quvvat **0.583 W** ga yetgan bo‘lib, bu alohida tizimlarga nisbatan sezilarli darajada yuqori natijani ko‘rsatadi. Bu holat quyosh va shamol energiya manbalarining bir-birini to‘ldirishi bilan izohlanadi [5].

Shuningdek, gibrid tizimda energiya ishlab chiqarishning barqarorligi oshadi, chunki bir manba pasaygan holatda ikkinchisi uni qoplay oladi. Bu esa tizimning umumiy samaradorligini oshiradi.

Xulosa.

Mazkur tadqiqot ishida shamol va quyosh energiyasiga asoslangan gibrid energiya tizimining laboratoriya sharoitidagi ishlash samaradorligi eksperimental usulda kompleks ravishda o‘rganildi. Olingan natijalar asosida quyosh panelining energetik ko‘rsatkichlari uning og‘ish burchagiga sezilarli darajada bog‘liq ekanligi aniqlandi hamda optimal ish rejimi **40°** burchakka to‘g‘ri kelishi eksperimental jihatdan asoslandi. Ushbu holatda maksimal chiqish parametrlari sifatida kuchlanish **4.86 V**, tok kuchi **0.07 A** va quvvat **0.34 W** qiymatlar qayd etildi.

Shamol generatori bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida uning ishlash samaradorligi shamol tezligiga bevosita bog‘liqligi aniqlanib, tezlikning oshishi bilan chiqish quvvatining sezilarli ortishi kuzatildi. Jumladan, 5 m/s tezlikda **0.18 W**, 6 m/s tezlikda **0.252 W**, hamda 7 m/s tezlikda **0.322 W** quvvat qiymatlari olindi. Ushbu natijalar shamol energiyasidan foydalanishda quvvatning tezlik kubiga proporsional o‘zgarishi haqidagi nazariy qonuniyatlar bilan mos keladi.

Gibrid tizimning tajriba natijalari esa alohida ishlovchi energiya manbalariga nisbatan yuqori samaradorlikni namoyon etdi. Xususan, quyosh va shamol manbalarining integratsiyalashgan ishlashi natijasida umumiy chiqish quvvati **0.583 W** ga yetgani qayd etildi. Bu esa energiya ishlab chiqarishning nafaqat miqdoriy, balki funksional barqarorligini ham oshirishini ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi ilmiy xulosalar shakllantirildi:

1) quyosh panellarining maksimal samaradorligi optimal og‘ish burchagini tanlash orqali ta’minlanadi;
2) shamol generatorlarining samaradorligi shamol tezligining oshishi bilan keskin ortadi;
3) gibrid energiya tizimlari alohida manbalarga nisbatan yuqori samaradorlik va barqarorlikni ta’minlaydi;
4) laboratoriya sharoitida olingan eksperimental natijalar gibrid tizimlarning amaliy jihatdan istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi.

Mazkur tadqiqot qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan kompleks foydalanish samaradorligini oshirish, shuningdek, gibrid energiya tizimlarini loyihalash va amaliyotga joriy etishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

[1]. LEX Solar. (2020). LEX Solar SmartGrid: Student Guide and Experiment Manual. Germany.
[2]. International Energy Agency. (2023). Renewables 2023: Analysis and forecast to 2028. Paris: IEA.
[3]. International Renewable Energy Agency. (2022). Renewable Energy Statistics 2022. Abu Dhabi: IRENA.
[4]. Duffie, John A., & Beckman, William A.. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes (4th ed.). Wiley.
[5]. Manwell, James F., McGowan, Jon G., & Rogers, Anthony L.. (2010). Wind Energy Explained: Theory, Design and Application. Wiley.

YADRO STRUKTURASI VA YUQORI ENERGIYALI ZARRALAR FIZIKASINING ZAMONAVIY MUAMMOLARI VA ISTIQBOLLARI

R.B. Batirova, M.M. Quchqarova

Farg‘ona davlat texnika universiteti,
roziyabatirova776@gmail.com
mavludaxonquchqarova3@gmail.com
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Mazkur maqolada atom yadrosining strukturaviy modellari, yadro reaksiyalarining mexanizmlari hamda yuqori energiyali va kosmik zarralar fizikasi sohasidagi dolzarb muammolar tahlil qilinadi. Zamonaviy eksperimental natijalar va nazariy modellar asosida yadro kuchlari tabiati, kvark-glyuon tuzilma, neytron yulduzlari materiyasi hamda kosmik nurlanishning fizik asoslari yoritiladi. Shuningdek, istiqboldagi tadqiqot yo‘nalishlari va ularning energetika hamda astrofizikadagi ahamiyati ko‘rsatib beriladi.*

Kalit so‘zlar: *yadro strukturasi, yadro kuchlari, yuqori energiyali zarralar, kosmik nurlar, kvark-glyuon plazma, neytron yulduzi, zarralar tezlatgichi.*

Аннотация. *В данной статье анализируются структурные модели атомного ядра, механизмы ядерных реакций, а также актуальные проблемы в области физики высокоэнергетических и космических частиц. На основе современных экспериментальных результатов и теоретических моделей раскрываются природа ядерных сил, кварк-глюонная структура, материя нейтронных звёзд, а также физические основы космического излучения. Кроме того, определяются перспективные направления исследований и их значение для энергетики и астрофизики.*

Ключевые слова: *структура ядра, ядерные силы, высокоэнергетические частицы, космические лучи, кварк-глюонная плазма, нейтронная звезда, ускоритель частиц.*

Abstract. *This article analyzes structural models of the atomic nucleus, the mechanisms of nuclear reactions, and current challenges in the field of high-energy and cosmic particle physics. Based on contemporary experimental findings and theoretical models, it elucidates the nature of nuclear forces, quark–gluon structure, neutron star matter, and the physical foundations of cosmic radiation. Furthermore, перспективные направления исследований and their significance for energy science and astrophysics are outlined.*

Keywords: *nuclear structure, nuclear forces, high-energy particles, cosmic rays, quark–gluon plasma, neutron star, particle accelerator.*

Kirish

Yadro fizikasi zamonaviy fundamental fizikaning markaziy yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, atom yadrosining tuzilishi, xossalari va o‘zaro ta’sir qonuniyatlarini o‘rganadi. Ushbu soha mikroolamdagi kuchli o‘zaro ta’sir mexanizmlarini aniqlash orqali nafaqat moddaning eng kichik tarkibiy qismlarini, balki Koinot evolyutsiyasining dastlabki bosqichlarini ham tushuntirish imkonini beradi.

1. Atom yadrosining ichki tuzilishi

Atom yadrosi proton va neytronlardan (nuklonlardan) tashkil topgan murakkab kvant tizimdir. Nuklonlar o‘zaro kuchli yadroviy o‘zaro ta’sir orqali bog‘langan bo‘lib, bu ta’sirning tashuvchilari gluonlar hisoblanadi. Zamonaviy nazariyaga ko‘ra, proton va neytronlar o‘z navbatida kvarklardan tashkil topgan bo‘lib, ularning dinamikasi kvant xromodinamikasi (QCD) doirasida tavsiflanadi.

Yadro fizikasi quyidagi asosiy nazariy modellar orqali tushuntiriladi:

Tomchi modeli (liquid drop model) – yadroni zich suyuqlik tomchisiga o‘xshatadi va yadroviy bog‘lanish energiyasini makroskopik parametrlar orqali ifodalaydi.

Qobiq (shell) modeli – nuklonlarning diskret energiya sathlarida joylashishini tushuntiradi va “sehrli sonlar” fenomenini izohlaydi.

Kollektiv model – yadroning deformatsiyasi va aylanish holatlarini hisobga oladi.

Bu modellar birgalikda yadroning barqarorligi, radioaktiv parchalanish mexanizmlari va yadroviy reaksiyalar tabiatini izohlashga xizmat qiladi.

2. Yuqori energiyali zarralar fizikasi bilan bog‘liqlik
Yadro fizikasi yuqori energiyali zarralar fizikasi bilan chambarchas bog‘liq. Katta tezlatkichlarda (masalan, CERN) olib borilayotgan tajribalar yadroning ichki tuzilishini yanada chuqurroq o‘rganish imkonini bermoqda. Ayniqsa, Large Hadron Collider da og‘ir ionlar to‘qnashuvi orqali kvark-gluon plazmasi hosil qilinadi.
Kvark-gluon plazmasi — bu moddaning juda yuqori harorat va zichlik sharoitida (taxminan 10^{12}–10^{13} K) mavjud bo‘ladigan holati bo‘lib, Koinotning ilk mikrosekundlarida mavjud bo‘lgan deb hisoblanadi. Ushbu tadqiqotlar quyidagilarni aniqlashga yordam beradi:
kuchli o‘zaro ta’sirning fazaviy o‘tishlari;
yadro moddasining kritik temperaturasi va zichligi;
elementar zarralarning massa hosil qilish mexanizmlari.
3. Kosmik nurlanish va astroyadro fizikasi
Kosmik nurlar — bu yuqori energiyali protonlar va og‘ir yadrolardan iborat oqim bo‘lib, ular Koinotning turli manbalaridan (supernova portlashlari, neytron yulduzlar, qora tuynuklar atrofidagi jarayonlar) keladi. Ularni o‘rganish orqali ekstremal astrofizik muhitlarda sodir bo‘layotgan yadroviy jarayonlar haqida ma’lumot olish mumkin.
Masalan:
Yulduzlarda yadroviy sintez reaksiyalari (proton-proton sikli, CNO sikli) elementlar sintezini tushuntiradi.
Neytron yulduzlar ichidagi zich yadro moddasining holati kuchli gravitatsion va yadroviy o‘zaro ta’sir muvozanatini ko‘rsatadi.
Supernova portlashlari og‘ir elementlarning (temirdan og‘ir) hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi.
Shu tariqa, yadro fizikasi astrofizika va kosmologiya bilan integratsiyalashgan holda Koinotning kimyoviy evolyutsiyasini tushuntiradi.
4. Ekstremal sharoitlarda yadro moddasining holati
Ekstremal sharoitlar — yuqori harorat, yuqori bosim va yuqori energiya zichligi — yadro moddasining yangi fazalarini yuzaga keltiradi. Bunday sharoitlar:
tezlatkich tajribalarida;
neytron yulduzlar ichida;
erta Koinot davrida mavjud bo‘lgan.
Nazariy hisob-kitoblar va tajribalar shuni ko‘rsatadiki, ma’lum kritik energiya zichligida yadro moddasi hadron fazasidan kvark-gluon plazmasiga o‘tadi. Bu jarayon fundamental simmetriyalar va ularning buzilishi (masalan, chirallik simmetriyasi) bilan bog‘liq.
5. Amaliy va fundamental ahamiyati
Yadro fizikasi nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham muhim:
Atom energetikasi (AESlar) — barqaror energiya manbai.
Tibbiyot — radioterapiya va radioizotop diagnostikasi.
Materialshunoslik — nurlanish ta’sirini o‘rganish.
Milliy xavfsizlik — yadroviy nazorat texnologiyalari.
Fundamental jihatdan esa, yadro fizikasi moddaning tuzilishi, kuchlarning birlashuvi va Koinotning ilk bosqichlari haqidagi savollarga javob topishga xizmat qiladi.

Yadro strukturasi va nazariy modellar
Atom yadrosi proton va neytronlardan tashkil topgan murakkab kvant tizimdir. Uning strukturasi quyidagi asosiy modellar orqali tushuntiriladi:
1 Tomchi modeli
Yadroni zich yadro suyuqligi sifatida qaraydi. Bog‘lanish energiyasining yarimempirik formulasi orqali yadro barqarorligi tushuntiriladi.
2 Qobiq modeli
Nuklonlar kvant energetik sathlarda joylashadi. “Sehrli sonlar” tushunchasi yadroning barqarorligini izohlaydi.
3 Kvark-glyuon modeli

Proton va neytronlar elementar zarrachalar emas, balki kvarklardan tashkil topgan kompozit tizimdir. Kuchli o‘zaro ta’sir kvant xromodinamikasi (QCD) orqali tavsiflanadi.
Zamonaviy muammo — yadro kuchlarining fundamental tabiatini to‘liq kvant-xromodinamik darajada hisoblash murakkabligidadir.

Yadro reaksiyalari va yuqori energiyali jarayonlar

Yadro reaksiyalari — bu yadrolar o‘zaro ta’sirlashuvi natijasida yangi zarrachalar yoki yadrolar hosil bo‘lish jarayonidir.
Asosiy turlari:
Bo‘linish reaksiyasi
Sintez reaksiyasi
Zarrachalar bilan bombardimon reaksiyalari
Yuqori energiyalarda (GeV va TeV diapazoni) yadrolar to‘qnashuvi natijasida kvark-glyuon plazma hosil bo‘lishi kuzatiladi. Bu holat Katta Portlashdan keyingi ilk mikrosekundlardagi materiya holatini modellashtirish imkonini beradi.

Kosmik nurlar va astrofizik jihatlar

Kosmik nurlar — bu yuqori energiyali protonlar va og‘ir yadrolar oqimidir. Ular:
Quyosh faolligi
Supernova portlashlari
Neytron yulduzlari
Qora tuynuklar
bilan bog‘liq jarayonlar natijasida yuzaga keladi.
Ultra yuqori energiyali kosmik zarralar (10^{18} eV dan yuqori) hali to‘liq tushuntirilmagan. Ularning kelib chiqish manbalari zamonaviy astrofizikaning eng dolzarb muammolaridan biridir.

Yadro va yuqori energiyali fizika sohasidagi dolzarb muammolar: ilmiy tahlil

Zamonaviy yadro fizikasi va kvant xromodinamikasi (QCD) oldida turgan asosiy muammolar fundamental o‘zaro ta’sirlarning chuqur tabiati, ekstremal sharoitlarda moddaning holati hamda kosmik obyektlardagi zich materiya xossalarini aniqlash bilan bog‘liq. Quyida keltirilgan masalalar ilmiy nuqtai nazardan kengroq tahlil qilinadi.

1. Kuchli o‘zaro ta’sirning to‘liq nazariy tavsifi Kuchli o‘zaro ta’sir — tabiatdagi to‘rtta fundamental kuchdan biri bo‘lib, u kvarklar va gluonlar o‘rtasidagi bog‘lanishni ta’minlaydi. Bu o‘zaro ta’sirning nazariy asosini kvant xromodinamikasi (QCD) tashkil etadi.
QCD ning asosiy xususiyatlari:
Asimptotik erkinlik — yuqori energiyada kvarklar deyarli erkin harakat qiladi.
Konfinement (qamalish) — past energiyada kvarklar erkin holatda kuzatilmaydi, ular hadronlar (proton, neytron va boshqalar) tarkibida mavjud bo‘ladi.
Muammo shundaki, QCD tenglamalari kuchli bog‘lanish rejimida (past energiyalarda) analitik yechimga ega emas. Perturbativ usullar faqat yuqori energiya sohasida ishlaydi. Past energiyada esa no-perturbativ metodlar (masalan, panjarali QCD — lattice QCD) talab etiladi, bu esa juda katta hisoblash resurslarini talab qiladi.
Shuningdek, konfinement mexanizmining aniq matematik isboti hali to‘liq ishlab chiqilmagan bo‘lib, bu nazariy fizikaning fundamental ochiq masalalaridan biri hisoblanadi.

2. QCD asosida og‘ir yadrolarni hisoblash murakkabligi

Yadro tizimi ko‘p zarrali kvant tizim bo‘lib, unda o‘zaro ta’sirlar murakkab va nolinear xarakterga ega. Og‘ir yadrolarda ($A > 100$) nuklonlar soni katta bo‘lgani sababli:
Ko‘p jismlik kvant korrelyatsiyalari paydo bo‘ladi;
Hisoblash murakkabligi eksponentsial ravishda ortadi;
To‘liq mikroskopik hisoblash amaliy jihatdan qiyinlashadi.
Panjarali QCD usullari yengil hadronlar uchun samarali bo‘lsa-da, og‘ir yadrolar uchun to‘liq hisoblash hozirgi superkompyuter imkoniyatlari bilan ham cheklangan. Shu sababli samarali maydon nazariyalari (Effective Field Theory) va fenomenologik modellar qo‘llaniladi.

Bundan tashqari, yadroviy kuchlarning uch-jismlik va to‘rt-jismlik komponentlarini hisobga olish murakkablikni yanada oshiradi. Bu masala nafaqat fundamental, balki astrofizik jarayonlarni modellashtirishda ham muhimdir.

3. Kvark-glyuon plazma (QGP) xossalarini aniqlash

Kvark-glyuon plazma — moddaning yuqori harorat va zichlikda yuzaga keladigan fazasi bo‘lib, unda kvark va gluonlar hadronlardan ajralgan holatda mavjud bo‘ladi.

Og‘ir ionlar to‘qnashuvi tajribalari, jumladan CERN dagi Large Hadron Collider hamda Brookhaven National Laboratory dagi Relativistic Heavy Ion Collider da olib borilmoqda.

Asosiy ilmiy muammolar:

QGP ning aniq kritik temperaturasi va zichligini aniqlash;

Fazaviy o‘tishning tabiatini (birinchi tur yoki silliq krossover) aniqlash;

QGP ning viskozligi va transport koeffitsiyentlarini aniqlash.

Tajriba natijalari QGP ideal gaz emas, balki deyarli mukammal suyuqlik kabi tutishini ko‘rsatmoqda (past viskozlik koeffitsiyenti). Bu esa kuchli o‘zaro ta’sirning kollektiv xususiyatlarini chuqurroq o‘rganishni talab etadi.

4. Kosmik nurlar manbalarini aniqlash

Kosmik nurlar juda yuqori energiyali zarralardan iborat bo‘lib, ularning kelib chiqish manbalari to‘liq aniqlanmagan. Energiya spektrining yuqori qismida (10^{18}–10^{20} eV) kuzatiladigan ultra yuqori energiyali kosmik nurlar ayniqsa muammoli hisoblanadi.

Asosiy ehtimoliy manbalar:

Supernova qoldiqlari;

Neytron yulduzlar va pulsarlar;

Faol galaktik yadrolar;

Qora tuynuklar atrofidagi relativistik oqimlar.

Kosmik nurlarni aniqlash uchun xalqaro kuzatuv tizimlari, masalan Pierre Auger Observatory faoliyat yuritmoqda.

Muammo shundaki:

Magnit maydonlar zarra trayektoriyasini buzadi;

To‘g‘ridan-to‘g‘ri manbani aniqlash qiyin;

Energiya mexanizmlari to‘liq tushuntirilmagan.

Bu masala astrofizika va zarralar fizikasi kesishgan nuqtada joylashgan.

5. Neytron yulduzlaridagi zich materiya modeli

Neytron yulduzlar — gravitatsion kollaps natijasida hosil bo‘lgan o‘ta zich obyektlar bo‘lib, ularning markazidagi zichlik atom yadrosi zichligidan bir necha barobar yuqori bo‘lishi mumkin.

Asosiy ilmiy muammo — holat tenglamasi (Equation of State, EOS) ni aniqlashdir.

Xulosa

Yadro strukturasi va yuqori energiyali zarralar fizikasi fundamental fizikaning eng murakkab, nazariy jihatdan chuqur va tajribaviy jihatdan serqirra yo‘nalishlaridan biridir. Ushbu soha moddaning eng kichik tarkibiy birliklari — kvark va gluonlardan tortib, yulduzlar va galaktikalar miqyosigacha bo‘lgan jarayonlarni yagona fizik qonuniyatlar asosida tushuntirishga intiladi. Aynan kuchli o‘zaro ta’sirning tabiati va yadro moddasining turli sharoitlarda tutgan o‘rni zamonaviy fizikaning markaziy masalalaridan biri bo‘lib qolmoqda.

Zamonaviy eksperimental qurilmalar, xususan CERN dagi Large Hadron Collider va Brookhaven National Laboratory dagi Relativistic Heavy Ion Collider kabi tezlatkich majmualari, og‘ir ionlar to‘qnashuvi orqali kvark-glyuon plazmasi kabi moddaning ekstremal holatlarini laboratoriya sharoitida hosil qilish imkonini bermoqda. Bu tajribalar erta Koinot sharoitlarini modellashtirish, fazaviy o‘tish jarayonlarini o‘rganish hamda kuchli o‘zaro ta’sirning kollektiv xususiyatlarini aniqlashda muhim rol o‘ynamoqda.

Shu bilan birga, gravitatsion to‘lqinlar astronomiyasi rivojlanishi natijasida LIGO Scientific Collaboration va Virgo Collaboration tomonidan kuzatilgan neytron yulduzlar birlashuvi hodisalari

zich yadro moddasining holat tenglamasini aniqlashda yangi imkoniyatlar yaratdi. Bu kuzatuvlar mikroolamdagi yadroviy o‘zaro ta’sirlar bilan makroolamdagi gravitatsion jarayonlar o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlikni yaqqol namoyon etadi.

Nazariy jihatdan esa kvant xromodinamikasi, samarali maydon nazariyalari va sonli modellashtirish usullari (masalan, panjarali QCD) yadro tizimlarini chuqurroq tavsiflash imkonini bermoqda. Biroq ko‘p zarrali kvant tizimlarining nolinear tabiati, konfinement mexanizmi va yuqori zichlikdagi fazaviy o‘tishlarning matematik tavsifi hanuzgacha to‘liq yechimini topmagan.

Kelgusidagi tadqiqotlar bir nechta strategik yo‘nalishlarda davom etishi kutilmoqda:

* Kuchli o‘zaro ta’sirning no-perturbativ rejimini chuqurroq o‘rganish;
* Kvark-glyuon plazmasining transport va termodinamik xossalarini aniqlash;
* Neytron yulduzlar ichidagi zich materiyaning aniq modelini ishlab chiqish;
* Ultra yuqori energiyali kosmik nurlar manbalarini aniqlash.

Ushbu izlanishlar nafaqat fundamental nazariy fizika rivojiga, balki amaliy sohalarga ham bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Yadro energetikasi xavfsizligini oshirish, yangi avlod reaktorlarini loyihalash, radiatsion texnologiyalarni takomillashtirish, kosmik apparatlarning nurlanishga chidamliligini ta’minlash va hatto materialshunoslik sohasidagi innovatsiyalar aynan shu ilmiy tadqiqotlarga tayangan holda rivojlanadi.

Shunday qilib, yadro strukturasi va yuqori energiyali zarralar fizikasi mikroolam va makroolam o‘rtasidagi fundamental bog‘liqlikni ochib beruvchi ko‘prik vazifasini bajaradi. Ushbu yo‘nalishdagi kelgusi ilmiy yutuqlar Koinotning dastlabki evolyutsiyasi, moddaning ekstremal holatlari hamda energiya manbalarining yangi texnologik imkoniyatlari haqidagi tasavvurlarimizni yanada boyitadi va chuqurlashtiradi.

Adabiyotlar

[1]. Greiner W., Maruhn J. A. Nuclear Models. – Berlin: Springer, 1996. – 436 p.
[2]. Krane K. S. Introductory Nuclear Physics. – New York: Wiley, 1988. – 845 p.
[3]. Wong S. S. M. Introductory Nuclear Physics. – 2nd ed. – Weinheim: Wiley-VCH, 2004. – 528 p.
[4]. Heyde K. Basic Ideas and Concepts in Nuclear Physics. – 3rd ed. – Bristol: IOP Publishing, 2004. – 362 p.
[5]. Povh B., Rith K., Scholz C., Zetsche F. Particles and Nuclei: An Introduction to the Physical Concepts. – Berlin: Springer, 2008. – 400 p.
[6]. Griffiths D. Introduction to Elementary Particles. – 2nd ed. – Weinheim: Wiley-VCH, 2008. – 448 p.
[7]. Perkins D. H. Introduction to High Energy Physics. – 4th ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2000. – 455 p.
[8]. Olive K. A. et al. (Particle Data Group). Review of Particle Physics // Progress of Theoretical and Experimental Physics. – 2022. – Vol. 2022, No. 8. – Article ID 083C01.
[9]. Shapiro S. L., Teukolsky S. A. Black Holes, White Dwarfs, and Neutron Stars: The Physics of Compact Objects. – New York: Wiley, 1983. – 663 p.
[10]. Rolfs C., Rodney W. S. Cauldrons in the Cosmos: Nuclear Astrophysics. – Chicago: University of Chicago Press, 1988. – 561 p.

UDK 621.383:621.47

FOTOELEKTRIK MODULLARNI ISHLAB CHIQARISHNI MAVJUD VA ISTIQBOLLI TEXNOLOGIYALARINI TADQIQ QILISH

L.S. Baratov

Jizzax Politexnika instituti
lblazizbek94@gmail.com

(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Ushbu maqolada quyosh energiyasidan quyosh fotoelektr o’zgartgichlar yordamidan foydalanib elektr energiya olish, qolaversa elektronika elementlarining hususiyatlari keltirib o‘tilgan. Quyosh energiyani fotoelektr o‘zgartirgichlar sohasidagi nazariy tadqiqot va amaliy ishlanmalar fotoelektr o‘zgartirgichlarda nurlanish energiyani o‘zgartirishda yuqori FIK bilan amalga oshirish mumkimligini tasdiqlanadi va bu maqsadga erishish uchun asosiy yo‘nalishlar belgilanadi.*

***Kalit so‘zlar**: Fotoelektrik modul, quyosh elementi, kremniy texnologiyasi, PERC, HJT, perovskit, tandem struktura, energiya samaradorligi.*

***Аннотация.** В данной статье описывается использование солнечных фотоэлектрических преобразователей для выработки электроэнергии, а также характеристики электронных элементов. Теоретические исследования и практические разработки в области солнечных фотоэлектрических преобразователей подтверждают возможность реализации высокой эффективности преобразования лучистой энергии в фотоэлектрических преобразователях, и определены основные направления достижения этой цели.*

***Ключевые слова:** Фотоэлектрический модуль, солнечная батарея, кремниевая технология, PERC, HJT, перовскит, тандемная структура, энергоэффективность.*

***Abstract.** This article describes the use of solar photovoltaic converters to generate electricity, as well as the characteristics of electronic elements. Theoretical research and practical developments in the field of solar photovoltaic converters confirm the possibility of implementing high efficiency in the conversion of radiant energy in photovoltaic converters, and the main directions for achieving this goal are determined.*

***Keywords:** photovoltaic module, solar cell, crystalline silicon, thin-film, perovskite, tandem cell, efficiency.*

Kirish: Dunyoda qayta tiklanuvchi energiya manbalariga bo‘lgan talabning ortishi fotoelektrik modullar ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirishni taqozo etmoqda. Quyosh energiyasi ekologik toza va cheksiz manba sifatida energetika tizimida muhim o‘rin tutadi. So‘nggi yillarda ishlab chiqarish hajmining ortishi va texnologik innovatsiyalar natijasida quyosh panellarining tannarxi sezilarli darajada kamaydi.

Fotoelektrik modullarni ishlab chiqarishda asosiy maqsad – foydali ish koeffitsientini (FIK) oshirish, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va uzoq muddatli ekspluatatsiya barqarorligini ta’minlashdir. Global energetika tizimida dekarbonizatsiya jarayonlari jadallashib borayotgan sharoitda quyosh energetikasi strategik ahamiyat kasb etmoqda. Fotoelektrik modullar ishlab chiqarish texnologiyalarining rivojlanishi elektr energiyasining tannarxini pasaytirish va samaradorlikni oshirishga xizmat qilmoqda. So‘nggi o‘n yillikda kremniy asosidagi modullar bozorning asosiy qismini egallagan bo‘lsada, yangi avlod materiallari yuqori samaradorlik ko‘rsatkichlariga erishmoqda.

Adabiyotlar tahlili: Ilmiy adabiyotlarda fotoelektrik elementlarning nazariy samaradorlik chegarasi Shockley–Queisser limiti bilan belgilanadi. So‘nggi tadqiqotlarda passivatsiya texnologiyalari va ko‘p qatlamli strukturalar yordamida ushbu chegaraga yaqinlashish kuzatilmoqda. Fraunhofer ISE va IEA hisobotlarida kristalli kremniy texnologiyasi yetakchilik qilayotgani qayd etilgan.

Tadqiqot metodologiyasi: Monokristalli kremniy texnologiyasi yuqori kristall tozaligi tufayli 24 % gacha sanoat samaradorligini ta’minlaydi. Polikristalli texnologiya iqtisodiy jihatdan maqbul bo‘lsada, donador tuzilma sabab rekombinatsiya yo‘qotishlari yuqoriroq. Yupqa qatlamli CdTe va CIGS texnologiyalari kam material sarfi bilan ajralib turadi, biroq ba’zi komponentlarning toksikligi ekologik xavflarni keltirib chiqaradi.

PERC, TOPCon va HJT texnologiyalari yuzaki va orqa passivatsiyani takomillashtirish orqali zaryad tashuvchilar yo‘qotilishini kamaytiradi. HJT strukturalarida amorf va kristalli kremniy qatlamlarining kombinatsiyasi yuqori ochiq zanjir kuchlanishini ta’minlaydi.

Fotoelektr o‘zgartirgichlar (FEO‘) uchun o‘ziga xos taxminan 300-350 K muvozanat va quyosh T≈6000 K temperaturalarda ularning nazariy FIKning chegarasi 90% bo‘ladi. Bu esa, energiyaning qaytmas yo‘qotishlarni kamaytirishga yo‘naltirilgan o‘zgartirgichlarning tuzilma va ko‘rsatkichlarni maqbullashtirish oqibatda amalda haqiqiy FIKni 50% gacha va undan ortiqcha ko‘tarish mumkinligini kursatadi (laboratoriyalarda hozir FIK 40% gacha erishgan) [1-3].

FEO‘larning birjinsli bo‘lmagan yarimo‘tkazgichli tuzilmalarga quyosh nurlanish ta’sir etganda, hosil bo‘ladigan energiyaning o‘zgartirishi fotoelektr effektiga asoslangan [4].

λ uzunlikdagi to‘lqinlar nurlanishda fotonlar energiyasi (eV) quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$h\nu = h\frac{c}{\lambda} = \frac{1{,}24}{\lambda}; \quad (1)$$

bu yerda h = 6,626×10-34 J×s – Plank doimiysi; c = 2,997925×108 m/s – yorug‘lik tezligi; λ – to‘lqin uzunligi, mkm.

Elektronvolt – potensiallar farqi 1 V bo‘lgan ikkita nuqtalar orasida elektronni ko‘chirish uchun zarur bo‘lgan energiyadir [5].

$$1\ eV=1,6\times10\text{-}19\ J.$$

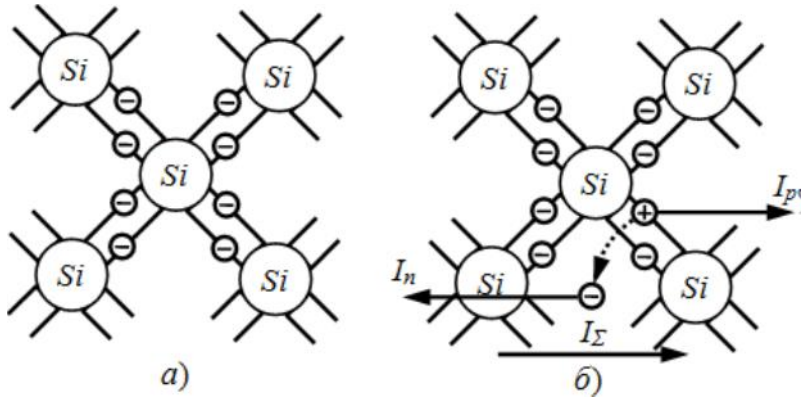
λg chegara to‘lqin uzunligidan boshlab quyosh fotoelementning materialda fotonlar yutiladi:

$$\lambda g = 1,24 / \Delta YE;$$

Bundan ortiqroq uzun to‘lqinli nurlanishlar yarimo‘tkazgichlarda yutilmaydi, demak, fotoelektr o‘zgartirish nuqtai nazardan foydasiz bo‘ladi .

Quyosh nurlanish energiyani elektr energiyaga o‘zgartirish uchun yarimo‘tkazgichli qurilmalar quyosh fotoelementlar (QFE) deb nomlanadi.

Yarim o‘tkazgichli materiallardan germaniy Ge va kremniy Si eng muhim hisoblanadi. Kremniy D. I. Mendeleyev Davriy tizimida IV guruhdagi elementlarga kiradi, uning valentligi 4 ga teng. Kremniy atomlar tashqi elektron qobiqda 4 ta elektronlarga ega .



1-rasm: Toza kremniyning kristallik panjara.

Energiya (issiqlik yoki yorug‘lik) keltirilganda panjarada atomlararo bog‘lanishlar elektronlarni yo‘qotadi, bunda musbat zaryadlar hosil bo‘ladi.

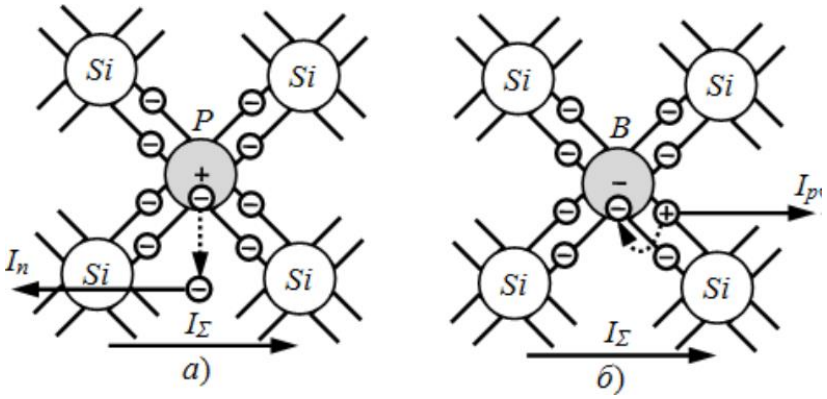
Panjaradagi elektron bo‘lmagan joyga “teshik” deb ataladi. “Teshik” – bu elektronni yo‘qotgan atom, bu esa elektronlarning teshikdan teshikka o‘tish bilan teshiklarning “harakati” vujudga keladi (“teshiklar” o‘zi esa harakatlanmaydi.

Agarda yarimo‘tkazgichga tashqi elektr maydoni ta’sir etmasa, teshik va erkin elektronlar tartibsiz harakatlanadi. Agarda yarimo‘tkazgichni elektr maydonga joylashtirsa, teshik va elektronlarning harakati tartibli yo‘nalgan bo‘ladi. Teshiklarning bir atomdan boshqa atomga o‘tish harakatning yo‘nalishi yarimo‘tkazgich orqali tokning o‘tish yo‘nalishiga mos keladi. Teshiklar harakati bilan hosil bo‘lgan o‘tkazuvchaligiga teshikli yoki r-turdagi o‘tkazuvchanlik (lotin. positive-musbat) deb ataladi.

Elektronlar harakati bilan hosil bo‘lgan o‘tkazuvchaligiga esa elektron yoki p-turdagi o‘tkazuvchanlik (lotin. negativt-manfiy) deb ataladi. Shunday qilib, yarimo‘tkazgichning o‘tkazuvchanligi elektronlarning o‘tkazuvchanlik sohasidagi hamda elektronlarning valentlik sohasidagi harakati bilan belgilanadi. Lekin valentlik sohasida elektronlar emas balki teshiklar harakatlanadi deb qabul qilingan. Valentlik bog‘lanishlar bo‘zilishi oqibatda hosil bo‘ladigan yarimo‘tkazgichning o‘tkazuvchanligiga xususiy o‘tkazuvchanlik deb ataladi .

To‘rt atomli Si kremniyni besh valentli R fosfor bilan legirlanganda aralashmaning atom joyning o‘rniga ortiqcha elektron vujudga keladi (2 a - rasm).

Erkin elektronlarni vujudga keltiruvchi aralashmalarga donorli (lotin. donore-hadya qilmoq) deb ataladi. Bu holda kremniy elektron o‘tkazuvchanli yarimo‘tkazgich yoki p-turidagi yarimo‘tkazgich deb nomlanadi. p-turidagi yarim o‘tkazgichda o‘tkazuvchanlik faqat elektronlar bilan hosil qilinadi [6].



2-rasm. Legirlangan kremniyning kristallik panjarasi:

To‘rt atomli Si kremniyni uch valentli V bor bilan legirlanganda aralashmaning atom joyning o‘rniga ortiqcha teshik vujudga keladi (2 b- rasm). Erkin elektronlarni kamaytiruvchi aralashmalarga akseptorli (lotin. acceptor-qabul qilmoq) deb ataladi. Bu holda kremniy teshik o‘tkazuvchanli yarimo‘tkazgich yoki r-turidagi yarimo‘tkazgich deb nomlanadi. r-turidagi yarimo‘tkazgichda o‘tkazuvchanlik faqat teshiklar bilan hosil qilinadi .

Muhokama va natijalar: Fotoelektrik elementlar yarimo‘tkazgich materiallar asosida ishlab chiqariladi. Ularning ishlash prinsipi fotoeffekt hodisasiga asoslanadi. Quyosh nuri yarimo‘tkazgich yuzasiga

tushganda elektron–teshik juftlari hosil bo‘ladi va p-n o‘tish orqali elektr toki yuzaga keladi. Asosiy tarkibiy qismlar:

- Quyosh elementi (solar cell)
- Himoya shishasi
- EVA (etilen-vinil-atsetat) qatlam
- Orqa himoya plyonkasi
- Alyuminiy ramka

Monokristalli panellar Czochralski usuli orqali o‘stirilgan kremniy kristallaridan tayyorlanadi.

Afzalliklari:

- Yuqori samaradorlik (20–24 %)
- Uzoq xizmat muddati (25–30 yil)
- Kichik maydonda yuqori quvvat

Kamchiliklari:

- Ishlab chiqarish tannarxining nisbatan yuqoriligi
- Kristall yetishtirish jarayonining murakkabligi

Polikristalli panellar eritilgan kremniyni qoliplarga quyish orqali olinadi.

Afzalliklari:

- Nisbatan arzon ishlab chiqarish
- Texnologik jarayon soddaroq

Kamchiliklari:

- Samaradorligi pastroq (16–19 %)
- Kattaroq maydon talab etadi

Yupqa qatlamli (Thin-Film) texnologiyalar Bu turdagi modullar kadmiy tellurid (CdTe), amorf kremniy (a-Si) yoki CIGS (Cu(In,Ga)Se2) asosida ishlab chiqariladi.

Afzalliklari:

- Moslashuvchanlik
- Kam material sarfi
- Past haroratda samaradorlikning barqarorligi

Kamchiliklari:

- Nisbatan past FIK (10–18 %)
- Ayrim materiallarning toksikligi

Fotoelektrik modullar ishlab chiqarish bosqichlari

1. Kremniyni tozalash (99,9999 % gacha)
2. Ingot (quyma) tayyorlash
3. Plastinalarga (wafer) kesish
4. Doping jarayoni (p-n o‘tish hosil qilish)
5. Metall kontaktlar hosil qilish
6. Laminatsiya va yig‘ish
7. Sinov va sertifikatsiya

Ishlab chiqarishda avtomatlashtirish va robotlashtirish darajasi samaradorlikni sezilarli oshirmoqda.

PERC texnologiyasi (Passivated Emitter and Rear Cell) Orqa yuzani passivatsiyalash orqali yorug‘likni qayta aks ettirib samaradorlikni 1–2 % ga oshiradi.

HJT (Heterojunction) texnologiyasi Kristalli va amorf kremniy qatlamlari kombinatsiyasiga asoslanadi.

- Samaradorlik: 24–26 %
- Past degradatsiya

Zamonaviy texnologiyalar ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish bilan birga energiya qaytish davrini (Energy Payback Time) 1–3 yilgacha qisqartirdi.

Ekologik jihatdan:

- CO_2 chiqindilarini kamaytiradi
- Qayta ishlash (recycling) texnologiyalari rivojlanmoqda
- Kadmiy va qo‘rg‘oshin asosli modullar uchun utilizatsiya muhim masala

Perovskit asosidagi quyosh elementlari yuqori yorug‘lik yutilish koeffitsienti va arzon ishlab chiqarish imkoniyati bilan ajralib turadi. Laboratoriya sharoitida 30 % ga yaqin samaradorlikka erishilgan. Tandem (kremniy + perovskit) strukturalar esa spektrning turli qismlarini samarali o‘zlashtirish orqali Shockley–Queisser limitidan yuqori natijalarga erishish imkonini bermoqda**.**

Xulosa va takliflar: Fotoelektrik modullar uchun energiya qaytish muddati o‘rtacha 1–3 yilni tashkil etadi. CO2 emissiyasini kamaytirish ko‘rsatkichi an’anaviy issiqlik elektr stansiyalariga nisbatan sezilarli darajada past. Qayta ishlash (recycling) texnologiyalarini rivojlantirish barqaror energetika tizimini shakllantirishda muhim omil hisoblanadi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, kristalli kremniy texnologiyasi yaqin yillarda yetakchilikni saqlab qoladi. Biroq perovskit va tandem elementlar yuqori samaradorlik ko‘rsatkichlari bilan istiqbolda sanoat miqyosida keng qo‘llanilishi kutilmoqda. Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash asosiy ustuvor yo‘nalish bo‘lib qoladi.

Adabiyotlar

[1]. Shockley W., Queisser H.J. Detailed Balance Limit of Efficiency of p-n Junction Solar Cells.
[2]. Green M.A. Solar Cells: Operating Principles, Technology and System Applications.
[3]. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE. Photovoltaics Report.
[4]. International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook.
[5]. Yoshikawa K. et al. Silicon heterojunction solar cell technology development.
[6]. Qurbanov A., Baratov L Jalilov O. Quyosh energiyasidan foydalanishda quyosh fotoelektr o’zgartgichlarining axamiyati //Interpretation and researches. – 2023. – T. 1. – №. 6.
[7]. Baratov L., Majidov X. Elektromagnit o‘zgartgich parametrlari //Talqin va tadqiqotlar. – 2023. – T. 1. – №. 21.

KUNGABOQAR MUMI ASOSIDA PARDOZ KREMINING YOG‘LI FAZASINI SHAKLLANTIRISH VA RETSEPT ISHLAB CHIQISH

Z.Sh. Umirova[1], A.N. Axmedov[2]*

[1]*Toshkent kimyo-texnologiya instituti*

[2]*Qarshi davlat texnika universiteti*
**Mas’ul muallif, e-mail: a.ahmedov80@mail.ru,*

(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Ushbu maqolada amalda qo‘llanib kelinayotgan namlantiruvchi-oziqlantiruvchi krem retsepti olinib, unda kremning yog‘li fazasi 33% dan ko‘p bo‘lib, shundan 14% ni stearin kislotasi tashkil etishi aniqlandi, so‘ngra kungaboqar mumi bilan namlantiruvchi-oziqlantiruvchi kremni shakllantirish uchun stearin kislotasi qisman va to‘liq almashtirildi va Stearin kislotasi va kungaboqar mumi o‘zgaruvchan konsentratsiyasining kremning qovushqoqlik va surkaluvchanlik kabi xususiyatlarga ta’siri tadqiq qilinib natijalar olindi.*

Krem tarkibidagi stearin kislotani kungaboqar mumi bilan almashtirganda, mumning massa ulushi ortib brogan sari kremning qovushqoqligi ham ortib borishi hamda surkaluvchanligi esa mumuning massa ulushi 7% gacha oshganda ortib, 7% dan-17% gacha ortganda esa asta sekin kamayib borishi aniqlandi.

Tayanch so‘zlar: *kungaboqar moyi, mum, namlantiruvchi-oziqlantiruvchi krem, yog‘li faza, retsept, qovushqoqlik, surkaluvchanlik.*

Аннотация. *В этой статье взят рецепт увлажняющего и питательного крема, который используется на практике, в котором жирная фаза крема составляет более 33%, из которых 14% составляет стеариновая кислота, затем стеариновая кислота была частично и полностью заменена подсолнечным воском для образования увлажняющего и питательного крема, и было показано, что переменная концентрация стеариновой кислоты и подсолнечного воска влияет на вязкость и трение результаты были получены путем изучения влияния таких свойств, как Установлено, что при замене стеариновой кислоты в креме на подсолнечный воск с увеличением массовой доли воска увеличивается и вязкость крема, а его смазывающая способность увеличивается при увеличении массовой доли воска до 7% и постепенно уменьшается при увеличении с 7% до 17%.*

Ключевые слова*: подсолнечное масло, воск, увлажняющий и питательный крем, масляная фаза, рецепт, вязкость, скользкость.*

Abstract. *The recipe for a moisturizing-nourishing cream, which is used in practice in this article, was taken, in which the fatty phase of the cream was more than 33%, of which stearic acid was 14%, and then stearic acid was partially and completely replaced to form a moisturizing-nourishing cream with sunflower wax, and the effect of the variable concentration of stearic acid and sunflower wax on When the stearic acid contained in the cream was replaced with sunflower wax, it was found that as the mass fraction of the wax increased, the viscosity of the cream also increased, and the creaminess increased when the mass fraction of the wax increased to 7%, and gradually decreased when it increased from 7% to-17%.*

Keywords: *sunflower oil, wax, moisturizing-nourishing cream, oily phase, recipe, viscosity, spreadability.*

1. Kirish. Kosmetik mahsulot terini tozalash, shaklini o‘zgartirish, tuzatish, himoya qilish yoki yaxshi holatda saqlash uchun yagona va asosiy maqsad uchun teriga surtish uchun

mo‘ljallangan preparatdir. Bu jihatdan kremlar eng qadimiy va keng tarqalgan kosmetika hisoblanadi [1].

O‘simlik moylarining, jumladan kungaboqar moyining, sifati va barqarorligiga moy tarkibidagi hamroh moddalar, xususan mumlarning mavjudligi ta'sir qiladi. Mumlar, asosan, 36 dan 50 gacha uglerod atomiga ega bo‘lgan yog‘li spirtlar bilan yog‘ kislotalarning efirlaridir. Mumlar kristallanishga moyil bo‘lib, moy sovutilganda loyqalanishga olib keladi, bu esa moyni qayta ishlashga va uning organopleptik xususiyatlariga xalaqit beradi. Ular moyni rafinatsiuyalashda muzlatish yoki mumsizlantirish jarayonida qisman olib tashlanadi, bu esa past saqlash harorati ta'sir qilmaydigan butunlay shaffof moyni olish uchun amalga oshiriladi.

Mumlar, asosan, kungaboqar urug‘ining qobig‘ida joylashgan bo‘lib, urug‘ning kelib chiqishiga yani gibrid va aslligiga qarab 3% gacha konsentratsiyada bo‘ladi [2-4]. Mumlar moy bilan birga qobiqni ajratish darajasiga va moy olish usuliga, xoh presslash, xoh erituvchi bilan ekstraksiyalashga bog‘liq miqdorda olinadi. Natijada, moy tarkibidagi mumlarning tarkibi urug‘ning naviga, uning kelib chiqishi va saqlanishiga, olib tashlangan qobig‘ining foiziga, shuningdek, moy olingan ishlov berish bosqichlarida qo‘llaniladigan harorat va texnologiyaga qarab o‘zgarishi mumkin. Shuning uchun mumning umumiy miqdori rafinatsiyalanmagan kungaboqar moyi uchun 0,02 dan 0,35 % gacha va rafinatsiyalangan kungaboqar moyi uchun 0,06 % gacha bo‘lishi mumkin [5].

Kungaboqar mumi kungaboqar urug‘ining tabiiy tarkibiy qismi bo‘lib, tarkibida mum efirlari (C38-C54, to‘yingan, 66-69%), yog‘ kislotalari (12-16%), yog‘li spirtlar (11-13%) va uglevodorodlar (6-7%) mavjud. Mumlar kungaboqar urug‘idan, ayniqsa, yog‘ni qayta ishlash jarayonida sovuq neytrallash va muzlatish jarayonida ishlab chiqariladi. Tozalashdan so‘ng olib tashlangan mumlar juda arzon narxlarda sotiladi. Xom mum tozalanadi. Kungaboqar mumi kimyoviy ishlov berilmagan, to‘yingan, yuqori haroratda eriydigan va och rangli mumdir. Rafinatsiyalangan kungaboqar mumi turli o‘lcham va ranglarga ega. Kungaboqar mumi odatda guruch kepagi mumi, karnauba mumi va kandelilla mumi uchun muqobil sifatida ishlatiladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, kungaboqar mumi oziq-ovqat va nooziq-ovqat tizimlarida qo‘llaniladigan qimmatli materialdir [6].

Hayvonot va o‘simliklardan olingan mumlar yuqori molekulyar og‘irlikdagi bir atomli spirtlar va yuqori molekulyar og‘irlikdagi karboksilik kislotalarning efirlaridir. Ular kimyoviy jihatdan yog‘lar va moylardan, uglevodorodlar yoki parafin mumlaridan va karbon mumi kabi sintetik polieter mumlaridan farq qiladi. Karnauba mumi, asalari mumi, kandelilla mumi kosmetik va farmatsevtika mahsulotlarida keng qo‘llaniladigan tabiiy mumlardir. Kungaboqar mumi qattiq, oq kristall, yuqori erish haroratiga ega o‘simlik mumi hisoblanadi [7]. U asosan seril serotatni o‘z ichiga oladi. Bu mum kristallarining qattiq strukturaviy tarmog‘ini ta'minlash, moyni bog‘lash, yumshatuvchi, plyonka hosil bo‘lishi va moylash qobiliyatini yaxshilash orqali formulani qalinlashtirishga yordam beradi. Kungaboqar mumi karnauba, kandelilla yoki mineral mumlarni, ayniqsa lab bo‘yog‘i, maskara, balzamlar, kremlar, losonlar va boshqa yog‘ga asoslangan mahsulotlar retserti uchun foydali o‘rinbosar bo‘lishi mumkin [8]. Shu sababli, ushbu tadqiqotda stearin kislota o‘rnini bosuvchi sifatida kungaboqar mumidan funktsional maqsadlarda foydalanishga harakat qilindi. Bizning maqsadimiz kungaboqar mumi bilan kosmetik krem retseptini ishlab chiqarishdan iborat.

2. Tadqiqot metodikasi. Tadqiqot ishida xomashyo va tayyor mahsulot xossalarini aniqlashning umumqabul qilingan va maxsus organoleptik, fizik-kimyoviy, mikrobiologik va biokimyoviy tahlil usullaridan foydalanilgan [9,10].

3. Tadqiqot natijasi va uning muhokamasi. Tadqiqot uchun amalda qo‘llanib kelinayotgan namlantiruvchi-oziqlantiruvchi krem retsepti tanlab olindi. Uning retsepti 1-jadvalda keltirilgan.

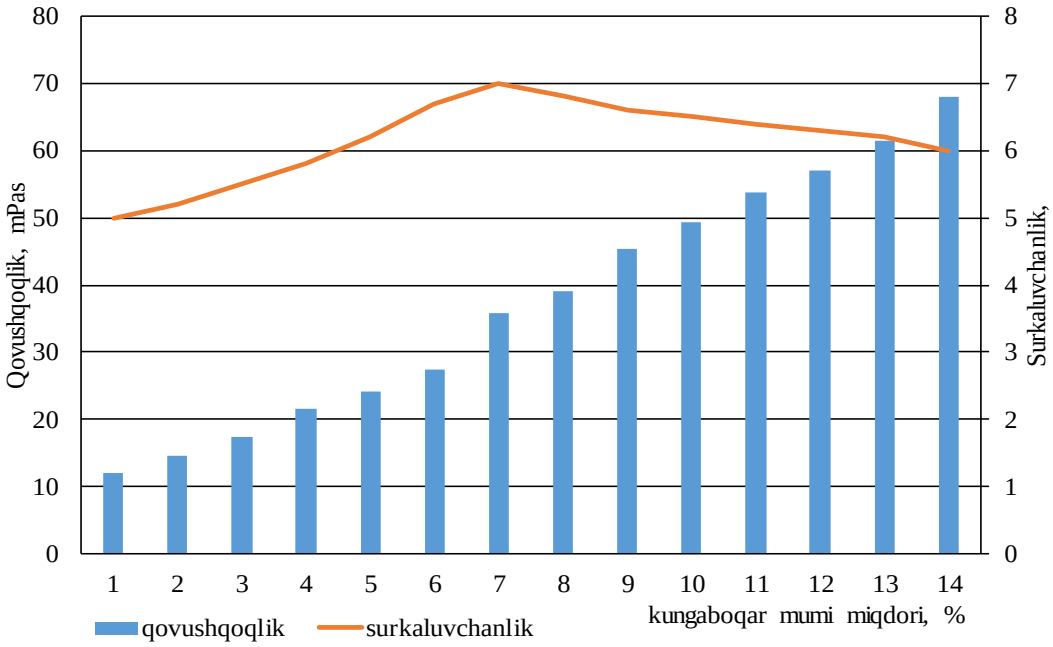
1-jadval

Namlantiruvchi-oziqlantiruvchi krem retsepti

Ingredientlar	100 g uchun miqdor (%)
Yog‘li faza	
1. Stearin kislotasi	14,0
2. Suyuq parafin	6,0
3. Glitseril monostearat	3,0
4. Moy	10,0
Suvli faza	
5. Glitserin	4,0
6. Propilen glikol	4,0
7. Izopropil miristat	2,0
8. Trietanolamin	0,2
9. Propil paraben	0,1
10. Hid beruvchi modda	0,03
11. Suv	56,67 %

1-jadvaldan ko‘rinadiki, kremning yog‘li fazasi 33% dan ko‘p bo‘lib, shundan 14% ni stearin kislotasi tashkil etadi.

Kungaboqar mumi bilan namlantiruvchi-oziqlantiruvchi kremni shakllantirish uchun stearin kislotasi qisman va to‘liq almashtirildi. Stearin kislotasi va kungaboqar mumi o‘zgaruvchan konsentratsiyasining kremning qovushqoqlik va surkaluvchanlik kabi xususiyatlarga ta’siri tadqiq qilindi. Olingan natijalar 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Namlantiruvchi-oziqlantiruvchi kremning qovyshqoqligi va surkaluvchanligiga kungaboqar mumining ta’siri.

1-rasmdan ko‘rinadiki, krem tarkibidagi stearin kislotani kungaboqar mumi bilan almashtirganda, mumning massa ulushi ortib brogan sari kremning qovushqoqligi ham ortib boradi. Biroq surkaluvchanligi esa mumuning massa ulushi 7% gacha oshganda ortib, 7% dan-17% gacha ortganda esa asta sekin kamayib boradi. Bu krem tarkibidagi stearin kislotasi massa ulushuning keskin kamayib ketishi bilan izohlanadi.

4. Xulosa. Olingan kremlarning pH ko‘rsatkichlari tahlil qilinganda uning qiymati 7,2-7,4 oralig‘ini tashkil etdi. Saqlash va ishlov berish jarayonida kosmetik kremning termal barqarorligi,

qovushqoqligi va surkaluvchanligi retseptning maqbulligiga ta'sir qiluvchi asosiy parametrlardir. Kungaboqar mumi qo‘shilgan barcha kremlar 20 °C, 30 °C va 40 °C da yaxshiroq termal barqarorlikni ko‘rsatdi. Kungaboqar mumining massa ulushi 7% dan ortgan kreamlarda kamroq termal barqarorlik va kamroq surkaluvchanlikning namoyon bo‘lishi kremning parchalanishi va fazalar ajralishga olib keldi.

Yuqoridagi tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, kungaboqar mumini o‘z ichiga olgan kremlar, tarkibida sovunlanmaydigan moddalar bo‘lishiga qaramay, emulgatorlar yordamida tuzilishi mumkin. Kremlarning termofizik harakati emulgatorlarga nisbatan kungaboqar mumi ulushiga bog‘liq ekanligi aniqlandi. Tarkibida 7% gacha kungaboqar mumi bo‘lgan krem retsepti yaxshi surkaluvchanlik qobiliyatini ko‘rsatdi. Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, biz ko‘plab foydali tabiiy ingredientlarga egamiz, teri bilan bog‘liq muammolarni davolash uchun ularni ilmiy jihatdan o‘rganishimizga bog‘liq. Mazkur tadqiqot ishi kosmetikada tabiiy faol moddalardan foydalanish bo‘yicha ko‘proq izlanish va ishonchni uyg‘otadi.

Список литературы

[14]. Романова Е.О. Косметика для всех. – М: Мысл, 1996. – 315 с.
[15]. Вилламо Х. Косметическая химия. М.: Мир, 1990. – 287 с.
[16]. Вилкова С.А. Товароведение и экспертиза парфюмернокосметических товаров: Учебник для ВУЗов. – М.: Деловая литература, 2000. –286 с.
[17]. Жиряева Е.В. Товароведение. 2-е издание – СПб.: Питер, 2004. - 415 с.
[18]. О.О.Зуфаров. Рафинация растительных масел. Монография. Fan va texnologiya. Тошкент. 2017. -125 с.
[19]. Z.S. Umirova, A.N. Axmedov, Z.A.Xakimova A.T.Ruziboyev. Kungaboqar mumini ajratib olish va uning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish. Sanoatda raqamli texnologiyalar (E) ISSN: 3030-3214 Volume 4, № 1.2026. 214-219 b.
[20]. Z.S.Umirova, A.N.Axmedov. Kungaboqar mumini ajratib olish texnologiyasini ishlab chiqish. Development of science Ilmiy jurnal 2026/3 VOLUME 6 ISSN 3030 -3907 Mart 2026/3 219-216 b..
[21]. Паршикова В.Н. «Парфюмерно-косметические товары» учебное пособие Красноярск 1999. 305 - с.
[22]. Метод определения наличия восков и воскоподобных веществ в растительных маслах / Б.А. Соломин, В.Б. Галкин, А.А. Подгорнов, А.Т. Белая // Заводская лаборатория. 2010. Т. 76. № 5. 37-41 -С.
[23]. А. с. 118203 СССР. Способ определения содержания восков в растительных маслах. / Арутюнян Н.С., Табаричева Л.А., Корнена Е.П. и др. [Краснодар. Политехн. Ин-т]. МКИ С11В 3/00. Опубл. в Б. И. 1985. № 40.

