

ISSN 2181-7200

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН
ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

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



2025. Том 29. № 1

**НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ФерПИ**

**SCIENTIFIC – TECHNICAL
JOURNAL of FerPI**

ФАРҒОНА – 2025

ФарПИ 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

Ў.Р. САЛОМОВ

Тахрир хайъати:

Физика-математика фанлари:

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

Механика:

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

Қурилиш:

1. Аббасов Ё.С., т.ф.д., проф. – Фар ПИ
2. Ақромов Х.А., т.ф.д., проф. – Тош АҚИ
3. Одилхажиев 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, электрон қурилмалар ва ахборот технологиялар

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

Кимёвий технология ва экология

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

Ижтимоий-иқтисодий фанлар

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

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ФерПИ

Издаётся с 1997 года.
Выходит 6 раз в год.

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

Главный редактор

У.Р. САЛОМОВ

Редакционная коллегия:

Ё.С. Аббасов, Б.А. Алиматов, Х.А. Ақромов, Н.М. Арипов, Ю.Ю. Вайткус, Г.Н. Валиев, К.Е. Ертаев, А.А. Ибрагимов, О.О. Ибрагимов, М.А. Иқромов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Касимахунова, Р.А. Муминов, И. Нуриддинов, А.Э. Одилхажиев, 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. Тухтақузиёв, Ш.Н. Файзиматов, Б.Э. Хайриддинов, Ш.Ш. Хамдамова, З.А. Хамроқулов, Н.Б. Шинкова, С.Ф. Эргашев, Н.Х. Юлдашев (ответственный редактор)

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL of FerPI

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

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

Editor-in-chief

U.R. SALOMOV

Editorial board members:

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

ФУНДАМЕНТАЛ ФАНЛАР

Siddiqov R.U., Sulaymonov X.M., Yuldashev N.X. Mikroto'lqinli maydon ta'sirida $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Sb}_3$ qattiq eritmasi asosida plyonkalarining tenzoelektrik va dielektrik xususiyatlarini o'rganish	9
--	---

МЕХАНИКА

Bazarov B.I., Ernazarov A.A. Shahar atrofida yo'lovchi tashishni tashkil etish mexanizmlarini optimallashtirish	21
Xamdamov X.A., Allaniyazov G'.Sh. Yangi tuzilishdagi hosilali glad to'qimalarining texnologik ko'rsatkichlari tadqiqi	27
Azambaev M.F. Момик сифатини оширишда назарий асослар	32
Tojiyev R.J. Detonatsiya to'lqini energiyasidan foydalangan holda ipak qurtini o'ldirish usuli	36
Isomidinov A.S., Rajabova N.R. Gazlarni tozalovchi skrubberning gidravlik qarshiligi va tozalash samaradorligini tadqiq etish	42
Jumayev A.S. Modernizatsiya qilingan tasmali konveyer rolikli mexanizmlarining tajribaviy tadqiqot natijalari tahlili	47
Parpiyev X., Guocheng Zhu., Erkinov Z.E., G'afurov A.B., Qayumov J.A., Izatillayev M.M. Fotonik kristal strukturali xromogen uglerod va poliyester tolalari aralashmasidan iplar tayyorlash	54
Rahimov F.X., Abbaзов И.З., Шеркулов У.Д. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори меланж футер трикотажни олишга янгича ёндашув	65
Kengboyev S.A. Po'latni elektron nurlari yordamida azotlash jarayoniga gaz bosimi va siljish potentsialining ta'siri	71
Karimov I.T., Ibrohimov Q.N. Барботажли абсорбция қурилмасининг газ тақсимловчи элементларидаги газёстиғини аниқлашда ўтказилган тажрибавий тадқиқотлар	76
Hakimov A.A. Turli bog'lovchilarning briket yonish vaqtiga ta'sirini tadqiq etish	81

ҚУРИЛИШ

Kosbergenov N.N., Razzakov S.J. Kam qavatli turar-joy binolarini «PK LIRA» dasturida modellashtirish va hisoblash	85
Yunusaliyev Э.М. Гиштли турар жой биноларда газодетанацион зарба тўлқинлари орқали тебранишларни таҳлилий тадқиқ этиш усуллари	89
Razzakov S.J., Cho'lponov O., Qosimov T. Suv omboridagi aeratsiyali oqimning kavitatsiya jarayoniga ta'sirida suv chiqarish quvurning deformatsiyalanish holatini tadqiq qilish	95

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

Ergashev S.F., Raximov A.A. Shamol energetik qurilmalarida reaktiv quvvat oqimini boshqarish usullari	102
Yarashov S.K. Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanib qishloq xo'jaligi binolarini tabiiy sovitish	107
Olimov J.S., Shirinov S.G'. Yuklamasi turg'un bo'lmagan asinxron motorning chastotasi o'zgartirilishi asosida samaradorlik oshirish usuli	116
Mamadjanov A.B., Akmalov J.X. Gravitatsion girdobli mikroges samaradorligini oshirish bo'yicha simulyatsion va eksperimental tadqiqot natijalari	121

Muhamedieva D.T., Isroilov I.E., Qilichev E.J. Tirbandlik oqimini modellashtirish va eng yaqin qo'shnilar usuli yordamida yechimni yaxshilash	130
Sadullaev N.N., Sayliev F.O. Past tezlikli energiya oqimlarida samarali ishlovchi, aksial oqimli elektr generator konsturatsiyasini takomillashtirish	138
Nurmamatov M.Q. Ma'lumotlarni moslashtirishda segmentatsiya muammolari va yechimlari	143
Kadirov K.Sh., Xoldarov B.M. Yengil sanoat korxonalarida elektr energiya tejashning ilmiy uslublari	149
Madaliyev M.E., Muxammadyoqubov X.E. Openfoam dasturida turbulentlikning turli modellaridan foydalangan holda kvadrat silindr atrofida aylanishni raqamli o'rganish	153
Бадалова Д.А., Хайдаров И.Б., Бадалов А.А. Қарама-қарши оқимларнинг чанг ушлагичлари ва уларнинг гидродинамикаси	162
Маматов Н.С., Жалелова М.М., Самижонов А.Н., Самижонов Б.Н., Туракулова Ш.А. Тасвир контур чизиқларини ингичкалаштиришни айлана таҳлилига асосланган ёндашуви	168
Abdullayev A.I., Qurbonov U.O., Dexkonboyev I.T., Mannopov J.B. Oliy ta'lim tizimida moliyaviy jarayonlarni iqtisodiy samaradorligini ta'minlashda raqamli platformalarning o'rni	175
Xayriddinov B.E., Xujakulov S.M., Ne'matov I.A. Issiqlik akkumulyatorli quyosh quritgichining nostatsionar issiqlik rejimini modellashtirish	179

КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ

Турдиалиева Ш.И. Қизилқум буғлатилган фосфор кислотаси, карбамид ва калий хлорид асосидаги концентрланган NP ва NPK ўғитларининг фазавий таркиби	187
Hamdamova D.Sh., Tadjiyeva A.Dj., Primkulov M.T. Tribulus terrestris o'simligidan olingan mikrokristallik sellulozaning IQ-spektri	192
Qobilov N.E., Dodayev Q.O. Makka jo'xorining inson organizmi uchun oziqaviy ahamiyati, don tarkibidagi oqsil moddasining tutgan o'rni	197
Umarova V.K., Mirobitov M.I., Hamdamova D.Sh., Primkulov M.T. Sholipoyadan selluloza, mikrokristallik selluloza, sellulozali aerogel olish va xossalari o'rganish	202

ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР

Тўхтаров И.М., Тўхтаров Х.И. Мустақиллик йилларида айрим ақидапарстлик ғояларининг кириб келиши	215
---	-----

ҚИСҚА ХАБАРЛАР

Жуманиязов М.Ж., Сапаева С.Г. Занглаган конструктив ускуналарни тозаловчи ва кейинги занглашдан ҳимояловчи таркиблар олиш имкониятлари	220
Ахмадалиев Ш.Ш. Пластик деформацияда сирпаниш чизиқлари усули орқали ишқаланиш кучларини тадқиқот қилиш	222
Муаллифлар диққатига !	226

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Сиддиков Р.У., Сулаймонов Х.М., Юлдашев Н.Х. Исследование тензoeлектрических и диeлектрических свойств пленок на основе твердого раствора $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Sb}_3$ под действием микроволнового поля	9
---	---

МЕХАНИКА

Базаров Б.И., Эрнaзаров А.А., Оптимизация механизмов организации пригородных пассажирских перевозок	21
Хамдамов Х.А., Алланиязов Г.Ш. Исследование влияния структур на технологические параметры переплетения на основе производного глада	27
Азамбаев М.Г. Теоретические основы повышения качества пуха	32
Тожиев Р.Ж. Способ по умерщвлению куколок тутового шелкопряда, основанный на применении энергии детонационной волны	36
Исомидинов А.С., Раджабова Н.Р. Исследование гидравлического сопротивления и эффективности очистки скруббера газоочистки	42
Жумаев А.С. Анализ результатов экспериментальных исследований, модернизированное роликовых механизмов ленточного конвейера	47
Парпиев Х., Гуочэн Чжу, Эркинов З.Э., Гафуров А.Б., Каюмов Ж.А., Изатиллаев М.М. Производство нитей из смеси углеродных и полиэфирных волокон с хромогенной фотонно-кристаллической структурой	54
Рахимов Ф.Х., Аббазов И.З., Шеркулов У.Д. Новый подход получению меланжевого футерованного трикотажа с повышенным теплозащитным свойством .	65
Кенгбоев С. Влияние газового давления и смещения потенциала на процесс азотирования стали с помощью электронных лучей	71
Каримов И.Т., Иброхимов К.Н. Экспериментальные исследования, проведенные при определении газовой подушки в газораспределительных элементах барботажного абсорбционного устройства	76
Хакимов А.А. Исследование влияния различных связующих на продолжительность горения брикетов	81

СТРОИТЕЛЬСТВО

Косбергенов Н.Н., Раззаков С.Ж. Моделирование и расчет малоэтажных жилых зданий в программе «ПК ЛИРА»	85
Юнусалиев Э.М. Аналитические методы исследования колебаний в железобетонных сооружениях под воздействием газодетонационных ударных волн	89
Раззаков С.Ж., Чулпонов О., Касимов Т. Исследование деформации водоотводящей трубы под воздействием аэрационного потока в водоемe на процесс кавитации ...	95

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Эргашев С.Ф., Рахимов А.А. Методы управления потоком реактивной мощности в ветроэнергетических установках	102
Ярашов С.К. Естественное охлаждение сельскохозяйственных построек с использованием возобновляемых источников энергии	107
Олимов Ж.С., Широных С.Г. Способ повышения КПД, основанный на изменении частоты асинхронного двигателя при нестабильной нагрузке	116
Мамаджанов А.Б., Акмалов Ж.Х. Результаты симуляционных и экспериментальных исследований по повышению эффективности гравитационно-вихревого МикроГЭСa	121

Мухамедиева Т.Д., Исраилов И.Е., Мечников Е.Ю. Моделирование потока трафика и улучшение решения с помощью метода наибольших соседей	130
Садуллаев Н.Н., Сайлиев Ф.О., Совершенствование конструкции аксиальный электрогенератора, эффективно работающего при низкоскоростных потоках энергии	138
Нурмаматов М.К. Проблемы сегментации и решения при сопоставлении данных	143
Кадыров К.Ш., Холдаров Б.М. Научные методы экономии электроэнергии на предприятиях легкой промышленности	149
Мадалиев М.Э., Мухаммадёкубов Х.Э. Численное исследование обтекания квадратного цилиндра с использованием различных моделей турбулентности в программе OpenFOAM	153
Бадалова Д.А., Хайдаров И.Б., Бадалов А.А. Пылеуловители со встречными закрученными потоками и их гидродинамика	162
Маматов Н.С., Жалелова М.М., Самижонов А.Н., Самижонов Б.Н., Туракулова Ш.А. Подход к утончению контура изображения на основе анализа круга	168
Абдуллаев А.И., Курбонов У.О., Дехконбоев И.Т., Маннопов Ж.Б. Роль цифровых платформ в обеспечении экономической эффективности финансовых процессов в системе высшего образования	175
Хайриддинов Б.Э., Хужакулов С.М., Нематов И.А. Моделирование нестационарного теплового режима солнечной сушилки с тепловым аккумулятором	179

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Турдиалиева Ш.И. Фазовый состав концентрированных NP- и NPK- удобрений на основе Кызылкумской упаренной фосфорной кислоты, карбамида и хлорида калия	187
Хамдамова Д.Ш., Таджиева А.Дж., Примкулов М.Т. ИК-спектр микрокристаллической целлюлозы из <i>tribulus terrestris</i>	192
Кобилов Н.Э., Додаев К.О. Питательное значение кукурузы для организма человека. роль белковых веществ в составе зерна	197
Умарова В.К., Миробитов М.И., Хамдамова Д.Ш., Примкулов М.Т. Производство из рисовой соломы целлюлозы, микрокристаллической целлюлозы, целлюлозного аэригеля и изучение их свойств	202

СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Тухтаров И.М., Тухтаров Х.И. Возникновение некоторых религиозных идей фундаментализма в годы независимости	215
--	-----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Жуманиязов М.Ж., Сапаева С.Г. Возможности получения составов для очистки ржавых конструктивных устройств и защиты от последующего ржавления	220
Ахмадалиев Ш.Ш. Исследование сил трения в пластической деформации методом линий скольжения	222
К сведению авторов !	227

FUNDAMENTAL SCIENCES

Siddikov R.U., Sulaymonov Kh.M., Yuldashev N.Kh. Study of tens electric and dielectric properties of films based on solid solution $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Sb}_3$ under the influence of microwave field	9
---	---

MECHANICS

Bazarov B.I., Ernazarov A.A. Optimization of mechanisms for the organization of suburban passenger transportation	21
Hamdamov H.A., Allaniyazov G.Sh. Research of technological indicators of derivative glad tissues of a new structure	27
Azambayev M.G. Theoretical foundations for improving the quality of down	32
Tojiyev R.J. Method for killing silkworm pupae based on the use of detonation wave energy	36
Isomidinov A.S., Rajabova N.R. Investigation of hydraulic resistance and cleaning efficiency of gas cleaning scrubber	42
Jumaev A.S. Analysis of the results of experimental studies of modernized roller mechanisms of belt conveyor	47
Parpiev X., Guocheng Zhu., Erkinov Z.E., Gafurov A.B., Kayumov J.A., Izatillaev M.M. Production of threads from a mixture of carbon and polyester fibers with a chromogenic photonic crystal structure	54
Rakhimov F.X., Abbazov I.Z., Sherkulov U.D. Heat storage feature a new approach to obtaining high melange footer knitwear	65
Kengboev S. The effect of gas pressure and bias potential on the nitrogenation process of steel using electron beams	71
Karimov I.T., Ibroximov Q.N. Experimental studies conducted to determine the gas substrate in the gas distribution elements of a bubble absorption device	76
Khakimov A.A. Studying the effect of various binders on briquette combustion time ..	81

BUILDING

Kosbergenov N.N., Razzakov S.Zh. Modeling and calculation of low-rise residential buildings in «LIRA PC» software	85
Yunusaliyev E.M. Analytical Methods for Investigating Vibrations in Reinforced Concrete Structures under Gas-Detonation Shock Waves	89
Razzakov S.Zh., Chulponov O., Kasimov T. Investigation of the deformation of the water outlet pipe under the influence of the aeration flow in the water reservoir on the cavitation process	95

**ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC
DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES**

Ergashev S.F., Rakhimov A.A. Methods for controlling the flow of reactive power in wind power plants	102
Yarashov S.K. Natural cooling of agricultural buildings using renewable energy sources	107
Olimov J.S., Shirinov S.G. A method of increasing efficiency based on changing the frequency of an asynchronous motor with an unstable load	116
Mamadjanov A.B., Akmalov J.X. Results of simulation and experimental studies to increase the efficiency of a gravity-vortex MicroHydro power station	121

Muhamedieva D.T., Israilov I.E., Sabrev E.J. Modeling traffic flow and improving the solution using the nearest neighbors method	130
Sadullaev N.N., Sayliev F.O. Improving the construction of an axial electric generator effectively works with low-speed energy flows	138
Nurmamatov M.Q. Segmentation problems and solutions in data matching	143
Kadyrov K.Sh., Kholdarov B.M. Scientific methods of electricity conservation in light industry enterprises	149
Madaliev M.E., Mukhammadyokubov X.E. Numerical study of the flow around a square cylinder using various turbulence models in the Openfoam program	153
Badalova D.A., Khaydarov I.B., Badalov A.A. Counter-flow dust collectors and their hydrodynamics	162
Mamatov N.S., Jalelova M.M., Samijonov A.N., Samijonov B.N., Turakulova Sh.A. A circle analysis-based approach to image contour thinning	168
Abdullayev A.I., Qurbonov U.O., Dekhkonboyev I.T., Mannopov J.B. The role of digital platforms in ensuring the economic efficiency of financial processes in the higher education system	175
Khayriddinov B.E., Khuzhakulov S.M., Ne'matov I.A. Modeling of the non-stationary thermal regime of a solar dryer with a heat accumulator	179

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Turdialieva Sh.I. Phase composition of concentrated NP and NPK fertilizers based on Kyzylkum evaporated phosphoric acid, carbamide and potassium chloride	187
Khamdamova D., Tadjieva A., Primkulov M. IR - spectrum of microcrystalline cellulose from tribulus terrestris	192
Kobilov N.E., Dodaev K.O. The nutritional value of corn for the human body. the role of protein content in grain	197
Umarova V., Mirobitov M., Xamdamova D., Primkhulov M. Production of cellulose, microcrystalline cellulose, cellulose aerigel from rice straw and study of their properties	202

SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES

Tukhtarov I.M., Tukhtarov Kh.I. The Emergence of Some Religious Ideas of Fundamentalism In the years of independence	215
--	-----

SHORT MESSAGES

Jumaniyazov M.J., Sapaeva S.G. Possibilities of obtaining compositions for cleaning rusty structural equipment and protecting it from further rusting	220
Akhmadaliev Sh.Sh. Study of friction forces in plastic deformation using the slip line method	222
Information to the authors !	228

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕНЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ТВЕРДОГО РАСТВОРА $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Sb}_3$ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МИКРОВОЛНОВОГО ПОЛЯ

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

Ферганский политехнический институт, uzferfizika@mail.ru

(Получено 18.11.2024 г.)

Abstract. The results of the study of tensometric and dielectric properties of polycrystalline films of the $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Sb}_3$ solid solution at IR frequencies are presented in order to detect the mechanisms of the influence of inhomogeneities on the working parameters of the samples. The temperature dependences of the specific conductivity, impedance and permittivity under the action of uniaxial static deformation are considered. The deformation phenomena detected in polycrystalline films under the influence of a microwave field are qualitatively analyzed based on the effective medium theory.

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

Аннотация. Представлены результаты исследования тензометрических и диэлектрических свойств поликристаллических пленок твердого раствора $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Sb}_3$ на ИК частотах с целью обнаружения механизмов влияния неоднородностей на рабочие параметры образцов. Рассмотрены температурные зависимости удельной проводимости, импеданса и диэлектрической проницаемости под действием одноосной статической деформации. Обнаруженные деформационные явления в поликристаллических пленках при воздействии микроволнового поля качественно проанализированы на основе теории эффективной среды.

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

Аннотация. Qattiq qorishmali $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Sb}_3$ polikristal plyonkalarining infraqizil chastotalarda tenzometrik va dielektrik xossalari eksperimental tadqiqot natijalari keltirilgan. Bir o'qli statik deformatsiya ta'sirida solishtirma o'tkazuvchanlik, impedans va dielektrik kirituvchanlikning haroratga bog'liqligi tahlil qilingan. Mikroto'lqinli maydon ta'sirida polikristal plyonkalarda aniqlangan deformatsiya hodisalari effektiv muhit nazariyasi asosida sifat jihatidan izohlanadi.

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

1. Введение. Как известно, твердые растворы халькогенидов висмута и сурьмы являются эффективными термоэлектрическими [1-6] и тензоэлектрическими [7,8] материалами. Они используются не только для термоэлектрического охлаждения и нагрева, термоэлектрического преобразования тепловой энергии, а также в качестве топологического изолятора, эффективно экранирующих электромагнитных помех, но и ещё для создания датчиков накопления усталостных повреждений. В настоящее время достаточное внимание уделяется установлению закономерностей формирования структуры, фазового состава поликристаллических пленок на основе твердого раствора $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ и исследованию их механизмов электропроводности и диэлектрических свойств. Так, в работах [6,8] обнаружено «металлический» и «полупроводниковый» характеры электропроводности в зависимости от температуры. В нашей предыдущей работе [7] показано, что электрическое сопротивление пористой поликристаллической $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ пленки, выращенной термовакuumным испарением при температуре подложки $T_{\text{п}} \leq 363\text{K}$, резко уменьшается вблизи пороговой частоты $\omega_0 \approx 10^5 \text{ Hz}$ переменного тока до значений сопротивления плотных пленок с $T_{\text{п}} \approx 423\text{K}$. После воздействия $N \approx 10^5$ циклов механической деформации с амплитудой $\varepsilon = \pm 1 \cdot 10^{-3}$ отн. ед. сопротивление пленки увеличивается в 1.5 раза, а критическое значение ω_0 , определяемое неоднородностью пленки, уменьшается почти в 10^2 раз.

В отличие от объемных кристаллов и поликристаллов в тонких полупроводниковых поликристаллических пленках по мере уменьшения толщины пленок электрофизические свойства их изменяются вследствие заметного вклада поверхностной и приповерхностной проводимости носителей за счет адсорбции, диффузии примесей и поверхностных электронных состояний. Существенно проявляются влияние переходного слоя между пленкой и подложкой, неоднородности по толщине, обусловленной технологией получения, и квантовых размерных эффектов при очень малых толщинах пленок. Необходимо учитывать также и качество полученной пленки, ее

пористость, наличие разнотазных включений, многочисленных точечных и протяженных дефектов структуры и т.п. В данной работе представлены результаты исследования тензометрических и диэлектрических свойств поликристаллических пленок $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$ в области температур 280–480 K и на микроволновой частоте с целью обнаружения механизмов влияния неоднородностей на рабочие параметры образцов. Рассмотрены температурные зависимости удельной проводимости, импеданса и диэлектрической проницаемости под действием одноосной статической деформации. Обнаруженные деформационные явления в поликристаллических пленках при воздействии микроволнового поля качественно проанализированы на основе теории эффективной среды.

2. Методика эксперимента. Импеданс является величиной, характеризующей электрические свойства поликристаллических пленок на определенной частоте переменного поля ($\tilde{Z} = R + iR_{LC}$, где R – и $R_{LC} = \omega L - (1/\omega C)$ – активное и реактивное сопротивления, $\omega = 2\pi\nu$ – циклическая частота, L – и C – индуктивность и емкость пленки в целом). Поэтому измерение этой величины с высокой точностью имеет немаловажное значение для фиксирования тензометрических характеристик образцов на переменном поле. В частности, исследование импеданса неоднородных пленок на основе твердого раствора $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$ в зависимости от уровня относительной деформации растяжения $\varepsilon = \Delta\ell / \ell_0$ позволяет определить комплексный коэффициент тензочувствительности на СВЧ

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

где

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

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

Были получены и исследованы поликристаллические пленки из твердого раствора $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$ с разными значениями x от 0 до 0,5. Наилучшими тензометрическими параметрами обладали пленочные образцы с составом $(Bi_{0,3}Sb_{0,7})_2Te_3$. Выбор именно такого состава обусловлен ещё и тем, что имеющиеся в литературе данные [7-10] указывают на то, что в системе твердых растворов $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$ наибольшей тензочувствительностью обладает состав $(Bi_{0,3}Sb_{0,7})_2Te_3$. Поликристаллические пленки толщиной 3–4 мкм и размерами 5×30 мм на полиамидной подложке изготавливались методом термического испарения в вакууме $P \approx 10^{-2}$ Па при температуре подложки $T_n = 363$ K и скорости напыления $W \approx 200$ Å/с [9,10].

Исследуемые поликристаллические пленки помещались в измерительную ячейку с волноводной секцией, которая была обеспечена нагревателем, позволяющим изменять температуру от 77 до 480 K и частоты СВЧ поля в интервале 10^8 – 10^{10} Гц. Использована методика измерения импедансной спектроскопии, также, как и в работах [11-12].

Удельная электропроводность определялась как,

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

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

Деформацию создавали изгибом консольной пластины обычного деформационного устройство равного сопротивления из титанового сплава. Наклеенные на него с помощью специального клея пленочные образцы подвергались деформации одностороннего растяжения путем изгиба подложки. Величина относительной деформации ε вычислялось по известному выражению [13]

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

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

Наряду с большими достижениями в технологии получения и исследования свойств пленочных элементов узкозонных полупроводниковых соединений и их твердых растворов обнаружены и ряд их недостатков. К ним можно отнести недостаточную стабильность, низкую восприимчивость структурно-чувствительных свойств. Устранение этих недостатков требует более глубокие изучения физических процессов, протекающих в неоднородных полупроводниковых пленках.

Пленки твердого раствора $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$ можно рассматривать как состоящий из двух компонент Bi_2Te_3 и Bi_2Sb_3 с избытком одного из этих компонентов (при $x \neq 0,5$). Низкие значения концентрации N и холловской подвижности $\mu_x = R_x \sigma$ носителей заряда, а также удельной электропроводности σ (см. таблицу 1), показывают, что материал пленки представляет собой сильно неоднородную среду. Особенностью таких неоднородных сред является зависимость эффективной комплексной диэлектрической проницаемости $(\varepsilon_{эфф}^*)$ и удельной электропроводности $(\sigma_{эфф}^*)$ от частоты переменного поля. Кроме того, значение $\varepsilon_{эфф}^*$ и $\sigma_{эфф}^*$ есть функция относительной объемной доли, формы, диэлектрической проницаемости и электропроводности каждого компонента, составляющего неоднородную среду.

Таблица 1

Таблица 1					
№ образца		Масс. %	$N \cdot 10^{-17}, \text{см}^{-3}$	$R_x \sigma, \frac{\text{см}^2}{B \cdot c}$	$\sigma, (\text{Ом} \cdot \text{см})^{-1}$
Избыток Bi_2Te_3	1	0	4,3	2,4	0,26
	4	0,2	8,3	2,78	0,37
	8	1,2	18,8	2,91	0,84
	11	2,2	20,8	2,78	0,90
	14	24,7	24,7	2,37	0,99
Избыток Sb_2Te_3	1	0	4,3	2,4	0,26
	21	0,8	3,1	3,3	0,2
	26	1,8	2,9	4,3	0,20
	31	2,8	2,7	3,4	0,14
	42	3,8	2,2	3,0	0,11

3. Теория. Диэлектрическая проницаемость и электропроводность пленок $PbTe$ в области микроволновых частот. На основе теории эффективной среды [14-18] было исследовано влияние объемных долей компонентов и их геометрической конфигурации на реальную $(\text{Re } \varepsilon_{эфф}^*)$, мнимую $(\text{Im } \varepsilon_{эфф}^*)$ части $\varepsilon_{эфф}^*$, реальную $\text{Re } \sigma_{эфф}^*$ части $\sigma_{эфф}^*$ пленок теллурида свинца с нарушенной стехиометрией на ИК диапазоне частот.

Эффективные параметры пленки определялись использованием метода самосогласованного локального поля. Согласно этой идее [17] можно найти распределение поля вокруг отдельного элемента многокомпонентной среды, взятого в качестве её представителя. При этом предполагается, что отмеченный элемент окружен эффективной средой, определяемой из условий обращения в ноль суммарного возмущения поля, обусловленного статически не зависящими скоростными компонентами.

Для двухкомпонентных гетерогенных сред усредненное по объему среды электрическое поле E равно

$$E = \frac{1}{V} \int_V E dV = \frac{1}{V} \sum_{\kappa} \int_{V_{\kappa}} E_{\kappa} dV_{\kappa}. \quad (5)$$

Для неоднородной среды, помещенной в однородное поле E , поле E_{κ} является однородным, но различным для каждого компонента. Поэтому (5) можно представить в виде:

$$E = \sum_{\kappa} \theta_{\kappa} E_{\kappa}. \quad (6)$$

Поле E_{κ} связано с однородным полем среды следующей зависимостью:

$$E_{\kappa} = \frac{\varepsilon_{\text{эфф}}^*}{\beta_{\kappa} \varepsilon_{\kappa}^* + (1 - \beta_{\kappa}) \varepsilon_{\text{эфф}}^*} \cdot E_{\text{ср}}. \quad (7)$$

Заметим, что в (5-7) V -объем пленки, $\theta_{\kappa} = V_{\kappa} / V$ - объемная доля компонента, ε_{κ}^* -комплексная диэлектрическая проницаемость и β_{κ} - фактор деполяризации каждого компонента. Подставляя (7) в (6) и учитывая, что компоненты среды имеют одинаковую геометрическую форму ($\beta_2 = \beta_1 = \beta$), получим

$$\theta_1 \frac{\varepsilon_{\text{эфф}}^*}{\beta_1 \varepsilon_1^* + (1 - \beta) \varepsilon_{\text{эфф}}^*} + \theta_2 \frac{\varepsilon_{\text{эфф}}^*}{\beta_2 \varepsilon_2^* + (1 - \beta) \varepsilon_{\text{эфф}}^*} = 1. \quad (8)$$

В (8), принимая $\beta = 1/3$ (шаровые включения) и решая относительно $\varepsilon_{\text{эфф}}^*$, имеем

$$\varepsilon_{\text{эфф}}^* = A^* \pm \sqrt{A^{*2} + B^{*2}}, \quad (9)$$

где

$$A^* = [2(\varepsilon_1^* + \varepsilon_2^*) - 3(\theta_1 \varepsilon_2^* + \theta_2 \varepsilon_1^*)] / 4, \quad (10)$$

$$B^* = \varepsilon_1^* \varepsilon_2^* / 2, \quad \varepsilon_1^* = \varepsilon_1 + i4\pi\sigma_1 / \omega, \quad \varepsilon_2^* = \varepsilon_2 + i4\pi\sigma_2 / \omega, \quad (11)$$

ε_1 и ε_2 - вещественные части диэлектрической проницаемости Bi_2Te_3 и Bi_2Sb_3 , а σ_1 и σ_2 электропроводности в переменном поле этих компонентов, ω - частота поля.