STRUCTURAL, TECHNOLOGICAL, AND ENVIRONMENTAL DIMENSIONS OF OIL AND GAS PROCESSING INDUSTRY DEVELOPMENT UNDER CONDITIONS OF GLOBAL ENERGY TRANSFORMATION

U.S. Qurbonova, student of group 99-23 NNGKIT Sh.Sh. Yusupov

Fergana State Technical University,

(Received on March 10 th, 2026)

Abstract. *This article examines the economic and technological foundations of the oil and gas processing industry, its role in the national economy, and the dynamics of modern modernization processes. The study analyzes the primary and secondary stages of oil and natural gas refining, key technological operations, value-added generation mechanisms, and strategies for improving energy efficiency. Particular attention is given to innovation-driven development, environmental sustainability requirements, and the prospects of the industry within the context of the global energy transition.*

The paper substantiates that deep processing of hydrocarbons, rather than the export of raw materials, ensures higher value creation and strengthens macroeconomic stability. Furthermore, the investment attractiveness of the sector, the necessity of technological upgrading, and mechanisms for enhancing industrial competitiveness are evaluated through a systematic analytical approach.

Keywords: *Oil and gas industry; oil refining; natural gas processing; deep hydrocarbon processing; value-added production; energy efficiency; modernization; innovative technologies; environmental sustainability; investment; petrochemical industry; hydrocarbon resources; industrial*

diversification; global energy market.

Аннотация. *В данной статье рассматриваются экономические и технологические основы нефтегазоперерабатывающей промышленности, её роль в национальной экономике, а также динамика современных процессов модернизации. В исследовании анализируются первичные и вторичные этапы переработки нефти и природного газа, ключевые технологические операции, механизмы формирования добавленной стоимости и стратегии повышения энергоэффективности. Особое внимание уделяется инновационному развитию, требованиям экологической устойчивости и перспективам отрасли в условиях глобального энергетического перехода.*

В работе обосновывается, что глубокая переработка углеводородов, а не экспорт сырья, обеспечивает более высокий уровень создания добавленной стоимости и укрепляет макроэкономическую стабильность. Кроме того, инвестиционная привлекательность сектора, необходимость технологического обновления и механизмы повышения промышленной конкурентоспособности оцениваются с использованием системного аналитического подхода.

Ключевые слова: *нефтегазовая промышленность; нефтепереработка; переработка природного газа; глубокая переработка углеводородов; создание добавленной стоимости; энергоэффективность; модернизация; инновационные технологии; экологическая устойчивость; инвестиции; нефтехимическая промышленность; углеводородные ресурсы; промышленная диверсификация; мировой энергетический рынок.*

Annotatsiya. *Mazkur maqolada neft va gazni qayta ishlash sanoatining iqtisodiy va texnologik asoslari, uning milliy iqtisodiyotdagi o‘rni hamda zamonaviy modernizatsiya jarayonlarining dinamikasi ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotda neft va tabiiy gazni qayta ishlashning birlamchi va ikkilamchi bosqichlari, asosiy texnologik jarayonlar, qo‘shilgan qiymatni shakllantirish mexanizmlari hamda energiya samaradorligini oshirish strategiyalari tahlil qilinadi. Shuningdek, innovatsiyaga asoslangan rivojlanish, ekologik barqarorlik talablari va global energetik o‘tish sharoitida sohaning istiqbollari alohida e’tiborda yoritilgan.*

Maqolada uglevodorodlarni xom ashyo sifatida eksport qilishdan ko‘ra, ularni chuqur qayta ishlash yuqori qo‘shilgan qiymat yaratishi hamda makroiqtisodiy barqarorlikni mustahkamlashi asoslab beriladi. Bundan tashqari, tarmoqning investitsion jozibadorligi, texnologik yangilanish zarurati va sanoat raqobatbardoshligini oshirish mexanizmlari tizimli tahliliy yondashuv asosida baholanadi.

Kalit so‘zlar: *neft-gaz sanoati; neftni qayta ishlash; tabiiy gazni qayta ishlash; uglevodorodlarni chuqur qayta ishlash; qo‘shilgan qiymat yaratish; energiya samaradorligi; modernizatsiya; innovatsion texnologiyalar; ekologik barqarorlik; investitsiyalar; neft-kimyo sanoati; uglevodorod resurslari; sanoatni diversifikatsiya qilish; global energetika bozori.*

Introduction. The oil and gas processing industry occupies a strategic position within the structure of modern industrial economies. As a core segment of the fuel and energy complex, it ensures the transformation of crude hydrocarbons into high value-added products that serve as essential inputs for transportation, power generation, manufacturing, agriculture, and the chemical industry. Unlike the extraction sector, which focuses on the production of raw materials, the refining and processing segment generates significant economic multipliers through technological conversion, product diversification, and integration into downstream value chains. In the context of globalization and increasing volatility in commodity markets, reliance on crude oil and natural gas exports exposes national economies to external price shocks and cyclical instability. Consequently, deep processing of hydrocarbons has become a priority direction of industrial policy in resource-rich countries. By expanding refining capacities and developing petrochemical production, states can enhance export diversification, increase foreign exchange earnings, and create sustainable employment opportunities.

Technologically, oil and gas processing involves complex, capital-intensive operations that include primary separation, thermal and catalytic conversion, purification, and upgrading processes. Modern refineries and gas processing plants integrate advanced engineering solutions, digital monitoring systems, and energy-efficient technologies to optimize output quality and reduce operational costs. The level of technological sophistication directly influences productivity,

environmental performance, and international competitiveness. At the same time, the industry faces significant challenges related to environmental sustainability and the global energy transition. Growing international commitments to carbon emission reduction, the development of renewable energy sources, and increasing environmental regulations require modernization of existing facilities and adoption of cleaner production methods. Therefore, the long-term viability of the oil and gas processing sector depends not only on economic efficiency but also on ecological responsibility and technological innovation. This study aims to analyze the structural, economic, and technological aspects of the oil and gas processing industry, assess its role in ensuring industrial diversification, and identify key development priorities under conditions of global energy transformation.

Main part. The oil and gas processing industry represents a critical downstream segment of the hydrocarbon value chain. From an economic perspective, it performs the function of transforming raw natural resources into refined products with substantially higher market value. This transformation process generates added value through technological conversion, product standardization, quality improvement, and integration into industrial supply chains. In the classical industrial economics framework, hydrocarbon resources are considered primary production factors. However, their direct export in crude form yields limited multiplier effects. In contrast, refining and processing activities create forward and backward linkages within the economy. Backward linkages include demand for engineering services, industrial equipment, transport infrastructure, and skilled labor. Forward linkages involve the supply of refined fuels, lubricants, petrochemicals, polymers, and other intermediate goods to manufacturing sectors. As a result, the processing industry contributes not only to gross domestic product (GDP) growth but also to structural diversification and industrial deepening. [1]

The oil refining segment typically converts crude oil into products such as gasoline, diesel fuel, jet fuel, fuel oil, bitumen, and liquefied petroleum gas. The economic efficiency of refineries is commonly evaluated through indicators such as refining margin, Nelson Complexity Index (NCI), capacity utilization rate, and product yield structure. Higher complexity refineries, equipped with catalytic cracking, hydrocracking, and reforming units, are capable of producing higher proportions of light, high-demand petroleum products, thereby increasing profitability and competitiveness. Similarly, natural gas processing plants separate raw gas into marketable components, including methane (for pipeline gas), ethane, propane, butane, condensates, and sulfur. These outputs serve as feedstock for petrochemical industries and fertilizer production. The development of gas-based value chains enhances industrial integration and reduces dependence on imported chemical inputs. Capital intensity is a defining characteristic of the oil and gas processing industry. Establishing and upgrading refineries and gas processing facilities requires substantial long-term investment in infrastructure, advanced technology, and safety systems. Consequently, investment decisions are influenced by global price trends, regulatory frameworks, taxation regimes, and geopolitical stability. Countries seeking to strengthen their refining capacity must therefore create favorable institutional and financial environments to attract both domestic and foreign direct investment. [2]

Another fundamental economic dimension is economies of scale. Large-scale processing complexes typically achieve lower average production costs due to optimized logistics, integrated operations, and technological synergies. However, excessive concentration may increase systemic risk in the event of supply disruptions or technical failures. Therefore, balanced industrial planning and diversification strategies are essential. In summary, the oil and gas processing industry functions as a key mechanism for converting natural resource potential into sustainable economic growth. Its effectiveness depends on technological sophistication, investment capacity, regulatory stability, and integration into global and regional markets.

The technological architecture of the oil and gas processing industry is based on a sequence of physical and chemical transformation processes designed to maximize product yield, quality, and economic efficiency. These processes are generally classified into primary (physical separation) and secondary (conversion and upgrading) stages. The level of technological advancement in each stage determines the depth of processing and the competitiveness of final products. In oil refining, the

primary stage begins with atmospheric and vacuum distillation. During atmospheric distillation, crude oil is separated into fractions according to boiling points, producing light hydrocarbons, naphtha, kerosene, gas oil, and residual fractions. Vacuum distillation further processes heavy residues under reduced pressure to prevent thermal decomposition. Although distillation is fundamental, it does not significantly increase product value without secondary conversion processes. Secondary processing technologies include catalytic cracking, hydrocracking, catalytic reforming, alkylation, isomerization, and coking. Catalytic cracking breaks heavy hydrocarbon molecules into lighter fractions such as gasoline and olefins. Hydrocracking, performed in the presence of hydrogen under high pressure, improves fuel quality and reduces sulfur content. Catalytic reforming enhances octane number and produces aromatics for petrochemical applications. These advanced processes allow refineries to increase the yield of high-demand light petroleum products while minimizing low-value residual fuels.

In natural gas processing, technological operations include gas dehydration, acid gas removal, cryogenic separation, and fractionation. Impurities such as hydrogen sulfide (H_2S), carbon dioxide (CO_2), water vapor, and heavy hydrocarbons are removed to meet pipeline and environmental standards. Cryogenic technologies enable the extraction of natural gas liquids (NGLs), which serve as feedstock for petrochemical production, including polymers, synthetic rubber, and fertilizers. Sulfur recovery units further convert harmful by-products into commercially usable elemental sulfur. Modernization of oil and gas processing facilities increasingly involves digitalization and automation. The integration of distributed control systems (DCS), advanced process control (APC), and real-time monitoring technologies improves operational reliability, reduces downtime, and enhances safety standards. Predictive maintenance systems based on data analytics optimize equipment performance and extend asset life cycles. These technological upgrades contribute to cost reduction and higher energy efficiency. Environmental considerations have become central to technological development. Modern refineries implement desulfurization units, carbon capture technologies, flare gas recovery systems, and wastewater treatment facilities to comply with international environmental standards. Energy integration techniques—such as heat exchangers and cogeneration systems—reduce fuel consumption and greenhouse gas emissions. Overall, technological sophistication and continuous modernization are decisive factors in determining the productivity, environmental performance, and long-term sustainability of the oil and gas processing industry. Countries that invest in advanced refining and gas processing technologies achieve higher processing depth, greater product diversification, and stronger positions in global energy markets.

The contemporary development of the oil and gas processing industry is increasingly shaped by environmental constraints and the structural transformation of the global energy system. Intensifying climate policies, decarbonization strategies, and the expansion of renewable energy sources are redefining the operational and strategic priorities of hydrocarbon-processing enterprises. As a result, the sector must reconcile economic efficiency with environmental responsibility and long-term sustainability. One of the central environmental challenges is the reduction of greenhouse gas (GHG) emissions, particularly carbon dioxide (CO_2) and methane (CH_4). Refining and gas processing facilities are energy-intensive and contribute to industrial emissions through fuel combustion, flaring, and process-related releases. To address this issue, companies are implementing carbon management strategies, including energy efficiency improvements, electrification of processes, carbon capture and storage (CCS), and methane leak detection and repair (LDAR) systems. These measures reduce environmental impact while enhancing compliance with international environmental standards. Another critical dimension is product quality regulation. Many countries have introduced stricter fuel specifications, requiring lower sulfur content and improved combustion characteristics. This has stimulated investment in hydrodesulfurization and advanced upgrading technologies. Compliance with environmental standards not only mitigates ecological damage but also expands access to high-value export markets. [3]

Strategically, the oil and gas processing industry is diversifying into high-value petrochemical production. As global demand growth for traditional motor fuels gradually stabilizes

due to electric vehicle adoption and energy transition policies, petrochemical products—such as polymers, synthetic materials, and specialty chemicals—continue to demonstrate relatively stable long-term demand. Integration of refining and petrochemical complexes enhances margin stability and reduces exposure to fluctuations in fuel markets.Digital transformation also plays a strategic role in sustainability. The implementation of artificial intelligence (AI)-based optimization models, advanced simulation systems, and integrated supply chain management improves decision-making accuracy and resource allocation efficiency. Smart energy management systems contribute to lower operational costs and reduced environmental footprint. From a macroeconomic perspective, governments are redefining industrial strategies to balance hydrocarbon sector development with commitments to climate targets. This includes incentivizing cleaner technologies, promoting research and development (R&D), and establishing regulatory frameworks that encourage sustainable industrial growth. At the same time, resource-rich countries seek to leverage existing infrastructure and expertise to maintain competitiveness during the energy transition. In conclusion, the long-term viability of the oil and gas processing industry depends on its ability to adapt to environmental regulations, integrate innovative technologies, and diversify production toward higher value-added and lower-carbon outputs. Strategic modernization and sustainable development policies are essential to ensuring that the sector remains economically relevant in an evolving global energy landscape. [4]

Conclusion. The oil and gas processing industry plays a decisive role in transforming hydrocarbon resources into high value-added products that support industrial development, energy security, and macroeconomic stability. Unlike the extraction sector, processing activities generate substantial multiplier effects through technological conversion, integration with petrochemical industries, and the expansion of forward and backward linkages within the national economy. Therefore, the depth of hydrocarbon processing directly influences structural diversification and long-term economic resilience. The analysis demonstrates that technological sophistication is a fundamental determinant of industrial competitiveness. Advanced refining and gas processing technologies increase product yield, improve quality standards, and enhance operational efficiency. Continuous modernization—through digitalization, automation, and energy optimization—reduces production costs while strengthening safety and environmental performance. Investment in high-complexity processing facilities enables countries to move from raw material exporters to producers of diversified industrial outputs.

At the same time, the industry operates within a rapidly changing global energy environment. Stricter environmental regulations, decarbonization policies, and the expansion of renewable energy sources require a strategic reorientation toward cleaner production methods and lower-carbon technologies. Environmental sustainability is no longer an auxiliary objective but a central condition for maintaining access to international markets and ensuring long-term viability. In this context, the future development of the oil and gas processing sector depends on three interrelated priorities: technological innovation, investment-driven modernization, and ecological responsibility. Countries that successfully integrate these elements into their industrial policy frameworks will be better positioned to enhance competitiveness, stabilize economic growth, and adapt to the evolving architecture of the global energy system.

References

[1]. International Energy Agency (2023). World Energy Outlook 2023. Paris: IEA Publications.
[2]. Organization of the Petroleum Exporting Countries (2023). World Oil Outlook 2045. Vienna: OPEC Secretariat.
[3]. World Bank (2022). Commodity Markets Outlook. Washington, DC: World Bank Group.
[4]. BP (2023). Statistical Review of World Energy. London: BP p.l.c.
[5]. United Nations Industrial Development Organization (2021). Industrial Development Report. Vienna: UNIDO.
[6]. Gary, J. H., Handwerk, G. E., & Kaiser, M. J. (2018). Petroleum Refining: Technology and Economics (5th ed.). Boca Raton: CRC Press.
[7]. Speight, J. G. (2019). The Chemistry and Technology of Petroleum (5th ed.). Boca Raton: CRC Press.

REAL VAQT REJIMIDA SUVDA URANNI ANIQLASH UCHUN PORTATIV SENSOR QURILMALAR ISHLAB CHIQISH

R.T. Turg‘unboyev, O.K. Raxmonov, A.A. Xaydarov, E.D. Abdisamatov

Farg‘ona davlat texnika universiteti
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Ushbu maqolada suv muhitida uran ionlarini real vaqt rejimida aniqlash uchun portativ sensor qurilmalarni ishlab chiqishning nazariy va amaliy asoslari yoritilgan. Uran atrof-muhit uchun xavfli radioaktiv element bo‘lib, uning suv tarkibida mavjudligi inson salomatligi va ekologik tizimlarga jiddiy ta’sir ko‘rsatadi. Maqolada zamonaviy sensor texnologiyalari, xususan nanomateriallar asosidagi optik va elektrokimyoviy sensorlar, ularning ishlash prinsiplari, afzalliklari va kamchiliklari tahlil qilinadi. Shuningdek, real vaqt monitoring tizimlarining ahamiyati, mobil qurilmalar bilan integratsiyasi va kelajakdagi rivojlanish istiqbollari ko‘rib chiqiladi.*

Kalit so‘zlar. *Uran, sensor texnologiyasi, real vaqt monitoring, nanomateriallar, suv tahlili, portativ qurilmalar.*

Аннотация. *В данной статье освещены теоретические и практические основы разработки портативных сенсорных устройств для определения ионов урана в водной среде в режиме реального времени. Уран является опасным радиоактивным элементом для окружающей среды, и его присутствие в воде оказывает серьёзное влияние на здоровье человека и экологические системы. В статье анализируются современные сенсорные технологии, в частности оптические и электрохимические сенсоры на основе наноматериалов, их принципы работы, преимущества и недостатки. Также рассматриваются значение систем мониторинга в реальном времени, их интеграция с мобильными устройствами и перспективы дальнейшего развития.*

Ключевые слова: *уран, сенсорные технологии, мониторинг в реальном времени, наноматериалы, анализ воды, портативные устройства.*

Abstract. *This article presents the theoretical and practical foundations for the development of portable sensor devices for real-time detection of uranium ions in aqueous environments. Uranium is a hazardous radioactive element for the environment, and its presence in water has a significant impact on human health and ecological systems. The paper analyzes modern sensor technologies, particularly optical and electrochemical sensors based on nanomaterials, including their operating principles, advantages, and limitations. In addition, the importance of real-time monitoring systems, their integration with mobile devices, and future development prospects are discussed.*

Keywords: *uranium, sensor technology, real-time monitoring, nanomaterials, water analysis, portable devices.*

Kirish. Uran zamonaviy sanoat va energetika tizimlarida muhim o‘rin tutuvchi elementlardan biri bo‘lib, ayniqsa atom energetikasida keng qo‘llanilishi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, u ekologik nuqtai nazardan yuqori xavf tug‘diruvchi og‘ir metall hisoblanadi. Uran tabiiy holda yer qobig‘ida mavjud bo‘lib, geologik jarayonlar natijasida tuproq va suv muhitiga o‘tishi mumkin. Bundan tashqari, konchilik, yadroviy yoqilg‘i ishlab chiqarish, sanoat chiqindilari va qishloq xo‘jaligi faoliyati natijasida uning suv manbalariga tushish ehtimoli ortadi. Natijada ichimlik suvlari tarkibida uran ionlarining mavjudligi inson salomatligi va ekologik tizimlar uchun jiddiy xavf tug‘diradi.

Uran, ayniqsa, suv muhitida erigan shaklda bo‘lib, organizmga tushganda buyrak faoliyatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi hamda uzoq muddatli radiatsion ta’sir orqali xavfli kasalliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli ichimlik suvi sifatini nazorat qilishda uran miqdorini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi. Hozirgi kunda uranni aniqlash uchun induktiv bog‘langan plazmali

mass-spektrometriya (ICP-MS) va spektrofotometrik tahlil kabi yuqori aniqlikdagi laboratoriya usullari keng qo‘llaniladi. Biroq ushbu usullar murakkab uskunalarni talab qilishi, yuqori xarajatli bo‘lishi va tezkor natija bermasligi bilan cheklangan.

Zamonaviy ekologik muammolar sharoitida suv resurslarini uzluksiz va tezkor monitoring qilish zarurati tobora ortib bormoqda. Shu nuqtai nazardan, real vaqt rejimida ishlovchi, yuqori sezgir va portativ sensor qurilmalarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Bunday qurilmalar yordamida joyida, tez va aniq tahlil o‘tkazish imkoniyati yaratiladi. Natijada atrof-muhitni muhofaza qilish, ichimlik suvi xavfsizligini ta’minlash hamda ekologik xavflarni oldindan aniqlash imkoniyatlari kengayadi[1].

Uran va uning suvdagi shakllari. Uran suv muhitida murakkab kimyoviy xatti-harakatga ega bo‘lgan elementlardan biri hisoblanadi. Tabiiy va texnogen sharoitlarda u asosan yuqori oksidlanish darajasi – U(VI) holatida uchraydi. Ushbu holatda uran odatda uranil ionlari (UO_3^{2+}) shaklida mavjud bo‘lib, suv kimyosida eng barqaror va keng tarqalgan shakl sifatida qaraladi. Uranil ionlari o‘ziga xos chiziqli tuzilishga ega bo‘lib, ular atrof-muhitdagi turli anionlar, masalan karbonat, gidroksid yoki sulfat ionlari bilan oson kompleks birikmalar hosil qiladi.

Suvning pH darajasi, ion kuchi va umumiy kimyoviy tarkibi uranning qaysi shaklda mavjud bo‘lishini belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi. Masalan, ishqoriy muhitda uran karbonat komplekslari shaklida barqarorlashadi, kislotali muhitda esa erkin uranil ionlari ustunlik qiladi. Bu esa uranning migratsiya xususiyatlariga va biologik mavjudligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shuningdek, suv tarkibidagi boshqa metall ionlari va organik moddalarning mavjudligi ham uran komplekslarining shakllanishiga sezilarli ta’sir qiladi[2].

Kislotali sharoitda uran ko‘proq erkin uranil ioni ko‘rinishida bo‘ladi:

$$UO^{2+}_2 + H_2O \leftrightarrow UO_2OH^+ + H^+$$

Ishqoriy va ayniqsa karbonat (CO_3^{2-}) mavjud muhitda uran barqaror komplekslar hosil qiladi.

$$UO^{2+}_2 + CO_3^{2+} \leftrightarrow UO_2CO_3$$

Keyin qo‘shimcha karbonat bilan komplekslanish:

$$UO^{2+}_2 + 2CO_3^{2+} \leftrightarrow [UO2(CO_3)_2]_2^{2-}$$

Yana barqarorroq kompleks: $UO^{2+}_2 + 3CO_3^{2+} \leftrightarrow [UO2(CO_3)_3]_2^{3-}$

Uran ionlarining muhim xususiyatlaridan biri ularning yuqori kimyoviy faolligidir. Bu xususiyat ularga turli ligandlar bilan tez reaksiyaga kirishish imkonini beradi. Bundan tashqari, uran kuchli kompleks hosil qiluvchi element bo‘lib, bu xususiyat uning suv muhitida barqaror shakllarda mavjud bo‘lishini ta’minlaydi. Yana bir muhim jihat shundaki, uran ionlari optik va elektrokimyoviy faol xossalarga ega. Ular yorug‘likni yutish yoki chiqarish xususiyatiga ega bo‘lib, bu esa fluoresans va absorbsiya asosidagi tahlil usullarida qo‘llanilishiga imkon yaratadi[3].

Shu bilan birga, uran ionlarining elektrokimyoviy faolligi ularni elektrod yuzasida aniqlash imkonini beradi. Aynan ushbu fizik-kimyoviy xususiyatlar zamonaviy sensor texnologiyalarida keng qo‘llanilib, suv tarkibidagi uranni tezkor, aniq va real vaqt rejimida aniqlash imkoniyatini yaratadi.

Real vaqt rejimida aniqlashning ahamiyati. Zamonaviy ekologik muammolar sharoitida suv resurslarining holatini doimiy va ishonchli nazorat qilish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, uran kabi toksik va radioaktiv elementlarning suv tarkibida mavjudligini aniqlashda real vaqt rejimida monitoring olib borish katta ahamiyat kasb etadi. An’anaviy tahlil usullaridan farqli o‘laroq, real vaqt monitoring tizimlari suv sifatini uzluksiz kuzatish imkonini beradi va bu orqali har qanday o‘zgarishlar darhol aniqlanadi. Bu esa ekologik tizimlarning barqarorligini ta’minlashda muhim omil hisoblanadi.

Real vaqt rejimida aniqlashning asosiy afzalliklaridan biri – ifloslanish manbalarini tezkor aniqlash imkoniyatidir. Masalan, sanoat korxonalari yoki konchilik faoliyati natijasida suv manbalariga zararli moddalar tushganda, bunday tizimlar orqali bu holat zudlik bilan qayd etiladi. Natijada muammoni erta bosqichda bartaraf etish imkoniyati yuzaga keladi. Shu bilan birga, tezkor

va aniq ma’lumotlar asosida qaror qabul qilish jarayoni ham sezilarli darajada samarali bo‘ladi. Bu, ayniqsa, favqulodda ekologik vaziyatlarda muhim ahamiyatga ega[4].

Bundan tashqari, real vaqt monitoring tizimlari ekologik xavfsizlikni oshirishga xizmat qiladi. Ular yordamida suv resurslarining ifloslanish darajasi doimiy nazorat ostida bo‘ladi, bu esa inson salomatligini himoya qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanishga imkon yaratadi. Ayniqsa, ichimlik suvi manbalari, qishloq xo‘jaligida foydalaniladigan sug‘orish suvlari hamda sanoat chiqindi suvlari tarkibida uran miqdorini nazorat qilish nihoyatda muhimdir. Chunki ushbu sohalarda suv sifati bevosita inson hayoti va iqtisodiy faoliyat bilan bog‘liq. Shu sababli real vaqt rejimida ishlovchi zamonaviy sensor tizimlarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish ekologik monitoringni yangi bosqichga olib chiqadi hamda barqaror rivojlanishga xizmat qiladi[5].

Sensor texnologiyalarining umumiy tasnifi. Uran ionlarini aniqlashda qo‘llaniladigan sensor texnologiyalari turli fizik-kimyoviy prinsiplarga asoslanadi va ular orasida optik sensorlar alohida o‘rin egallaydi. Optik sensorlar modda bilan yorug‘lik o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni o‘lchash orqali tahlilni amalga oshiradi. Ushbu sensorlar yuqori sezgirlik, tezkorlik va soddalik kabi afzalliklarga ega bo‘lib, ayniqsa suv muhitida uran ionlarini aniqlashda keng qo‘llaniladi.

Optik sensorlarning ishlash prinsipi asosan uchta asosiy hodisaga tayangan holda amalga oshiriladi: fluoresans, absorbsiya va kolorimetrik o‘zgarishlar. Fluoresans asosidagi sensorlarda uran ionlari maxsus moddalar bilan o‘zaro ta’sirlashganda yorug‘lik chiqarish intensivligi o‘zgaradi. Bu o‘zgarish miqdoriy tahlil uchun ishlatiladi. Absorbsiya usulida esa eritmadagi uran ionlari ma’lum to‘lqin uzunligidagi yorug‘likni yutadi va bu yutilish darajasi orqali ularning konsentratsiyasi aniqlanadi[6].

Kolorimetrik sensorlar esa eritmaning rang o‘zgarishiga asoslanadi. Uran ionlari bilan reaksiyaga kirishuvchi reagentlar rangni o‘zgartiradi va bu o‘zgarish oddiy vizual kuzatuv yoki optik qurilmalar yordamida qayd etiladi. Shu sababli optik sensorlar uran ionlarini aniqlashda samarali, arzon va portativ yechim sifatida muhim ahamiyat kasb etadi[7].

Elektrokimyoviy sensorlar. Bu sensorlar elektr signallar (tok, potensial) o‘zgarishini o‘lchaydi. Ular yuqori sezgirlikka ega.

Biosensorlar. Biosensorlar biologik komponentlar, jumladan fermentlar, DNK yoki boshqa biomolekulalar asosida ishlaydigan sezgir qurilmalar bo‘lib, ular yuqori selektivlik xususiyati bilan ajralib turadi. Bunday sensorlarda biologik element uran ionlari bilan maxsus o‘zaro ta’sirga kirishadi va natijada hosil bo‘lgan signal o‘lchanadi. Bu esa boshqa metall ionlar orasida aynan uranni aniq ajratib olish imkonini beradi. Shu sababli biosensorlar ekologik monitoringda ishonchli va aniq natijalar beruvchi usul sifatida muhim ahamiyat kasb etadi [8].

1-Jadval

La va Eu bilan doplangan uglerod kvant nuqtalari (CQDs) asosida uran ionlarini aniqlash jarayoni.

Element / Material	**Sensor xossasi**	**Uran ionlari bilan o‘zaro ta’sir**	**Natija (signal o‘zgarishi)**	**Ahamiyati**
Uglerod kvant nuqtalari (CQDs)	Kuchli fluoresans, nanoo‘lcham	UO_2^{2+} ionlari bilan adsorbsiya va elektron almashinuvi	Fluoresans intensivligi o‘zgaradi	Asosiy optik sensor materiali
Lantan (La^{3+}) bilan doplangan CQDs	Elektron tuzilma modifikatsiyasi, sezgirlik ortishi	Uranil ionlari bilan komplekslashuvni kuchaytiradi	Signal kuchayishi (yoki so‘nishi) tezlashadi	Sezgirlik va aniqlikni oshiradi

Europiy (Eu^{3+}) bilan doplangan CQDs	Kuchli luminessensiya markazi	UO_2^{2+} bilan energiya transferi (FRET)	Fluoresans keskin kamayishi yoki siljishi	Yuqori selektiv aniqlash imkonini beradi
La/Eu doplangan CQDs (kombinatsiya)	Yuqori fluoresans barqarorligi va selektivlik	Uranil ionlari bilan sinergik o‘zaro ta’sir	Juda past konsentratsiyada ham aniq signal	Real vaqt sensorlari uchun optimal material
Uranil ionlari (UO_2^{2+})	Kuchli akseptor ion	CQDs yuzasida adsorbsiya va elektron qabul qilish	Fluoresans “quenching” (so‘nish)	Aniqlashning asosiy indikatori

So‘nggi yillarda sensor texnologiyalarida nanomateriallardan foydalanish keng rivojlanmoqda. Ayniqsa, uglerod kvant nuqtalari (CQDs) asosidagi sensorlar yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi. Ular kuchli fluoresans xossaga ega bo‘lib, uran ionlari mavjudligida signalning sezilarli o‘zgarishini ta’minlaydi. Bundan tashqari, CQDlar arzon usulda sintez qilinadi va biokompatibil xususiyatga ega bo‘lgani sababli ekologik va biologik tizimlarda qo‘llash uchun qulay hisoblanadi[9].

Lanthanum va europium bilan doplangan CQDlar uran ionlariga yuqori sezgirlik ko‘rsatadi. Lanthanum va europium elementlari bilan doplangan uglerod kvant nuqtalari (CQDlar) zamonaviy sensor texnologiyalarida yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi. Bunday modifikatsiya natijasida CQDlarning optik va kimyoviy xossalari sezilarli darajada yaxshilanadi, xususan, ularning fluoresans intensivligi va selektivligi ortadi. Lantan va europiy ionlari uranil ionlari bilan o‘ziga xos o‘zaro ta’sirga kirishib, signalning keskin o‘zgarishini ta’minlaydi. Bu esa suv tarkibidagi uran miqdorini juda past konsentratsiyalarda ham aniqlash imkonini beradi. Shu sababli bunday doplangan nanomateriallar real vaqt rejimida ishlovchi sensor qurilmalar uchun istiqbolli material hisoblanadi [10].

Portativ sensor qurilmalar dizayni. Real vaqt rejimida suv tarkibidagi uran ionlarini aniqlash uchun ishlab chiqiladigan portativ sensor qurilmalar murakkab, ammo ixcham va samarali tizimdan iborat bo‘ladi. Bunday qurilmaning markaziy qismi sensor elementi hisoblanib, aynan shu qism uran ionlari bilan bevosita ta’sirlashib, ularning mavjudligini aniqlaydi. Hosil bo‘lgan kimyoviy yoki optik signal keyingi bosqichda signal o‘zgartirgich orqali elektr signalga aylantiriladi. Ushbu signal mikrokontrollerga uzatiladi va u yerda ma’lumotlar qayta ishlanib, tahlil qilinadi. Natijalar foydalanuvchiga qulay bo‘lishi uchun displey yoki mobil interfeys orqali aks ettiriladi. Qurilmaning uzluksiz ishlashini ta’minlash uchun esa batareya yoki akkumulyator kabi quvvat manbalari qo‘llaniladi[11].

Zamonaviy portativ sensor qurilmalari faqatgina aniqlash bilan cheklanib qolmay, balki real vaqt monitoring tizimlari bilan integratsiyalashgan holda ishlaydi. Ular Bluetooth yoki Wi-Fi texnologiyalari orqali ma’lumotlarni masofadan uzatish imkoniyatiga ega. Mobil ilovalar bilan integratsiya qilish natijalarni tezkor ko‘rish va tahlil qilishni osonlashtiradi. Shuningdek, GPS texnologiyasi yordamida o‘lchov o‘tkazilgan hudud aniq belgilab olinadi, bu esa monitoring jarayonini yanada samarali qiladi. Olingan ma’lumotlarni bulutli saqlash tizimlariga yuborish orqali uzoq muddatli tahlil va kuzatuvlarni amalga oshirish mumkin bo‘ladi[12].

Bunday sensor tizimlarining samaradorligi ularning asosiy xususiyatlariga bog‘liq. Yaxshi sensor yuqori sezgirlikka ega bo‘lishi, ya’ni juda past konsentratsiyadagi uran ionlarini ham aniqlay olishi zarur. Shu bilan birga, u selektiv bo‘lib, boshqa ionlardan uranni aniq ajrata olishi kerak. Tezkor javob qaytarish, uzoq muddat barqaror ishlash va qayta foydalanish imkoniyati ham muhim talablardan hisoblanadi. Aynan shu xususiyatlar portativ sensor qurilmalarni ekologik monitoringda samarali vositaga aylantiradi[13].

Tajriba natijalari, ahamiyati va istiqbollari. Nanomateriallar asosida yaratilgan zamonaviy sensorlar ustida olib borilgan tadqiqotlar ularning yuqori samaradorligini tasdiqlamoqda. Xususan, bunday sensorlar yordamida uran ionlarini aniqlash chegarasi 10^{-9} mol/l gacha yetishi, ya’ni juda past

konsentratsiyalarda ham aniq natija olish mumkinligi aniqlangan. Shu bilan birga, ularning javob vaqti 5–30 soniya oralig‘ida bo‘lib, bu real vaqt rejimida monitoring olib borish uchun qulay hisoblanadi. Bundan tashqari, nanomaterial asosidagi sensorlar boshqa metall ionlarga nisbatan yuqori selektivlikka ega bo‘lib, aynan uranni aniq ajratib ko‘rsatadi[14].

Bunday sensorlarning asosiy afzalliklari qatoriga tezkor aniqlash, portativlik, nisbatan arzon ishlab chiqarish va real vaqt monitoring imkoniyati kiradi. Shu bilan birga, ayrim kamchiliklari ham mavjud bo‘lib, ular orasida sensorning vaqt o‘tishi bilan degradatsiyaga uchrashi, tashqi muhit omillariga sezgirligi va muntazam kalibrlash zarurati keltiriladi.

Uran bilan ifloslangan suv inson salomatligi uchun jiddiy xavf tug‘diradi, xususan buyrak kasalliklariga olib kelishi, radiatsion ta’sir ko‘rsatishi va ekologik tizimlarni izdan chiqarishi mumkin. Shu sababli samarali monitoring tizimlarini joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi. Kelajakda esa sun’iy intellekt asosidagi tahlil tizimlari, yanada sezgir nanomateriallar, avtomatlashtirilgan monitoring platformalari hamda arzon va keng tarqalgan sensor qurilmalar ishlab chiqilishi ushbu sohaning rivojlanishida muhim rol o‘ynaydi [15].

2-jadval

Tajriba natijalari, ahamiyati va istiqbollari

Yo‘nalish	Asosiy mazmun	Ko‘rsatkichlar / natijalar	Ahamiyati
Tajriba natijalari	Nanomaterial asosidagi sensorlar uran ionlarini yuqori aniqlikda aniqlaydi	Aniqlash chegarasi: 10^{-9} mol/L; javob vaqti: 5–30 soniya; yuqori selektivlik	Juda past konsentratsiyadagi uranni ham tez va aniq aniqlash imkonini beradi
Real vaqt monitoring	Sensorlar tezkor signal beradi va uzluksiz kuzatuvni ta’minlaydi	Natija 5–30 soniyada olinadi	Ekologik holatni darhol baholash va tezkor qaror qabul qilish imkonini beradi
Afzalliklar	Zamonaviy sensor tizimlarining ijobiy jihatlari	Tezkor aniqlash, portativlik, arzon ishlab chiqarish, real vaqt ishlash	Amaliy ekologik monitoring uchun qulay va samarali yechim
Kamchiliklar	Texnik va ekspluatatsion cheklovlar	Degradatsiya, tashqi muhit ta’siri, kalibrlash zarurati	Sensorni muntazam sozlash va yangilash talab etiladi
Sog‘liq va ekologik ahamiyat	Uran bilan ifloslangan suvning ta’siri	Buyrak kasalliklari, radiatsion xavf, ekotizim buzilishi	Aholi salomatligi va ekologik xavfsizlikni ta’minlash zarur
Kelajak istiqbollari	Sensor texnologiyalarining rivojlanish yo‘nalishlari	AI asosidagi tahlil, yangi nanomateriallar, avtomatlashtirilgan tizimlar, arzon sensorlar	Ekologik monitoringni yangi bosqichga olib chiqadi

Xulosa. Uran ionlarini suv muhitida real vaqt rejimida aniqlash uchun portativ sensor qurilmalarni ishlab chiqish hozirgi zamon ekologik muammolarini hal etishda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Chunki suv resurslarining radioaktiv va toksik ifloslanishi inson salomatligi hamda tabiiy ekotizimlar barqarorligiga jiddiy tahdid soladi. Nanotexnologiyalar asosida yaratilgan yuqori sezgir sensorlar ushbu muammoni tezkor va aniq aniqlash imkonini beradi. Raqamli tizimlar, mikrokontrollerlar va mobil texnologiyalar bilan integratsiya esa monitoring jarayonini yanada samarali va qulay qiladi. Kelajakda bunday portativ qurilmalar keng miqyosda amaliyotga joriy etilib, ichimlik suvi sifatini nazorat qilish, sanoat chiqindilarini monitoring qilish va ekologik xavfsizlikni ta’minlashda muhim vosita bo‘lib xizmat qiladi. Shu tariqa, ushbu texnologiyalar barqaror rivojlanishga katta hissa qo‘shadi.

Adabiyotlar

[1]. Yo‘ldoshev.Q., Karimov.A.Analitik kimyo asoslari. Toshkent:O‘zbekiston 2019– 320 b.
[2]. Xaydarov B., Ismatov S. Ekologik kimyo va atrof-muhit muhofazasi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020. – 280 b.
[3]. Raximov A. R. Zamonaviy kimyoviy tahlil usullari. Toshkent. O‘qituvchi, 2018–250 b.
[4]. Karimova M. T. Nanotexnologiya asoslari. Toshkent: Universitet, 2021–310 b.
[5]. Ahmedov I. Sh. Atrof-muhit monitoringi va suv kimyosi. Toshkent: Fan, 201 – 275 b.
[6]. Nurmatov O.O.Fizik-kimyoviy analiz metodlari.Toshkent: Fan va taraqqiyot,2022–290 b.
[7]. Sultonova D. R. Kimyoda sensor texnologiyalarining qo‘llanilishi.Toshkent: Innovatsiya, 2023–240 b.
[8]. Sidorov V. I., Petrov S. N. Аналитическая химия. Москва: Химия, 2018–400 с.
[9]. IvanovA.P.Физико-химические методы анализа.Москва: Высшая школа,2019–350 с.
[10]. KuznetsovY.V.Современные сенсорные технологии.Санкт-Петербург.Наука,2020– 370 с.
[11]. Smirnov D.A.Экологический мониторинг окружающей среды. Москва: Академия, 2017– 330 с.
[12]. Volkov M. S. Наноматериалы в химических сенсорах. Москва.Наука, 2021–360 с.
[13]. Belov K. P. Радиоэкологическая химия.Москва: Химия, 2016– 310 с.
[14]. FedorovN.V.Спектроскопические методы анализа.СанктПетербург:Лань2022–340 с.
[15]. Orlov A. S. Химия окружающей среды.Москва:Юрайт, 2023 –300 с.

UDK: 541.64:745.547.235

QORAO‘ZAK VERMIKULIT VA UNING ASOSIDA OLINGAN ANIONITNING TERMIK ANALIZI

O.X. Tursunmuratov

Chirchiq davlat pedagogika universiteti,
tursunmuratovobid@gmail.com
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Ushbu ishda Qorao‘zak vermikuliti va uning asosida sintez qilingan ionitlarning termik barqarorligi TG, DTG va DIT usullari yordamida o‘rganildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, vermikulit 100–600 °C oralig‘ida bosqichma-bosqich parchalanib, suv molekulalari hamda beqaror oksidlar chiqib ketishi kuzatildi. VMT-PFA anionitida 100 °C atrofida suv va organik moddalarning parchalanishi, 125 °C gacha nisbatan barqarorligi aniqlanib, organik komponentlar mavjudligi uning umumiy termik barqarorligini kamaytirishi ko‘rsatildi.*

Kalit so‘zlar: *Qorao‘zak vermikuliti; ionit; kompozitsion material; termogravimetriya (TG); differensial issiqlik tahlili (DIT); DTG; termik barqarorlik; destruksiya; funksional-ionogen guruhlar; kengaytirilgan vermikulit; VMT-PFA anioniti.*

Аннотация. *В данной работе исследована термическая стабильность коразакского вермикулита и синтезированного на его основе ионита с использованием методов ТГ, ДТГ и ДИТ. По результатам анализа установлено, что вермикулит в интервале 100–600 °C претерпевает поэтапное разложение с выделением связанной воды и неустойчивых оксидов. Для анионита VMT-PFA определено разложение воды и органических веществ при температуре около 100 °C и относительная стабильность до 125 °C. Установлено, что наличие органических компонентов снижает его общую термическую устойчивость.*

Ключевые слова: *коразакский вермикулит; ионит; композиционный материал; термогравиметрия (ТГ); дифференциальный термический анализ (ДТА); ДТГ; термическая стабильность; деструкция; функционально-ионоогенные группы; вспученный вермикулит; анионит VMT-PFA.*

Abstract: *This study investigates the thermal stability of Qorao‘zak vermiculite and the ion-exchange material synthesized from it using TG, DTG, and DTA analysis methods. The results show that the vermiculite undergoes gradual decomposition in the 100–600 °C range, accompanied by the release of bound water and unstable oxides. For the VMT-PFA anion exchanger, decomposition of water and organic components occurs around 100 °C, with relative stability up to 125 °C. The presence of organic groups was found to reduce the overall thermal stability of the synthesized ionite.*

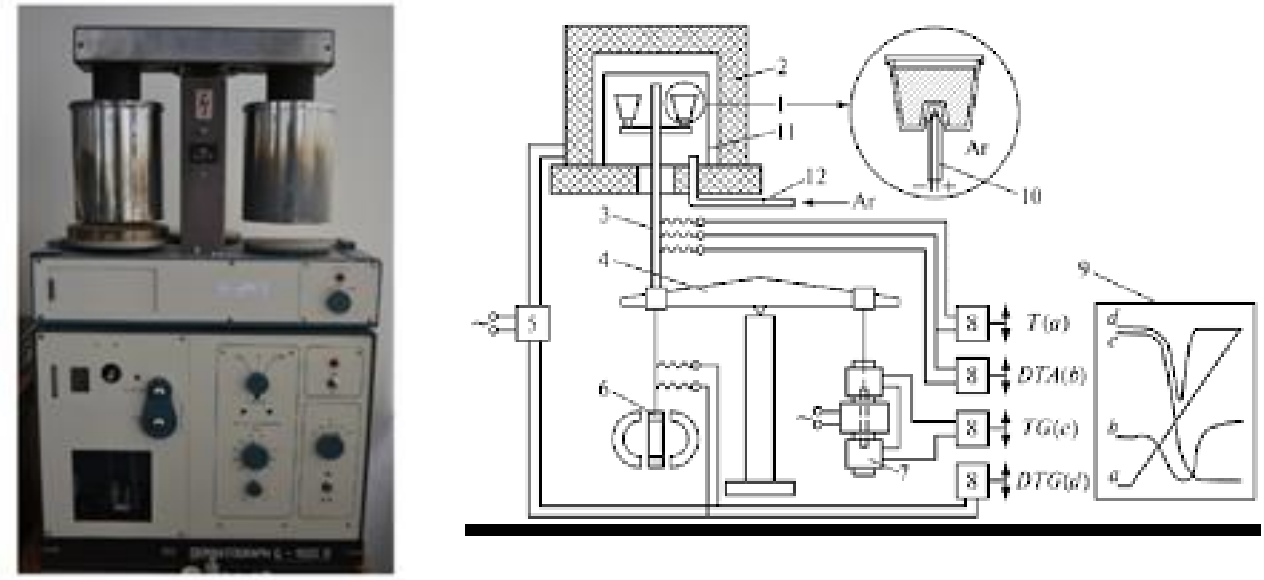
Keywords: *Qorao‘zak vermiculite; ion-exchange material; composite material; thermogravimetry (TG); differential thermal analysis (DTA/DIT); DTG; thermal stability; degradation; functional ionogenic groups; expanded vermiculite; VMT-PFA anion exchanger.*

KIRISH.

Oxirgi yillarda sanoatning turli tarmoqlarida sorbentlardan foydalanishga bo'lgan ehtiyojning ortib borishini hisobga olgan holarda, ularga bir qancha xossalarga ega bo'lishi talab qiladi. Misol tariqasida quyidagi standartlarni keltirish mumkin: turli ionlar uchun katta yuza qatlamiga va yuqori sorbsion xossali bo'lishi, suvda va turli erituchilarga erish xususiyati yo'qligi, har xil temperaturaga, mexanik ta'sirlarga nisbatan barqaror ekanligi, iqtisodiy jihatdan tannarxining kamligi, hamda qayta-qayta ishlatish imkoniyatining borligi, kimyoviy reagentlarga: turli oksidlovchilarga, kislotalarga, asoslarga nisbatan befarqligi, oqova suvlardagi chiqindilarni olib tashlashda texniko-iqtisodiy, ekologik jihatdan talablarga to'liq javob berishi zarur [1,2,3].

Yuqorida keltirilgan talablarga ega, turli tashqi ta'sirlarga barqaror bo'lgan, yangi ion almashinuvchi kompozitsion materiallarni yuqori unum bilan olish muammoli jarayonlar qatoriga kiradi. Shu sababli olingan ionitning tarkibi va tuzilishi zamonaviy usullar yordamida o'rganildi. Sanoatda miqyosida ishlatiladigan samarali ionitlarga qo'yiladigan talablardan eng muhimlaridan biri haroratga va kimyoviy jihatdan barqarorlik ya'ni befarqligi hisoblanadi[4,5,6].

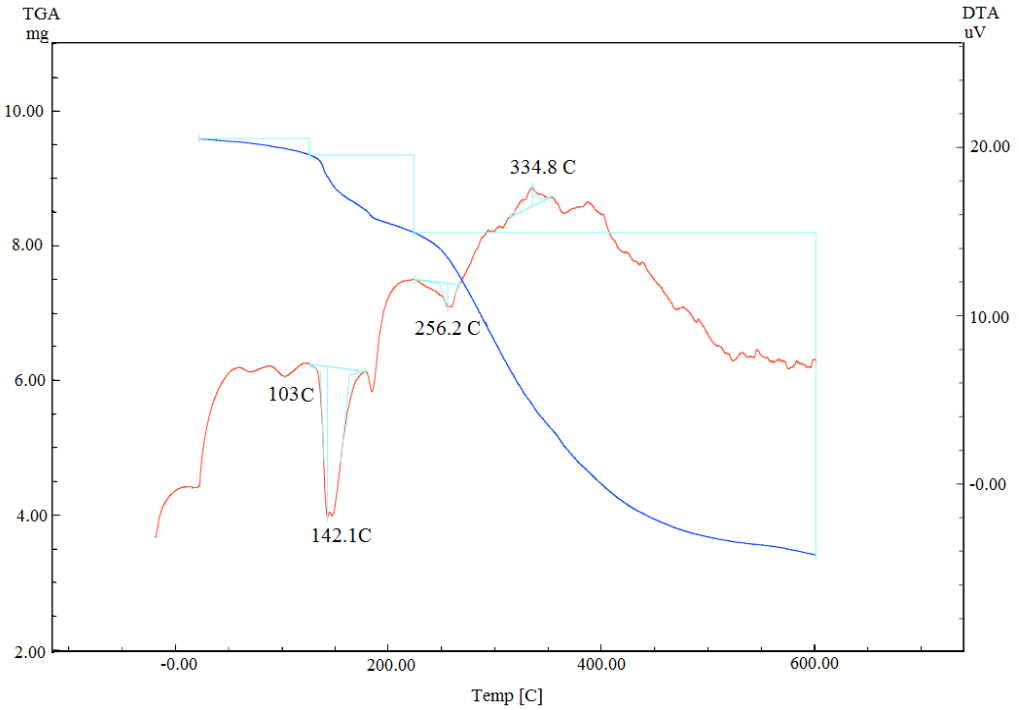
Ushbu ilmiy tadqiqot ishida tabiiy xomashyo Qorao'zak vermikuliti va uning asosida polietilenpoliamin (PEPA) va formaldegid yordamida sintez qilingan sorbentning termik xossalari o'rganildi. Sorbentlarning issiqlik barqarorligi TG (termogravimetriya), DTG (differensial termogravimetriya) va DIT (differensial issiqlik tahlili) usullari yordamida tahlil natijalari muhokama qilingan. Quyida (1-rasm) Vengriyaning "MOM" firmasi "DERIVATOGRAF" termoanalitik qurilmasi va uning sxematik ko'rinishi keltirilgan:



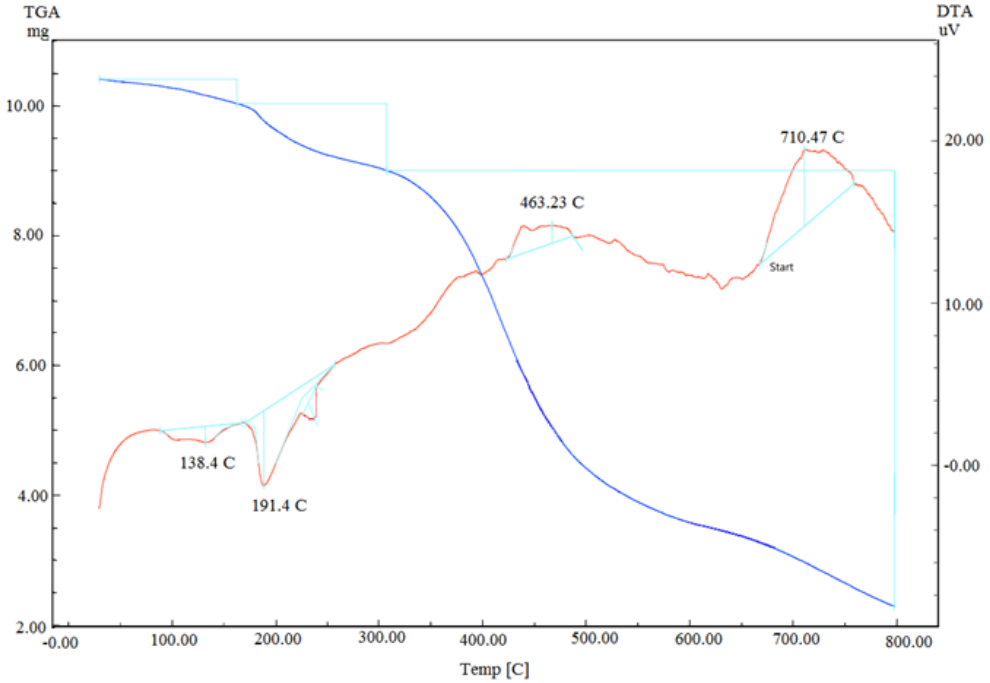
1-rasm.Vengriyaning "MOM" firmasi "DERIVATOGRAF" termoanalitik qurilmasi va uning sxematik ko'rinishi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Kompozitsion materiallarni sanoat-ishlab chiqarish tarmoqlarida turli texno-kimyoviy jarayonlarda ishlatilganda, quyiladigan talablardan eng muhimlaridan yana biri ionitlarning turli xil haroratlarga chidamliligi, o'zining kimyoviy tuzilishi, tarkibi va xossalarini o'zgartirmasligi, ionlarni yutish xususiyatlarini hamda boshqa shu kabi xossalalarni mujassam qilib haroratga barqarorlik xossalari namoyon qilishidir. Ionitlarning gigroskopik holatida termik parchalanishining dastrlabki vaqti va temperaturasini aniqlash, kompozitning tuzilmasi va funksional-ionogen guruhlarining termik barqarorligi haqida xulosa chiqarishga yordam beradi[7,8].



2- rasm. Qorao‘zak vermikuliti xom-ashyosi derivatogrammasi.

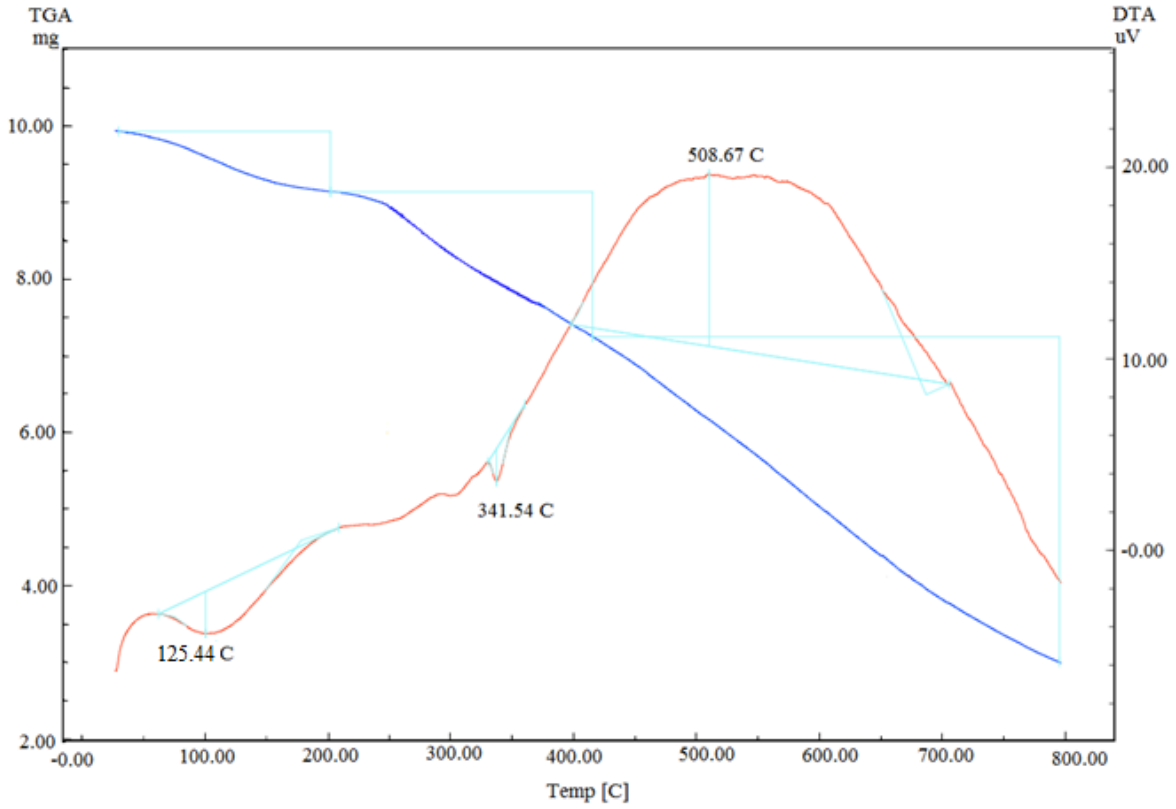


3- rasm. Kengaytirilgan vermikulitning derivatogrammasi.

Ionitlarning destruksiyaga chidamliligini tekshirish va baho berish uchun ionitlar termik yoki termooksidlanish destruksiyasi natijasida parchalanishigacha bo‘lgan yuqori haroratgacha qizdirish natijasida massa kamayishi orqali aniqlanadi. Qorao‘zak vermikuliti hamda uning asosida olingan ionitlarni termik barqarorligi aniqlash maqsadida Vengriyaning “MOM” firmasi “DERIVATOGRAF” termoanalitik qurilmasi yordamida 800 °C gacha haroratda termogravimetriya (TG), differensial termogravimetriya (DTG) va differensial issiqlik tahlili (DIT) amalga oshirildi.

DTG egri chiziqlaridan foydalanib, issiqlik (termo-oksidlovchi) parchalanish reaktsiyalarining bosqichma-bosqich harorat chegaralarini, shuningdek, har bir bosqich uchun maksimal parchalanish tezligiga mos keladigan haroratni aniqlandi.

Yuqoridagi (3-rasm) rasmda Qorao‘zak vermikulit xomashyosining termogravimetriyasi (TG) va differensial issiqlik tahlili (DIT) ma’lumotlari [9] orqali xomashyo vermikulitning 103 ºC da endotermik cho‘qqi namuna tarkibidagi bog‘langan suv molekulalarining chiqib ketganligini, 142



4- rasm. VMT-PFA anionitining derivatogrammasi.

ºC, 256 ºC dan 334 ºC endotermik cho‘qqilar esa vermikulit tarkibidagi dastlab nisbatan beqaror metallmas oksidlari va metall oksidlari parchalana boshlanganligini, 400-600 ºC da vermikulit tarkibidagi Al_2O_3 va shu kabi boshqa termik chidamli oksidlar parchalanganligini haqida fikr yuritish mumkin.