В переменном поле комплексную электропроводность можно представить как

$$\sigma^* = \sigma_0 \frac{1 - i\omega\tau}{1 + \omega^2\tau^2}, \quad (12)$$

где $\sigma_0 = N \frac{e^2\tau}{m^*}$ - электропроводность в постоянном токе, N - концентрация носителей зарядов; e - заряд электрона, τ - время релаксации и m^* - эффективная масса свободных носителей. Учитывая соотношение $\varepsilon^* = (n - ik)^2$ (где n - показатель преломления, k - показатель поглощения) и подставляя (12) в (11) находим соответственно

$$\varepsilon_1^* = \varepsilon_1 - 4\pi\sigma_0'\tau_1(1 + \omega^2\tau_1^2)^{-1} + i4\pi\sigma_0''[\omega(1 + \omega^2\tau_1^2)]^{-1},$$

$$\varepsilon_2^* = \varepsilon_2 - 4\pi\sigma_0'\tau_2(1 + \omega^2\tau_2^2)^{-1} + i4\pi\sigma_0''[\omega(1 + \omega^2\tau_2^2)]^{-1}.$$

Разделяя вещественные и мнимые части в последних уравнениях, получим

$$\text{Re } \varepsilon_1^* = n_1^2 - \kappa_1^2 = \varepsilon_1 - 4\pi\omega^{-1} \text{Im } \sigma_1, \quad (13)$$

$$\text{Im } \varepsilon_1^* = 2n_1\kappa_1 = \frac{4\pi \text{Re } \sigma_1}{\omega}, \quad (14)$$

$$\text{Re } \varepsilon_2^* = \varepsilon_2 - \frac{4\pi}{\omega} \text{Im } \sigma_2, \quad (15)$$

$$\text{Im } \varepsilon_2^* = 2n_2\kappa_2 = \frac{4\pi \text{Re } \sigma_2}{\omega}. \quad (16)$$

Подставляя их в (12) и (11), получим выражение для нахождения вещественной и мнимой части A^* и B^*

$$\text{Re } A^* = [2(\varepsilon_1 + \varepsilon_2) - 3(\theta_1 \varepsilon_2 + \theta_2 \varepsilon_1)] / 4 + \frac{\pi}{\omega} [3(\theta_1 \text{Im } \sigma_2 + \theta_2 \text{Im } \sigma_1) - 2(\text{Im } \sigma_1 + \text{Im } \sigma_2)], \quad (17)$$

$$\text{Im } A^* = \frac{2\pi}{\omega} \text{Re}(\sigma_1 + \sigma_2) - \frac{3\pi}{\omega} (\theta_1 \text{Re } \sigma_2 + \theta_2 \text{Re } \sigma_1), \quad (18)$$

$$\text{Re } B^* = \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2}{2} - \frac{2\pi}{\omega} (\varepsilon_1 \text{Im } \sigma_2 + \varepsilon_2 \text{Im } \sigma_1) + \frac{8\pi^2}{\omega^2} (\text{Im } \sigma_1 \text{Im } \sigma_2 - \text{Re } \sigma_1 \text{Re } \sigma_2), \quad (19)$$

$$\text{Im } B^* = \frac{2\pi}{\omega} (\varepsilon_1 \text{Re } \sigma_2 + \varepsilon_2 \text{Re } \sigma_1) - \frac{8\pi^2}{\omega^2} (\text{Im } \sigma_1 \text{Re } \sigma_2 + \text{Re } \sigma_1 \text{Im } \sigma_2). \quad (20)$$

Введем обозначение $\sqrt{A^{*2} + B^{*2}} = \sqrt{a + i\vartheta}$.

$$\text{Отсюда} \quad a = \operatorname{Re} A^2 - \operatorname{Im} A^2 + \operatorname{Re} B, \quad (21)$$

$$\vartheta = 2 \operatorname{Re} A \operatorname{Im} A - \operatorname{Im} B, \quad (22)$$

и из очевидного соотношения $\sqrt{a + i\vartheta} = c + id$ находим

$$c = \sqrt{\frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4} + \frac{\vartheta^2}{4}}}, \quad (23)$$

где $d = \vartheta / 2c$.

Учитывая вышеизложенное, нетрудно определить реальную и мнимую части эффективной диэлектрической проницаемости соответственно

$$\operatorname{Re} \varepsilon_{\text{эфф}} = \operatorname{Re} A + c, \quad (24)$$

$$\operatorname{Im} \varepsilon_{\text{эфф}} = \operatorname{Im} A + d. \quad (25)$$

Эти результаты позволяют записывать реальную часть эффективной проводимости пленок в виде

$$\operatorname{Re} \sigma_{\text{эфф}} = \frac{\omega}{4\pi} \cdot \operatorname{Im} \varepsilon_{\text{эфф}}. \quad (26)$$

Воспользуюсь для коэффициента поглощения соотношением $\alpha = 2\omega\kappa/c$ (c – скорость света), находим реальную часть проводимости компонентов пленки соответственно

$$\operatorname{Re} \sigma_1 = \frac{\alpha_1 n_1 c}{4\pi} \quad \text{и} \quad \operatorname{Re} \sigma_2 = \frac{\alpha_2 n_2 c}{4\pi}. \quad (27)$$

Мнимую часть можно определить из соотношения (13) и (15). Все изложенные параметры $\varepsilon_{\text{эфф}}, \sigma_{\text{эфф}}$ можно считать определенными, если известны значения n, κ и d . Для поликристаллических пленок эти коэффициенты определяются из экспериментальных данных.

При теоретическом вычислении коэффициента поглощения α пользовались соотношением, связывающим $\alpha(\omega)$ и $\sigma(\omega)$ [23]

$$\alpha(\omega) = \frac{4\pi}{c\sqrt{\varepsilon_1}} \sigma(\omega). \quad (28)$$

Здесь $\varepsilon_1, \sigma(\omega)$ – реальная часть диэлектрической проницаемости и удельной проводимости соответственно. Известно, что $\operatorname{Im} \varepsilon = \frac{4\pi \operatorname{Re} \sigma}{\omega}$, тогда для коэффициента поглощения имеем

$$\alpha(\omega) = \frac{\omega \operatorname{Im} \varepsilon_{\text{эфф}}}{c\sqrt{\operatorname{Re} \varepsilon_{\text{эфф}}}}. \quad (29)$$

4. Полученные экспериментальные результаты и их обсуждение. Графики зависимости $\operatorname{Im} \varepsilon_{\text{эфф}}$ от частоты для пленки $(\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x)_2\text{Te}_3$ с избытком теллурида сурьмы и с избытком теллурида висмута составлен на основе формулы (25) и приведены на рисунках 1 и 2. Численные расчеты производились при следующих значениях параметров: $\sigma'_0 = 5,7 (\text{Ом.см})^{-1}$, $\varepsilon_1 = 33$; $\sigma''_0 = 3,25 (\text{Ом.см})^{-1}$, $\varepsilon_2 = 23$ и $\sigma'''_0 = 4,76 \cdot 10^4 (\text{Ом.см})^{-1}$, $\varepsilon_3 = 530$.

Графически зависимость $\operatorname{Re} \varepsilon_{\text{эфф}}$ и $\operatorname{Re} \sigma_{\text{эфф}}$ от ω , полученные согласно формулам (24) и (25), аналогичны ходу изменения $\operatorname{Im} \varepsilon_{\text{эфф}}$. Для всех исследованных пленок зависимость от θ испытывают сдвиг как по энергетической шкале, так и по интенсивностям. Величины $\operatorname{Im} \varepsilon_{\text{эфф}}$, $\operatorname{Re} \varepsilon_{\text{эфф}}$ и $\operatorname{Re} \sigma_{\text{эфф}}$ в области частот собственного поглощения $\hbar\omega \approx E_g$ (причем, $E_g = 0,13 \text{ эВ}$ для Bi_2Te_3 и $E_g = 0,21 \text{ эВ}$ для Sb_2Te_3 при $T \approx 77 \text{ К}$ [19,20]) достигают наибольших значений ($\operatorname{Re} \varepsilon_{\text{эфф}} > \varepsilon_1 > \varepsilon_2$), ($\operatorname{Re} \sigma_{\text{эфф}} > \sigma'_0 > \sigma''_0$). В этом случае вся энергия кванта света затрачивается для перевода электронов из валентной зоны в зону проводимости, что определяет мнимую часть эффективной диэлектрической проницаемости пленок.

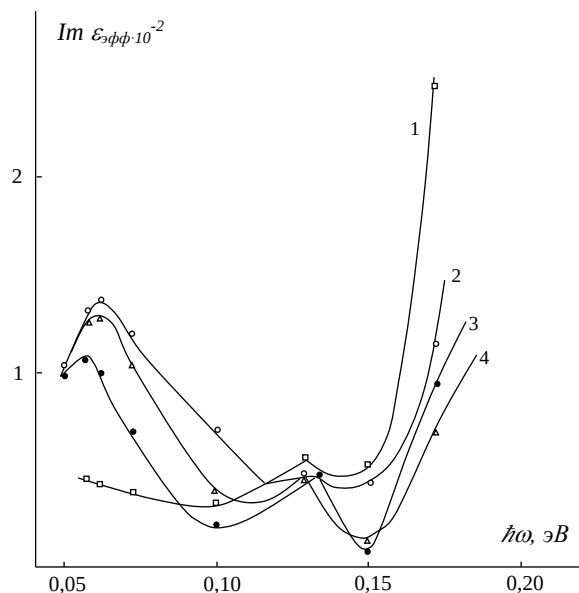


Рис. 1. Спектр $\text{Im } \varepsilon_{\text{эфф}}$ пленок $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ с избытком теллурида сурьмы в масс. %: 1-0,8; 2-1,8; 3-2,8; 4-3,8.

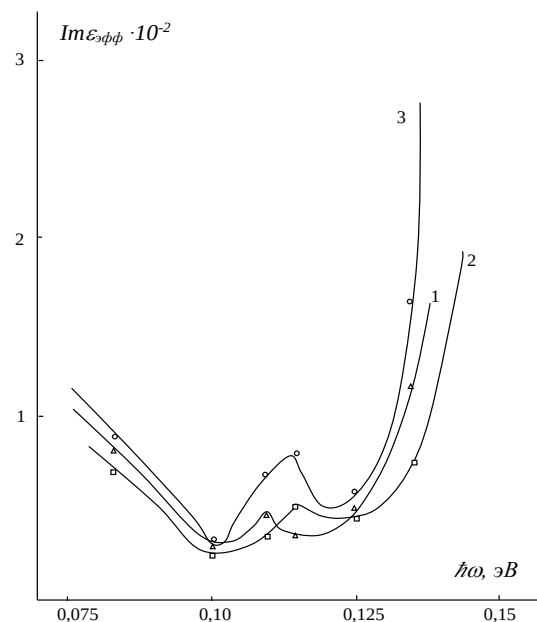


Рис. 2. Спектр $\text{Im } \varepsilon_{\text{эфф}}$ пленок $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ с избытком теллурида висмута в масс. %: 1-0,2; 2-1,2; 3-2,2.

Зависимость $\text{Im } \varepsilon_{\text{эфф}}$ и $\text{Re } \varepsilon_{\text{эфф}}$ от состава пленок в СВЧ диапазоне частот, показанные на рис. 3, также были исследованы авторами работы [19].

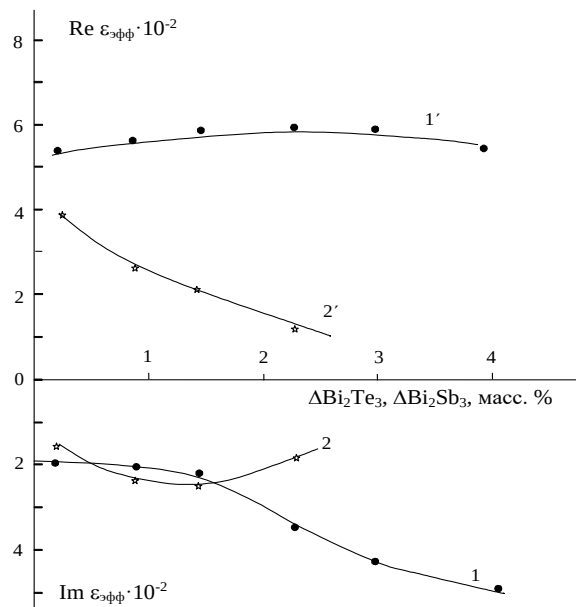


Рис. 3. Зависимость $\text{Re } \varepsilon$ и $\text{Im } \varepsilon$ от состава пленок $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$: 1,1'- с избытком теллурида сурьмы; 2,2'- с избытком теллурида висмута.

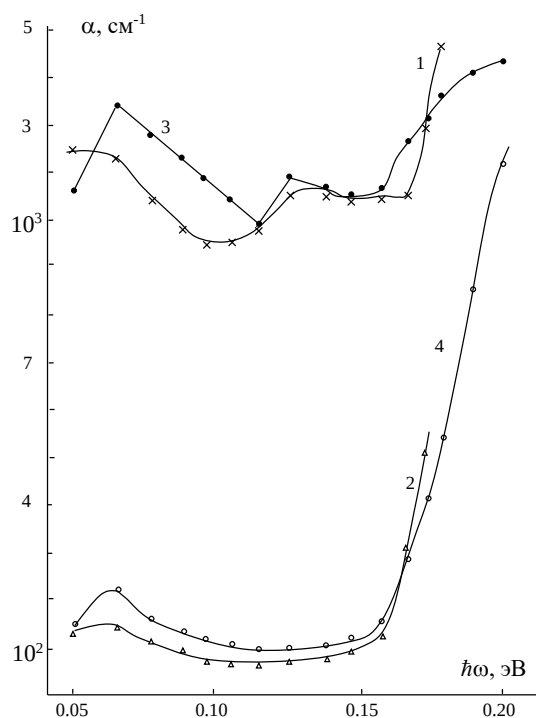


Рис. 4. Спектры поглощения пленок $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ с избытком теллурида сурьмы в 1,8 масс.% (1, 2) и 3,8 масс. % (3, 4). 1,3

Результаты исследования можно интерпретировать следующем образом. Под действием переменного поля свободные носители заряда смещаются на микроскопическое расстояние, которое превышает проводящую область образца. Вследствие этого каждый проводящий фазовый участок

превращается в электрическую диполь. Следовательно, образец поляризуется. При определенных пороговых частотах $\hbar\omega < E_g$ (на рис.1 $\hbar\omega_1 \approx 0,056 \text{ эВ}$, $\hbar\omega_2 \approx 0,13 \text{ эВ}$ и на рис.2 $\hbar\omega_1 \approx 0,07 \text{ эВ}$, $\hbar\omega_2 \approx 0,115 \text{ эВ}$) все участки образца успевают полностью поляризоваться, что и приводит к росту $\text{Im } \varepsilon_{эфф}$ и $\text{Re } \varepsilon_{эфф}$.

Относительно большое значение и рост $\text{Re } \varepsilon_{эфф}$ с увеличением в составе пленки доли теллурида сурьмы, видимо, связан с изменениями фактора деполяризации из-за кристаллических подрешёток Bi_2Te_3 и Sb_2Te_3 .

Однако, с ростом добавки теллурида висмута $\text{Re } \varepsilon_{эфф}$ уменьшается (кривая 2' рис.3), а $\text{Im } \varepsilon_{эфф}$ увеличивается (кривая 2). Это заведомо связано с образованием металлических прослоек. Как показывают расчеты, дисперсия величин $\text{Im } \varepsilon_{эфф}$, $\text{Re } \varepsilon_{эфф}$ для шаровых включений наименьшая, а для включений в форме сплюснутого эллипсоида – наибольшая.

При высоких частотах $\hbar\omega > E_g$ за короткое время электронная система не успевает поляризоваться (за счет малых значений максвелловского времени), что приводит к уменьшению значений эффективных диэлектрических проницаемостей пленок.

Как показывает опыт $\text{Re } \sigma_{эфф}$ для пленок $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ превышает соответствующие значения для каждого из материалов Bi_2Te_3 и Sb_2Te_3 . Это, видимо, связано с параллельными соединениями кристаллитов в пленках.

На рис. 4 приведены спектр коэффициента поглощения $\alpha(\omega)$, рассчитанный по формуле (29) для образцов с избытком теллурида сурьмы 1,8 масс. % (кривая 2) и 3,8 масс. % (4). Как видно из рисунка, теоретические кривые качественно соответствуют экспериментальным кривым 3, 4, хотя значения теоретических результатов почти на порядок меньше, чем экспериментальные. Подобное соответствие имеет место для всех образцов $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$.

Таким образом, сверхстехиометрические добавки Bi_2Te_3 и Sb_2Te_3 в пределах растворимости, способствуют образования в широком интервале концентраций электрически активных примесей. Это способствует росту параметров пленки ε , σ , α . Кроме того, избытки этих сверхрастворимых примесей выпадают в отдельную фазу, распределение которой может быть неодинаковым по всему объему пленки, что в сильной степени влияет на величину поляризации и, следовательно, на $\varepsilon_{эфф}$. Все эти факторы в совокупности приводят к росту α .

Зависимость проводимости пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ от температуры приведена на рис. 5. Из рисунка видно, что вещественная часть электропроводности с ростом температуры носит характер возрастания. А мнимая часть электропроводности с ростом температуры до 350 К уменьшается, затем увеличивается. Электропроводность пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ на постоянном токе слабо зависит от температуры в исследуемом интервале. Также следует заметить, что вещественная часть электропроводности, измеренная методом СВЧ,

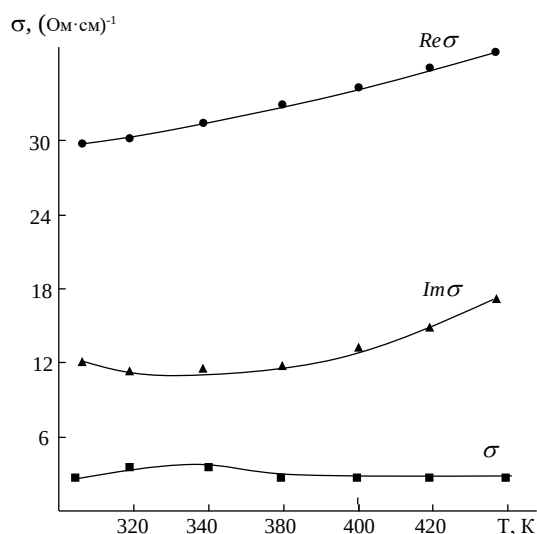


Рис. 5. Зависимость удельной электропроводности пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ от температуры.

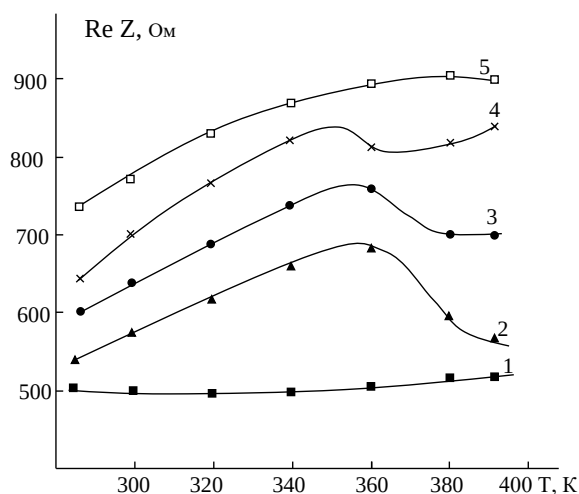


Рис. 6. Зависимость вещественной части импеданса $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ от температуры при различных уровнях деформации растяжения $\varepsilon 10^3$: 1-0, 2-1,12; 3-2,27; 4-3,4; 5-4,52.

отличается от электропроводности измеренных на постоянном токе. Естественно, проводимость поликристаллических слоев $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ на СВЧ существенно определяется электронными и структурными неоднородностями слоев. Сравнение величины проводимости, измеренной в СВЧ поле и на постоянном токе, подтверждает наличие этих неоднородностей в исследуемых образцах.

Поликристаллические пленки $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ представляют собой неоднородную систему, состоящую из отдельных кристаллических зерен с различными локальными электропроводностями на резкой границе кристаллитов. Такие гетерогенные системы обладают высокой диэлектрической проницаемостью, измеряя которые, можно вычислить эффективные и истинные значения электрофизических параметров компонентов.

В литературе обсуждался вопрос о шунтировании барьерных областей на границах микрокристаллов емкостями при высоких частотах [13]. Однако эта мысль не была проверена при исследовании тензосвойств поликристаллических пленок $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$ в СВЧ - диапазоне.

Оказалось, что СВЧ метод имеет ряд преимуществ в измерении некоторых величин по отношению с измерениями на постоянном токе. На СВЧ некоторые объемные свойства полупроводника обладают рядом интересных особенностей, связанных с тем, что период СВЧ – колебаний имеет величину порядка частоты столкновений носителей заряда. СВЧ измерения дают возможность получить дополнительные сведения об их свойствах, которые не могут быть установлены при измерениях на постоянном токе, и позволяют определить вещественную и мнимую части импеданса, при помощи которых можно было судить об их вкладе в тензочувствительность пленок.

На рис. 6 приведена зависимость вещественной части импеданса поликристаллических пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ n -типа от температуры при различных уровнях относительной деформации растяжения. Видно, что с ростом уровня относительной деформации и температуры импеданс пленок возрастает, а затем значительно быстро уменьшается, особенно при малых уровнях деформации (вещественная часть импеданса недеформированных пленок слабо зависит от температуры).

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

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

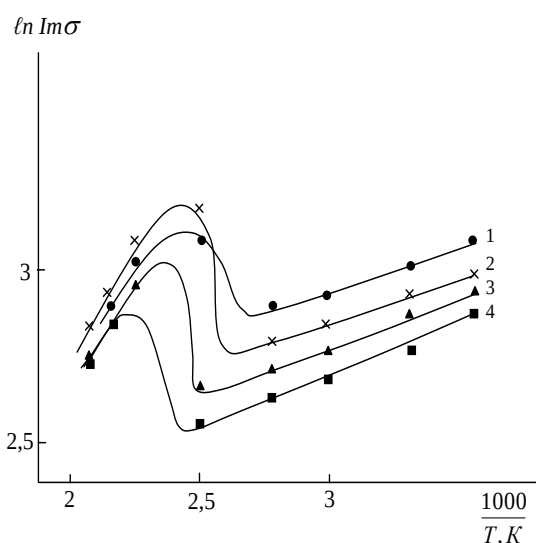


Рис. 7. Зависимость $\ln \text{Im} \sigma$ от $1/T$ пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ при различных уровнях относительной деформации $\varepsilon \cdot 10^3$: 1-0; 2; -1,4; 3 - 2,8; 4 -4,2.

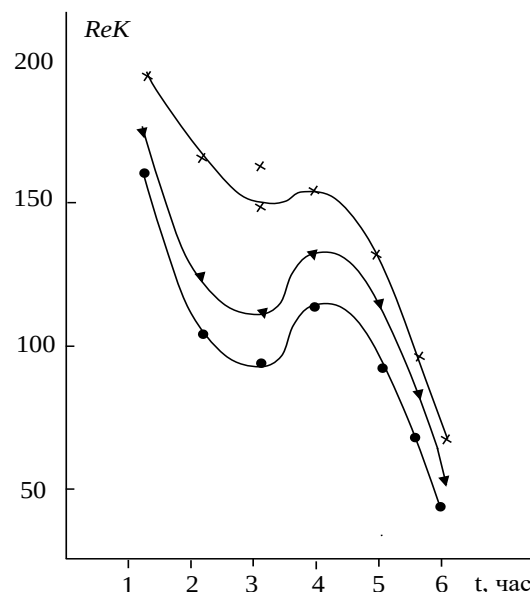


Рис. 8. Зависимость вещественной части коэффициента тензочувствительности $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ от времени отжига при уровнях относительной деформации $\varepsilon \cdot 10^3$: 1-3,3; 2-4,5; 3-5,6.

В самом простом случае пленочные образцы, используемые в качестве тензодатчиков, должны содержаться из двух фаз, проводимость которых отличается в определенных отношениях. Эффективная проводимость неоднородной среды является функцией проводимости компонентов и их доли объема. С ростом доли объема второй фазы эффективная электропроводность будет меняться определенной закономерностью (из σ_1 к σ_2). Если наблюдается плавное изменение эффективной электропроводности с ростом доли объема второй фазы, то эти образцы будут обладать тензосвойством, но не высокой чувствительностью. Если наблюдается скачкообразное изменение эффективной электропроводности в определенном интервале доли объема второй фазы, то в этих образцах тензочувствительность может достичь максимального значения. В этой узкой области доли объема второй фазы флуктуация поляризуемости кристаллитов под действием одноосной деформации растяжения достигает максимального значения.

Бесконтактный СВЧ – метод служит мощным инструментом для исследования комплексной тензочувствительности пленок $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$, термообработанных на воздухе. Поэтому были исследованы закономерности изменения действительной и мнимой частей тензочувствительности пленок $(Bi_{0.3}Sb_{0.7})_2Te_3$ при различных температурах и времени отжига.

На рис. 8 приведена зависимость ReK от времени отжига при различных относительных деформациях, когда температура отжига была постоянная и равна $t_{отж}=500$ К. Видно, что с увеличением времени отжига и относительной деформации растяжения ReK уменьшается. В интервале от 2,5 до 4,5 часа нарушается линейная зависимость ReK от времени отжига.

На рис. 9 приведена зависимость ImK от времени отжига при различных уровнях деформации. Видно, что с увеличением времени отжига ImK возрастает, а после достижения максимума экспоненциально уменьшается. ImK положительна во всем диапазоне времени отжига. Предполагается, что изменение коэффициента тензочувствительности в СВЧ – диапазоне при термообработке на воздухе обусловлено изменением носителей заряда в пленках $(Bi_xSb_{1-x})_2Te_3$. СВЧ – метод позволяет регистрировать изменения концентрации носителей заряда.

Деформационные явления в поликристаллических пленках при воздействии СВЧ – поля можно рассматривать на основе теории эффективной среды [14-18]. При термообработке пленок на воздухе будет меняться концентрация носителей тока в приграничных областях кристаллитов. Когда размеры кристаллитов соизмеримы с диффузионной длиной кислорода, то среда, в основном, содержится из второй фазы. В таких пленках нельзя ожидать аномальные тензоэффекты. Если в пленках отсутствуют различные типы неоднородностей, т.е. они являются совершенными пленками, то в этих образцах тензочувствительность может быть минимальной.

Увеличение коэффициента тензочувствительности обусловлено флуктуацией плотности тока в пространственных координатах пленок. За счет термонеоднородностей, возникающая поверхностная проводимость кристаллитов, по природе, существенно отличается от объемной проводимости.

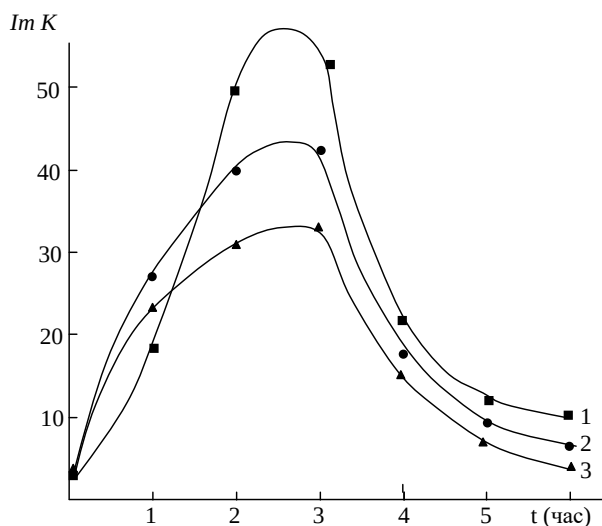


Рис. 9. Зависимость мнимой части коэффициента тензочувствительности $(Bi_{0.3}Sb_{0.7})_2Te_3$ от времени отжига при различных уровнях относительной деформации $\varepsilon 10^3$: 1-1,12, 2-2,27, 3-3,30.

Поверхностная проводимость является функцией от диффузионной длины кислорода. Если объем этих прослоек равен объему основного материала, то эффективная комплексная проводимость значительно быстро изменяется, при этом флуктуация плотности тока достигает максимального значения. Наблюдение максимального значения мнимой части коэффициента тензочувствительности с ростом времени отжига не противоречит вышеизложенным объяснениям. Заметим, что диэлектрические свойства телуридов висмута характеризуются большими статическими и оптическими диэлектрическими постоянными ε_s , ε_∞ ; низкими частотами поперечных оптических фононов [20]. Диэлектрическая проницаемость пленок Bi_2Te_3 имеет высокое значение (500÷1000) отн. ед. и на частоте 100 Гц в интервале от 193 до 400 К слабо зависит от температуры. Авторами

работы [21] обнаружено, что диэлектрическая проницаемость ε в твердых растворах $Pb_{1-x}Sn_xTe$ достигает 10^4 , а температурная зависимость $\varepsilon(T)$, описываемая законом Кюри-Вайса, приближает это

вещество к сегнетоэлектрикам.

На рис. 10 приведена зависимость $\ln \varepsilon_s$ от обратной температуры при различных деформациях. Видно, что диэлектрическая проницаемость пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ носит активационный характер. С ростом температуры до 400 К диэлектрическая проницаемость возрастает, а затем уменьшается, т.е. имеется пологий максимум. Такая закономерность также наблюдается при исследовании мнимой части диэлектрической проницаемости пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ от обратной температуры при различных уровнях деформации растяжения в СВЧ – диапазоне.

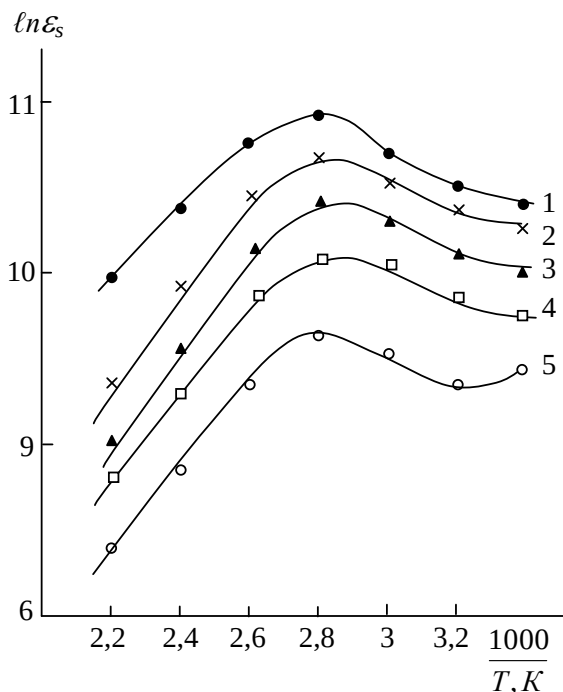


Рис. 10. Зависимость вещественной части диэлектрической проницаемости $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ от температуры при различных уровнях деформации $\varepsilon \cdot 10^3$: 1-0; 2-0,68; 3-1,36; 4-2,04; 5-3,4.

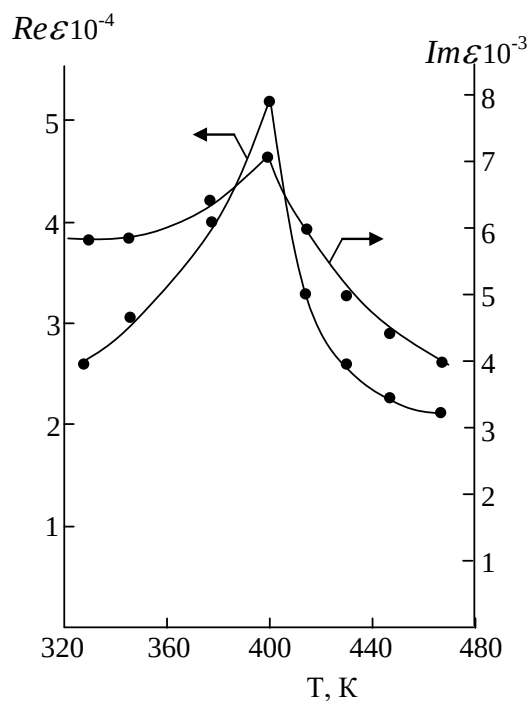


Рис. 11. Зависимость диэлектрической проницаемости $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ от температуры.