Quyidagi 4-rasmdagi differensial issiqlik tahlili (DIT) va termogravimetriyasi (TG) ma’lumotlari asosida VMT-PFA anionit tarkibidagi suv va organik moddalar 100 ºC atrofida parchalanganligi, olingan ionit tarkibiga organik moddalar kiritilganligi tufayli dastlabki xom-ashyo vermikulit va kengaytirilgan vermikulitga nisbatan termik barqarorligi kamayganligiga sabab bo‘lgan, ya’ni sintez qilingan ionit 125.44 ºC gacha termik barqaror ekanligi haqida xulosa qilishimiz mumkin. 341-508 ºC gacha sorbentning massasi keskin kamayganligi destruksiya jarayoni shiddatli borganligini ko‘rish mumkin [10,11].

XULOSA

O‘tkazilgan termoanalitik tadqiqotlar natijasida Qorao‘zak vermikuliti va uning asosida sintez qilingan VMT-PFA anionitining termik barqarorligi bosqichma-bosqich yoritildi. Vermikulit xomashyosida 103 °C da bog‘langan suvning, 142–334 °C oralig‘ida beqaror oksidlarning, 400–600°C da esa yuqori barqaror oksidlarning parchalanish jarayonlari kuzatildi. Bu natijalar vermikulitning tabiiy tuzilmasi ko‘p bosqichli issiqlik reaksiyalariga uchrashini tasdiqlaydi. VMT-PFA anionitida esa organik moddalarning mavjudligi materialning umumiy termik barqarorligini

pasaytirib, 125 °C gacha nisbatan barqaror bo‘lishi ma’lum bo‘ldi. 341–508 °C oralig‘ida anionit massasining keskin kamayishi destruksiya jarayonining jadalligini ko‘rsatadi. Shunday qilib, ionitlarning termik barqarorligi ularning sanoat jarayonlarida qo‘llanishi uchun hal qiluvchi omil bo‘lib, bu tadqiqot natijalari amaliyotda optimal harorat sharoitlarini belgilashda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar

[1]. Tursunmuratov O. X. Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi //Science and Education. – 2022. – Т. 3. – №. 12. – С. 182-188.

[2]. 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.

[3]. Tursunmuratov O. X. Tabiiy mineral vermikulitdan foydalanib sorbentlar olish usullari tahlili //Academic research in educational sciences. – 2023. – Т. 4. – №. 5. – С. 5-10.

[4]. 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. – Т. 4. – №. 1. – С. 413-421.

[5]. Obid T. et al. Kinetics and isotherm of cu2+ ion sorption on a new sorbent obtained on the basis of vermiculite //Universum: технические науки. – 2022. – №. 12-7 (105). – С. 44-48.

[6]. Tursunmuratov O., Bekchanov D. Vermikulit asosida olingan yangi ionitga cu2+ ionlarining sorbsiya kinetikasi va izotermasi //Farg'ona davlat universiteti. – 2022. – №. 3. – С. 60-60.

[7]. Tursunmuratov O. X. Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi //Science and Education. – 2022. – Т. 3. – №. 12. – С. 182-188.

[8]. Tursunmuratov O., Bekchanov D. Vermikulit asosida olingan yangi ionitga cu2+ ionlarining sorbsiya kinetikasi va izotermasi //Farg'ona davlat universiteti. – 2022. – №. 3. – С. 60-60.

[9]. Tursunmuratov O. X. Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi //Science and Education. – 2022. – Т. 3. – №. 12. – С. 182-188.

[10]. 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.

[11]. Obid T., Davronbek B. Vermikulit asosida olingan ionitga mis (ii) kationlarining yutilish kinetikasining tahlili //International Scientific and Current Research Conferences. – 2023. – С. 53-58.

KO’MIR ORGANIK YOQILG’ISI

D.A. Badalova, N.Sh. Ermatov, X.I. Usmonov

Toshkent davlat texnika universiteti,
ermatovnazmiddin004@gmail.com, Tel: +998935004442
(ORCID 0009-0006-6309-8588)

(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Maqolada ko’mirning ilk insoniyat davrida foydalanilishi, qay tarzda paydo bo’lishi, ishlatish uchun zarur bo’lgan fizik va kimyoviy xususiyatlari, issiqlik energiyasi olinishida qanday rol o’ynashi, eng ko’p uchraydigan turlari, eng keng tarqalgan qazib olish usullari va atrof muhitga, shu jumladan insoniyatga ta’siri alohida yoritib o’tilgan.*

Kalit so’zlar: *namxush, seysmik fojialar, oksidlanish, koks, pirogenetik parchalash, konveyer, ko’mir omixtasi.*

Аннотация. *В статье рассматривается происхождение угля и его использование в ранние периоды развития человеческой цивилизации. Подробно описаны условия образования угля, его физико-химические свойства, определяющие пригодность для промышленного применения, а также его значение в процессе получения тепловой энергии. Отдельное внимание уделено наиболее распространённым видам угля, современным способам добычи и их влиянию на окружающую среду и здоровье человека.*

Ключевые слова: *влажность, сейсмические явления, окисление, кокс, пирогенное разложение, конвейер, угольная смесь.*

Abstract. *The article examines the origin of coal and its utilization during the early stages of human civilization. It provides a detailed overview of the conditions of coal formation, its physical and chemical properties that determine its suitability for industrial use, and its role in thermal energy production. Special attention is given to the most common types of coal, modern extraction methods, and their environmental and human health impacts.*

Keywords: *moisture, seismic activity, oxidation, coke, pyrolytic decomposition, conveyor, coal mixture.*

Kirish.

Ko’mir Yer sharida aniq qachon va qayerda kimlar tomonidan ilk kashf etilganligi haqida isbotlangan ma’lumot bo’lmagani uchun ba’zi farazlar mavjud. Ularga ko’ra ko’mir eng kamida 220 000 000 yil ilgari ba’zilar tomonidan aniqlangan. Ko’mir Yer qobig’ida tog’ jinslari orasida shunday qatlamlar ko’rinishidaki, ular bir necha kilometrgacha uzunlikda va qalinligi uch metrgacha bo’lishi mumkin. Ko’mirning asosiy vujudga kelish o’rni changalzor bot-qoqlarda, issiq namxush iqlim sharoitida bundan yuzlab million yillar ilgari o’sgan qadimgi daraxtlar va o’simliklarning qoldiqlariga to’g’ri kelgan va hozirda ham ushbu biologik jarayon davom etmoqda [5;8].

Bunday botqoqlarning asosini tez rivojlanadigan qamishlar va ulkan tanali uyum-uyum (g’ovlab) o’sadigan paporotniklar tashkil qilgan. Ma’lum bir davr o’tib, bu va bu kabi hududlar seysmik fojialar ta’sirida botqoqlar qa'riga cho’kkan [5;9]. Ushbu biologik hodisa ularning chirishiga to’sqinlik qillgan. Bakteriyalar er yuzasidagi, biz nafas oladigan havo bilan aralshib ketganidek, ular o’simliklarning ba’zi qismlarini takroriy ravishda rivojlantirgan. Buning natijasida daraxtlarning eng ko’p ugleroddan iborat qismi qora kuyindi ko’rinishida parchalangan. Keyinchalik xuddi shu bo’lak ko’mir qatlamiga aylangan [1].

Tarkibi va xususiyatlari. O’zining xususiyati va kimyoviy tarkibiga ko’ra ko’mir turli turlarga bo’linadi. Bular: qo’ng’ir ko’mir, tosh ko’mir, pista ko’mir va boshqalar. Qo’ng’ir ko’mir ularning eng ko’p uchraydigani va yonish jarayonidagi katta samarodorlikka ega turi hisoblanib u o’zining kimyoviy qismi va fizik-kimyoviy xususiyatlari orqali tosh ko’mirdan keyingi eng yaxshi yoqilg’i hisoblanadi [2;6]. Qo’ng’ir ko’mir nam va tarkibidagi kulning massasi juda kichik (e’tiborga olmasa ham bo’ladi) bo’lganligi uchun uning yuqori yonish issiqligi quyidagi intervalda yotadi:

$$\frac{Q_{yuq}}{100-A} \times 100 < 2400 \text{ KJ/kg}$$

Qo’ng’ir ko’mir: tarkibidagi asosiy element uglerod(C=55-78%), oksidlovchi(O=15-30%) esa sezilarli darajada oz bo’ladi, yonish jarayonida mahsulotlarning atrof-muhitga torfnikiga(70%) qaraganda kamroq(V_{uch}=60%) tarqalishi; tarkibidagi namlik va uchuvchi moddalar chiqib ketgan yoqilg’i (koks)ning shiddatli shakllanishi; asosiy qismi g’ovak bo’lganligi natijasida namlik(W=15-60%) miqdori katta; qisqa vaqtda oksidlanadi va to’satdan yonish ehtimoliga ega; yonish reaksiyasi davomida ko’p kul(A=15-25%) va namlik ajralishi oqibatida ishchi massasining yonish issiqligi past(Q^i_p=7,33-20,31 MJ/kg); ishlov berish uchun qulay; yoshi va ta’sir doirasiga qarab rangi och sariqdan qoragacha bo’lishi mumkin; zichligi 1,2-1,5 g/sm^3 [1;6].

$$C^Y + H^Y + O^Y + S^Y_{Or+K} + N^Y + A^Q + W^I = 100\%$$

Yonish kimyoviy reaksiyasida asosiy ro’l o’ynaydigan koks eng ko’p qo’ng’ir ko’mir (72-75%) va tosh ko’mir (70-85%) tarkibida uchraydi.

Toshko’mirlarning tarkibidagi yonish mahsulotlari bo’yicha klassifikatsiyasi.

Ko’mir markasi	Belgilanishi	Uchib Chiquvchi yonish mahsulotlari (%)	Koks qoldig’ining tavsifi
Uzun alangali	D	36 va undan ko’p	Kukun ko’rinishidan to kuchsiz koks hosil bo’lguncha Koks hosil bo’ladi
Gazli	G	35 va undan ko’p	Koks hosil bo’ladi
Gazli moyli	GJ	27-37	
Moyli (Jirniy)	J	27-37	
Koksli moyli	KJ	25-31	
Koksli	K	18-27	
Koksli ikkinchi	K2	17-25	
Moysiz koks hosil	OS	14-22	Kukun ko’rinishidan to kuchsiz koks hosil bo’lguncha
Koks hosil bo’lishi kamroq	SS	25-37	Kukun ko’rinishidan to kuchsiz koks hosil bo’lguncha
Moysiz	T	8-17	

Toshko’mirlarning hajm bo’yicha sinflanishi.

Ko’mir klassi	Belgilanishi	Bo’laklarining o’lchamlari, mm
Plitali	P	100 dan ortiq
Yirik	K	50-100
Yong’oq	O	25-50
Mayda	M	13-25
Pista	S	6-13
Shtib	SH	6 gacha
Mayda va shtibli pista	MSSH	25 gacha
Oddiy	R	Shaxtadan olinadiganlar uchun 200 dan ko’p emas va kar'erdan olinadiganlar uchun 300 dan kam emas

Shu sababli ushbu qazilmaning 2 turida ham kokslash darajasi 6,5-8,5% oralig’ida bo’ladi [7]. Koks – sun’iy qattiq yoqilg’i, tosh ko’mirning ba’zi turlarini alohida havodan izolyatsiyalangan pechlarda 900-1100 °C gacha qizdirib pirogenetik parchalash natijasida olinadi. Buning natijasida ular tarkibidan pirogenetik suv ajraladi va u tosh ko’mirning 2-8% dan, qo’ng’ir ko’mirning esa 4,5-10%dan hosil bo’ladi [7;9]. Toshko‘mirning asosiy turlari quyidagicha tasniflanadi:

1. **Lignit (qashqa ko‘mir)**: Tarkibida uglerod ulushi kam (25–35%), ko’p namlikka ega, oz miqdorda issiqlik ajraladi. Ko’p hollarda mahalliy issiqlik ishlab chiqarish sanoatida ishlatiladi.

2. **Subbituminoz ko‘mir**: Uglerod miqdori normal (35–45%), yonganda Lignitga qaraganda ko’proq issiqlik ajraladi.

3. **Bituminoz ko‘mir**: Kimyoviy tarkibining 45–86%i uglerod, energetika va metallurgiyaning asosiy qattiq yoqilg’isi.

4. **Antratsit**: Ko’mirning uglerod (86–95%) eng ko’p uchraydigan navi, namlik darajasi pastligi uchun katta haroratda ko’p issiqlik energiyasi ajraladi.

O‘zbekistonda boshqalariga nisbatan lignit va subbituminoz ko‘mir turlari ko’proq miqdorda qazib olinishini, bu 2 navning davlat ko’mir zaxirasining asosiy qismini tashkil qilishidan bilib olishimiz mumkin. Xattoki, 2023-yilning statistik ma’lumotlariga qaraganda jahon miqyosida o’sha yilning o’zida ishlab chiqarilgan elektr energiyaning 27%i tosh ko’mirga to’g’ri keladi [3].

Ko’mirning sun’iy turlaridan eng keng tarqalgani bu pista ko’mirdir. Pista ko’mir hali bargi to’kilmagan daraxtlarning tanalarini 600-800°C gacha havodan izolyatsiyalangan yoki juda kam miqdorda o’txonada qizdirish natijasida hosil qilinadi [1;9]. Hosil bo’ladigan pista ko’mir quruq o’tinning 30-40% ulushiga to’g’ri keladi. Pista ko’mirning yonish issiqligi kimyoviy reaksiyaning so’nggi haroratiga bog’liq bo’lib 27 dan 31MDj/kg gacha bo’lishi mumkin. Pista ko’mirning asosiy tarkibi g’ovaklardan iborat bo’lganligi uchun uning zichligi juda kichik bo’ladi [8]. Namlik asosan 10% atrofida bo’ladi, tashqi muhitda bo’lganida 40% gacha yetadi. Bu ko’mirda kulning sezilarli darajada oz bo’lishi unda oltingugurt uchramasligi bilan xarakterlidir. Pista ko’mir asosan kimyo sanoatida va metallurgiyada ishlatiladi va undan u yerda asosan texnologik yoqilg’i sifatida foydalaniladi. Ko‘mirning qazib olinishi va ishlatilishi jiddiy ekologik muammolarni keltirib chiqaradi, bu esa global iqlim o‘zgarishiga asosiy omil hisoblanadi [2;8]. Asosiy ekologik muammolar quyidagilar:

- **Havo ifloslanishi**: Toshko‘mir yonishi natijasida uglerod dioksid (CO_2), oltingugurt dioksid (SO_2), azot oksidlari (NO_x) va chang zarralari ajralib chiqadi. Bu gazlar kislotali yomg‘ir, smog va nafas olish yo‘llari kasalliklariga olib keladi.
- **Iqlim o‘zgarishi**: Toshko‘mir yoqilg‘ilar ichida eng yuqori CO_2 guruhini hosil qiladi. 1 tonna toshko‘mir yonishi deyarli 2,5–3 tonna CO_2 hosil qiladi.
- **Suv resurslariga ta’sir**: Ko‘mir qazib olish va yuvish jarayonlari suvni ifloslantiradi, og‘ir metallar va istemol uchun zararli bo’lgan kimyoviy moddalar er osti va er usti suvlari bilan aralashadi.
- **Tuproq va landshaftning buzilishi**: Ochiq usulda qazib olish mobaynida tuproqning unumdor qatlamini emiriladi va qayta tiklash uchun katta xarajatlar talab qiladi.

O‘zbekistonda aniqrog’i Angrenda va boshqa ko‘mir qazib olish va ishlatish bo’yicha etakchi bo’lgan hududlarda jiddiy ekologik muammolar, xususan, havo va suv ifloslanishi kuzatilmoqda.

Olinishi va qo’llanilishi: Ko‘mir qazib olish ikki asosiy usulda amalga oshiriladi: ochiq va yopiq (shaxta) usullar:

Ochiq usul: Ko‘mir koni er yuzasiga yaqin joylashganda ishlatiladi. Bu usul arzon va samarali, ammo katta ekologik zarar keltirib chiqaradi, [2;5] chunki er yuzasi qazilishi natijasida landshaft o‘zgaradi va tuproq emirilishi paydo bo’ladi. O‘zbekistonning Angren konida ochiq usul keng qo‘llaniladi.

Yopiq (shaxta) usuli: Ko‘mir chuqur joylashganda shaxtalar orqali qazib olinadi. Bu usul qimmat va xavfli bo‘lib, metan gazining portlashi yoki shaxta qulashi kabi xavflardan iborat. Qazib olish jarayonida zamonaviy texnologiyalar, masalan, avtomatlashtirilgan qazish mashinalari va konveyer tizimlari ishlatiladi [4;5]. O‘zbekistonda ko‘mir qazib olishda “O‘zbekko‘mir” AJ rahbarlik qiladi, bu korxona mamlakatning ko‘mir ishlab chiqarish hajmining asosiy qismini ta’minlaydi. Bundan tashqari yangi ko’mir konlarining ochilishi va ishga tushirilishi uchun ushbu tashkilot barcha standartlarni aniqlab ruxsat etuvchi hujjatlarni taqdim etadi.

Tarixiy jihatdan, ko‘mir qazib olish juda xavfli faoliyat bo‘lib kelgan. Birgina AQShda 1900-yildan beri 104 895 ko‘mir konchi halok bo‘lgan, o‘lim holatlarining 90 foizi 20-asrning birinchi yarmida sodir bo‘lgan [3]. 1907-yilda 3242 kishi vafot etdi, bu tarixdagi eng yomon yil; 2020-yilda beshta inson halok bo‘lgan. Butun davlatlar kesimida qazib olinayotgan umumiy ko‘mirning 5 dan 1 ulushi qo’ng‘ir ko‘mirga to’g’ri keladi. Ilk bor ko‘mir oddiy usulda xitoyliklar va greklar tomonidan qazib olingan va yoqilg‘i o’rnida qo’llanilgan bo’lsada ammo uning ommaviy ishlatilishi va alohida sanoat tarmog’iga aylanishi XVIII asrning 2-yarmiga borib taqaladi [4].

Ushbu davrda ilk bor qazib olingan ko‘mir cho‘yan eritish uchun Angliyada qo’llanilgan. Bundan tashqari XIX asrdan boshlab ko‘mir transport sohasining eng muhim elementlaridan biriga aylandi. XX asrga kelib insoniyat barcha yoqilg’ilardan oladigan energiyasining 70% ini ko’mirdan olgan bo‘lsa, ayni damda ushbu ehtiyoj 20-25% dan ko’p emas. Dunyo mamlakatlarining 60 tasida ko’mir qazib olinganidek organik yoqilg’ining 90% i ushbu davlatlarning o’zida foydalaniladi va qolgan 10% i eksport maqsadlari uchun ajratiladi [1;6]. Qazish jarayonidagi ko’mir bo’laklarining hajmiga ko’ra qo’ng’ir ko’mirlar uch sinfga ajraladi: yirik (K) – bo’lak o’lchamlari 50-100 mm bo’lgan; mayda (M) - 0-50 mm bo’lgan va oddiy (R) - 0-100 mm bo’lgan. Ko’mirlarni farqlab olishda qulay belgilashlar foydalaniladi (masalan, BK – yirik qo’ng’ir ko’mir).

O’zbekistonda qo’ng’ir ko’mirning 2 BPK, 2 BOMSSH, 2 BR markalari Angrenda va tosh ko’mirning 1 SSSSH, 1 TR markalari Sharg’un va Boysun konlarida qazib olinadi. Shuningdek, ko’mirlarning D, T va qisman SS markalari ham energetik yoqilg’i tarkibiga kiradi. Ko’mir barcha issiqlik energiyasi olish uchun qo’llaniladigan issiqlik tizimlarining asosiy organik tabiiy yoqilg’isi hisoblanadi [2;5;8]. Bularga; KESlar, IESlar, IEMlar, sanoat pechlari, turli xil qozon qurilmalari kiradi. Hozirda deyarli barcha ESlar yoqilg’i sifatida qozonxona o’txonalarida Qozog’istondan import qilinadigan ko’mir omixtasi ishlatiladi. Ularning issiqligi 4,26 MJ yoki 3000 Kkal bo’ladi. Ushbu nuqtai nazardan 1 KW×soat elektr energiya olish uchun o’rtacha miqdorda 1,2-1,4 kg yuqoridagi omixtadan ishlatiladi.

Xulosa.

Ko‘mirni toza tarkibga egaligi va uchuvchanlik xususiyati pastligi uni samarali qaytaruvchi vosita va uglerod manbai o’rnida foydalanilishiga imkon yaratadi va metallurgiya, kimyo, elektronika va boshqa sanoat tarmoqlarida katta ro’l o’ynaydi. Masalan, sanoatda keng qo'llaniladigan faol uglerod, yog'och granulalari, yog'och smolalari va boshqalar ko'mirdan tayyorlanadi.

Adabiyotlar

[1]. Yoqilg’i yonishi va yoqish qurilmalari 2022 (A.Sh. Shaislamov)

[2]. Абидов А.А., Азимов П.К., «К проблеме увеличения добычи нефти в Узбекистане», NEFT VA GAZ jurnali, № 1, 2003.

[3]. International Energy Agency (IEA). (2023). Coal 2023. Analysis and forecast to 2026.

[4]. Ward, C. R. (2016). *Coal Geology*. Wiley-Blackwell.O‘zME. Toshkent, 2000-yil.

[5]. Ключников А.Д. Энергетика теплотехнологии и, вопросы энергосбережения М.: Энергоатомиздат.1986.

[6]. „Toshko‘mir sistemasi“, *O‘zbekiston milliy* ensiklopediyasi (T-harfi). Toshkent 2000–2006-yillar.

[7]. Tomalak S. M., Ugol O‘zbekistova, T., 2001.

[8]. Алексеев Г.Н. Энергоэнтропика М.: Знание, 1983.

РАЗВИТИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ

З.Т. Зокирова

Ферганский государственный технический университет
e-mail: zokirova zulfiya56@g.mail.com
(Получена 10.03.2026 г.)

Аннотация: *В статье рассматриваются актуальные вопросы развития коммуникативной компетенции студентов в процессе обучения английскому языку в условиях системы образования Узбекистана. Особое внимание уделяется применению современных педагогических подходов, таких как коммуникативный, компетентностный, личностно-ориентированный и интерактивный подходы.*

Ключевые слова: *коммуникативная компетенция, обучение английскому языку, современные педагогические подходы, коммуникативный подход, компетентностный подход, интерактивные методы, цифровые технологии, образовательный процесс, учащиеся*

Annotatsiya: *Maqolada O‘zbekiston ta’lim tizimi sharoitida ingliz tilini o‘qitish jarayonida o‘quvchilarning kommunikativ kompetensiyasini rivojlantirishning dolzarb masalalari ko‘rib chiqiladi. Zamonaviy pedagogik yondashuvlar, jumladan kommunikativ, kompetensiyaviy, shaxsga yo‘naltirilgan va interaktiv yondashuvlarni qo‘llashga alohida e’tibor qaratiladi.*

Tayanch so‘zlar: *kommunikativ kompetensiya, ingliz tilini o‘qitish, zamonaviy pedagogik yondashuvlar, kommunikativ yondashuv, kompetensiyaviy yondashuv, interaktiv metodlar, raqamli texnologiyalar, ta’lim jarayoni, o‘quvchilar*

Abstract: *The article examines current issues in the development of students’ communicative competence in the process of teaching English within the education system of Uzbekistan. Particular attention is paid to the application of modern pedagogical approaches, such as communicative, competence-based, learner-centered, and interactive approaches.*

Key words: *communicative competence, teaching English, modern pedagogical approaches, communicative approach, competence-based approach, interactive methods, digital technologies, educational process, students.*

I.Введение:

В условиях глобализации и активного расширения международных связей возрастает значимость владения иностранными языками как важного инструмента межкультурной коммуникации. В системе образования Республики Узбекистан обучение английскому языку приобретает стратегическое значение, поскольку способствует формированию конкурентоспособной личности, способной эффективно функционировать в современном информационном обществе. Одной из ключевых целей обучения иностранным языкам является развитие коммуникативной компетенции студентов, которая рассматривается как совокупность знаний, умений и навыков, обеспечивающих успешное речевое взаимодействие в различных ситуациях общения.

Современные исследования показывают, что коммуникативная компетенция включает в себя речевые, языковые и социокультурные компоненты, обеспечивающие способность студентов использовать язык как средство общения, а не только как систему грамматических правил. В этой связи особую актуальность приобретает внедрение коммуникативного подхода, основной целью которого является формирование у обучающихся способности к реальному общению на иностранном языке.

В последние годы в образовательной практике Узбекистана активно внедряются современные педагогические технологии и инновационные подходы, включая компетентностный, личностно-ориентированный и интерактивный подходы. Их применение направлено на повышение мотивации студентов, развитие их самостоятельности и творческого мышления, а также формирование устойчивых коммуникативных навыков.

Особое значение приобретают цифровые образовательные ресурсы и интерактивные методы обучения, которые способствуют созданию благоприятной языковой среды и активизации речевой деятельности студентов. [1]

Несмотря на значительное количество исследований в данной области, проблема эффективного развития коммуникативной компетенции студентов в процессе обучения английскому языку остается актуальной. Это обусловлено необходимостью поиска новых методических решений, учитывающих современные требования к качеству образования и особенности национальной образовательной системы. В связи с этим возникает потребность в комплексном анализе современных педагогических подходов и их влияния на формирование коммуникативной компетенции студентов.

Целью данной статьи является исследование особенностей развития коммуникативной компетенции студентов в процессе обучения английскому языку на основе современных педагогических подходов в условиях образовательной системы Узбекистана.

II.Методология исследования:

Методологической основой данного исследования выступают современные положения педагогической науки, ориентированные на компетентностный и коммуникативный подходы в обучении иностранным языкам. В частности, в качестве базовой концепции используется коммуникативный подход, направленный на формирование у обучающихся способности к реальному речевому взаимодействию и развитию коммуникативной компетенции как ключевой цели обучения английскому языку .

Исследование носит комплексный характер и включает использование как теоретических, так и эмпирических методов, что обеспечивает всесторонний анализ изучаемой проблемы. Теоретические методы представлены анализом, синтезом и обобщением научной психолого-педагогической и методической литературы по вопросам развития коммуникативной компетенции студентов. Данный подход позволяет выявить основные тенденции и закономерности формирования коммуникативных навыков в процессе обучения английскому языку. В качестве эмпирических методов исследования применялись педагогическое наблюдение, анкетирование, тестирование и педагогический эксперимент. Использование данных методов является традиционным для педагогических исследований и позволяет получить достоверные данные о динамике развития коммуникативной компетенции студентов. В ходе исследования были сформированы контрольная и экспериментальная группы студентов, что обеспечило возможность сопоставления результатов и оценки эффективности внедрения современных педагогических подходов. [2]

Экспериментальная работа проводилась в несколько этапов: констатирующий, направленный на выявление исходного уровня коммуникативной компетенции студентов; формирующий, в рамках которого осуществлялось внедрение современных педагогических технологий (интерактивных методов, цифровых ресурсов, коммуникативных заданий); и контрольный этап, позволяющий определить изменения в уровне сформированности коммуникативных навыков.

Для обработки полученных данных использовались методы количественного и качественного анализа, включая сравнительный анализ результатов контрольных и экспериментальных групп, а также интерпретацию полученных показателей. Комплексное применение различных методов исследования обеспечивает достоверность и обоснованность полученных результатов, поскольку в педагогике надежность выводов напрямую зависит от сочетания и взаимодополняемости методов исследования.

Таким образом, выбранная методология исследования позволяет всесторонне изучить процесс развития коммуникативной компетенции студентов при обучении английскому языку и оценить эффективность современных педагогических подходов в условиях образовательной системы Узбекистана. [3]

III. Научно-теоретические предложения и рекомендации:

На основе проведённого анализа теоретических источников и практики преподавания английского языка в Узбекистане представляется целесообразным сформулировать комплекс

предложений, направленных на совершенствование процесса развития коммуникативной компетенции студентов.

Прежде всего, необходимо рассматривать коммуникативную компетенцию как интегративную характеристику личности учащегося, включающую языковой, речевой, социокультурный и стратегический компоненты. В этой связи обучение английскому языку должно быть ориентировано не только на усвоение грамматических структур, но и на формирование способности к реальному межличностному взаимодействию. Это требует переосмысления содержания и методов обучения в сторону их практико-ориентированности.

Важным направлением является системное внедрение современных педагогических подходов. Коммуникативный подход должен выступать как основа организации учебного процесса, тогда как компетентностный подход обеспечивает направленность на результат, а личностно-ориентированный — учитывает индивидуальные особенности студентов. Интерактивные методы позволяют создать условия для активного участия каждого обучающегося в учебной деятельности.

таблица 1

Соотнесение педагогических подходов и их влияния на развитие коммуникативной компетенции.

Педагогический подход	Основная характеристика	Влияние на коммуникативную компетенцию
Коммуникативный	Обучение через общение	Формирует навыки реального общения
Компетентностный	Ориентация на практический результат	Развивает способность применять знания
Личностно-ориентированный	Учет индивидуальных особенностей	Повышает мотивацию студентов
Интерактивный	Активное взаимодействие в группе	Развивает речевую активность

Следующим важным направлением является расширение использования интерактивных методов обучения. Рекомендуется внедрение ролевых игр, дискуссий, дебатов, проектной деятельности и кейс-методов. Данные методы способствуют развитию критического мышления, инициативности и коммуникативных умений. [4]

Не менее значимым является применение цифровых образовательных технологий. Использование мультимедийных средств, онлайн-платформ и мобильных приложений позволяет создать языковую среду, приближенную к естественным условиям общения, а также повысить интерес студентов к изучению языка.

таблица 2

Рекомендованные методы и их педагогический эффект

Метод обучения	Содержание метода	Ожидаемый результат
Ролевые игры	Моделирование жизненных ситуаций	Развитие устной речи
Проектная деятельность	Самостоятельная работа над проектами	Формирование комплексных навыков
Дискуссии и дебаты	Обсуждение актуальных тем	Развитие аргументации
Цифровые технологии	Использование онлайн-ресурсов	Повышение мотивации и вовлеченности

Также рекомендуется усилить социокультурный компонент обучения. Включение аутентичных материалов (видео, тексты, аудио) способствует формированию у студентов

представлений о культурных особенностях стран изучаемого языка и развитию межкультурной компетенции.

Особое внимание следует уделить повышению квалификации педагогов. Учитель должен владеть современными методиками, уметь применять цифровые инструменты и создавать условия для коммуникативной активности студентов. Эффективность обучения напрямую зависит от профессиональной компетентности преподавателя.

таблица 3

Условия эффективного развития коммуникативной компетенции

Условие	Содержание	Результат
Педагогическая подготовка	Повышение квалификации учителей	Качество преподавания
Учебная среда	Создание коммуникативной атмосферы	Активность студентов
Использование технологий	Интеграция цифровых ресурсов	Современный формат обучения
Мотивация студентов	Применение интересных методов	Устойчивый интерес к языку

Таким образом, предложенные научно-теоретические положения и рекомендации направлены на комплексное совершенствование процесса обучения английскому языку в Узбекистане. Их реализация позволит повысить уровень сформированности коммуникативной компетенции студентов, обеспечить практическую направленность обучения и подготовить студентов к эффективному межкультурному взаимодействию. [5]

IV.Обсуждение:

Результаты проведённого исследования подтверждают, что развитие коммуникативной компетенции студентов в процессе обучения английскому языку является сложным и многогранным процессом, зависящим от совокупности педагогических условий, методов обучения и уровня профессиональной подготовки преподавателя. В условиях модернизации системы образования Узбекистана данный аспект приобретает особую актуальность, поскольку ориентирован на формирование практико-ориентированных навыков, востребованных в современном обществе.

Анализ полученных данных показывает, что традиционные методы обучения, основанные преимущественно на усвоении грамматических правил и переводе текстов, не в полной мере способствуют развитию способности студентов к свободному и спонтанному общению. В отличие от них, применение современных педагогических подходов, в частности коммуникативного и интерактивного, обеспечивает более высокий уровень вовлечённости студентов в учебный процесс и способствует формированию устойчивых речевых навыков.

В ходе исследования было установлено, что использование интерактивных методов, таких как ролевые игры, дискуссии и проектная деятельность, оказывает положительное влияние на развитие устной речи и навыков аргументации. Учащиеся демонстрируют большую активность, инициативность и готовность к участию в коммуникативных ситуациях. Это свидетельствует о том, что обучение становится более личностно значимым и мотивирующим. Особое внимание следует уделить роли цифровых технологий в обучении английскому языку. Их интеграция в образовательный процесс способствует расширению возможностей для практики языка, созданию аутентичной языковой среды и индивидуализации обучения. Вместе с тем, результаты исследования показывают, что эффективность использования цифровых ресурсов во многом зависит от уровня методической подготовки преподавателя и его способности интегрировать технологии в учебный процесс с учётом педагогических целей. Обсуждение результатов также позволяет выявить ряд проблем, препятствующих эффективному развитию коммуникативной

компетенции. К ним относятся недостаточная ориентация учебных программ на практическое использование языка, ограниченное время на развитие устной речи, а также недостаточный уровень оснащённости образовательных учреждений современными техническими средствами. Кроме того, в некоторых случаях наблюдается недостаточная готовность студентов к активному участию в интерактивных формах обучения, что требует дополнительной работы по формированию учебной мотивации. Сопоставление полученных результатов с современными научными исследованиями показывает их соответствие общим тенденциям развития методики преподавания иностранных языков, ориентированной на компетентностный подход и активизацию речевой деятельности студентов. Это подтверждает целесообразность дальнейшего внедрения инновационных педагогических технологий в образовательную практику. [6]

Таким образом, результаты исследования позволяют утверждать, что развитие коммуникативной компетенции студентов наиболее эффективно осуществляется при условии комплексного применения современных педагогических подходов, создания благоприятной образовательной среды и повышения профессиональной компетентности педагогов. Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на разработку конкретных методических моделей и инструментов оценки уровня сформированности коммуникативной компетенции.

V.Выводы и предложения:

Проведённое исследование показало, что развитие коммуникативной компетенции студентов в процессе обучения английскому языку является ключевым направлением модернизации языкового образования в Узбекистане. В современных условиях особое значение приобретает не только усвоение языковых знаний, но и формирование умений их практического использования в реальных ситуациях общения. Это подтверждает необходимость перехода от традиционной знаниевой модели обучения к компетентностно-ориентированному подходу. Анализ теоретических источников и практики преподавания позволяет сделать вывод о том, что наиболее эффективными для развития коммуникативной компетенции являются коммуникативный, интерактивный и личностно-ориентированный подходы. Их комплексное применение способствует активизации речевой деятельности студентов, повышению мотивации к изучению языка и развитию навыков межкультурного общения. Также установлено, что использование цифровых образовательных технологий значительно расширяет возможности организации учебного процесса, создаёт условия для индивидуализации обучения и формирования языковой среды, максимально приближенной к естественной коммуникации. Однако эффективность их применения напрямую зависит от методической подготовки преподавателя и уровня его цифровой компетентности.

На основании проведённого анализа можно сформулировать следующие предложения:

-усилить практическую направленность обучения английскому языку через увеличение доли коммуникативных заданий в учебном процессе.

-систематически внедрять интерактивные методы обучения (дискуссии, ролевые игры, проектную деятельность) для развития речевых навыков студентов.

-расширять использование цифровых образовательных ресурсов и онлайн-платформ для организации языковой практики вне аудитории.

-совершенствовать систему повышения квалификации преподавателей иностранных языков с акцентом на современные педагогические технологии.

-разрабатывать учебно-методические материалы, ориентированные на развитие всех компонентов коммуникативной компетенции (языкового, речевого, социокультурного и стратегического).

-формировать устойчивую мотивацию студентов к изучению английского языка через использование аутентичных материалов и ситуаций, приближенных к реальной жизни.

Таким образом, реализация предложенных мер позволит повысить качество обучения английскому языку, обеспечить более высокий уровень сформированности

коммуникативной компетенции студентов и подготовить их к эффективному участию в межкультурной коммуникации в условиях глобализирующегося мира.

Список литературы:

[1]. Rahmatulloeva M. N. Communicative Competence as a Factor in Increasing the Level of Foreign Language Proficiency of Students in Educational Institutions, Tashkent, Uzbekistan,

[2]. Komilova D. A. Communicative competence as a goal of teaching foreign languages in secondary education institutions, Education and Science in the XXI Century, 2020.

[3]. Nurmanov A. T., Babayeva A. A. Virtual technologies as a means of developing communicative competence in foreign language teaching in Uzbekistan, 2022.

[4]. Tarasenko R., Amelina S., Kazhan Y., Bondarenko O. The use of AR technologies in foreign language learning, 2022.

[5]. Nurmanov A. T. The role of interactive methods in developing communicative competence of students in Uzbekistan, Philology and Education Journal, Tashkent, 2022.

[6]. Ismatullaeva N. Methods of teaching English based on communicative approach in secondary schools of Uzbekistan, Foreign Languages in Uzbekistan, 2023.

USING LEARNERS' FIRST LANGUAGE IN THE L2 CLASSROOM: A SOCIOCULTURAL PERSPECTIVE ON INTERACTION AND LANGUAGE DEVELOPMENT

D. Tojiboeva

Fergana State Technical University
E-mail: dilnoza05031989@gmail.com
(Received on March 10 th, 2026)

Abstract. *This article examines the role of learners' first language (L1) in second language (L2) classrooms from a sociocultural perspective. While traditional approaches have discouraged L1 use, recent research suggests that it can support interaction and language development when used strategically. Drawing on existing literature and classroom context in Uzbekistan, this study explores how L1 facilitates collaborative dialogue, mediates cognitive processes, and supports emotional engagement. The findings indicate that L1 functions as an important mediational tool within the Zone of Proximal Development, enabling learners to participate more actively in tasks that exceed their current L2 proficiency. The article argues that principled and limited use of L1 can enhance both interaction and acquisition in foreign language classrooms.*

Keywords: *first language, L2 acquisition, sociocultural theory, classroom interaction, mediation, scaffolding.*

Annotatsiya. *Ushbu maqola o'quvchilarning birinchi tili (L1)ning ikkinchi til (L2) darslaridagi rolini sotsiokultural nuqtai nazardan o'rganadi. An'anaviy yondashuvlar odatda L1dan foydalanishni cheklagan bo'lsa-da, so'nggi tadqiqotlar uning strategik qo'llanilishi o'zaro muloqot va til o'rganishni qo'llab-quvvatlashi mumkinligini ko'rsatmoqda. Mavjud adabiyotlar va O'zbekiston sharoitidagi sinf tajribalariga tayangan holda, ushbu tadqiqot L1ning hamkorlikdagi dialogni rivojlantirish, kognitiv jarayonlarni vositalash va emotsional ishtirokni qo'llab-quvvatlashdagi rolini tahlil qiladi. Natijalar L1ning Yaqin Rivojlanish Zonasi (YRZ) doirasida muhim vositachi (mediatsion) vosita ekanini, ya'ni o'quvchilarga o'z L2 darajasidan yuqori bo'lgan topshiriqlarda faolroq ishtirok etish imkonini berishini ko'rsatadi. Maqola cheklangan va asoslangan L1 foydalanish chet tillarini o'qitishda ham muloqot, ham o'zlashtirish jarayonini yaxshilashi mumkinligini ta'kidlaydi.*

Kalit so'zlar: *birinchi til, ikkinchi tilni o'zlashtirish, sotsiokultural nazariya, sinfdagi muloqot, vositachilik, scaffolding (qo'llab-quvvatlash)*

Аннотация. *В данной статье рассматривается роль первого языка (L1) обучающихся в классах второго языка (L2) с социокультурной точки зрения. Хотя традиционные подходы обычно ограничивали использование L1, современные исследования показывают, что при стратегическом применении он может способствовать взаимодействию и развитию языка. Опираясь на существующую литературу и контекст обучения в Узбекистане, в исследовании анализируется, как L1 облегчает совместный диалог, опосредует когнитивные процессы и поддерживает*

эмоциональную вовлечённость. Результаты показывают, что первый язык выполняет важную медиативную функцию в пределах зоны ближайшего развития, позволяя учащимся более активно участвовать в заданиях, превышающих их текущий уровень владения L2. В статье утверждается, что принципиальное и ограниченное использование L1 может улучшить как взаимодействие, так и усвоение языка в классах иностранного языка.

Ключевые слова: *первый язык, овладение вторым языком, социокультурная теория, взаимодействие в классе, медиация, поддержка обучения.*

Introduction

The role of learners' first language in second language classrooms has been a controversial topic in second language acquisition research and language pedagogy. For many years, Audiolingual method promoted extensive exposure to the second language and discouraged the use of the first language in classroom interaction. This position was commonly justified by the assumption that increased exposure to the target language would lead to more successful acquisition and that reliance on the first language might interfere with second language development (Krashen, 1982; Lado, 1957). Studies by Dulay and Burt (1973, 1974) showed that many learner errors were developmental rather than the result of L1 transfer, and resembled patterns found in first language acquisition. These findings led researchers to reconsider the extent and nature of L1 influence and to recognise that some learning difficulties arise independently of the first language.

More recent research has continued to reconsider the role of the first language, drawing on sociocultural perspectives. Hall and Cook (2012) argue that there is substantial empirical support for the use of learners' own language in the classroom, while Machaal (2012) demonstrates that the first language functions as an important mediational tool for both teaching and learning. However, the pedagogical suitability of monolingual approaches has increasingly been questioned, particularly in foreign language contexts where learners share a common first language and have limited opportunities to use the second language in the classroom. In such settings, strict English only policies may place excessive cognitive and emotional demands on learners and may restrict meaningful participation during complex learning tasks. These issues are evident in my own teaching context as an English teacher in Uzbekistan, where most my students apply Uzbek or Russian as their first language and draw on these languages when working collaboratively or attempting to understand new and abstract concepts.

Central to Sociocultural Theory are key constructs including mediation, symbolic tools, private speech, regulation, internalisation, and the Zone of Proximal Development. Mediation refers to the process through which human cognition is shaped through cultural and psychological tools, with language functioning as the most powerful of these tools. Through interaction, learners use language to organise attention, regulate thinking, and solve problems. Development is viewed as a gradual movement from other regulation, in which learners depend on support from teachers or peers to self-regulation, where control over cognitive activity becomes internalised (Lantolf et al., 2020). The Zone of Proximal Development captures the space in which this development occurs and highlights the importance of collaboration and guided assistance in learning.

Within this theoretical framework, learners' first language functions as a central semiotic resource that mediates both cognitive and emotional dimensions of learning. Wu (2018) argues that the first language enables learners to organise thought, regulate emotions, and manage attentional demands, particularly when they are engaged in cognitively demanding tasks in the second language. Rather than hindering development, strategic use of the first language allows learners to sustain engagement and participate meaningfully when their second language resources are limited. Swain and Lapkin (2013) emphasise the mediational role of the first language within the Zone of Proximal Development, demonstrating that when learners encounter conceptual difficulty, first language use supports understanding and problem solving by enabling learners to verbalise their thinking and reflect on language form and meaning. Such mediated activity contributes to internalisation and supports second language development.

This article explores Sociocultural Theory as the principal framework for exploring how learners' first language can be used strategically in the second language classroom to promote interaction and support acquisition. It argues that purposeful and limited use of the first language can function as an effective mediational tool in foreign language learning contexts to draw on empirical research and classroom experience.

How the First Language Promotes Interaction in Second Language Classrooms

From a sociocultural perspective, interaction plays an important role in second language learning because cognitive development is understood to arise through social activity and collaborative dialogue. Learning occurs in metatalk which refers to learners' explicit discussion of linguistic forms, meanings or rules during interaction, often occurring when learners collaboratively analyse language or solve linguistic problems. The use of the first language can facilitate these interactional processes by enabling learners to engage more fully and productively in collaborative activities in second language classrooms where learners use a common first language.

First Language Use and Collaborative Dialogue

Research by Storch and Wigglesworth (2003) provides clear evidence of how the first language supports peer interaction during classroom tasks. Their study shows that learners frequently use their shared first language when working in pairs or groups to engage in metatalk. Learners can discuss grammatical forms, clarify vocabulary and confirm interpretations of task instructions through interaction. As a result, collaboration becomes more effective and learners are better prepared to produce accurate and meaningful second language output.

The use of the first language allows learners to discuss grammatical structures, clarify vocabulary, and confirm interpretations of task instructions without being constrained by limited second language resources. As a result, learners can allocate cognitive resources more efficiently, focusing on problem solving and task completion rather than struggling to express complex ideas in the target language. Storch and Wigglesworth argue that this collaborative use of the first language supports more effective interaction and prepares learners to produce more accurate and meaningful second language output.

Importantly, their findings also indicate that first language use is selective and regulated rather than excessive. Learners do not rely on the first language indiscriminately but use it strategically when the cognitive demands of the task exceed their current second language proficiency. From a sociocultural perspective, this suggests that learners actively manage their linguistic resources to support collaboration and learning.

Mediation, the Zone of Proximal Development, and Peer Interaction

Within Sociocultural Theory, the interactional use of the first language can be understood as a mediational process. Language functions as a psychological resource that supports thinking, planning, and regulation. When learners draw on their first language during collaborative tasks, they are able to operate at a higher cognitive level than would be possible through exclusive use of the second language. This enables learners to participate more fully within the Zone of Proximal Development, where learning is most likely to occur.

Storch and Wigglesworth's (2003) findings suggest that first language use helps learners gain control over task demands by establishing a shared understanding of what needs to be done before proceeding with task completion. Such shared understanding is essential for successful collaboration, as learners must coordinate goals, roles, and strategies. Through first language mediation, learners can scaffold one another's performance, supporting development that extends beyond individual capability.

This sociocultural interpretation challenges monolingual assumptions by highlighting that first language use does not necessarily replace second language interaction. Instead, it functions as a temporary support that enables learners to engage more effectively in collaborative activity, which can subsequently lead to richer and more sustained use of the target language.

Cognitive and Emotional Mediation Through the First Language

While much research has focused on the cognitive role of the first language, Wu (2018) emphasises that its mediational function also includes emotional regulation. From a sociocultural perspective, cognition and emotion are closely interconnected, and learning is less likely to occur when learners experience excessive anxiety or frustration. Collaborative tasks in a second language can be cognitively and emotionally demanding, particularly for learners with limited proficiency.

Wu (2018) argues that the first language supports emotional regulation by reducing anxiety, increasing learners' sense of security, and encouraging participation. When learners are permitted to use the first language during collaborative stages of a task, they may feel more confident and willing to engage in interaction. This emotional support enhances sustained engagement and creates conditions that are more conducive to learning.

The combined cognitive and emotional mediation provided by the first language therefore strengthens collaborative dialogue. By enabling learners to manage both task demands and affective pressure, the first language supports more active participation and deeper engagement in interaction, which are essential for second language development from a sociocultural perspective.

Evidence of First Language Use in Classroom Practice

While theoretical accounts provide a principled rationale for first language use, empirical classroom research offers important insight into how and why teachers draw on the first language in second language classrooms. Studies conducted in a range of instructional contexts consistently show that teacher use of the first language is purposeful, limited, and closely tied to pedagogical goals. From a sociocultural perspective, such practices can be interpreted as forms of mediation that support learner engagement and development.

Pedagogical Functions of Teacher First Language Use

De la Campa and Nassaji (2009) provide detailed evidence regarding the amount and functions of first language use in second language classrooms. Their study found that teachers used the first language for approximately eleven percent of total classroom discourse. Importantly, this use was not random or excessive but served specific instructional purposes, including explaining complex linguistic content, clarifying task instructions, managing classroom organisation, and providing affective support. The authors emphasise that first language use was employed strategically at moments when exclusive use of the second language might hinder comprehension or disrupt lesson flow.

From a sociocultural perspective, these findings suggest that teachers draw on the first language as a mediational resource to support learners' understanding and participation. By using a linguistic tool that is fully accessible to learners, teachers can scaffold learning and ensure that students can engage meaningfully with instructional content. This type of mediation is particularly relevant in foreign language contexts, where learners have limited exposure to the target language outside the classroom.

First Language Use for Comprehension and Instructional Efficiency

Alshehri (2017) investigated English as a foreign language teachers' use of the first language and their attitudes toward its role in higher education contexts. The study also explored teachers' perceptions of students' first language use during classroom activities. Findings indicate that teachers generally viewed English as the primary language of instruction and believed that it should

dominate classroom interaction. At the same time, teachers reported using the first language for specific pedagogical functions, particularly for explaining vocabulary, building rapport with learners, and supporting comprehension. Teachers also noted that students tended to use the first language mainly for translating unfamiliar vocabulary and preparing for tasks rather than as a substitute for target language use. Importantly, the study highlights that teacher education programmes often discourage first language use, which may contribute to teachers' uncertainty or feelings of guilt when drawing on learners' first language. Based on these findings, Alshehri (2017) argues that teachers should be encouraged to use the first language strategically to support learning while avoiding excessive reliance on it. The study further suggests a need for clearer pedagogical frameworks in teacher education that specify when and how first language use can be employed effectively in English language teaching contexts.

First Language Use as Scaffolding in Classroom Interaction

Further insight into teacher use of the first language is provided by Khonamri and Khonamri (2017), who examined classroom interaction from a sociocultural perspective. Their analysis shows that teachers frequently use the first language to draw learners' attention, ensure comprehension, and explain grammatical structures. These practices are described as strategic first language use and are interpreted as forms of scaffolding that support learners in performing tasks beyond their current level of independent ability.

Within Sociocultural Theory, scaffolding is understood as temporary assistance that enables learners to operate within their Zone of Proximal Development. Teacher use of the first language can function as such assistance by providing clarity and guidance at critical moments in instruction. As learners internalise new knowledge and gain greater control over the second language, reliance on the first language is expected to decrease. In this way, first language use supports development rather than constraining it.

Taken together, these studies demonstrate that teacher use of the first language is a common and pedagogically motivated practice in second language classrooms. Rather than reflecting a lack of target language proficiency or pedagogical rigor, first language use can be understood as a deliberate strategy that supports mediation, scaffolding, and learner engagement. From a sociocultural perspective, such practices highlight the importance of flexibility and responsiveness to learners' needs, particularly in contexts where instructional time is limited and linguistic demands are high.

Methodology

This study adopts a qualitative, conceptually driven research design that combines literature-based analysis with reflective insights drawn from classroom practice. Rather than collecting numerical data, the study seeks to provide an in-depth understanding of how learners' first language (L1) functions as a mediational tool in second language (L2) classrooms, interpreted through the lens of sociocultural theory.

The research is situated within the context of Fergana State Technical University, where English is taught as a foreign language. The learners involved in this context share Uzbek or Russian as their first language and have limited exposure to English outside the classroom. Their proficiency levels range from B1 to C1 according to the Common European Framework of Reference (CEFR), which means that while some learners can engage in basic communication, others are able to participate in more complex and abstract tasks. This variation in proficiency provides a useful setting for examining how L1 is used as a support mechanism during interaction.

The study draws on two main sources of data. First, it involves a systematic review and synthesis of relevant literature on L1 use in L2 classrooms, with particular attention to studies grounded in sociocultural theory. Key themes such as mediation, scaffolding, collaborative dialogue, and the Zone of Proximal Development guide the analysis of these sources. Second, the study incorporates

reflective classroom observations based on the author's own teaching experience. These observations focus on naturally occurring instances of L1 use during pair work, group discussions, and teacher-led instruction.

Overall, this methodology allows for a comprehensive exploration of L1 as a sociocultural resource in the L2 classroom, highlighting how it mediates interaction, supports learner development, and contributes to more effective language learning practices.

Findings and Discussion

The analysis indicates that the use of learners' first language (L1) in the L2 classroom plays a significant and multifaceted role in supporting interaction and language development. Rather than functioning as a barrier, L1 emerges as a resource that facilitates communication, mediates cognitive processes, and enhances learner engagement. These findings can be understood through the lens of sociocultural theory, which emphasizes the importance of language as a tool for mediation and development.

L1 as a Tool for Collaborative Dialogue

One of the most prominent findings is that L1 use supports collaborative dialogue among learners. During pair and group work, students frequently rely on their first language to discuss task requirements, clarify instructions, and negotiate meaning. This allows them to remain actively engaged in the task, even when their L2 proficiency is limited.

From a sociocultural perspective, such interaction is essential for learning, as it provides opportunities for co-construction of knowledge. By using L1, learners can articulate their thoughts more clearly, ask questions, and provide explanations to peers. This process enables them to focus on problem-solving and meaning making rather than struggling with linguistic limitations. As a result, L1 use facilitates deeper cognitive engagement and more effective participation in classroom activities.

Mediation within the Zone of Proximal Development

Another key finding is the role of L1 as a mediational tool within the Zone of Proximal Development (ZPD). Learners often encounter tasks that exceed their current L2 abilities. In such cases, the use of L1 allows them to bridge the gap between what they can do independently and what they can achieve with support.

Using L1, learners are able to plan their responses, organize ideas, and gradually construct meaning in the target language. This mediation process is particularly evident when learners move from L1-based discussion to L2 production. In this sense, L1 serves as a scaffold that supports the development of L2 competence over time.

Importantly, this finding challenges the assumption that L2 learning requires complete avoidance of the first language. Instead, it suggests that L1 can play a constructive role in facilitating progression toward greater L2 proficiency.

Cognitive Support and Metalinguistic Awareness

The findings also indicate that L1 use enhances cognitive processing and metalinguistic awareness. Learners use their first language to reflect on grammatical structures, compare linguistic forms, and analyze meaning. This reflective process helps them notice gaps in their knowledge and develop a deeper understanding of the target language.

Such metalinguistic activity is crucial for language acquisition, as it promotes conscious awareness of language use. By switching to L1 when necessary, learners can engage in more complex thinking and problem-solving than would be possible using only the L2. This supports the idea that multilingual learners benefit from accessing their full linguistic repertoire.

Teacher Use of L1 and Instructional Effectiveness

The findings further suggest that teacher use of L1 can enhance instructional clarity and efficiency. Teachers may use the first language to explain complex concepts, provide detailed instructions, or address misunderstandings. When used strategically, this reduces confusion and ensures that learners fully understand task requirements.

However, the effectiveness of L1 use depends on balance. Excessive reliance on the first language may limit exposure to the target language, while complete avoidance may hinder comprehension. Therefore, a principled approach is necessary, where L1 is used selectively to support learning without replacing L2 practice.

Implications for the Uzbek Context

These findings are particularly relevant in the context of Uzbekistan, where learners typically share a common first language and have limited exposure to English outside the classroom. In such environments, strict monolingual policies may not be practical or effective.

Instead, allowing controlled use of L1 can create more inclusive and supportive learning conditions. It enables learners to participate more actively, understand complex material, and gradually build their L2 competence. This highlights the importance of adapting teaching practices to the specific sociolinguistic context.

Conclusion

Sociocultural Theory provides a strong theoretical framework for understanding the purposeful use of learners' first language in second language classrooms. The first language functions as a mediational tool that supports interaction, reduces cognitive demands and facilitates second language development. By conceptualising language as a psychological resource that mediates thinking and learning, Sociocultural Theory offers a principled explanation for why first language use naturally emerges during classroom interaction and why it can support rather than hinder learning.

The empirical studies reviewed consistently indicate that the first language plays a beneficial role in both teacher and learner interaction. Research shows that teachers draw on the first language strategically to explain complex content, manage classroom interaction, and clarify tasks, while learners use it to negotiate meaning, engage in collaborative dialogue and reflect on linguistic form. These practices are purposeful and context sensitive, particularly in foreign language classroom where learners apply a common first language and have limited exposure to the target language outside the classroom.

Sociocultural Theory further offers a coherent explanation of how first language use contributes to second language acquisition, not merely to interaction. Through mediation, regulation and internalisation, learners use the first language to operate within their Zone of Proximal Development. It allows them to engage with linguistic content that exceeds their current level of independent performance. When first language use is limited and purposeful, it supports learners in managing cognitive and emotional demands and facilitates the gradual development of self-regulation in the second language.

Overall, this discussion supports the view that learners' first language should be regarded as a valuable pedagogical resource rather than a problem to be eliminated. Sociocultural Theory provides a solid theoretical basis for adopting a flexible and principled approach to language use in the classroom, one that recognises the role of the first language in enhancing interaction, easing cognitive demands, and supporting second language development. In contexts such as secondary English education in Uzbekistan, where instructional time is limited and proficiency expectations

are high, strategic use of the first language can play an important role in supporting learners' progress toward advanced levels of second language proficiency.

References

[1]. Alshehri, E. (2017). Using learners' first language in EFL classrooms. IAFOR Journal of Language Learning, 3(1), 20–35.

[2]. De la Campa, J. C., & Nassaji, H. (2009). The amount, purpose, and reasons for using L1 in L2 classrooms. Foreign Language Annals, 42(4), 742–759.

[3]. Dulay, H., & Burt, M. (1973). Should we teach children syntax? Language Learning, 23(2), 245–258.

[4]. Dulay, H., & Burt, M. (1974). Natural sequences in child second language acquisition. Language Learning, 24(1), 37–53. https://doi.org/10.1111/j.1467-1770.1974.tb00234.x

[5]. Hall, G. & Cook, G. (2012). Own language use in ELT: exploring global practices and attitudes. Language Teaching. 45(3): 271-308

[6]. Khonamri, F., & Khonamri, F. (2017). Judicious use of L1: A sociocultural investigation of teachers' use of L1 in L2 classrooms. International Journal of Education, 10(1), 34–45. https://doi.org/10.17509/ije.v10i1.7646

[7]. Krashen, S. D. (1982). Principles and practice in second language acquisition. Pergamon Press.

[8]. Lado, R. (1957). Linguistics across cultures: Applied linguistics for language teachers. University of Michigan Press.

[9]. Lantolf, J. P., Poehner, M. E., & Thorne, S. L. (2020). Sociocultural theory and second language development. In B. VanPatten, G. Keating, & S. Wulff (Eds.), Theories in second language acquisition: An introduction (3rd ed., pp. 223–247). Routledge.

[10]. Machaal, B. (2012). The use of Arabic in English classes: A teaching support or a learning hindrance? Arab World English Journal, 3(2), 194–232.