Ее абсолютная величина на порядок меньше величины вещественной части диэлектрической проницаемости. Экспериментально обнаружено, что вещественная часть диэлектрической проницаемости поликристаллических пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$ достигает $5,3 \cdot 10^4$ ед., а мнимая часть - $7,1 \cdot 10^3$ ед. (рис. 11.). Эти данные, на наш взгляд, обусловлены взаимодействием пленки с кислородом при совместном влиянии температуры и деформации. При этом вносят определенный вклад локализованные состояния, образовавшиеся на границах кристаллитов. Динамика локальных неоднородностей и включения второй фазы с ростом температуры приводит к существенному изменению диэлектрической проницаемости поликристаллических пленок $(\text{Bi}_{0,3}\text{Sb}_{0,7})_2\text{Te}_3$. Напряженность СВЧ полей принимает случайную величину за счет неоднородности исследуемого материала. Это связано с тем, что в каждом участке исследуемых пленок могут располагаться компоненты гетерогенной среды с различными электрическими и диэлектрическими свойствами. При этом флуктуация электрических полей в пространственно – случайных областях отличается от нуля. Одноосная деформация, действуя на неоднородную среду, приводит к перераспределению локализованных носителей и изменению концентрации свободных носителей тока.

Следовательно, электронная часть диэлектрической проницаемости уменьшается и качественно совпадает с экспериментальными результатами.

Большое значение диэлектрической проницаемости может быть обусловлено образованием гетерогенных систем при конденсации пленок в вакууме. В поликристаллических пленках селенида свинца, вещественная часть импеданса ответственна за проводящую область, а мнимая часть – непроводящую. К такому заключению можно прийти на основе теории эффективных сред, которая достаточно описывает электропроводность и диэлектрическую проницаемость проводящих и непроводящих систем, если $Re\sigma$ и $Im\sigma$ отличаются друг от друга не более, чем на порядок. Если исследуемая гетерогенная среда содержится из двух фаз, то в случае $\sigma_1 \gg \sigma_2$ теория эффективной

среды дает корректные результаты не для всех значений объемной доли низкоомного компонента, а лишь начиная с тех, которые соответствуют порогу протекания $\theta = \theta_c$ [19].

Благодаря фиксированной частоте зависимость диэлектрической проницаемости и электропроводности $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ от обратной температуры совпадает с результатами работы [22–24]. Экспериментальные результаты свидетельствуют о том, что, изменяя доли объема включений, возможно попасть в область порога протекания.

5. Заключение. Таким образом, исследование температурной зависимости комплексной диэлектрической проницаемости твердых растворов $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ выявило наличие особенностей в виде смены знака температурного коэффициента диэлектрической проницаемости, а также в виде максимумов и минимумов импеданса в области температур 350–450 К и частоты $\omega = 5,1 \cdot 10^{10}$ Гц. Данные особенности взаимосвязаны и обусловлены независимыми резонансными механизмами: совпадением частоты измерительного переменного напряжения с частотой перескоков электронов при реализации прыжковой проводимости; близостью периода измерительного сигнала к времени формирования барьерного слоя на границе зерен; приближением частоты внешнего СВЧ-поля к частоте структурных элементов образца. Полученные результаты могут быть использованы при создании функциональных устройств на основе твердых растворов $(\text{Bi}_x\text{Sb}_{1-x})_2\text{Te}_3$.

Список литературы

- [1]. Khalid Bin Masood, Umar Farooq, Jai Singh. Evolution of the structural, dielectric and electrical transport properties of Bi_2Te_3 nano-sticks synthesized via polyol and solvothermal routes // *Physica B: Physics of Condensed Matter*. Volume 588, 1 July 2020, 412183. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2020.412183>
- [2]. Дыбов В.А., Сериков Д.В., Федорова Е.Н., Синецкая Д.А., Мозговой П.С., Дяки М.С. Структура и механические свойства компактированных полупроводников на основе твердого раствора Bi_2Te_3 - Sb_2Te_3 , полученных в процессе горячего прессования и последующих обработок поверхности // *Вестник Воронежского государственного технического университета*, 2018, т.18, №6, сс.191-197.
- [3]. Belonogov E.K., Dybov V.A., Kostyuchenko A.V., Kushchev S.B., Sanin V.N., Serikov D.V., Soldatenko S.A. Surface modification of thermoelectric branches based on Bi_2Te_3 - Bi_2Se_3 solid solution by the method of pulsed photon processing // *Condensed media and interphase boundaries*. 2017. Т. 19. № 4.
- [4]. Tasi C.-H., Tseng Y.-C., Jian S.-R., Liao Y.-Y., Lin C.-M., Yang P.-F., Chen D.-L., Chen H.-J., Luo C.-W., Juang J.-Y. Nanomechanical properties of Bi_2Te_3 thin films by nanoindentation // *Journal of Alloys and Compounds*. 2015. V. 619. P. 834-838.
- [5]. Wang Z.-L., Matsuoka K., Araki T., Akao T., Onda T., Chen Z.-C. Extrusion Behavior and Thermoelectric Properties of $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.85}\text{Se}_{0.15}$ Thermoelectric Materials // *Procedia Engineering*. 2014. V. 81. P. 616-621.
- [6]. Абдуллаев Н.А., Абдуллаев Н.М., Алигулиева Х.В., Керимова А.М., Мустафаева К.М. и др. Механизм переноса заряда в тонких пленках твердых растворов $\text{Bi}_2(\text{Te}_{0.9}\text{Se}_{0.1})_3$ // *ФТП*, 2013, том 47, вып. 5, сс.586-590.
- [7]. Sulaymonov, K. M. (2017). The effect of cycle deformation on the AC conductivity of $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ films. *Zhurnal Tekhnicheskoi Fiziki*, 87(3), 471-472.
- [8]. Sulaymonov, H. M., & Yuldashev, N. K. (2016). Effect of internal stresses on the static strain characteristics of p - $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ composite films. *Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 10(4), 878-882.
- [9]. Юлдашев Н.Х., Сулаймонов Х.М. Пьезосопротивления кристаллов и поликристаллических пленок узкозонных полупроводников типа PbS. Фергана, “Фаргона”: 2021. Монография. 132 с.
- [10]. Sulaymonov Kh.M., Yuldashev N.Kh. The Third European Conference on Physics and Mathematics, 12th September, Vienna, Austria, 2015. 19p.
- [11]. Гаджиев Г.М., Гамзатов А.Г., Алиев Р.А., Абакарова Н.С., Эмирасланова Л.Л., Маркелова М.Н., Кауль А.Р. Температурно-частотная зависимость диэлектрического отклика в мультиферроике LuFe_2O_4 , ФТТ, 2020, том 62, выпуск 5, 678–682.
- [12]. Алиев Р.А., Гамзатов А.Г., Гаджиев Г.М., Абакарова Н.С., Кауль А.Р., Маркелова М., Эмирасланова Л.Л. Влияние частоты переменного электрического поля на температурные спектры импеданса керамического мультиферроика LuFe_2O_4 // ФТТ, 2018, том 60, вып. 6, сс.1062-1066.
- [13]. Siddikov, R. U., Sulaymonov, K. M., & Yuldashev, N. K. (2025). Strain-Resistive Properties of $(\text{Bi}_{0.25}\text{Sb}_{0.75})_2\text{Te}_3$ Films at One-Sided Cyclic Alternating Strains. *East European Journal of Physics*, (1), 190-196.
- [14]. Степанов Н. П., Калашников А. А., Улашкевич Ю. В. Оптические функции кристаллов твердых растворов Bi_2Te_3 - Sb_2Te_3 в области возбуждения плазмонов и межзонных переходов. *Оптика и спектроскопия*, 2010. Т. 109. № 6. С. 1138-1143.
- [15]. Лавров И. В. Методы вычисления эффективных электрофизических свойств неоднородных сред с учетом многообразных структурных особенностей. Обзор // *Изв. вузов. Электроника*. 2023. Т. 28. № 4. С. 403-430. <https://doi.org/10.24151/1561-5405-2023-28-4-403-430>

- [16]. Yurasov A. N., Yashin M. M. The effective medium as a tool for analyzing the optical properties of nanocomposites. Rossiiskii tekhnologicheskii zhurnal = Russian Technological Journal. 2018; 6(2):56-66 (in Russ.). <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2018-6-2-56-66>
- [17]. Bourgeois P.C., Maulin M.V. Proportion etude des propriétés crystallography phiques du PbTe en couches minces évaporées sur des substrats amorphes ou orientés // C.r. Acad. Sci., 1967, 264, 26, pp. 1830-1831.
- [18]. Jun Zhou, Yuanyuan Wang, Jeff Sharp, and Ronggui Yang. Optimal thermoelectric figure of merit in Bi₂Te₃/Sb₂Te₃ quantum dot nanocomposites. Physical Review B, 2012, v.85. №11. 11 p.12-1.
- [19]. Stepanov N.P., Kalashnikov A.A. Features in reflection spectra of Bi₂Te₃-Sb₂Te₃ solid solution single crystals in the region of plasma effects // Semiconductors. Vol. 44. № 9. 2010. P. 1129-1133.
- [20]. Гольцман Б.М., Кудинов В.А., Смирнов И.А. Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе Bi₂Te₃ (М., Наука, 1972).
- [21]. Takano S., Hotta S., Kowamura H., Kobayashi K.L., Komatsubara K.F. Studies of dielectric properties and parameters of n-Pb_{1-x}Sn_xTe by magnetoplasma waves. // J. Phys. Soc. Jap, 1974, v. 37, pp. 1007-1012.
- [22]. Ивон А.И., Черненко И.М. Температурная и частотная зависимости электропроводности и диэлектрической проницаемости неоднородных полупроводников в области порога протекания // ФТП, 1981, т. 15, в. 2, сс. 263-267.
- [23]. Комник Ю.Ф., Палатник Л.С. О влияние структуры на электропроводность тонких пленок // ФТТ, 1965, т. 7, №2, сс. 539-544.
- [24]. Daliev, K. S., Ahmedov, M. M., & Onarkulov, M. K. (2021). Influence of the Temperature and Cyclic Deformations of (Bi_xSb_{1-x})₂Te₃ Films on Their Resistance. Journal of Engineering Physics and Thermophysics, 94, 1369-1373.

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИГОРОДНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Б.И. Базаров¹, А.А. Эрназаров²¹Ташкенский государственный транспортный университет²Джизакский политехнический институт¹Тел. +998(94)649-92-75 ¹E-mail: baxtbb@mail.ru²Tel. +998(93)940-41-23 ²E-mail: aziz-ernazarov@mail.ru

(Получена 16.08.2024 г.)

Аннотация: В статье рассмотрены методики управления пассажирскими перевозками в пригородных перевозках. Проведен SWOT-анализ, который показал основные направления развития пригородных пассажирских перевозок. Определен механизм управления пригородными пассажирскими перевозками, координированный и контролируемый государством. Разработана схема механизма управления пригородными пассажирскими перевозками. Сформулированы предложения по оптимизации транспортных услуг, которые базируются на функционировании механизма организации пассажирскими перевозками в пригородном сообщении.

Ключевые слова: пассажирский комплекс, пригородные перевозки, пассажирские перевозки, государственное регулирование, транспортное предприятие.

Annotatsiya: Maqolada shahar atrofidagi transportda yo'lovchi tashishni boshqarish usullari muhokama qilinadi. SWOT tahlili o'tkazildi, bu shahar atrofi yo'lovchi tashishlarini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlarini ko'rsatdi. Davlat tomonidan muvofiqlashtirilgan va nazorat qilinadigan shahar atrofi yo'lovchi tashishlarini boshqarish mexanizmi aniqlandi. Shahar atrofi yo'lovchi tashishlarini boshqarish mexanizmi sxemasi ishlab chiqilgan. Shahar atrofidagi yo'lovchilar tashishni tashkil etish mexanizmining ishlashiga asoslangan transport xizmatlarini optimallashtirish bo'yicha takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: yo'lovchilar majmuasi, shahar atrofi, yo'lovchi tashish, davlat tomonidan tartibga solish, transport korxonasi.

Abstract: The article discusses the methods of passenger transportation management in suburban transportation. A SWOT analysis was carried out, which showed the main directions of development of suburban passenger transportation. The mechanism of commuter passenger transportation management, coordinated and controlled by the state, has been defined. A scheme of the suburban passenger transportation management mechanism has been developed. Proposals have been formulated to optimize transport services, which are based on the functioning of the mechanism for organizing passenger transportation in suburban traffic.

Keywords: passenger complex, suburban transportation, passenger transportation, government regulation, transport enterprise.

1. Введение

Современное общество характеризуется высокой мобильностью населения, из-за чего возникает спрос на качественные услуги в сфере транспортных перевозок. Учитывая стремительное развитие мегаполисов, ежедневные трудовые и культурно-бытовые перемещения людей требуют отлаженной системы пассажирских перевозок. Однако трансформации, наблюдаемые в настоящее время в государстве, влияют на все сферы жизнедеятельности общества, в том числе и на сферу перевозок. В первую очередь это касается несовершенного управления пассажиропотоками, что во многих случаях вызывает проблемы с перемещением людей. Поэтому обеспечение населения качественными транспортными услугами требует всестороннего решения проблемы формирования и

функционирования эффективного механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении.

2. Анализ последних исследований и публикаций

Вопросы пассажирских перевозок в пригородном транспорте интересуют многих ученых. В частности, они поднимаются в трудах [1-8], и др. в своих исследованиях авторы изучают особенности перевозок пассажиров пригородным транспортом, анализируют современное состояние отрасли и зарубежный опыт. Учеными нарушается проблематика реформирования пассажирского комплекса, государственного управления и администрирования деятельности пассажирского транспорта Узбекистана, реструктуризации предприятий пассажирского комплекса, управления пассажирскими перевозками, в частности в пригородном сообщении. Ряд работ посвящен особенностям регулирования работы общественного транспорта органами местного самоуправления и разработке направлений улучшения этих процессов. Однако актуальность тематики статьи, ее недостаточная теоретическая, методологическая и практическая проработка в контексте формирования эффективного механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении определили выбор темы данной публикации.

3. Формулировка цели исследования

Целью работы было изучение особенностей функционирования пригородного пассажирского транспорта и обоснование общих подходов к формированию эффективного механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении.

4. Методы исследования

Перевозка пассажиров требует большой ответственности и четкой организации процессов, сопровождающих движение транспорта. Существование разветвленной сети пригородного пассажирского транспорта свидетельствует о положительном развитии региона и показывает, насколько население той или иной территории страны имеет доступ к тем благам, которые связаны с высокой мобильностью лиц и их способностью быстро перемещаться в пределах города и пригородных зон. Зарубежный опыт является ярким примером экономической целесообразности и общественной необходимости применения пригородного пассажирского транспорта, который, по мнению зарубежных аналитиков, способствует повышению показателей внутреннего валового и регионального продукта, стимулируя повышение мобильности населения. По их подсчетам, каждая вложенная денежная единица в пригородное железнодорожное сообщение дает экономике дополнительные поступления от 1,1 до 5-ти кратного размера инвестиций [9]. Следовательно, пригородные перевозки населения являются весомым стимулятором экономического роста экономики региона и страны в целом. Детализируя этот тезис, можно обратиться к SWOT-анализу (табл. 1), в соответствии с которым следует определить основные приоритеты развития сферы пригородного пассажирского транспорта. Итак, учитывая представленную в табл. 1 информацию, можно утверждать, что пригородный пассажирский транспорт имеет значительный потенциал развития. Однако угрозы, связанные с функционированием указанной сферы, свидетельствуют о необходимости детального и глубокого подхода к обоснованию слаженной и гармоничной системы управления пассажиропотоками, способной выполнять поставленные задачи. В русле этого есть содержание вести речь о необходимости функционирования механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении. Как ответ на запрос общества о формировании такой системы транспортировки людей, которая бы не только была способна перемещать определенное количество лиц из пункта отправления в пункт назначения, но и сопровождать эти процессы соответствующим уровнем сервиса за доступную плату. При этом указанная система должна координироваться, контролироваться и регулироваться со стороны государства, которое призвано гарантировать своим гражданам надлежащий уровень безопасности и право свободного передвижения [10].

Таблица 1

SWOT-анализ функционирования пригородного пассажирского транспорта

Сильные стороны (S)	Слабые стороны (W)
- Пригородный транспорт характеризуется четкостью и регулярностью движения; -Меньшие энергозатраты на один пассажиро-километр перевозок по сравнению с другими видами транспорта; -Государство контролирует качество перевозки, что является большим плюсом для пассажиров; -Наличие инфраструктуры, необходимой для нормальной работы пригородного транспорта	-Зависимость работы транспорта от поломок во время движения на маршруте и возможность срыва графиков движения в соответствии с этим; -Зависимость некоторых видов пригородного транспорта от работы других транспортных средств; -Некоторая зависимость работы отрасли от государственного финансирования
Возможности (O)	Угрозы (Т)
-Развитие городов и их инфраструктуры способствует расширению сети пригородного пассажирского транспорта; - Увеличение количества пассажиров за счет усовершенствования транспортных средств, обустройства их специальным оборудованием для инвалидов и повышения уровня их комфортабельности; -Обновление транспортной системы и ее инфраструктуры за счет поддержки государства	-Колебания цен на энергоносители и их зависимость от мировых тенденций; - Рост цен на транспортные средства и запчасти к ним; -Уменьшение уровня финансовой помощи из государственного и местных бюджетов; -Рост доли индивидуального транспорта населения в общем количестве транспорта в регионе

Исходя из ключевых задач безопасности граждан и объективной необходимости мобильности населения в условиях развития современного общества, механизм управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении можно рассматривать как систему технических, логистических, административных, правовых, программных мероприятий и совокупность хозяйствующих субъектов и их структурных подразделений, которые призваны эффективно выполнять задачи, поставленные перед ними государством, и которые

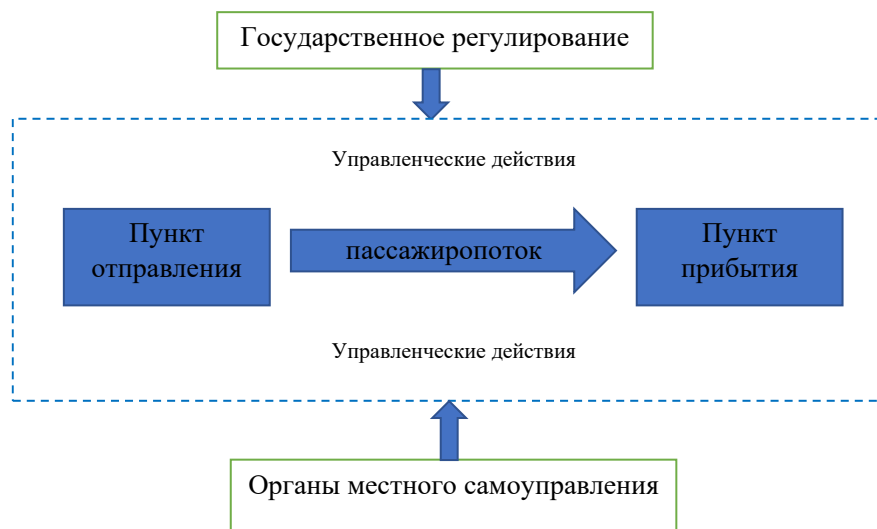


Рис. 1 Общая схема механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении.

построены по определенной иерархии в зависимости от их функций[11]. Формирование указанного механизма призвано обеспечить полное удовлетворение спроса населения относительно качественных услуг по транспортировке, которое должно сопровождаться минимальными затратами на перевозку пассажиров. Общая

схема механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении представлена на рис. 1.

Следовательно, эффективное управление пассажирскими перевозками в пригородном сообщении должно базироваться на двух основных позициях: координирующем влиянии государственного регулирования на исследуемую сферу и участии органов местного самоуправления, а также частного сектора, в частности, в роли транспортных предприятий, осуществляющих пригородные пассажирские перевозки [12]. Гармоничное сочетание государственной и региональной компоненты в управленческих процессах позволит обеспечить достижение желаемых результатов и повысить качество пассажирских перевозок пригородным транспортом.

Однако нужно учесть, что в настоящее время существует ряд проблем, которые сдерживают рост качества пригородных перевозок:

- низкий уровень инвестиционной привлекательности сферы пригородных пассажирских перевозок, учитывая особенность отрасли, ее зависимость от государственных субсидий и слабые стороны, указанные в табл. 1;
- медленное развитие и внедрение технологических достижений перевозчиками, что не дает возможности вести речь о должном уровне комфортабельности и качества перевозок;
- недостаточное обновление основных фондов транспортных предприятий, несоответствие их технического состояния современным требованиям [13].;
- недостаточный уровень информатизации процессов перевозки пассажиров, что замедляет взаимодействие транспортных предприятий с другими партнерами.

Эти и другие проблемы являются основанием для поисков путей улучшения функционирования сферы пригородного пассажирского транспорта и внедрения эффективного механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении. Результативные управленческие действия в сфере пригородных пассажирских перевозок должны базироваться на следующих основных принципах:

- полноценной законодательной и нормативно-правовой регламентации функционирования сферы пригородных пассажирских перевозок, в соответствии с чем нужно признать общегосударственное значение пригородного транспорта для прогрессивного развития страны;
- хозяйственной самостоятельности пригородного пассажирского транспорта и его органов управления с одновременным признанием регулирующей и координирующей роли государства в развитии отрасли;
- направленность на финансово-экономическую самостоятельность и окупаемость деятельности транспортных предприятий, осуществляющих пригородные пассажирские перевозки, которая предусматривает принятие мер по эффективному управлению отраслью, устранение причин потенциального банкротства предприятий, их финансового оздоровления, своевременной реструктуризации долгосрочной задолженности, избежание выполнения ненужных функций, списание лишнего имущества и тому подобное.
- гармоничного взаимодействия транспортных предприятий, осуществляющих пригородные пассажирские перевозки, с другими компаниями, обслуживающими пассажирские перевозки (автовокзалы, страховые компании, агентства по продаже билетов) на договорных условиях, в соответствии с чем будет возможным эффективное сотрудничество и партнерство всех участников процесса перевозок и гарантироваться качественное обслуживание пассажиров;
- выполнение государственного заказа перевозчиками в случаях экономически невыгодных пригородных пассажирских перевозок, имеющих социальное значение, при условии предоставления соответствующих финансовых субсидий и компенсаций. В частности, в данном случае присутствует дифференциация финансирования из государственного или местного бюджетов, учитывая уровень государственного заказа;
- последовательного и поэтапного реформирования сферы пригородных пассажирских перевозок с полноценным сохранением своих функциональных параметров.

Эти принципы должны исходить из потребности государственного регулирования и координирующей и контролирующей роли государственных и местных органов власти. Важно поставить акцент на роли муниципального управления организацией пригородных пассажирских перевозок, которое призвано обеспечить удовлетворение потребностей всех слоев населения с минимальными потерями времени [14]. В соответствии с этим можно определить основные задачи органов местного самоуправления в сфере пригородных перевозок:

- обеспечение безопасности перевозок пассажиров;
- приведение подвижного состава транспорта в надлежащее состояние, соответствующее техническим параметрам и нормативам;
- развитие магистралей и обеспечение надежного состояния транспортных линий;
- диспетчеризация и контроль качества транспортного обслуживания населения;
- модернизация систем организации движения транспорта.

Следует отметить, что органы местного самоуправления могут быть наделены государственными полномочиями по финансированию транспортных предприятий и перевозчиков для компенсации перевозки льготных категорий пассажиров[15].. В целом, управление транспортным комплексом со стороны местных органов власти осуществляется в соответствии со следующими функциями:

- разработка схем развития дорожной сети;
- принятие правил и порядка организации работы транспорта;
- организация диспетчерской службы, разработка графиков и диспетчеризация движения транспорта;
- выдача заказа на пассажирские и специализированные перевозки и заключение контрактов;
- установление тарифов на перевозку;
- контроль за соблюдением графиков движения и по экологическим параметрам работы транспорта.

Наряду с участием государства и местной власти в процессах развития сферы пригородного пассажирского транспорта необходимо, на наш взгляд, учитывать потребность привлечения частной составляющей в виде транспортных предприятий, осуществляющих пригородные пассажирские перевозки. Они являются формой государственно-частного партнерства предприятий-перевозчиков, региональных и местных органов власти, а также частных компаний.

Благодаря созданию транспортных предприятий, осуществляющих пригородные пассажирские перевозки, можно решить проблему повышения доходности таких перевозок, износа основных фондов, которыми владеет пригородный комплекс, и увеличения объема их закупок. Важную роль при этом играет участие региональных властей в организации пригородных перевозок путем их привлечения к формированию и деятельности таких предприятий. Такая интеграция повышает качество пассажирских перевозок и улучшает управленческие процедуры. К тому же, администрация области имеет возможность лучше организовывать и контролировать пригородные пассажирские перевозки, осуществляемые в пределах области.

В целом, функционирование транспортных предприятий, осуществляющих пригородные пассажирские перевозки, позволяет обеспечить реализацию полноценных рыночных процессов в сфере пригородных перевозок, а также повысить инвестиционную привлекательность участников рыночных отношений [16]. Эффективная деятельность этих компаний требует максимального проявления частной инициативы путем формирования независимых пригородных перевозчиков.

Таким образом, обобщение вышесказанного дает возможность сгруппировать предложения по улучшению качества транспортных услуг на основе функционирования механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении:

- унификация законодательства в соответствии с требованиями современного мира и норм и стандартов развитого европейского общества;

- содействие развитию рынка пассажирских транспортных услуг за счет расширения сети пригородного транспорта и улучшения инфраструктуры отрасли;
- переформатирование логистических схем пригородного транспорта за счет замены пригородных поездов в малонаселенных пунктах рейсовыми автобусами, построения новых транспортных развязок, своевременного ремонта дорог и т.д.; замена рейсовых автобусов пригородными поездами на территории с густой плотностью населения с одновременным обновлением подвижного состава пассажирского железнодорожного транспорта;
- акцентирование внимания на сезонности перемещений, введение новых и своевременное изъятие ненужных рейсов в соответствии с явлением сезонности;
- совершенствование транспортных средств и их техническое переоснащение с целью минимизации затрат на одного пассажира и максимизации комфорта и скорости перевозок;
- повышение эффективности управления активами транспортных предприятий за счет своевременного изъятия устаревших фондов, привлечения специалистов по аутсорсингу и реструктуризации долгов.

Указанные меры должны применяться в комплексе – только в таком случае будет достигнут максимальный результат, в соответствии с которым будет функционировать механизм управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении и обеспечиваться надлежащее качество перевозки пассажиров в пригородных зонах.

5. Выводы

1. Пригородный пассажирский транспорт является неотъемлемой составляющей региональной экономики, обеспечивающей высокую мобильность населения и повышающей таким образом показатели внутреннего валового и регионального продукта. Функционирование этой сферы связано со значительным потенциалом пригородной транспортной системы, а также рисками и угрозами, которые в условиях глобализованного мира приобретают объективный и системный характер.

2. Улучшение функционирования сферы пригородного пассажирского транспорта требует использования эффективного механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении. Он должен реализовываться в русле государственного регулирования процессами, которые связаны с перевозкой пассажиров на пригородных территориях, а также учитывать участие органов местного самоуправления и частную компоненту, путем гармоничного взаимодействия государственных и региональных органов власти, предприятий-перевозчиков и частных компаний.

3. Основными направлениями, по которым должно происходить повышение качества предоставления услуг пассажирам пригородного транспорта в соответствии с функционированием механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении, должны быть: унификация законодательства; содействие развитию рынка пассажирских транспортных услуг; переформатирование логистических схем пригородного транспорта; акцентирование внимания на сезонности перемещений; усовершенствование транспортных средств и их техническое переоснащение; повышение эффективности управления активами транспортных предприятий.

Список литературы

- [1]. Ходжаев Б.А. Основы автомобильных грузовых и пассажирских перевозок. -Ташкент: Изд-во Узбекистан, 2002 – 239 с. ISBN 5-640-03132-8
- [2]. Daraio, Cinzia & Diana, Marco & Di Costa, Flavia & Leporelli, Claudio & Matteucci, Giorgio & Nastasi, Alberto. (2015). Efficiency and effectiveness in the urban public transport sector: A critical review with directions for future research. *European Journal of Operational Research*. 248. 10.1016/j.ejor.2015.05.059.
- [3]. Fitzová, H., Matulová, M. & Tomeš, Z. Determinants of urban public transport efficiency: case study of the Czech Republic. *Eur. Transp. Res. Rev.* 10, 42 (2018). <https://doi.org/10.1186/s12544-018-0311-y>
- [4]. Irina Ulitskaya, Julia Vasilyeva, Elena Telushkina, Svetlana Glagoleva, Development of the logistics system of urban public passenger transport, *Transportation Research Procedia*, Volume 63, 2022, Pages 2857-2865, ISSN 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.332>.

- [5]. Brons, M., Nijkamp, P., Pels, E. *et al.* Efficiency of urban public transit: A meta analysis. *Transportation* **32**, 1–21 (2005). <https://doi.org/10.1007/s11116-004-0939-4>
- [6]. Dawda, N. H., Gajera, H., Joshi, G. J., Arkatkar, S. S., & Dave, S. K. M. (2021). Efficiency Based Evaluation of Public Transport and Paratransit Systems with a View to Integrating Transportation. *Transportation Research Record*, 2675(3), 17–32. <https://doi.org/10.1177/0361198120980322>
- [7]. Canitez, F. (2018). Urban public transport systems from new institutional economics perspective: a literature review. *Transport Reviews*, 39(4), 511–530. <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1552631>
- [8]. Amirah, Nur & Mohamad, Diana & Hilmy, Ahmad. (2021). Acceptable walking distance accessible to the nearest bus stop considering the service coverage. 10.1109/ICOTEN52080.2021.9493435.
- [9]. Mauro, Raffaele. (2015). Traffic and Random Processes: An Introduction. 10.1007/978-3-319-09324-6.
- [10]. Oded Cats, Zafeira Gkioulou, Modeling the impacts of public transport reliability and travel information on passengers' waiting-time uncertainty, *EURO Journal on Transportation and Logistics*, Volume 6, Issue 3, 2017, Pages 247–270, ISSN 2192-4376, <https://doi.org/10.1007/s13676-014-0070-4>.
- [11]. Yevhen Tkhoruk, Olena Kucher, Mykola Holotiuk, Mykhailo Krystopchuk and Oleg Tson, —Modeling of assessment of reliability transport systems, in *Proceedings of ICCPT 2019*, Ternopol, 2019, pp. 204–210.
- [12]. Choi, Bong & Kim, Bara & Chung, Jinmin. (2001). M/M/1 Queue with Impatient Customers of Higher Priority. *Queueing Syst.* 38. 49–66. 10.1023/A:1010820112080.
- [13]. Peter van der Waerden, Jaap van der Waerden, Michiel Burger, Exploring the role of public transport service and walking route related factors to identify maximum walking distances to bus stops in the Netherlands, *Journal of Public Transportation*, Volume 26, 2024, 100096, ISSN 1077-291X, <https://doi.org/10.1016/j.jpubtr.2024.100096>.
- [14]. Asefeh Hasani Goodarzi, Eleen Diabat, Armin Jabbarzadeh, Marc Paquet, An M/M/c queue model for vehicle routing problem in multi-door cross-docking environments, *Computers & Operations Research*, Volume 138, 2022, 105513, ISSN 0305-0548, <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105513>.
- [15]. Fadyushin, A. (2022). Methodology for determining the optimal parameters of a public transport stop point. *Intellect. Innovations. Investments*. 6. 124–134. 10.25198/2077-7175-2022-6-124.
- [16]. Эрнazarов А.А. Методика расчета количества выброса токсичных веществ в окружающую среду транспортным потоком // Вестник науки. 2022. №9 (54). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-rascheta-kolichestva-vybrosa-toksichnyh-veschestv-v-okruzhayushchuyu-sredu-transportnym-potokom>

YANGI TUZILISHDAGI HOSILALI GLAD TO'QIMALARINING TEXNOLOGIK KO'RSATKICHLARI TADQIQI

X.A. Xamdamov, G'.Sh. Allaniyazov

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

Annotatsiya: Zamonaviy trikotaj-to'quv mashinalarining texnologik imkoniyatlarini kengaytirish, qo'shimcha elementlarni kiritish hisobiga yangi tuzilishdagi trikotaj matolarni ishlab chiqarish usullari bayon etilgan bo'lib, bu orqali trikotaj ishlab chiqarishda bir qator muhim vazifalarni hal qilish imkonini beradi: yangi assortimentdagi raqobatbardosh mahsulotlarning texnologik ko'rsatkichlarini aniqlash va ularning qiymatlarini keng diapazonlarda tahlil qilish. Trikotajning barcha variantlari bir xil sharoitlarda ishlab chiqilgan: halqa ipining uzunligi, halqaga ta'sir etuvchi kuch va trikotaj matosining tortish kuchi bir xil olingan. O'rganilgan trikotaj namunalari turlicha joylashgan halqalar va uzaytirilgan protyajkalardan turli xil yangi tuzilishdagi trikotaj to'qimalar ishlab chiqarilgan. Trikotaj namunalari ishlab chiqarishda barcha namunalar bir xil ip bilan tayyorlanganiga qaramay, uning tuzilishini o'zgarishi texnologik parametrlariga ta'sir qiladi. Demak, nafaqat ipni o'zgartirish, balki to'quv parametrlarini to'g'ri tanlash orqali trikotaj matolar assortimentini kengaytirish va uni o'zgartirishda xomashyo sarfini kamaytirish mumkin.

Tayanch so'zlar: trikotaj, to'quv, hosilali glad, texnologik ko'rsatkichlar, halqa, halqa qadami, halqa qatori balandligi, gorizonta va vertikal bo'yicha zichlik, halqa ipi uzunligi, yuza zichligi, hajm zichligi.

Аннотация: Расширяя технологические возможности современных трикотажного оборудования, вводя дополнительные элементы, описаны способы производства трикотажных

полотен новой структуры, что позволяет решить ряд важных задач при производстве трикотажных изделий: получение конкурентоспособных изделий нового ассортимента с регулированием свойств и цены в широком диапазоне. Все варианты трикотажа были выработаны в одинаковых условиях: натяжение, глубина кулирования нити и сила оттяжки трикотажа были одинаковыми. Исследуемые образцы трикотажа были выработаны из разных структур в различном расположенного петли и удлиненными протяжками. Вид используемой структур и графики образцов трикотажа влияет на его технологические параметры, несмотря на то, что все образцы выработаны одинаковыми пряжами. Это означает, что имеется возможность расширить ассортимент трикотажа и уменьшить расход сырья при выработке его не только за счет изменения пряжи, но и за счет правильного подбора структур переплетения.

Ключевые слова: трикотаж, переплетение, производный гладь, технологический параметр, петля, петельный шаг, высота петельного ряда, плотность по горизонтали и вертикали, длина нити в петле, поверхностная плотность, объемная плотность.

Abstract: New structures of knitted fabrics and methods for their production have been developed by expanding the technological capabilities of modern knitting equipment, which allows solving a number of important tasks in knitting production: obtaining competitive products of a new range with regulation of properties and prices in a wide range. All variants of knitwear were developed under the same conditions: the tension, the depth of the thread culling and the pulling force of the knitwear were the same. The studied samples of knitwear were produced from different structures in various located loops and elongated broaches. The type of structure and graphics used for knitwear samples affects its technological parameters, despite the fact that all samples are made with the same yarn. This means that it is possible to expand the range of knitted fabrics and reduce the consumption of raw materials in the development of it, not only by changing the yarn, but also by choosing the right weave patterns.

Key words: jersey, weave, derivative surface, technological parameter, loop, loop step, loop row height, horizontal and vertical density, thread length in loops, surface density, bulk density.

Kirish. Zamonaviy trikotaj ishlab chiqarishda qo'shimcha elementlardan samarali foydalanish orqali raqobatbardosh trikotaj mahsulotlari assortimentini kengaytirish va sifat ko'rsatkichlarini oshirish asosiy ustuvor vazifa hisoblanadi. Mahsulotlarni yuqori ekologik va gigiyenik xususiyatlarga ega tabiiy xomashyolardan ishlab chiqarish va yangi xomashyo turlari hamda naqshlarni o'zlashtirish raqobatbardoshlikni saqlashda muhim omildir. Shuningdek, rivojlangan davlatlar o'z to'qimachilik mahsulotlarining 75-85 foizini ichki bozor talabini qondirish uchun mahalliy ishlab chiqarishga yo'naltirishga e'tibor qaratmoqda.

Resurstejamkor texnologiyalarni qo'llash mahsulot sifatini saqlagan holda xomashyo sarfini kamaytirish uchun asosiy vazifaga aylandi. Ushbu tadqiqot trikotaj matolar tuzilishini o'zgartirish va qo'shimcha elementlarni kiritish orqali xomashyodan samarali foydalanish, mahsulotlarni resurstejamkorligini oshirish va tannarxni pasaytirish imkoniyatlarini o'rganadi.

Materiallar va metodlar. Tadqiqot tabiiy xomashyodan tayyorlangan va yuqori ekologik va gigiyenik xususiyatlarga ega trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarishga qaratilgan. Turli xil trikotaj to'qimalari tuzilmalari, shu jumladan qo'shimcha ip elementlari kiritilgan konfiguratsiyalar tahlil qilindi. Ushbu tuzilma o'zgarishlari xomashyo sarfini optimallashtirish va tannarxni kamaytirishga mo'ljallangan.

Metodologiya. Trikotaj mahsulotlariga tuzilmaviy o'zgartirishlar kiritishning ta'sirini o'rganish uchun asosiy elementlar - halqalar, yoylar va protyajkalarning o'lchami, shakli va nisbiy joylashuvi tahlil qilindi. Ba'zi turdagi trikotajlarda qo'shimcha ip elementlari tuzilishga kiritildi. Ushbu elementlarning bir-biriga qanday tartibda ulanayotganligini o'zgartirib, samarali trikotaj tuzilmalari yaratildi.

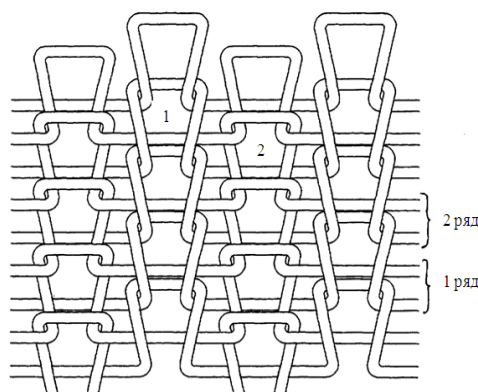
Shuningdek, tadqiqotda trikotaj matolarida old va orqa halqalarning joylashuvi o'rganildi. Old va orqa halqalar almashinuvi noyob tuzilmani hosil qildi, bunda ulashuvchi elementlar - old halqalar protyajkalari orqa halqalar oldida, orqa halqalar protyajkalari esa old halqalar orqasida joylashgan edi, bu esa funksional mato yaratdi.

Natijalar. Trikotajning tuzilishi yoki konstruktsiyasi har qanday to'qimachilik mahsuloti kabi, uni tashkil etuvchi elementlarning o'lchami, shakli va nisbiy joylashuvi bilan belgilanadi. Shakliga qarab, trikotaj konstruktsiyasining elementlari halqalar, yoylari va protyajkalar bo'lishi

mumkin. Trikotajning ayrim turlarida halqalar, yo'ylar va protyajkalar bilan bir qatorda tuzilishga qo'shimcha ip (element)lar bo'laklari kiritilishi mumkin. Trikotaj tuzilishi elementlarini ma'lum bir ketma-ketlikda ulash orqali trikotaj to'qimasi hosil bo'ladi.

Hosilali gladde old va orqa halqalarining ustunlari almashib keladi, qatorlar o'zi hosila bo'lib, birlashtiruvchi elementlar - oldingi halqalarning protyajkalari - orqa halqalarning oldidan va orqa halqalarning protyajkalari – old halqalar orqasida bo'ladi

1-rasmda. Taklif qilingan to'qimadagi iplarning o'zaro bog'lanishi ko'rsatigan. Barcha old 1 va orqa 2 halqalari alohida ustunlarda joylashganligini ko'rish mumkin.

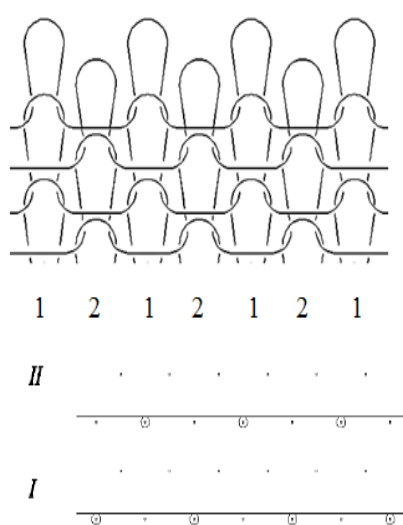


1-rasm. Bir qavatli hosilali gladning tuzilishi.

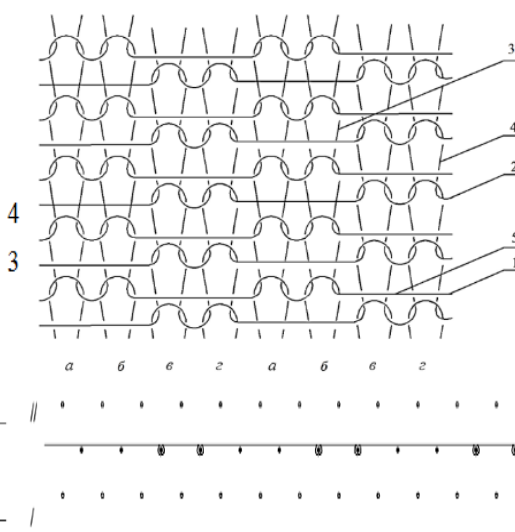
natijalar 1-jadvalda keltirildi.

Taklif etilgan trikotaj to'qimalaridan bolalar ustki kiyimlari tikish uchun qo'llash mumkin. Birinchi variant (asos to'qima) sifatida trikotaj ishlab chiqarish korxonalarida to'qilayotgan va bolalar ustki tikish uchun qo'llanilayotgan hosilali glad to'qimasi tanlab olindi, bunda to'qima namunalari ushbu to'qimani o'zgartirish asosida ishlab chiqariladi. Ishlab chiqarilgan trikotaj to'qimasining yangi namuna variantlari 2-rasmda ko'rsatilgan. Xom ashyo sifatida chiziqli zichligi 20 teks x 2 bo'lga poliakrilonitril ip ishlatilgan.

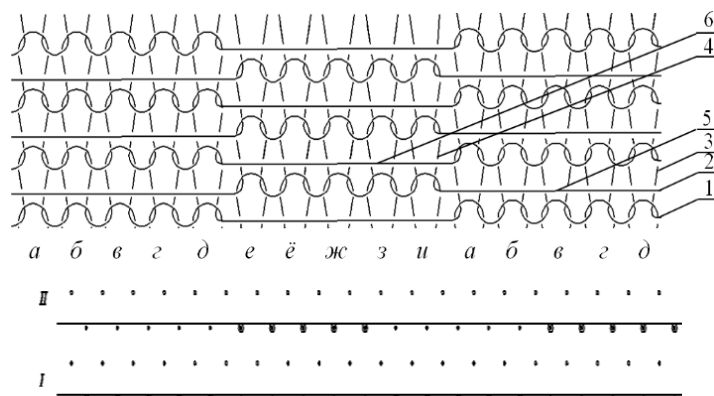
Taklif etilayotgan trikotaj variantlarining texnologik ko'rsatkichlari Namangan to'qimachilik sanoati instituti qoshidagi laboratoriyasida standart usulda aniqlangan va



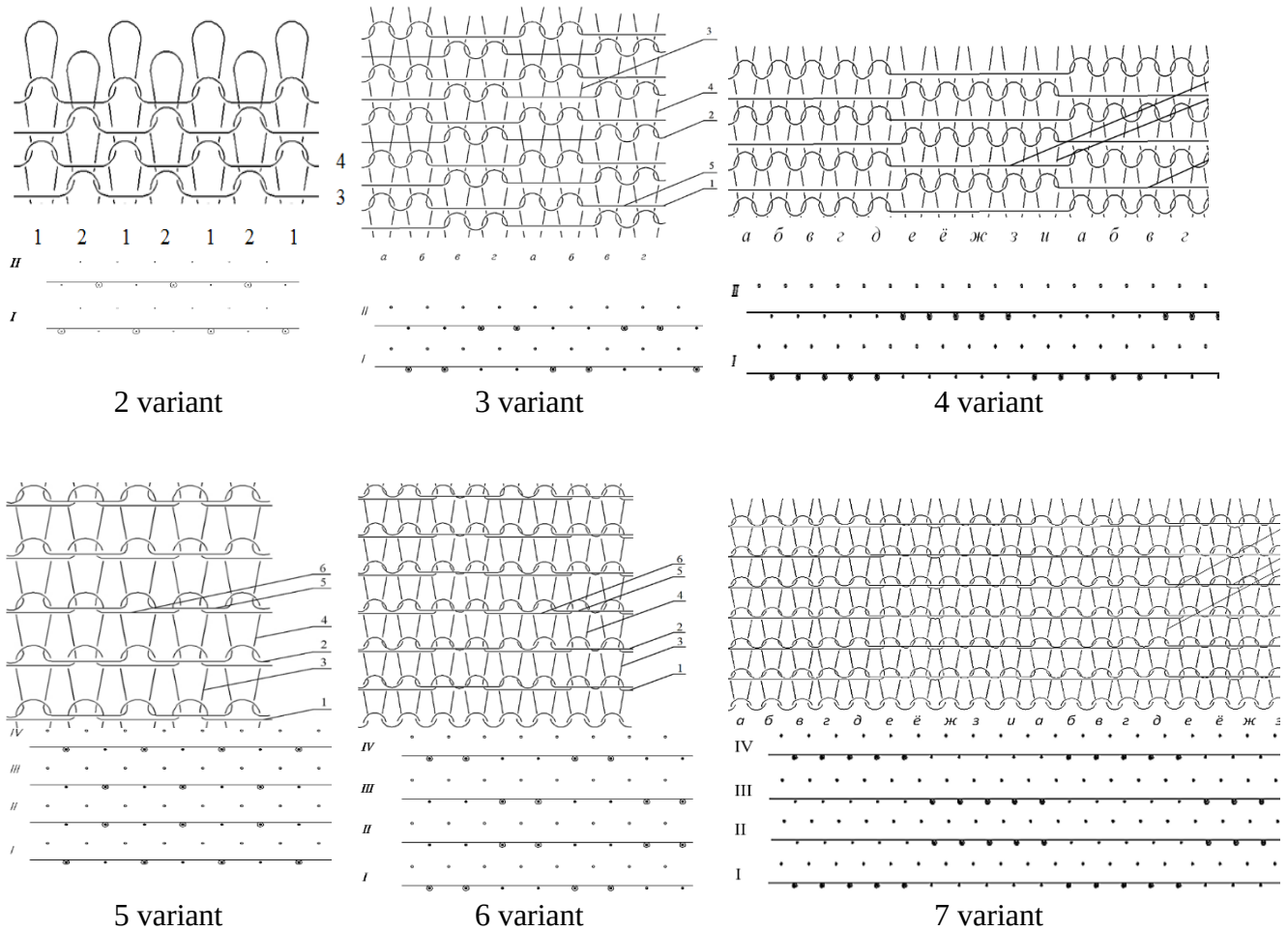
2-variant.



3-variant.



4-variant



2-rasm. Yangi tuzilishdagi trikotaj toqimalarining tuzilishi va grafik yozuvi.

Tadqiq natijalarini tahlil qilish orqali, shuni ta'kidlash mumkinki, trikotaj namunalarini ishlab chiqarishda to'qima turi barcha namunalar bir turdagi iplar bilan ishlab chiqarilganligiga qaramasdan, tuzilish o'zgarishi uning texnologik parametrlariga ta'sir qiladi.

Jadval 1.

Yangi tuzilishdagi trikotaj toqimasining namuna variantlarning texnologik ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	Variantlar						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Ip turi va chiziqli zichligi	Poliakrilnitril ПАН 20 текс x 2						
Halqa qadami A, мм	1,42	1,11	1,11	0,83	1,35	1,43	0,83
Halqa qatori balandligi B, мм	1,0	1,11	1,11	1,25	1,03	0,9	0,9
Gorizantal bo'yicha zichlik P_{Γ} ,	35	45	45	60	37	35	60
Vertikal bo'yicha zichlik P_B ,	50	45	45	40	53	55	55
Halqa ipi uzunligi l , мм	5,28	4,74	4,02	4,38	3,76	3,6	4,4
Yuza zichligi M_s , г/м ²	192,6	222,1	240,1	291,3	253,6	288,2	369,8
Qalinligi T, мм	0,6	0,7	0,8	1,2	0,9	1,18	1,2
Hajm zichligi δ , мг/см ³	321	317,3	300,12	242,7	281,7	244,2	308,2
Absolyut hajmiy engillik $\Delta\delta$, мг/см ³	-	3,7	20,88	78,3	39,3	76,8	12,8
Nisbiy hajmiy engillik θ , %	-	1,2	6,5	24,4	12,3	24	4

Olingan natijalarni bir-biri bilan taqqoslab, eng yaxshi variantlar trikotajning IV, V va VI variantlari ekanligi haqida xulosa qilishimiz mumkin.

Ushbu variantlar resurstejamkor va yuqori shakl saqlash xususiyatiga ega. Shuning uchun, kattalar va bolalarga mo'ljallangan yuqori sifatli ustki trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun tavsiya qilishimiz mumkin.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, trikotaj matolari tuzilmasiga o'zgartirishlar kiritish, ayniqsa, qo'shimcha elementlardan foydalanish orqali mahsulotlarning resurstejamkorligi sezilarli darajada yaxshilandi. Halqalar, yoylar va protyajkalar tartibini optimallashtirish orqali xomashyo sarfini kamaytirish bilan birga matoning sifati yaxshilandi. Tadqiqot, shuningdek, ushbu tuzilma o'zgarishlari trikotaj mahsulotlarining gigiyenik xususiyatlarini yaxshilaganini aniqladi, bu esa ularni keng doirada qo'llash uchun mos qiladi. Qolaversa, trikotaj matolarining tuzilmasini o'zgartirish nafaqat mahsulot sifatini oshiradi, balki tannarxni ham pasaytiradi. Ushbu topilmalar ekologik toza trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun juda dolzarb bo'lib, ular mahalliy va xalqaro bozor talablariga javob beradi.

Muhokama. Tadqiqot trikotaj matolari tuzilmasi trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarish samaradorligi va sifatiga muhim ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi. Qo'shimcha elementlarni, masalan, qo'shimcha iplar yoki protyajkalarni kiritish ishlab chiqarish jarayonida katta moslashuvchanlikni ta'minlaydi va xomashyoni optimallashtirishga yordam beradi. Bu ayniqsa bugungi kunda to'qimachilik sanoatida juda muhim, bunda barqarorlik va tannarxni tejash asosiy ahamiyatga ega.

Xulosa. Ushbu tadqiqot trikotaj matolarining tuzilmaviy o'zgarishlari va qo'shimcha elementlarni kiritish trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarish samaradorligi va sifatini sezilarli darajada yaxshilashini tasdiqlaydi. Topilmalar zamonaviy to'qimachilik sanoatida resurstejamkor va ekologik toza trikotaj mahsulotlarini yanada rivojlantirish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Ushbu innovatsiyalarni qabul qilish sanoatga barqaror va yuqori sifatli tekstil mahsulotlariga bo'lgan o'sib borayotgan talabni qondirishga yordam beradi.

Adabiyotlar

- [1]. Allaniyazov G.Sh., Kholikov K.M., Mukimov M.M., Gulyaeva G.Kh., Musaeva M.M. About influence of the linear density of the thread of the back layer of double-layer knitted fabric's on its technological parameters // International Engineering Journal For Research & Development. Vol. 6, Issue 6. November 2021. -pp. 51-55.
- [2]. Алланиязов Г.Ш., Холиков К.М., Мукимов М.М. Разработка новых структур двухслойного трикотажа // Материалы докладов 54-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. 28 апреля 2021г. ТОМ 2. -С.223-225.
- [3]. Shogofurov Shaxbozjon Shokijon o'g'li , Musaeva Gulshan Qaxramon qizi , Xamdamov Hakimjon Abdusattarovich , Mamatova Xadicha Qurbonali qizi , Xoliqov Qurbonali Madaminovich . Yassi igna mashinasida olingan trikotaj matoni kompleks baholash . <https://pubs.aip.org/aip/acp/article/2789/1/040125/2900119>.
- [4]. Uralov L., Xamdamov X.A. et al. Study of technological performance of two-layer knitted fabrics //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2022. – T. 2789. – №. 1.
- [5]. Shogofurov Shaxbozjon Shokijon o'g'li , Ergashev Ma'murjon Maqsud o'g'li , Xamdamov Hakimjon Abdusattarovich , Salayeva Nozima Sattorovana , Xoliqov Qurbonali Madaminovich . Orqa trikotaj matoni kompleks baholash diagrammasi . https://pubs.aip.org/aip/acp/article-pdf/doi/10.1063/5.0145476/18015902/040124_1_5.0145476.pdf
- [6]. Т.К. Алламуратова, М.М. Мукимов, Г.Ш. Алланиязов. Исследование влияния вида сырья на технологические параметры двухслойного трикотажа. Журнал Известие вузов. Технология текстильной промышленности 2022 г. Россия № 6 (402) – С.86-9.

МОМИҚ СИФАТИНИ ОШИРИШДА НАЗАРИЙ АСОСЛАР

М.Ғ. Азамбаев

Наманган муҳандислик-технология институти
Tel: +99(894) 279 77 89 , e-mail: mazambayev@gmail.com

(Қабул қилинди 14.10 .2024 у.)

Аннотация: Мақолада бугунги кунда Республика пахта тозалаш корхоналари технологик жараёнига вазифалар пахта чигити ва толасини ишлаб чиқаришда технологик талабларга риоя қилиш, сифатли тола ишлаб чиқариш, корхонадан чиқаётган тўқимачилик хом ашёларини чиқинди таркибига чиқиб кетишига йўл қўймаслик ва энг асосийси корхона маҳсулотларини (тола, чигит, момиқ ва бошқалар) максимал тозалаш имкониятини яратишдан иборат. Ушбу вазифалар мобайнида чигитларни линтерлаш жараёни самарадорлигини ошириш ҳамда момиқ таркибидаги ифлосликларни камайтириш асосий ўрин тутди.

Таянч сўзлар: Момиқ, чигит, сифат, тўрли тебранувчан юза, натижа, линтер, параметр, машина, самара, ифлос аралашмалар.

Аннотация: В статье поставлены задачи технологическому процессу республиканских хлопкоочистительных предприятий по соблюдению технологических требований при производстве хлопкового семени и волокна, производство качественного волокна, недопущение утечки текстильного сырья, поступающего с предприятия, в отходы, а главное, создание возможности максимальной очистки продукции предприятия (волокна, семени, лinta и др.). При выполнении этих задач основное место занимает повышение эффективности процесса линтерования семян, а также уменьшение примесей в составе лinta.

Ключевые слова: Линт, семена, качество, вибрационная сетчатая поверхность, результат, линтер, параметр, машина, эффективность, сорные примеси. **Abstract:** The article sets tasks for the technological process of republican cotton gin enterprises to comply with technological requirements in the production of cotton seed and fiber, the production of high-quality fiber, preventing the leakage of textile raw materials coming from the enterprise into waste, and most importantly, creating the possibility of maximum purification of the enterprise's products (fiber, seed, lint, etc.). When performing these tasks, the main place is occupied by increasing the efficiency of the seed linting process, as well as reducing impurities in the lint composition.

Key words: Lint, seeds, quality, vibrating mesh surface, result, linter, parameter, machine, efficiency, weed impurities.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 сонли Фармони, «Пахтачилик тармоғини бошқариш тизимини тубдан такомиллаштириш чора – тадбирлари тўғрисида»ги 2017 йил 28 ноябрдаги ПҚ-3408 сон қарорлари, Вазирлар Маҳкамасининг 2018 йил 31 мартдаги 253-сонли «Пахта-тўқимачилик ишлаб чиқаришлари ва кластерлари фаолиятини ташкил этиш бўйича қўшимча чора тадбирлар тўғрисида»ги қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа маёрий – ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Пахта чигитини линтерлашда линтер ишчи қисмларини такомиллаштириш, ресурстежамкорлигини ошириш, пахта чигитини линтерлашни ишлаб чиқариш жараёнларига олиндирилган чигит ҳамда момиқнинг сифат ва микдор сифат кўрсаткичларига таъсири масалалари йўналишида бир қатор олимлар томонидан ишлар олиб борилган.

Республикамызда пахтани дастлабки ишлаш технологияси, хусусан, линтерлаш

жараёни самарадорлигини ошириш ҳамда момик таркибидаги ифлосликларни максимал тозалаш ва корхонада момик ишлаб чиқаришда сифатни сақлаш технологиясининг фундаментал-назарий, амалий ва методологик асослари яратилган. Олиб борилган илмий тадқиқотлар натижасида ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш ва амалиётга қўллаш масалаларни ечишда салмоқли натижаларга эришилди.

Шу билан бирга сифатли чигит ва момик олишда линтер таъминлагичидан чигитларни узатиш вақтида технологик жараёнга таъсир қилмасдан чигитли масса таркибидан майда ифлосликларни самарали ажратиш олиш технологиясини яратиш ҳамда момик сифатини яхшилаш, машиналарини такомиллаштириш орқали чигитлар таркибидан майда ифлосликларни тозалаш, тозалаш мосламасида чигитларнинг ҳаракатини ҳамда тозаланиш даражасини чуқурроқ ўрганиш ҳамда оптимал параметларини аниқлаш муаммолари етарли даражада ўрганилмаган.

Бугунги кунда Республика пахта тозалаш корхоналари технологик жараёнига вазибалар пахта чигити ва толасини ишлаб чиқаришда технологик талабларга риоя қилиш, сифатли тола ишлаб чиқариш, корхонадан чиқаётган тўқимачилик хом ашёларини чиқинди таркибига чиқиб кетишига қўл қўймаслик ва энг асосийси корхона маҳсулотларини (тола, чигит, момик ва бошқалар) максимал тозалаш имкониятини яратишдан иборат. Ушбу вазибалар мобайнида чигитларни линтерлаш жараёни самарадорлигини ошириш ҳамда момик таркибидаги ифлосликларни камайитириш асосий ўрин тутди. Жумладан, линтерлаш жараёнини технологиясини такомиллаштириш орқали сифатли маҳсулот олиш корхонага сезиларли иқтисодий самара келтиради. Ҳозирда линтер машиналари таъминлагичидан ўтаётган чигитлар таркибидаги майда ифлос аралашмалар етарлича тозаланмай жараёнга узатилади, натижада момик маҳсулотини кейинги ишлов беришда ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифатига сезиларли салбий таъсир кўрсатади.

Чигит туқдорлиги ва ифлослиги бўйича ЎЗДСт 596:1993 талабига мос бўлиши шарт.

1-жадвал

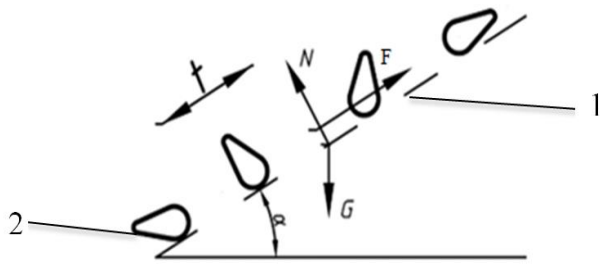
Пахтанинг селекция нави қараб, чигитдан ажратиладиган пахта момигининг тавсия этиладиган миқдори (толasi ажратилган чигитнинг вазнига нисбатан фоизда)

Селекция навлари	Пахта нави	Момик бир босқичда ажратиш	Момикни икки босқичда ажратиш		
			1-босқичда	2-босқичда	Умумий
“С-6530” “Бухоро-6” “Юлдуз” “Ан-402” “Тошкент-6” “Омад” “С-6524”	I, II III IV, V	3,8 3,8 3,9	2,8 2,7 2,8	1,0 1,1 1,1	3,8 3,8 3,9
“Ан-Боёвут-2” “Армухон” “Наманган-77”	I, II III IV, V	4,1 4,4 4,7	2,9 3,1 3,3	1,2 1,3 1,4	4,1 4,4 4,7
“175-Ф” “Ан-Ўзбекистон-4” “Оқдарё-5” “Оқдарё-6”	I, II III IV, V	5,4 5,6 6,3	4,1 4,1 4,2	2,0 2,2 2,3	6,1 6,3 6,5

Техник чигитни линтерлаш жараёни икки босқичли бўлганда, бундай калта штапелли момикни иккинчи линтерлаш жараёнининг момик қувирига йўллаш тавсия этилади. ОВМ-А-1 тозалагичларидан чиққан калта момикли чиқиндилар алоҳида тойланади ва истеъмолчиларга жўнатилади.

Тебранувчи тўрли юза асослари эллипссимон тешикчалардан иборат бўлиб, горизонтал йўналиш билан α - оғиш бурчагини ташкил этсин (1-расм). Пахта чигитларининг

ҳаракатини қўзғалмас x_0y_0 ва қўзғалувчан x_1y_1 - Декарт координаталар системасига нисбатан текшираимиз.



1-расм. ЛП линтерлаш машинасининг таъминлагичидаги чигитларнинг турли юза бўйлаб ҳаракат схемаси. 1-тебранувчи турли юза, 2-чигит.

Ушбу ҳолда турли юза бўйича пахта чигитлари икки йўналишда қуйидаги гармоник

$$\xi(t) = A \sin(\omega t + \varepsilon), \eta(t) = B \sin(\omega t)$$

қонуният билан ўзгарувчи, уйғатувчи ташқи куч таъсирида тебранма ҳаракатда бўлсин. А,В ва ω -мос равишда уйғатувчи ташқи кучларни тебраниш амплитудаси ҳамда частотаси. m – массали чигит бўлакчасига ох, оу ўқлар йўналишида таъсир қилувчи кучлар қуйидагича ифодаланади:

$$X = G \sin \alpha + m \ddot{\xi} + F(\dot{x}), \quad (1)$$

$$Y = -G \cos \alpha + m \ddot{\eta} + N \quad (2)$$

Бу ерда: $G = mg$ - чигит бўлакчасининг оғирлик кучи, Н;

N - чигит бўлакчасининг ҳаракат давомидаги турли юзага кўрсатадиган нормал босим кучи, Н;

$F(\dot{x})$ - 0х йўналишдаги тезликка боғлиқ бўлган қаршилик ишқаланиш кучи, Н;

Чигит бўлакчаларини ҳаракат дифференциал тенгламаси қуйидагича ёзилади.

$$m \ddot{x} = -k_x x - m A \omega^2 \sin(\omega t + \varepsilon) + m g \sin \alpha + F(\dot{x}), \quad (3)$$

$$m \ddot{y} = m B \omega^2 \sin(\omega t) - m g \cos \alpha + N \quad (4)$$

Бу ерда: а) агар $y = 0$ бўлса $N = -m B \omega^2 \sin(\omega t) + m g \cos \alpha$ бўлади, агар $y \neq 0$ бўлса $N = 0$ бўлади.