[11]. Storch, N., & Wigglesworth, G. (2003). Is there a role for the use of the L1 in an L2 setting? TESOL Quarterly, 37(4), 760–770. https://doi.org/10.2307/3588224

[12]. Swain, M., & Lapkin, S. (2013). A Vygotskian sociocultural perspective on immersion education: The L1/L2 debate. Journal of Immersion and Content-Based Language Education, 1(1), 101–129. https://doi.org/10.1075/jicb.1.1.05swa

[13]. Wu, W. (2018). A Vygotskian sociocultural perspective on the role of L1 in target language learning. Asian-Pacific Journal of Second and Foreign Language Education, 3(1), 1–13.

УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УЗБЕКИСТАНА: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

М.М. Рустамова

Ферганский государственный технический университет
e-mail: M.Rustamova1005@gmail.com

(Получена 10.03.2026 г.)

Аннотация: *В статье рассматриваются теоретические и методологические основы управления экономическим потенциалом предприятий текстильной промышленности Узбекистана. Особое внимание уделено современным методологическим подходам к оценке и управлению экономическим потенциалом, включая ресурсный, системный и процессный подходы.*

Ключевые слова: *экономический потенциал, текстильная промышленность, управление предприятием, методологические подходы, эффективность, инновации, цифровизация, устойчивое развитие, инвестиционная привлекательность, человеческий капитал*

Annotatsiya: *Maqolada O'zbekiston to'qimachilik sanoati korxonalarining iqtisodiy salohiyatini boshqarishning nazariy va metodologik asoslari ko'rib chiqilgan. Iqtisodiy salohiyatni baholash va boshqarishning zamonaviy metodologik yondashuvlariga, jumladan resurs, tizimli va jarayonli yondashuvlarga alohida e'tibor qaratilgan.*

Tayanch so‘zlar: *iqtisodiy salohiyat, to‘qimachilik sanoati, korxona boshqaruvi, metodologik yondashuvlar, samaradorlik, innovatsiyalar, raqamlashtirish, barqaror rivojlanish, investitsiyaviy jozibadorlik, inson kapitali*

Abstract: *The article examines the theoretical and methodological foundations of managing the economic potential of textile industry enterprises in Uzbekistan. Particular attention is paid to modern methodological approaches to the assessment and management of economic potential, including resource-based, system, and process approaches.*

Key words: *economic potential, textile industry, enterprise management, methodological approaches, efficiency, innovation, digitalization, sustainable development, investment attractiveness, human capital*

I.Введение:

Современный этап развития экономики характеризуется усилением конкурентной среды, ускорением технологических изменений и активным внедрением цифровых решений в деятельность предприятий. В этих условиях ключевым фактором обеспечения устойчивого развития и повышения конкурентоспособности становится эффективное управление экономическим потенциалом хозяйствующих субъектов. Особенно это актуально для предприятий текстильной промышленности Узбекистана, которая занимает важное место в структуре национальной экономики и обладает значительным экспортным и производственным потенциалом.

Текстильная отрасль Узбекистана в последние годы демонстрирует динамичное развитие, однако сохраняется ряд проблем, связанных с недостаточной эффективностью использования ресурсов, необходимостью модернизации производственных мощностей и повышением уровня управленческих решений. Это обуславливает необходимость переосмысления подходов к управлению экономическим потенциалом предприятий с учетом современных вызовов и тенденций. [1]

Экономический потенциал предприятия рассматривается как комплексная характеристика, включающая совокупность производственных, финансовых, трудовых, инновационных и организационных ресурсов, а также способности предприятия к их эффективному использованию. При этом традиционные методы управления зачастую не обеспечивают должного уровня адаптивности и гибкости, необходимых в условиях нестабильной внешней среды и структурных изменений в экономике.

В этой связи возрастает значимость совершенствования методологических подходов к управлению экономическим потенциалом, основанных на интеграции системного, процессного и ресурсного подходов, а также использовании современных инструментов анализа и цифровых технологий. Формирование научно обоснованной методологии позволяет повысить обоснованность управленческих решений и обеспечить долгосрочное развитие предприятий отрасли.

Целью настоящего исследования является разработка теоретико-методических положений и практических рекомендаций по совершенствованию управления экономическим потенциалом предприятий текстильной промышленности Узбекистана. Для достижения поставленной цели предусматривается решение задач, связанных с уточнением сущности экономического потенциала, анализом существующих подходов к его управлению и определением приоритетных направлений их развития в современных условиях.

II.Методология исследования:

Методологическая основа исследования базируется на совокупности общенаучных и специальных методов, обеспечивающих комплексный анализ процессов формирования и управления экономическим потенциалом предприятий текстильной промышленности. В работе использован междисциплинарный подход, позволяющий учитывать экономические, организационные и технологические аспекты функционирования предприятий отрасли.

Теоретическую базу исследования составляют труды отечественных и зарубежных ученых в области управления предприятием, стратегического менеджмента и оценки экономического потенциала. В процессе исследования применялись методы теоретического

обобщения и систематизации научных подходов, что позволило уточнить содержание категории «экономический потенциал» и выявить особенности ее проявления в текстильной промышленности. [2]

Для достижения поставленной цели использован системный подход, рассматривающий предприятие как целостную социально-экономическую систему, в рамках которой экономический потенциал формируется под воздействием взаимосвязанных элементов: производственных, финансовых, трудовых и инновационных ресурсов. Дополнительно применен процессный подход, ориентированный на анализ управленческих процессов, обеспечивающих эффективное использование потенциала, а также ресурсный подход, акцентирующий внимание на оптимизации структуры и качества используемых ресурсов.

В эмпирической части исследования использованы методы экономического анализа, сравнительного и факторного анализа, а также элементы экономико-статистических методов. Это позволило выявить тенденции развития текстильной промышленности Узбекистана, оценить уровень использования экономического потенциала предприятий и определить ключевые факторы, влияющие на его эффективность.

Для обоснования направлений совершенствования методологии управления применялись методы логического моделирования и экспертной оценки, что дало возможность сформулировать практические рекомендации с учетом современных условий хозяйствования, включая процессы цифровизации и внедрения инноваций. [3]

Таким образом, выбранная методология исследования обеспечивает всестороннее изучение проблемы и позволяет разработать научно обоснованные подходы к совершенствованию управления экономическим потенциалом предприятий текстильной промышленности Узбекистана.

III. Научно-теоретические предложения и рекомендации.

На основе проведённого исследования предлагается совокупность научно-теоретических положений и практико-ориентированных рекомендаций, направленных на совершенствование методологии управления экономическим потенциалом предприятий текстильной промышленности Узбекистана.

Во-первых, целесообразно уточнить содержание категории «экономический потенциал предприятия» с учётом отраслевой специфики, рассматривая его не только как совокупность ресурсов, но и как интегрированную систему возможностей, включающую способность предприятия к адаптации, инновационному развитию и эффективному использованию внутренних и внешних факторов. Такой подход позволяет расширить традиционные представления и повысить точность управленческих решений.

Во-вторых, предлагается внедрение интегрированной методологической модели управления экономическим потенциалом, основанной на сочетании ресурсного, системного и процессного подходов. Данная модель предполагает согласованное управление всеми элементами потенциала, а также их взаимосвязями, что способствует повышению устойчивости и результативности деятельности предприятий. [4]

В-третьих, рекомендуется совершенствование системы оценки экономического потенциала за счёт использования комплексных показателей, отражающих не только количественные, но и качественные характеристики ресурсов. В частности, необходимо учитывать уровень технологичности производства, инновационную активность, степень цифровизации бизнес-процессов и качество человеческого капитала.

В-четвёртых, важным направлением является активное внедрение цифровых технологий в процессы управления. Использование современных информационно-аналитических систем позволяет повысить прозрачность управленческих решений, обеспечить оперативный мониторинг показателей и улучшить координацию внутри предприятия.

В-пятых, предлагается усиление роли стратегического управления экономическим потенциалом на основе разработки долгосрочных программ развития предприятий,

ориентированных на повышение их конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности. При этом необходимо учитывать внешние факторы, включая изменения на мировых рынках текстильной продукции и требования к качеству и экологичности производства

В-шестых, особое внимание следует уделить развитию человеческого капитала как ключевого элемента экономического потенциала. Рекомендуется внедрение систем непрерывного обучения, повышение квалификации работников и стимулирование инновационной активности персонала.

Таким образом, реализация предложенных научно-теоретических положений и рекомендаций позволит повысить эффективность управления экономическим потенциалом предприятий текстильной промышленности, обеспечить их устойчивое развитие и усилить позиции Узбекистана на мировом рынке текстильной продукции.

IV.Обсуждение:

Результаты проведённого исследования подтверждают, что в современных условиях хозяйствования управление экономическим потенциалом предприятий текстильной промышленности требует пересмотра традиционных методологических подходов. Преобладающие в практике управления методы, ориентированные преимущественно на количественную оценку ресурсов, не обеспечивают комплексного понимания возможностей предприятий и не учитывают в полной мере влияние динамично изменяющейся внешней среды.

Полученные выводы согласуются с современными научными представлениями о необходимости перехода к интегрированным моделям управления, в которых экономический потенциал рассматривается как многокомпонентная система. Вместе с тем, в отличие от ряда существующих подходов, в рамках данного исследования акцент сделан на учёте отраслевой специфики текстильной промышленности Узбекистана, включая её экспортную направленность, зависимость от сырьевой базы и необходимость технологической модернизации. [5]

Анализ показал, что одним из ключевых ограничений эффективного использования экономического потенциала является недостаточный уровень внедрения инноваций и цифровых технологий. Это снижает адаптивность предприятий к изменениям рыночной конъюнктуры и ограничивает возможности повышения производительности. В то же время результаты исследования свидетельствуют о значительном потенциале цифровизации управленческих процессов как инструмента повышения эффективности и прозрачности управления. Отдельного внимания заслуживает проблема оценки экономического потенциала. Существующие методики, как правило, не обеспечивают комплексного учёта качественных характеристик, таких как уровень квалификации персонала, инновационная активность и организационная гибкость. В этой связи предложенный в исследовании подход к расширению системы показателей может рассматриваться как один из перспективных направлений развития методологии.

Следует отметить, что предложенные рекомендации носят универсальный характер, однако их практическая реализация требует адаптации к конкретным условиям функционирования предприятий. Это обусловлено различиями в масштабах деятельности, уровне технологического развития и доступности финансовых ресурсов.

Несмотря на полученные результаты, исследование имеет ряд ограничений, связанных с доступностью статистических данных и сложностью количественной оценки отдельных компонентов экономического потенциала. В дальнейшем целесообразно расширить эмпирическую базу исследования, а также углубить анализ влияния внешних факторов, включая глобальные рыночные тенденции и изменения в международной торговле текстильной продукцией. [6]

Таким образом, проведённое исследование вносит вклад в развитие теоретико-методических подходов к управлению экономическим потенциалом и создаёт основу для дальнейших научных разработок в данной области.

V.Выводы и предложения:

Проведённое исследование позволило установить, что управление экономическим потенциалом предприятий текстильной промышленности Узбекистана требует комплексного пересмотра существующих методологических подходов. В современных условиях традиционные методы оценки и управления не в полной мере отражают реальные возможности предприятий и не обеспечивают достаточного уровня эффективности принимаемых управленческих решений. [7]

В ходе анализа выявлено, что экономический потенциал предприятия следует рассматривать как многосоставную систему, включающую производственные, финансовые, трудовые, инновационные и организационные ресурсы, а также способность предприятия к их рациональному использованию и развитию. Такой подход позволяет более объективно оценивать текущее состояние предприятий и определять перспективы их развития.

Установлено, что повышение эффективности управления экономическим потенциалом тесно связано с внедрением современных методологических подходов, основанных на интеграции системного, ресурсного и процессного анализа. Это обеспечивает более глубокое понимание внутренних и внешних факторов, влияющих на деятельность предприятий, и способствует принятию более обоснованных управленческих решений.

Особое значение приобретает развитие цифровых технологий и инновационных инструментов управления, которые позволяют повысить оперативность анализа, улучшить контроль за использованием ресурсов и обеспечить прозрачность управленческих процессов. Также важным направлением является усиление роли человеческого капитала как ключевого элемента экономического потенциала.

На основе полученных результатов предлагается:

-совершенствовать методологию оценки экономического потенциала с использованием комплексных показателей, включающих не только количественные, но и качественные характеристики;

-внедрять цифровые системы управления и анализа деятельности предприятий текстильной промышленности;

-развивать инновационную инфраструктуру и стимулировать технологическое обновление производства;

-повышать квалификацию кадров и формировать систему непрерывного обучения персонала;

-усиливать стратегическое планирование с учётом долгосрочных тенденций развития отрасли и мирового рынка текстильной продукции.

Реализация указанных предложений позволит повысить эффективность использования экономического потенциала предприятий текстильной промышленности, обеспечить их устойчивое развитие и укрепить конкурентные позиции Узбекистана на международных рынках.

Список литературы:

[1]. Тарасевич В. М. Экономический потенциал предприятия: теория и практика управления, М.Экономика, 2018

[2]. Karimov I. A. Modernization of the Economy of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan, 2016

[3]. Ministry of Economy and Finance of the Republic of Uzbekistan. Statistical Bulletin of Industry Development, Tashkent, 2023

[4]. Rustamova M. M. Efficiency of Development of Economic Potential of Textile Industry Enterprises, European Journal of Economics, Finance and Business Development, 2023. 5.Rustamova M. M. Theoretical and methodological foundations for managing textile clusters and increasing their export potential, Innovations in Science and Technologies, 2023.

[5]. Абдуллаев Ё. А. Инновационное развитие текстильной промышленности Узбекистана, Ташкент, Fan va texnologiya, 2020.

[6]. Рахимов Ш. М. Экономический потенциал предприятий и его оценка, Ташкент: Iqtisodiyot, 2019.

YARIMO‘TKAZGICH NANOSTRUKTURALARI: OPTOELEKTRON MUAMMOLAR VA ILMIY YECHIMLAR

M.I. Abdubannobov

Farg‘ona davlat texnika universiteti,
Moydinjonabdubannobov976@gmail.com
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Yarimo‘tkazgich nanostrukturalari zamonaviy optoelektronika va nanoelektronika sohalarida muhim ilmiy va texnologik ahamiyatga ega. Ular elektron va foton harakatining kvant mexanikasi asosida o‘tishini ta’minlab, mikro- va nanoo‘lchamli optoelektron qurilmalarning samaradorligini oshirish imkonini beradi. Ushbu maqolada nanostrukturalarda yuzaga keladigan asosiy muammolar, jumladan kvant chegaralanish effekti, elektron transportidagi murakkabliklar, energiya yo‘qotishlari va optik samaradorlikni cheklovchi omillar batafsil tahlil qilinadi. Shu bilan birga, ushbu muammolarni hal etishning zamonaviy ilmiy yechimlari, jumladan epitaksial o‘sish texnologiyalari, lazer spektroskopiyasi, atom kuchlari mikroskopiyasi va yangi materiallar yordamida amalga oshirilayotgan tadqiqotlar ko‘rib chiqiladi. Maqola yarimo‘tkazgich nanostrukturalari asosidagi optoelektron qurilmalarni yaratish va ularning samaradorligini oshirishdagi ilmiy va texnologik yutuqlarni yoritadi.*

Kalit so‘zlar: *Yarimo‘tkazgich nanostrukturalari, optoelektronika, kvant chegaralanish effekti, elektron transporti, energiya yo‘qotishlari, epitaksial o‘sish, lazer spektroskopiyasi, atom kuchlari mikroskopiyasi, nanoelektronika, foton emissiyasi.*

Аннотация. *Полупроводниковые наноструктуры имеют важное научное и технологическое значение в современной оптоэлектронике и наноэлектронике. Они обеспечивают движение электронов и фотонов на основе квантовой механики, что позволяет повысить эффективность микро- и наноразмерных оптоэлектронных устройств. В данной статье подробно анализируются основные проблемы, возникающие в наноструктурах, включая эффект квантового ограничения, сложности в электронном транспорте, потери энергии и факторы, ограничивающие оптическую эффективность. Кроме того, рассматриваются современные научные решения этих проблем, такие как технологии эпитаксиального роста, лазерная спектроскопия, атомно-силовая микроскопия и исследования с использованием новых материалов. Статья освещает научные и технологические достижения в создании оптоэлектронных устройств на основе полупроводниковых наноструктур и повышении их эффективности.*

Ключевые слова: *Полупроводниковые наноструктуры, оптоэлектроника, эффект квантового ограничения, электронный транспорт, потери энергии, эпитаксиальный рост, лазерная спектроскопия, атомно-силовая микроскопия, наноэлектроника, фотонная эмиссия.*

Abstract. *Semiconductor nanostructures hold significant scientific and technological importance in modern optoelectronics and nanoelectronics. They enable electron and photon motion based on quantum mechanics, thereby enhancing the efficiency of micro- and nanoscale optoelectronic devices. This article provides a detailed analysis of the main challenges in nanostructures, including quantum confinement effects, complexities in electron transport, energy losses, and factors limiting optical efficiency. Furthermore, modern scientific solutions to these problems are discussed, such as epitaxial growth technologies, laser spectroscopy, atomic force microscopy, and research using novel materials. The article highlights scientific and technological advancements in creating optoelectronic devices based on semiconductor nanostructures and improving their performance.*

Keywords: *Semiconductor nanostructures, optoelectronics, quantum confinement effect, electron transport, energy losses, epitaxial growth, laser spectroscopy, atomic force microscopy, nanoelectronics, photon emission.*

Kirish: Yarimo‘tkazgich nanostrukturalari mikro- va nanoo‘lchamdagi optoelektron qurilmalar yaratishda muhim o‘rin tutadi. Ularning fizik xususiyatlari klassik mexanika qonunlari bilan emas, balki kvant mexanikasi tamoyillari bilan izohlanadi. Nanostrukturalarda elektronlar va bo‘shliq elektronlari kvant qafaslar ichida cheklangan bo‘lib, diskret energiya darajalari hosil bo‘ladi. Shu sababli, elektron va fotonlarning o‘zaro ta’siri optoelektron qurilmalarda sezilarli darajada o‘zgaradi.

Zamonaviy optoelektronika sohasida nanostrukturalar kvant nuqtali diodlar, fotodetektorlar, lazerlar, fotovoltaik modullar va boshqa mikro- va nanoo‘lchamli qurilmalarda qo‘llaniladi. Shu

bilan birga, nanostrukturalarda yuzaga keladigan kvant chegaralanish effekti, energiya yo‘qotishlari va elektron transportidagi murakkabliklar ushbu qurilmalarning samaradorligini cheklash xavfini tug‘diradi. Shu sababli, ilmiy tadqiqotlar ushbu muammolarni hal qilish va optoelektron qurilmalarni yanada rivojlantirishga qaratilgan.

1. Kvant chegaralanish effekti va uning ahamiyati

Nanostrukturalarda kvant chegaralanish effekti elektronlarning diskret energiya darajalarini hosil qiladi, bu esa foton emissiyasi va absorpsiyasining o‘ziga xos spektral xususiyatlarini yaratadi. Masalan, CdTe va InAs kvant nuqtalarida elektron va bo‘shliq elektronlari qafas ichida cheklangan bo‘lib, yorqin foton emissiyasini ta’minlaydi. Shu bilan birga, kvant chegaralanish effekti yarimo‘tkazgichning optoelektron qurilmalardagi ishlash samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Kvant chegaralanish effekti, shuningdek, yarimo‘tkazgich nanostrukturalarida energiya yo‘qotishlarini kamaytirishga imkon beradi. Diskret energiya darajalari elektronlarning no-radiativ rekombinatsiyasini cheklaydi, bu esa optik samaradorlikni oshiradi.

2. Elektron transportidagi murakkabliklar

Nanostrukturalarda elektron transporti murakkab jarayon bo‘lib, u shovqin, kristall defektlari va yuzaki noaniqliklar bilan bog‘liq. Elektronlarning harakati samaradorligi optoelektron qurilmalarning ishlash tezligi va energiya samaradorligini belgilaydi.

Epitaksial o‘sish texnologiyalari yordamida yuqori aniqlikda kristall qatlamlar o‘sadi va yuzaki defektlar minimallashtiriladi. Shu bilan birga, lazer spektroskopiyasi yordamida elektronlarning harakati, energiya darajalari va foton emissiyasi jarayonlari o‘rganiladi. Atom kuchlari mikroskopiyasi esa nanostrukturalarning yuzaki tuzilishini aniqlash va defektlarni bartaraf etish imkonini beradi.

3. Energiya yo‘qotishlari va optik samaradorlikni oshirish

Nanostrukturalarda energiya yo‘qotishlari radiativ va no-radiativ jarayonlar orqali yuzaga keladi. Radiativ yo‘qotishlar foton emissiyasi orqali sodir bo‘lsa, no-radiativ rekombinatsiya elektron va bo‘shliq elektronlarning energiyasining issiqlik sifatida yo‘qolishi bilan ifodalanadi.

Energiya yo‘qotishlarini kamaytirish uchun quyidagi ilmiy yechimlar qo‘llaniladi:

a)Nanoo‘lchamli fotonik qurilmalar yaratish, bu esa foton emissiyasini optimallashtiradi.

b)Atom kuchlari mikroskopiyasi yordamida yuzaki defektlarni aniqlash va ularni bartaraf etish.

c)Yangi yarimo‘tkazgich materiallar va nanostrukturaviy qoplamalar yordamida no-radiativ yo‘qotishlarni kamaytirish.

Adabiyotlar

[1]. Sherka, G., Berry, H. (2020). Optoelectronic Properties of Semiconductor Nanoparticles. Journal of Nanophysics, 12(3), 45-68.

[2]. Green, M. (2019). Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications. Elsevier.

[3]. Aspelmeyer, M., Kippenberg, T., Marquardt, F. (2014). Cavity Optomechanics. Reviews of Modern Physics, 86, 1391–1452.

[4]. Klimov, V. I. (2006). Nanocrystal Quantum Dots. CRC Press.

[5]. Bimberg, D., Grundmann, M., Ledentsov, N. N. (1999). Quantum Dot Heterostructures. John Wiley & Sons.

[6]. Michler, P. (2009). Single Semiconductor Quantum Dots. Springer

GENERATORLARDAGI OMILLARNI ELEKTR ENERGIYASI SIFATIGA TA’SIRI VA ULARNI MODERNIZATSIYA QILISH YO‘LLARI

N.U. Karimov

Farg’ona davlat texnika universiteti,
nematullokarimov6@gmail.com

(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Ushbu maqolada elektr generatorlarining ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi sifatiga ko‘rsatadigan ta’siri tahlil qilinadi. Generatorlarning konstruktiv tuzilishi, ishlash rejimlari,*

aylanish tezligi va yuklama o‘zgarishlari natijasida tarmoqdagi kuchlanish, chastota va garmonik buzilishlarga qanday ta’sir ko‘rsatishi o‘rganildi. Shuningdek, past sifatli elektr energiyasining sanoat jihozlari va maishiy texnikalarga salbiy ta’siri yoritildi. Tadqiqot natijalari generatorlardan foydalanishda barqarorlikni ta’minlash, kuchlanish tebranishlarini kamaytirish hamda energiya sifatini yaxshilash bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar.*Generator, elektr energiyasi sifati, kuchlanish tebranishi, chastota barqarorligi, garmonik buzilishlar, yuklama o‘zgarishi, elektr tarmog‘i, energiya yo‘qotishlari, elektr ta’minoti, barqarorlik.*

Аннотация:*В данной статье анализируется влияние электрических генераторов на качество вырабатываемой электрической энергии. Рассмотрено, как конструктивные особенности генераторов, режимы их работы, скорость вращения и изменения нагрузки влияют на напряжение, частоту и гармонические искажения в электрической сети.Также освещено негативное влияние низкого качества электроэнергии на промышленное оборудование и бытовую технику.Результаты исследования направлены на разработку рекомендаций по обеспечению стабильности работы генераторов, снижению колебаний напряжения и повышению качества электрической энергии.*

Ключевые слова: *генератор, качество электрической энергии, колебания напряжения, стабильность частоты, гармонические искажения, изменение нагрузки, электрическая сеть, потери энергии, электроснабжение, стабильность.*

Abstract:*This article analyzes the impact of electrical generators on the quality of generated electric power. It examines how the structural design of generators, operating modes, rotational speed, and load variations affect voltage, frequency, and harmonic distortions in the power system.The negative impact of poor power quality on industrial equipment and household appliances is also discussed.The research results contribute to developing recommendations for ensuring generator stability, reducing voltage fluctuations, and improving power quality.*

Keywords: *generator, power quality, voltage fluctuation, frequency stability, harmonic distortion, load variation, power system, energy losses, power supply, stability.*

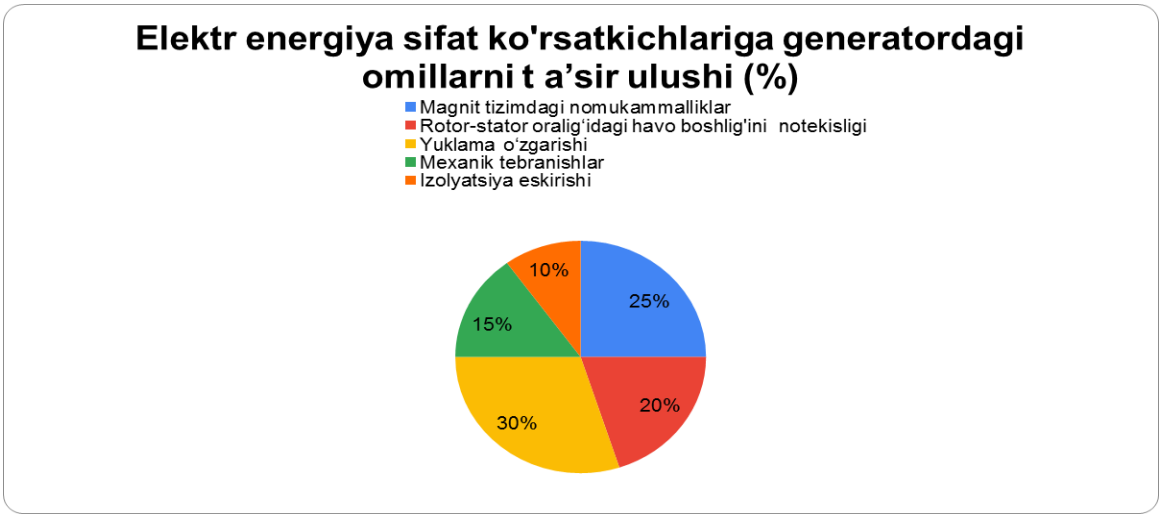
Kirish. Elektr energiyasi sifati zamonaviy elektr tizimlarining ishonchliligi va samaradorligini belgilovchi asosiy ko‘rsatkichlardan biridir. Generatorlar – energiya tizimining yuragi bo‘lib, ularning texnik holati, ish rejimi va konstruktiv xususiyatlari elektr energiyasi sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu bois generatorlarning ishlash jarayonida sifatni saqlab qolish va modernizatsiya qilish dolzarb masala hisoblanadi.

Generatorlarning elektr energiyasi sifatiga ta’sir etuvchi omillar

Generatorlarning ishlash sifatiga turli omillar ta’sir qiladi. Quyidagi jadvalda asosiy omillar va ularning ta’sir ulushi foizlarda keltirilgan.

Omil nomi	Ta’sir ulushi (%)
Magnit tizimdagi nomukammalliklar	25
Rotor-stator oralig‘i notekisligi	20
Yuklama o‘zgarishi	30
Mexanik tebranishlar	15
Izolyatsiya eskirishi	10

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, eng katta ta’sir yuklama o‘zgarishiga (30%) to‘g‘ri keladi, eng kichik ta’sir esa izolyatsiya eskirishiga (10%) tegishli.



1-rasm. Generatorlarning elektr energiyasi sifatiga ta'sir etuvchi omillar (aylanma diagramma).

Generatorlarni modernizatsiya qilish yo'llari

Generatorlarning elektr energiyasi sifatini yaxshilash maqsadida quyidagi texnik modernizatsiya choralari amalga oshiriladi:

Magnit tizimlarini optimallashtirish va yuqori samarali materiallardan foydalanish;

Rotor va stator orasidagi havo oralig'ini aniq sozlash;

Avtomatik kuchlanish regulyatori (AVR) tizimini yangilash;

Mexanik tebranishlarni kamaytiruvchi amortizatsion elementlarni qo'llash;

Izolyatsiya materiallarini zamonaviy issiqlikka chidamli turlarga almashtirish. Ushbu jarayonlardan stator va rotor oralig'idagi havo bo'shlig'ini generator ish jarayonlariga tasirini ko'rib chiqamiz.

Havo bo'shlig'ining o'zgarishining elektromagnit jarayonlarga ta'siri

Elektr mashinalar va transformatorlarda elektromagnit jarayonlar magnit maydon, oqim, induksiya va kuchlanishlarning o'zaro ta'siri natijasida yuzaga keladi. Ushbu jarayonlarda havo bo'shlig'i (magnetik oraliq) alohida ahamiyat kasb etadi. Havo bo'shlig'i mashinaning stator va rotor qismlari orasida yoki magnit o'tkazgichlarning ajralgan joyida mavjud bo'lib, uning o'lchami elektromagnit parametrlarning o'zgarishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Havo bo'shlig'ining ortishi yoki kamayishi mashinaning samaradorligi, momenti, quvvati va issiqlik rejimiga bevosita ta'sir etadi. Maqolada havo bo'shlig'ining o'zgarishi natijasida yuzaga keladigan elektromagnit jarayonlarning nazariy asoslari va amaliy natijalari tahlil qilinadi. Elektromagnit maydonning hosil bo'lishi Ampere qonuni bilan ifodalanadi:

$$\oint H \cdot dl = I$$

Bu yerda H — magnit maydon kuchi, dl — elementar uzunlik, I — o'tkazgichdan o'tuvchi tok. Magnit oqim (Φ) esa quyidagicha aniqlanadi:

$$\Phi = B \cdot S$$

Bu yerda B — magnit induksiya, S — kesim yuzasi. Magnit induksiya B va magnit maydon kuchi H orasidagi bog'liqlik quyidagicha ifodalanadi:

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H$$

Havo bo'shlig'ida $\mu_r \approx 1$ bo'lgani uchun magnit o'tkazuvchanlik kichik bo'ladi. Magnit zanjirning umumiy qarshiligi esa quyidagicha ifodalanadi[1]:

$$R = l / (\mu_0 \mu_r S)$$

Magnit yurituvchi kuch (MMF) $F = N \cdot I$ bo'lsa, magnit oqim quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$\Phi = F / R$ Ko'rinib turibdiki, havo bo'shlig'i ortganda R oshadi va Φ kamayadi. Faraday qonuniga binoan induksiyalangan elektromotor kuch (E) quyidagicha aniqlanadi:

$$E = -N \cdot d\Phi/dt$$

Demak, Φ kamayganda E ham kamayadi, bu esa mashinaning chiqish kuchlanishini pasaytiradi.

Asosiy qism

Elektr mashinalarda havo bo‘shlig‘ining o‘zgarishi magnit oqimning taqsimlanishiga, magnit kuch chiziqlari zichligiga va natijada elektromagnit momentning hosil bo‘lish jarayoniga ta’sir etadi. Havo bo‘shlig‘i ortganda magnit oqim zichligi B kamayadi, bu esa elektromagnit moment M ni kamaytiradi:

$M = B \cdot I \cdot S$[2]

Bu holatda momentning kamayishi mashinaning aylanish tezligi va mexanik quvvatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Aksincha, havo bo‘shlig‘i juda kichik bo‘lsa, magnit induksiya keskin ortadi va magnit o‘tkazgich to‘yinish holatiga yaqinlashadi.

. Masalan, reaktor va maxsus magnit qurilmalarda havo bo‘shlig‘i ataylab yaratiladi, chunki u magnit energiyani saqlash va to‘yinishni cheklash vazifasini bajaradi. Havo bo‘shlig‘i quyidagi ifoda orqali magnit energiya bilan bog‘lanadi:

$W = (B^2 / 2\mu_0) \cdot V$ [3]

Bu yerda W — magnit maydonda saqlanadigan energiya, V — hajm. Demak, havo bo‘shlig‘i ortganda energiya saqlanish qobiliyati ortadi, lekin bu holatda oqim kuchi va issiqlik yo‘qotishlari ham oshadi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, havo bo‘shlig‘ining o‘zgarishi generatorni elektromagnit tizimning barcha asosiy ko‘rsatkichlariga kompleks ta’sir ko‘rsatadi:

1. Havo bo‘shlig‘i ortganda magnit zanjir qarshilik oshadi va magnit oqim kamayadi.
2. Magnit induksiya B kamaygani sababli elektromagnit moment M kamayadi.
3. Induksiyalangan kuchlanish E pasayadi, bu mashina samaradorligini kamaytiradi.
4. Havo bo‘shlig‘i kichrayganda to‘yinganlik, tebranish va mexanik nosozlik xavfi ortadi.

Shunday qilib, havo bo‘shlig‘ining optimal qiymati mashinaning quvvatiga, konstruksiyasiga va ishlash chastotasiga bog‘liq holda tanlanadi. Amaliyotda elektr motorlar uchun bu qiymat 0,2–2 mm orasida atrofida bo‘ladi.

Xulosa

Havo bo‘shlig‘i elektromagnit tizimlarning eng muhim konstruktiv parametrlaridan biridir. Uning o‘lchamini to‘g‘ri tanlash elektromagnit energiyaning uzatish samaradorligini, momentni, quvvatni va issiqlik rejimini belgilaydi. Havo bo‘shlig‘i ortganda magnit maydonning zichligi pasayadi, lekin energiya saqlash xususiyati ortadi. Juda kichik havo bo‘shlig‘i esa magnit to‘yinganlik, ortiqcha tebranish va mexanik isrofga olib keladi. Shuning uchun elektr mashina ishlab chiqish jarayonida havo bo‘shlig‘ining optimal qiymatini aniqlash ilmiy-texnik jihatdan muhim masalalardan biridir.

Adabiyotlar

[1]. Salimov J. S., Pirmatov N. B.
[2]. “ Elektr mashinalari “ Toshkent: “Oliy ta’lim” nashriyoti, 2011.
[3]. To‘xtasinov B. A., Rahmonov S. R. “Elektr mashinalar nazariyasi va ekspluatatsiyasi” — Toshkent: TDTU nashriyoti, 2019.
[4]. Sayfullayev A. M. “Elektromagnit maydonlar nazariyasi” — Toshkent: “Fan” nashriyoti, 2020.
[5]. Xudoyqulov R. B. “Elektr stansiyalari va generatorlar”— Samarqand: SamDU nashriyoti, 2018.

ZAMONAVIY FIZIKANING MUAMMOLARI VA YECHIMLAR

M.I. Abdubannobov, doktorant E.V. Bakirov

Farg‘ona davlat texnika universiteti,
moydinjonabdubannobov976@gmail.com
Eldorbekbakirov97@gmail.com

(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya:*Zamonaviy fizika sohasida yuzaga kelayotgan muammolar nafaqat nazariy ilm-fan rivojiga, balki texnologik innovatsiyalarga ham bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu maqolada*

kvant texnologiyalari, yarimo‘tkazgich nanostrukturalari, qayta tiklanuvchi energiya manbalari va astrofizika sohalarida uchraydigan muammolar batafsil tahlil qilinadi va ularni hal etishning zamonaviy usullari ko‘rib chiqiladi. Maqola ilmiy tajribalar, laboratoriya tadqiqotlari va nazariy modellar orqali amaliy yechimlarni ham taqdim etadi. Shu bilan birga, maqola zamonaviy fizikaning istiqbolli yo‘nalishlarini, energiya samaradorligini oshirish, kvant texnologiyalarining amaliy qo‘llanilishi va kosmik tadqiqotlarning rivojlanish imkoniyatlarini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar:*Zamonaviy fizika, kvant texnologiyalari, yarimo‘tkazgich nanostrukturalari, qayta tiklanuvchi energiya, astrofizika, ilmiy yechimlar, optoelektronika, kosmik tadqiqotlar, energiya samaradorligi.*

Аннотация:*Проблемы, возникающие в области современной физики, напрямую влияют не только на развитие теоретической науки, но и на технологические инновации. В данной статье проводится подробный анализ проблем, встречающихся в квантовых технологиях, полупроводниковых наноструктурах, возобновляемых источниках энергии и астрофизике, а также рассматриваются современные методы их решения. Статья представляет практические решения через научные эксперименты, лабораторные исследования и теоретические модели. Кроме того, подчеркиваются перспективные направления современной физики, включая повышение энергетической эффективности, практическое применение квантовых технологий и развитие космических исследований.*

Ключевые слова:*Современная физика, квантовые технологии, полупроводниковые наноструктуры, возобновляемая энергия, астрофизика, научные решения, оптоэлектроника, космические исследования, энергетическая эффективность.*

Abstract:*The challenges emerging in the field of modern physics directly affect not only the development of theoretical science but also technological innovations. This article provides a detailed analysis of problems encountered in quantum technologies, semiconductor nanostructures, renewable energy sources, and astrophysics, and explores contemporary methods for addressing them. The article presents practical solutions through scientific experiments, laboratory studies, and theoretical models. Moreover, it highlights promising directions in modern physics, including improving energy efficiency, the practical application of quantum technologies, and the advancement of space research.*

Keywords:*Modern physics, quantum technologies, semiconductor nanostructures, renewable energy, astrophysics, scientific solutions, optoelectronics, space research, energy efficiency*.

Kirish: Fizika ilmiy tadqiqotlarning markazida turgan asosiy sohalardan biri bo‘lib, XXI asrda u turli yo‘nalishlarda murakkab muammolar bilan duch kelmoqda. Kvant mexanikasi, nanomateriallar, qayta tiklanuvchi energiya tizimlari va astrofizika sohalari nafaqat ilmiy bilimni kengaytiradi, balki zamonaviy texnologiyalarning rivojlanishiga ham xizmat qiladi. Shu bilan birga, ushbu yo‘nalishlarda yuzaga keladigan muammolar ilmiy tadqiqotlar va laboratoriya metodlarini yangi darajaga olib chiqadi.Kvant texnologiyalari sohasida yuzaga keladigan asosiy muammo kvant holatlarni barqaror saqlash va boshqarishdir. Superpozitsiya va entanglement tamoyillari bilan ishlashda, ayniqsa shovqinli muhitda, kvant bitlari (qubit) o‘z holatini tez yo‘qotadi. Bu esa kvant kompyuterlar va kvant kommunikatsiya tizimlarining samarali ishlashiga to‘sqinlik qiladi. Shu sababli, kvant xatoliklarni tuzatish algoritmlari va cryogenik tizimlar asosida ishlovchi yangi texnologiyalar ishlab chiqilishi zarur.Nanomateriallar va yarimo‘tkazgich nanostrukturalarida energiya yo‘qotishlari, elektron transportidagi noaniqliklar va kvant chegaralanish effektlari mikro- va nanoo‘lchamli optoelektron qurilmalarni ishlab chiqishda murakkabliklar yaratadi. Shu bilan birga, qayta tiklanuvchi energiya tizimlarida energiya samaradorligini oshirish, yo‘qotishlarni kamaytirish va fotovoltaik modullar samaradorligini optimallashtirish muhim muammolardan biridir .Astrofizika va kosmik tadqiqotlar sohasida esa qora tuynuklar, eksoplanetalar va kosmik nurlanishni o‘lchashdagi aniqlik masalalari tadqiqotchilar oldida dolzarb ilmiy vazifalarni yaratadi. Shu sababli yangi teleskoplar, sezgir kvant detektorlar va aniqlikni oshirish uchun ilg‘or optik sistemalar qo‘llanilmoqda.

Zamonaviy fizikaning muammolari va yechimlari

1.Kvant texnologiyalaridagi muammolar va yechimlar: Kvant kompyuterlar va kvant kommunikatsiya tizimlarida qubitlarning shovqinli muhitda holatini saqlash eng katta ilmiy muammo hisoblanadi. Masalan, 50 qubitli kvant kompyuterda qubitlarning decoherence muddati juda qisqa bo‘lishi mumkin, bu esa algoritmlarni samarali bajarishga to‘sqinlik qiladi. Shu sababli, cryogenik sovutish tizimlari va yuqori sezgir optik detektorlar yordamida qubitlar barqarorligini oshirishga harakat qilinmoqda.Shuningdek, kvant xatoliklarni tuzatish algoritmlari ham muhim yechimlardan biridir. Masalan, Shor algoritmi yoki Surface Code kabi kvant xatoliklarni tuzatish metodlari qubitlarning decoherence jarayonini nazorat qilish va kvant hisoblash samaradorligini oshirishga yordam beradi.

2.Yarimo‘tkazgich nanostrukturalaridagi muammolar: Yarimo‘tkazgich nanostrukturalari, xususan InAs, InSb, CdTe va boshqa mikro- va nanoo‘lchamli kristallar, elektron transportida noaniqliklar va energiya yo‘qotishlari bilan murakkabliklar yaratadi. Kvant chegaralanish effektlari elektronlarning diskret energiya darajalari hosil qilishi va fotonlarning samarali chiqarilishini cheklashi mumkin.Buni hal qilish uchun yangi epitaksial o‘sish texnologiyalari, lazer spektroskopiyasi va atom kuchlari mikroskopiyasi qo‘llanilmoqda. Shu bilan birga, nanoo‘lchamli fotonik qurilmalar va yarimo‘tkazgich kvant nuqtalari energiya yo‘qotishlarini kamaytirishga yordam beradi.

3. Qayta tiklanuvchi energiya tizimlaridagi muammolar

Qayta tiklanuvchi energiya manbalarida energiya samaradorligini oshirish va yo‘qotishlarni kamaytirish asosiy ilmiy muammo hisoblanadi. Masalan, quyosh panellarida fotonlar bilan yaratilgan elektronlarning qaytarilmas yo‘qotilishi samaradorlikni pasaytiradi. Shu sababli, yangi yarimo‘tkazgich materiallar, anti-reflektiv qoplamalar va nanostrukturaviy qavatlar ishlab chiqilmoqda.

Shamol turbinalarida energiya samaradorligini oshirish uchun aerodinamik dizayn, yuqori samarali generatorlar va energiya saqlash tizimlarining optimizatsiyasi talab qilinadi. Shu bilan birga, energiya tarmoqlarini fizik jihatdan modellashtirish va simulyatsiya qilish energiya tizimlarining barqaror ishlashiga yordam beradi.

4. Astrofizika va kosmik nurlanishdagi muammolar

Astrofizikada qora tuynuklar va eksoplanetalarni o‘rganishning asosiy muammosi – kuzatuvlarning aniqligi va kosmik nurlanish detektorlarining sezgirligi. Masalan, eksoplanetalar atmosferasidagi molekulalarni aniqlash uchun yuqori aniqlikdagi spektroskopik metodlar talab qilinadi.

Kosmik nurlanishni o‘lchashda esa kvant detektorlar va ilg‘or optik tizimlar yordamida sezgirlikni oshirish mumkin. Shu bilan birga, astronomik kuzatuvlarni modellashtirish va olingan ma’lumotlarni fizik jihatdan tahlil qilish astrofizik tadqiqotlarda muhim ahamiyatga ega [4].

Adabiyotlar

[1]. Nielsen, M., & Chuang, I. (2010). Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press.

[2]. Sherka, G., Berry, H. (2020). Optoelectronic Properties of Semiconductor Nanoparticles. Journal of Nanophysics, 12(3), 45-68.

[3]. Green, M. (2019). Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications. Elsevier.

[4]. Carroll, B. (2021). Astrophysical Measurements and Cosmic Radiation Detection. Springer.

[5]. Shor, P. (1997). Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer. SIAM Journal on Computing, 26(5), 1484–1509.

GIPSLI KOMPOZITSION MATERIALINING OQUVCHANLIGINI G‘OVAKLASHISH JARAYONI VA STRUKTURANING SHAKLLANISHIGA TA’SIRI

Sh.Sh. Quziboyev

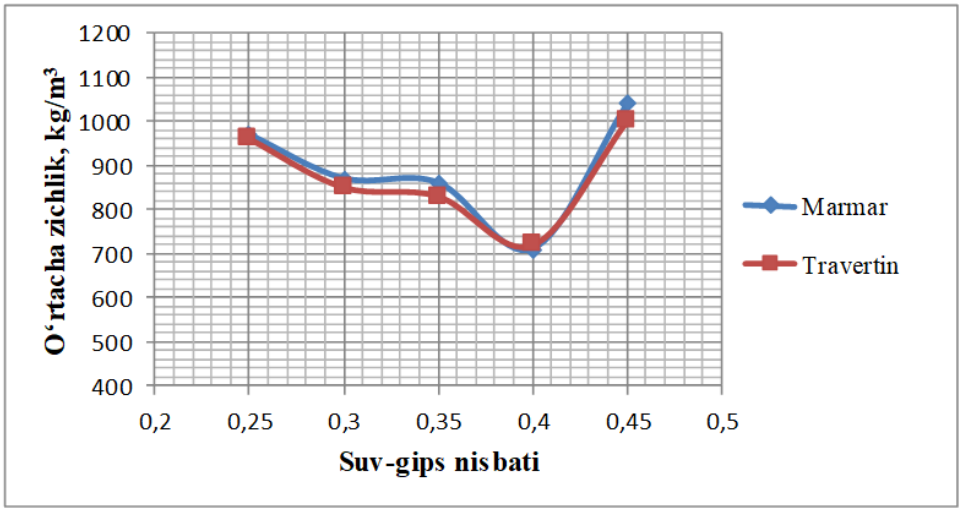
Farg’ona davlat texnika universiteti,
quziboyevshoirjon@gmail.com
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Ushbu maqolada Gaz hosil bo‘lish jarayonida qorishmaning harorati ham gaz gipsining g‘ovak strukturasini shakllantirishga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Qorishmaning qoliplash jarayonidagi optimal harorati olingan gazo-gips namunalarining tajriba yo‘li bilan aniqlangan texnik tavsiflarini foydalanish bo‘yicha tadqiqot ishlari olib borilgan.*
Kalit so‘zlar: *issiqlik izolyatsiya, gips, gazobeton, gaz, kimyoviy.*
Аннотация. *Температура смеси в процессе газообразования также оказывает существенное влияние на формирование пористой структуры газового гипса. Были проведены исследования по использованию экспериментально определенных технических характеристик полученных образцов газового гипса, а также оптимальной температуры смеси в процессе формования..*
Ключевые слова: *теплоизоляция,гипс, газобетон,газ, химия.*
Abstract. *The temperature of the mixture and the process of gas formation also has a significant influence on the formation of porous structures in gas gypsum. By conducting research on the use of experimentally determined technical characteristics of gas gypsum, as well as optimal temperature mixture and forming process..*
Keywords: *thermal insulation,gypsum, aerated concrete,gas, chemicals.*

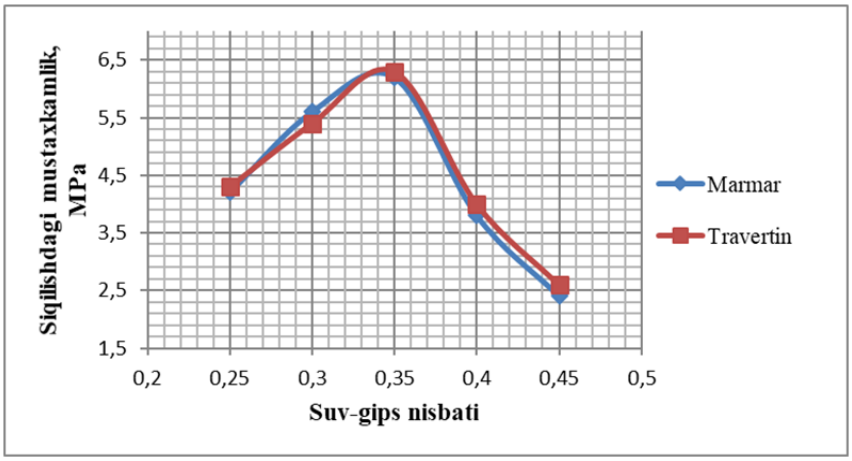
Kirish

Gipsli qoliplanuvchi massaning g‘ovak strukturasining shakllanish jarayoniga bir qator faktorlar, jumladan massaning suyuqligi va harorati katta ta’sir ko‘rsatadi.

Oquvchanlikning oshishi bilan qorishmaning gaz ajralish jarayoni sustlashadi va tishlashishning davomiyligi ortadi. Oquvchanlikning pasayishi bilan aralashmaning qovushoqligi shunchalik oshishi mumkinki, gazning bosimi aralashmaning qovushoqlik xususiyatlarining qiymatlaridan past bo‘ladi, buning natijasida dastlabki o‘zgarishlar bo‘lmaydi, massada ko‘pchish jarayoni sodir bo‘lmaydi va namuna strukturasi buzilishi mumkin. Bularning barchasi materialning o‘rtacha zichligini oshishiga olib keladi. Shu sababli suv-gips nisbatining o‘zgarishini namunalar zichligi va mustahkamligiga ta’sirini aniqlash maqsadida suv-gips nisbatining qiymati 0,25 dan 0,45 gacha bo‘lgan kompozitsiyalar sinovdan o‘tkazildi. Gipsli kompozitsion materiallari xususiyatlarining (o‘rtacha zichligi va siqilishdagi mustahkamligi) suv-gips nisbatiga bog‘liqligi 1 va 2-rasmlarda ko‘rsatilgan [1,2].



1-rasm. Gipsli kompozitsion materialining o‘rtacha zichligini suv gips nisbatiga bog‘liqligi.



2- rasm. Gipsli kompozitsion materialining siqilishdagi mustahkamligini suv gips nisbatiga bog‘liqligi.

Rasmda tasvirlangan grafikdan ko‘rinib turibdiki, suv-gips nisbati 0,4 dan kam bo‘lsa, gipsli kompozitsion materiallarining zichligi keskin oshadi va u aralashmada gaz ajralib chiqish jarayoniga va ko‘pchishishiga to‘sqinlik qiladi.

Suv-gips nisbati 0,4 dan ortganda yirik g‘ovaklar hosil bo‘ladi (2-rasm), ko‘p miqdorda gaz material yuzasi orqali chiqadi, namunalarning o‘rtacha zichligi oshadi va mustahkamlik pasayadi.

Shuni ta’kidlash lozimki, suv gips nisbatini gipsli kompozitsion materiallarini o‘rtacha zichligi va mustahkamligiga ta’siri tarkibidagi karbonatli komponentlarning turiga (marmar va travertin chiqindisi) bog‘liq emas.

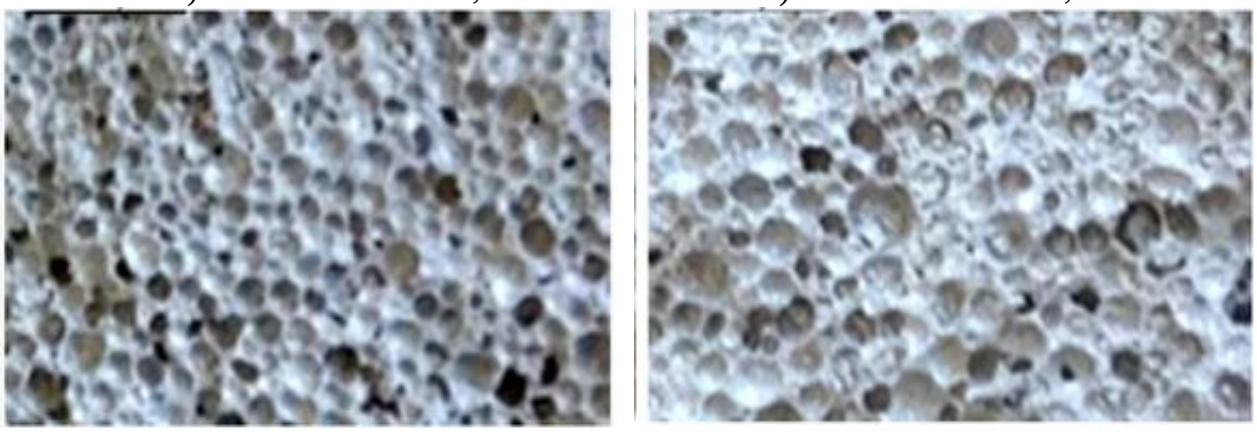
O‘tkazilgan tajribalarning natijalari qorishmani g‘ovaklashtirish uchun optimal suv-gips nisbati qiymatlari 0,38 dan 0,42 gacha va qorishma mukamallal shakllangan yopiq mayda g‘ovaklar tashkil topganini ko‘rsatdi (1-rasm).

1-jadval

Gipsli kompozitsion materiallarining umumiy g‘ovakdorligi va suv gips nisbati qiymatlari orasidagi bog‘liqlik

Suv gips nisbati	O‘rtacha zichlik, kg/m^3	Haqiqiy zichlik, kg/m^3	Umumiy g‘ovakdorlik, %
0,2	1150/1160	2700/2712	57,4/57,2
0,25	1054/1040		60,9/61,6
0,30	1036/1045		61,6/61,5
0,35	866/900		67,9/66,8
0,4	1030/1070		61,8/60,5

a) Marmar namunasi; b) Travertin namunasi;



3-rasm. Gipsli kompozitsion materiallari namunasining elektron mikroskopik tasvirlari.

Gaz hosil bo‘lish jarayonida qorishmaning harorati ham gaz gipsining g‘ovak strukturasini shakllantirishga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Qorishmaning qoliplash jarayonidagi optimal harorati olingan gazo-gips namunalarining tajriba yo‘li bilan aniqlangan texnik tavsiflarini solishtirish yo‘li bilan 30-40 ^{o}C ekanligi aniqlandi

2-jadval

Gaz hosil bo‘lish jarayoniga qorishma haroratining ta’siri.

Harorat, ^{o}C	Zichlik, kg/m^3	Umumiy g‘ovakdorlik, %	Jarayonning xususiyatlari
< 30	880-1130	58-67	Gaz hosil bo‘lish jarayoni yetarli darajada samara bermaydi. Vaqt davomiyligi bo‘yicha, bu jarayon gipsni tishlashish vaqtiga mos kelmaydi.
30-40	880-866	67-68	Gipsli kompozitsion materiallarini qorishmasida gaz hosil bo‘lishi uchun optimal sharoit.
40>	866-1120	59-68	Aluminiy sulfat intensiv gidrolizlanadi hamda gaz ajralib chiqish jarayoniga to‘sqinlik qiladi, ajralib chiqadigan gaz namunaning strukturasini zaiflashtirib mustahkamligini pasaytiradi.

Natijalar

Harorat 40°C dan oshganda aluminiy sulfat intensiv gidrolizlanadi hamda gaz ajralib chiqish jarayoniga to‘sqinlik qiladi, ajralib chiqadigan gaz namunaning strukturasini zaiflashtirib mustahkamligini pasaytiradi.

30°C dan past haroratda gaz hosil bo‘lish jarayoni yetarli darajada samara bermaydi. Vaqt davomiyligi bo‘yicha, bu jarayon gipsni tishlashish vaqtiga mos kelmaydi.

Xulosa

Oquvchanlikning oshishi bilan qorishmaning gaz ajralish jarayoni sustlashadi va tishlashishning davomiyligi ortadi. Oquvchanlikning pasayishi bilan aralashmaning qovushoqligi shunchalik oshishi mumkinki, gazning bosimi aralashmaning qovushoqlik xususiyatlarining qiymatlaridan past bo‘ladi, buning natijasida dastlabki o‘zgarishlar bo‘lmaydi, massada ko‘pchish jarayoni sodir bo‘lmaydi va namuna strukturasi buzilishi mumkin. Bularning barchasi materialning o‘rtacha zichligini oshishiga olib keladi.

Adabiyotlar

[1]. Василик, П.Г. Особенности применения поликарбоксилатных

[2]. гиперпластификаторов Melflux. / П.Г. Василик, И.В. Голубев // Строительные материалы. -2003. - №9. - С. 24-26.

[3]. Химические добавки для бетонов. Витамины прочности. Рекламный проспект ОАО «Полипласт». -2005. - 23 с.

[4]. Гонтарь, Ю.В. Сухие гипсовые смеси для отделочных работ / Ю.В. Гонтарь // Строительные материалы. - 1994. - №5. - С. 19-20.

[5]. Рахимов, Р.З. Композиционные гипсовые вяжущие с использованием керамзитовой пыли и доменных шлаков / Р.З. Рахимов, М.И. Халиуллин, А.Р Гайфуллин // Строительные материалы. -2012. -№7. -С. 13-15.

YUQORI QAVATLI MONOLIT TURAR-JOY BINOLARINING BARPO ETISHDAGI TEXNOLOGIK JARAYONLARNING TAHLILI

I.N. Abdullayev A.A. Halimov

Farg'ona davlat texnika universiteti,
i.abdullayev@ferpi.uz, (ORSID – 0000 -0003-4009-5422)1Tel: +998972716548
abdulloabdullo1234987@gmail.com, 2 Tel: +998943373999
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Yuqori qavatli monolit turar-joy binolari zamonaviy qurilish amaliyotida keng qo'llanilayotgan inshoot turlaridan biri hisoblanadi. Bunday binolar temir-beton konstruksiyalarni bevosita qurilish maydonida qoliplar yordamida quyish orqali barpo etiladi. Monolit texnologiya yuqori mustahkamlik, fazoviy yaxlitlik va zilzilabardoshlikni ta'minlashi bilan ajralib turadi. Shu sababli, seysmik hududlarda, jumladan O'zbekiston sharoitida, ushbu texnologiya bo'yicha tadqiqot ishlari olib borilgan.*

Kalit so'zlar: *monolit, turar-joy binolari,poydevor, suv o'tkazuvchanlik, zilzilabardoshlik.*

Аннотация *Монолитные высотные жилые здания — один из типов конструкций, широко используемых в современной строительной практике. Такие здания возводятся путем заливки железобетонных конструкций непосредственно на строительной площадке с использованием опалубки. Монолитная технология характеризуется обеспечением высокой прочности, пространственной целостности и сейсмостойкости. Поэтому исследования по этой технологии проводились в сейсмически активных регионах, в том числе в условиях Узбекистана...*

Ключевые слова: *монолит, жилые здания, фундамент, водопроницаемость, сейсмостойкость.*

Abstract. *High-rise monolithic residential buildings are one of the types of structures widely used in modern construction practice. Such buildings are erected by pouring reinforced concrete structures directly at the construction site using formwork. Monolithic technology is characterized by providing high strength, spatial integrity and earthquake resistance. Therefore, research work on this technology has been carried out in seismic regions, including in the conditions of Uzbekistan.*

Keywords: *monolith, residential buildings, foundation, water permeability, earthquake resistance.*

Kirish

Yuqori qavatli monolit turar-joy binolari zamonaviy qurilish amaliyotida keng qo'llanilayotgan inshoot turlaridan biri hisoblanadi. Bunday binolar temir-beton konstruksiyalarni bevosita qurilish maydonida qoliplar yordamida quyish orqali barpo etiladi. Monolit texnologiya yuqori mustahkamlik, fazoviy yaxlitlik va zilzilabardoshlikni ta'minlashi bilan ajralib turadi. Shu sababli, seysmik hududlarda, jumladan O'zbekiston sharoitida, ushbu texnologiya alohida ahamiyat kasb etadi.