б) агар $\dot{x} \neq 0$ бўлса $F(\dot{x}) = f N \text{sign}(\dot{x})$ бўлади, агар $\dot{x} = 0$ бўлса $|F(\dot{x})| < f N$ бўлади.

$$\text{sign}(\dot{x}) = \begin{cases} \text{агар } \dot{x} < 0 \text{ бўлса, } -1 \text{ бўлади.} \\ \text{агар } \dot{x} = 0 \text{ бўлса, } 0 \text{ бўлади} \\ \text{агар } \dot{x} > 0 \text{ бўлса, } 1 \text{ бўлади} \end{cases}$$

с) k_x -чигитдаги тукдор толалар ҳисобига ҳосил бўлувчи эластиклик коэффиценти.

ОХ ўқи бўйича чигитнинг ҳаракат дифференциал тенгламаси қуйидаги кўринишда ёзиб оламиз:

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = -A \omega^2 \sin(\omega t + \varepsilon) + g \sin \alpha + F(\dot{x})/m \quad (5)$$

Бу ерда: $y = 0, \omega_0^2 = \frac{k_x}{m};$

(5) тенглама чигитларни мажбурий тебранма ҳаракат дифференциал тенгламасини ифодалайди ва унда қуйидагича шакл алмаштириш бажарамиз.

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = -A \omega^2 [\sin(\omega t) \cos \varepsilon + \sin \varepsilon \cos(\omega t)] + f [-B \omega^2 \sin(\omega t) + g \cos \alpha] + g \sin \alpha$$

(6)

$$\text{ёки:} \quad \ddot{x} + \omega_0^2 x = Q_0 \sin(\omega t + \gamma) + P_0 \quad (7)$$

бу ерда: $k_1 = A \cos \varepsilon + f B, k_2 = A \sin \varepsilon; Q_0 = \sqrt{k_1^2 + k_2^2}; P_0 = g(\sin \alpha + f \cos \alpha);$

$$\gamma = \arctan \left(\frac{A \sin \varepsilon}{A \cos \varepsilon + f B} \right);$$

(7) ечими уч қисмдан яъни эркин тебранма ҳаракат ва мажбурий тебранма ҳаракат ечимлар йиғиндисидан иборат бўлади.

$$x(t) = x_1(t) + x_2(t) + x_3(t) \quad (8)$$

(8) да $x_1(t)$ -бир жинсли $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$ дифференциал тенгламани ечимини ифодалайди. Бу тенгламани умумий ечими $x_1(t) = a \sin(\omega_0 t + \varphi)$ кўринишда бўлиши маълум.

$$a = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega_0^2}}, \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{x_0 \omega_0}{v_0} \quad (9)$$

$x_2(t)$ -ўзгармас коэффициентли чизикли бир жинсли $\ddot{x} + \omega_0^2 x = Q_0 \sin(\omega t + \gamma)$ дифференциал тенгламани ечимини ифодалайди. Бу мажбурий тебранма ҳаракатни дифференциал тенгламаси ҳисобланиб, унинг хусусий ечимини $x_2(t) = b_0 \sin(\omega t + \gamma)$ кўринишда изланади.

Бу ерда $b_0 = \frac{Q_0}{\omega_0^2 - \omega^2}$;

$x_3(t)$ -ўзгармас коэффициентли чизикли бир жинсли $\ddot{x} + \omega_0^2 x = P_0$ дифференциал тенгламани ечимини ифодалайди. Бу ечим қуйидаги ифодага тенг: $x_3(t) = \frac{P_0}{\omega_0^2}$;

Демак пахта чигитининг тебранувчи тўрли юзадаги ҳаракати қонуниятини вақтга боғлиқ функцияси қуйидагича ёзилади:

$$x(t) = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega_0^2}} \sin(\omega_0 t + \varphi) + \frac{Q_0}{\omega_0^2 - \omega^2} \sin(\omega t + \gamma) + \frac{P_0}{\omega_0^2}; \quad (10)$$

Юқоридаги ифодаларда : $t = 0$; $x = x_0$; $\dot{x} = V_{0x}$ бўлган бошланғич шарт асосида аниқланадиган ихтиёрий интеграл ўзгармаслар.

(10) тенгламада мажбурий тебранма ҳаракат амплитудаси ёки чигитни энг катта динамик силжиши қуйидагича ёзилади :

$$A = \frac{Q_0}{\omega_0^2 - \omega^2} \quad (11)$$

(11) дан уҳта ҳолни кўришимиз мумкин.

1-ҳол. $\omega_0 > \omega$ бўлса, $x_2(t) = \frac{Q_0}{\omega_0^2 - \omega^2} \sin(\omega t + \gamma)$,

2-ҳол. $\omega_0 < \omega$ бўлса, $x_2(t) = -\frac{Q_0}{\omega_0^2 - \omega^2} \sin(\omega t + \gamma) = \frac{Q_0}{\omega_0^2 - \omega^2} \sin(\omega t + \gamma - \pi)$

Бундан шуни айтишимиз мумкинки, агар $\omega_0 > \omega$ бўлганда мажбурий тебраниш фазаси эркин тебраниш фазаси билан бир хил бўлади. Агар $\omega_0 < \omega$ бўлганда мажбурий тебраниш фазаси эркин тебраниш фазасидан π микдорга орқада қолади.

Хулоса

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 сонли Фармони, «Пахтачилик тармоғини бошқариш тизимини тубдан такомиллаштириш чора – тадбирлари тўғрисида»ги 2017 йил 28 ноябрдаги ПҚ-3408 сон қарорлари, Вазирлар Маҳкамасининг 2018 йил 31 мартдаги 253-сонли «Пахта-тўқимачилик ишлаб чиқаришлари ва кластерлари фаолиятини ташкил этиш бўйича қўшимча чора тадбирлар тўғрисида»ги қарорини амалга ошириш ишларини давом эттириш керак бўлади.
2. Линтерлаш машиналаридан ишлаб чиқарилаётган момиқ сифатини кескин ошириш мақсадида таклиф этилаётган қурилмаларни назарий жиҳатдан асослаш вазифаларини бажаришни давом эттириш мақсадга мувофиқ бўлади.
3. Ишлаб чиқарилаётган момиқ сифатини оширилишида Ўзбекистон Республикаси Давлат стандарти эталонларига асосан момиқ сифатини ташқи кўринишини талаб даражасида бўлиши бўйича ишларни давом эттириш ҳам зарур бўлади.

Адабиётлар:

- [1]. Азамбаев М.Г., Ахмедходжаев Х.Т. “Определение частиц сора в просеце джинирование с помощью ударных и толкательных методом”. // 5th New York, USA Conference-2022 A conference for the future graduates and educators August 28th 79-80

- [2]. Mukhammadjon Azambayev, Abdusamat Karimov, Sayfitdin Bakhritdinov, et al. Theoretical study of themovement of cotton seeds in a mesh vibrating sorter. Cite as: AIP Conference Proceedings 2432, 040004 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0090286>, Published Online: 16 June 2022.
- [3]. Abdusamat I. Karimov, Sayfitdin Sh. Baxritdinov, Muxammadjon G. Azambayev. Theoretical Study of the Movement Process in the Vibration of Cotton Seeds. // Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 12, 05-Special Issue, 2020.
- [4]. O'zDST 596:2014. Техник чигит. Техникавий шартлар. Ўзбекистон Республикаси Давлат стандарти.
- [5]. Азамбаев М.Г. Теоретическое исследование движения семян хлопчатника в сетчатом вибросортировщике. // Научный журнал "Интернаука", №20 (196), 2021, с.44-47.
- [6]. Азамбаев М.Г., Ахмедходжаев Х.Т. "Теоретическое изучение силы скольжения очищения хлопка-сырца от сопа". // 5th New York, USA Conference-2022 A conference for the future graduates and educators August 28th 81-82
- [7]. Азамбаев М.Г., Ахмедходжаев Х.Т., Акбаров И.Ф. "Чигитни тозалаш ишчи элементи юзасида чигит харакатини ўрганиш." Наманган муҳандислик-қурилиш институтида "Замонавий машинасозликда инновацион технологияларни қўллашнинг илмий асослари: тажриба ва истиқболлар" мавзусида Халқаро микёсидаги илмий-амалий конференция 2022 й 34-37 б
- [8]. Азамбаев М.Г., Ахмедходжаев Х.Т., Акбаров И.Ф. "Тўрли юзадан кейинги чигит харакатини назарий тадқиқоти." Наманган муҳандислик-қурилиш институтида "Замонавий машинасозликда инновацион технологияларни қўллашнинг илмий асослари: тажриба ва истиқболлар" мавзусида Халқаро микёсидаги илмий-амалий конференция 2022 й 340-343 б.
- [9]. Азамбаев М.Г., Ахмедходжаев Х.Т., Акбаров И.Ф. "Линтер машинасини такомиллаштиришнинг назарий асосини яратиш." Наманган муҳандислик-қурилиш институтида "Замонавий машинасозликда инновацион технологияларни қўллашнинг илмий асослари: тажриба ва истиқболлар" мавзусида Халқаро микёсидаги илмий-амалий конференция 2022 й 31-34б.
- [10]. Ahmedkhodjaev Khamit Tursunovich, Azambayev Mukhammadjon Gofurzhonovich "A theoretical study of the behavior of weeds after clearing the surface" Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology Volume 7 Issue 3, 2022 149-154.

СПОСОБ ПО УМЕРЩВЛЕНИЮ КУКОЛОК ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА, ОСНОВАННЫЙ НА ПРИМЕНЕНИИ ЭНЕРГИИ ДЕТОНАЦИОННОЙ ВОЛНЫ

Р.Ж. Тожиев

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

Аннотация: В статье приведены сведения о новом способе для умерщвления куколок тутового шелкопряда, основанный на применении энергии детонационной волны. В этих целях были разработаны и обоснованы параметры устройства, воздействующего на куколок тутового шелкопряда бесконтактным способом и работающего на основе детонационной энергии.

Ключевые слова: детонационная волна, газодинамический импульс, ударная волна, сила импульса, скорости проникания, куколки, генератор, продуктов сгорания, ленты транспортера, частота, умерщвления куколок.

Annotatsiya: Maqolada detonatsiya to'lqini energiyasidan foydalanishga asoslangan ipak qurtini o'ldirishning yangi usuli haqida ma'lumot berilgan. Bu hududlarda ipak qurtiga kontaktsiz ta'sir etuvchi va detonatsiya energiyasi asosida ishlaydigan qurilmaning parametrlari ishlab chiqildi va asoslandi.

Kalit so'zlar: detonatsiya to'lqini, gaz-dinamik impuls, zarba to'lqini, impuls kuchi, kirib borish tezligi, generator, yonish mahsulotlari, konveyer, chastota, o'ldiradigan ipak qurti.

Abstract: The article presents information about a new method for killing silkworm pupae based on the use of detonation wave energy. In these wholes, the parameters of a device that acts on silkworm pupae in a contactless manner and operates on the basis of detonation energy were developed and substantiated.

Key words: detonation wave, gas-dynamic impulse, shock wave, impulse force, penetration speed, pupae, generator, combustion products, conveyor belts, frequency, killing of pupae.

Известны способы первичной обработки коконов путем введения их в рабочую среду, обеспечивающую одновременное умерщвление куколки. В качестве рабочей среды используют, например, пар, бромистый метил, жидкий азот.

Известен способ первичной обработки коконов (а.с. №592879 кл. До 16 4/02 от 15.02.78) путем пропитывания их водой при температуре $50 \div 75^{\circ}\text{C}$, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности процесса, коконы после пропитывания подвергают воздействию переменного электрического тока с частотой более 1000 Гц.

Способ первичной обработки коконов (а.с. №657094 кл. До 16 7/02) заключается в химической марке их смесью воздуха с бромистым метилом и последующей сушке, при этом марка осуществляется в течение 2-4 часов до полного умерщвления куколки, а сушка производится на стеллажах теневой сушки в течение 30-45 суток.

Известна заявка Японии (№55-49164 кл. До 16 7/02) на способ запаривания коконов путем погружения их кипящую воду, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности запаривания за счет заполнения коконов водой, погружение осуществляют при кипении воды в пленочном режиме, при этом после погружения коконы выводят на поверхность воды выдерживают их с выступанием над водой на величину, не превышающую толщины оболочки коконов; при этом время выдержки коконов над водой составляет $10 \div 15\text{с}$.

Недостатками известных способов является то что при обработке ухудшаются ценные технологические свойства оболочки, то есть, увеличивается обрывность, уменьшается длина коконной нити, вследствие чего снижается выход плана и его качество.

Целью исследования является повышение качества коконной нити увеличение производительности обработки.

Поставленная цель достигается тем, что в качестве рабочей среды, в которую помещаются коконы, используется акустическое поле, создаваемое импульсным генератором детонационных волн (ГДВ) с частотой $1 \dots 20$ Гц и скоростью ударной волны $1500-1800$ м/с в течение $1 \dots 3$ мин, при этом коконы располагают у источника ударных волн на расстоянии $0,5 \dots 0,7$ м от источника ударных волн.

Дадим вначале краткую характеристику развития теории и эксперимента по детонации газовых смесей. Это необходимо, прежде всего, для правильного выбора теоретического инструмента в назначении главных проектных параметров.

Отметим, что детонацией называют процесс распространения фронта пламени в газовых и конденсированных смесях горючего и окислителя, состоящий из ударной волны, зоны химической реакции и зоны расширения продуктов химических реакций. Этот тип горения, в отличие от так называемого нормального горения, характеризуется высокими скоростями. Например, для большинства смесей углеводородных горючих (ацетилен, пропан, бензин и т.д.) с воздухом скорость распространения лежит в диапазоне $1600-1800$ м/сек а для конденсированных смесей (таких как тротил) – $6000 \div 7000$ м/сек.

Сначала дадим качественное описание процесса, для чего рассмотрим трубу, закрытую с одного конца и заполненную газообразной смесью горючего и окислителя (рис.1). У закрытого конца возникает детонационная волна и распространяется к открытому концу трубы.

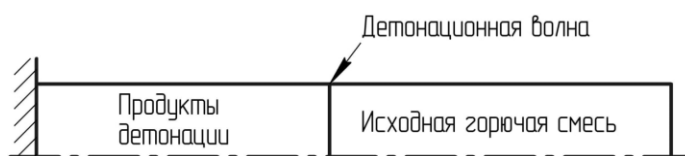


Рис.1 Схема заполнения трубы газообразной смесью.

По физической сути процесс от момента возникновения детонационной волны (ДВ) у закрытого конца трубы до полного истечения продуктов детонации (ПД) из трубы делится на несколько отличающихся друг от друга периодов:

- период прохождения ДВ от закрытого до открытого конца трубы.

В этот период исходная смесь либо покоится и не вытекает из трубы, либо вытекает с какой-то начальной скоростью U_0

Давление, плотность и температура исходной смеси P_0, ρ_0, T_0 .

За детонационной волной существует некоторая зона движения ПД велед за ДВ.

Ближе к закрытому концу трубы располагается зона покоя ПД, в которой ПД не движутся. Параметры в зоне покоя $P_{\Pi}, \rho_{\Pi}, T_{\Pi}, U_{\Pi} = 0$

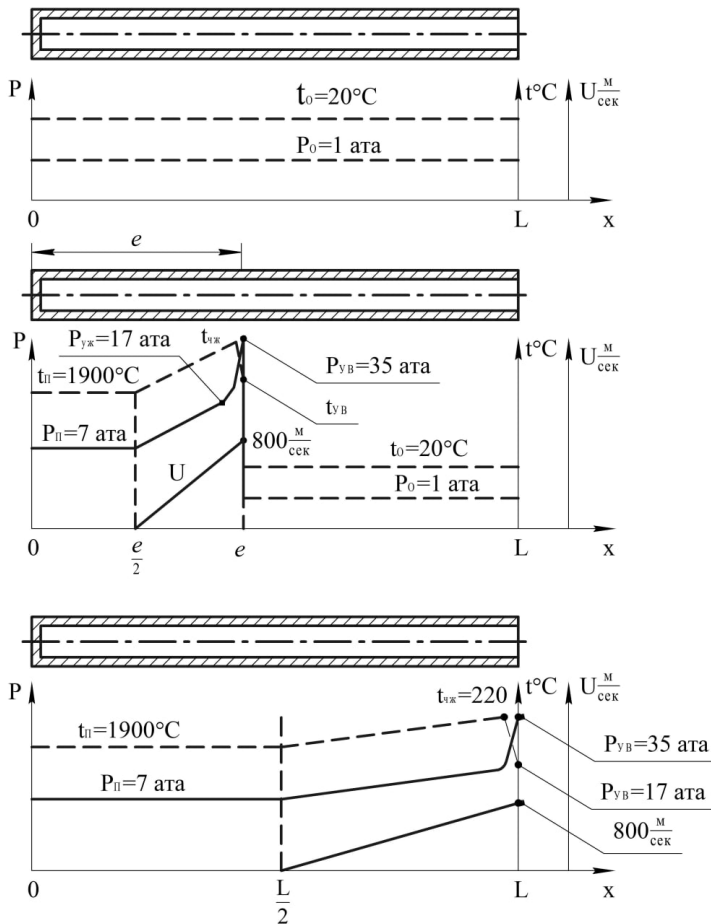


Рис. 2 Схема распределение параметров по гидродинамической теории.

разрежение и обратный поток воздуха из атмосферы в трубу. Процесс носит затухающий периодический характер.

После прихода ДВ к открытому торцу трубы формируется волна разрежения в направлении к закрытому торцу, т.к. скорость потока ПД меньше скорости звука. Давление у закрытого торца до прихода волны разрежения постоянно и равно P_{Π} .

В имеющихся работах по газовой детонации задача о вычислении параметров ПД для этого периода аналитически не решена. Расчет проводим численным интегрированием уравнений газовой динамики при соответствующих начальных и граничных условиях. Уравнения одномерного неустановившегося изэнтропического движения газа (ПД) записывает в следующем виде.

1. $\frac{\partial u}{\partial t} + U \frac{\partial}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} = 0$ - уравнение движения
2. $\frac{\partial \rho}{\partial t} + U \frac{\partial \rho}{\partial x} + \rho \cdot \frac{\partial u}{\partial x} = 0$ - уравнение неразрывности
3. $\frac{\partial s}{\partial t} + U \frac{\partial s}{\partial x} = 0$ - уравнение энергии

(1)

- период истечения ПД из трубы от момента прохождения ДВ открытого конца и до момента прихода первой волны разрежения к закрытому концу трубы. В этот период давление на закрытый торец трубы не меняется (т.е. $P_{\Pi} = const$).

-период критического истечения ПД из трубы от момента отражения первой волны разрежения от закрытого торца трубы и до момента, когда скорость из течения из трубы станет меньше критической. В этот период движение ПД от закрытого конца трубы происходит с критической скоростью и возмущения от открытого конца не могут проходить против потока. Параметры у закрытого торца P_3, ρ_3, T_3, I_3 , в этот период переменны.

-период докритического истечения ПД из трубы от момента, когда $U < C$ (C – скорость звука) и до полного истечения. Этот период подразделяется на несколько стадий, в течение которых давление в трубе не только выравнивается с давлением в окружающей среде, но и образуется

Здесь: в среде отсутствуют источники выделения или поглощения энергии вследствие протекания каких-либо химических реакций. Отсутствует теплообмен между отдельными частями среды и соприкасающимся с ней телами.

Для изучаемых в данной работе приложений газовой детонация эти допущения означают не учёта теплообмена ПД со стенками детонационной трубы.

Уравнение состояние обычно применяется в виде (уравнение Клапейрона)

$$P = \rho^{RT} = \rho^{TCv(K-1)} \quad (2)$$

так как давление в ПД не превышает 20 атм.

Уравнения изо энтропы:

$$Pv^k = const \quad (3)$$

Для последующего рассмотрения газовой детонации для воздействия на коконов более важно знать процесс выхода детонационной волны из открытого конца трубы в атмосферу и как формируется при этом импульс силы. С этой целью рассмотрим имеющиеся исследования этого вопроса.

На рис.3 показаны схема движения ударной, сжатый воздух за ударной волной и продукты сгорания после среза детонационной трубы.

Где x - расстояние ударной волны от открытого торца детонационной трубы.

$\bar{x} = \frac{x}{d}$ - безразмерное (относительное) расстояние ударной волны от открытого

торца.

d - диаметр детонационной трубы.

Далее индексы обозначают:

“O” - параметры воздуха до ударной волны.

“Im” - параметры воздуха за ударной волной

“kp” - параметры на контактной разрыве (на границе) сжатого ударной волной воздуха и продуктов сгорания.

“nc” - параметры продуктов сгорания

«без индекса» - параметры ударной волны

Задача состоит в том, чтобы, задавшие любым расстоянием « x » от среза трубы, уметь вычислить:

а) скорость ударной волны - D

(зная D , по таблицам для воздуха можно определить все остальные параметры в ударной волне P, ρ, T)

б) $P_{1m}, U_{1m}, \rho_{1m}, T_{1m}$ - давление, скорость, плотность и температура воздуха за ударной волной.

в) P_{kp}, U_{kp} - на контактном разрыве

г) $P_{nc}, U_{nc}, \rho_{nc}, T_{nc}$ - давление, скорость плотность и температура продуктов сгорания.

д) x_{nc} - расстояние передней границы продуктов сгорания от среда трубы.

$x - x_{nc} = \Delta x$ - отставание «ПС» от «УВ»

Решение проводится следующим образом:

Экспериментально получена зависимость $M = \frac{D}{C_0} = f\left(\frac{x}{d}\right)$ - для детонационной трубы диаметром d и длиной L

Согласно исследованию затухания ударной волны, созданной распадом детонационной волны при выходе её в атмосферу, существуют закономерность подобия затухания по диаметрам трубы при одной и той же её длине [3].

Таким образом, имея экспериментальную зависимость $D = f(d; x)$ для трубы диаметром d и длиной L , можно определить для любых других d диаметров труб той же длины L .

Зависимости на рис. 3 получены для $L=2,5$ мм и $d=25$ мм заполненной стехиометрической смесью бензина с воздухом (путем фото регистрации процесса за срезом трубы). по графику рис. 4 можно определить, например, что для трубы $d=100$ мм ударной волна на расстоянии $\bar{x} = \frac{x}{d} = 1,8$ т.е. на расстоянии $18 \times 100 \text{ мм} = 1800 = 180 \text{ см}$ движется со скоростью $M=1$, или $D=Lx C_0$

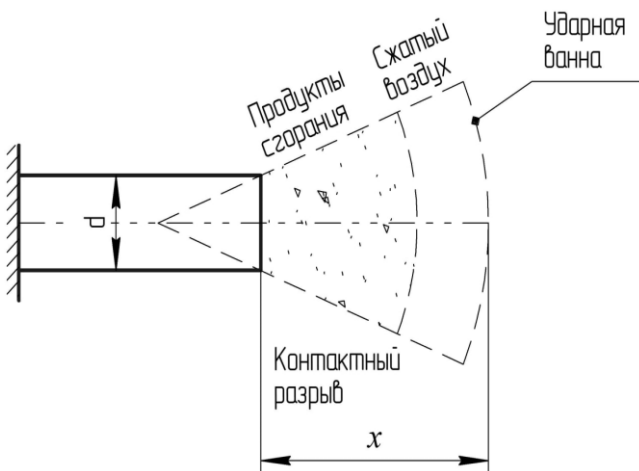


Рис. 3. Схема процесса за срезом детонационной трубы.

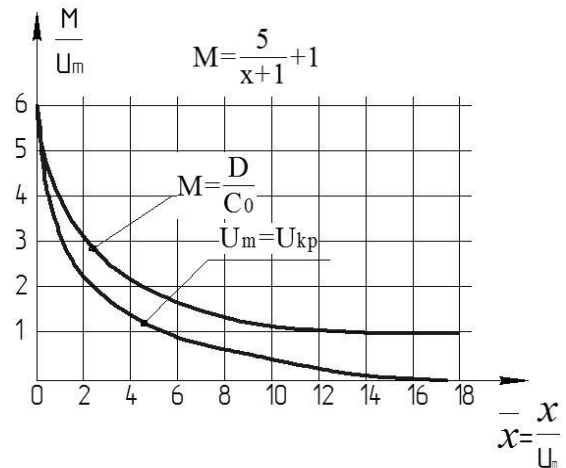


Рис. 4. Распад детонационной волны при выходе ее в атмосферу.

При известном значении M (D) ударной волны в воздухе параметры воздуха за ударной волной определяются по известным зависимостям [3].

$$P_{1m} - P_0 = \frac{2\rho_0 \cdot D^2}{K+1} \left(1 - \frac{C_0^2}{D^2}\right) \rightarrow \frac{P_{1m}}{P_0} = 1 + \frac{2 \cdot \rho_0 \cdot D^2}{K \cdot \rho_0 \cdot C_0^2 (K+1)} \cdot \left(1 - \frac{C_0^2}{D^2}\right) \rightarrow P_{1m} = \frac{P_{1m}}{P_0} = 1 +$$

$$1. \frac{2M^2}{K(K+1)} \cdot \left(\frac{M^2-1}{M^2}\right), \quad \text{при этом } [P_0 = K \cdot \rho_0 \cdot C_0^2]$$

$$(4)$$

$$2. U_{1m} = \frac{2D}{K+1} \cdot \left(1 - \frac{C_0^2}{D^2}\right) \rightarrow \bar{U}_{1m} = \frac{U_{1m}}{C_0} = \frac{2M}{K+1} \cdot \left(\frac{M^2-1}{M^2}\right) \quad (5)$$

$$3. \rho_{1m} = \rho_0 \left[1 - \frac{2}{K+1} \left(1 - \frac{C_0^2}{D^2}\right)^{-1}\right] \rightarrow \bar{\rho}_{1m} = \frac{\rho_{1m}}{\rho_0} = \left[1 - \frac{2}{K+1} \left(\frac{M^2-1}{M^2}\right)\right]^{-1} \quad (6)$$

На контактном разрыве воздуха и продуктов сгорания:
в силу непрерывности давления P и скорости и на контактном разрыве

- 1) $P_{kp} = P_{1m}$
- 2) $U_{kp} = U_{1m}$
- 3) $\rho_{kp} \neq \rho_{1m}$

т.к. ρ и T теряют непрерывность на линии контактного разрыва; «Т» из-за нагретости «ПС»: а « ρ » уже из-за «Т». Поэтому $\rho_{кр}$ и $T_{кр}$ определяются следующим образом:

Показано, что «ПС» расширяются в конце с переменным углом $\lambda = f(t)$, t - время от начала истечения/

В начальной фазе истечения угол максимален:

d - диаметр пятна воздействия

Пологая, что ПС расширяются изоэнтальпически в струе, и принимая доказательство адиабаты ПС $K_{кр} = K_{\text{воздуха}}$

/реально $K_{кр} = 1,29$, $K = 1,4$ /, находим:

$$4) \bar{\rho}_{кр} = \frac{\rho_{кр}}{\rho_0} = \left(\frac{\rho_{1m}}{\rho_0} \right)^{\frac{1}{k}} = P_{1m}^{\frac{1}{k}} = \left(1 + \frac{2M^2}{K(K+1)} \cdot \frac{M^2 - 1}{M^2} \right)^{\frac{1}{k}} \quad (7)$$

$$5) \bar{T}_{кр} = \frac{T_{кр}}{T_0} = \left(\frac{\rho_{1m}}{\rho_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} = \left(\frac{\rho_{кр}}{\rho_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} = \bar{P}_{1m}^{\frac{k-1}{k}} = \left[1 + \frac{2M^2}{K(K-1)} \cdot \frac{M^2 - 1}{M^2} \right]^{\frac{k-1}{k}} \quad (8)$$

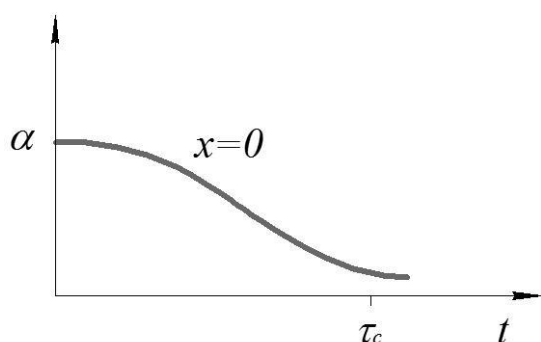


Рис. 5. График зависимости λ от t

Эти величины являются максимальными для выбранной точки пространства, затем происходит падение этих величин от момента прихода ударной волны в данную точку пространства ($\tau = 0$ до момента окончания воздействия τ_c (τ_c - время фазы сжатия воздуха).

Вывод

1. Проведены исследования по умерщвлению куколок тутового шелкопряда в поле детонационных волн. Получены положительные результаты: куколки тутового шелкопряда погибает после облучения детонационными волнами с частотами 16 Гц за время 3 мин
2. Позволят увеличить производительность обработки;
3. Исключает из технологического цикла длительную операцию последующей обработки теневой сушки;
4. Не ухудшает качество коконной нити.

Способ и устройство запатентованы

Список литературы

- [1]. Тожиев Р.Ж. Применение газодинамический принцип в сельскохозяйственной технологи. Монография. Фергана-2019
- [2]. Тожиев Р.Ж. Механико-технологические решения бесконтактного воздействия на почву и растения с разработкой газодетонационных агрегатов для высокоэффективного возделывания хлопчатника. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Фергана 1993.-363 с.
- [3]. R Tojiyev, N Rajabova, B Ortiqaliyev, M Abdulimova
- [4]. Destruction of soil crust by impulse impact of shock wave and gas-dynamic flow of detonation products Innovative Technologica: Methodical Research Journal 2 (11), 106-115 2021
- [5]. Тожиев.Р.Ж., Маматов Д. Қишлоқ хўжалигидаги газодетонацион агрегатлардан унумли фойдаланиш самарадорлигини ошириш йўллари. "Пахтачилик ва дончилик" журнали, Тошкент № ¾, 2000
- [6]. R Tojiyev, X Erkaboyev, N Rajabova, Mathematical analysis application of the gas-dynamic principle for deep cooling of the underway soil layer Scientific progress 2 (7), 694-698 2021
- [7]. РЖ Тожиев, ХМ Садуллаев, АС Исомиддинов Детонацияга асосланган зарбли тўлкин берадиган генератор қурилмасини халқ хўжалигининг айрим соҳаларига қўллаш ва синаб қўриш Фар ИТЖ 4, 21-26 2016

- [8]. Тожиев.Р.Ж., Мухаммадсодиқов К. Агортбиологические исследование и разработка конструкции газодинамического воздействия на почву и растения. Матер. межд. науч. – техн. конф. “Нетрадицион. Методы тех. Технол.” Фергана. 1997
- [9]. R Tojiyev, N Rajabova Experimental study of the soil crust destruction mechanism. Scientific progress 2 (8), 153-163
- [10]. R Tojiyev, N Rajabova Газодинамик қатқалоқ юмшатгич қурилмасининг тузилиш конструкциясини ишлаб чиқиш. ФарПИ Илмий техника 25 (6), 12-15

ГАЗЛАРНИ ТОЗАЛОВЧИ СКРУББЕРНИНГ ГИДРАВЛИК ҚАРШИЛИГИ ВА ТОЗАЛАШ САМАРАДОРЛИГИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

А.С. Исомидинов, Н.Р. Ражабова

Фаргона политехника институти
(Қабул қилинди 29.10.2024 й.)