Yuqori qavatli monolit turar-joy binolarini barpo etish zamonaviy qurilish amaliyotining eng murakkab va yuqori aniqlik talab qiladigan texnologik jarayonlar majmuasini o'z ichiga oladi. Ushbu turdagi binolarni qurishda asosiy e'tibor konstruktiv tizimning yaxlitligi, yuk ko'tarish qobiliyatining barqarorligi, zilzilabardoshlik darajasi hamda ekspluatatsiya jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan deformatsiyalarning minimallashtirilishiga qaratiladi. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, monolit temir-beton qurilish texnologiyasi yig'ma konstruksiyalarga nisbatan fazoviy qattiqlik va yuklarni bir tekis taqsimlash imkoniyati bilan ajralib turadi [1–3].

Qurilish jarayonlarining dastlabki bosqichi geodezik asoslash ishlari hisoblanadi. Bu bosqichda bino o'qlari, balandlik belgilar va konstruktiv elementlarning fazoviy joylashuvi aniqlanadi. Yuqori qavatli binolarda geodezik aniqlikning 2–3 mm darajada ta'minlanishi talab etiladi, chunki kichik xatoliklar ham yuqori qavatlarga ko'tarilgan sari yig'ilib, sezilarli konstruktiv og'ishlarga olib keladi. Tadqiqotlar natijasida aniqlanishicha, geodezik nazorat kuchaytirilganda konstruktiv og'ishlar 25–35% ga kamayadi va bino vertikalligi sezilarli yaxshilanadi [4].

Keyingi bosqich poydevor qurilishi bo'lib, u butun bino yukini qabul qiluvchi asosiy element hisoblanadi. Monolit binolarda ko'pincha plitali yoki qoziqli-plitali poydevor tizimlari qo'llaniladi. Poydevor betonining sifatini ta'minlashda armatura karkasining to'g'ri joylashtirilishi,

beton aralashmasining bir jinsliligi va vibratsion zichlash muhim rol o‘ynaydi. Amaliy sinovlar natijasiga ko‘ra, zichlash jarayoni to‘g‘ri bajarilganda betonning g‘ovakligi 12–20% ga kamayadi, suv o‘tkazuvchanlik esa 15–25% gacha pasayadi, bu esa poydevor mustahkamligini sezilarli oshiradi [5].

Monolit karkas qurilishi jarayoni binoning asosiy yuk ko‘taruvchi tizimini shakllantiradi. Ushbu bosqichda ustunlar, to‘sinlar va plitalar ketma-ket betonlanadi. Jarayonning uzluksizligi juda muhim bo‘lib, beton quyishdagi tanaffuslar “sovuq choklar” hosil bo‘lishiga olib kelishi mumkin. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, sovuq choklar mavjud bo‘lgan joylarda konstruktiv mustahkamlik 20–30% ga kamayadi, yoriqlanish ehtimoli esa 1,5–2 baravar ortadi [6].

Armatura ishlari monolit qurilishda alohida ahamiyatga ega bo‘lib, yuklarni qabul qilish va ularni beton orqali taqsimlash vazifasini bajaradi. Armatura joylashuvi aniqligi ±3–5 mm chegarada bo‘lishi talab etiladi. Bu talab buzilganda yuk taqsimoti notekis bo‘lib, lokal kuchlanishlar paydo bo‘ladi. Natijada konstruksiyaning uzoq muddatli mustahkamligi pasayadi. Tadqiqotlarga ko‘ra, armatura xatolari 10–15% hollarda ekspluatatsion nuqsonlarga sabab bo‘ladi [7].

Qolip tizimlari (opalubka) monolit qurilish jarayonining texnologik samaradorligini belgilovchi asosiy vositalardan biridir. Zamonaviy modulli qolip tizimlari qo‘llanilganda montaj va demontaj jarayonlari 25–40% tezlashadi, mehnat sarfi esa sezilarli kamayadi. Bundan tashqari, qolip tizimlarining aniqligi konstruktiv elementlarning geometrik barqarorligini 90–95% darajaga yetkazadi [8].

Beton quyish jarayoni eng mas’uliyatli texnologik bosqichlardan biri hisoblanadi. Beton aralashmasi qatlamma-qatlam quyilib, vibratsion usulda zichlanadi. Vibratsiya jarayoni to‘g‘ri bajarilganda beton ichidagi havo pufakchalari chiqarilib, material zichligi oshadi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, sifatli vibratsiya betonning siqilishdagi mustahkamligini 10–18% ga oshiradi, noto‘g‘ri bajarilganda esa mikrobo‘shliqlar hosil bo‘lishi 25–35% ga ortadi [9].

Betonning qotish va parvarishlash (curing) jarayoni ham muhim texnologik bosqich hisoblanadi. Bu jarayon odatda 28 sutka davom etadi va uning davomida harorat hamda namlik rejimi qat’iy nazorat qilinishi kerak. Optimal sharoitda beton loyiha markasiga nisbatan 105–115% mustahkamlikka erishishi mumkin, noto‘g‘ri parvarishlash esa 20–30% gacha mustahkamlik yo‘qotilishiga olib keladi [10].

Texnik nazorat tizimi qurilishning barcha bosqichlarini qamrab oladi va sifatni ta’minlashning asosiy instrumenti hisoblanadi. Ushbu tizim materiallarni kirish nazorati, jarayon ichki monitoringi va yakuniy sinovlarni o‘z ichiga oladi. Amaliy tadqiqotlarga ko‘ra, texnik nazorat to‘liq joriy etilgan obyektlarda nuqsonlar 40–60% gacha kamayadi, qayta ishlash xarajatlari esa 10–18% qisqaradi [11].

So‘nggi yillarda BIM (Building Information Modeling) texnologiyasi qurilish jarayonlarini raqamlashtirish va optimallashtirishda keng qo‘llanilmoqda. BIM tizimi orqali loyiha bosqichida konstruktiv kolliziyalar aniqlanadi, bu esa qurilish jarayonida yuzaga keladigan xatolarni sezilarli kamaytiradi. Natijalarga ko‘ra, BIM qo‘llanilganda loyiha xatolari 30–45% ga kamayadi, qurilish muddati 8–12% ga qisqaradi, material isrofi esa 10–20% ga kamayadi [12].

Shuningdek, zamonaviy qurilishda raqamli monitoring tizimlari va IoT sensorlar yordamida betonning harorat-namlik rejimi real vaqt rejimida kuzatilmoqda. Bu esa qotish jarayonini aniq boshqarish imkonini berib, beton sifatining barqarorligini oshiradi va yoriqlanish xavfini kamaytiradi.

Natijalar

Iqtisodiy natijalar shuni ko‘rsatadiki, monolit qurilish texnologiyasi qo‘llanilganda umumiy qurilish xarajatlari 8–15% ga kamayadi, ekspluatatsiya muddati esa 10–20% ga uzayadi. Bu esa ushbu texnologiyaning nafaqat texnik, balki iqtisodiy jihatdan ham samarali ekanligini tasdiqlaydi

Xulosa

Yuqori qavatli monolit turar-joy binolarini barpo etish zamonaviy qurilish amaliyotining eng murakkab va yuqori aniqlik talab qiladigan texnologik jarayonlar majmuasini o‘z ichiga oladi. Ushbu turdagi binolarni qurishda asosiy e’tibor konstruktiv tizimning yaxlitligi, yuk ko‘tarish

qobiliyatining barqarorligi, zilzilabardoshlik darajasi hamda ekspluatatsiya jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan deformatsiyalarning minimallashtirilishiga qaratiladi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, monolit temir-beton qurilish texnologiyasi yig‘ma konstruksiyalarga nisbatan fazoviy qattiqlik va yuklarni bir tekis taqsimlash imkoniyati bilan ajralib turadi

Adabiyotlar

[1]. Juran J.M. Quality Control Handbook. – New York: McGraw-Hill, 1999.
[2]. Deming W.E. The New Economics. – MIT Press, 2000.
[3]. Crosby P.B. Quality is Free. – McGraw-Hill, 1979.
[4]. ISO 9001:2015. Quality Management Systems.
[5]. ISO 14001:2015. Environmental Management Systems.
[6]. ISO 45001:2018. Occupational Health and Safety.
[7]. Ginzburg A.S. Stroitel’nye materialy. – Moskva, 2018.
[8]. Smirnov V.I. Betonnye konstruktsii. – Moskva, 2020.
[9]. Koval L.I. Tekhnologiya betona. – Sankt-Peterburg, 2019.
[10]. Eastman C., Sacks R., Lee G. BIM Handbook. – Wiley, 2018.

YERNING QIYMATINI ANIQLASHDA NARX, BOZOR, XARAJAT VA QIYMAT O‘RTASIDAGI FARQLAR

G.M. Mirzakarimova

Farg‘ona davlat texnika universiteti
**Mas’ul muallif, e-mail: gulshanoy081286@gmail.com*

(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annatatsiya: *Yerning qiymati joylashuv, infratuzilma, iqtisodiy rivojlanish darajasi va yerning maqsadi (qishloq xo'jaligi, sanoat, turar joy) kabi ko‘plab omillarga bog‘liq bo‘lib narx - bazor mexanizmining muhim tarkibiy unsurlaridan biri hisoblanadi. Shu o‘rinda narx o‘zinig vazifalari orqali barqaror iqtisodiyotning shakllanishi hamda samarali amal qilishiga, bozor muvozanatining ta’minlanishiga, milliy daromadning iqtisodiyot turli tarmoq va sohalari, xo‘jalik yurituvchi subyektlari bo‘yicha taqsimlanishiga, aholining ijtimoiy jihatdan himoya qilinishiga sharoit yaratadi. Shuningdek, u ishlab chiqaruvchilarni rag‘batlantirib, sog‘lom raqobat muhitining yaratilishiga katta ta’sir ko‘rsatadi.*

Tayanch so‘zlar: *ko‘chmas mulk, xarajat, daromad, investitsiya, xaridor, sotuvchi.*

Аннотация: *Стоимость земли зависит от многих факторов, таких как местоположение, инфраструктура, уровень экономического развития и назначение земли (сельское хозяйство, промышленность, жилищное строительство), и является одним из важных структурных элементов ценового рыночного механизма. В этом контексте цены, благодаря своим функциям, создают условия для формирования и эффективного функционирования стабильной экономики, обеспечивая рыночный баланс, распределение национального дохода между различными секторами и областями экономики, а также экономическими субъектами, и обеспечивая социальную защиту населения. Они также оказывают значительное влияние на стимулирование производителей и создание здоровой конкурентной среды.*

Ключевые слова: *недвижимость, расходы, доход, инвестиции, покупатель, продавец.*

Abstract*:The value of land depends on many factors, such as location, infrastructure, level of economic development and the purpose of the land (agriculture, industry, housing construction), and is one of the important structural elements of the price market mechanism. In this context, prices, through their functions, create the conditions for the formation and effective functioning of a stable economy, ensuring market balance, distributing national income across various sectors and areas of the economy, as well as economic entities, and providing social protection for the population. They also have a significant impact on stimulating producers and creating a healthy competitive environment.*

Keywords: *real estate, expenses, income, investments, buyer, seller.*

Kirish. Yerning qiymatini aniqlash - yer uchastkasining iqtisodiy ahamiyatini, undan foydalanish imkoniyatlarini va bozordagi o‘rnini pul ifodasida baholash jarayonidir.

Bu jarayon yer oldi-sottisi; ijaraga berish; kredit garovi; soliqqa tortish; investitsiya loyihalari uchun muhim ahamiyatga ega.

Yer qiymatiga ta’sir etuvchi asosiy omillarga quyidagilar bog‘liq bo‘ladi:

1. Joylashuv: shahar markaziga yaqinlik; transport va infratuzilma; hududning rivojlanganlik darajasi.
2. Yerning huquqiy holati: mulk shakli; foydalanish turi; cheklov va servitutlar.
3. Tabiiy omillar: tuproq unumdorligi; relef; iqlim va ekologik holat.
4. Bozor omillari: talab va taklif; hududdagi narxlar dinamikasi; iqtisodiy barqarorlik.

Yer yoki ko‘chmas mulk qiymatini aniqlashda baholovchilar “narx”, “bozor”, “xarajatlar” va “qiymat” kabi tushunchalarni aniq ajratib ko‘rsatishadi. “Narx” atamasi odatda sotish yoki bitim narxini anglatadi va ayirboshlashga nisbatan qo‘llaniladi: narx - bu sodir bo‘lgan voqea. Narx - bu bitim atrofidagi sharoitlarda ma’lum bir xaridor to‘lashga tayyor bo‘lgan va ma’lum bir sotuvchi qabul qilishga tayyor bo‘lgan miqdordir.

Odatda, bu holatlar bir yoki bir nechta bozorlarda mavjud bo‘lgan sharoitlarni aks ettiradi. “Bozor” - bu xaridorlar va sotuvchilar narx mexanizmi orqali birgalikda tuzadigan kelishuvlar to‘plamidir. Bozor joylashuv, mahsulot yoki mahsulot xususiyatlari, ishtirok etayotgan xaridorlar va sotuvchilar soni yoki boshqa biron bir xususiyat bilan tavsiflanishi mumkin. Ko‘chmas mulk bozori - bu ko‘chmas mulkka bo‘lgan huquqlarini boshqa qiymatlarga, masalan, pulga almashtiradigan shaxslarning o‘zaro ta’siri. [1]

Tadqiqot obyektlari va usullari. Ixtisoslashgan ko‘chmas mulk bozorlari mulk turi, joylashuvi, potentsial daromadliligi, investor toifalari, ijarachilar toifalari yoki ko‘chmas mulk almashinuvi bilan shug‘ullanuvchilar tomonidan tan olingan boshqa xususiyatlar bo‘yicha tasniflanadi. Maxsus mulk bozorlariga misollar sifatida 100 000 yevroga sotiladigan yangi yakka tartibdagi uylar bozori yoki markaziy biznes tumani yaqinida joylashgan va ta’mirlashga yaroqli eski ko‘p qavatli uylar bozorini keltirish mumkin.

Baholovchilar “xarajatlar” atamasini ayirboshlash o‘rniga ishlab chiqarishga nisbatan ishlatishadi; xarajatlar o‘tmishdagi fakt yoki joriy baho bo‘lishi mumkin.

Baholovchilar xarajatlarning bir nechta turlarini ajratib ko‘rsatishadi: to‘g'ridan-to‘g'ri xarajatlar, bilvosita xarajatlar, qurilish xarajatlari va rivojlanish xarajatlari. To‘g‘ridan-to‘g‘ri xarajatlarga yangi obyektni qurish uchun zarur bo‘lgan ishchi kuchi va materiallar narxi kiradi. Ular “qattiq” xarajatlar deb ham ataladi. Qo‘shimcha xarajatlar va pudratchi foydasi odatda to‘g‘ridan-to‘g‘ri xarajatlar hisoblanadi.

Qurilish bilan bog‘liq bilvosita xarajatlarga ishchi kuchi va materiallardan tashqari boshqa narsalar uchun ham xarajatlar kiradi. Bularga quyidagilar kiradi: ma’muriy xarajatlar; qurilish jarayonida professional to‘lovlar, moliyalashtirish, soliqlar, kreditlar bo‘yicha foizlar va sug‘urta uchun mulkdorning xarajatlari; uskunalarni ijaraga olish xarajatlari - bu mulk doimiy foydalanish bosqichiga yetguncha uni boshqarishning sof xarajatlari. Bilvosita xarajatlar ba’zan “moslashuvchan” xarajatlar deb ataladi.

Qurilish xarajatlari yoki pudratchining narxi odatda ishchi kuchi va materiallar uchun to‘g‘ridan-to‘g‘ri xarajatlarni, shuningdek, bilvosita pudratchining xarajatlarini o‘z ichiga oladi. Rivojlanish xarajatlari - bu yerni o‘z ichiga olgan mulkni yaratish va uni samarali foydalanish uchun yaroqli holatga keltirish bilan bog‘liq xarajatlar. Bular qurilishni takomillashtirish xarajatlaridan farq qiladi. Rivojlantirish xarajatlari loyihani amalga oshiruvchi ishlab chiqaruvchining foydasini o‘z ichiga oladi. [2]

Tadqiqot natijalari. Ko‘chmas mulk narxlari raqobatbardosh bozorlarda tovarlar va xizmatlar narxiga bevosita bog‘liq. Masalan, tom yopish materiallari, g‘ishtlar, me’moriy dizaynlar va iskala (qurilish yoki qurilish loyihalarida ishchilar va materiallarni erdan balandlikda ishlaganda qo‘llab-quvvatlash uchun ishlatiladigan vaqtinchalik tuzilma) ijarasi xarajatlari ma’lum hududlardagi talab va taklif balansi bilan belgilanadi va ijtimoiy, iqtisodiy, ma’muriy va ekologik omillar ta’sirida bo‘ladi.

Narx, bozor va xarajatlar o‘rtasidagi bog‘liqlik qiymat tushunchasini ham o‘z ichiga oladi. “Qiymat” atamasi ko‘chmas mulkni baholashda ishlatilganda ko‘p ma’noga ega bo‘lishi mumkin;

tegishli ta’rif kontekst va qo‘llanilishiga bog‘liq. Bozorda qiymat odatda kelajakda olinadigan foyda kutilishi sifatida qabul qilinadi. Qiymat ma’lum bir vaqtda mavjud bo‘lganligi sababli, baholash ma’lum bir vaqtning o‘zida qiymatni aks ettiradi.

Muayyan vaqtdagi qiymat xaridorlar va sotuvchilar uchun ko‘chmas mulk, tovarlar yoki xizmatlarning pul ekvivalentini ifodalaydi. Chalkashliklarning oldini olish uchun baholovchilar faqat “qiymat” so‘zini ishlatmaydilar; buning o‘rniga ular “bozor qiymati”, “iste’mol qiymati”, “investitsiya qiymati”, “baholangan qiymat” yoki boshqa o‘ziga xos qiymat turlari haqida gapirishadi. Bozor qiymati ko‘pgina ko‘chmas mulkni baholash topshiriqlarining markazida turadi va uni aniqlash ko‘pgina baholash ishlarining maqsadi hisoblanadi. [3].

Baholash jarayoni barcha tegishli ma’lumotlarni hisobga olgan holda mulk qiymatining oqilona bahosini olish uchun ishlatiladi. Baholovchilar ko‘chmas mulk qiymatini uch xil ma’lumotlarni tahlil qilish usulini aks ettiruvchi maxsus metodologiyalar yordamida hisoblaydilar: xarajatlarni tahlil qilish, savdolarni taqqoslash va daromadlarni kapitallashtirish. Ushbu yondashuvlardan biri yoki bir nechtasi barcha xarajatlarni hisoblashda qo‘llanilishi mumkin. Yondashuvni tanlash mulk turiga, baholash maqsadiga va tahlil qilish uchun mavjud bo‘lgan ma’lumotlarning sifati va miqdoriga bog‘liq.

Uchala yondashuv ham ko‘plab baholash vazifalariga tegishli, ammo ma’lum bir vazifa uchun bir yoki bir nechta yondashuvlar muhimroq bo‘lishi mumkin. Masalan, xarajatlar yondashuvi nisbatan eski, jismoniy eskirish tufayli sezilarli darajada yomonlashgan yoki funktsional jihatdan eskirgan, hisoblash qiyin bo‘lgan mulklarni baholash uchun mos kelmasligi mumkin. Savdo taqqoslash usuli chiqindilarni qayta ishlash zavodlari kabi juda ixtisoslashgan mulklarga qo‘llanilishi mumkin emas, chunki taqqoslanadigan ma’lumotlar mavjud bo‘lmasligi mumkin. Daromadni kapitallashtirish usuli kamdan-kam hollarda mulkdorlar tomonidan egallab olingan turar-joy mulklarini baholash uchun qo‘llaniladi, garchi u boshqa ma’lumotlar bilan birgalikda ishlatilishi mumkin. Daromad kapitallashuvi, ayniqsa, tijorat va sanoat ko‘chmas mulk bozori uchun xavfli bo‘lishi mumkin. Iloji bo‘lsa, baholovchilar kamida ikkita yondashuvdan foydalanishlari kerak. Turli xil natijaviy qiymatlar o‘zaro tekshirish uchun foydali bo‘lishi mumkin.

Xarajatlar usulini xaridorlar va sotuvchilar qiymatni xarajatlar bilan bog‘lashini tushunishga asoslangan. Bu yondashuv mulkning qiymatini yerning taxminiy qiymatini yerda mavjud bo'lgan narsani tiklash yoki almashtirishning joriy qurilish xarajatlariga qo'shish orqali aniqlaydi; sof qiymatga erishish uchun jismoniy va ma'naviy aşınma darajasiga asoslangan amortizatsiya bu summadan ayiriladi. Bu yondashuv, ayniqsa, bozorda tez-tez sotilmaydigan yangi yoki deyarli yangi yaxshilanishlar va mulklarni baholashda foydalidir. Xarajatlarni baholash usullaridan savdo moslashtirish va daromadni kapitallashtirish usullari uchun zarur bo‘lgan ma'lumotlarni olish uchun ham foydalanish mumkin. [4].

Qurilish ishlarining joriy xarajatlarini smetachilar yoki qurilish iqtisodchilari kabi xarajatlarni hisobga olish bo‘yicha mutaxassislardan, xarajatlarni hisobga olish bo‘yicha nashrlardan va quruvchilar va pudratchilardan olish mumkin. Amortizatsiya bozor tadqiqotlari va ixtisoslashtirilgan baholash usullari orqali aniqlanadi. Yer qiymati alohida hisoblanadi.

Savdoni taqqoslash usuli bir nechta o‘xshash mulklar yaqinda sotilgan yoki hozirda sotuvga qo‘yilgan hollarda eng foydali hisoblanadi. Ushbu yondashuvga ko‘ra, baholovchi mulk va taqqoslanadigan savdo o‘rtasidagi o‘xshashlik yoki farqlanish darajasini taqqoslashning turli elementlarini, masalan, o‘tkazilayotgan mulkka bo‘lgan huquqlar, moliyaviy shartlar, sotish shartlari, bozor sharoitlari, joylashuvi, jismoniy xususiyatlari, iqtisodiy xususiyatlari, foydalanishi va mulkka bevosita bog‘liq bo‘lmagan qiymat komponentlarini hisobga olish orqali aniqlaydi.

Keyin har bir taqqoslanadigan mulkning sotish narxiga mulkda ifodalangan foizni aks ettirish uchun pul ko‘rinishida yoki foiz sifatida tuzatishlar kiritiladi. Taqqoslanadigan mulklarning sotish narxlariga tuzatishlar kiritiladi, chunki ularning narxlari ma’lum, ammo bu mulkning qiymati ma’lum emas.

Ushbu taqqoslashdan foydalanib, baholovchi ma’lum bir sanada qiymatni hisoblab chiqadi. [5].

Xulosa. Hali yer bozori mavjud bo‘lmagan mamlakatlarda yuqoridagilar kabi o‘xshash mulklar kam yoki umuman bo‘lmasligi mumkin. Bunday hollarda, eng yaxshi natijalarga joylashuv va uning xususiyatlari (tuproq, kommunal xizmatlarning mavjudligi, do‘konlardan masofa va boshqalar), bino turi (o‘lchami, tashqi ko‘rinishi va qurilishi, yoshi) va boshqalarni hisobga olish orqali erishish mumkin. Ushbu elementlarning aksariyati haqidagi ma’lumotlar ko‘pincha kadastr registriga yoki maxsus qurilish registrlariga kiritiladi. Markaziy va Sharqiy Yevropadagi kadastrlar an’anaviy ravishda yer va binolarning fizik xususiyatlarini batafsil tavsiflovchi ma’lumotlarni o‘z ichiga olgan. Markaziy va Sharqiy Yevropadagi kadastrlar an’anaviy ravishda yer va binolarning fizik xususiyatlarini batafsil tavsiflovchi ma’lumotlarni o‘z ichiga olgan. Bozor bahosi joriy etilganda, agar bu ma’lumot yangilanib tursa, baholash xarajatlarini kamaytirishda muhim rol o‘ynadi. Ushbu ma’lumotlarni kadastr organida emas, balki boshqa joyda to‘plash va saqlash byurokratik to‘siqlarni kuchaytiradi yoki funktsiyalarning keraksiz takrorlanishini keltirib chiqaradi.

Daromadni kapitallashtirish usuli mulkka egalik qilishdan kutilayotgan foydaning hozirgi qiymatini aniqlaydi va uni bir martalik to‘lov bilan hozirgi qiymatiga qadar kapitallashtiradi. Xarajat usuli va savdo taqqoslash usulida bo‘lgani kabi, daromad kapitalizatsiyasini hisoblash bozorni har tomonlama o‘rganishni talab qiladi. Ushbu yondashuv bo‘yicha tadqiqot va ma’lumotlar tahlili talab va taklif o‘rtasidagi bog‘liqlikni hisobga olgan holda amalga oshiriladi, bu esa tendentsiyalar va bozor kutganlari haqida ma’lumot beradi. Masalan, ko‘p qavatli uyga investitsiya kiritayotgan investor investitsiyalardan maqbul daromad olish bilan bir qatorda investitsiyalardan ham daromad olishni kutadi.

Investitsiya kapitalini jalb qilish uchun zarur bo‘lgan daromad darajasi mulkka xos bo‘lgan xavfning funktsiyasidir. Bundan tashqari, investor tomonidan talab qilinadigan daromad darajasi pul bozorlaridagi o‘zgarishlarga va muqobil investitsiyalar tomonidan taqdim etiladigan daromadlarga qarab o‘zgarib turadi. Baholovchilar investor talabining o‘zgarishiga sezgir bo‘lishlari kerak, bu hozirgi taqqoslanadigan investitsiya mulki bozori va kelajakdagi tendentsiyalarni ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan o‘zgaruvchan pul bozorlaridagi o‘zgarishlardan dalolat beradi [6].

Adabiyotlar

[1]. Mirzakarimova,G.M.(2023). Remote sensing data: international experiences and applications. italy" actual problems of science and education in the face of modern challenges"., 14(1).

[2]. Мирзакаримова, Г.М., & Муродилов, Х.Т. (2022). Понятие о бонитировки балла почв и её главное предназначение. Central Asian Research Journal For Interdisciplinary Studies (CARJIS), 2(1), 223-229.

[3]. Xakimova, K. R., Marupov, A. A., & Mirzakarimova, G. M. (2019). Maintaining Cadastral Valuation for the Effective Use of Agricultural Lands of the Fergana Region. ijarset. com “International Journal Of Advanced Research In Science, Engineering And Technology”. ORCID: 0000-0002-5120-4359, 6-10.

[4]. Rakhmatullayev, G. D., Manopov, X. V., & Mirzakarimova, G. M. (2020). Current problems of increasing soil fertility. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 10(6), 242-246.

[5]. Mirzakarimova, G.M. (2023). Linkages Between Land Tenure Rights And Land Reform Processes. Texas Journal of Agriculture and Biological Sciences, 23, 33-35.

[6]. Mirzakarimova, G. (2024). Theoretical foundations of the use of modern gis technologies in the creation of natural maps. Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods, 2(6), 164-169.

YENGIL SANOAT SOHASIDA MATO SIFATINI SINFGA AJRATISH VA BAHOLASH USULLARI

S.R. Mamatqulova

Farg‘ona davlat texnika universiteti
ORCID: 0000-0003-1367-7013
e-mail: saida.mamatqulova.1989@gmail.com

(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Anotatsiya: *Ushbu maqolada to‘qimachilik sanoatida matolarning sifat darajasi va navini aniqlash mezonlari tahlil qilinadi. Matolarni baholashda ularning badiiy-estetik ko‘rsatkichlari, tashqi ko‘rinishdagi*

nuqsonlari, fizik-mexanik xususiyatlari hamda rangning chidamliligi asosiy mezon sifatida ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, matolarni tovar-sinfiga ajratishdagi GOST talablari asosida aniqlash usullari yoritilgan. Har xil xomashyo turlariga ega bo‘lgan matolar uchun sifat ko‘rsatkichlarining og‘ish darajasi, ularning maqsadli foydalanishga yaroqliligi va iste’mol bozoriga mosligi haqida ma’lumot beriladi.

***Kalit so‘zlar**: mato sifati, nav darajasi, badiiy-estetik ko‘rsatkichlar, fizik-mexanik xususiyatlar, GOST talablari, tashqi ko‘rinish nuqsonlari, to‘qimachilik sanoati, rang barqarorligi, mahsulot baholash.*

***Аннотация:** В этой статье, в этой статье, будет проанализировано качество и разнообразие тканей в текстильной промышленности. Их вымышленные эстетические показатели, внешний вид, физические и механические свойства, а также основной критерий их художественного и эстетического индикатора, внешний вид в области тканей. Он также охватывается методами определения, основанными на требованиях GOST в бренде тканей. Индикаторы качества для тканей с различными типами сырья будут предоставлены информацией о уровне отклонения, их потребительском использовании и его пригодности для потребительского рынка.*

***Ключевые слова:** ткани, сортовые уровни, уровни искусства, физика, механические особенности, требования к гостам, текстильная промышленность, стабильность цвета, оценка продукта.*

***Abstract:** This article examines the classification and assessment of textile fabric grades, focusing on their importance in improving product quality and competitiveness in the context of Uzbekistan’s rapidly developing economy. It highlights the need for producers to understand and meet quality standards that vary depending on consumer preferences, climate, and cultural norms. The article outlines a detailed methodology for evaluating the artistic-aesthetic, physical-mechanical, and colorfastness properties of fabrics, as well as identifying and grading defects. Standards for cotton, linen, wool, and silk fabrics are described, emphasizing the role of fabric grading in enhancing production quality and reducing waste.*

***Key words:** fabric grading, textile quality, material defects, physical-mechanical properties, colorfastness, Uzbekistan textile industry, quality assessment, GOST standards, artistic-aesthetic evaluation, fabric classification.*

Nazariy qism

Bugungi kunda O‘zbekiston Respublikasi iqtisodiyotining jadal rivojlanishi mahalliy tovarlar va xizmatlarning ichki va tashqi bozorlarda raqobatbardoshligini oshirmasdan mumkin emas. Hozirgi kun sharoitida faqat iqtisodiy omilga yo‘naltirish hal qiluvchi muvaffaqiyatni kafolatlamaydi.

Xozirda dunyoning barcha mamlakatlarida turmush darajasini, iqtisodiy, ijtimoiy va ekologik xavfsizlikni yaxsxilashning eng muhim vazifasi sifat muammosidir. Ishlab chiqaruvcxilar o‘z mahsulotlarining sifatiga qo‘yiladigan talablarni aniq tushunishlari va ularni o‘rganishlari kerak. Bu talablar, qoida tariqasida, iste’molchilarning turli guruhlari uchun bir xil emas, iqlim sharoiti, aholining sotib olish qobiliyati, madaniy an'analari va boshqa xususiyatlariga qarab farqlanadi[1].

Shunday qilib, mahsulot va xizmatlar sifatini boshqarish, uning individual ko‘rsatkichlarini baholash va tahlil qila olish kerak. Sifat - bu faoliyatning barcha jabhalarining samaradorligini ko‘rsatadigan murakkab tushuncha: strategiyani ishlab chiqish, ishlab chiqarishni tashkil etish, marketing va boshqalar. Halqaro standartlashtirish tashkiloti sifatni mahsulot yoki xizmatlarning ularni qondirish qobiliyatini beradigan xususiyatlari va xususiyatlari yig‘indisi sifatida belgilaydi, demak ulardan kelib chiqadigan ehtiyojlarni qondirish nazarda tutilgandir.

Mavjud materialning sifati - uning xususiyatlarining qayta ishlash va maqsadli foydalanish talablariga javob berish darajasi;

Bunday ta’rifga muvofiq, materialning sifatini baholash natijasi ikkita parametrga, materialning xususiyatlari darajasiga va ularga qo‘yiladigan talablar darajasiga bog‘liq bo‘ladi[2].

Mahsulot sifati darajasini baholash sifat ko‘rsatkichlari nomenklaturasini tanlash va ularning umumiy sifat tavsifidagi og'irligini baholashni, ushbu ko‘rsatkichlarning qiymatlarini aniqlashni va ularni me’yoriy (asosiy) bilan taqqoslashni o‘z ichiga oladi. Mahsulot sifati ko‘rsatkichi mahsulot xususiyatlarining qayta ishlash va maqsadli foydalanishga yaroqliligini belgilaydigan talablarga muvofiqligi darajasining miqdoriy o‘lchovidir. Kiyim-kechak va kiyim-kechak uchun materiallarning sifat ko‘rsatkichlari, shuningdek nomenklaturani o‘rnatishning asosiy tamoyillari bo‘yicha batafsil ma'lumotlar 7-bobda keltirilgan.

Xozirda kiyim-kechak uchun materiallarning sifat darajasini baholash standartlarga muvofiq amalga oshiriladi va sinfni o‘rnatishga qisqartiriladi. Narx - bu bir yoki bir nechta sifat ko‘rsatkichlari bo‘yicha mahsulotning gradatsiyasi hisoblanadi.

Kiyim sinfni belgilashda materiallarning badiiy va estetik ko‘rsatkichlari hisobga olinadi, ular standart namunalarga, fizik-mexanik va fizik-kimyoviy xususiyatlar ko‘rsatkichlariga va tashqi ko‘rinishdagi nuqsonlarga mos kelishi kerak. Matolarning navi gazlamaning badiiy-estetik xususiyatlarini, tashqi ko‘rinishidagi nuqsonlarning mavjudligini, fizik-mexanik xossalari bo‘yicha, rangning mustahkamligi sifatini baholash yo‘li bilan aniqlanadi[3].

Badiiy va estetik sifat ko‘rsatkichlari ballari yig‘indisi quyidagilarga teng bo‘lishi kerak: ayniqsa moda mahsulotlar uchun - 38-40, yaxsxilangan sifatli mahsulotlar uchun - 30-37, ommaviy ishlab chiqarilgan mahsulotlar uchun - 25-29 ball. 25 balldan past badiiy va estetik ko‘rsatkichlar bo‘yicha baholangan mahsulotlar ishlab chiqarishdan chiqariladi. Har bir mato parchasi badiiy va estetik ko‘rsatkichlar bo‘yicha standart namunaga mos kelishi kerak. Aks holda, mato qismlari mos kelmaydigan hisoblanadi[4].

Paxta matolari to‘rt guruhga bo‘linadi: 1 – libos kiyimlari, bal-kechki kiyimlar, dekorativ bezakli; 2 - ichki kiyim; 3 – yostiq, to’shak va qoplamalar uchun; 4 - kesilgan to‘qimali. Zig‘ir matolari yetti guruhga bo‘lingan, kiyim-kechak uchun 4-guruhga kiritilgan va amaliy (bortli) - 6-guruhda. Ipak matolari to‘rt guruhga bo‘linadi, lekin kiyim-kechak uchun gazlamalar birinchi uchta guruhga kiradi: 1 - Ko‘ylak, kostyum, kofta, bluzka, palto, plash, sport kiyimlari va to‘qimachilik galantereya mollari; 2 - astar, pijama, korset va cho'milish kostyumlari uchun; 3 – jun-tukli ko‘ylak, tashqi kiyim uchun[5].

II darajali zig‘ir matolarida, keng tarqalgan nuqson mavjud bo‘lganda, 30 m^2 shartli maydon uchun mahalliy nuqsonlar soni 17 dan oshmasligi kerak. Jun, ipak va kiyim-kechak uchun zig‘ir matolarda navni aniqlashda chetida joylashgan nuqsonlar hisobga olinmaydi. I navli paxta gazlamalarda pnevmatik to‘quv dastgohlarida ishlab chiqariladigan, chetida chekka qo‘yishga ruxsat beriladi[6].

Xulosa

Turli xil xomashyo tarkibidagi I navli matolar uchun fizik-mexanik xususiyatlar ko‘rsatkichlarining ruxsat etilgan og‘ishlari GOST 10641 da ko‘rsatilgan. Agar iplar soni uchun nominal ko‘rsatkich minimal sifatida qabul qilinsa, minus og‘ishlarga yo‘l qo‘yilmaydi. Turli xil xomashyo tarkibidagi matolar uchun normalangan ko‘rsatkichlardan fizik-mexanik xususiyatlar bo‘yicha og‘ishlarni baholash bir xil emas. Paxta matolari uchun fizik-mexanik parametrlarning I navli matolarning nominal me’yorlaridan 11 og‘ishda baholandi. Rangning chidamliligi bo‘yicha sifatni baholash. Rang barqarorligiga ko‘ra, ipak, jun va paxta matolari oddiy, bardoshli va qo‘shimcha bo‘yash matolariga bo‘linadi; Zig‘ir matolari - bardoshli. Paxta, ipak va zig‘ir matolari uchun ranglarning mustahkamligi bo‘yicha me’yorlardan chetga chiqishga yo‘l qo‘yilmaydi. II navli jun matolar uchun rangning barqarorligini pasaytirishga I navli matolar uchun belgilangan me’yorlarning bir nuqtasiga oddiy rang barqarorligi guruhining ikkitadan ko‘p bo‘lmagan ta’siri uchun ruxsat etiladi; indikatorning qiymati kamida 3 ball bo‘lishi kerak.

Matolar navini nuqsonlar bo‘yicha aniqlash tamoyili kiyim-kechak materiallarining sifat darajasini baholashni yaxsxilash bo‘yicha ishlarni yanada rivojlantirish uchun istiqbolli deb e’tirof etiladi. Bu kiyim-kechaklarning navlarini ularni ishlab chiqarish, ta’mirlash va yangilashda qo‘llaniladigan materiallarning tashqi ko‘rinishidagi nuqsonlarning soni, hajmi va ahamiyatlilik darajasiga qarab aniqlash metodikasi bilan to’liq mos keladi.

Adabiyotlar

[1]. Tursumatova Shaxlo Samiyevna, & Mamatqulova Saida Raxmatovna. (2022). The importance of creating embroidery patterns from the methods of artistic decoration in the light industry. Innovative Technologica: Methodical Research Journal,3(05),1–10.

[2]. Raxmatovna.M.S.(2022). Analysis of women’s clothes sewing-a study to develop a norm of time spent on the technological process of knitting production. International Journal of Advance Scientific Research.2(03).16-21.

[3]. Raxmatovna.M.S.(2022).Research on the development of norms of time spend on the technological process of sewing and knitting production; basic raw materials, their composition and properties.Innovative Technologica: Methodical Research Journal, 3(03), 28-32. ISSN:2776-0987, Volume3, Issue5,May,2022.7

[4]. Raxmatovna.M.S.(2021). The description of perspective fashion trends in men's clothing. Innovative Technological:Methodical Research Journal,2(10),15-20.
[5]. Nizamova, B. B., & Mamatqulova, S. R. (2021). Analysis of the Range Of Modern Women's Coats. The American Journal of Engineering and Technology, 3(9), 18-23.
[6]. Tursunova, X.Sh., Mamatqulova Saida Rahmatovna. (2020). Ayollar paltosi uchun gazlamalar taxlili. 3 rd international congress of the human and social science researches (itobiad).

BOSHLANG'ICH SINF O'QITUVCHISINING NUTQI VA UNING TA'LIM JARAYONIDAGI AHAMIYATI

G.A. Mirboboyeva, X.I. Egamberdiyeva

Farg'ona davlat texnika universiteti
ORCID: 0009-0000-7507-8580
gulxayomirboboyeva898@gmail.com
egamberdiyevaxosiyatxon@gmail.com
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Ushbu maqolada o'qitish uslubini qadimgi uslubini va xozirgi kunda o'qitish uslubiyotini ko'rsatib o'tilgan bundan tashqari boshlang'ich sinf o'qituvchisining nutqi va nutq madaniyatining ta'lim-tarbiya jarayonidagi ahamiyati yoritilgan. O'qituvchi nutqining ravon, aniq va bolalar psixologiyasiga mos bo'lishi o'quvchilarning nutqiy rivoji, tafakkuri hamda muloqot madaniyati shakllanishida muhim omil ekanligi asoslab berilgan. Shuningdek, maqolada bolalar psixologiyasini hisobga olgan holda so'zlashning o'quvchilarga ijobiy ta'siri tahlil qilingan.*

Kalit so'zlar: *boshlang'ich sinf, o'qituvchi nutqi, nutq madaniyati, bolalar psixologiyasi, ta'lim jarayoni, muloqot madaniyati.*

Аннотация: *В данной статье описываются методы обучения, как древние, так и современные. Статье подчеркивается важность речи и речевой культуры учителя начальной школы в образовательном процессе. Утверждается, что беглость, ясность и соответствие речи учителя психологии детей являются важным фактором в развитии речевой, мыслительной и коммуникативной культуры учащихся. В статье также анализируется положительное влияние речи на учащихся с учетом детской психологии.*

Ключевые слова: *начальная школа, речь учителя, речевая культура, детская психология, образовательный процесс, коммуникативная культура.*

Abstract: *This article emphasizes the importance of primary school teachers' speech and speech culture in the educational process. It argues that fluency, clarity, and relevance of a teacher's speech to children's psychology are important factors in the development of students' speech, thinking, and communicative skills. The article also analyzes the positive impact of speech on students, taking into account child psychology.*

Keywords: *primary school, teacher speech, speech culture, child psychology, educational process, communicative culture.*

Kirish

Qadimda va xozirgi kundagi o'qitish uslubiyotini ko'rib taxlil qiladigan bo'lsak oldin o'quvchilarn bitta o'qituvchi bilgan narsalarini o'rgatgan O'qituvchini o'qitish uslubini xech kim taxlil qilmagan bola o'zlashtira olmasa kaltaklash usuli bilan o'rgatganlar. Hozirgi kunda ta'lim olishda barcha shart sharoitlar mavjud Hamma bilim olish xuquqiga ega.Bolaga boshlang'ich ta'limni onadan keyin maktab o'qituvchisi beradi. Boshlang'ich ta'lim bosqichi o'quvchining shaxs sifatida shakllanishida hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ushbu jarayonda o'qituvchining nutqi asosiy vositalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, boshlang'ich sinf o'qituvchisining nutqi bolalarning nutqiy rivoji, tafakkuri va ma'naviy kamolotiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Asosiy qism

Boshlang'ich sinf o'qituvchisining nutqi ravon, aniq, sodda va tushunarli bo'lishi lozim. Chunki kichik yoshdagi o'quvchilar murakkab iboralarni tez qabul qila olmaydi. O'qituvchi har bir so'zni o'ylab, to'g'ri talaffuz qilib, adabiy til me'yorlariga amal qilgan holda so'zlashi zarur. Nutq madaniyati o'qituvchining kasbiy mahoratini belgilaydigan muhim omildir. To'g'ri, ta'sirchan va

ibratli nutq o‘quvchilarda darsga qiziqish uyg‘otadi, ularni erkin fikrlashga o‘rgatadi. Shuningdek, o‘qituvchi nutqi orqali o‘quvchilar o‘z fikrini ravon bayon qilish,



1-rasm. Qadimda talabaga bilim berish jarayoni.

savol berish va muloqot madaniyatini egallaydi.

Boshlang‘ich sinf o‘qituvchisining nutqida quyidagi jihatlar muhim hisoblanadi:

- adabiy til me’yorlariga rioya qilish;
- ortiqcha so‘zlardan qochish;
- ovoz ohangi va intonatsiyaga e’tibor berish;
- bolalar psixologiyasini hisobga olgan holda so‘zlash.

Adabiy til me’yorlariga rioya qilish

Boshlang‘ich sinf o‘qituvchisining nutqi adabiy til me’yorlariga to‘liq muvofiq bo‘lishi lozim. Chunki o‘qituvchi nutqi o‘quvchilar uchun asosiy namuna hisoblanadi. Talaffuz, grammatik tuzilish va so‘z qo‘llashda yo‘l qo‘yilgan xatolar bolalar nutqida ham aks etishi mumkin. [2] til me’yorlariga rioya qilingan nutq o‘quvchilarda to‘g‘ri so‘zlash, ravon fikr bayon qilish va muloqot madaniyatini shakllantiradi. Shuningdek, bunday nutq dars mazmunini aniq va tushunarli yetkazishga xizmat qiladi. Demak, adabiy til me’yorlariga amal qilish boshlang‘ich sinf o‘qituvchisining kasbiy mahoratini namoyon etuvchi muhim omillardan biridir.

Boshlang‘ich sinf o‘quvchilari yosh xususiyatlariga ko‘ra hissiy, ta’sirchan va taqlidga moyil bo‘ladilar. Shu sababli o‘qituvchi ular bilan muloqot jarayonida bolalar psixologiyasini chuqur hisobga olishi zarur. O‘qituvchining har bir so‘zi, ovoz ohangi va munosabati bolaning ruhiy holatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Bolalarga murojaat qilishda sodda, aniq va qisqa jumlalardan foydalanish muhim. Qo‘pol, qattiq ohangda yoki tanqidga boy nutq bolani cho‘chitishi, unda o‘ziga bo‘lgan ishonchni pasaytirishi mumkin. Aksincha, iliq, rag‘batlantiruvchi so‘zlar bolada o‘qishga bo‘lgan qiziqishni oshiradi. Shuningdek, o‘qituvchi bolalarning diqqati tez chalg‘ishini inobatga olib, nutqini jonli misollar, taqqoslashlar va savol-javoblar orqali olib borishi lozim. Bolaning fikrini oxirigacha tinglash, uning javobini hurmat qilish ham psixologiyani hisobga olgan nutqning muhim belgilaridandir. Boshlang‘ich ta’lim bosqichi o‘quvchining shaxsiy, aqliy va ma’naviy rivojlanishida muhim o‘rin tutadi. Bu jarayonda o‘qituvchi shaxsi, ayniqsa uning nutqi asosiy tarbiyaviy vosita hisoblanadi. Boshlang‘ich sinf o‘qituvchisining nutqi o‘quvchilarning nutqiy rivoji, tafakkuri va muloqot madaniyati shakllanishiga katta ta’sir ko‘rsatadi.

O‘qituvchi nutqi ravon, aniq, ta’sirchan va adabiy til me’yorlariga mos bo‘lishi lozim. Boshlang‘ich sinf o‘quvchilari yosh xususiyatlariga ko‘ra axborotni sodda va tushunarli shaklda qabul qiladilar. Shu bois o‘qituvchi murakkab iboralardan qochib, bolalarga mos so‘z va jumlalardan foydalanishi zarur. Nutq madaniyati o‘qituvchining kasbiy mahoratini belgilovchi muhim omillardan biridir.[1] To‘g‘ri tashkil etilgan nutq dars samaradorligini oshiradi, o‘quvchilarda fanga bo‘lgan qiziqishni kuchaytiradi va ularni erkin fikrlashga undaydi. Shuningdek, o‘qituvchi nutqi orqali o‘quvchilar o‘z fikrini ravon bayon qilishni o‘rganadilar Bolalar psixologiyasini hisobga olgan holda so‘zlash zarur bo‘ladi.

Boshlang‘ich sinf o‘quvchilari hissiy ta’sirchan, taqlidga moyil va o‘qituvchi nutqiga juda sezgir bo‘ladilar. Shu sababli o‘qituvchi bolalar bilan muloqotda iliq, mehribon va rag‘batlantiruvchi ohangda so‘zlashi kerak. Qo‘pol yoki qattiq so‘zlar bolaning ruhiy holatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

O‘qituvchi bolalar psixologiyasini hisobga olgan holda jonli misollar, savol-javob usuli va rag‘batlantirishdan foydalanishi maqsadga muvofiq. O‘quvchining fikrini tinglash, uni hurmat qilish va qo‘llab-quvvatlash sog‘lom psixologik muhit yaratishga xizmat qiladi.

Bolalar bilan muloqotda ortiqcha so‘zlardan qochish

Boshlang‘ich sinf o‘quvchilari bilan muloqot jarayonida o‘qituvchining nutqi aniq, qisqa va mazmunli bo‘lishi muhim ahamiyatga ega. Ortiqcha, keraksiz so‘zlar bolalar diqqatini chalg‘itib, asosiy fikrni tushunishga xalal berishi mumkin. Shuning uchun o‘qituvchi har bir so‘zni maqsadli va o‘ylab ishlatishi lozim.



Ortiqcha so‘zlardan qochish o‘quvchilarning dars mazmunini tez va oson qabul qilishiga yordam beradi. Qisqa va ravshan tushuntirish bolalarning diqqatini bir joyga jamlashga xizmat qiladi hamda dars samaradorligini oshiradi. Shu bilan birga, ortiqcha takrorlar va chalkash iboralar bolada charchoq va qiziqishning pasayishiga olib kelishi mumkin.

Demak, bolalar bilan muloqotda ortiqcha so‘zlardan qochish boshlang‘ich sinf o‘qituvchisining nutq madaniyati va kasbiy mahoratini namoyon etuvchi muhim omil hisoblanadi. O‘qituvchining nutq madaniyati, bolalar bilan muloqotda ortiqcha so‘zlardan qochishi va fikrni aniq ifoda etishi uning kasbiy mahoratini namoyon etuvchi muhim omil hisoblanadi. Bunday nutq o‘quvchilarning diqqatini jamlashga, dars mazmunini to‘liq anglashga hamda ta’lim jarayoni samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Ovoz ohangi va intonatsiyaga e’tibor berish

Boshlang‘ich sinf o‘qituvchisining ovoz ohangi va intonatsiyasi ta’lim jarayonida muhim ahamiyatga ega. Chunki kichik yoshdagi o‘quvchilar o‘qituvchining so‘z mazmuni bilan birga, uning qanday ohangda so‘zlayotganini ham his qiladilar. Ovozning iliq, barqaror va ishonchli bo‘lishi bolalarda xotirjamlik va darsga bo‘lgan qiziqishni oshiradi.[3] Intonatsiyani to‘g‘ri qo‘llash o‘quvchilar diqqatini jamlashga va asosiy fikrni ajratib olishga yordam beradi. Bir xil, o‘zgarmas ovoz ohangi bolalarni zeriktirishi mumkin, shuning uchun o‘qituvchi nutq jarayonida ovoz baland-pastligini o‘rinli ravishda o‘zgartirib borishi lozim. Demak, ovoz ohangi va intonatsiyaga e’tibor berish o‘qituvchining nutq madaniyati va kasbiy mahoratini namoyon etuvchi muhim omil hisoblanadi.

Xulosa

Maqolada o‘qitish uslubini qadimgi uslubini va xozirgi kunda o‘qitish uslubiyotini ko‘rsatib o‘tilgan.Boshlang‘ich sinf o‘qituvchisining nutqi ta’lim-tarbiya jarayonining asosiy poydevoridir. Nutqi ravon, madaniyatli va ta’sirchan bo‘lgan o‘qituvchi bolalar qalbiga yo‘l topa oladi. Shu bois bo‘lajak boshlang‘ich sinf o‘qituvchilari nutq madaniyatini muntazam ravishda rivojlantirib borishlari zarur.

Adabiyotlar

[1]. Abdullayeva Sh. Nutq madaniyati asoslari. – Toshkent.
[2]. G‘ulomov A. Pedagogik mahorat. – Toshkent.
[3]. Ishmuxamedov R. Boshlang‘ich ta’lim psixologiyasi. – Toshkent.
[4]. O‘zbekiston Respublikasi ta’limga oid me’yoriy hujjatlari.

KIYIM DETALLARIGA DASTLABKI ISHLOV BERISH JARAYONIDA INNOVATSION USULLARNI QO‘LLASH MUAMMOLARI

X.Sh. Tursunova

Farg‘ona davlat texnika universiteti
hiloltursunova0708.1988@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7802-1950
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Mazkur maqolada kiyim detallariga dastlabki ishlov berish jarayonida innovatsion texnologiyalarni qo‘llashning dolzarb masalalari, mavjud muammolar va ularni bartaraf etish yo‘llari tahlil qilinadi. Shuningdek, zamonaviy tikuv sanoatida avtomatlashtirish, raqamli texnologiyalar va yangi materiallardan foydalanishning samaradorligi yoritilgan. Tadqiqot natijalari asosida ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirishga oid takliflar berilgan.*

Kalit so‘zlar: *tikuv texnologiyasi, innovatsiya, kiyim detali, dastlabki ishlov, avtomatlashtirish, raqamli texnologiyalar, samaradorlik.*

Аннотация. *По результатам исследования даны предложения по оптимизации производственного процесса автоматизации, цифровых технологий и новых материалов в современной швейной промышленности. По результатам исследования даны предложения по оптимизации производственного процесса.*

Ключевые слова: *швейные технологии, инновации, деталь одежды, первичная обработка, автоматизация, цифровые технологии, эффективность.*

Annotation: *this article analyzes current issues of applying innovative technologies in the process of preliminary processing of clothing details, existing problems and ways to eliminate them. Also, the effectiveness of automation, digital technologies and the use of new materials in the modern sewing industry is highlighted. Based on the results of the study, proposals have been made to optimize the production process.*

Keywords: *sewing technology, innovation, clothing detail, initial processing, automation, digital technology, efficiency.*

Kirish

Hozirgi globallashuv jarayonida yengil sanoat, xususan tikuvchilik sohasi jadal rivojlanib bormoqda. Kiyim ishlab chiqarishda sifat, tezkorlik va iqtisodiy samaradorlikni ta’minlash uchun ishlab chiqarishning barcha bosqichlarida innovatsion yondashuvlarni joriy etish zarur. Ayniqsa, kiyim detallariga dastlabki ishlov berish bosqichi mahsulot sifatini belgilovchi muhim jarayon hisoblanadi.

Mazkur bosqichda qo‘llaniladigan texnologiyalarning eskirganligi, ishchi kuchining yetarli malakaga ega emasligi hamda zamonaviy uskunalarning yetishmasligi innovatsion usullarni keng joriy etishga to‘sqinlik qilmoqda. Shu bois ushbu mavzu ilmiy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

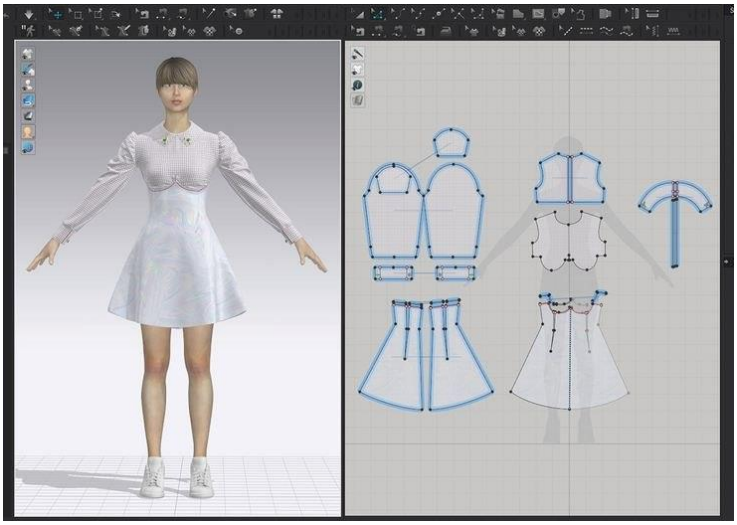
Kiyim detallariga dastlabki ishlov berish — bu kesilgan materiallarga shakl berish, mustahkamlash, qirqimlarni tekislash, yopishtirish va tikuvga tayyorlash jarayonlarini o‘z ichiga oladi. Ushbu bosqichda quyidagi ishlar amalga oshiriladi:

detal chetlariga ishlov berish; dublyajlash (yopishtiruvchi materiallar bilan mustahkamlash); buklama va qirqimlarni shakllantirish; belgilash va markirovka qilish.

Mazkur jarayonning sifati keyingi tikuv operatsiyalariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Innovatsion usullar va ularning afzalliklari. So‘nggi yillarda quyidagi innovatsion texnologiyalar keng qo‘llanilmoqda:

- lazer yordamida kesish texnologiyasi;
- avtomatlashtirilgan yopishtirish (termo-press usullari);
- 3D modellashtirish va virtual dizayn;
- raqamli markerlash tizimlari;
- aqlli (smart) matolar bilan ishlash texnologiyalari.



1-rasm. CLO 3D dasturi orqali kiyimni dastlabki lohihasini ishlab chiqish.

Ushbu usullar quyidagi afzalliklarni beradi: ishlab chiqarish tezligini oshiradi; inson omili ta’sirini kamaytiradi; material sarfini optimallashtiradi; yuqori aniqlik va sifatni ta’minlaydi.

Innovatsion texnologiyalarni joriy etishda quyidagi muammolar kuzatiladi: zamonaviy uskunalarning yuqori narxi; kichik korxonalar uchun investitsiya yetishmasligi; texnologik modernizatsiya xarajatlarining kattaligi.

Kadrlar bilan bog‘liq muammolar malakali mutaxassislar yetishmasligi; yangi texnologiyalarni o‘zlashtirishdagi qiyinchiliklar; o‘quv dasturlarining eskirganligi.

Tashkiliy muammolar ishlab chiqarish jarayonining moslashuvchan emasligi; innovatsion tizimlarni integratsiya qilishdagi qiyinchiliklar; texnologik jarayonlarning standartlashtirilmaganligi.

Texnologik muammolar yangi materiallar bilan ishlashdagi noaniqliklar; uskunalarning tez eskirishi; texnik xizmat ko‘rsatish infratuzilmasining yetarli emasligi.

Muammolarni bartaraf etish yo‘llari yuqoridagi muammolarni hal etish uchun quyidagi choralarni taklif etish mumkin: tikuv sanoatiga investitsiyalarni jalb qilish; dual ta’lim tizimini rivojlantirish; o‘quv dasturlarini zamonaviy texnologiyalar asosida yangilash; mahalliy ishlab chiqaruvchilarni qo‘llab-quvvatlash; innovatsion markazlar va laboratoriyalar tashkil etish; raqamli texnologiyalarni bosqichma-bosqich joriy etish.

Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, ko‘plab ishlab chiqarish korxonalarida hali ham an’anaviy usullardan foydalanilmoqda. Bu esa vaqt va resurslarning ortiqcha sarflanishiga, ayrim hollarda esa mahsulot sifatining pasayishiga olib keladi. Shu sababli innovatsion texnologiyalarni joriy etish zarurati ortib bormoqda. Biroq bu jarayon bir qator muammolar bilan bog‘liq bo‘lib, ularni ilmiy jihatdan o‘rganish dolzarb masala hisoblanadi.

So‘nggi yillarda tikuv sanoatida innovatsion texnologiyalarni qo‘llash masalalari ko‘plab xorijiy va mahalliy tadqiqotchilar tomonidan o‘rganilgan. Xususan, ishlab chiqarishni avtomatlashtirish, lazer texnologiyalari, 3D modellashtirish hamda aqlli materiallardan foydalanish bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilgan. Biroq kiyim detallariga dastlabki ishlov berish jarayoniga innovatsion yondashuvlarni kompleks tahlil qilish yetarli darajada yoritilmagan.

Tadqiqot metodologiyasi mazkur tadqiqotda tizimli tahlil, qiyosiy taqqoslash, kuzatish va umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Shuningdek, tikuv korxonalaridagi amaliy jarayonlar o‘rganilib, mavjud muammolar aniqlashtirildi hamda ularni bartaraf etish bo‘yicha takliflar ishlab chiqildi.

Kiyim detallariga dastlabki ishlov berish — bu materialni tikuvga tayyorlash bosqichi bo‘lib, unda detallar shakllantiriladi, mustahkamlanadi va texnologik jihatdan tayyor holatga keltiriladi. Ushbu bosqichning sifatli bajarilishi mahsulotning umumiy ko‘rinishi va mustahkamligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Innovatsion texnologiyalar va ularning imkoniyatlari hozirgi kunda tikuv sanoatida quyidagi innovatsion yechimlar keng joriy etilmoqda: lazer yordamida aniq kesish texnologiyalari; avtomatlashtirilgan termo-press uskunalari; raqamli loyihalash va 3D modellashtirish tizimlari; avtomatik markerlash va joylashtirish dasturlari.

Ushbu texnologiyalar ishlab chiqarish jarayonini tezlashtirish, inson omilini kamaytirish va sifatni barqaror ta’minlash imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, innovatsion texnologiyalarni keng joriy etishga quyidagi omillar to‘sqinlik qilmoqda:

Birinchidan, zamonaviy uskunalarning yuqori narxi kichik va o‘rta korxonalar uchun jiddiy muammo hisoblanadi.

Ikkinchidan, yangi texnologiyalar bilan ishlay oladigan malakali mutaxassislar yetishmasligi kuzatiladi.

Uchinchidan, mavjud o‘quv dasturlarining zamon talablariga to‘liq javob bermasligi kadrlar tayyorlash sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda.

To‘rtinchidan, ishlab chiqarish jarayonlarining texnologik jihatdan moslashuvchan emasligi innovatsiyalarni integratsiya qilishni qiyinlashtiradi.

Muammolarni hal etish yo‘nalishlari

Aniqlangan muammolarni bartaraf etish uchun quyidagi yo‘nalishlarda ish olib borish maqsadga muvofiq: tikuv sanoatini modernizatsiya qilishga yo‘naltirilgan investitsiyalarni kengaytirish; ta’lim tizimida amaliyotga yo‘naltirilgan yondashuvni kuchaytirish; ishlab chiqarish va ta’lim muassasalari o‘rtasida hamkorlikni rivojlantirish; innovatsion texnologiyalarni bosqichma-bosqich joriy etish; mahalliy sharoitga mos texnologik yechimlarni ishlab chiqish.

Xulosa

Kiyim detallariga dastlabki ishlov berish jarayonida innovatsion usullarni qo‘llash ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash va raqobatbardoshlikni ta’minlashda muhim omil hisoblanadi. Biroq ushbu jarayonni samarali tashkil etish uchun texnik, iqtisodiy va tashkiliy muammolarni kompleks hal etish zarur.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, innovatsiyalarni bosqichma-bosqich joriy etish, malakali kadrlar tayyorlash va ilmiy-amaliy hamkorlikni kuchaytirish orqali tikuv sanoatini yanada rivojlantirish mumkin. kiyim detallariga dastlabki ishlov berish jarayonida innovatsion usullarni qo‘llash tikuv sanoatini rivojlantirishning muhim omillaridan biridir. Ushbu jarayonni samarali tashkil etish orqali mahsulot sifati oshadi, ishlab chiqarish xarajatlari kamayadi va korxonalarning raqobatbardoshligi ortadi.

Shu bilan birga, innovatsiyalarni joriy etish jarayonida yuzaga kelayotgan muammolarni kompleks yondashuv asosida hal etish talab etiladi. Bu esa ilmiy tadqiqotlar, amaliy tajriba va zamonaviy ta’lim tizimining uzviy integratsiyasini taqozo etadi.

Adabiyotlar

[1]. Amirsaidova Sh.B. Kiyimni loyihalash: Darslik. – Toshkent: "Cho'lpon", 2012. – 256 b. (O‘zbekistondagi kiyim loyihalash bo‘yicha asosiy manbalardan biri).

[2]. Koblyakova E.B. va boshqalar. Конструирование одежды с элементами САПР: Учебник для ВУЗов. – М.: Легпромбытиздат, 1988. (Yoki yangilangan nashrlari).

[3]. Kuzmichev V.N. Технология проектирования одежды: Учебное пособие. – М.: Академия, 2010. (Assimetrik matolar va mato xususiyatlarini tahlil qilish bo‘yicha muhim manba).

[4]. Guseva M.A. Проектирование изделий из тканей с рисунком: Учебное пособие. – Кострома: КГТУ, 2014. (Aynan naqshli va rapportli matolar bilan ishlash metodikasi yoritilgan).

[5]. Aldrich W. Metric Pattern Cutting for Women's Wear. – Wiley-Blackwell, 2015. (Xalqaro miqyosda tan olingan, andazalarni joylashtirishning zamonaviy usullari keltirilgan inglizcha manba).

BAZALT TOLASI ASOSIDAGI YUQORI HARORATGA CHIDAMLI MATERIALLARNING ILMIY TAHLILI

D.U. Yusupova

Farg‘ona davlat texnika universiteti
ORCID: 0000-0002-0934-0007
Email: yusupovadilfuza1993@gmail.com

(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Ushbu maqolada bazalt tolasi asosidagi issiqqa chidamli materiallarning fizik-mexanik va termik xususiyatlari tahlil qilinadi. Natijalar bazalt tolasi zamonaviy yuqori haroratli himoya materiallari uchun istiqbolli xomashyo ekanligini ko‘rsatadi.*

Kalit so‘zlar: *bazalt tolasi, kompozit materiallar, issiqlikka chidamlilik, mexanik mustahkamlik, metallurgiya, termik barqarorlik.*

Аннотация: *В данной статье анализируются физические, механические и термические свойства термостойких материалов на основе базальтового волокна. Результаты показывают, что базальтовое волокно является перспективным сырьем для современных высокотемпературных защитных материалов.*

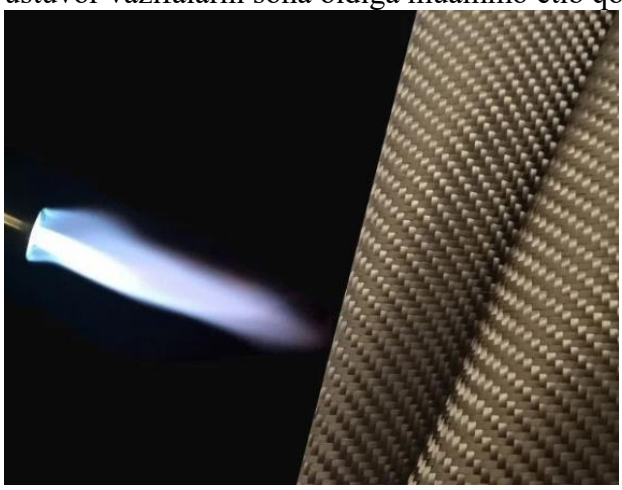
Ключевые слова: *базальтовое волокно, композитные материалы, термостойкость, механическая прочность, металлургия, термическая стабильность.*

Abstract: *This article analyzes the physical, mechanical and thermal properties of heat-resistant materials based on basalt fiber. The results show that basalt fiber is a promising raw material for modern high-temperature protective materials.*

Keywords: *basalt fiber, composite materials, heat resistance, mechanical strength, metallurgy, thermal stability.*

Nazariy qism

Hozirgi kunda metallurgiya sanoati ishchi xodimlari uchun maxsus kiyimlarni ishlab chiqarish tobora o‘sib bormoqda. Olovbardosh kiyimlar yangi assortimentlarini ko‘paytirish uchun korxonalar tomonida olovbardosh materiallarni ishlab chiqarish dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Zamonaviy sanoatda yuqori harorat va agressiv muhitlarga chidamli materiallarga talab ortib bormoqda. Ayniqsa metallurgiya, kimyo va energetika sohalarida ishlatiladigan materiallar yuqori termik yuklamalarga bardosh berishi zarur. Bazalt tolasi tabiiy bazalt jinslarini yuqori haroratda eritib olinadigan ekologik xavfsiz material bo‘lib, u shisha tolaga nisbatan yuqori mustahkamlik va issiqlikka chidamlilikka ega. Hozirgi kunda zamonaviy to‘qimachilik sanoatini rivojlanishi bilan olovbardosh materiallarning ishlab chiqarish mamlakatimizda juda dolzarb muammolardan biri bo‘lib kelmoqda. Metallurgiya sanoatida yuqori haroratga va agressiv muhitga chidamlili materiallar zarur. Ushbu ehtiyojni qondirish uchun mahalliy xomashyolardan foydalangan holda yangi tarkibli olovbardosh materiallarni yaratish va ularning fizik-mexanik xossalarini o‘rganish dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi[1]. To‘qimachilik sanoatining boshqaruvini klaster tizimiga o‘tkazilishi, mahalliy xomashyolarni chuqur qayta ishlash, yangi texnika va texnologiyalardan to‘g‘ri foydalanish, mahalliy xomashyolardan foydalanish va sarf hajmini tejash kabi bir qancha omillar bunga sabab bo‘ladi. Ushbu omillar albatta to‘qimachilik sanoatida yangi turdagi olovbardosh materiallarni yaratish, assortiment turlarini kengaytirish kabi ustuvor vazifalarni soha oldiga muammo etib qo‘yadi.



1-rasm. Olovga chidamli basalt ipidan to‘qilgan material.

Buning uchun yuqori sifat ko‘rsatkichlariga, xomashyo sarfi kam bo‘lgan yangi turdagi olovbardosh materiallarni ishlab chiqarishga bo‘lgan ehtiyojni yuzaga keltiradi[2].

Tadqiqotda bazalt tolasi asosidagi namunalar laboratoriya sharoitida tayyorlandi. Turli zichlik va to‘qilish variantlari ishlab chiqildi. Namunalar nazorat va tajriba guruhlariga ajratildi. Termik sinovlar 200–1000°C oralig‘ida amalga oshirildi. Mexanik mustahkamlik esa tortilish va egilish sinovlari orqali aniqlandi. Natijalar statistik usullar (o‘rtacha qiymat, dispersiya va regression tahlil) yordamida qayta ishlandi.

Sinov natijalari bazalt tolasi yuqori haroratda strukturaviy barqarorligini saqlashini ko‘rsatdi. Yuqori zichlikdagi namunalar issiqlik o‘tkazuvchanligi pastligi va mexanik mustahkamligi yuqoriligi bilan ajralib turdi. Taxminiy tahlil natijalariga ko‘ra, optimal struktura 700–900°C oralig‘ida eng yaxshi barqarorlikni namoyon etdi.

Olingan natijalar bazalt tolasi kompozit materiallar ishlab chiqarishda samarali xomashyo ekanligini tasdiqlaydi. Uning shisha tolaga nisbatan yuqori issiqlik chidamliligi metallurgiya sanoati uchun muhim ahamiyatga ega. Biroq materialning egiluvchanligi va ishlab chiqarish texnologiyasini optimallashtirish zarur [3].

Xulosa

Bazalt tolasi asosidagi materiallar yuqori haroratga chidamli, ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi. Ular sanoatning turli sohalarida keng qo‘llanilishi mumkin va kelgusida import o‘rnini bosuvchi mahsulot sifatida katta ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

[1]. Fayzullayeva.N. (2021). To‘qimachilik materialshunosligi. Toshkent: O‘zbekiston Milliy Universiteti.
[2]. Karimov M. Bazalt tolalarining sanoatda qo‘llanilishi, 2023.
[3]. Yusupova.D.U., Maqsudov.N.B “Yuqori harorat ta’siridan maxsus himoya kiyimlarini ishlab chiqarish uchun materiallarga qo‘yiladigan talablar” O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasining ustuvor yo‘nalishlari bo‘yicha tadqiqotlar. I Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi Toshkent-2025. 9-11 betlar. 1-jild, 1-son.

TOG‘LI AVTOMOBIL YO‘LLARI UCHUN GIS ASOSIDA GEOMETRIK LOYIHA SIFATINI BAHOLASH MODELI

Z.M. Xametov, Y.D. Ergasheva

Farg’ona davlat texnika universiteti,
odilovayorqinoy41@gmail.com tel: (20) 007-02-15
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Tog‘li hududlarda avtomobil yo‘llarini loyihalash murakkab jarayon bo‘lib, yo‘lning geometrik elementlari yo‘l harakati xavfsizligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu maqolada GIS texnologiyasi asosida tog‘li avtomobil yo‘llarining geometrik dizayn sifatini baholash modeli ko‘rib chiqiladi. FTA va DEMATEL usullari yordamida asosiy xavf omillari aniqlanib, GIS platformasida ularning fazoviy tahlili amalga oshiriladi.*

Kalit so’zlar: *Tog‘li avtomobil yo‘llari, geometrik dizayn, geometrik dizayn sifati, GIS texnologiyalari, yo‘l xavfsizligi, avtomobil yo‘llarini loyihalash, geometrik elementlar, yo‘l transport hodisalari, fazoviy tahlil, raqamli xaritalash, yo‘l infratuzilmasi, transport muhandisligi.*

Аннотация: *Проектирование автомобильных дорог в горных районах является сложным процессом, при котором геометрические элементы дороги оказывают значительное влияние на безопасность дорожного движения. В данной статье рассматривается модель оценки качества геометрического проектирования горных автомобильных дорог на основе ГИС-технологий. С использованием методов FTA и DEMATEL определяются основные факторы риска, а также проводится их пространственный анализ на платформе ГИС.*

Ключевые слова: *Горные автомобильные дороги, геометрическое проектирование, качество геометрического дизайна, ГИС-технологии, безопасность дорожного движения, проектирование автомобильных дорог, геометрические элементы, дорожно-транспортные происшествия, пространственный анализ, цифровое картографирование, дорожная инфраструктура, транспортная инженерия.*

Abstract: *The design of highways in mountainous areas is a complex process, where the geometric elements of the road significantly affect traffic safety. This article presents a GIS-based model for evaluating the quality of geometric design of mountain roads. Using FTA and DEMATEL methods, the main risk factors are identified, and their spatial analysis is performed on a GIS platform.*

Keywords: *Mountain roads, geometric design, geometric design quality, GIS technologies, road safety, highway design, geometric elements, road traffic accidents, spatial analysis, digital mapping, road infrastructure, transport engineering.*

Tog‘li hududlarda avtomobil yo‘llarini loyihalash murakkab muhandislik jarayoni bo‘lib, yo‘lning geometrik elementlari yo‘l harakati xavfsizligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu

maqolada tog‘li avtomobil yo‘llari uchun geometrik dizayn sifatini baholashning GIS asosidagi modeli ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotda Fault Tree Analysis (FTA) va DEMATEL usullaridan foydalanilib, yo‘l dizayniga ta’sir qiluvchi asosiy omillar aniqlanadi hamda ularning o‘zaro ta’siri baholanadi. Shuningdek, GIS platformasi yordamida yo‘l uchastkalarining xavf darajasi aniqlanib, xaritalar shaklida tasvirlanadi. Tadqiqot natijalari geometrik dizayn sifati past bo‘lgan hududlarda yo‘l-transport hodisalari ehtimoli yuqori ekanligini ko‘rsatadi. Mazkur model tog‘li hududlarda transport infratuzilmasini rejalashtirish va yo‘l harakati xavfsizligini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

Tog‘li hududlarda avtomobil yo‘llarini qurish va ulardan foydalanish jarayoni ko‘plab muhandislik muammolari bilan bog‘liq. Bunday hududlarda relyefning keskin o‘zgarishi, balandlik farqlari, keskin burilishlar va katta nishabliklar yo‘lning geometrik parametrlarini murakkablashtiradi. Natijada haydovchilar uchun harakat sharoiti qiyinlashadi va yo‘l-transport hodisalari xavfi ortadi.

Yo‘lning geometrik dizayni transport tizimining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Burilish radiusi, yo‘lning bo‘ylama va ko‘ndalang nishabligi, ko‘rish masofasi va boshqa ko‘rsatkichlar haydovchining harakatini boshqarishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Agar bu parametrlar optimal darajada bo‘lmasa, transport oqimi xavfsizligi pasayadi.

So‘nggi yillarda geografik axborot tizimlari (GIS) transport sohasida keng qo‘llanilmoqda. GIS texnologiyasi yo‘l tarmoqlarini tahlil qilish, xavfli hududlarni aniqlash va transport oqimini monitoring qilish imkonini beradi. Shu sababli tog‘li hududlardagi yo‘llar uchun geometrik dizayn sifatini GIS asosida baholash muhim ilmiy va amaliy masala hisoblanadi. Ko‘plab ilmiy tadqiqotlarda yo‘lning geometrik dizayni va yo‘l-transport hodisalari o‘rtasidagi bog‘liqlik o‘rganilgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, keskin burilishlar, tunnel kirish joylari va katta nishabliklar avariya xavfini oshiruvchi asosiy omillar hisoblanadi.

Transport muhandisligi sohasida turli matematik va statistik modellar ishlab chiqilgan. Ular yordamida yo‘l harakati xavfsizligini baholash va prognoz qilish mumkin. Biroq ko‘plab modellar faqat statistik ma’lumotlarga asoslanadi va hududiy tahlil imkoniyatlarini to‘liq qamrab olmaydi.

GIS texnologiyasining joriy etilishi transport tadqiqotlarida yangi imkoniyatlar yaratdi. GIS yordamida yo‘l tarmog‘i, relyef, transport oqimi va avariya statistikasi kabi ma’lumotlarni yagona platformada birlashtirish mumkin. Bu esa xavfli hududlarni aniqlash va ularni xaritada tasvirlash imkonini beradi. Tadqiqotda yo‘lning geometrik dizayn sifatini baholash uchun bir nechta ilmiy usullar qo‘llanildi. Birinchi bosqichda Fault Tree Analysis (FTA) usuli yordamida yo‘l-transport hodisalariga olib keluvchi asosiy omillar aniqlanadi. Ushbu usul murakkab tizimdagi nosozliklarning sabablarini aniqlash uchun keng qo‘llaniladi. Ikkinchi bosqichda DEMATEL usuli yordamida aniqlangan omillar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir darajasi baholanadi. Ushbu usul har bir omilning tizimdagi ahamiyatini aniqlash imkonini beradi. Uchinchi bosqichda GIS texnologiyasi yordamida yo‘l uchastkalarining geometrik dizayn sifati baholanadi. Bunda yo‘lning geometrik elementlari, relyef ma’lumotlari va avariya statistikasi integratsiya qilinadi. Mazkur omillar haydovchining qaror qabul qilish jarayoniga bevosita ta’sir qiladi. Masalan, kichik radiusli burilishlar haydovchidan tezlikni keskin kamaytirishni talab qiladi.

GIS platformasi yordamida yo‘l tarmog‘ining raqamli modeli yaratiladi. Ushbu modelda yo‘lning geometrik parametrlarini aks ettiruvchi qatlamlar mavjud bo‘ladi. Har bir qatlam ma’lum bir ko‘rsatkichni ifodalaydi.

Yo‘l uchastkalarining geometrik dizayn sifati maxsus indeks yordamida baholanadi. Ushbu indeks quyidagi omillarning vaznli yig‘indisi asosida hisoblanadi:

$GDQ = w_1F_1 + w_2F_2 + w_3F_3 + ... + w_nF_n$

Bu yerda: F_1,F_2,F_3,Fn – geometrik omillar,

w_1,w_2,w_3,w_n – omillarning og‘irlik koeffitsienti.

Natijada yo‘l uchastkalari xavf darajasiga ko‘ra turli toifalarga ajratiladi.

GIS modeli yordamida tog‘li hududdagi avtomobil yo‘lining bir nechta uchastkasi tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, geometrik dizayn sifati past bo‘lgan hududlarda yo‘l-transport hodisalari ko‘proq kuzatiladi.

Xususan, keskin burilishli uchastkalar va tunnel kirish qismlarida xavf darajasi yuqori ekanligi aniqlandi. Bundan tashqari, katta nishablikka ega yo‘l qismlarida transport vositalarining tezligi keskin o‘zgarishi avariya ehtimolini oshiradi.

GIS texnologiyasi yordamida ushbu hududlar xaritada aniq ko‘rsatiladi va transport xavfsizligini oshirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqiladi.

Tadqiqot natijalari tog‘li hududlarda yo‘lning geometrik dizayni transport xavfsizligiga katta ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi. GIS texnologiyasidan foydalanish orqali yo‘lning xavfli uchastkalarini aniqlash va ularni optimallashtirish mumkin.

Bunday modellar transport infratuzilmasini rejalashtirish, yangi yo‘l loyihalarini ishlab chiqish va mavjud yo‘llarni rekonstruksiya qilish jarayonida muhim ahamiyatga ega.

Geometrik omillar tahlili

№	Geometrik omil	Ta’sir darajasi
1	Burilish radiusi	Yuqori
2	Yo‘l nishabligi	Yuqori
3	Vertikal profil o‘zgarishi	O‘rtacha
4	Tunnel hududi	Yuqori
5	Ko‘rish masofasi	Yuqori

1-jadval. Yo‘l-transport hodisalariga ta’sir qiluvchi asosiy geometrik omillar.

Mazkur tadqiqotda tog‘li avtomobil yo‘llari uchun geometrik dizayn sifatini baholashning GIS asosidagi modeli ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari quyidagilarni ko‘rsatadi:

– yo‘lning geometrik elementlari yo‘l-transport hodisalari xavfiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi;
– GIS texnologiyasi yordamida xavfli yo‘l uchastkalarini aniqlash mumkin;
– ishlab chiqilgan model yo‘l harakati xavfsizligini oshirishda samarali vosita hisoblanadi.

GIS modeli yordamida yo‘l uchastkalari xavf darajasi bo‘yicha tasniflandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, keskin burilishli hududlar va katta nishabliklar eng xavfli uchastkalar hisoblanadi.

Xavf darajasi	GDQ indeks oralig‘i	Tavsif
Past	0–0.25	Xavfsiz yo‘l
O‘rtacha	0.25–0.50	Ehtiyot chorasi zarur
Yuqori	0.50–0.75	Xavfli hudud
Juda yuqori	0.75–1.0	Avariya ehtimoli yuqori

2-jadval. Geometrik dizayn sifati indeksiga ko‘ra xavf darajalari.

Kelgusida ushbu modelni sun’iy intellekt texnologiyalari bilan integratsiya qilish orqali transport tizimlarining xavfsizligini yanada oshirish mumkin.

Adabiyotlar

[1]. AASHTO. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018.
[2]. World Bank. Roads and Highways Toolkit. Washington, DC, 2020.
[3]. Federal Highway Administration. Highway Safety Manual. Washington, DC, 2016.

[4]. ArcGIS Documentation. Environmental Systems Research Institute (ESRI), 2021.
[5]. Montella, A. (2010). Identifying crash contributory factors at rural intersections using GIS. Journal of Safety Research, 41(2), 131–139.
[6]. Cafiso, S., Di Graziano, A., Di Silvestro, G. (2013). Development of comprehensive accident models for two-lane rural highways using exposure, geometry, consistency and context variables. Accident Analysis & Prevention, 58, 99–107.
[7]. PIARC. Road Safety Manual. Paris, 2019.

УДК 631.3.004.5

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Х.Ж. Эркабоев, Д.С. Исмоилова

Ферганский государственный технический университет
(Получена 10.03.2026 г.)

Аннотация: *В статье рассматривается в качестве примера установление предельно допустимых износа сегмента режущего аппарата косилки.*
Ключевые слова: *сегмент, твердость, лезвия, вкладыш, стебля.*
Annotatsiya: *Maqolada ruxsat etilgan maksimal yelishini aniqlashda segment-barmoqli o‘rish apparati misolida ko‘rib chiqish keltirilgan.*
Tayanch so’zlar: *segment, qattiqligi, pichoq, vkladish, poya.*
Abstract*: The article uses the setting of the maximum allowable wear of the mower cutting apparatus segment as an example.*
Keywords: *segment, hardness, blades, insert, stem.*

Данные детали при износе изменяют свою первоначальную геометрическую форму и по этой причине с течением времени оказываются непригодными к дальнейшему использованию. Установление предельно допустимого износа их должно вестись на основе использования критерия качества работы.

Для некоторых рабочих органов постепенное изменение геометрической формы приводит к такому нарушению качества работы, которое вынуждает производить или замену таких органов, или их основательное восстановление. В других случаях периодическим текущим восстановлением (например, заточкой) удается продлить срок службы этих деталей, однако и в данных случаях такие текущие восстановления обычно углубляют искажение геометрической формы рабочего органа и рано или поздно приводят к необходимости его замены по этой причине.

Рассмотрим в качестве примера установление предельно допустимых износа сегмента режущего аппарата косилки.

Эта деталь также является массовой, расходуемой в огромных количествах. Как сегменты, так и вкладыши изготовляются из инструментальной стали У-9. Внешние изнашиваемые и стачиваемые края закаливаются с нагрева токами высокой частоты до твердости 50-60 R_c.

Нормальная работа сегментов обеспечивает защемление стебле при резании характеризуемое условием (рис. 1)

$$\alpha + \beta \leq \varphi_1 + \varphi_2 \qquad (1)$$

где: α и β – углы, образуемые лезвиями сегмента и вкладыша с их осями;
φ_1 – угол трения стеблей по гладкому лезвию сегмента;
φ_2 – угол трения стеблей по насеченному лезвию вкладыша.

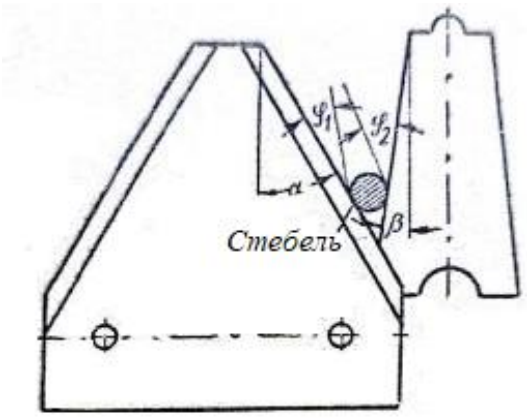


Рис.1. Схема защемления стебля в режущей паре.

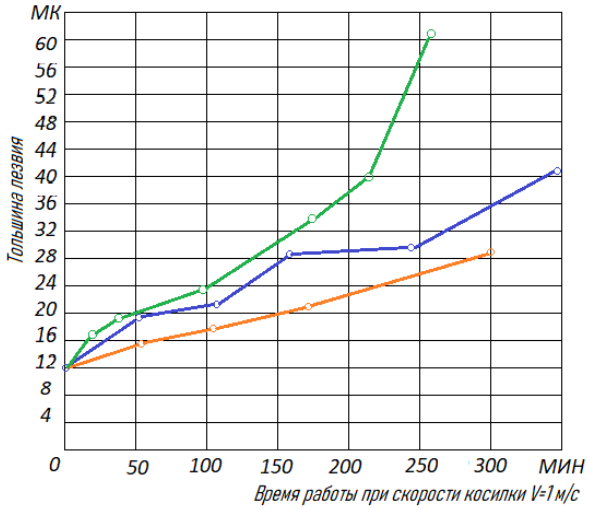


Рис.2. Характеристика затупления лезвий сегментов разной твердости при скашивании отавы луга. Твердость R_c.

Износ лезвий приводит их к затуплению, что влечет за собой ухудшение качества среза. Стойкость лезвий в отношении затупления в значительной мере определяется их твердостью. Рис. 2 иллюстрирует сказанное [1].

Периодическое затачивание лезвий сегмента увеличивает угол α и тем самым изменяет условие (1) нарушает защемление стеблей при резании. Возрастание этого нарушения с течением времени приводит к тому, что режущий аппарат перестает обеспечивать удовлетворительное качество работы (увеличивается высота среза, возрастает количество оборванных и несрезанных стеблей). Очевидно, эта степень нарушения и будет характеризовать предельно допустимый износ сегмента.

Из выражения (1) явствует, что в практике возможны два основных случая нарушения условия защемления стеблей вследствие износа сегмента и вкладыша.

Первый случай сегмент изношен, вкладыш не изношен; при этих условиях предельно допустимое значение угла α будет равно

$$\alpha_1 = \varphi_1 + \varphi_2 - \beta \qquad (2)$$

Второй случай сегмент изношен и вкладыш изношен; в этих условиях предельно допустимое значение угла и окажется равным

$$\alpha_2 = 2\varphi_1 - \beta \qquad (3)$$

Зависимость (3) получена из условия, что предельно допустимая изношенность насеченного вкладыша характеризуется полным снятием насечки, вследствие чего $\varphi_2 = \varphi_1$, а угол β остается практически неизменным.

Если принять [1] $\varphi_1 = 18^0$, $\varphi_2 = 36^0$ и угол $\beta = 8^0$, то будем иметь для первого случая

$$\alpha_1 = \varphi_1 + \varphi_2 - \beta = 18 + 36 - 8 = 46^0$$

И для второго случая

$$\alpha_2 = 2\varphi_1 - \beta = 2 \cdot 18 - 8 = 28^0$$

Так как новый сегмент косилки имеет $\alpha_0 = 29^0$, то приходим к заключению, что второй случай недопустим. недопустим износ вкладыша до полного снятия насечки, поскольку в этих условиях необходимое защемление стеблей не обеспечивается даже при новом

сегменте. Данное обстоятельство усложняет задачу установления предельно допустимого износа сегмента и заставляет решать ее с учетом износа вкладыша (сглаживания насечек).

Обратимся в связи с этим и опытным данным [2]. При испытаниях тракторных косилок К-2,1 на стенных травах Россия производилась проверка изменения качества среза в связи с изменением угла наклона лезвия сегментов вследствие периодических заточек, Качество среза характеризовалось средним числом несрезанных стеблей на определенной площади и определенном уровне (путем накладывания специальной рамки), на рис.2 показаны результаты этих испытаний. Они совершенно определенно указывают на необходимость замены сегментов при α=34-35^0. Таким образом, для данных условий (при данной характеристике травостоя) предельно допустимым углом наклона лезвия сегмента следует считать α=34-35^0. Необходимо отметить, что при таком предельном угле, а верхнее основание сегмента стачивается до острия без уменьшения, однако, высоты сегмента.

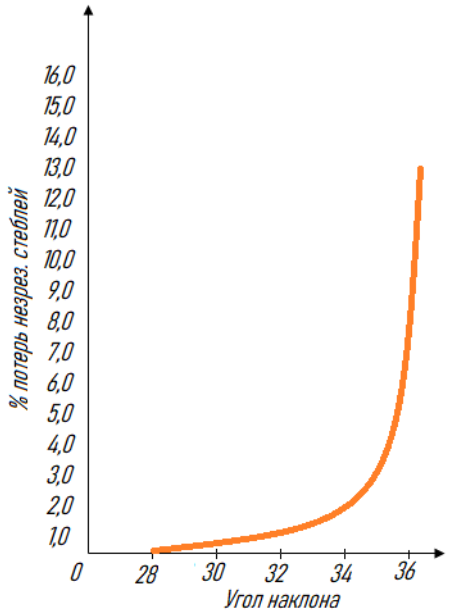


Рис.3. Кривая изменения качества среза (потерь несрезанными стеблями) в зависимости от увеличения угла наклона лезвия сегментов (α).

В других условиях, например при резании сеяных трав, предельно допустимый угол наклона лезвия сегмента может оказаться иным и, в частности, он может оказаться больше предельно допустимого угла, полученного при резании степных трав. В этом случае при установлении предельно допустимого износа сегмента необходимо учитывать не только изменение угла наклона лезвия, но и уменьшение высоты сегмента. Высота сегмента влияет на продольный отгиб стеблей и в известных условиях (при значительном ее уменьшении) может служить дополнительной причиной ухудшения качества среза.

Заключение необходимо отметить, что теория и практика технического обслуживания машин почти целиком основана на научных положениях и изобретениях и изобретенных отечественных ученых и инженеров. Теория обслуживания машин основана на положениях теория трения, смазки и износа. В разработке этой теории роль отечественных ученых весьма велика.

Список литературы

[1]. Справочная книга по технологии ремонта машин в сельском хозяйстве. Алейников И.И., Артемов М.Е., Барабанов В.Е. и др. Москва. Колос. 1975. -600 с.

[2]. Hovsepyan G.S., Petrosyan D.P., Poghosyan G.E., Hovhannisyan V.A., Karapetyan G.A. The analysis of mechanism of rhenium-coated tools wear-resistance rising. -Tbilisi, 2017.-V 15, №2. -page 184-186.

SHAHAR SHAROITIDA AVTOMOBIL SHINALARINING YEYILISHI VA ATROF-MUHITGA TA’SIRI

Z.M. Xametov, J.X. Masodiqov

Farg‘ona davlat texnika universiteti,
jmasodiqovr@gmail.com Tel:91-111-94-64
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Bugungi kunda avtomobillarning ekologik xavfsizligini baholashda asosiy e’tibor dvigateldan chiqayotgan gazlarga qaratilmoqda. Biroq, so‘nggi tadqiqotlar shuni ko‘rsatmoqdaki transport vositalaridan ajraladigan zararli moddalarning ma’lum bir qismi gazsimon bo‘lmagan manbalardan ya’ni shinalarning yo‘l qoplamasi bilan ishqalanishi natijasida hosil bo‘ladi zarrachalardir. Shahar markazlarida*

tirbandliklar ortishi natijasida “to‘xtab-harakatlanish” rejimi tez-tez kuzatilmoqda, bu esa shinalarning yo‘l bilan ishqalanishini bir necha barobar oshiradi. Bu esa avtomobillarning dvigatelidan chiqadigan zararli moddalardan boshqa zararli zarrachalarni ham hisobga olish muhimligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: *avtomobil, shina, atrof-muhit, zararli zarrachalar, yeyilish, tirbandlik, avtomobil tezligi, to‘xtab-harakatlanish, ekologiya.*

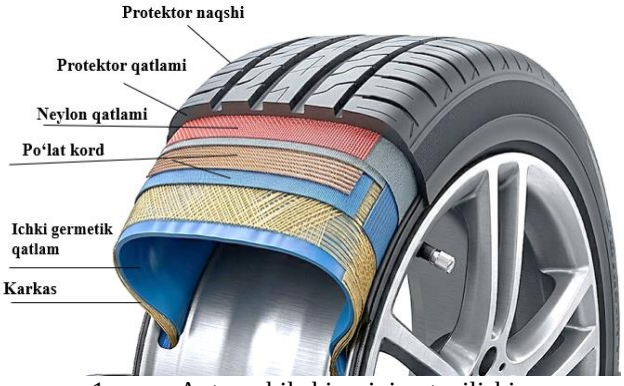
Аннотация. *На сегодняшний день при оценке экологической безопасности автомобилей основное внимание уделяется выхлопным газам двигателя. Однако последние исследования показывают, что определенная часть вредных веществ, выделяемых транспортными средствами, является частицами, образующимися в результате трения шин о дорожное покрытие из негазообразных источников. В результате роста пробок в центрах городов часто наблюдается режим "стоп-движение," что в несколько раз увеличивает трение шин о дорогу. Это показывает, что помимо вредных веществ, выделяемых двигателями автомобилей, важно учитывать и другие вредные частицы.*

Ключевые слова: *автомобиль, шина, окружающая среда, вредные частицы, износ, пробка, скорость автомобиля, движение с частыми остановками, экология.*

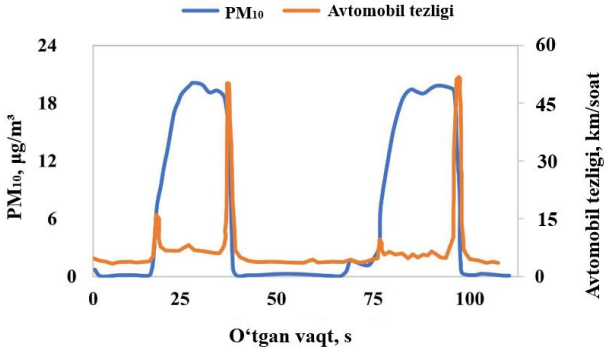
Abstract. *Today, when assessing the environmental safety of vehicles, primary attention is paid to engine exhaust gases. However, recent studies show that a certain portion of harmful substances emitted by vehicles comes from non-gas sources, i.e., particles formed as a result of tire friction with the road surface. As a result of increased traffic congestion in city centers, a "stop-and-go" mode is frequently observed, which significantly increases tire friction with the road. This indicates the importance of accounting for harmful particles other than those emitted by car engines.*

Keywords: *car, tyre, environment, particulate matter (PM), wear, traffic congestion, vehicle speed, stop-and-go traffic, ecology.*

Barcha davrlarda energiya resurslari, tabiiy resurslar sarfini atrof-muhit va inson salomatligiga ta’siri bo‘yicha baholash ishlari amalga oshiriladi. Yiliga avtomobil parkining o‘sish dinamikasi aholining o‘sishiga nisbatan yuqori. Har bir avtomobilga odatda ikki xil (qishgi va yozgi) shinalardan foydalaniladi, bu esa juda ham ko‘p shinalar jamlanmasi bo‘lib to‘liq hayotiy siklda atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Avtomobil shinalarining ekologik ta’sirini baholashda ularning to‘liq hayot siklining barcha davrlari (xom ashyo olish, xom-ashyoni qayta ishlash va material olish, ulardan transport ishlarini bajarishda foydalanish, resurs masofasi tugagandan so‘ng utilizatsiya qilish) hisobga olinishi kerak. Avtomobil shinalarini ishlab chiqarishda quyidagi materiallari qo‘llaniladi: protektor qismlari (30%), mustahkamlovchi materiallar (15%), plastifikatorlar (6%), vulkanizatsiya uchun kimyoviy moddalar (6%) va eskirishga qarshi to‘ldiruvchi qo‘shimchalar qo‘shilgan turli xil kauchuklar (41%) hamda 2% aralashmalaridan iborat.



1-rasm. Avtomobil shinasining tuzilishi.



2-rasm. Avtomobillarni tormozlash va tezligini oshirish natijasida yo‘l va shinadan hosil bo‘lgan PM_{10} ning massasi va kontsentratsiyasi nazorat qilish.

Shinalardan chiqadigan zarrachalar chiqishi yo‘llarning eskirgan joylarida, ayniqsa transport tezligi tez-tez o‘zgarib turadigan joylarda yuqoriroq bo‘ladi. Avtomobillarni tezligini oshirish va sekinlantirish vaqtida oldingi shinalar va yo‘l o‘rtasidagi o‘zaro ta’siri kuchayadi, bu esa

shinalarning ishqalanib yeyilishiga olib keladi. Shinalar va yo‘llardan chiqadigan PM10 chiqindilari tezlashuv vaqtida eng yuqori konsentratsiyaga yetadi. Biroq, avtomobil 100 km doimiy tezlikda harakat qilganda, shinalar va yo‘ldan chiqadigan zarralar kontsentratsiyasi minimal (250 mkg/m3) bo‘ladi. Shinalar va yo‘llardan chiqadigan zarralar farqlashning eng yaxshi usullaridan biri ularning zichligi (1-2,2 g /2 sm) va shakllarini (cho‘zilgan yoki yumaloq) baholashdir.

Shinalar va yo‘llardan chiqadigan zarralar odatda 2-3 mkm oralig‘ida joylashgan bo‘lib, 3-4% PM_{10} va 4-7% $PM_{2.5}$ ni o‘z ichiga oladi, shu bilan birga shinalar va yo‘llardan chiqadigan zarralarining muhim qismi yo‘l changi va tuproqdan kelib chiqadi.

Yo‘l bo‘yida topilgan PM2.5-PM10 to‘rt guruhga bo‘linadi: organik, metall, minerallar va Shinalarning yeyilishidan hosil bo‘lgan zarralar. Yo‘l va shinalardan ajralib chiqadigan zarrachalarda uchraydigan umumiy elementlar C, P, Si, S, Ca, Na va K va Cu, Zn, Fe, Mg, Sb va Ti kabi o‘g‘ir metallarning izlari. Boshqa umumiy aniqlangan turlarga politsiklik aromatik uglevodorodlar (PAU) va elementar hamda organik uglerod kabi organik birikmalar kiradi. Bu birikmalar yuqori ekologik barqarorligi va hidrofobikligi tufayli uzoq vaqt davomida atrof-muhitda saqlanadi. Uglerod qora avtomobil shinalarining muhim tarkibiy qismi bo‘lib, shina massasining taxminan 30 % ini tashkil etadi. Shinalar yeyilishi jarayonida nanometr o‘lchamdagi uglerod qora zarralari ajralib chiqadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ushbu zarralarning konsentratsiyasi ayrim hollarda dvigatel egzozidan chiqadigan zarrachalardan ham yuqori bo‘lishi mumkin, bu esa shahar sharoitida shina yeyilishining ekologik ahamiyatini ko‘rsatadi.

1.5-jadval

Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo‘ladigan kimyoviy elementlarning massaviy ulushining tahlili

Tarkibiy qism	**Miqoriy ko‘rsatkich, og‘irlikga nisbatan, %**	**Kimyoviy elementlar**	**Miqoriy ko‘rsatkich, og‘irlikga nisbatan, %**
Gidrofob Uglerod (EC)	15,3	Kalsiy (Ca)	0,2
Temir (Fe)	0,460	Kremniy (Si)	0,180
NO^{-3}	0,150	Oltingurgut (S)	0,11
Na+	0,068	Xloridlar (Cl^-)	0,060
Titan (Ti)	0,056	Alyuminiy (Al)	0,047
Kaliy (K)	0,038	Bariy (Ba)	0,037
Mg^2+	0,036	Qo‘rg‘oshin (Pb)	0,016
Marganes (Mn)	0,010	Nikel (Ni)	0,005

Shinalar yeyilishi natijasida hosil bo‘lgan barcha zarralar atmosfera havosi tarkibiga to‘liq aralashib ketmaydi. Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo‘lgan zarralarining atigi 0,1-10 foizi atmosfera havosi tarkibiga aylanadi. Shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo‘lgan zarralar atmosfera havosiga zararli ta’sir ko‘rsatishi transport bilan bog‘liq muhim manbai hisoblanadi (miqdor bo‘yicha 5-30%). Ammo bu hissa yo‘lning eskirishini ham o‘z ichiga olishi mumkin, chunki ularni farqlash juda qiyin. Ammo ba’zi tadqiqotchilar shinalarning yeyilishi natijasida hosil bo‘lgan zarralarining 30 foizigacha bo‘lgan qismi atmosfera havosi tarkibiga aylanadi degan xulosaga kelish mumkin.

Xulosa. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, avtotransport vositalari shinalarining yeyilishi nafaqat iqtisodiy zarar, balki atrof-muhitning mayda qattiq zarrachalar (PM) bilan ifloslanishining asosiy manbalaridan biri hisoblanadi. Shina protektori yeyilishini matematik va eksperimental usullar bilan aniqlash, transport vositasining harakat rejimlari va yo‘l qoplamasi orasidagi bog‘liqlikni optimallashtirish imkonini beradi. Shina yeyilishidan chiqadigan zarrachalar miqdori avtomobilning harakatlanish rejimiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liq bo‘lib, shahar sharoitida to‘xtab-harakatlanish rejimida bu ko‘rsatkich yuqori darajaga yetadi. Shahar sharoitida ekologik yuklamani kamaytirish uchun “Yashil to‘lqin” tizimini joriy etish orqali to‘xtashlar sonini kamaytirish, nafaqat yoqilg‘i tejamkorligini, balki shina yeyilishini ham 30-40% ga qisqartirish imkonini beradi.

Adabiyotlar

[1]. Masodiqov J.X. Shahar markazlarida avtotransport vositalari oqimi zich bo‘lgan vaqtlarda ularni ekologiyaga salbiy ta’sirini aniqlash // Farg‘ona davlat texnika universiteti ilmiy texnika jurnali 2025 yil №6 ISSN 2181-7200 169-172 b.

[2]. Masodiqov J.X. Avtotransport vositalari shinalarining yeyilishi natijasida chiqadigan zararli zarrachalarni aniqlash metodikasi // “Sanoat va mashinasozlik mahsulotlarini ishlab chiqarishda sifat ko‘rsatkichlarini ta’minlashda innovatsion texnologiyalar” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy konferentsiya to‘plami. Namangan muhandislik – qurilish instituti, 24-noyabr 2023-yil 834-837 b.

[3]. Oberdörster, G., Oberdörster, E. and Oberdörster, J. (2005). Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles. Environmental Health Perspectives 113:823-839

[4]. Evans, A. and Evans, R. (2006). The Composition of a Tyre: Typical Components. The Waste & Resources Action Programme TYR0009-02

[5]. NAEI (2012). Road transport emission factors from 2010 NAEI. http://naei.defra. gov.uk/datawarehouse/3_9_323_136259_roadtransportefs_naei10_v2.xls

[6]. ETRMA (2014). Evaluation of airborne tyre and road wear particles (TRWP). Presentation to UNECE PMP IWG, 7-10 January 2014, Geneva, Switzerland

[7]. Karimova K.G‘. — O‘zbekiston sharoitida yo‘l changi va zarralarini tadqiqi etish // Zamonaviy tadqiqotlar, innovatsiyalar, texnika va texnologiyalarning dolzarb muammolari va rivojlanish tendensiyalari‖ ilmiy amaliy anjuman Jizzax politexnika instituti 2020 yil 30 may.

UDK 621.01:677.21

QURILMA TO‘RLI YUZASIDA VUJUDGA KELUVCHI DEFORMATSIYANI AKTIV ELEKTRONNIKA ELMENTLARI ASOSIDA TADQIQI

A.D. Xudayberdiyeva[1], A.A. Obidov[1]. J.I.Oripov[2]

[1]Namangan davlat texnika universiteti
[2]Farg‘ona davlat texnika universiteti
ORCID: 0009-0002-4047-1184
e-mail: xudayberdiyevadilnoza77@gmail.com
e-mail: obidovavazbek66@gmail.com
ORCID: 0009-0007-3889-5494
ORCID: 0009-0000-0247-1242
e-mail: joripov@19gmail.com

Annotatsiya: *Ushbu ishda paxtani mayda iflosliklardan tozalashga mo‘ljallangan takomillashgan qurilmaning ishchi holati o‘rganilgan. Qurilmaning yuklamasiz va yuklamali rejimlarida to‘rli yuzada yuzaga keladigan deformatsiya kattaliklari aniqlanib, ular asosida tenzoelementda hosil bo‘ladigan kuchlanishlar tadqiq etilgan.*

Kalit so‘zi*: tenzoelement, sterjen, deformatsiya, datchik, natija, Uitson ko‘prigi, sxema, vaqt rejimi, to‘rli yuza.*

Аннотация: *В данной работе исследуется рабочее состояние усовершенствованного устройства, предназначенного для очистки хлопка от мелких примесей. Определены величины деформаций, возникающих на сетчатой поверхности в холостом и нагруженном режимах работы устройства. На основе полученных данных проанализированы напряжения, возникающие в тензоэлементе.*

Ключевые слова: *тензоэлемент; стержень; деформация; датчик; результаты; мост Уитстона; схема; временной режим; сетчатая поверхность.*

Abstract: *This paper examines the operating conditions of an improved device designed for cleaning cotton from small impurities. The deformation values occurring on the mesh surface under no-load and load operating conditions were determined. Based on the obtained data, the stresses arising in the strain gauge element were analyzed.*

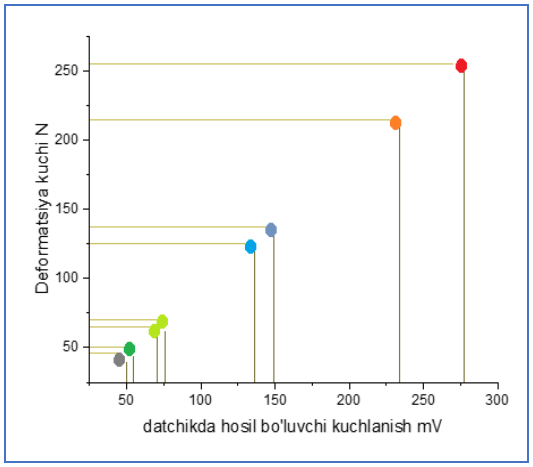
Keywords: *strain gauge; rod; deformation; sensor; results; Wheatstone bridge; circuit; time-dependent mode; mesh surface.*

Nazariy qism

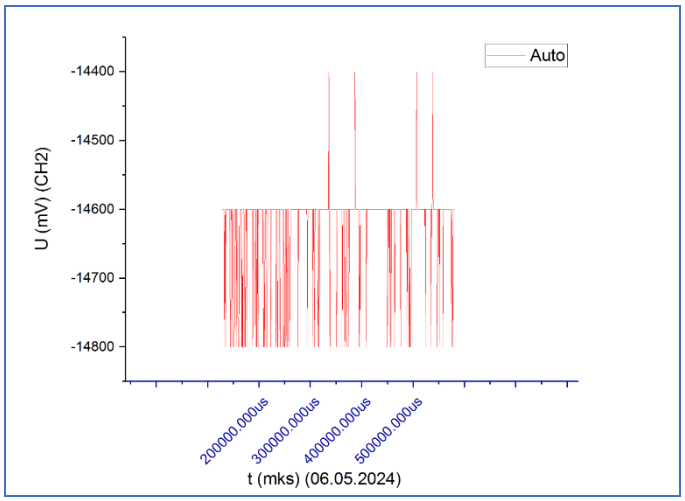
Respublikamizda yetishtirilayotgan paxta xomashyosidan yuqori sifatli tola ishlab chiqarish va uni chuqur qayta ishlash asosida keng assortimentdagi yuqori sifat va past tannarxga ega bo‘lgan to‘qimachilik va yengil sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish va raqobatbardoshligini oshirish bo‘yicha kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot Strategiyasida, jumladan, Milliy iqtisodiyotni jadal rivojlantirish va yuqori o‘sish sur’atlarini ta’minlash bo‘yicha: To‘qimachilik sanoati mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini 2 baravarga ko‘paytirish hamda sanoat tarmoqlarida mehnat unumdorligini oshirish dasturlarini keng joriy qilish» vazifalari belgilab berildi. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, jumladan paxta tozalash sanoatida ishlab chiqarilayotgan paxta tolasi tabiiy xususiyatlarini saqlash hamda resurs tejamkor mahalliy texnologiyalardan foydalanib tolani chiqindiga ketib qolishini oldini olish zamonaviy ishlab chiqarishning muhim masalalaridan hisoblanadi[1].

Jahonda paxtani tozalash va bir tekisda (uzluksiz) mashinalarga uzatish, titish va tozalash texnikasi hamda texnologiyasini takomillashtirishga yo’naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu sohada, jumladan paxta tozalashni, titishni yanada samarali texnologiyasi va ta’minlash qurilmalarini ishlab chiqish, paxtani tozalash va uzluksiz uzatish, resurstejamkor tozalagichlar va ta’minlagichlarning yangi konstruktsiyasini yaratish, ishlash rejimlari va parametrlarini asoslashga alohida e’tibor berilmoqda[2].

Ushbu ishda mayda iflosliklardan tozalash qurilmasini energiya tejamkorligini oshirish maqsadida energiya tejovchi tizimni tadbiq qilish va uni qo’llash uchun mahsus moslama ishlab chiqilgan. To‘rli yuzaning metal sterjenlarida hosil bo‘luvchi deformatsiyani o‘rganish datchik qurilma ostidaligini inobatga olsak deformatsiya egilish deformatsiyasi hisoblanib, uning Volt Nyuton tavsifini olishda 1-rasmdagi grafikga ega bo‘lingan [3].



1-rasm. Kalibrovkalash natijalari (tajriba ishi 8 marta etalon og‘irliklar va elektron dinamometrdan foydalanilgan holda bajarilgan).



2-rasm. Qurilma to‘rli yuzasida vujudga keluvchi tebranishlarni qurilmaga tozalanuvchi maxsulot tushirmasdan avvalgi qiymat natijalari.

Tajriba kuzatuv natijalarida olingan qiymatlarni aniqlik darajasini ortirish maqsadida Uitson ko‘prigi qarshiliklar to‘plami yordamida tayyorlangan va vujudga keluvchi qarshiliklar farqidan kuchlanishni millivoltlardagi qiymatini otsilograf yordamida aniq vaqt rejimida qayd etib borilgan[4]. Tajriba jarayonida tok manbai sifatida foydalanish uchun 3V, 5V, 12V, kuchlanishga ega tok manbai sifatida LATR laboratoriya avtotransformatori, to‘g‘rilovchi diodlar ko‘prigi hamda filtrlovchi LC sxemalardan foydalanilgan. Dastlab otsilografni ishga tushirib dasturiy taminot yordamida kompyuter bilan yaxshi bog‘langanligiga ishonch hosil qilish lozim. So‘ngra qurilma to‘rli yuzasiga joylashtirilgan datchiklar soni va otsilografdagi kanallar sonidan kelib chiqib olingan malumotlarni kompyuterga eksport qilish ishlari bajariladi[5]. Natijalarni olishda kuzatuv aniqligi ortishi uchun ayni bir o‘rganiluvchi nuqtadan 5 martadan ortiq ma’lumotlarni olinadi. Bunda natijalarning o‘rtacha qiymati grafik bilan ishlovchi dasturlarda amalga oshiriladi.

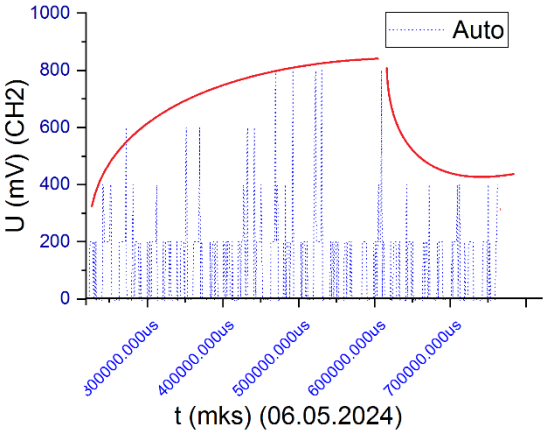
O‘lchov ishlarini bajarishda keltirilgan deformatsiya modullaridan foydalanilindi. Olingan natijalarni ishlab tahlil qilish natijasida quyidagi grafiklarga ega bo‘lindi [6].

Grafikdagi hosil bo‘luvhci kuchlanishlarni davriyligi va ularning maksimal qiymatlarining tengligi orqali yuksiz holda ishlayotgan qurilmaning turg‘un holatini belgilab farqlab olish imkoniyati mavjudligini ko‘rish mumkin.

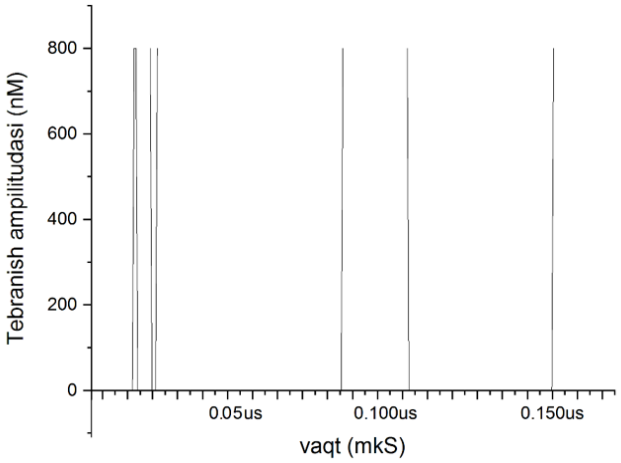
keltirilgan grafikda “PEAKTEAKH” markali otsilograflardan foydalanilgan bo‘lib, ushbu qurilma ikki kanalga ega va foydalanish jarayonida ikkinchi kanaldan malumot kiritishda foydalanilgan. Abssissa o‘qida real vaqt rejimida mikrosekundlarda vaqtning qiymati keltirilgan bo‘lib, ordinatada esa ko‘prikda hosil qilingan potensiallar farqi qiymati olingan. Qurilma tavsifidan foydalanishda potensiallar farqini olishda 10000:1 nisbat berilganligi bois 10000 ga bo‘lish orqali hisoblab tahlil qilinadi [7].

Salt holatda ishlovchi qurilmaning to‘rli yuzasidagi mehanik kuchlanish metal sterjenning mustahkamlik chegarasiga nisbatan 0.00002656485% ifodada ekanligi aniqlandi.