Аннотация: Мақолада саноат иккиламчи чиқинди газ тозалаш мосламасининг гидравлик қаршилигини ва тозалаш самарадорлигини аниқлаш бо'йича олиб борилган тадқиқот ишлари келтирилган. Қурилманинг ишчи органларида гидравлик қаршилик ва қаршилик коэффициентларини аниқлаш учун тенглама тавсия этилади.

Калит сўзлар: гидравлик қаршилик, сёмник, йўналтирувчи қувур, конус вилкаси, панжарали штуртсер, қаршилик коэффициенти, чиқинди газ, газ оқими кучи.

Аннотация: В статье представлены результаты проведенной научно-исследовательской работы по определению гидравлического сопротивления и эффективности очистки промышленного скруббера вторичной очистки отходящих газов. Рекомендовано уравнение для определения гидравлического сопротивления и коэффициентов сопротивления в рабочих органах аппарата.

Ключевые слова: гидравлическое сопротивление, сёмник, направляющая труба, коническая заглушка, решетчатая насадка, коэффициент сопротивления, отходящие газы, сила газового потока.

Abstract: The article presents the research work carried out on the determination of the hydraulic resistance and cleaning efficiency of the industrial secondary exhaust gas scrubber. The equation for determining the hydraulic resistance and resistance coefficients in the working bodies of the device is recommended.

Keywords: hydraulic resistance, syomnik, guide pipe, conical plug, grid nozzle, resistance coefficient, exhaust gas, gas flow strength.

Кириш:

Дунё миқёсида атмосферани иккиламчи ташлама газлар билан ифлосланишига қарши технологик жараён ҳамда қурилмалар ишлаб чиқариш жараёнлари жорий қилинган. Шу билан бирга озиқ-овқат, кимё ва бошқа саноатларда ҳосил бўладиган иккиламчи ташлама газларни тозалаш орқали экологик муаммоларни ҳал қилиш ва улардан қайта фойдаланишни йўлга қўйиш муҳим аҳамиятга эга [1,2,3].

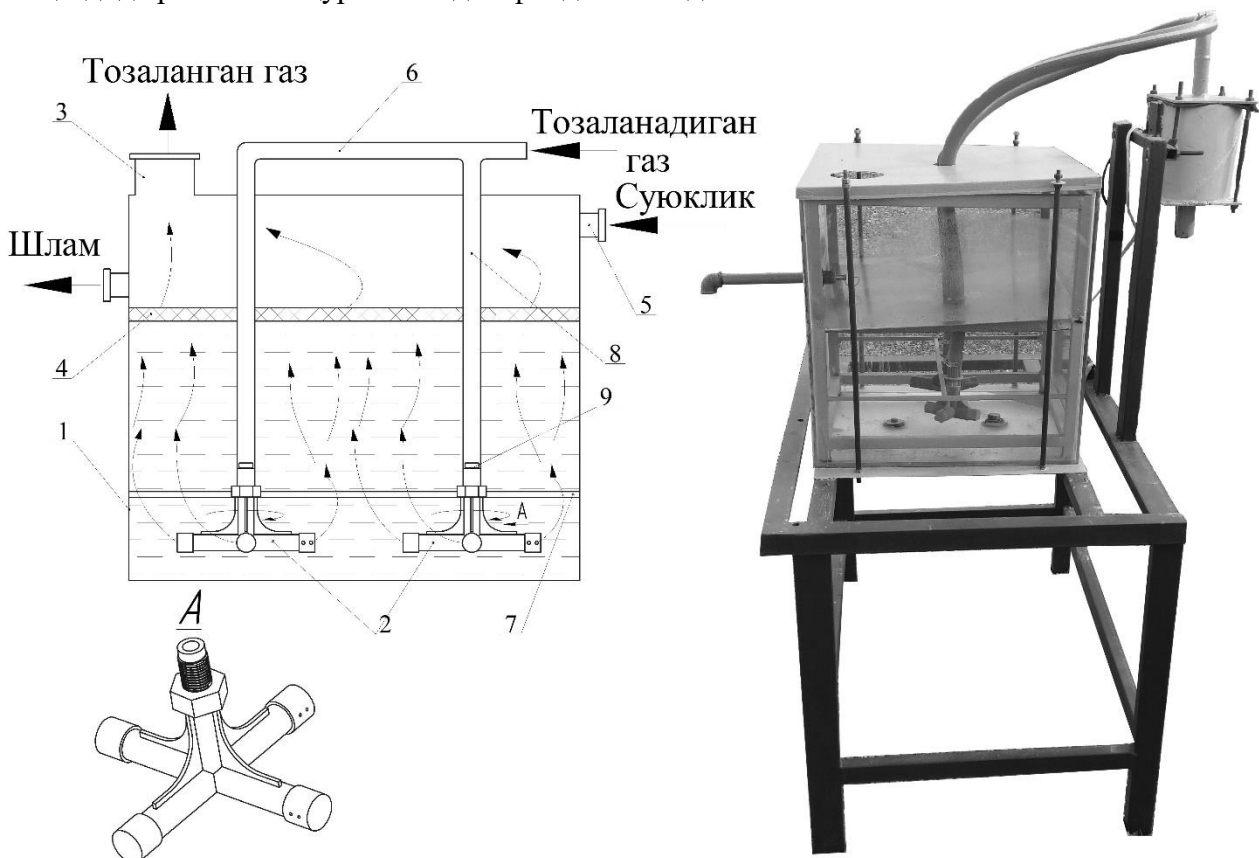
Бугунги кунда жаҳонда кимё, қурилиш материаллари ишлаб чиқариш ва бошқа саноат тармоқларидаги иккиламчи ташлама газларни интенсив тозалаш каби устивор йўналишларда кўплаб илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда [1,2,3 ва бошқалар]. Мамлакатимизда ҳам охириги йилларда шу соҳага оид жараён ва қурилмаларни яратишга йўналтирилган илмий-тадқиқотлар олиб борилган [1,4,5,6,7 ва бошқалар]. Бироқ инсоннинг табиий ва сунъий йўллар билан олинадиган маҳсулотларга бўлган талабининг кундан кунга ўсиб бориши натижасида, саноат корхоналари янги ассортиментдаги маҳсулотларни ишлаб чиқаришга жорий этиш ва шу билан бир қаторда атроф-муҳитнинг ифлосланиш кўламининг тезлашиб боришига сабаб бўлмоқда. Шу боис экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш соҳасида давлат бошқарув тизимини такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисидаги, хусусан «саноатни юқори технологияли тозалаш иншоатлари билан таъминлаш»¹га қаратилган вазифаларда белгилаб берилган кам энергия сарфлаб юқори нейтраллаш

имконини берувчи қурилмаларни яратиш ҳамда ишлаб чиқариш жараёнларига жорий этиш масаласи долзарбдир.

Изланишлар методикаси:

Юқоридагилардан келиб чиқиб саноат иккиламчи газларини ишчи суюқлик ичида айланма ҳаракат асосида тарқатиб интензив тозаловчи скруббернинг замонавий конструктив схемаси ҳамда лаборатория қурилмаси ишлаб чиқилди [7] (1-расм).

Қурилмада тозаланадиган иккиламчи ташлама газ потрубка 6 бўйлаб газ тезлигини ошириб йўналтирувчи қувир 8 га ўтади. Қувир 8 нинг ўрта қисмида газ тезлигини максимал қийматга кўтарувчи конуссимон мослама 9 ўрнатилган бўлиб, у ўз навбатида қувир 8 ҳамда газни суюқлик ичида узатувчи сёмник 2 ни ўзаро боғлаб туради. Сёмник 2 нинг газни узатувчи қувири сони 4 та бўлиб уларнинг оралиқ градуслари 90° да жойлашган. Узатувчи қувирларга умумий тешиклар очилган бўлиб, тозаланадиган газ шу тешиклар орқали суюқлик муҳитига ўтади ҳамда суюқлик ичида массаламашинув жараёнида бўлади. Тозаланадиган газ суюқлик муҳитига ўтиш пайтида сёмникни суюқлик ичи бўйлаб айланма ҳаракатга келтиради ва газ суюқликнинг тўла ички юзасида ҳаракатланишини таъминлайди. Массаламашинув жараёнини яхшилаш ва тозаланадиган газни суюқлик муҳитида кўпроқ вақт давомида ушлаб туриш учун аппарат танасининг юқори қисмига решетки насадка 4 ўрнатилган. Тозаланган газ аппарат танасининг юқори қисмига ўрнатилган потрубка 3 орқали атмосферага чиқариб юборилади. Аппарат ичидаги шламни сувни доимий алмаштириб туриш учун шлам қувири 10 ҳамда суюқлик қувири 5 хизмат қилади. Аппаратда сёмник ва узатувчи қувирни суюқлик ичида ҳаракати узлуксизлигини таъминлаш мақсадида ростловчи қурилма 7 дан фойдаланилади.



1-расм. Газларни суюқлик ичида айланма ҳаракат асосида узатиб тозаловчи скруббер схемаси. 1-Скруббер корпуси; 2- Иккиламчи газни тарқатувчи сёмник; 3-Тозаланган газ чиқувчи потрубка; 4- Панжарали насадка; 5-Суюқликни узатувчи қувир; 6-Тозаланадиган газ қувири; 7-Тиргак; 8-Йўналтирувчи қувир; 9- Газни йўналтирувчи конуссимон тикин; 10-Суюқлик шлами.

Қурилма гидравлик қаршилигининг тозалаш самарадорлигига таъсирини баҳолаш мақсадида илмий-тадқиқот ишлари олиб борилди.

Иккиламчи ташлама газларни нейтралловчи қурилмаларда газ тезлигига қурилманинг

ишчи органларида таъсир қиладиган юкламаларни тадқиқ этиш ва ҳисоблаш тенгламаларини туғри тузиш муҳим аҳамиятга эга. Бу ҳолат қурилманинг гидравлик қаршилиги, ишчи органлардаги қаршлик коэффиценти ва иш унумдорлигининг мақбул параметрларини белгиловчи асосий омил ҳисобланади. Қурилманинг ишчи органларида гидравлик қаршилиқнинг ортиши тозалаш самарадорлигига яхши таъсир кўрсатсада, иш унумдорлигининг пасайишига сабаб бўлади. Бу эс ўз навбатида тозалаш учун сарфланадиган энергия истеъмолини кўпайтиради. Юқоридагиларни инобатга олиб ҳамда қурилманинг конструктив схемасидан фойдаланиб гидравлик қаршлик ва тозалаш самарадорлигини аниқлашнинг оптимал методи кўриб чиқамиз.

Тадқиқот натижалари:

Тадқиқ этилаётган скруббер иккиламчи газларни йўналтирувчи қувир (8) ва оқим энергияси таъсирида суюқлик муҳитида газ оқимига айланма бериб тарқатувчи сёмникдан (2) ташкил топган бўлиб, газ оқими қувирдаги ҳаракати давомида, сёмникнинг йўналтирувчи тешигидан ўтганда ҳамда суюқлик муҳитидаги ҳаракати давомида гидравлик қаршилиқга учрайди. У ҳолда қурилманинг умумий гидравлик қаршилигини аниқловчи тенгламани қуйидагича тузиш мумкин бўлади, Па;

$$\Delta P_{ум} = P_{йк} + P_{мс} + P_c, \text{Па} \quad (1)$$

бунда $P_{йк}$ - иккиламчи газларни йўналтирувчи қувурдаги ҳаракати давомида йўқотилган босими бўлиб, у Дарси-Вейсбаха тенгламаси ёрдамида аниқланади [1,3,8,9]. У ҳолда тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин бўлади, Па;

$$P_{йк} = \xi_{йк} \frac{\rho_{ар} \cdot v_{йк}^2}{2}, \text{Па} \quad (2)$$

бунда $v_{йк}$ - иккиламчи газнинг йўналтирувчи қувурдаги тезлиги, м/с; $\xi_{йк}$ - йўналтирувчи қувирнинг маҳаллий қаршлик коэффиценти бўлиб уни қуйидаги тенглама бўйича аниқланади;

$$\xi_{йк} = \lambda \frac{l}{d_э} \quad (3)$$

бунда l - қувур узунлиги, м; $d_э$ - қувурнинг эквивалент диаметри, м; λ - Дарси коэффиценти бўлиб унинг ўзгариш қонунини эмперик тенгламалар билан ифодалашда жуда кўп омилларга боғлиқлиги аниқланган. Тажриба қурилмасининг тузилишидан келиб чиқиб тенгламадаги Дарси коэффицентини Блазиус қонуни бўйича аниқлаш киритилди [5,10,11]. У ҳолда (3) тенглама қуйидаги кўринишга келади;

$$\xi_{йк} = \frac{0,3164l}{d_э \sqrt[4]{\text{Re}}} \quad (4)$$

(2) тенгламага (4) тенгламани қўйсанг, у ҳолда (2) тенглама қуйидаги кўринишга келади, Па.

$$P_{йк} = \frac{0,3164l \rho_{ар} v_{йк}^2}{2d_э \sqrt[4]{\text{Re}}}, \text{Па} \quad (5)$$

$P_{мс}$ - газ оқимини тарқатувчи сёмникнинг йўналтирувчи тешигидан ўтгандаги йўқотилган босими бўлиб у қуйидаги тенглама орқали аниқланади, Па;

$$P_{мс} = \xi_{мс} \frac{\rho_{ар} \cdot v_{мс}^2}{2}, \text{Па} \quad (6)$$

бунда $v_{мс}$ - газ оқимининг сёмник тешигидан оқиб чиқишдаги тезлиги, м/с; $\xi_{мс}$ - сёмник тешигининг қаршлик коэффиценти бўлиб, уни Б.А.Алиматов ва И.Т.Каримовларнинг қувур тешиги қаршлик коэффицентининг қувур тешиги қалинлигининг тешик диаметрига

нисбатига боғлиқ ҳолда ўзгариши бўйича ўтказган тажриба усулидан фойдаланиб аниқлаймиз [12,13]. У ҳолда ҳисоблаш тенгламасини қуйидагича ёзиш мумкин бўлади;

$$\xi_{mc} = \frac{\delta}{d_m} \quad (7)$$

бунда δ -сёмник тешигининг қалинлиги, мм; d_m -сёмник тешигининг диаметри, мм

(6) тенгламага (7) тенгламани қўйсанг, у ҳолда (6) тенглама қуйидаги кўринишга келади, Па.

$$P_{mc} = \frac{\delta \cdot \rho_{ap} \cdot v_{mc}^2}{2d_m}, \text{Па} \quad (8)$$

P_{mc} - газ оқимининг суюқлик муҳитидан ўтгандаги йўқотилган босими бўлиб у қуйидаги тенглама орқали аниқланади, Па;

$$P_c = \xi_c \frac{\rho_{ap} \cdot v_c^2}{2}, \text{Па} \quad (9)$$

бунда v_c - газ оқимининг суюқлик муҳитидан ўтгандаги йўқотилган тезлиги, м/с; ξ_c -ишчи суюқликнинг газ оқимига кўрсатадиган қаршилик коэффиценти бўлиб, уни фақатгина тажриба йўли билан аниқланади.

ρ_{ap} -иккиламчи газ ва ҳаво аралашмаси зичлиги бўлиб, уни қуйидаги тенглама орқали аниқланади. кг/м³;

$$\rho_{ap} = \rho_x + (\rho_c \cdot \gamma), \quad (10)$$

бунда ρ_c – иккиламчи газ зичлиги, кг/м³; ρ_x – ҳаво зичлиги, кг/м³; γ – ҳаво таркибидаги иккиламчи газ миқдори, %.

(5) тенгламага (8) ва (9) тенгламаларни (1) тенгламага қўйсақ қуйидаги кўринишга келади.

$$\Delta P_{ym} = \rho_{ap} \left(\frac{0,3164 l v_{yk}^2}{2d_y \sqrt[4]{Re}} + \frac{\delta v_{mc}^2}{2d_m} + \frac{\xi_c v_c^2}{2} \right), \text{Па} \quad (10)$$

Ҳосил қилинган (10) тенглама орқали қурилмадаги умумий гидравлик қаршиликни аниқлаш имконига эга бўламиз.

(9) тенгламадаги қаршилик коэффицентини ξ_c аниқлаш мурракаб характерга эга ва турли четга чиқишларни талаб этади. Шу сабабли қаршилик коэффицентини сёмникнинг газ оқими кучи таъсирида очиқ циклдаги ва суюқлик ичидаги айланишлар сонининг нисбати орқали аниқлаш тенгламасини киритамиз.

$$\xi_c = \frac{n_{x\phi}}{n_{c\phi}}, \quad (11)$$

бунда $n_{x\phi}$ – сёмникнинг табиий ҳаво босими таъсиридаги айланишлар сони, мартта/минут; $n_{c\phi}$ – сёмникнинг сув босими таъсиридаги айланишлар сони, мартта/минут;

Ушбу тенгламадан кўринадикки сув босими ёки қовушқоқлигининг ортиши қаршилик коэффицентининг кўпайишига сабаб бўлади.

Юқорида келтирилган омилларга асосланиб (10) тенгламага ўзгартириш киритиб, қурилманинг умумий гидравлик қаршилигини қуйидагича аниқлаш мумкин бўлади, Па.

$$\Delta P_{ym} = \rho_{ap} \left(\frac{0,3164 l v_{yk}^2}{2d_y \sqrt[4]{Re}} + \frac{\delta v_{mc}^2}{2d_m} + \frac{n_{x\phi} v_c^2}{2n_{c\phi}} \right), \text{Па} \quad (12)$$

Иккиламчи ташлама газларни ювиб тозаловчи қурилмаларнинг тозалаш самарадорлиги жараёни амалга ошириш учун сарфланган энергия орқали аниқланади.

К.Т.Семраунинг тадқиқот ишидан маълумки, тозалаш самарадорлиги қурилманинг гидравлик қаршилигига боғлиқ бўлиб, қурилма ўлчами ва конструкциясига боғлиқ эмас. Бунда умумий энергия сарфи суюқлик ёрдамида чангли газларни тозалашга сарфланиши зарур [1,14,15,16].

Таклиф этилган қурилмада ҳам энергия сарфи қурилманинг иккиламчи ташлама газ кириш ва чиқиш қисми, форсункалари, суюқлик ёрдамида газни ювиш, насос ва вентиляторлардаги ишқаланиш ҳисобига сарфланган энергияни ўз ичига олади.

Қурилмада суюқлик ва газ оқимини қурилмадан ўтишида ишқаланишига сарфланган аниқ энергия миқдорини ҳисоблаш мураккаб жараён бўлганлиги сабабли, К.Т.Семраунинг тадқиқот ишидан фойдаланиб умумий энергия сарфини қуйидаги тенглама орқали ҳисоблашни киритамиз. Ҳисоблашнинг ушбу услуби конструкцияси ва иш принципи турлича бўлган газларни тозалаш қурилмаларига қўлланилганда $\pm 10\%$ хатолик беради. Қурилманинг умумий энергия сарфи қуйидаги тенглама бўйича аниқланади, $\text{кЖ}/1000\text{м}^3$;

$$K_c = \Delta P_{ум} + \Delta P_{кб} \frac{V_{сую}}{V_{газ}} + \frac{N_c}{V_{газ}}, \quad (13)$$

бунда ΔP_c – қурилманинг гидравлик қаршилиги, Па; $\Delta P_{кб}$ – суюқликнинг қовушқоқлигига боғлиқ бўлган босим, Па; $V_{сую}$ – суюқликнинг ҳажмий сарфи, м^3 ; $V_{газ}$ – газнинг ҳажмий сарфи, м^3 ; N_c – суюқлик ва газни узатиш учун сарфланадиган қувват, Вт;

Газларни тозалаш самарадорлиги ва энергия сарфи ўртасидаги боғлиқлик қуйидагича ифодаланади, %;

$$\eta_{рфА} = 1 - e^{BK_{рфА}^x}, \quad (14)$$

бунда B ва x – ўзгармас сон бўлиб, у чангнинг дисперс таркиби бўйича тажриба йўли билан аниқланади.

Тозалаш самарадорлигининг аниқ қийматини белгилаш учун η_c модда ўтказиш сони орқали ифодаланади. Модда ўтказиш сони қуйидаги тенглама бўйича аниқланади;

$$N_m = \ln\left(\frac{1}{1 - \eta_c}\right). \quad (15)$$

Тенгламада олинган сон қиймати $0,5 \div 10$ оралиғида бўлганда аниқланган қиймат 1-жадвал бўйича таққосланади ҳамда қурилманинг тозалаш самарадорлиги белгиланади.

1-жадвал

Модда ўтказиш сонига боғлиқ ҳолда тозалаш самарадорлигини белгиланиши

Модда ўтказиш сони N_m	Тозалаш самарадорлиги η_c	Модда ўтказиш сони N_m	Тозалаш самарадорлиги η_c
0,5	39,35	4,0	98,17
1,0	63,21	6,0	99,752
2,0	86,47	10,0	99,9953

Хулоса:

Ўтказилган назарий тадқиқотлар бўйича қурулмага берилаётган чангли газга қурулманинг ишчи органларида таъсир қиладиган гидравлик қаршиликлар, ишчи органлардаги ишқаланиш кучи ва маҳаллий қаршилиқ коэффицентлари ҳамда тозалаш самарадорлигини ўтказиш имконини берадиган аналитик боғланишлар кўриб чиқилди. Назарий тадқиқотлар асосида қурулманинг сёмнигидаги қаршилиқ коэффицентини аниқловчи тенглама тавсия этилди.

Чангли газларни тозалаш жараёнида 1м^3 чангли газни тозалаш учун сарфланадиган суюқлик сарфининг минимал қиймати 0,1 литрдан камаймаслиги ва максимал қиймати 0,2 литрдан ошмаслиги аниқланди.

Адабиётлар

- [1]. Исомидинов А.С. Разработка эффективных методов и устройств очистки пылевых газов химической промышленности: Дисс. ... PhD. – Ташкент, 2020. – 118 с.
- [2]. Тожиев Р.Ж., Каримов И.Т., Исомидинов А.С. Чангли газларни ҳўл усулда тозаловчи курилмани саноатда қўллашнинг илмий-техник асослари: Монография. ФарПИ "Илмий-техника" журнали нашриёт бўлими-Фарғона 2020. – 91 б
- [3]. Исомидинов А. С. Исследование гидравлического сопротивления роторно-фильтрующего аппарата //Universum: технические науки. – 2019. – №. 10-1 (67).
- [4]. Isomiddinov A. et al. Application of rotor-filter dusty gas cleaner in industry and identifying its efficiency //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2019. – №. 9-10.
- [5]. Эргашев Н. А. Исследование гидравлического сопротивления пылеулавливающего устройства мокрым способом //Universum: технические науки. – 2020. – №. 4-2 (73). – С. 59-62.
- [6]. Мадаминова Г. И., Тожиев Р. Ж., Каримов И. Т. Барабанное устройство для мокрой очистки запыленного газа и воздуха //Universum: технические науки. – 2021. – №. 5-4 (86). – С. 45-49.
- [7]. Rasuljon, T., Azizbek, I., & Abdurakhmon, S. (2021). Research of the hydraulic resistance of the inertial scrubber. Universum: технические науки, (7-3 (88)), 44-51.

UDC: 621.01

**MODERNIZATSIYA QILINGAN TASMALI KONVEYER ROLIKLI
MEXANIZMLARINING TAJRIBAVIY TADQIQOT NATIJALARI TAHLILI**

A.S. Jumayev

Chirchiq oliy tank qo'mondonlik-muhandislik bilim yurti

E-mail: akbarjumayev011@gmail.com

(Qabul qilindi 18.11.2024 y.)

Annotatsiya. Maqolada elastik elementlarga ega qayishqoq elementli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmlari bo'lgan tasmali konveyerning modernizatsiya qilingan konstruktiv loyihasi keltirilgan. Bundan tashqari keng qamrovli tajribaviy tadqiqot usullari berilgan, ya'ni tasmali konveyer barabanlarining aylanish momentlari va burchak tezligining o'zgarishiga bog'liq grafiklari olinadi va konveyer tarkibli qayishqoq elementli rolikli mexanizmlari tashqi vtulkalarining tebranishiga bog'liqlik grafiklari aniqlanadi. Qurilgan profilning almashtirilishini tahlil qilish asosida ularning tavsiya etilgan qiymatlari aniqlandi, bu ishqalanish kuchining minimal qiymatlari bilan yuqori ish unumdorlikka erishishi va ishlashni ta'minlaydi.

Kalit so'zlar. tasmali konveyer, rolik, vtulka, qayishqoq element, baraban, moment, burchak tezligi, tebranish, tezlik, texnologik yuk, ishqalanish koeffitsiyenti, qattiqlik

Аннотация. В статье приведена схема модернизированной конструкции ленточного конвейера с составными направляющими роликами с упругими элементами. Дается методика комплексных экспериментальных получены закономерности изменения крутящих моментов и угловых скоростей барабанов ленточного конвейера, а также определены закономерности колебаний наружной втулки составных роликов направлятеля конвейера. На основе анализа построенных профильных заменимостей определены рекомендуемые их значения, обеспечивающие высокую производительность при минимальных значениях силы трения.

Ключевые слова. ленточный конвейер, ролик, втулка, упругий элемент, барабан, момент, угловая скорость, колебание, скорость, технологическая нагрузка, цель трения, жесткость.

Abstract. The article presents a diagram of a modernized design of a belt conveyor with composite guide rollers with elastic elements. A methodology for complex experimental studies is given; regularities of changes in torques and angular velocities of belt conveyor drums are obtained, and regularities of oscillations of the outer bushing of composite rollers of the conveyor guide are determined. Based on the analysis of the constructed profile replaceability, their recommended values are determined, ensuring high productivity with minimum values of friction force.

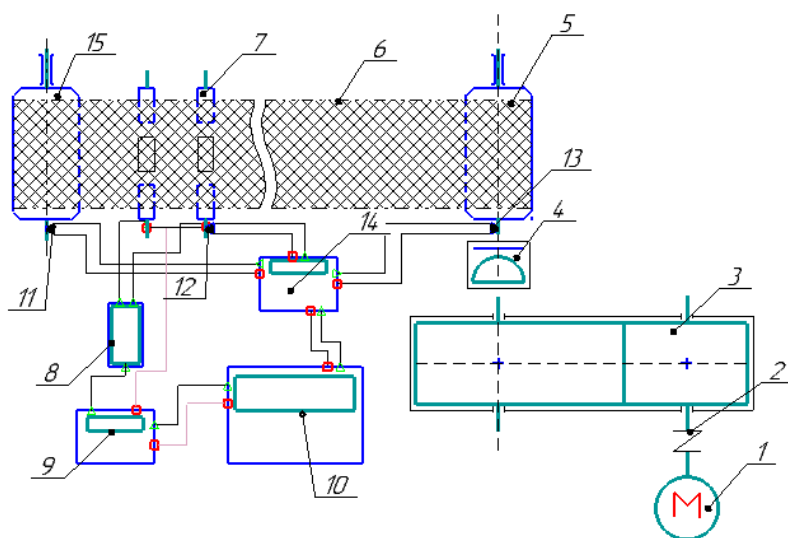
Key words. belt conveyor, roller, bushing, elastic element, drum, moment, angular velocity, oscillation, speed, technological load, friction purpose, rigidity.

Ma'lumki, bugungi kunda tog'-kon sanoati korxonalarida foydali qazilmalarni bir joydan ikkinchi joyga transportirovka qilishda tasmali konveyerlar muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birgalikda tasmali konveyerlarning ishlashi jarayonida muddatidan oldin ta'mirlalab bo'lib qolishi kuzatiladi. Buning asosiy sababi, atrof muhit ta'siri natijasida uskunaning tarkibiy qismlarining shikastlanishi hisoblanadi. Tasmali konveyerda harakatni ta'minlab beruvchi asosiy tarkibiy qismlaridan biri, rolikli mexanizmlar hisoblanadi. Atrof muhit ta'siri natijasida rolikli mexanizmlarning tekis aylanma harakatini ta'minlab beruvchi dumalash podshipnigi muddatidan oldin ishdan chiqishi kuzatiladi.

Tavsiya etilgan qayishqoq elementli sirpanuvchi podshipniklari bo'lgan tarkibiy yo'naltiruvchi rolikli mexanizmi bo'lgan tasmali konveyerni tajriba nusxasini ishlab chiqilib, tajribaviy tadqiqotlari amalga oshirildi. Bunda muhim jihatlardan rolikli mexanizmlardagi sirpanish podshipniklardagi ishqalanishni kamaytirish, amortizatsiya hisobiga vertikal tebranishlarni, shu bilan birga tasmani ham tebranishlarini rostlash, tashilayotgan rudani barqarorligini ta'minlashga qaratilgan. Shuningdek tasma bikirligini tanlash hisobiga barabanlardagi burovchi momentlarni hamda burchak tezliklarini tebranishlarini kamaytirish konveyer resursini oshirishga, quvvat sarfini kamaytirishga olib keladi.

Tasmali konveyer ishlash resursini oshirish maqsadida, rolikli mexanizm sirpanish podshipnigi qobig'i va tashqi metall gardishini amortizator hisobiga qo'shimcha tebranishlarini o'rganish muhimdir. Bunda rezinali amortizator hisobiga keskin ta'sir kuchlari yutiladi grafitokaprolon bilan rolik o'qi orasidagi ishqalanish, yedirilish kamyadi. Qobiq va metall gardishni qo'shimcha tebranishlari kerakli darajada tasmani tebrantirib ruda bo'laklarini o'zaro tekislashga yordam beradi. Shuning uchun elektrotenzometrik usulda ushbu tebranishlarni o'lchash va tahlil qilish orqali hisoblanadi [1, 2].

Tajriba dastgohining ishlab chiqishdan maqsad tarkibli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmda tekis aylanma harakatni ta'minlab beruvchi dumalash podshipnigi o'rniga, yangi konstruktorlik loyihalashlar asosida ishlab chiqilgan qayishqoq elementli sirpanish podshipnigini o'rnatish orqali mexanizmning ishlash davriyligi va samaradorligini tekshirish bilan iqtisodiy samaradorlikni ijobiy tomonga o'zgarishini ko'rishdan iboratdir.



1-rasm. Tasmali konveyer tarkibli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmi tajriba stendining elektrotenzometrik sxemasi. 1- elektrodvigatel; 2, 4-qayishqoq elementli mufta; 3-reduktor; 5-yetaklovchi baraban; 6-tasma; 7-rolik; 8-UZB kabel elektron termopara; 9, 14-vibXpert maxsus sonli almashtirgichli qurilma (laboratoriya jixozi); 10-kompyuter, 11, 12,13-tenzodatchiklar; 15-yetaklanuvchi baraban.

Tavsiya etilgan tarkibli qayishqoq elementli podshipnik tayanchli roligi bo'lgan konveyer barabanlaridagi burovchi moment va aylanish chastotasini, hamda tarkibli rolik qobig'i va gardishini tebranishi, aylanishiga qarshiligi va grafitokaprolonni podshipnik asosini o'q bilan ishqalanishdagi harorati o'lchash bo'yicha elektrotenzometrik sxema 1-rasmda keltirilgan.