Qarshiliklar to‘plamidan va istemol manbasi balansidan foydalangan holda -±600mV intervaldagi signal chiqishiga erishildi.

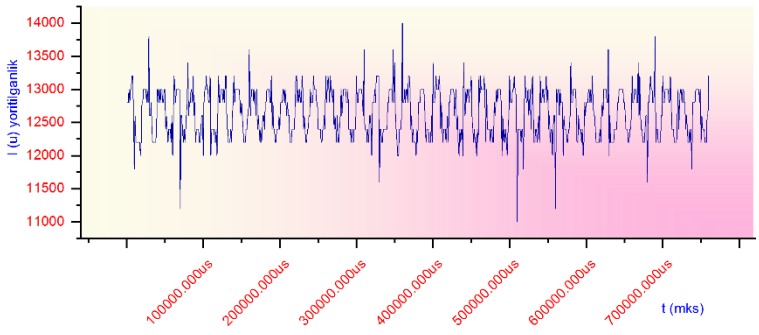


3-rasm. To‘rli yuzaning turli qismlarida deformatsiya kattaliklari.



4-rasm. To‘rli yuzaning turli qismlarida tebranish kattaliklari.

Paxtani mayda iflosliklardan tozalash agregati ishchi organlarining takomillashtirilgan sxemasini yaratishda to‘rli yuzaning turli qismlarida deformatsiya kattaliklarini olish orqali qurilma qismlarini uzluksiz ishlay olish vaqti va chidamlilik darajasini belgilash uchun malumot olish ishlari bajarildi. Buning uchun deformatsiya miqdori bilan birgalikda qurilmada vujudga kelayotgan tebranishlar qiymatini ham aniqlash imkoniyati mavjud. tebranma harakatning ilgarilanma proyeksiyasi orqali elektr signalini induksiyalovchi induksion datchikdan foydalanib tebranish chastota va ampilitudaviy qiymatlarini belgilovchi ma’lumotlar to‘plamiga ega bo‘lindi[8].



5-rasm. Mayda iflosliklarni tushish tahlili.

Rasmda keltirilgan tebranish chastotasini 10 mks vaqt intervali bilan sodir bo‘lishini inobatga oladigan bo‘linsa bunday kichik vaqt intervallaridagi kichik ampilitudali tebranishlarni visual ko‘z bilan sezish qiyindir. Biroq qurilma tahlili uchun ushbu tajriba kuzatuv jarayoni muhim hisoblanib bunday kichik tebranishlarni hosil bo‘lishi tabiiy hisoblanadi. absolyut nol ampilituda va chastotaga erishish nanoo‘lchamdan kichik qism kattaliklarni inobatga olishni talab etadi.

Keltirilgan grafik tahlilini olish uchun to‘rli yuza ostiga tarnov ko‘rinishida keng yuzali metal bo‘lagi joylandi va u orqali tushayotgan mayda iflosliklarni 1 sm2 yuzali joydan tushirishga erishildi. Natijada fotorezistor orqali tushayotgan jismni yorug‘likni berkitishi yoki berkitmasligiga bog‘liq ravishda kuchlanish o‘zgarishini tahlil qilish orqali real vaqt rejimida qurilmaning ish samaradorligini tahlil qilish imkoniyatiga ega bo‘lindi.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda fotorezistor, tenzorezistor, Uitson ko‘prigi, kuchaytirgich, otsilograf kabi elektron qurilmalardan foydalanish natijasida qisqa vaqt oralig‘ida sodir bo‘luvchi jarayonlarni tahlil qilish imkoniyatiga ega bo‘lindi. Olingan natijalar aniqligi yuqori bo‘lib, ular foydalanilgan aktiv elektronnika elementlari kattaliklariga bog‘liqdir. Paxtani mayda iflosliklardan tozalash qurilmasini takomillashtirish maqsadida foydalanilgan to‘rli yuzaning metal sterjenlari mustahkamligi qurilmani maksimal kuchlanishda ishlagan holatida ham bardoshli bo‘lib, bu qurilmani uzoq vaqt turg‘un rejimda ishlashiga salbiy ta’sir etmaydi. Sterjenni yon sirt devori silindr shaklida bo‘lganligi uni havo oqimini suyuri shakllarga nisbatan o‘tuvchanligi bois qarshilik kuchlarini kamayishiga sabab bo‘ladi. Bu esa foydali ish koefitsiyentini ortishiga olib keladi.

Adabiyotlar

[1]. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 28.01.2022 йилдаги ПФ-60-сон Фармони. 2022 - 2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт Стратегияси тўғрисида.

[2]. Obidov Avazbek Azamatovich, Khudayberdiyeva Dilnoza Abdulhamid qizi. Improvement of a device for cleaning cotton from small impurities. Engineering, vol.17, No.8 2025.

[3]. Maftuna Inoyatova, Bahriddin Mirzaboev, Dilnoza Ahmadaliyeva, Shaxnoza Karimova, Mayramxon Abduraximova, Avazbek Sharifjonov « Analysis of Technical-Constructive Capabilities and Problems of Cleaning Aggregates » Problems in the Textile and Light Industry in the Context of Integration of Science and Industry and Ways to Solve Them PTLICISIWS-2. AIP Conference Proceedings. Scopus 2023. 050004-1/ 050004-4.

[4]. Shamshitdinov, M. (2024). Improvement of the Linter Machine and Development of Its Working Scheme. Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology, 9(4), 356-361.

[5]. Obidov, A., & Shamshitdinov, M. (2024). Reactive power compensation and start-up energy waste reduction of linter device electric motor. In E3S Web of Conferences (Vol. 515, p. 03013). EDP Sciences.

[6]. Shamshitdinov, M. E. (2023). Critical pedagogy: challenging and transforming traditional education. Экономика и социум, (12 (115)-2), 378-380.

[7]. Shamshitdinov, M. E. (2023). Cross-curricular teaching: breaking the boundaries of subject areas. Экономика и социум, (12 (115)-2), 381-383.

[8]. Botirjon, A., & Maqsudbek, S. (2024). Determining the vibration frequency of the strength of the mesh surface of the lint cleaning machine. Universum: технические науки, 9(12 (129)), 5-8.

ДЕЛИНТЕРЛАШ МАШИНАСИ ТАЪМИНЛАШ ТИЗИМИ СХЕМАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ВА УЗАТИШ ЖАРАЁНИНИНГ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚИ

Ж.Ғ. Ғайратов[1] , М.Ғ. Алойдинов[1], Р.К. Джамолов[2]

[1]Фарғона давлат техника университети,
[2]Толали экинлар илмий тадқиқот институти

(Қабул қилинди 10.03.2026 й.)

Аннотация. *Мақолада делинтерлаш машинасида чигитларни ишчи камерага узатиш жараёнини такомиллаштириш масалалари кўриб чиқилган. Чигитларнинг ишчи юза билан ўзаро таъсирининг бир текислиги туксизлантириш самарадорлигига ҳал қилувчи таъсир кўрсатиши асосланди. Шу мақсадда таъминлаш барабани ва тебранувчи тароқсимон тарновдан иборат дозаловчи-титратувчи таъминлагич таклиф этилди.*

Тадқиқотларда узатиш текислигини баҳолаш учун вариация коэффициенти қўлланилиб, барабан парракларининг сони ва ўрнатиш бурчагининг таъсири экспериментал ўрганилди. Натижаларга кўра, парракларни 15° бурчак остида ва 6 та сонида жойлаштиришда вариация

коэффициенти 1,5% ни ташкил этиб, узатишнинг энг барқарор режими таъминланди.

Таянч сўзлар: *делинтерлаш машинаси, чигит, таъминлаш тизими, дозаловчи барабан, тароқсимон тарнов, тебраниш, вариация коэффициенти, узатиш текислиги, экспериментал тадқиқот, технологик самарадорлик.*

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы совершенствования процесса подачи семян хлопчатника в рабочую камеру делинтерной машины. Обосновано, что равномерность взаимодействия семян с рабочей поверхностью оказывает решающее влияние на эффективность процесса делинтерования. С этой целью предложено дозирующе-вибрационное питающее устройство, включающее подающий барабан и вибрирующий гребенчатый лоток.*

В исследованиях для оценки равномерности подачи использован коэффициент вариации, а влияние числа лопастей барабана и угла их установки изучено экспериментально. По результатам установлено, что при угле установки 15° и количестве лопастей 6 коэффициент вариации составляет 1,5%, что обеспечивает наиболее стабильный режим подачи.

Ключевые слова: *делинтерная машина, семена хлопчатника, система подачи, дозирующий барабан, гребенчатый лоток, вибрация, коэффициент вариации, равномерность подачи, экспериментальные исследования, технологическая эффективность.*

Abstract. *This article addresses the improvement of the feeding process of cotton seeds into the working chamber of a delinting machine. It is substantiated that the uniformity of interaction between seeds and the working surface has a decisive effect on the efficiency of the delinting process. For this purpose, a dosing-vibrating feeding device consisting of a feed drum and a vibrating comb-type tray is proposed.*

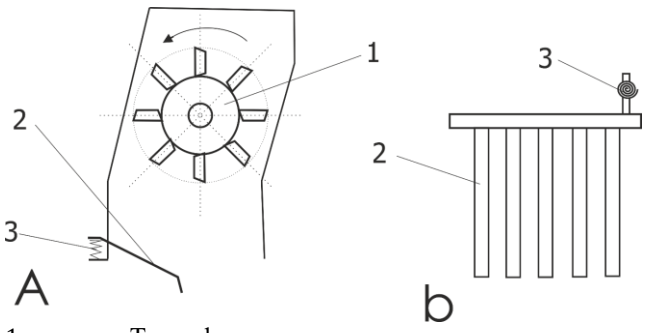
In the study, the coefficient of variation was used to evaluate the uniformity of seed feeding, and the influence of the number of drum blades and their installation angle was investigated experimentally. The results showed that at an installation angle of 15° and with 6 blades, the coefficient of variation is 1.5%, ensuring the most stable feeding regime.

Keywords: *delinting machine, cotton seeds, feeding system, dosing drum, comb-type tray, vibration, coefficient of variation, feeding uniformity, experimental study, technological efficiency.*

Туксизлантириш машинасининг унумдорлигини ошириш ҳамда чигитларнинг тукдорлик даражасини бир хил таъминлаш кейинги технологик босқичларда, жумладан геометрик ўлчамлари бўйича саралаш жараёнида уруғлик чигитларнинг ортиқча йўқолишини камайтиришда муҳим аҳамиятга эга [1, 2].

Чигит тукини камайтириш жараёнида тукдорлик даражасининг ўзгариши асосан чигитнинг ишчи юза билан алоқалар сонига боғлиқ. Бу жараёнда чигитларнинг ўз ўқи атрофида айланиши ва туксизлантириш барабани юзасига такрорий равишда тегиши натижасида юзадаги туклар қирилади. Агар ишчи юза билан контактлар сони камайса ёки бир томонлама характерга эга бўлса, чигит юзасидаги туклар бир текис олинмайди ва турли қисмларда қолиб кетади. Натижада туксизлантириш жараёнининг текислиги бузилади.

Шунинг учун тукни олиш жараёнининг бир текислигини таъминлаш мақсадида чигитларни ишчи камерага узатиш жараёнини барқарорлаштириш ва уларни ишчи юза бўйлаб бир текис тақсимлаш талаб этилади. Ушбу мақсадда таъминлаш барабани билан биргаликда тебранувчи тароқсимон тарновдан иборат дозаловчи-титратувчи таъминлагич таклиф этилди (1-расм).



1-расм. Таклиф этилган дозаловчи-титратувчи таъминлагич (A) ва титровчи элемент (b) схемаси. 1-таъминлаш барабани, 2-титровчи элемент, 3-пружиналар.

Таклиф этилган конструкцияда тароқсимон тарнов юқоридан келаётган чигитларни механик таъсир орқали майин ҳолда тарқатиб, уларнинг тўпланиб қолишини бартараф этади. Чигитлар тароқлар орасидаги тирқишлардан ўтиш жараёнида тарновнинг пружиналар орқали юзага келадиган тебраниши ҳисобига қўшимча ҳаракатга эга бўлади ва ишчи юза бўйлаб бир текис ёйилади. Тароқлар конструкцияси оғирликни камайтириш мақсадида 6 мм ли пўлат симлардан тайёрланди.

Уларнинг оғиш бурчаги чигитларнинг ишқаланиш бурчаги қийматларидан келиб чиққан ҳолда танланди, тароқлар оралиқ масофаси эса чигитларнинг сочилиш хусусиятини ҳисобга олган ҳолда аниқланди.

Таъминлаш барабанида чигит қатламини бир текис олиш ва узатиш жараёнида барқарорликни таъминлаш учун барабан парраклари маълум α бурчак остида жойлаштирилди. Барабаннинг ён томонлари ёпилиб, ковшсимон шакл ҳосил қилинди. Бу эса чигитларнинг барабанда ушланиб туришини ва бир текис узатилишини таъминлайди.

Чигитларни ишчи камерага узатиш жараёнининг текислиги машина иш самарадорлигига бевосита таъсир кўрсатади. Узатиш жараёнида оқимнинг ўзгариб туриши ишчи камерада чигит қатламининг бир хил тақсимланмаслигига олиб келади. Натижада айрим зоналарда ортиқча тўпланиш, бошқа жойларда эса чигит етишмовчилиги кузатилади ва технологик жараённинг барқарорлиги бузилади.

Узатиш жараёнини баҳолашда сифат кўрсаткичлари билан чекланмасдан, уни сон жиҳатдан ифодалаш мақсадга мувофиқ. Шу сабабли тадқиқотларда узатиш текислигини баҳолаш мезони сифатида вариация коэффициенти V (%) қабул қилинди. Ушбу коэффициент белгиланган вақт оралиғида тушган чигит массасининг ўзгарувчанлигини тавсифлайди ва узатиш барқарорлигини ифодалайди [3, 4].

Тажриба натижаларини ҳисоблашда белгиланган вақт интервалларида йиғилган чигит массалари (m_1, m_2, …, m_n) юқори аниқликдаги электрон тарозида ўлчанди. Олинган қийматлар асосида ўртача масса ҳисобланди, ҳар бир қийматнинг ўртачадан оғиши аниқланиб, стандарт оғиш топилди. Шундан сўнг вариация коэффициенти ҳисобланди. Вариация коэффициенти қанчалик кичик бўлса, узатиш жараёни шунчалик бир текис деб қабул қилинди.

Қуйидаги баҳолаш мезонлари қабул қилинди: V≤5% бўлганда узатиш деярли бир текис; 5%<V≤10% оралиғида қониқарли; V>10% бўлганда эса узатиш нотекис деб баҳоланди.

Тажрибалар лаборатория шароитида амалга оширилди. Биринчи босқичда стенд бункерига тайёрланган чигитлар жойлаштирилди ва таъминлаш барабани айланишлар сони 14 айл/мин қилиб ўрнатилди. Тадқиқотда барабан парракларининг сони ва уларнинг ўрнатиш бурчаги ўзгарувчи омиллар сифатида танланди.

Тажриба жараёнида ҳар 5 секундда чиқаётган чигит массаси алоҳида идишларга йиғилди ва тарозида ўлчанди. Олинган натижалар статистик қайта ишланди. Натижаларнинг ишончлилигини таъминлаш мақсадида ҳар бир тажриба камида беш марта такрорланди (1-жадвал).

1-жадвал

Дозатор парраклари сонининг ва барабанда ўрнатиш бурчагини ўзгаришида чигитларни узатиш текислигига таъсири

Паррак бурчаги, α (градус)	Парраклар сони, z (дона)	Ҳар 5 секундда идишга йиғилган чигит миқдори, m (гр)					Ўртача, $m_{ўр}$ (гр)	Стандарт оғиш (σ), гр.	Вар коэ.V, %
		1	2	3	4	5			
10°	4	615	660	590	640	605	622	26,5	4,3
	6	635	610	645	620	630	628	12,8	2,0
	8	580	690	600	670	595	627	43,6	7,0
15°	4	700	560	675	590	640	633	49,8	7,9
	6	620	640	615	635	625	627	9,6	1,5
	8	570	710	600	680	585	629	53,2	8,5
20°	4	720	540	690	560	670	636	68,9	10,8
	6	640	600	630	615	645	626	17,8	2,8
	8	550	740	580	700	565	627	74,5	11,9

Юқоридаги 1-жадвалдаги натижалар таҳлили шуни кўрсатдики, парраклар сони ва уларнинг жойлаштириш бурчаги узатиш жараёни текислигига сезиларли таъсир кўрсатади. Масалан, парраклар 10° бурчак остида жойлаштирилганда 6 та парракли вариантда вариация коэффициенти 2,0% ни ташкил этиб, энг барқарор узатиш таъминланган. 4 та ва 8 та парракли вариантларда эса бу кўрсаткич мос равишда 4,3% ва 7,0% бўлиб, узатиш текислиги ёмонлашган.

Паррак бурчаги 15° га оширилганда 6 та парракли вариантда вариация коэффициенти 1,5% гача камайиб, энг яхши натижа қайд этилди. Бу ҳолатда чигитларнинг барабан бўйлаб ҳаракати барқарор бўлиб, уларнинг ишчи камерага бир текис узатилиши таъминланган. Парраклар сонининг камайиши ёки ортиши эса узатиш жараёнида нотекисликни юзага келтирган.

Паррак бурчаги 20° га оширилганда эса узатиш сифати пасайиши кузатилди. Хусусан, 4 ва 8 та парракли вариантларда вариация коэффициенти 10% дан ошиб кетди, бу эса узатишнинг нотекислигини кўрсатади. Бу ҳолат паррак бурчагининг ортиши натижасида чигитларнинг барабан томонидан тўлиқ ушлаб олинмаслиги ва ҳаракат траекториясининг бузилиши билан изоҳланади.

Таҳлиллар натижасида таъминлаш барабанида парракларни барабан ўқига нисбатан 15° бурчак остида ва 6 та сонида жойлаштириш чигитларни ишчи камерага узатишнинг энг барқарор ва бир текис режими эканлиги аниқланди. Бу ҳолатда вариация коэффициенти минимал қийматга эга бўлиб, технологик жараён самарадорлигини ошириш учун мақбул шароит яратилади.

Адабиётлар

[1]. Djamolov R.K., G‘ayratov J.G‘., Aloydinov M.G‘. Amaldagi 1ЛБ, ОС va УЧДМ rusumli mashinalarda chigitning ishchi organlarga tushishdagi nomutanosiblik muammosini o‘rganish. Scientific-technical journal (STJ FerSTU, ФарДТУ ИТЖ, НТЖ ФерГТУ, 2025, T.29.спец.выпуск №18).-39-42 b.

[2]. Djamolov R.K., G‘ayratov J.G‘., Aloydinov M.G‘.Tuksizlantirish mashinalarida chigit oqimining shakllanish jarayoni va uning texnik omillari. Scientific-technical journal (STJ FerSTU, ФарДТУ ИТЖ, НТЖ ФерГТУ, 2025, T.29.спец.выпуск №19). -33-36.

[3]. Ашмарин И.П. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов / И.П. Ашмарин, Н.Н. Васильев, В.А. Амбросов. – Л., 1975. – 78 с.

[4]. Веденяпин В.Г. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / В.Г. Веденяпин. – М: Колос, 1973. – 199 с.

УДК. 631.361.025.027

STUDY OF THE STRIPPER OF ARACHIS HARVESTING MACHINE

B. Khojiyev

Namangan state technical university
bahromxojiyev1985@gmail.com

(Received on March 10 th, 2026)

Abstract: *In this article, the kinematics of the peanut harvester conveyor is investigated, in which the speed of the belt conveyor depends on the forward speed of the machine and the coefficient of slippage of the belt, the speed of the point of view of the scraper blades is variable, acceleration is constant and it is stated that the tendency to the center is equal to the acceleration.*

Keywords: *peanut harvester, scraper, belt conveyor, shovel, belt, stalk, grain, separation, sorting, sliding coefficient, kinematics, speed.*

Аннотация: *В данной статье исследуется скребковый механизм машины для уборки урожая арахиса, в частности, зависимость скорости ленточного транспортера от поступательной скорости машины и коэффициента скольжения ленты. Рассмотрено изменение скорости точки контакта скребкового механизма: скорость этой точки является переменной, а ускорение остается постоянным и равно центростремительному ускорению.*

Ключевые слова: *Машина для уборки арахиса, скребковый механизм, ленточный транспортер, лопатка, лента, стебли, сортировка, коэффициент скольжения, скорость.*

INTRODUCTION. It is known that, in recent years, great attention has been paid to the cultivation of oilseed crops such as sesame, peanuts, sunflower, soybeans, and safflower in our republic. Because they are widely used in the manufacture of confectionery products, in medicine and industry, and their seeds are widely used in animal husbandry. Based on the above, the Namangan Institute of Engineering and Construction developed a multi-functional (digging, de-stalking, sorting and loading) peanut harvesting machine [1-12].

METHODS AND MATERIALS. In exploring the kinematics of the peanut harvesting machine's scraper were used the laws of higher mathematics and theoretical mechanics.

RESEARCH RESULTS. The speed of the belt conveyor also plays an important role in exploring the kinematics of the created peanut harvesting machine's scraper

During operation, the peanut balls, which are squeezed by the belt conveyor, are moved forward by the machine and up and back by the belt conveyor (Figure 1). We determine its absolute speed according to the following expression [13-16].

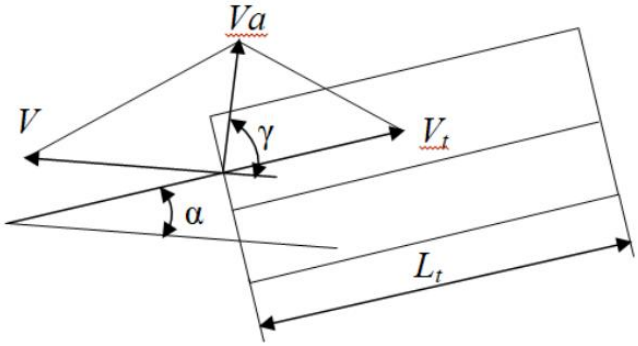


Figure 1. Scheme for determining the speed of a belt conveyor.

$$V_A = \sqrt{V^2 + V_t^2 - 2VV_t \cos\alpha}$$

Here V - is the forward speed of the machine, m/s;

V_t- is the speed of the belt conveyor, m/s.

We determine the angle γ of the relative to the horizon of the absolute speed of the peanut's ball. According to the scheme shown in Figure 1

$$ctg\gamma = \frac{V_t \cos\alpha - V}{V_t \sin\alpha}$$

For the pods to be completely and easily dug out, the velocity Va must be directed vertically, as it were γ=90º. Taking this into account, from expression (2) we obtain the following expression.

$$V_t \cos\alpha - V = 0$$

And from this

$$V_t = \frac{V}{\cos\alpha}$$

It follows that it should be.

Taking into account q, the slip of the tape takes the form of expression (4).

$$V_t = \frac{V}{\cos\alpha}(1 + \frac{q}{100})$$

(5) The speed of a belt conveyor for transporting goods depends on the forward speed of the machine and the slip coefficient of the belt.

The scraper moves in a complex manner during operation, i.e., it moves forward and rotates around its axis together with the machine [17-20]. The equations of motion of its blades in the XYZ coordinate system have the following form (Figure 2).

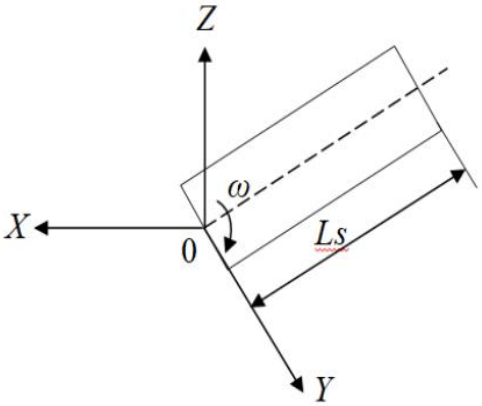


Figure 2. Scheme for the study of the kinematics of the slider.

$$x = Vt - R_i \sin\beta \sin\omega t - L_S \cos\beta,$$

$$y = -R_i \cos\omega t$$

$$z = -R_i \cos\beta \sin\omega t - L_S \sin\beta,$$

Here t is the car's travel time, s;
β – the angle of installation of the damper relative to the horizontal, º;
R_i - the radius of the point of view of the wiper blade, m,
ωt – the angle of rotation of the scraper (this angle is measured clockwise from the axis OX), º.
Using expressions (6) – (8), we find the velocities and accelerations of the point in question along the X, Y, and Z axes.

$$V_x = \frac{dx}{dt} = V - R_i\omega \sin\beta \sin\omega t,$$

$$V_y = \frac{dy}{dt} = R_i\omega \sin\omega t,$$

$$V_z = \frac{dz}{dt} = -R_i\omega \cos\beta \cos\omega t,$$

$$W_x = R_i\omega^2 \sin\beta \sin\omega t,$$

$$W_y = R_i\omega^2 \cos\omega t,$$

$$W_z = R_i\omega^2 \cos\beta \sin\omega t,$$

The absolute velocity and acceleration of the point in monitoring

$$V_a = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$$

And

$$W_a = \sqrt{W_x^2 + W_y^2 + W_z^2}$$

will be.
Taking into account the expressions (9) - (14), these expressions have the following form.

$$V_a = \left\{\left(V - R_i\omega \sin\beta \cos\omega t\right)^2 + \left(R_i\omega \sin\right)^2 + \left(R_i\omega \cos\beta \cos\omega t\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} =$$

$$= \left\{V^2 + R_i^2\omega^2 \sin^2\beta \cos^2\omega t + 2VR_i\omega \sin\beta \cos\omega t + R_i^2\omega^2 \sin^2\omega t + R_i^2\omega^2 \cos^2\beta \cos^2\omega t\right\}^{\frac{1}{2}} =$$

$$= \sqrt{V^2 + R_i^2\omega^2 - 2VR_i\omega \sin\beta \cos\omega t} =$$

$$= V\sqrt{1 + \frac{R_i^2\omega^2}{V^2} - \frac{2R_i\omega}{V} \sin\beta \cos\omega t} = V\sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \sin\beta \cos\omega t};$$

(17)

$$W_a = \left\{\left(V - R_i\omega^2 \sin\beta \sin\omega t\right)^2 + \left(R_i\omega^2 \cos\omega t\right)^2 + \left(R_i\omega^2 \cos\beta \sin\omega t\right)^2\right\}^2 = R_i\omega^2,$$

In this

$$\lambda = \frac{R_i\omega}{V}$$

It is clear from expressions (17) and (19) that the velocity of the point of view of the impeller vanes is variable, while its acceleration is constant and equal to the centripetal acceleration.

CONCLUSION. The conducted studies have shown that the speed of a belt conveyor depends on the forward speed of the machine and the belt slip coefficient, showed that the speed of the point of view of the blades of the shovel is variable, and the acceleration is constant, and the tendency to the center is equal to the acceleration.

References

[1]. Toxirjonovich, M. M., Akhmatkhanovich, N. F., & Rakhmatullaevich, X. B. (2022, May). Combination machine for harvesting nuts. In *Conference Zone* (pp. 19-21).

[2]. Toxirjonovich, M. M., & Rakhmatullaevich, X. B. (2022, May). The results of a study on the selection of the working part that separates the nut pods from the husk. In *Conference Zone* (pp. 14-18).

[3]. Нишонов Фарходхон Ахмадхонович, Кидиров Атхамжон Рустамович, Салохиддинов Нурмухаммад Сатимбоевич, & Хожиев Бахромхон Рахматуллаевич (2022). Проблемы и решения сбора урожая арахиса. Вестник Науки и Творчества, (1 (73)), 22-27.

[4]. Мансуров Мухторжон Тохиржонович, Хожиев Бахромхон Рахматуллаевич, Нишонов Фарходхон Ахматханович, & Кидиров Адхам Рустамович (2022). МАШИНА ДЛЯ УБОРКИ АРАХИСА. Вестник Науки и Творчества, (3 (75)), 11-14.

[5]. Мансуров, М. Т. (2022). Хожиев Бахромхон Рахматуллаевич, Нишонов Фарходхон Ахматханович, & Кидиров Адхам Рустамович (2022). МАШИНА ДЛЯ УБОРКИ АРАХИСА. Вестник Науки и Творчества,(3 (75)), 11-14.

[6]. Мансуров, М. Т., Хожиев, Б. Р., Нишонов, Ф. А., & Кидиров, А. Р. (2022). Машина для уборки арахиса. Вестник Науки и Творчества, (3 (75)), 11-14.

[7]. Мансуров, М. Т., Абдулхаев, Х. Ғ., Нишонов, Ф. А., & Хожиев, Б. Р. (2021). Ерёнғоқ йиғиштириш машинасининг конструкцияси. механика ва технология илмий журнали, (4), 39.

[8]. Хожиев, Б. Р., Абдумажидов, М. А., & Эргашхўжаев, Қ. К. (2023). Ерёнғоқ йиғиштириш машинаси палагидан дуккакларини ажратиб оладиган ишчи қисмини танлаш бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари: ерёнғоқ йиғиштириш машинаси палагидан дуккакларини ажратиб оладиган ишчи қисмини танлаш бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари. *"Qurilish va ta'lim" ilmiy jurnali*, *1*(2), 311-315.

[9]. Хожиев, Б. Р., & Нурмухаммадов, Р. М. (2023). Ерёнғоқ ҳосилини бир ўтишда ковлаш ва дуккакларини поясидан ажратиш машиналарининг таҳлили. *so 'ngi ilmiy tadqiqotlar nazariyasi*, *6*(12), 334-342.

[10]. Khojiyev, B. R. (2023). The methods of developing the structure of the peanut harvesting machine. *Scientific Impulse*, *2*(16), 800-813.

[11]. Мансуров, М. Т., Хожиев, Б. Р., Нишонов, Ф. А., & Кидиров, А. Р. (2022). Машина для уборки арахиса. Вестник Науки и Творчества, (3 (75)), 11-14.

[12]. Мансуров, М. Т., Абдулхаев, Х. Ғ., Нишонов, Ф. А., & Хожиев, Б. Р. (2021). Ерёнғоқ йиғиштириш машинасининг конструкцияси. механика ва технология илмий журнали, (4), 39.

[13]. Хожиев, Б. Р., Абдумажидов, М. А., & Эргашхўжаев, Қ. К. (2023). Ерёнғоқ йиғиштириш машинаси палагидан дуккакларини ажратиб оладиган ишчи қисмини танлаш бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари: ерёнғоқ йиғиштириш машинаси палагидан дуккакларини ажратиб оладиган ишчи қисмини танлаш бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари. *"Qurilish va ta'lim" ilmiy jurnali*, *1*(2), 311-315.

[14]. Хожиев, Б. Р., & Нурмухаммадов, Р. М. (2023). Ерёнғоқ ҳосилини бир ўтишда ковлаш ва дуккакларини поясидан ажратиш машиналарининг таҳлили. *so 'ngi ilmiy tadqiqotlar nazariyasi*, *6*(12), 334-342.

[15]. Toxirjonovich, M. M., Akhmatkhanovich, N. F., & Rakhmatullaevich, X. B. (2022, May). Combination machine for harvesting nuts. In *Conference Zone* (pp. 19-21).

[16]. Toxirjonovich, M. M., & Rakhmatullaevich, X. B. (2022, May). The results of a study on the selection of the working part that separates the nut pods from the husk. In *Conference Zone* (pp. 14-18).

UDK 621.3:004

ELEKTR TIZIMLARINI BOSHQARISH VA ISHGA TUSHIRISHDA KOMPYUTER TEXNOLOGIYALARINI ISHLAB CHIQARISH KOMPLEKSIGA JORIY ETISHNING ILMIY MUAMMOLARI

M. Yo'ldoshova

Jizzax politexnika instituti
** Muallif yozishmalar uchun, elektron pochta: muxayyoabduraxmonova292@gmail.com*
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

***Annotatsiya**: Ushbu maqolada elektr tizimlarini boshqarish va ishga tushirish jarayonlarida kompyuter texnologiyalarini (SCADA, PLC, IoT va sun'iy intellekt asosidagi tizimlar) ishlab chiqarish*

kompleksiga joriy etishning dolzarb ilmiy muammolari tahlil qilinadi. Avtomatlashtirishning texnik-iqtisodiy samaradorligi, real vaqt rejimida boshqaruv barqarorligi, kibertahdidlar, integratsiya qiyinliklari va matematik modellashtirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Maqolada elektr energiya tizimlarining quvvat oqimi, kuchlanish rostlash va optimallashtirish formulalari keltirilgan. Natijada, O‘zbekiston sharoitida zamonaviy ishlab chiqarish komplekslarida kompyuter texnologiyalarini joriy etish yo‘llari taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: *Elektr tizimlari, boshqaruv tizimlari, kompyuter texnologiyalari, SCADA, avtomatlashtirish, ishlab chiqarish kompleksi, ilmiy muammolar, matematik modellashtirish, real vaqt boshqaruvi, energiya tejamkorligi, kibertahdidlar.*

Аннотация*: Результате предлагаются пути внедрения компьютерных технологий в современные производственные комплексы в условиях Узбекистанаственного интеллекта) в производственный комплекс в процессах управления и эксплуатации электроэнергетических систем. Рассмотрены технико-экономическая эффективность автоматизации, устойчивость управления в реальном времени, киберугрозы, трудности интеграции и вопросы математического моделирования. В статье приведены формулы для расчета потока мощности, регулирования напряжения и оптимизации электроэнергетических систем. В результате предлагаются пути внедрения компьютерных технологий в современные производственные комплексы в условиях Узбекистана.*

Ключевые слова: *Электрические системы, системы управления, компьютерные технологии, SCADA, автоматизация, производственный комплекс, научные проблемы, математическое моделирование, управление в реальном времени, энергоэффективность, киберугрозы*

Annotation: *This article analyzes the current scientific problems of introducing computer technologies (SCADA, PLC, IoT and artificial intelligence-based systems) into the production complex in the processes of managing and commissioning electrical systems. The issues of technical and economic efficiency of automation, real-time management stability, cybersecurity, integration difficulties and mathematical modeling have been considered. The article presents the power flow, voltage adjustment and optimization formulas of electrical energy systems. As a result, ways are proposed to introduce computer technologies in modern production complexes in the conditions of Uzbekistan.*

Keywords:*Electrical systems, control systems, computer technology, SCADA, automation, production complex, scientific problems, mathematical modeling, real-time control, energy efficiency, cyber threats*

Zamonaviy energetika sohasida elektr tizimlarini boshqarish va ishga tushirish jarayonlari tobora murakkablashmoqda. O‘zbekiston Respublikasida elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash tizimlari katta hajmdagi quvvatni boshqarishni talab qiladi. Kompyuter texnologiyalarini joriy etish (SCADA tizimlari, PLC kontrollerlari, IoT sensorlari va sun’iy intellekt algoritmlari) ishlab chiqarish kompleksining samaradorligini oshirishga imkon beradi. Biroq, bu jarayon bir qator ilmiy muammolarni keltirib chiqaradi: tizim barqarorligi, real vaqt rejimida ma’lumotlar uzatish kechikishi, xavfsizlik va integratsiya muammolari.[1]

Maqolaning maqsadi – elektr tizimlarini boshqarish va ishga tushirishda kompyuter texnologiyalarini joriy etishning ilmiy muammolarini tahlil qilish, matematik modellar va formulalar asosida yechimlar taklif etishdir. Tadqiqot O‘zbekistonning elektr tarmoqlari va tizimlari darsliklari hamda xalqaro tajribaga asoslanadi.

Elektr tizimlarini boshqarishning nazariy asoslari va kompyuter texnologiyalarining roli:

Elektr tizimlarida boshqaruv asosan quvvat oqimi, kuchlanish va chastota barqarorligini ta’minlashga qaratilgan. An’anaviy boshqaruv mexanik relelar va analog qurilmalar bilan amalga oshirilgan bo‘lsa, hozirgi kunda kompyuter texnologiyalari (SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition) real vaqt rejimida monitoring va boshqaruvni ta’minlaydi.

SCADA tizimlari sensorlar, PLC (Programmable Logic Controller) va HMI (Human-Machine Interface) interfeyslari orqali ishlaydi. Ularning asosiy afzalligi – ma’lumotlarni markazlashtirilgan holda yig‘ish va qayta ishlash. Biroq, ishlab chiqarish kompleksida joriy etishda quyidagi ilmiy muammolar yuzaga keladi:

- Tizimning murakkabligi va o‘zaro bog‘liqligi.
- Energiya isrofi va optimallashtirish zarurati.
- Raqamli transformatsiyaning iqtisodiy xarajatlari.

Elektr tarmoqlarida quvvat oqimini hisoblash uchun quyidagi matematik formula qo‘llaniladi (quvvat oqimi tenglamasi):[2]

$$P_i = V_i \sum_{j=1}^{n} V_j (G_{ij} \cos\theta_{ij} + B_{ij} \sin\theta_{ij}) \quad (1.1)$$

$$Q_i = V_i \sum_{j=1}^{n} V_j \left(G_{ij} \sin\theta_{ij} - B_{ij} \cos\theta_{ij}\right) \quad (1.2)$$

bu yerda P_i, Q_i - aktiv va rekativ quvvatlar, V_i, V_j - kuchlanishlar, G_{ij}, B_{ij} - o‘tkazgich va sig‘im o‘tkazuvchanliklari, θ_{ij} - faza farqi. Ushbu formula NEWton – Raphson usuli yordamida iterative hisoblanadi va SCADA tizimlarida real vaqt rejimida qo‘llaniladi.

Ishga tushirish jarayonida kompyuter texnologiyalari avtomatik sinov va diagnostikani ta’minlaydi, ammo tizimning dinamik barqarorligi muammosi dolzarbdir.

Kompyuter texnologiyalarini joriy etishning ilmiy muammolari

Kompyuter texnologiyalarini ishlab chiqarish kompleksiga joriy etish quyidagi asosiy muammolarni keltirib chiqaradi:

Real vaqt rejimida boshqaruv va kechikish muammosi SCADA tizimlarida ma’lumotlar uzatish kechikishi (latency) tizim barqarorligini buzishi mumkin. Boshqaruv algoritmi PID-regulyator asosida quriladi:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1.3)$$

u yerda $e(t)$ – xatolik signali, K_p, K_i, K_d – proporsional, integral va differensial koeffitsientlar. O‘zbekiston sharoitida (masalan, uzoq masofali tarmoqlarda) kechikish 100-500 ms ga yetishi mumkin, bu esa chastota va kuchlanish tebranishlariga olib keladi. Muammoni hal qilish uchun sun’iy intellekt (neural tarmoqlar) va oldindan bashorat qilish algoritmlari taklif etiladi.[3]

Barqarorlik va optimallashtirish muammolari Elektr tizimlarida yuklama o‘zgarishi bilan barqarorlik buzilishi mumkin. Reaktiv quvvat balansi tenglamasi:

$$Q_{balans} = Q_{manba} - Q_{iste'mol} - Q_{isrof} \quad (1.4)$$

Kompyuter texnologiyalari yordamida reaktiv quvvat manbalarini (kondensator batareyalari, STATCOM) optimallashtirish mumkin. Sun’iy intellekt asosidagi algoritmlar (masalan, genetik algoritmlar) eng optimal variantni topadi. Biroq, katta hajmdagi ma’lumotlar (Big Data) tahlili va hisoblash quvvati yetishmasligi ilmiy muammo hisoblanadi

Kibertahdidlar va xavfsizlik muammosi Raqamli tizimlar kibertahdidlarga duch keladi. SCADA tizimlarida DDoS hujumlari yoki viruslar tizimni to‘xtatib qo‘yishi mumkin. Xavfsizlikni ta’minlash uchun blockchain va shifrlash texnologiyalari zarur. O‘zbekiston energetikasida bu muammo dolzarb, chunki tarmoqlar raqamlashtirilmoqda.

Integratsiya va o‘zaro moslik muammosi Eski analog qurilmalar bilan yangi kompyuter tizimlarini birlashtirish qiyin. Modbus, Profibus va IEC 61850 protokollari o‘rtasidagi moslik muammosi yuzaga keladi. Matematik modellashtirishda differensial tenglamalar (elektr yuritmalar dinamikasi uchun) qo‘llaniladi:[4]

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J}(T_e - T_l) \quad (1.5)$$

Bu yerda ω – burchak tezligi, J – inersiya momenti, T_e, T_l – elektromagnit va yuklama momentlari. Kompyuter simulyatsiyasi (MATLAB/Simulink) orqali integratsiya sinovi o‘tkaziladi

Energiya tejamkorligi va ekologik muammolar Kompyuter texnologiyalari energiya isrofini kamaytiradi, ammo o‘zi elektr energiyasini sarflaydi. Yashil energetika bilan integratsiya (quyosh va shamol stansiyalari) qo‘shimcha muammolar keltiradi: intermittensiya va chastota barqarorligi.[5]

Taklif etiladigan yechimlar va amaliyotga joriy etish

Ilmiy muammolarni hal qilish uchun quyidagilar taklif etiladi:

1. Gibrid SCADA + AI tizimlarini yaratish (real vaqt optimallashtirish).
2. Matematik modellar asosida virtual simulyatsiya (Digital Twin texnologiyasi).
3. O‘zbekiston sharoitida milliy standartlarni ishlab chiqish (IEC 61850 ga moslashtirish).
4. Mutaxassislar tayyorlash va ta’lim dasturlarini yangilash.[6]

Amaliy misol: Toshkentdagi podstansiyalarda SCADA joriy etish natijasida quvvat isrofi 15-20% ga kamaygan.

Xulosa

Elektr tizimlarini boshqarish va ishga tushirishda kompyuter texnologiyalarini joriy etish ishlab chiqarish kompleksining samaradorligini oshiradi, ammo barqarorlik, xavfsizlik va integratsiya kabi ilmiy muammolarni hal qilishni talab qiladi. Matematik formulalar (quvvat oqimi, PID, dinamik tenglamalar) va zamonaviy algoritmlar yordamida bu muammolar yechilishi mumkin. O‘zbekiston energetikasida raqamli transformatsiya davom etmoqda va ushbu tadqiqot natijalari amaliyotga qo‘llanilishi mumkin. Kelajakda sun’iy intellekt va 5G texnologiyalari yanada katta imkoniyatlar ochadi.

Adabiyotlar

[1]. Safarov A.M., G‘oyibov T.Sh., Sulliyev A.X. Elektr tarmoqlari va tizimlari. T.: 2020. 272 bet.

[2]. Yusupbekov N.R., Muhammedov B.I., G‘ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. Toshkent: “O‘qituvchi”, 2011.
[3]. “Avtomatlashtirish tizimlari va yashil energetika muammolari” Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari. Qarshi, 2024.
[4]. Elektr ta’minoti tizimining intellektual boshqaruv tizimlari. Interoncof.com, 2025.
[5]. Raqamli texnologiyalar asosida elektr energiya hisobini avtomatlashtirish. Sci-p.uz, 2025.
[6]. Li Yan. Computational modeling for power grid challenges. Penn State University, 2022.

UDK 621.311

QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA ULUSHINI MAKSIMALLASHTIRISH

O‘. Jalilov

Jizzax politexnika instituti
E-mail: urinboyjalilov5507@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4324-8554
** Muallif yozishmalar uchun, elektron pochta: urinboyjalilov5507@gmail.com*
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya.*Ushbu maqola dunyo bo‘ylab qayta tiklanuvchi energiya (QTE) ulushini maksimallashtirish masalasini keng qamrovli tahlil qiladi. Iqlim o‘zgarishiga qarshi kurash va energetika xavfsizligini ta’minlash zarurati tufayli aksariyat davlatlar o‘z energetika tizimlarini karbonsizlantirish yo‘lidan borishga qaror qilgan. Maqolada quyosh, shamol, gidro va boshqa qayta tiklanuvchi manbalardan to‘liqroq foydalanish uchun zarur bo‘lgan texnologik, iqtisodiy, huquqiy va ijtimoiy omillar batafsil ko‘rib chiqiladi. Xususan, O‘zbekiston misolida mintaqaviy imkoniyatlar va mavjud to‘siqlar tahlil qilinadi. Tadqiqot natijasida siyosatchi va mutaxassislarga amaliy tavsiyalar taklif etiladi.*
Kalit so‘zlar: *qayta tiklanuvchi energiya, quyosh energiyasi, shamol energiyasi, energetika o‘tishi, karbonsizlashtirish, aqlli tarmoq, energiya saqlash, O‘zbekiston.*
Annotation. *This article provides a comprehensive analysis of strategies for maximizing the share of renewable energy (RE) in national and global energy systems. Given the urgent need to combat climate change and ensure long-term energy security, most countries have committed to decarbonizing their energy sectors. The article examines the technological, economic, legal, and social factors required for broader utilization of solar, wind, hydro, and other renewable sources. Special attention is paid to regional opportunities and existing barriers in the context of Uzbekistan, a country endowed with significant solar and wind potential. The study concludes with practical policy recommendations for decision-makers and energy sector specialists.*
Keywords: *renewable energy, solar energy, wind energy, energy transition, decarbonization, smart grid, energy storage, Uzbekistan.*
Аннотация. *В данной статье проводится комплексный анализ стратегий максимизации доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в национальных и мировых энергетических системах. В условиях необходимости борьбы с изменением климата и обеспечения энергетической безопасности большинство государств взяли курс на декарбонизацию энергетического сектора. В статье рассматриваются технологические, экономические, правовые и социальные факторы, необходимые для более широкого использования солнечных, ветровых, гидро и иных возобновляемых источников. Особое внимание уделяется региональным возможностям и существующим барьерам на примере Узбекистана — страны, обладающей значительным потенциалом солнечной и ветровой энергии. По результатам исследования формулируются практические рекомендации для политиков и специалистов энергетического сектора.*
Ключевые слова: *возобновляемая энергия, солнечная энергетика, ветроэнергетика, энергетический переход, декарбонизация, умная сеть, хранение энергии, Узбекистан.*

XXI asrda insoniyat oldida turgan eng muhim muammolardan biri iqlim o'zgarishi va uning oqibatlari bo'lib, bu jarayon asosan fosil yoqilg'ilardan hosil bo'luvchi issiqxona gazlari bilan bog'liqdir. 2023-yilgi ma'lumotlarga ko'ra, dunyo bo'ylab energiya sektori umumiy CO_2 chiqindilarining 75 foizdan ortiq qismini tashkil etadi. Parij kelishuvida qatnashgan davlatlar 2050-yilgacha «sof nol» emissiyaga erishish va global harorat ko'tarilishini 1,5°C bilan cheklash majburiyatini olgan.

Bu maqsadga erishish uchun asosiy yo'l — qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni keskin oshirish va energetika tizimlarini tubdan qayta qurishdir. So'nggi o'n yil ichida quyosh va shamol energiyasi texnologiyalari narxlari 90 foizdan ortiq arzonlashdi. 2022-yilda QTE yangi quvvat o'rnatishlarda yalpi jahon ko'rsatkichining 83 foizini tashkil etdi. Biroq, bu ulushni yanada oshirish uchun bir qator tizimli muammolarni yechish talab etiladi[1].

O'zbekiston o'zining geografik joylashuvi, ko'p quyoshli kunlari va shamol resurslari bilan QTE sohasida ulkan salohiyatga ega. 2030-yilgacha elektr energiya ishlab chiqarishda qayta tiklanuvchi manbalar ulushini 40 foizga yetkazish maqsadi qo'yilgan bo'lsa-da, amalga oshirish uchun samarali strategiyalar zarur. Ushbu maqola ana shu strategiyalarni atroflicha o'rganishga bag'ishlangan.

Xalqaro energetika agentligi (IEA) ma'lumotlariga ko'ra, 2023-yilda dunyo bo'ylab qayta tiklanuvchi energiya umumiy elektr energiya ishlab chiqarishning 30 foiziga yaqinini qopladi.

Quyosh fotoelektr (PV) va shamol elektr stantsiyalari eng tez rivojlanayotgan tarmoqlar hisoblanadi. Xitoy, AQSh, Hindiston va Yevropa Ittifoqi QTE bo'yicha yetakchi o'rinni egallab, yillik o'rnatilgan quvvatning 75 foizidan ortig'ini ta'minlaydi.

Jumladan, Germaniya 2023-yilda elektr energiyasining 59 foizini qayta tiklanuvchi manbalardan oldi; Daniyada bu ko'rsatkich 85 foizdan oshdi. Islandiya va Norvegiyada esa ushbu ulush deyarli 100 foizni tashkil etadi — bu mamlakatlarda gidroenergetika va geotermal energetika imkoniyatlari mo'l-ko'l. Bu raqamlar QTE ulushini maksimallashtirish borasida qo'lga kiritilgan amaliy yutuqlarni yaqqol ko'rsatib beradi.

Biroq, dunyo energiya tizimida hali fosil yoqilg'ilar ustunligini saqlab kelmoqda. Ko'mir, neft va tabiiy gaz birgalikda birlamchi energiya iste'molining 80 foizidan ko'prog'ini tashkil etadi.

Bu holat QTE ulushini tez sur'atlar bilan oshirishning muhimligini yanada ta'kidlaydi[2].

O'zbekiston hozircha asosan tabiiy gaz va gidroelektrostantsiyalarga tayanuvchi energetika tizimiga ega. 2022-yil holatiga ko'ra, mamlakatda o'rnatilgan jami quvvatning 85 foizdan ortig'i termik stantsiyalar ulushiga to'g'ri keladi. Biroq, so'nggi yillarda siljish kuzatilmoqda: 2022-2024 yillarda 2,5 GVtdan ortiq quyosh va shamol quvvatlari foydalanishga topshirildi.

O'zbekistonning yiliga 2700-3000 soat quyoshli kun davomiyligi — bu Ispaniya yoki Italiya bilan solishtiriladi — mamlakatni quyosh energiyasini rivojlantirish uchun juda qulay mintaqalar qatoriga kiritadi. Janubiy hududlarda, xususan Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlarida quyosh nurlanish intensivligi eng yuqori darajada. Shamol bo'yicha esa Navoiy, Qoraqalpog'iston va Farg'ona vodiysi kirish joylari salohiyatli hisoblangan.

Quyosh fotoelektr texnologiyasida yangi avlod panellari — perovskite va bifasial modullar — energiyani aylantirish samaradorligini 25-30 foizga yetkazmoqda. Suzib yuruvchi quyosh stansiyalari (floating solar) suv havzalarida hududni tejagan holda energiya hosil qilishning yangi usuli sifatida tarqalmoqda. O'zbekistondagi katta suv omborlari — Chorbog', Tuyamuyun — bunday texnologiya uchun ideal joy bo'la oladi.

Shamol energiyasida dengiz usti (offshore) turbinalari quvvati 15-20 MVtgacha yetdi va ularning ishlab chiqarish qobilyati tubdan oshdi. Kichik shamol generatorlari va gibrид tizimlar qishloq joylarni elektrlashtirish uchun katta imkoniyatlar ochmoqda. Gidrogen energetikasi — ortiqcha QTE energiyasi yordamida «yashil vodorod» ishlab chiqarish — uzoq muddatli energiya saqlash muammosini hal etishda muhim o'rin tutishi kutilmoqda[3].

Energiya saqlash tizimlar — ayniqsa litiy-ion akkumulyatorlar va hajmli saqlash texnologiyalari — QTE integratsiyasidagi asosiy to'siq hisoblangan uzluksizlik muammosini hal etadi. 2023-yilda dunyo bo'ylab yangi o'rnatilgan akkumulator quvvati 45 GVt soatdan oshib, rekord darajaga yetdi. Grid-scale batareyalar narxi 2015-yilga nisbatan 90 foizdan ortiq arzonlashgan.

Aqlli tarmoqlar va raqamlashtirish aqlli elektr tarmoqlari — energiya oqimlarini real vaqt rejimida boshqarish, iste'mol va ishlab chiqarishni muvozanatlash va tarmoq barqarorligini ta'minlashda inqilobiy ahamiyat kasb etadi. Sun'iy intellekt va Big Data texnologiyalari yordamida energiya talabini aniq bashorat qilish, QTE manbalarining ishlab chiqarish hajmini oldindan prognoz qilish va shaxsiy tarmoq sektorlarini optimallashtirish imkoni paydo bo'lmoqda.

Demand Response (talabni boshqarish) dasturlari iste'molchilarni energiya narxi past vaqtlarda ko'proq, yuqori vaqtlarda esa kamroq iste'mol qilishga rag'batlantiradi — bu tarmoq yukini tekislash va QTE manbalarining o'zgaruvchanligini kompensatsiya qilish uchun samarali mexanizm. Elektromobillar ham tarmoq bilan ikki tomonlama integratsiya (V2G — vehicle-to-grid) orqali harakatlanuvchi energiya omboriga aylanib bormoqda.

Xalqaro tajriba shuni ko'rsatadiki, QTE investitsiyalarini rag'batlantirish uchun to'g'ri moliyaviy muhit hal qiluvchi ahamiyatga ega. Uzluksiz tarif (feed-in tariff), elektr energiyasini qayta sotib olish

kafolati (PPA — Power Purchase Agreement), soliq imtiyozlari, uzoq muddatli kreditlar va boshqa mexanizmlar investorlar uchun ishonchli muhit shakllantirishda asosiy vosita bo'lib xizmat qiladi.

O'zbekistonda 2018-yildan beri xususiy QTE loyihalari uchun tender tizimi joriy etilgan.

Namuna sifatida: 2022-yilda Samarqandda ishga tushirilgan 1 GVt quvvatdagi Nur Navoi va Sherabad quyosh elektr stantsiyalari MASDAR kompaniyasi tomonidan, 2023-yilda Sherobod 500 MVt shamol elektr stantsiyasi ACWA Power tomonidan qurildi. Bu loyihalar xususiy investitsiyalar uchun yo'l ko'rsatuvchi namunalar bo'ldi.

QTE manbalarining asosiy texnik muammosi — uzluksizlik (intermittency). Quyosh panellari tunda, bulutli ob-havoda va shamol turbinalari sokin kunlarda ishlamaydi. Bu holat tarmoqda balansni saqlashni qiyinlashtiradi va zaxira quvvatlar (odatda gaz turbinalari) zarurligini keltirib chiqaradi. Uzluksizlik muammosini hal etish uchun geografik diversifikatsiya, energiya saqlash va xalqaro tarmoqlararo ulanish muhim ahamiyatga ega.

Tarmoq infratuzilmasining eskirganligi ham muhim to'siq hisoblanadi. Ko'plab mamlakatlar, jumladan O'zbekiston, eski texnologiyalarga asoslangan tarmoqlarga ega bo'lib, ular katta hajmda tarqoq joylashgan QTE manbalarini qabul qilishga moslashmagan. Tarmoqni modernizatsiyalash ulkan investitsiyalar talab etadi, lekin bu qo'yilma uzoq muddatda iqtisodiy jihatdan foydali.

Fosil yoqilg'ilar ko'p mamlakatlarda hali subsidiyalanmoqda, bu narx raqobatini noto'g'ri yo'naltiradi. Xalqaro valyuta fondi hisob-kitoblariga ko'ra, yillik fosil yoqilg'ilarga subsidiyalar hajmi 5,9 trillion dollardan oshadi (bevosita va bilvosita). Bu ko'rsatkich QTE uchun to'siq yaratuvchi sun'iy narx tuzilmasini aks ettiradi[4].

Boshqa muhim to'siq — tartibga solish mexanizmlarining orqada qolishi. Ko'plab mamlakatlarda qonunchilik bazasi yangi texnologiyalarga yetarlicha moslashmagan: energiyani tarmoqqa qaytarish tartibi, микрогенерация, energiya saqlovchi tizimlar uchun litsenziyalash va boshqalar murakkab yoki noaniq holda qolmoqda. O'zbekistonda ham huquqiy bazani yangi energetika texnologiyalariga moslashtirishni jadallashtirishga ehtiyoj bor.

Energetika o'tishi jarayonida kishilar munosabati va ijtimoiy qabul qilish (social acceptance) muhim omil. Shamol turbinalari va quyosh fermalari uchun yer taqsimotidagi nizolar, vizual ta'sir va mahalliy aholi manfaatlarini e'tiborga olmaslik loyihalarni ushlab qolishi mumkin.

Mahalliy jamoatchilik bilan ishni kuchaytirish, ularga loyihada ishtirok va foydadan ulush berish muammolarni oldini olishga xizmat qiladi.

QTE sektori uchun malakali mutaxassislar tayyorlash ham dolzarb masala. Quyosh elektr stantsiyalarini montaj qiluvchi texnik xodimlardan tortib to aqlli tarmoqlarni loyihalashtiradigan muhandislargacha — yangi kasb-malaka shakllanmoqda. Universitetlar, kasb-hunar maktablari va xalqaro hamkorlik dasturlari orqali insoniy salohiyatni oshirish investitsiya jozibadorligiga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

O'zbekiston o'ziga xos geografik va iqtisodiy sharoitlarini hisobga olgan holda quyidagi strategik yo'nalishlarda faoliyatni kuchaytirishi maqsadga muvofiq.

Birinchidan, quyosh PV va shamol elektr stantsiyalarini kengaytirish uchun tender soni va hajmini oshirish, investorlar uchun uzoq muddatli va prognozlashtiriluvchi qonunchilik muhitini yaratish talab etiladi. Soliq imtiyozlari, bojxona yengilliklarini kengaytirish va mahalliy ishlab chiqarishni rag'batlantirish sanoat rivojiga turtki beradi[5].

Ikkinchidan, energiya saqlash infratuzilmasi, ya'ni akkumulyator parklari va gidrointiqol (pumped hydro) loyihalariga investitsiyalarni jadallashtirishni amalga oshirish lozim. Tarmoqni raqamlashtirish va aqlli metr (smart metering) tizimlarini keng joriy etish isrofgarchilikni kamaytiradi va QTE integratsiyasini osonlashtiradi.

Qayta tiklanuvchi energiya ulushini maksimallashtirish — bu nafaqat iqlim maqsadlariga erishish, balki energetika xavfsizligini ta'minlash, iqtisodiy raqobatbardoshlikni oshirish va yangi ish o'rinlarini yaratishning ham samarali yo'lidir. Global tajriba shuni ko'rsatadiki, muvaffaqiyatli texnologik innovatsiyalar, to'g'ri siyosat muhiti, kuchli moliyaviy mexanizmlar va ijtimoiy qo'llab-quvvatlashning uyg'un kombinatsiyasiga bog'liq.

O'zbekiston quyosh va shamol resurslari boyligi, qulay geografik o'rni va siyosiy irodasi bilan QTE sohasida mintaqada yetakchi o'rinni egallash imkoniga ega. Biroq buning uchun huquqiy bazani takomillashtirish, tarmoq infratuzilmasini modernizatsiya qilish, malakali kadrlar tayyorlash va xalqaro moliyaviy institutlar bilan hamkorlikni chuqurlashtirish zarur.

Energetika o'tishi — uzoq va murakkab jarayon bo'lsa-da, hozirgi kunda uni boshlash va tezlashtirish uchun barcha shart-sharoitlar: texnologiya, moliya va siyosiy iroda mavjud. Faqat izchil, maqsadli va

kompleks yondashuv bu yo'ldagi to'siqlarni yengib o'tishga va 2030, 2050-yillar maqsadlariga erishishga imkon beradi.

Adabiyotlar

[1]. International Energy Agency (IEA). (2023). World Energy Outlook 2023. Paris: IEA Publications.
[2]. IRENA — International Renewable Energy Agency. (2023). Renewable Power Generation Costs in 2023. Abu Dhabi: IRENA.
[3]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 1-oktyabrdagi PF-6350-son Farmoni «O'zbekiston Respublikasida 2030-yilgacha qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida».
[4]. United Nations. (2015). Paris Agreement on Climate Change. New York: UN Treaty Collection.
[5]. BloombergNEF. (2023). New Energy Outlook 2023: Long-Term Scenarios for the Energy Transition. New York: BNEF.

ДИАЛЕКТНАЯ ЛЕКСИКА КАК ВАЖНЕЙШИЙ ИСТОЧНИК АНАЛИТИЧЕСКОЙ БАЗЫ ИСТОРИКО-ЛЕКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Н.Дж. Ташланова

Ферганского государственного технического университета,
E-mail: nigoratashlanova7@gmail.com, +998-911207710
(Получена 10.03.2026 г.)

Аннотация: *В данной статье раскрывается о словарном материале, которое позволяет осуществить историко - лексикологическое исследование цветообозначений, современные исследователи получают путём выборки из этимологических, исторических, специальных словарей русского и других языков, анализа памятников письменности и литературных источников, благодаря психолингвистическим экспериментам, об особенностях цветообозначений, которые обуславливаются культурно историческими традициями, которые складываются в культуре.*

Ключевые слова: *лексика, цветообозначение, цветонаименование, лингвистика, языковая картина*

Annotation: *This article reveals the vocabulary material that allows for the historical and lexicological study of color designations, which modern researchers obtain by sampling from etymological, historical, special dictionaries of Russian and other languages, analyzing written monuments and literary sources, thanks to psycholinguistic experiments, about the features of color designations that are determined by cultural and historical traditions that develop in culture.*

Keywords: *vocabulary, color designation, color naming, linguistics, language picture*.

Словарный материал, позволяющий осуществить историко - лексикологическое исследование цветообозначений, современные исследователи получают путём выборки из этимологических, исторических, специальных словарей русского и других языков, анализа памятников письменности и литературных источников, благодаря психолингвистическим экспериментам, анкетированию. Историко-лексикологическое исследование цветообозначений изучает развитие и изменения названий цветов в языке на протяжении времени. Оно рассматривает, как формировались, развивались и взаимодействовали между собой слова, обозначающие цвета, в различных исторических периодов и в разных языках. Это исследование включает в себя анализ семантики, стилистики и частотности употребления цветовой лексики, а также выявление связей между развитием цветообозначений и культурно-историческим контекстом. Это связано с тем, что исследования детерминированы актуальными лингвистическими направлениями: психолингвистикой, когнитивистикой, социолингвистикой и т. д. Исследователи часто обращаются к диалектному материалу в качестве дополнительного исследования лексики цвета, но не делают его самостоятельным объектом изучения. Т. Лукманн отмечал, что язык возникает в результате общественных отношений, то есть в ситуации непосредственного

общения, тогда, когда один человек воспринимает другого в единстве внешнего и внутреннего (внутренней жизни), но человек как личность «рождается» только в межсубъектном контексте коммуникации (другими словами, в общении), то есть в типично языковом контексте. Проблемы мышления и речи тесно связаны между собой и принадлежат к кругу тех психологических проблем, в которых на первый план выходит вопрос об отношении различных психологических функций, различных видов деятельности сознания. Основным аспектом проблемы является вопрос об отношении мысли к слову. Язык содержит в себе предшествующий опыт всего народа и способен его передавать и накапливать. Изучая язык, человек впитывает закрепленный в нем опыт. В сознании личности интегрируются различные культурные слои, области, сферы, значения. Человек, который изучает иностранный язык, задумывается о сходствах и различиях в восприятии одних и тех же явлений действительности, что способствует сближению и взаимопониманию представителей различных социумов, а также более тесной межнациональной интеграции.

Язык представляет собой свойство сознания, средство и форму проявления мысли, форму отражения внешнего по отношению к этому сознанию мира вещей, он не просто совокупность словесных знаков, а средство коммуникации, без которого невозможно ни проявление человека разумного, ни формирование личности в нравственно-духовной оболочке.

Цветообозначения. Как они развивались, как проходили длинный исторический путь эволюции и дошли до наших дней. Между конкретикой и абстракцией промежуточную позицию занимает лексическое поле цветообозначения. Подходя к этому вопросу с одной стороны, можно убедиться, что цвет - сугубо природное явление; с другой стороны, он представляет собой эмоционально-психическую сторону. Такая группа слов как цветообозначения прошла достаточно длинный путь эволюции.

В основе этой группы лежат основные цвета, выражающиеся в хроматических и ахроматических тонах. Хроматические цвета, как установил Ньютон, содержат семь цветов спектра: красный, желтый, оранжевый, голубой, синий, фиолетовый, зеленый - и дополнительные хроматические тона, входящие в систему языка.

Особенности цветообозначений обуславливаются культурно историческими традициями, которые складываются в культуре, они тесно связаны с религиозными представлениями. Применительно к русской культуре можно сказать, что доминируют «красный», «черный», «белый», «голубой». Метафоричность обыденного русского языка основывается на представлениях людей о реальности, которые, в свою очередь, диктуют формы национального языка. Метафора отражает «лингвистический портрет» передаваемой информации, которая не является точной копией объекта мысли по определению, однако, ярко предстает в сознании говорящего (который надеется на его адекватное воспроизведение в воображении адресата) на основе выделения существенных (максимально информативных) для языковой общности признаков.

Употребление колоративов – это непрерывный процесс, связанный с лингвокреативной деятельностью человека. Функционируя в различное время, лексемы-колоративы входят в состав лексико-семантической группы «цвет» русского языка и активный запас лексики. При снижении актуальности слов лексемы переходят в пассивный запас, оставаясь зарегистрированными в лексикографических источниках. В результате значимым представляется вывод, что на том или ином хронологическом этапе развития языка происходят изменения состава лексико-семантической группы, связанные с лингвистическими факторами, обусловленными возникновением новых реалий в жизни социума.

Некоторые попытки рассмотреть диалектные колоративы, в том числе и с учетом культурных особенностей, уже предприняты. М. А. Харламовой в статье «Белое - венчальное, чёрное - печальное: антиномия чёрное - белое в говорах среднего Прииртышья» выявляет древние и новые значения, раскрывающие признаки концепта «чёрное - белое». Для нашего исследования актуален вывод М. А. Харламовой о том, что белый цвет в говорах

Среднего Прииртышья не только актуализируется в контекстах с древней оппозицией светлый - тёмный и новой чёрный - белый, но и имеет богатую семантическую парадигму: «номинативный класс слов реализует разные смыслы синкретичного имени: «чистый», «светлый», «добрый», «белый», «ленивый» и др. В группе чёрного цвета манифистируются семы «тёмный», «плохой», «непрозрачный», «чёрный» и др.» С.С. Кузнецова в статье «Цветообозначения диалектной языковой личности: функционально-семантический аспект» рассматривает функционирование цветообозначений в дискурсе носителя традиционной народно-речевой культуры. Она выявила, что номинация цвета в идиолексиконе диалектоносителя часто сопряжена с экспрессивностью (проявляющейся через ее компоненты - оценочность, образность, интенсивность) и выражением субъективных смыслов говорящего (доброжелательность или эмоциональное воздействие на собеседника). То есть С. С. Кузнецова, как и М. А. Харламова и многие другие исследователи, обращает внимание на оценочность цветообозначений (ЦО). Однако критерии оценки, по её данным, отличаются - они скорее прагматические, чем эстетические (как в художественной речи).

Д.А. Тараканова в статье «Символическое» в семантике цветообозначений в народной культуре (лингвокультурологический аспект)» проводила исследование на материале свадебного обряда сибирских говоров Среднего Приобья и определила триаду «белый - чёрный - красный» как основу цветовой картины мира в народной культуре. Мы согласны с Д. А. Тараканową в том, что ЦО в народной культуре репрезентируют целостную модель бытия, модель мира, а их символическая семантика передает духовный опыт, накопленный этносом.

Однако ни в одном из исследований не видим собственно лексических диалектизмов, означающих цвет. Исследуемые М. А. Харламовой, С. С. Кузнецовой и Д. А. Таракановой ЦО являются общеупотребительными, и рассматривается их функционирование в диалектном дискурсе.

Список литературы

[1]. Ахманова, О. С. (2009). Очерки по общей и русской лексикологии. Изд. 3-е. *М: Книжный дом «Либроком*.

[2]. Алиев У. Б. Сопоставительное изучение языков должно быть всесторонним. - Русский язык в национальной школе, 1957, № 3, с. 11-17.

[3]. Бахилина Н. Б. История цветообозначения русского языка. - М. : «Наука», 1975, 5-45с.

[4]. Брагина А. А. Красный, серый, голубой // Рус. яз. за рубежом. 1967. № 2. С. 89-91.

[5]. Брагина А. А. Цветовое определения и формирование новых значений слов и словосочетаний // Лексикология и лексикография. М., 1972. С. 73 - 104.

[6]. Василевич А. П. Цвет и названия цвета в русском языке / А. П. Василевич, С. Н. Кузнецова, С. С. Мищенко. - М. : Изд-во ЛКИ, 2011. - 216с.

[7]. Tashlanova, N.D. (2023). Tarixiy-leksikologik tadqiqotlarda rangli lug‘atning lingvomadaniy etnomadaniy va etnolingvistik xususiyatlarining tahlili, Buxoro davlat unuversiteti ilmiy jurnali, №10 noyabr.

[8]. Tashlanova, N.D. (2024). Semantic and structural features of the vocabulary of color designation in the russian language, European Journal of Humanities and Educational Advancemets (EJHEA), Vol.5. №02, 40-43.

[9]. Tashlanova, N.D. (2025). Лингвистический статус семантического поля и лексикосемантической группы, Research and implementation scientific-methodical journal, 3(1), 143-146.

[10]. Tashlanova, N.D. (2024). Toponimik atamalarning etimologiyasi va madaniy ahamiyatining o‘xshashligi va farqlari tahlili, Research and implementation scientific-methodical journal, 02 (12), 60-64.

[11]. Tashlanova, N.D. (2024). Ingliz, o‘zbek va rus tillarining rangli lug‘atidagi toponomik terminlarning o‘xshashliklari va farqlari tahlili (daryo nomlari misolida), Research and implementation scientific-methodical journal, 02 (11), 153-159.

[12]. Tashlanova N. Rangli lug‘atlardagi toponomik terminlarning o‘xshashliklari va farqlari tahlili (ingliz, o‘zbek va rus tillari misolida), O‘zMU Xabarlari Вестник НУУЗ, 8 (1), 307-311.

[13]. Tashlanova N. (2024). Изучение лексических вариаций в семантике цвета: сравнительный анализ семантике цвета, Xorijiy lingvistika va lingvodidaktika – Зарубежная лингвистика и лингводидактика – Foreign Linguistics and Linguodidactics, май 2024, 51-59.

KUCHLANISHI PAYTIDAGI ISSIQLIKNING BOSHQARILISHI MUSHAK XUSUSIYATLARI

A.Y. Eminov

Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: *Ushbu maqolada, mushak kuchlanishi paytidagi issiqlikning boshqarilishi xususiyatlari, uning energiya samaradorligi, ekologik ta'sir, texnik va innovatsion yondashuvlar va muammolari bahsolinishi maqsadga muvofiq o'rganilgan. Tadqiqotda, mushak kuchlanishi paytidagi issiqlikning boshqarilishining tahlili va optimallashtirishning muhimligi, energiya samaradorligini oshirishning qanday tajribalar bilan olib borilishi, ekologik ta'sirini minimalizatsiya qilishning qanday texnik vositalar orqali amalga oshirilishi, va innovatsion yondashuvlar va muammolari keltirilgan.*

Kalit so'zlar: *Mushak kuchlanishi, issiqlik, energiya boshqarilishi, energiya samaradorligi, ekologik ta'sir, innovatsiyalar, texnik yondashuvlar, muammolar, optimallashtirish.*

Аннотация: *В статье обсуждаются особенности управления теплом при мышечном напряжении, его энергоэффективность, воздействие на окружающую среду, технические и инновационные подходы и проблемы. В исследовании представлена важность анализа и оптимизации управления теплом во время мышечного напряжения, способы повышения энергоэффективности, какие методы можно использовать для минимизации воздействия на окружающую среду, а также представлены инновационные подходы и проблемы.*

Ключевые слова: *Мышечное напряжение, тепло, энергоменеджмент, энергоэффективность, воздействие на окружающую среду, инновации, технические подходы, проблемы, оптимизация.*

Abstract: *In this article, the characteristics of heat management during muscle tension, its energy efficiency, environmental impact, technical and innovative approaches and problems are discussed. In the study, the importance of analysis and optimization of heat management during muscle tension, how energy efficiency can be improved, what techniques can be used to minimize environmental impact, and innovative approaches and challenges are presented.*

Key words: *Muscle tension, heat, energy management, energy efficiency, environmental impact, innovation, technical approaches, problems, optimization.*

Mushak to‘qimasining qisqarishi issiqlikning hosil bo‘lishi bilan birga o‘tadi, uning miqdori mushak ishining jadalligi va davomiyligiga bog‘liq. Issiqlik ajralishining qiyinlashishi paytida, mushakda issiqlik hosil bo‘lishi nisbatan qisqa
vaqt davomida tana haroratining patologik chegaralarga qadar ortishini chaqirishi mumkin. Agarda, mo‘tadil mushak ishi va havo harorati 38 gradus bo‘lgan paytda, suv o‘tkazmaydigan libos yordamida terning tana yuzasidan bug‘lanishi bartaraf qilinsa, unda, 20-30 minutdan keyin tana harorati chegaraviy darajaga qadar (40 gradusgacha) ko‘tariladi. Tashqi harorat yuqori bo‘lgan sharoitda katta jadallikdagi jismoniy mashqlarni bajarish paytida,tana haroratining o‘sishi samarasi Selsiy bo‘yicha 43 gradusgacha yetishi mumkin, bu holat, mushak ishi– organizmdagi issiqlik balansini belgilaydigan kuchli biologik omil hisoblanishini ko‘rsatadi.

Shuni aytish lozimki, jadal mushak ishishi paytida issiqlikni boshqarish jarayonlarining chuqur qayta qurilishiga shart-sharoitlar yaratiladi. Bu, avvalambor, kuchangan mushak ishiga javoban issiqlikni boshqarish mexanizmlarining kuchli qayta qurilishida ifodalanadi. Mazkur hodisaning mazmun-mohiyati issiqlikni boshqarishning jismoniy mexanizmlarini: bug‘lanishni, issiqlikning o‘tkazilishini va issiqlikning nurlanishini safarbar qilinishidan tashkil topgan. Jismoniy mashqlar jarayonida issiqlik terining tana yuzasidan bug‘lanishi vositasida uzatilish mexanizmi eng katta ahamiyatga ega bo‘ladi. Mushak ishi vaqtida tana haroratining ortishi holatida ter ajralishi reaksiyasining kuchayishi yuzaga keladi, bu yo‘l bilan ortiqcha issiqlikning organizmdan chiqarib yuborilishiga erishiladi. Demak, mushak ishi vaqtidagi ter ajralishi reaksiyasini organizmning qizib ketishi hodisasini u yoki bu darajada yuzaga kelishi to‘g‘risida dalolat beradigan muhim fiziologik ko‘rsatkich sifatida ko‘rib chiqish kerak. O‘qituvchi, jismoniy mashqlar bilan shug‘ullanish jarayonidagi ter ajralishining jadalligi bo‘yicha tananing qizib ketish darajasi to‘g‘risida va shundan

kelib chiqqan holda, mushak ishi vaqtidagi issiqlikning boshqarilishi shartlari va darajasi to‘g‘risidaxulosa chiqarishi mumkin.

Dinamik mushak ishi paytida haroratning ortib borishi bilan bug‘lanish vositasida issiqlik uzatilishining ahamiyati ortadi va issiqlikning nurlanishi va o‘tkazilishining fiziologik samarasi pasayadi.

Tananing qizib ketishi bilan birga o‘tadigan takroriy mushak ishi paytida, issiqlikni boshqarish mexanizmlarining moslashuvchi qayta qurilishi yuzaga keladi. Bunda, issiqlikka adaptatsiya qilish jarayonida, yangi vaqtinchalik asab aloqalarining hosil bo‘lishi asosida kimyoviy issiqlik boshqaruvini o‘zgarishi sodir bo‘ladi hamda asab hujayralarining gipertermiyaga chidamliligi ortadi.

Takroriy mushak ishi paytida kimyoviy issiqlik boshqaruvining o‘zgarishi, tana haroratining bir xildagi yoki kattaroq mushak yuklamasiga javoban kamayishi ko‘rinishida aniqlanadi.

Issiqlikka adaptatsiya qilish jarayonida asab markazlarining issiqlik ta’siriga chidamliligining ortishi, mushak ishi odam tanasining ancha darajada qizib ketishi sharoitlarida bajarish qobiliyatida namoyon bo‘ladi. Asab markazlarini yuqori haroratning ta’siriga moslashish imkoniyatini o‘rnatilishi bilan organizmning issiqlik ajralishi chegaralangan yoki mavjud bo‘lmagan sharoitlardagi chidamliligini oshirish istiqbollari kengayadi.

Shunday qilib, issiqlikka adaptatsiya qilish natijasida issiqlikni boshqarishning fiziologik mexanizmlari takomillashuviga va asab markazlarining gipertermiyaga chidamliligi ortishiga erishiladi, bu, birgalikda organizm qizib ketishga nisbatan chidamliligining yuqori darajasini belgilaydi.

Keltirilgan hodisa, odatdagi sharoitdagi mushak ishi paytida ham va yuqori tashqi harorat sharoitidagi jadal mushak ishi paytidaham sport ishchanlik qobiliyatini oshirish uchun muhim ahamiyatga ega.

Yuqori tashqi harorat sharoitida, jadal mushak ishini bajarish paytida ishchanlik qobiliyatining tez pasayishi an’anasi aniqlangan. Buning bevosita sababi – organizmning hayot uchun muhim bo‘lgan funksiyalarining issiqlik balansi buzilishi oqibatidagi keskin izdan chiqishidir.

Yuqori tashqi harorat sharoitida, kuchli mushak ishini bajarish paytida organizm reaksiyasining xarakterli xususiyati – xotira, iroda pasayishida, apatiya paydo bo‘lishida, asab jarayonlari muvozanati buzilishida, tabaqalashtirilgan harakat reaksiyalarining izdan chiqishida va boshqa holatlarda namoyon bo‘ladigan oliy asab faoliyatining yomonlashuvi hisoblanadi. Oliy asab faoliyatining keltirilgan siljishlari odamning harakat qobilyatining pasayishi bilan birga o‘tadi va birinchi navbatda, koordinatsiyasi bo‘yicha murakkab bo‘lgan erkin harakatlarni boshqarishda noqulay aks etadi.Yuqori tashqi harorat sharoitida jismoniy yuklamalarning organizmga ta’sir qilishining o‘ziga xos xususiyati yurak-tomir tizimining faoliyatida namoyon bo‘ladi.

Bunda, tananing qizib ketishi sharoitidagi kuchli mushak ishi paytida, mutlaqo salomat, lekin termoboshqaruvning murakkab sharoitlaridagi harakat faoliyatiga yetarlicha moslashmagan odamlarda qon aylanish a’zolarining noqulay reaksiyalari rivojlanishi mumkinligi sezilarli hisoblanadi. Bu, yuklamadan keyin yurak qisqarishlari chastotasini va arterial bosimning maksimal kattaligini o‘ta katta yoki uncha katta bo‘lmagan ortishida yohud ularning dastlabki darajadan pasayishida namoyon bo‘ladi. Shu bilan birga, mushak ishini bajarishga yaxshi tayyorgarlik ko‘rgan odamlarda, tashqi harorat yuqori bo‘lganida yurak-tomir tizimining yuqori funksioanl faolligi rivojlanadi.

Yuqori tashqi harorat sharoitidagi uzoq davom etadigan ish yurakdagi bioelektrik hodisalarning murakkab o‘tishini chaqiradi. Xususan, yuklamadan keyin sinusli taxikardiya ancha vaqt davomida saqlanadi, bu, yuklamadan keyin yurakning kuchangan holda ishlashi davom etishi to‘g‘risida dalolat beradi. Undan tashqari, tananing qizib ketishi bilan birga o‘tadigan ishdan keyin, me’dacha ichidagi o‘tkazuvchanlikning sekinlashishi holatlari kuzatiladi.

Shuni alohida aytish lozimki, vaqtning qisqa bo‘lagi davomida yuqori tashqi harorat sharoitidagi jadal mushak ishi paytida, yurak mushaklarining ortiqcha kuchlanishi va yurakning funksional imkoniyatlari pasayishi yuzaga kelishi mumikn.

Tananing ancha darajada qizib ketishi sharoitlarida sodir bo‘ladigan mushak ishi qonning shaklli elementlari hosil bo‘lishidagi chuqur siljishlar bilan birga o‘tadi. Organizmning qizib ketish sharoitlaridagi kuchli mushak ishi paytida plazma bilan qonning shaklli elementlari o‘rtasida sodir bo‘ladigan fizik-kimyoviy jarayonlar ancha darajada o‘zgaradi. Bunda, leykotsitoliz (leykotsitlarning degeneratsiyasi) jarayonining jadalligi to‘g‘risidagi masala alohida e’tiborga ega.

Leykotsitoliz jarayonining jadalligi to‘g‘risida parchalangan leykotsitlar qoldiqlari ko‘rinishidagi Botkin-Gumprext tanachalarining miqdori bo‘yicha xulosa qilinadi.

Yuqori tashqi harorat sharoitida ancha katta takroriy mushak yuklamalaridan keyin issiqlikning uzatilishini chegaralash bilan o‘tkazilgan tajribalarda, barcha leykotsitlarning 1/3 qismi parchalanish holatida bo‘lganligi kuzatilgan.

Leykotsitoliz jarayonining jadalligi ko‘rsatkichi – organizmni tashqi haroratni va quyosh radiatsiyasining yuqori sharoitlaridagi mushak ishi paytida moslashuvchanlik reaksiyalarining yo‘nalganligini tavsiflovchi muhim ob’ektiv mezon hisoblanadi.

Issiqlik boshqaruvining murakkab sharoitlaridagi mushak ishi paytida plazma bilan qonning shaklli elementlari o‘rtasida sodir bo‘ladigan fizik- kimyoviy jarayonlardagi chuqur o‘zgarishlar to‘g‘risida eritrotsitlarning cho‘kish reaksiyasining ancha darajada tezlishishi bo‘yicha xulosa qilish mumkin, bu reaksiya bir qator holatlarda soatiga 40 mm va undan ko‘p bo‘lishi mumkin.

Jadal harakat faoliyati va issiqlik ajralishining qiyinlashishi paytida o‘ta katta funksional yuklama ayiruv tizimiga tushadi. Yuqori tashqi harorat sharoitidagi mushak ishi paytida ter ajralishi keskin ortadi, bunda,jadal mushak ishi paytida organizmning keskin qizib ketishi bilan birga o‘tadigan terning yo‘qotilishi minutiga 55 grammga yetishi mumkin.

Yuqori tashqi harorat sharoitida issiqlik uzatilishining qiyinlashuvi bilan birga o‘tadigan uzoq davom etadigan va takroriy mushak ishi paytida terning yo‘qotilishi kuniga bir necha litrga yetishi mumkin, bu, suv-tuz-vitamin balansidagi yorqin ifodalangan siljishlar bilan birga sodir bo‘ladi.

Yuqori tashqi harorat sharoitida uzoq davom etadigan jadal mushak ishining ta’siri ostida buyrak to‘qimasining holati ancha darajada o‘zgaradi.

Organizmni ortiqcha qizib ketishi paytida, issiqlikni boshqarishning murakkab sharoitlarida organizmda shakllanadigan noqulay funksional o‘zgarishlar, harakat faolligining – kuch, tezkorlik, chidamlilik va epchillik sifatining sezilarli darajada pasayishi bilan birga sodir bo‘ladi.

Yuqori tashqi harorat sharoitidagi mushak ishi paytida organizm reaksiyasining ko‘rib chiqilgan xarakterli xususiyatlaridan, tananing qizib ketishi bilan birga o‘tadigan jadal harakat faoliyati vaqtning nisbatan qisqa bo‘laklarida organizmning hayoti uchun muhim bo‘lgan funksiyalarida chuqur o‘zgarishlarni va harakat faolligining sezilarli darajada pasayishini chaqirishi mumkin, degan amaliy dalil kelib chiqadi.

Odamning jismoniy statusi va jismoniy rivojlanishini aniqlovchi faktorlar sistemasida harakat faolligini boshlovchi rol o‘ynashi inkor etib bo‘lmas dalildir. Harakat og‘irligi yurak-kon tomirlari, bezlari faoliyati, (kostnaya-suyakli) to‘qimaning rivojlanishi va mushak tizimida, organizmning tashqi muhit ta’siriga
qarshiligida yakkol namoyon bo‘ladi. Aynan aktiv harakat jarayonida Yangi davriy aloqalar o‘rnatiladi. Yangi-yangi shartli reflektor aloqalar paydo bo‘ladi.

Sport bilan shugullanishda haddan tashqari harakat faolligi, ayniqsa, organizm kata ogirlikka tayyor bo‘lmasa, vegetativ tizim faoliyatidagi o‘zgarishlarga olib kelishi mumkin.

Harakat faolligi odamlarning rivoji va to‘gri o‘sishini nazorat qiluvchi biologik regulyator bo‘lib, shaxsning rivojlanishi va shakllanishida asos bo‘ladi.

Oxirgi yillarda turli yoshdagi odamlarning harakat faolligini o‘rganishga kata e’tibor beriladi.

Tushunarliki, harakat faolligi kamchiligi oxirgi yillarda sogliqni yomonlashtiruvchi asosiy omildir.

Aniqlanganki, nazorat qilinmaydigan harakat faolligi genetik tomondan belgilangan, shuningdek organizmning yosh-jinsiy hususiyatlarini ko‘rsatadi va bu borada tana o‘lchovlari,

organlar va tizimlarning funksional holati ko‘rsatkichi kabi biologik ko‘rsatkich hisoblanishi mumkin.

Ayni shu paytda odamning harakat faolligi ma’lum miqdorda ijtimoiy pedagogik ta’sirlar va atrof-muhit omillariga bogliq. Ularning hususiyatlari harakat faolligini chegaralagandek harakat rejimining optimizatsiyasiga asos bo‘ladi.

Ko‘pchilik mutaxassislar fikricha harakat faolligi ba’zi qatiy o‘rtacha kattaliklarda kundan kunga yotgan doimiy individual kattalikdir. Iqlimi mo‘tadil bo‘lgan joylarda u baxor va yozga nisbatan kuzda va qishda ancha pastroq.

Adabiyotlar.

[1]. Xodjaev F.X. Odam va hayvonlar fiziologiyasi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2017.
[2]. Yo‘ldoshev Sh.T. Odam anatomiyasi va fiziologiyasi asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2016.
[3]. Mirzaev A.M. Jismoniy tarbiya nazariyasi va metodikasi. – Toshkent: O‘zbekiston, 2020.
[4]. Rustamov B.B. Sport tibbiyoti asoslari. – Toshkent: Fan, 2018.
[5]. O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi. Sport fiziologiyasi fanidan o‘quv qo‘llanma. – Toshkent, 2021.
[6]. O‘zbekiston Milliy universiteti. Odam fiziologiyasi bo‘yicha o‘quv-uslubiy qo‘llanmalar. – Toshkent, 2015–2023.
[7]. Jismoniy tarbiya va sport ilmiy-tadqiqot instituti materiallari. Sport fiziologiyasi va termoregulyatsiya bo‘yicha ilmiy maqolalar to‘plami. – Toshkent, 2020.
[8]. O‘zbek tibbiyot jurnali. Fiziologiya va sport tibbiyoti bo‘yicha maqolalar. – Toshkent.

УДК 621.893:677.21

KOMPOZITSION POLIMER QOPLAMALARNING ELEKTRLANISH (ELEKTRIZATSIYA) JARAYONINI O‘RGANISH

Sh.O. Eminov*, D.N. Abdukarimova

Farg‘ona davlat texnika universiteti
Tel: +998(90)8069298, E-mail: sherzod.eminov@fstu.uz
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Polimerlar va organomineral to‘ldiruvchilarning turi va xususiyatiga qarab, xom paxta bilan ishqalanish jarayonida kompozitsion polimer qoplamalarni elektrlanish jarayonini o‘rganish natijalari keltirilgan. Xom paxta bilan sirpanish vaqtida elektrlanishning asosiy qonuniyatlari va kompozitsion polimer qoplamalarning elektro-fizik xossalarining o‘zgarishi aniqlangan. Kompozitsion polimer qoplamalarning elektrostatik xossalariga elektr o‘tkazuvchi to‘ldiruvchilar eng samarali ta’sir ko‘rsatib, ularning optimal fizik-mexanik xossalarini ta’minlaydi.*

Kalit so‘zlar. *Epoksifuran smolalar, furanoepoksidli slanes oligomeri, temir kukuni, plastifikator,polietilen, polipropilen, polikarbonat, saja, grafit, kaolin, fizik-mexanik xossalari, antifriksion-yeskirishgachidamli material.*

Annotation.*The results of studying the process of electrification of composite polymer coatings during frictional interaction with raw cotton depending on the type and nature of polymers and organic-mineral fillers are presented. The basic laws of electrification and changes in the electrophysical properties of composite polymer coatings when sliding with raw cotton are established. It has been shown that the most effective effect on the electrostatic properties of composite polymer coatings is electrically conductive fillers, ensuring their optimal physical and mechanical properties.*

Keywords: *epoxifuran resins, furano-epoxidic shale oligomer, iron powder, plasticizer, polyethylene, polypropylene, polycarbonate, soot, graphite, kaolin, physicomechanical properties, anti-friction and wear-resistant materials*

Аннотация. *Приведены результаты изучения процесса электризации композиционных полимерных покрытий при фрикционном взаимодействии с хлопком-сырцом в зависимости от вида и природы полимеров и органоминеральных наполнителей. Установлены основные закономерности электризации и изменения электрофизических свойств композиционных полимерных покрытий при скольжении с хлопком-сырцом. Показано, что наиболее эффективно воздействуют на*

электростатические свойства композиционных полимерных покрытий электропроводящие наполнители, обеспечивающие их оптимальные физико-механические свойства.

Ключевые слова: *эпоксивурановые смолы, фурано-эпоксидный сланцевый олигомер, железный порошок, пластификатор, полиэтилен, полипропилен, поликарбонат, сажа, графит, каолин, физико-механические свойства, антифрикционные и износостойкие материалы.*

Kirish. Kompozitsion polimer materiallarning elektro-fizik, elektrostatik va antifriksion xossalarini boshqarish yo‘llaridan biri ularning tarkibiga elektr o‘tkazuvchi va yarimo‘tkazgich xususiyatiga ega organomineral to‘ldiruvchilarni kiritish hisoblanadi. Bundan tashqari, organomineral to‘ldiruvchilarni qo‘shish polimer qoplamalarning tribotexnik xossalarini ularning fizik-mexanik xususiyatlari — mikroqattiqlik, shishalanish harorati va boshqalarni optimal tarzda boshqarish orqali yaxshilash imkonini beradi.

Tadqiqot obyektlari va usullari. Tadqiqot obyektlari sifatida epoksid smola ED-16, furano-epoksid smola FAED-20 va furano-epoksid-slanetsli oligomer FAEIS-30, polietilenpoliamin (PEPA), dibutilftalat (DBF), mineral to‘ldiruvchilar — kaolin va talk, uglerod-grafitli to‘ldiruvchilar — qurum (saja) va grafit, metall kukunli to‘ldiruvchilar — mis oksidi, temir kukuni, alyuminiy kukuni, bronza kukuni hamda temir oksidi tanlab olindi.

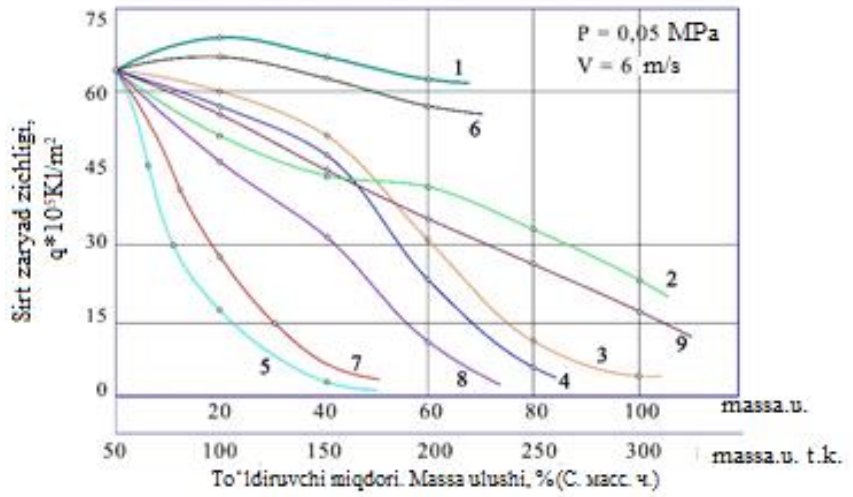
Qarshi jism sifatida seleksion S-6524 navli paxta xomashyosi (qo‘lda va mashinada terilgan) ishlatildi, uning namligi 7,0 % dan 50,0 % gacha o‘zgartirildi.

Kompozitsion polimer qoplamalarning elektrlanish va tribotexnik xossalari O‘z DSt 3330:2018 ga muvofiq diskli tribometrda aniqlandi. Kompozitsion polimer qoplamalarning elektr xossalari esa GOST 6433.1-71 bo‘yicha E6-13 teraommetr va V7-30 voltmetr-elektrometr yordamida baholandi.

Olingan ilmiy natijalar va ularning muhokamasi. Tanlangan to‘ldiruvchilarning elektro-fizik tabiati va konsentratsiyasining polimer qoplamalarning paxta xomashyosi bilan o‘zaro ta’sirida elektrlanish jarayoniga ta’siri o‘rganildi [3].

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, to‘ldiruvchilar kiritilganda, polimer va to‘ldiruvchi turidan qat’i nazar, ishqalanishning barqarorlashgan sirpanish rejimida qoplama musbat, paxta xomashyosi esa manfiy qutblanishni saqlab qoladi.

1–2-rasmlarda S-6524 navli paxta xomashyosi bilan sirpanish ishqalanishi sharoitida tanlangan polimer materiallarning elektrlanishiga to‘ldiruvchi miqdorining ta’siri bo‘yicha eksperimental tadqiqot natijalari keltirilgan. Ko‘rinib turibdiki, kaolin mineral to‘ldiruvchisini kiritish ED-16, FAED-20 va FAEIS-30 tarkibida 20–40 massa ulushi miqdorida kompozitsion polimer qoplamalarning elektrlanishini biroz oshiradi, yuqori konsentratsiyalarda esa sirt zaryad zichligini faqat ozgina kamaytiradi.



1 – kaolin; 2 – mis oksidi; 3 – temir kukuni; 4 – alyuminiy kukuni; 5 – qurum (saja); 6 – talk; 7 – grafit; 8 – bronza kukuni; 9 – temir oksidi.
1-rasm. ED-16 asosidagi kompozitsion polimer qoplamalarda sirt zaryad zichligining to‘ldiruvchi turi va miqdoriga bog‘liqligi.

Kaolinning polimer qoplamalarning elektrlanishiga bunday ta’siri, ehtimol, uning yetarlicha yuqori elektr izolyatsion xususiyatlari bilan bog‘liq. ED-16, FAED-20 va FAEIS-30 tarkibida kaolin miqdori 20–40 massa ulushigacha bo‘lganda, kompozitsion polimer qoplamalarning elektro-fizik xossalari o‘zgarmaydi, biroq fizik-mexanik xossalariga (1–2-rasmlar) ta’sir qiladi, bu esa sirt zaryad zichligining biroz ortishiga olib keladi.

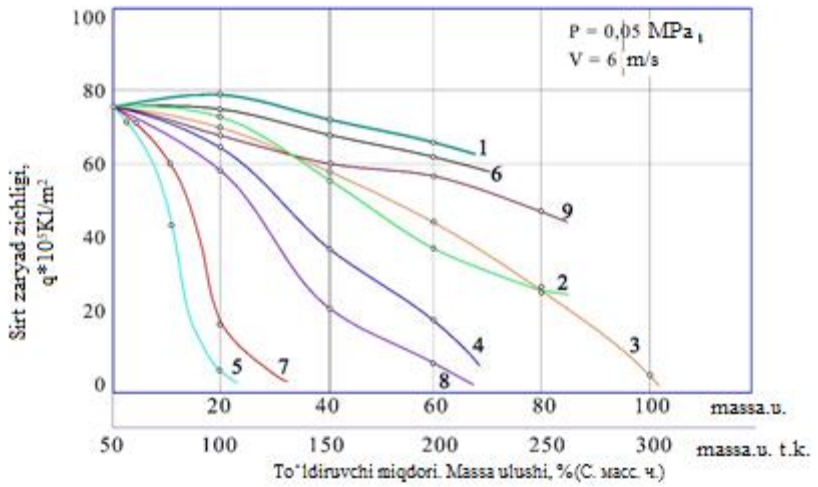
Kaolin miqdorining yanada oshirilishi bilan kompozitsion polimer qoplamalarning elektrlanishining kamayishi, ehtimol, kompozitsiyaning solishtirma hajmiy elektr qarshiligi (ρv) va

solishtirma sirt elektr qarshiligi (ρs) ning kamayishi bilan bog‘liq, chunki to‘ldiruvchilarning o‘z elektro-fizik xossalari bog‘lovchi moddanikiga nisbatan pastroqdir.

Epoksid va furano-epoksid polimerlar tarkibiga kaolin kiritilganda, termoishlov jarayonida termo-destruktsiya mahsulotlari hosil bo‘ladi, ular kaolin yuzasiga adsorbatsiya qilinib, makonli tarmoq hosil bo‘lishiga yordam beradi [1], bu esa kompozitsiyaning elektr o‘tkazuvchanligiga va shuning natijasida qoplamalarning elektrlanishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Sirt zaryad zichligining eng katta kamayishi, kutilganidek, temir kukuni, alyuminiy va bronza kukuni, qurum (saja) va grafit kabi elektr o‘tkazuvchi to‘ldiruvchilar kiritilganda kuzatiladi.

Eng samarali tarzda polimer qoplamalarning elektrlanishini kamaytiruvchi modda esa qurum va grafit bo‘lib, bu ularning yuqori elektr o‘tkazuvchanligi bilan izohlanadi. Natijada, polimer qoplamalarning solishtirma sirt va solishtirma hajmiy qarshiligi PNP da 5 massa ulushi qurumda, FAED-20, FAEIS-30 va ED-16 da esa 10 massa ulushi qurumda keskin kamayadi.



1 – kaolin; 2 – mis oksidi; 3 – temir kukuni; 4 – alyuminiy kukuni; 5 – qurum (saja); 6 – talk; 7 – grafit; 8 – bronza kukuni; 9 – temir oksidi.
2-rasm. FAEIS-30 asosidagi polimer qoplamalarda sirt zaryad zichligining to‘ldiruvchi turi va miqdoriga bog‘liqligi.

Shu bilan birga, zaryadlarning oqim yo‘llari oshadi va natijada qoplamalarning elektrlanishi kamayadi. Elektr o‘tkazuvchi to‘ldiruvchilar kiritilganda polimer qoplamalarning yuqori elektr o‘tkazuvchanligi polimer hajmida zanjirli tuzilmaning hosil bo‘lishi bilan izohlanadi.

Elektr o‘tkazuvchi to‘ldiruvchilar miqdori oshishi bilan sirt zaryad zichligining umumiy kamayish xususiyati, ehtimol, shundan iboratki, uch komponentli “paxta xomashyosi–polimer–to‘ldiruvchi” tizimida paxta xomashyosi bilan to‘ldiruvchi o‘rtasidagi kontakt maydonlari kengayadi va polimer qoplamaning yuzasida hosil bo‘lgan zaryadlar elektr o‘tkazuvchi to‘ldiruvchi orqali zanjir bo‘yicha oqib ketadi. Qurumning grafitga nisbatan polimer qoplamalarning elektrlanish jarayonlariga samaraliroq ta’sir ko‘rsatishi, uning o‘zining yuqori solishtirma elektr qarshiligiga qaramay, qurum zarrachalarining faol yuzasi bilan polimerlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir bilan bog‘liq bo‘lib, zarrachalarda mavjud bo‘lgan funksional guruhlar orqali, xususan, poliar polimerlar bilan kimyoviy bog‘lanishlar hosil bo‘lishi mumkin [2].

Olingan natijalarni tahlil qilish (1–2-rasmlar) shuni ko‘rsatadiki, temir kukunining solishtirma elektr qarshiligi qurum va grafitga nisbatan yuqori, alyuminiy kukuniga nisbatan esa pastroq. Shu bilan birga, temir kukuni bilan to‘ldirilgan polimer qoplamalarning sirt elektrostatik zaryad zichligi qurum va alyuminiy kukuni bilan to‘ldirilgan qoplamalarga nisbatan biroz yuqoriroq. Faqat yuqori miqdordagi temir kukuni qo‘shilganda polimer qoplamalarning sirt zaryad zichligi keskin kamayadi.

Buning sababi, bir xil to‘ldiruvchi miqdorida polimer qoplamaning hajmida zarrachalarning zichligi farq qilgani bilan bog‘liq. Masalan, kaolin, alyuminiy kukuni, qurum va mis oksidi kabi to‘ldiruvchilar 50 massa ulushigacha bo‘lgan temir kukuni bilan birgalikda bir-biriga bog‘lanmagan alohida zarrachalar sifatida taqsimlanadi. To‘ldiruvchi miqdori yanada oshirilganda makonli zanjirli tuzilma hosil bo‘ladi va elektrostatik zaryadlar nafaqat yuzada, balki qoplamaning hajmida ham oqadi.

Temir kukunining yuqori o‘ziga xos og‘irligi tufayli uning polimer hajmidagi taqsimlanishi notekis bo‘ladi. Shunday qilib, ED-16, FAED-20 va FAEIS-30 asosidagi kompozitsiyalarda ularning qotish jarayonida temir kukuni polimer qatlamining pastki qismida cho‘kadi, zanjirli

tuzilma hosil bo‘ladi, yuzaga yaqin esa temir kukuni alohida zarrachalar sifatida taqsimlanadi. Shu kabi zarrachalarning taqsimlanishi polimer qoplamalarning elektrlanishi faqat yuqori to‘ldiruvchi miqdorida sezilarli darajada kamayishiga olib keladi [4].

Polimer materiallarning tabiati ham to‘ldiruvchi zarrachalarning qoplama hajmidagi taqsimlanishiga ta’sir qiladi. Masalan, kamroq yopishqoq furano-epoksid qoplamalarda to‘ldiruvchi zarrachalarning taqsimlanishi nisbatan teng bo‘ladi, faqat temir kukuni bundan mustasno. Bu FAED-20 va FAEIS-30 qoplamalarida ED-16 ga nisbatan elektrlanishning ko‘proq kamayishiga olib keladi [5].

Xulosa. Shunday qilib, polimer qoplamalarning elektro-fizik xossalarining to‘ldiruvchi turi va miqdoriga bog‘liq o‘zgarish qonuniyatlari o‘rganildi. Ko‘rsatildi-ki, polimer qoplamalarning elektrostatik xossalariga eng samarali ta’sir ko‘rsatadigan to‘ldiruvchilar elektr o‘tkazuvchi xususiyatga ega bo‘lgan moddalardir (qurum va grafit), ular anti-elektrostatik kompozitsion polimer qoplamalarning fizik-mexanik xossalarini optimal darajada ta’minlaydi.

Adabiyotlar

[1]. Исследование физико-химических и технологических свойств Na-карбосиметилцеллюлозы и композиционной порошкообразной госсиполовой смолы от их концентрации. Д.Н. Абдукаримова, К.С. Негматова, Ш.О. Эминов - Universum: технические науки, 2020.

[2]. Eminov S. O., Xokimov A. E. Composite polymer materials for use in working bodies of cotton processing machines and mechanisms //ISJ Theoretical & Applied Science. – 2021. – Т. 11. – №. 103. – С. 922-924.

[3]. Химическая активация минерализованной массы с помощью нитрата аммония и нитрата цинка. Ш.С. Намазов, Ш.Ш. Ташпулатов, С.С. Ортыкова, Ш.О.Эминов- Universum: технические науки, 2021.

[4]. Изучение физико-химических свойств наполнителей для производства композиционных химических препаратов. Д.Н. Абдукаримова, К.С. Негматова, Ш.О. Эминов - Universum: технические науки, 2021.

[5]. Исследование влияния электрофизической природы и концентрации наполнителей на процесс электризации композиционных полимерных покрытий при взаимодействии с хлопком-сырцом. Ш.О. Эминов, Д.Н. Абдукаримова - Universum: технические науки, 2020.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ФЕРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ш.И. Домуладжанова

Ферганский государственный технический университет
E-mail. domuladjanova8787@mail.ru
Тел. +998905823247

(Получена 10.03.2026 г.)

***Аннотация**. В данной статье рассматривается экологическое состояние Ферганской области, одного из наиболее густонаселённых и индустриально развитых регионов Узбекистана. Проанализированы основные факторы антропогенного воздействия на окружающую среду, включая интенсивное сельское хозяйство, промышленное производство и рост транспортной нагрузки. Особое внимание уделено проблемам загрязнения атмосферного воздуха, водных ресурсов, деградации почв и накопления отходов. Рассмотрены последствия нерационального природопользования и их влияние на устойчивость экосистем региона. Также освещены меры, предпринимаемые для улучшения экологической ситуации, включая внедрение водосберегающих технологий, модернизацию очистных сооружений и развитие экологического мониторинга. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода к решению экологических проблем и обеспечению устойчивого развития Ферганской области.*

***Ключевые слова:** Ферганская область, экологическое состояние, окружающая среда, загрязнение воздуха, водные ресурсы, деградация почв, антропогенное воздействие, устойчивое развитие, экологический мониторинг, природопользование*

***Annotasiya.** Ushbu maqolada Farg‘ona viloyatining ekologik holati, O‘zbekistonning eng zich aholi yashaydigan va sanoat jihatdan rivojlangan hududlaridan biri sifatida, ko‘rib chiqiladi. Atrof-muhitga antropogen ta’sirning asosiy omillari, jumladan intensiv qishloq xo‘jaligi, sanoat ishlab chiqarishi va transport yuklamasining ortishi tahlil qilingan. Atmosfera havosining ifloslanishi, suv resurslari, tuproq*

degradatsiyasi va chiqindilar to‘planishi muammolariga alohida e’tibor qaratilgan. Noto‘g‘ri tabiiy resurslardan foydalanish oqibatlari hamda ularning mintaqa ekotizimlari barqarorligiga ta’siri ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, suvni tejovchi texnologiyalarni joriy etish, tozalash inshootlarini modernizatsiya qilish va ekologik monitoringni rivojlantirish kabi ekologik holatni yaxshilashga qaratilgan chora-tadbirlar yoritilgan. Farg‘ona viloyatida ekologik muammolarni hal etish va barqaror rivojlanishni ta’minlash uchun kompleks yondashuv zarurligi haqida xulosa qilingan.

Kalit so‘zlar: *Farg‘ona viloyati, ekologik holat, atrof-muhit, havo ifloslanishi, suv resurslari, tuproq degradatsiyasi, antropogen ta’sir, barqaror rivojlanish, ekologik monitoring, tabiiy resurslardan foydalanish*

Abstract. *This article examines the environmental state of the Fergana Region, one of the most densely populated and industrially developed areas of Uzbekistan. The main factors of anthropogenic impact on the environment are analyzed, including intensive agriculture, industrial production, and the increasing transport load. Particular attention is paid to the problems of air pollution, water resources, soil degradation, and waste accumulation. The consequences of irrational use of natural resources and their impact on the stability of the region’s ecosystems are considered. The article also highlights measures aimed at improving the environmental situation, including the introduction of water-saving technologies, modernization of treatment facilities, and the development of environmental monitoring. It concludes that a comprehensive approach is necessary to address environmental issues and ensure the sustainable development of the Fergana Region.*

Kew words: *Fergana Region, environmental state, environment, air pollution, water resources, soil degradation, anthropogenic impact, sustainable development, environmental monitoring, natural resource management*

Ферганская область, расположенная в восточной части Узбекистан, является одним из наиболее густонаселённых и экономически активных регионов страны. Уникальное географическое положение в пределах Ферганская долина способствует развитию сельского хозяйства, промышленности и транспортной инфраструктуры. Однако интенсивная хозяйственная деятельность оказывает значительное влияние на экологическое состояние региона, формируя ряд актуальных природоохранных проблем.

Природно-климатические условия области характеризуются континентальным климатом, ограниченными водными ресурсами и высокой степенью освоенности земель. Основным источником водоснабжения является река Сырдарья, а также её притоки и ирригационная сеть. Масштабное использование воды для орошения сельскохозяйственных угодий приводит к снижению уровня водных ресурсов, ухудшению их качества и вторичному засолению почв. В условиях нерационального водопользования возрастает риск деградации агроландшафтов.

Существенное воздействие на окружающую среду оказывает промышленный сектор. В регионе функционируют предприятия химической, нефтеперерабатывающей и текстильной отраслей, включая такие крупные объекты, как Ферганский нефтеперерабатывающий завод. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, а также сбросы сточных вод без достаточной очистки негативно влияют на качество воздуха и водных ресурсов. В городах области наблюдается рост уровня загрязнения атмосферного воздуха, связанный также с увеличением автотранспортной нагрузки.

Серьёзной экологической проблемой остаётся деградация почв. Интенсивное земледелие, применение минеральных удобрений и пестицидов, а также нарушение агротехнических норм приводят к ухудшению структуры почвы, снижению её плодородия и накоплению токсичных веществ. Дополнительным фактором является эрозия почв, особенно в предгорных районах.

Отдельного внимания заслуживает проблема отходов. Увеличение численности населения и развитие промышленности сопровождаются ростом объёмов твёрдых бытовых и промышленных отходов. Недостаточная развитость системы их переработки и утилизации приводит к образованию несанкционированных свалок, загрязнению почв и подземных вод.

В последние годы в регионе предпринимаются меры по улучшению экологической ситуации. Реализуются программы по рациональному использованию водных ресурсов, внедрению водосберегающих технологий, модернизации очистных сооружений и повышению экологической ответственности предприятий. Особое значение имеет развитие экологического мониторинга и повышение уровня экологической культуры населения.

Таким образом, экологическое состояние Ферганской области остаётся напряжённым, но управляемым. Решение накопившихся проблем требует комплексного подхода, включающего совершенствование природоохранной политики, внедрение современных технологий и активное участие общества. Только при условии сбалансированного взаимодействия экономики и экологии возможно обеспечение устойчивого развития региона и сохранение его природного потенциала.

Острой проблемой, с точки зрения обеспечения экологической безопасности Республики Узбекистан, является дефицит и загрязненность поверхностных водных ресурсов. Реки, каналы, водохранилища республики испытывают на себе разностороннее антропогенное воздействие. В связи с широкомасштабным освоением новых земель, экстенсивным развитием промышленности, животноводства, урбанизацией, строительством коллекторно- дренажных систем и забором речной воды для орошения, качество воды в речных бассейнах стало прогрессивно ухудшаться. Качественный состав воды рек, расположенных в зоне формирования стока, складывается из загрязнений от выноса горных пород, слагающих русла рек, и стоков, образующихся в результате хозяйственной деятельности человека. Анализ имеющейся информации свидетельствует, что индекс загрязненности воды (ИЗВ) практически для всех рассматриваемых водотоков за последние 3 года практически не изменился и соответствует III классу качества вод (умеренно загрязненные).

Основными факторами неудовлетворительного качества трансграничных вод региона являются: повышенное содержание солей и повышенная жесткость воды, биологическое загрязнение, фенолы, пестициды, нефтепродукты, металлы. На количество и доступность воды влияют: система управления водой, состояние ирригационных систем, климатические факторы. Ферганская долина Узбекистана (Андижанская, Наманганская и Ферганская области) – наиболее сложный с экологической точки зрения район, где сконцентрирован целый ряд проблем. «Лидер» по объему ущерба, нанесенного окружающей среде, - нефтегазодобывающая и горнодобывающая промышленность. Утечки газа и нефти, происходящие по причине устаревшей инфраструктуры, приводят к загрязнению атмосферы метаном, которого в среднем сжигается и выбрасывается в атмосферу примерно 1 млн. тонн в год. Горящие "факелы" над Ферганской долиной - наглядный символ бесхозяйственности и бездарного отношения к природе.

Ферганская долина является почти замкнутой межгорной тектонической впадиной, окруженной тремя кулисами горных возвышенностей, чем и объясняются все её природные особенности в том числе и галогеохимия почвенного покрова. Для неё характерна своеобразная фациально-ландшафтная литогеохимическая зональность, что отличает её от предгорных и аллювиальных равнин. Вся история развития долины представлена единым процессом привноса и отложения твердого стока, миграции и аккумуляции геохимических соединений.

Для улучшения мелиоративной и экологической обстановки в регионе необходимо осуществить комплекс мероприятий, включающий: реконструкцию мелиоративных систем с целью повышения коэффициента использования воды и эффективности работы дренажа, исключение или сведение к минимуму сброса коллекторно-дренажных вод в реки, уменьшение оросительных норм, улучшение качества оросительной воды, снижение уровня грунтовых вод, ликвидацию причин засоления почв.

Комплексная мелиорация должна быть направлена на сохранение и улучшение природного плодородия почв и экологических условий на орошаемых массивах и геохимически сопряженных ландшафтах с елью улучшения среды обитания человека.

Список литературы

[1]. Загрязнение водных объектов Ферганской долины И.Х. Домуладжанов, М.А. Абдуллаева, Н.Н. Абдуганиев
[2]. Каримов, А. Х. Экологическая безопасность и устойчивое развитие регионов Узбекистана. — Ташкент: Академнашр, 2019.
[3]. Рахманов, Б. Б. Экологическая ситуация Ферганской долины: факторы риска и направления улучшения. // Журнал «Экология и охрана природы», 2022. — №4. — С. 45–52.
[4]. Сатторов, М. М. Проблемы загрязнения атмосферного воздуха в крупных городах Узбекистана. // Материалы респ. науч. конф. — Ташкент, 2017. — С. 112–118.

МУАЛЛИФЛАР ДИҚҚАТИГА !

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 А4 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 оралиқ** билан ёзилади ва икки нусхада тақдим қилинади. Мақолалар ҳажми чизмаларсиз **саккиз саҳифа**дан, қисқа хабарлар эса **уч саҳифа**дан 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 борича сонлар ёки ҳарфлар кўринишида берилиши ва улар мақола саҳифасида ёки чизмага иловада тушунтирилиши лозим. Мақолада чизмалар сони **4 та**гача, қисқа хабарларда эса **2 та**гача 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 қатъий кетма-кетликда равон тилда баён қилиниши лозим.

7. Таҳририят зарурат бўлганда тақдим этилган мақола ва қисқа хабарларни таҳрир қилиш ҳуқуқига эга. Улар сўзсиз таҳририят аъзоларига ёки бошқа тегишли мутахассисларга тақризга берилади.

8. Агар мақола муаллифга қайта ишлаш учун қайтарилса, мақоланинг охирги кўриниши олинган кундан бошлаб мақола таҳририятга тушган ҳисобланади.

Журнални чоп этишда doc. MS Word 97 (2003) таҳририда ишловчи дастурлардан фойдаланилади.

Мақолаларини ўз вақтида чоп этилишини истаган муаллифлар таҳририятга ана шу дастурдан фойдаланган ҳолда компьютерда терилган электрон вариантини тақдим этишлари мақсадга мувофиқдир.

9. ***Журналнинг электрон вариантларини ФДТУ веб-сайти http://www.ferstu.uz (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal) дан топиш мумкин.***

Кўрсатилган қоидалар асосида тайёрланмаган мақолалар таҳририят томонидан қабул қилинмайди.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ !

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, вверху и внизу 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 10х10 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.ferstu.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.ferstu.uz (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

Articles that are not prepared based on the specified rules will not be accepted by the editorial office.

ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ
ТАҲРИРИЯТИ:

Масъул муҳаррир	Н.Х. Юлдашев
Мусаҳҳиҳ	А.Ш. Нигматуллина
Мусаҳҳиҳ	Д.Х. Мамажонова
Компьютерда саҳифаловчи	С.Э. Йўлдашева

Таҳририят манзили:
150107. Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86 уй.
Телефон: 241-13-54.
Факс: 241-12-06.
Бизнинг сайт: http://www.ferstu.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: 16.04.2026 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.