Mos ravishda yangi tavsiya etilgan tasmali konveyerning tajriba nusxasi va o'lchov asboblari ko'rinishlari 2-rasmda keltirilgan. Bunda «Кварц va vibXpert» o'lchagichlari orqali tenzodatchiklar yordamida

barabanlardagi burovchi moment, aylanish chastotasi va tarkibli rolik qobig'i siljishi qonuniyatlari olinadi [3, 4].

Sinov dastgohining ishlash prinsipi quyidagicha: elektrdvigatel, reduktor, qo'llab-quvvatlovchi tayanchlar, stanina ramaga o'rnatiladi, ular yordamida maxsus tayyorlangan boltlar yordamida dastgoh tarkibiy qismlarini yo'naltiruvchi ramaning butun uzunligi bo'ylab siljitish va o'rnatish mumkin. Tasmali konveyer tarkibli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmlari osongina olinadigan muftalar yordamida tayanch moslamalarga o'rnatiladi, bu turdagi ulanish tarkibli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmni tez va oson o'rnatilishini ta'minlaydi, shuningdek o'q milining qobig'iga nisbatan aylanish imkoniyatini saqlaydi. O'z navbatida, tarkibli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmlari xizmat ko'rsatiladigan turga tegishlidir, bu turli xil moylar bilan to'ldirilgan sirpnavvchi tayanch vazifasini bajaruvchi detallarni o'rnatish va demontaj qilishni amalga oshirishga imkon beradi.



2-rasm. Yangi sinov dastgohi va tajriba qurilmasi.

Sinov dastgohining ishlash prinsipi quyidagicha: elektrdvigatel, reduktor, qo'llab-quvvatlovchi tayanchlar, stanina ramaga o'rnatiladi, ular yordamida maxsus tayyorlangan boltlar yordamida dastgoh tarkibiy qismlarini yo'naltiruvchi ramaning butun uzunligi bo'ylab siljitish va o'rnatish mumkin. Tasmali konveyer tarkibli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmlari osongina olinadigan muftalar yordamida tayanch moslamalarga o'rnatiladi, bu turdagi ulanish tarkibli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmni tez va oson o'rnatilishini ta'minlaydi, shuningdek o'q milining qobig'iga nisbatan aylanish imkoniyatini saqlaydi. O'z navbatida, tarkibli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmlari xizmat ko'rsatiladigan turga tegishlidir, bu turli xil moylar bilan to'ldirilgan sirpnavvchi tayanch vazifasini bajaruvchi detallarni o'rnatish va demontaj qilishni amalga oshirishga imkon beradi.

Tasmali konveyer tarkibli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmidagi yuklanishning simulyatori sifatida og'irliklar (kalibrlangan og'irliklar) ishlatiladi. Kalibrlangan og'irliklar silindrsimon og'irliklar shaklida, radial kesim bilan amalga oshiriladi.

Elektr dvigatel elektr tarmog'iga MICROMASTER - 440 chastota konvertori orqali ulanadi, bu real vaqtda elektr dvigatelining chiqish vali chastotasini sozlash va yuklanishga qarab tasmali konveyer tarkibli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmining aylanish qarshiligidagi o'zgarishlarni qayd etish imkonini beradi. Yangi sinov dastgohining xususiyatlari 1-jadvalda keltirilgan.

Sinov dastgohining xususiyatlari

№ т/п	Xususiyatlari	Qiymati
1.	Dastgohning gabarit o'lchamlari, mm	1400x120x110
2.	Rolikning aylanish tezligi, mm ⁻¹	150 dan 450 gacha
3.	Konveyer roligidagi yuklanish, kg	8 dan 20 gacha
4.	Elektrodvigatel quvvati, kVt	0,12
5.	Elektrodvigatelning aylanish tezligi, s ⁻¹	1310

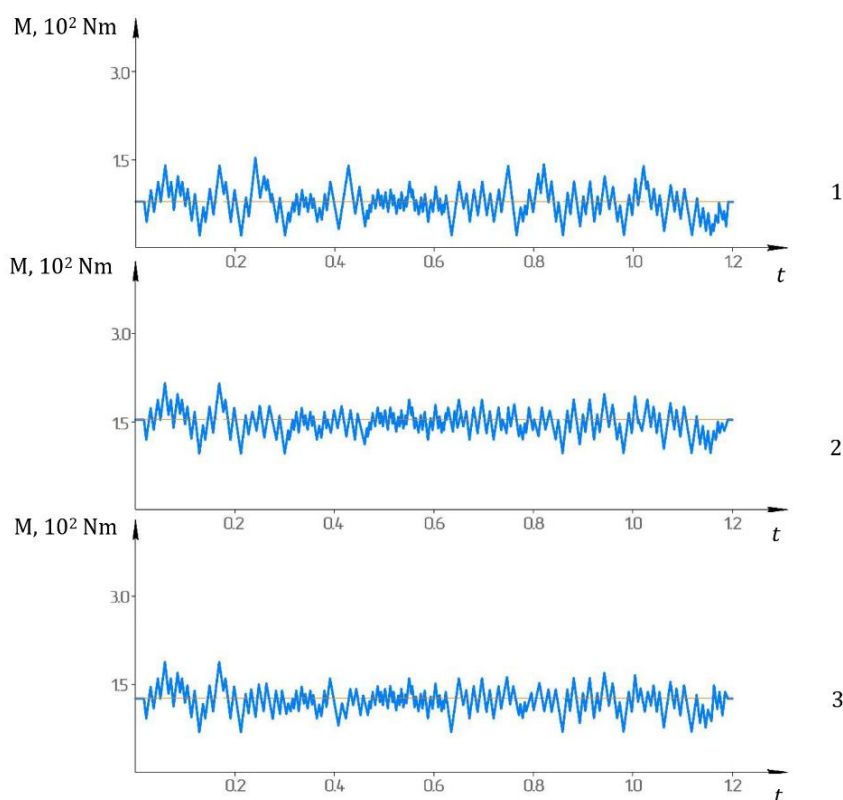
Chastotani sozlash moslamasidan foydalanish dvigatel validagi moment kattaligidagi o'zgarishlarni real vaqtda yozib olishga imkon beradi.

Tarkibli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmning aylanishiga qarshilikni aniqlashning ushbu usuli rolikning aylanishiga qarshilik momentini muvozanatli koromisloga biriktirilgan og'irlik yordamida hosil qilingan moment bilan muvozanatlashdan iborat [5].

Tarkibli yo'naltiruvchi rolikli mexanizmining aylanish qarshilikini aniqlash og'irlik usuli bilan bir qatorda, tenzometrik usuldan ham foydalanildi [6, 7].

Tarkibli yo'naltiruvchi rolikda dumalash podshipnigi o'rniga yangi konstruktiv loyiha asosida ishlab chiqilgan qayishqoq elementli sirpanish podshipnigi tayyorlandi. Ushbu detal tarkibiy qismi qo'yidagi materiallardan tashkil topgan: Po'lat 35, plastmassa (grafitokaprolon, ftoroplast, PVX), rezina (7B-54MBC, 7IRP13-46, 7IRP13-48) [8].

Tajribalar asosida tavsiya etilgan tasmasli konveyerning barabanlaridagi burovchi momentlarni va harakat rejimlarini o'zgarish qonunlari olindi.

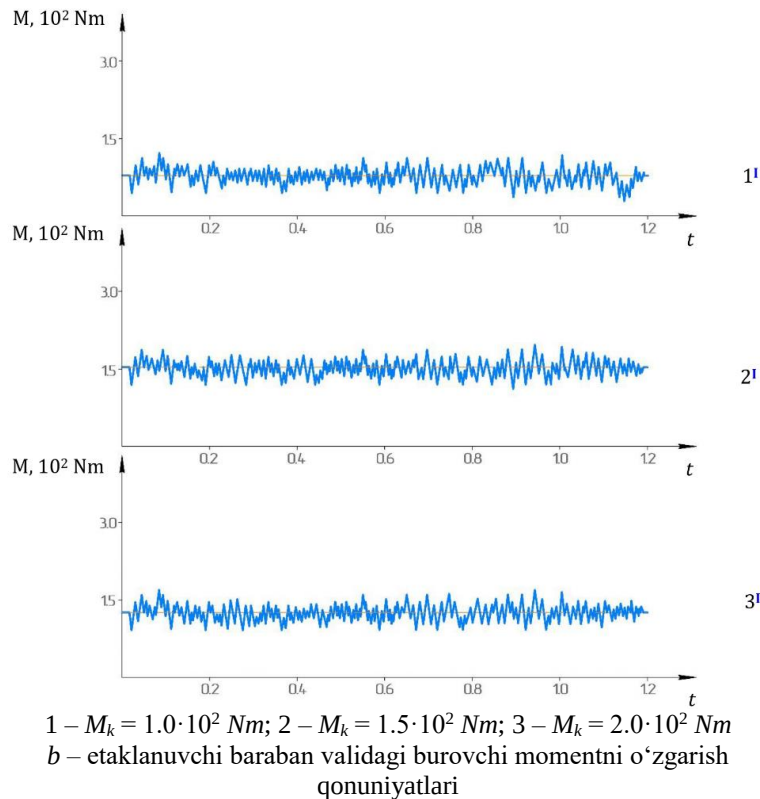


1 – $M_k = 1.0 \cdot 10^2 \text{ Nm}$; 2 – $M_k = 1.5 \cdot 10^2 \text{ Nm}$; 3 – $M_k = 2.0 \cdot 10^2 \text{ Nm}$

a – etaklovchi baraban validagi burovchi momentni o'zgarish qonuniyatlari.

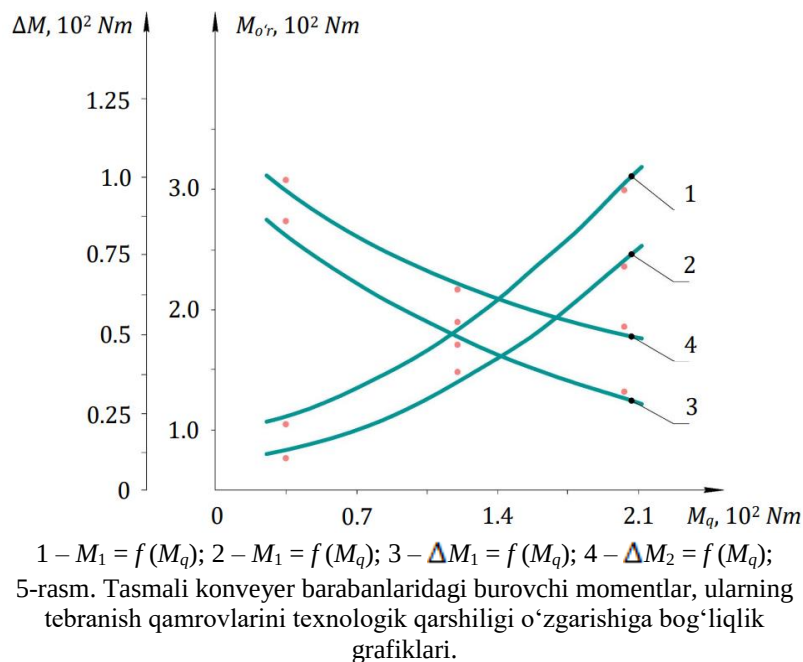
4-rasmda tasmasli konveyerning etaklovchi va etaklanuvchi barabanlari vallaridagi burovchi momentlarini o'zgarish qonuniyatlarini ifodalovchi osilogrammalar turli texnologik yuklanishlarda keltirilgan. Olingan osilogrammalar tahliliga ko'ra shuni ta'kidlash kerakki, transportirovka qilinayotgan rudadan kelayotgan texnologik qarshilik ortganida etaklovchi barabandagi burovchi moment ham ortadi. Bunda mos ravishda burovchi moment M_1 ning tebranish o'qi ham siljiydi va u

momentning o'rtacha qiymatini belgilaydi. Burovchi momentning tebranish amplitudasi ham M_q ko'payishi bilan ortib boradi (4-rasm, 1, 2, 3-grafiklar). Etaklovchi baraban validagi burovchi moment qiymatlari M_1 ga nisbatan biroz kichik bo'lsa ham, tebranish amplitudasi ΔM_1 nisbatan yuqori bo'ladi. Buning asosiy sababi tasmaning aylanma bikirligiga mos ravishda tebranishiga bog'liqdir (4 b – rasm, 1, 2, 3-grafiklar).



4-rasm. Barabanlardagi burovchi momentlarni o'zgarish qonuniyatlari.

5-rasmda olingan osilogrammalarni qayta ishlash natijasida tasmasli uzatmaning barabanlaridagi M_1 , M_2 , va ΔM_1 va ΔM_2 larni o'zgarishlarini qarshilikka bog'liqlik grafiklari keltirilgan.

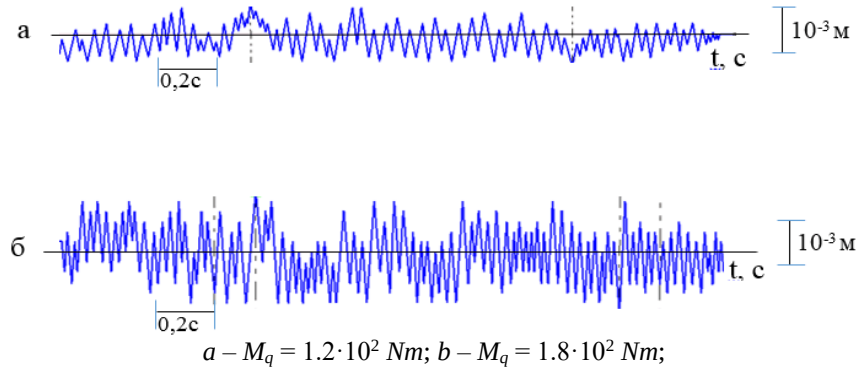


5-rasm. Tasmasli konveyer barabanlaridagi burovchi momentlar, ularning tebranish qamrovlarini texnologik qarshiligi o'zgarishiga bog'liqlik grafiklari.

Qurilgan 5-rasmdagi grafiklar tahlili bo'yicha tashilayotgan oltin rudasidan kelayotgan texnologik qarshilik $0.35 \cdot 10^2 \text{ Nm}$ dan $2.0 \cdot 10^2 \text{ Nm}$ gacha orttirilganida, barabanlar vallaridagi burovchi

momentlar qiymatlari chiziqsiz qonuniyatda ortadi. Jumladan M_1 qiymatlari $0.52 \cdot 10^2 \text{ Nm}$ dan $21.5 \cdot 10^2 \text{ Nm}$ gacha ortsa, M_2 ning qiymatlari $0.231 \cdot 10^2 \text{ Nm}$ dan $1.83 \cdot 10^2 \text{ Nm}$ gacha chiziqsiz qonuniyatda ortib boradi. Lekin, burovchi momentlarining tebranish qamrovlari sezilarli darajada kamayadi. Buning asosiy sababi tasma sirtidagi ruda bo'laklari taqsimlanishi tekislashadi. Bunda tasmani aylanma bikirligini qiymatiga qarab ΔM_2 ning qiymatlari kattaroq bo'ladi (5-rasm, 3, 4-grafiklar). Tajribalar natijalariga asosan tasmani konveyer etaklovchi va etaklanuvchi barabanlari burovchi momentlari va burchak tezliklarining tebranish qamrovlari konveyer tasmasining aylanma bikirligiga bog'liq bo'ladi.

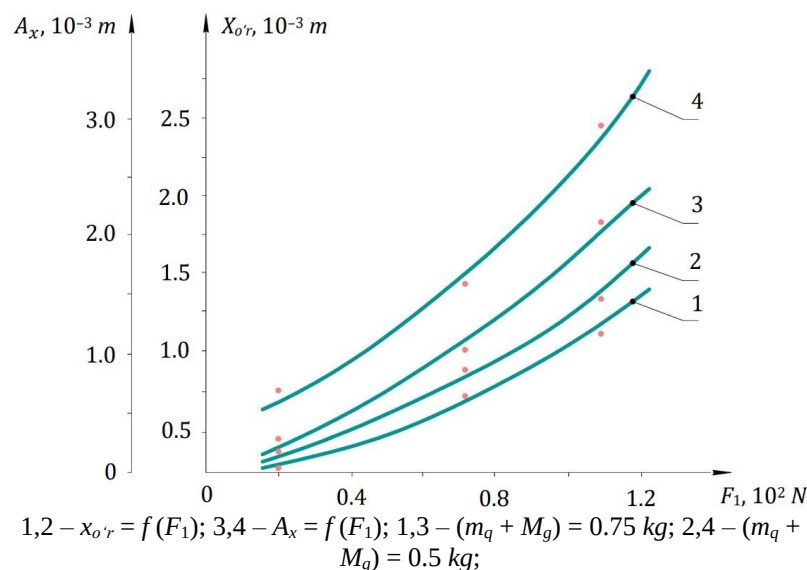
Tajribaviy tadqiqotlar asosida keltirilgan elektotenzometrik sxemasi asosan tavsiya etilgan konveyerning tarkibli roligi qobig'i va tashqi metall gardishini tebranish qonuniyatlari olindi, ular 6-rasmga keltirilgan.



6-rasm. Tasmali konveyer tarkibli rolikli qobiq va gardishini tebranish qonuniyatlari.

Olingan osilogrammalar tahliliga asosan rolik qobig'i va gardishini tebranishlari asosan o'qdan pastga siljigan bo'lib, tebranish amplitudasi texnologik qarshilik ortib borishiga proporsional ravishda ko'payishini ko'rish mumkin (6-rasm). Yuqorida qayd etilganidek, rolik qobig'i va gardishi tebranishi amplitudasini ortishi tasmani qo'shimcha tebrantiradi, undagi rudani taqsimlanishini tekislaydi. Lekin A_x ni haddan tashqari yuqori bo'lishi materialni tasmadani tushib ketishiga, podshipnikdagi ishqalanish va yedirilishini ortishiga olib keladi.

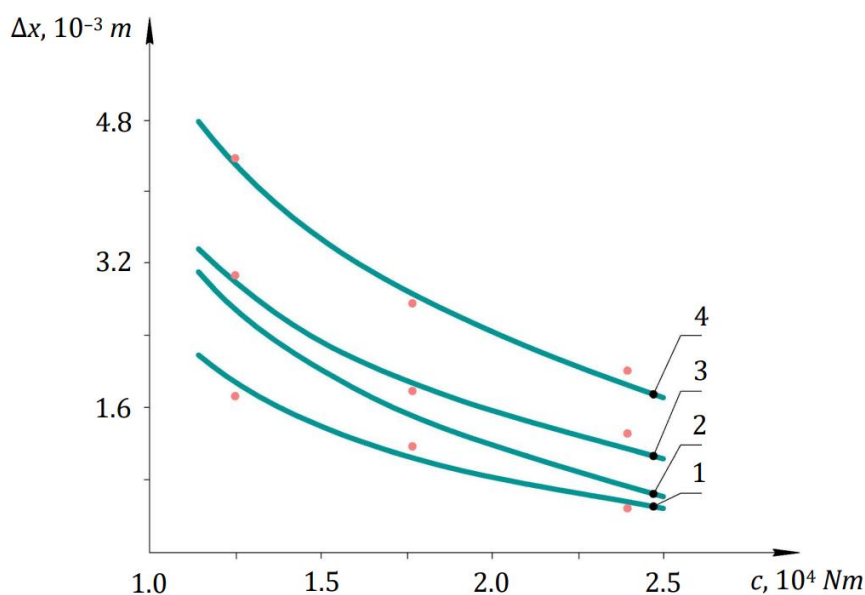
7-rasmga tasmali konveyer tarkibli roligi qobig'i va tashqi metall gardishi tebranishlaridagi o'qni siljishi va amplitudasini texnologik qarshilikni o'zgarishiga bog'liqlik grafiklari keltirilgan.



7-rasm. Tasmali konveyer tarkibli roligi qobig'i va tashqi metal gardishi tebranishlaridagi o'qni siljishi va amplitudasini texnologik qarshilikni o'zgarishiga bog'liqlik grafiklari.

Grafiklar tahliliga ko'ra texnologik qarshilik kuchi $0.2 \cdot 10^2 \text{ N}$ dan $1.1 \cdot 10^2 \text{ N}$ gacha ortganida, hamda qobiq va gardish massasi $0,5 \text{ kg}$ bo'lganida uning siljishini (o'qini) o'rtacha qiymatlari $0.12 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ dan $2.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ gacha chiziqsiz qonuniyatlarda ortadi, hamda $(m_q + m_g) = 0.75 \text{ kg}$ bo'lganda esa, x_{or} qiymatlari ancha kamayadi va $0.1 \cdot 10^3 \text{ m}$ dan $0.76 \cdot 10^3 \text{ m}$ gacha ortadi (9-rasm, 1, 2-grafiklar). Mos ravishda qobiq va gardish tebranishlari ham F_1 ko'payishi bilan chiziqsiz qonuniyatda ko'payib boradi. Jumladan yig'indi massasi $0,5 \text{ kg}$ bo'lganida, A_x ning qiymatlari $0.51 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ dan $2.38 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ gacha chiziqsiz qonuniyatda ko'payib borsa, massa $0,75 \text{ kg}$ ko'payganida, qobiq va gardishning tebranish amplitudasi bir muncha kamayadi, hamda o'sish $0.31 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ dan $2.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ oralig'ida bo'ladi (9-rasm, 3, 4-grafiklar). Ya'ni, qancha massa yuqori bo'lsa, shuncha uning tebranish amplitudasi kamayadi. Tashilayotgan rudani tasma sirtida bir tekisligini ta'minlash uchun tarkibli rolik tebranishlari amplitudasi $(1.0 \div 2.0) \cdot 10^{-3} \text{ m}$ oralig'ida bo'lishi hamda massasi $(0.5 \div 0.55) \text{ kg}$ dan pastroq tanlanishi tavsiya etiladi.

8-rasmda tarkibli rolikning qobig'i va tashqi metal gardishi tebranish qamrovini rezinali amortizatorining bikirlik ko'effisientiga bog'liqlik grafiklari berilgan.



1,2 – $\Delta x = f(c)$; $F_1 = 0.5 \cdot 10^2 \text{ N}$ da; 4 – $\Delta x = f(c)$; $F_1 = 1.0 \cdot 10^2 \text{ N}$ da;

1, 3, 4 – tajribaviy, 2 – nazariy

8-rasm. Tarkibli rolikning qobig'i va tashqi metal gardishi tebranish qamrovini rezinali amortizatori bikirlik ko'effisientiga bog'liqlik grafiklari.

Qo'rilgan grafiklar tahlili bo'yicha ta'kidlash lozimki, tarkibli rolik rezinali amortizatori bikirlik ko'effisienti qiymatlari $1.25 \cdot 10^4 \text{ N/m}$ dan $2.4 \cdot 10^4 \text{ N/m}$ gacha o'zgarganda, qobiq va gardishi tebranishlari qamrovi $F_1 = 0.5 \cdot 10^2 \text{ N}$ bo'lganida, Δx qiymatlari $1.71 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ dan $1.87 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ gacha kamaygan bo'lsa, $F_1 = 1.0 \cdot 10^2 \text{ N}$ bo'lganda esa, Δx qiymatlari $4.21 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ dan $2.31 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ gacha chiziqsiz qonuniyatda kamayadi. Nazariy va tajribaviy natijalar qiyoslanganda, ularning farqi $c = (1.25 \div 1.5) \cdot 10^4 \text{ N/m}$ oralig'ida bo'lib $(6.0 \div 8.0) \%$ ni tashkil etadi.

Xulosa. Tajribaviy tadqiqotlarda elektrotenzometrik usullarni qo'llab tasmali konveyer barabanlaridagi burovchi momentlar, burchak tezliklarini Konveyer tarkibli roligi aylanishga qarshiligini o'zgarish qonuniyatlari olindi. Olingan barabanlarning harakat qonunlari va rolikli mexanizmning tashqi qobig'ining tebranishlarini tahlil qilish asosida tizim parametrlarining tavsiya etilgan qiymatlari asoslab berildi.

Adabiyotlar

- [1]. A. Djurayev, A.S. Jumayev. Tasmali konveyerlar konstruksiyalarini takomillashtirish va parametrlarini hisoblashning ilmiy asoslari. Monografiya. Toshkent - 2022 yil. – 180 bet. [ISBN 978-9943-8178-8-3](#).
- [2]. 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. [ISBN 978-1-957653-03-7](https://doi.org/10.37547/gbps-03-7) 1211 Polk St, Orlando, FL 32805, USA. -151 p.

- [3]. A. Djuraev, A.S. Jumaev, M.M. Abduraxmanova. Analysis of the results of physical and mechanical experimental studies of the modernized belt conveyor // Journal of Physics: Conference Series 2573 (2023) 012012. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2573/1/012012>
- [4]. A. Djuraev, A.S. Jumaev, N.I. Ibragimova, M.Y. Turdaliyeva. Analysis of the dynamics of a belt conveyor with composite guide rollers and elastic elements // Journal of Physics: Conference Series 2573 (2023) 012026. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2573/1/012026>
- [5]. 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.
- [6]. N.N. Juraev, A.S. Jumaev, J.Kh. Beknazarov. Determination of torque and vibration amplitude of roller mechanisms with bearing support with belt conveyor. Q1 technology news and reviews Volume 1, No. 1, February 2024.
- [7]. J.Kh. Beknazarov, A.S. Jumaev, N.N. Juraev. Theoretical principles of calculating parameters and amplitude of vibration of belt conveyor roller mechanisms of strap element bearing supports. Journal of Advanced Scientific Research (ISSN: 0976-9595) Vol.5. Issue 3 page 16.
- [8]. 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. Har. Edu.a.sci.rev. 0362-8027 Vol.2. Issue 2 Pages 44-52. 10.5281/zenodo.7181271.
- [9]. 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.
- [10]. A.S. Jumaev, A. Djuraev, A.N. Pushanov. Development of models of recession of defactory states of components as a result of external loads of belt conveyor drums. Har. Edu.a.sci.rev. 0362-8027 Vol.2. Issue 2 Pages 36-43. 10.5281/zenodo.7170607.

FOTONIK KRISTAL STRUKTURALI XROMOGEN UGLEROD VA POLIYESTER TOLALARI ARALASHMASIDAN IPLAR TAYYORLASH

X. Parpiyev¹, Zhu. Guocheng², Z.E. Erkinov¹, A.B. G'afurov¹, J.A. Qayumov³, M.M. Izatillayev¹

¹Namangan to'qimachilik sanoati instituti

²Zhejiang sci-tech university (Xitoy)

³Samarqand Davlat arxitektura-qurilish universiteti

adhamjongafurov1991@gmail.com <tel:932689290>

(Qabul qilindi 02.12.2024 y.)

Annotatsiya. Uglerod tolasiga rang berish qiyinligi muammosini hisobga olib, uglerod tolasi/poliyester aralash ipning ranglanishiga erishish uchun strukturaviy rang hosil qilishdan foydalanish taklif etiladi. Strukturaviy moddalar sifatida poli (stiro - metakril kislotasi) P(St-MAA) kolloid mikrosferalardan foydalangan holda, fotonik kristalli rang hosil qiluvchi struktura uglerod tolasi/poliyester aralashgan ipni qoplash usuli yordamida olingan. Qoplash suyuqligi massa ulushi va o'z-o'zini yig'ish haroratining struktura rangiga ta'sirini tahlil qilish, kolloid mikrosferalarni ip yuzasida fotonik kristallarga yig'ish jarayonini o'rganish va strukturaviy rangli iplarni yaxshilash uchun polidimetilsiloksan (PDMS) inkapsulyatsiya texnologiyasidan foydalanilgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, qoplash suyuqligining massa ulushi 70% va o'z-o'zini yig'ish harorati 40 °C bo'lganda, ip yuzasida yorqin strukturaviy ranglarga ega bo'lgan fotonik kristallar tuzilishi mumkin, ipda kolloid mikrosferalarni qoplash jarayonida to'plamoq, qoplamoq va yakunlash bosqichi va sirt dastlabki bosqich sifatida umumlashtiriladi. PDMS tomonidan qoplangan konstruktiv rangli ip yuvish va ishqalanishdan keyin ham o'zining asl rang yorqinligini saqlab qoladi. Ushbu tadqiqot rangli uglerod tolasi mahsulotlarini zamonaviy ishlab chiqarish va qo'llash uchun yangi strategiyalarni taqdim etishi mumkin.

Kalit so'zlar: Uglerod tolasi, fotonik kristall, strukturaviy xromogenez, poli (sterol-metakril kislotasi), poliyester, kolloid mikrosferalar, o'z-o'zini yig'ish, aralashtirilgan ip.

Аннотация. Учитывая проблему сложности крашения углеродного волокна, предлагается использовать структурное крашение для достижения крашения пряжи из смеси углеродного волокна и полиэстера. Используя коллоидные микросферы поли(стирол-метакриловой кислоты) P(St-

МАО) в качестве структурирующего материала, фотонно-кристаллическую цветообразующую структуру получали методом покрытия пряжи из смеси углеродного волокна и полиэстера. Технология инкапсуляции полидиметилсилоксана (ПДМС) использована для анализа влияния массовой доли покрывающей жидкости и температуры самосборки на структурный цвет, изучения процесса сборки коллоидных микросфер в фотонные кристаллы на поверхности пряжи, а также для улучшения структурной окраски. пряжи. . Результаты показывают, что при массовой доле покрывающей жидкости 70 % и температуре самосборки 40 °C на поверхности резьбы могут образовываться фотонные кристаллы с яркой структурной окраской. суммируются как предварительный этап. Конструктивная цветная пряжа с покрытием ПДМС сохраняет первоначальный блеск цвета даже после стирки и трения. Это исследование может предложить новые стратегии современного производства и применения изделий из цветного углеродного волокна.

Ключевые слова: углеродное волокно, фотонный кристалл, структурный хромогенез, полистирол-метакриловая кислота, полиэстер, коллоидные микросферы, самосборка, смесовая пряжа.

Abstract. Considering the problem of the difficulty of dyeing carbon fiber, it is proposed to use structural dyeing to achieve the dyeing of carbon fiber/polyester blended yarn. Using poly (styrene - methacrylic acid) P(St-MAA) colloidal microspheres as structuring material, the photonic crystal color forming structure was obtained by carbon fiber/polyester blended yarn coating method. Polydimethylsiloxane (PDMS) encapsulation technology was used to analyze the effects of coating fluid mass fraction and self-assembly temperature on the structural color, to study the assembly process of colloidal microspheres into photonic crystals on the surface of the yarn, and to improve structural colored yarns. The results show that when the mass fraction of the coating liquid is 70% and the self-assembly temperature is 40 °C, photonic crystals with bright structural colors can be formed on the surface of the thread. 'Plating, coating and finishing stage and surface are summarized as preliminary stage. Constructive color yarn coated by PDMS retains its original color brilliance even after washing and rubbing. This research may provide new strategies for the modern production and application of colored carbon fiber products.

Keywords: Carbon fiber, photonic crystal, structural chromogenesis, poly (sterol-methacrylic acid), polyester, colloidal microspheres, self-assembly, blended yarn.

Uglerod tolasi korroziyaga chidamlilik, yengil, yuqori haroratga chidamlilik, yuqori quvvat, yuqori modul va boshqalar kabi mukammal jismoniy va kimyoviy xususiyatlarga ega va aerokosmik, infratuzilma, harbiy texnika, sport va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi [1]. Biroq, uglerod tolasi yuzasidagi grafenga o'xshash struktura uning sirtini kimyoviy jihatdan inert qiladi va an'anaviy kimyoviy bo'yoqlar bilan rang berishni qiyinlashtiradi. Odamlarning turmush darajasini oshirish bilan bir xil rangli uglerod tolasi iste'molchilarning ehtiyojlarini qondira olmaydi. Hozirgi vaqtda bozordagi rangli uglerod tolalarining aksariyati uglerod tolasining sirtini o'zgartirish va keyin uni kimyoviy rang beruvchilar bilan bo'yash orqali olinadi. Ushbu usul rangli uglerod tolalarini olishi mumkin bo'lsada, uglerod tolasi matritsasini oldindan o'zgartirishni talab qiladi, bu esa uglerod tolasining o'zining ajoyib xususiyatlariga ma'lum darajada zarar yetkazadi va tayyorlash jarayoni murakkablashadi. Uglerod tolalarini bo'yash uchun mos keladigan yangi texnologiyalarni izlash zarur xisoblanadi.

Ishlab chiqarish mexanizmi va rang manbasiga ko'ra, uni ikki toifaga bo'lish mumkin: kimyoviy xromogenez va strukturaviy xromogenez. Ranglarni hosil qilish uchun asosiy rang beruvchi moddalar sifatida bo'yoqlardan foydalanadigan kimyoviy rang berishdan farqli o'laroq, strukturaviy rang berish kimyoviy bo'yoqlarning ta'siriga tayanishga hojat yo'q. U obyektning o'ziga xos mikro tuzilishining diffraktsiyasi, interferentsiyasi, yorug'likdan hozirgi ranglarga tarqalishi va boshqa ta'siriga asoslanadi. [2]. Tabiatda kapalak qanotlari, mollyuska chig'anoqlari, tovuş patlari va boshqalarning ranglari tipik strukturaviy ranglardir. Umuman olganda, strukturaviy ranglar yuqori to'yinganlik, yuqori yorqinlik va nurlanish effekti kabi maxsus vizual effektlarga ega [3]. Bu ekologik va toza rang berish usuli hisoblanadi, shuningdek hozirgi an'anaviy bo'yoq pigmentini bo'yashga muhim qo'shimcha usul hisoblanadi. Fotonik kristall [4] – xavo bo'shliqlarida davriy ravishda joylashgan fotonik tarmoqli bo'shliqlari bo'lgan dielektrik strukturaning bir turi. Uning taqiqlangan tarmoqli xususiyatlaridan kelib chiqqan holda, kristall yuzasida yorug'likning difraktsiyasi rang-barang strukturaviy rang effektlarini yaratish uchun ishlatilishi mumkin. Hozirgi

vaqtda to'qimachilikda fotonik kristall rang hosil qiluvchi tuzilmalardan foydalangan holda tayyorlangan rangli strukturaviy to'qimachilik tadqiqotchilarining keng e'tiborini tortdi [5].

Uglerod tolasi mahsulotlarida fotonik kristall rang hosil qiluvchi tuzilmalarni qurish bo'yicha tadqiqotlar keng tarqalgan. Strukturaviy ranglarga ega uglerod tolalarini olish uchun elektroforetik qoplash orqali uglerod tolalari yuzasida polistirol (PS) mikrosferalarini yig'dilar [6]. Uglerod tolali matolar yuzasiga titanium dioksid (TiO_2) plyonkasi qatlamini biriktirish uchun nano zarralarni qoplash usulidan foydalanilgan va yorqin strukturaviy ranglar bilan uglerod tolali matolarni muvaffaqiyatli tayyorlagan [7]. Ushbu tadqiqotlar uglerod tolali mahsulotlarida fotonik kristall struktura ranglarini yaratish bo'yicha tadqiqot taraqqiyotiga yordam berdi va uglerod tolalarini ekologik rang berish uchun yangi strategiyalarni taqdim etdi [8]. Ko'pchilik tadqiqotchilar uglerod tolalari yoki uglerod tolasiga o'xshash matolarning fotonik kristalli tuzilmalarining ranglarini yaratishga e'tibor qaratishgan va substrat sifatida uglerod tolasi iplaridan foydalangan holda fotonik kristalli rangli tuzilmalarni qurish bo'yicha bir nechta tadqiqotlar mavjud [9]. Birinchidan, sof uglerod tolali ipni tayyorlash qiyin va qimmat bo'lgani uchun bozorda deyarli yo'q; ikkinchidan, uglerod tolasi va boshqa tolalar aralashtirish, tarash, piltalash, buram berish va boshqa jarayonlardan so'ng aralashgan ipga aylanganda, uning sirt g'ovakligi uglerod tolasi va uglerod tolasi matosidan ancha katta bo'ladi, bu shubhasiz, muntazam fotonik kristalli rang ishlab chiqaruvchi strukturani qurish qiyinligini oshiradi [10]. Matoni tashkil etuvchi ikkilamchi struktura sifatida ip matoning ishlashini katta darajada aniqlaydi. Agar biz birinchi navbatda strukturaviy rangli uglerod tolali ipni olsak va keyin strukturaviy rangli uglerod tolali ipni bo'yalgan to'qish jarayon orqali to'qisak, biz nafaqat to'g'ridan-to'g'ri strukturaviy rangli uglerod tolali matoni olishimiz, balki turli rangdagi iplar orqali uglerod tolasini boyitishimiz mumkin. Matoning rangi, shu orqali uglerod tolali matosining sifati yaxshilanadi.

Ushbu maqolada fotonik kristallarni qurish uchun asosiy strukturaviy sifatida poli (stiroil-metakril kislotasi) (P(St-MAA)) kolloid mikrosferalardan foydalaniladi va ularni uglerod tolasi/poliyester aralashtirilgan iplarni olish uchun chuqur qoplash usulidan foydalaniladi.

P(St-MAA) fotonik kristalli xromogen tuzilishi. Qoplash suyuqligi massa ulushi va o'z-o'zidan yig'ish haroratining strukturaviy xromogen iplarga ta'siri o'rganildi, ip yuzasida mikrosferalarni yig'ish jarayoni kuzatildi [11] va strukturaviy xromogen iplarning iridessensiya ta'siri miqdoriy tahlil qilindi. Ko'p sonli strukturaviy rangli iplardan strukturaviy rangli matolar to'qiladi [12], bu rangli uglerod tolali mahsulotlarini tayyorlash uchun yangi g'oyani beradi.

1 Eksperimental qism

1.1 Materiallar va laboratoriya jixozlari

Materiallar: stiroil (St), metakril kislotasi (MAA), ammoniy persulfat (APS), analitik daraja, Shanghai McLean Biochemical Technology Co., Ltd.; azot (sofligi 99,99%), Hangzhou Hangyang Co., Ltd.; polidimetiletilen asosidagi siloksan (PDMS) va tegishli qattiqlashtiruvchi vosita, Aladdin Reagent (Shanghai) Co., Ltd.; deionlangan suv (o'tkazuvchanligi 18 mkn/sm), laboratoriyada foydalanish uchun; uglerod tolasi /poliyester aralash ip (qora, 46,7 teks (3 f)) , Yixing Dongfeng Textile Co., Ltd.

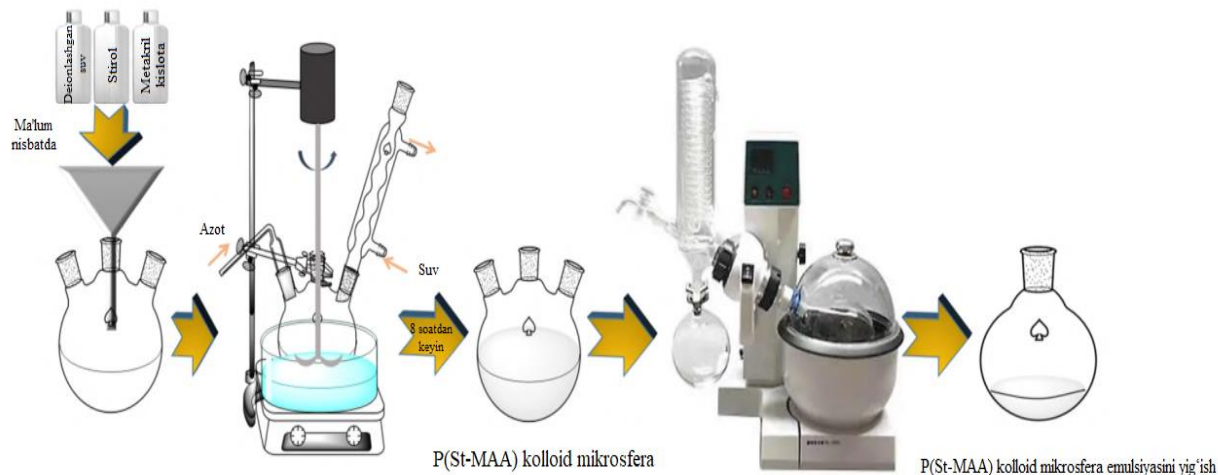
Laboratoriya jixozlari: DHJ tipidagi elektrotermik doimiy harorat (issiq xavo oqimi) quritish pechi (Shanghai Jinghong Experimental Equipment Co., Ltd.); RE-2000B aylanadigan bug'lanish moslamasi (Shanxay Yarong biokimyoviy jixozlar fabrikasi); ALTRA55 yuza emissiyasini skanerlash elektron mikroskopi (Zeiss, Germaniya) KH-700 uch o'lchamli video mikroskop (Japan Haoshi Co., Ltd.); Lambda 900 UV-ko'rinadigan spektrofotometr (PerkinElmer, AQSh); MA98 ko'p burchakli spektrofotometr (X-Rite, AQSh).

1.2 Namuna tayyorlash

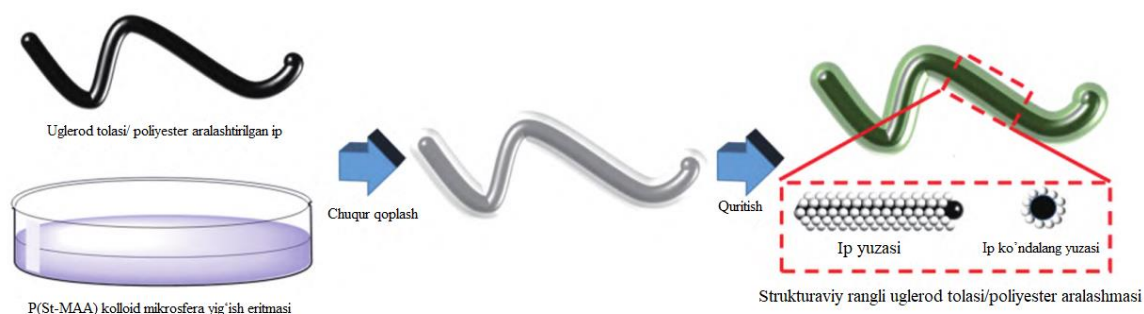
1.2.1 P(St-MAA) kolloid mikrosfera qoplovchi suyuqlik P(St-MAA) kolloid mikrosferalarini tayyorlash.

Ishqorsiz emulsiya polimerizatsiyasi yo'li bilan tayyorlandi. 1a-rasm P(St-MAA) kolloid mikrosfera emulsiyasini tayyorlash sxemasi. 180 gr deionizatsiyalangan suv, 2 g MAA va 20 g St aralashtirgandan so'ng, uni mexanik aralashtirgich (aralashtirish tezligi 320 r/min), qayta oqim kondensatori va azot kirish trubkasi bilan jihozlangan uch bo'yinli kolbaga quyiladi. keyin uni suv

vannasiga qo'yiladi, suv vannasidagi harorat 75°C ga yetganda, APS suvli eritmasi (20 g deionlangan suvda erigan 0,1 g APS) qo'shiladi va 8 soatlik reaksiyadan so'ng xona haroratida sovutiladi. Barcha polimerizatsiya jarayoni doimo azot atmosferasida amalga oshiriladi. Monomer dozasi, aralashtirish tezligini, polimerizatsiya haroratini, inisiator dozasi va boshqa parametrlarni o'zgartirish orqali turli zarracha o'lchamdagi P (St-MAA) kolloid mikrosferalar tayyorlanadi.



1a-rasm. P (St-MAA) kolloid mikrosfera eritmasini yig'ish va tayyorlash jarayoni diagrammasi.



1b-rasm. Strukturaviy rangli uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan ipni tayyorlash sxemasi.

Tayyorlangan P(St-MAA) kolloid mikrosfera emulsiyasini bir bo'yinbog'li kolbaga quyiladi, so'ng uni 70°C haroratda yog' vannasiga solinadi va aylanma bug'latgich yordamida P(St-MAA) kolloid mikrosfera emulsiyasini manfiy bosim ostida o'tkaziladi. Qattiq tarkibini oshirish jarayoni, aylanish tezligini 20 r/min ga o'rnatiladi va ma'lum vaqt davomida aralashma bug'langandan so'ng, turli xil qattiq tarkibli P (St-MAA) kolloid mikrosfera yig'ish suyuqliklari olinadi, uglerod tolasi/poliyester aralash iplarda kristal xromogen tuzilishli fotonlar xosil qilinadi. Quritish usuli P (St-MAA) kolloid mikrosfera qoplash suyuqligining qattiq tarkibini aniqlash uchun ishlatilgan va uning konsentratsiyasining o'lchovi sifatida qattiq tarkib ishlatiladi.

1. 2. 2 Ipda P(St-MAA) fotonik kristalli xromogen tuzilishini tayyorlash.

1b-rasm - strukturaviy rangli uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan ipni tayyorlash sxemasi. Ko'rinib turibdiki, asosiy material sifatida qora uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan ip va P (St-MAA) kolloid mikrosferalarining asosiy konstruktiv qurilish birligi sifatida, markazdan qochma kuch usuli (tortish usuli: parallel tortish, tortish tezligi 2 sm /s P(St-MAA) kolloid kristalli rangli struktura qora uglerod tolasi/poliyester aralashtirilgan ipga qurilgan. Tayyorlash jarayonida uglerod tolasi/poliyester aralash ip birinchi navbatda yig'ish suyuqligiga 5 soniya davomida botiriladi, va sekin tortib olinib joylashtiriladi. Quritish yuqori haroratli pechda amalga oshiriladi va suv bug'langandan so'ng, strukturaviy rang effektiga ega bo'lgan uglerod tolasi / poliyester aralashgan ip olinadi.

1. 2. 3. Strukturaviy xromogen iplarning PDMS inkapsulyatsiyasi.

Strukturaviy rangli uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan ipning rang chidamliligini yaxshilash uchun PDMS tizimli rangli uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan ipni inkapsulyatsiya qilish uchun ishlatilgan. Birinchidan, PDMS va mos keladigan qattiqlashtiruvchi vositani 8: 1 massa nisbatida aralashtiring, so'ngra shimgichni ishlatib, aralashmaning 4 grammini oling va uni strukturaviy rangli uglerod tolasi/poliyester bilan aralashgan ipga bir tekisda qo'llanib uni shisha idishga joylashtirildi va vakumli pechda 70 °C haroratda 3 soat quritildi, PDMS tizimli rangli uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan ipni kapsulalash uchun ishlatilishi mumkin.

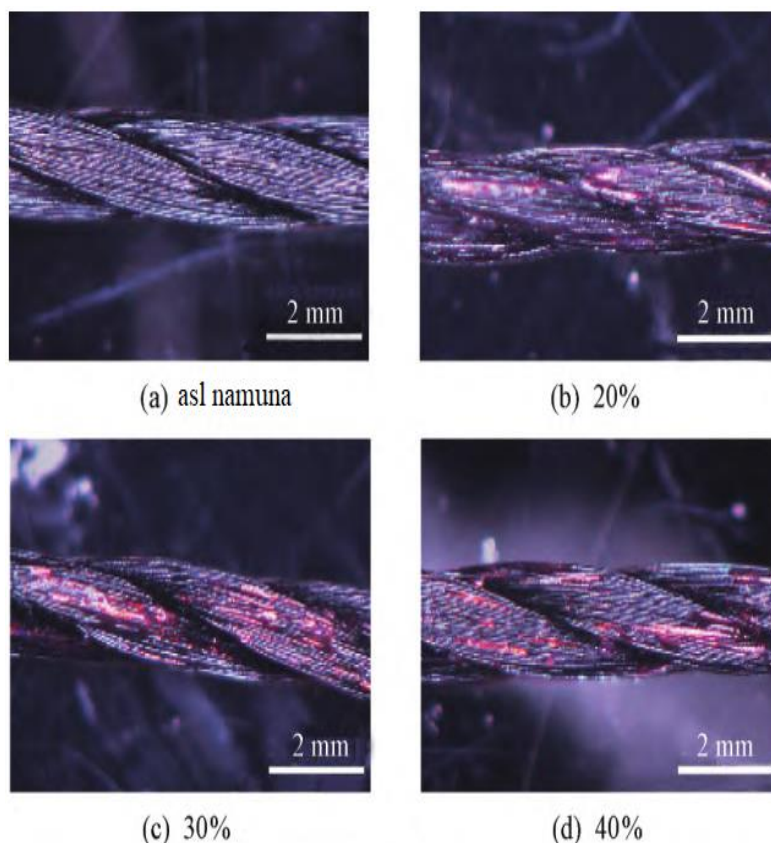
1. 2. 4. Strukturaviy rangli ipdan gazlamalar tayyorlash.

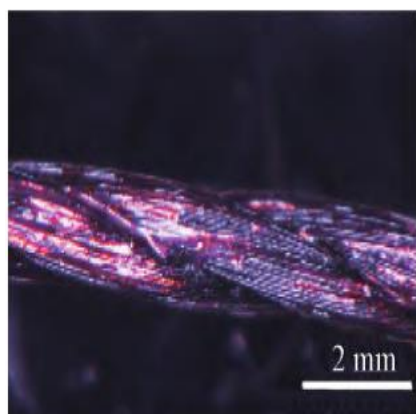
Trikotaj materiallari sifatida uchta PDMS-kapsullangan strukturaviy rangli uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan iplar ishlatilgan, so'ngra trikotaj matoni olish uchun iplar kroshe ignasi bilan bog'langan.

2. Natijalar va muhokama.

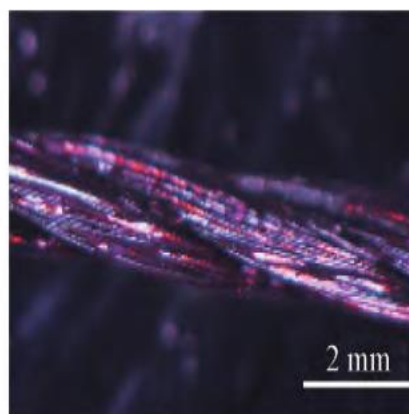
2. 1. Yig'ish suyuqligi massa ulushining strukturaviy rang effektiga ta'siri.

P (St-MAA) kolloid mikrosfera yig'ish eritmalarining turli massa ulushlari fotonik kristallning muntazamligiga va mos keladigan struktura rangiga muhim ta'sir ko'rsatadigan turli xil miqdordagi kolloid mikrosferalarni o'z ichiga oladi [13]. 2a-rasmدا uglerod tolasi/poliyester aralashtirilgan ipning uch o'lchamli video mikroskop tasviri va turli xil massa ulushlari bilan o'z-o'zini yig'ishdan oldin va keyin aks ettiruvchi kontur xaritasi ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, o'z-o'zini yig'ishdan oldin ip qora rangga ega va strukturaviy rangni ko'rsatmaydi, kolloid mikrosfera yig'ish eritmasining massa ulushi 20% dan 70% gacha oshgani sayin, ipdagi struktura rangining rangi yorqinroq bo'ladi, va uning mos keladigan aks ettirishi yig'ish suyuqligining massa ulushi 70% bo'lsa, ipning strukturaviy rangi eng yorqin va aks ettirish qobiliyati ham eng yuqori bo'ladi. Biroq, yig'ish suyuqligi massa ulushi (80%) o'sishda davom etar ekan, ip biroz oqardi, strukturaviy rang effekti yomonlashdi va mos keladigan aks ettirish cho'qqisi pasayadi. Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, P (St-MAA) kolloid mikrosfera yig'ish eritmasining massa ulushi 70% bo'lsa, uglerod tolasi/poliyester aralash ipda yorqinroq strukturaviy rangni olish mumkin.

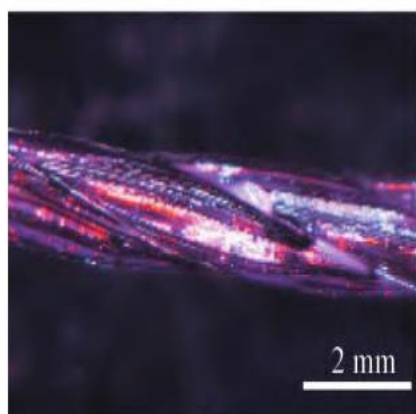




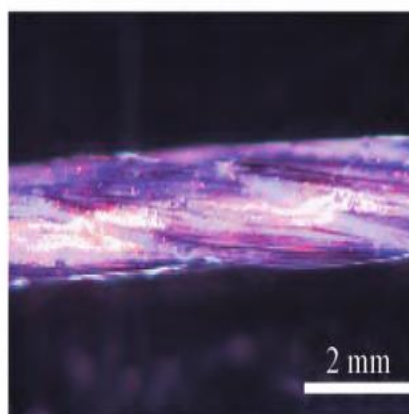
(e) 50%



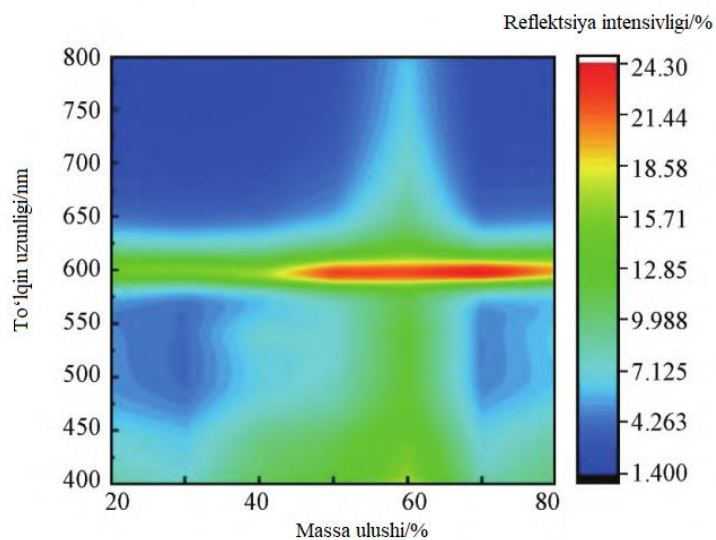
(f) 60%



(g) 70%

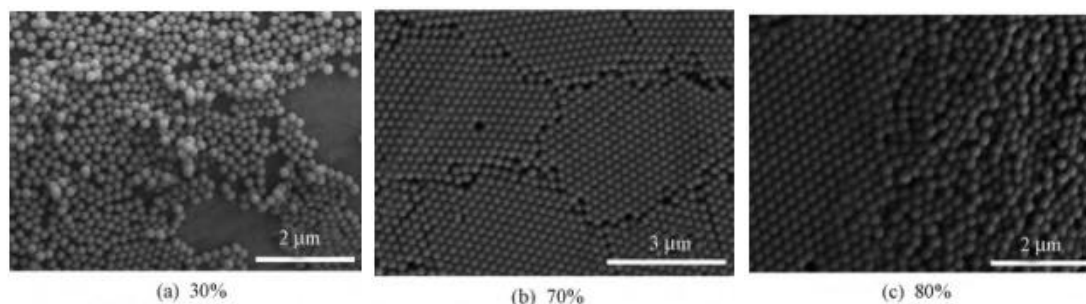


(h) 80%

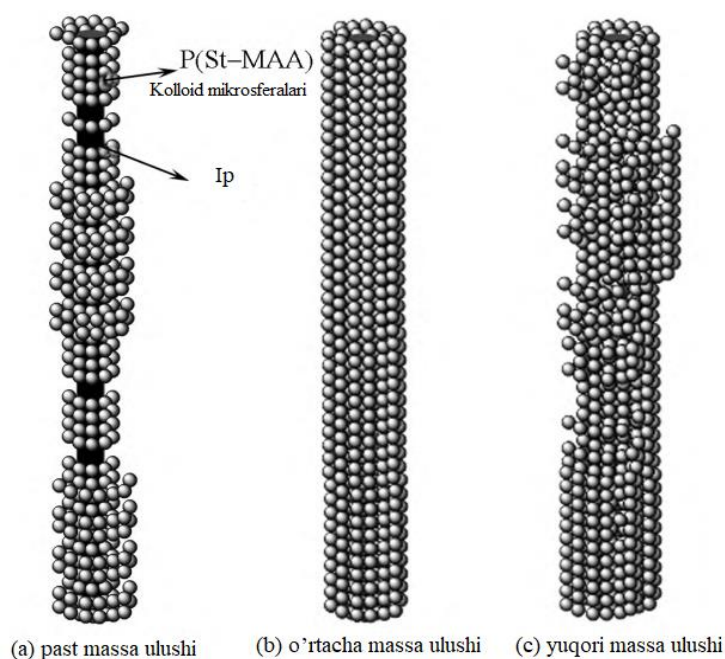


(i) Aks ettiruvchi kontur xaritasi

2a-rasm. Uch o'lchovli video mikroskop tasvirlari va uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan iplarning turli xil massa ulushlari bilan o'z-o'zini yig'ishdan oldin va keyin aks ettiruvchi kontur xaritasi. (a) asl namuna; (b) 20%; (c) 30%; (d) 40%; (e) 50%; (f) 60%; (g) 70%; (h) 80%; (i) aks ettiruvchi kontur xaritasi.



2b-rasm. Kolloid mikrosfera eritmalarining turli massa ulushlari bilan o'z-o'zini yig'ishdan so'ng uglerod tolasi/poliyester aralashtirilgan ipning elektron mikroskop fotosuratlari.



2c-rasm. Yig'ish eritmalarining turli massa ulushlari bilan uglerod tolasi/poliyester bilan aralashgan ipning sxematik diagrammasi.

2b-rasmda yig'ish eritmalarining turli massa ulushlari bilan o'z-o'zini yig'ishdan so'ng uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan iplarning elektron mikroskop fotosuratlari ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, yig'ish suyuqligining massa ulushi 30% bo'lsa, P (St-MAA) kolloid mikrosferalar sochilib, ip yuzasida joylashadi. Ip yuzasida yig'ish suyuqligining massa ulushi 70% bo'lsa, P (St-MAA) kolloid mikrosferalar ip yuzasida bir tekis taqsimlanadi va muntazam joylashadi, yig'ish suyuqligining massa ulushi 80% bo'lganda P (St-MAA) kolloid mikrosferalar qisman ip yuzasida tartibsiz tarzda joylashadi. Bu hodisalar shuni ko'rsatadiki, P (St-MAA) kolloid mikrosfera yig'ish eritmasining massa ulushi (70%) bo'lganda, P (St-MAA) kolloid mikrosferalar ip yuzasida muntazam va tartibli fotonik kristalli struktura hosil qilishi mumkin.

Yuqoridagi natijalar shuni ko'rsatadiki, strukturaviy rangning ta'siri P (St-MAA) kolloid mikrosferalar tomonidan tuzilgan fotonik kristallning tartiblili bilan bevosita bog'liq. 2c-rasmda kolloid mikrosfera eritmalarining turli massa ulushlari bilan o'z-o'zini yig'ishdan so'ng uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan ipning sxematik diagrammasi ko'rsatilgan. Massa ulushi juda past bo'lsa, yig'ish suyuqligidagi P (St-MAA) kolloid mikrosferalar soni juda kichik bo'lib, bu fotonik kristallarni ip yuzasida bir tekis joylashtirish uchun yetarli emas, natijada strukturaviy rang effektlari yomon bo'ladi, massa ulushi o'rtacha bo'lsa yig'ish suyuqligidagi mikrosferalar soni ip yuzasida muntazam va tartibli fotonik kristallar hosil qilish uchun yetarli va ipning struktura rangi

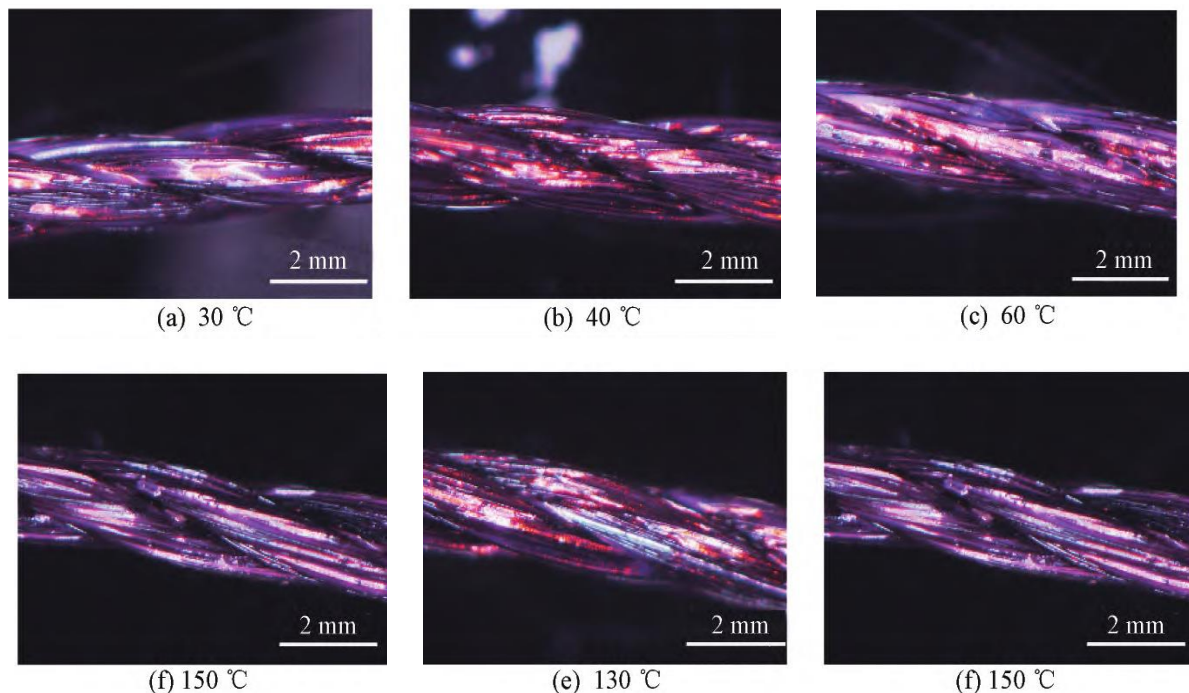
yorqin, massa ulushi juda yuqori bo'lsa yig'ish suyuqligidagi kolloid mikrosferalar tomonidan yaratilgan fotonik kristallar butun ipni bir tekis qoplashi mumkin, lekin kolloid mikrosferalarning haddan tashqari ko'pligi tufayli ular bir-biri bilan to'qnashadi va ba'zi kolloid mikrosferalarning o'z-o'zini samarali yig'ishini imkonsiz qiladi. Bu esa strukturaviy rang effektiga ta'sir qiladi.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, P(St-MAA) kolloid mikrosfera yig'ish eritmasining massa ulushi (70%) o'rtacha bo'lsa, P (St-MAA) kolloid mikrosferalar ip yuzasida muntazam va tartibli fotonik kristallar hosil qilishi mumkin. Bu esa yorqin strukturaviy rang xosil qiladi.

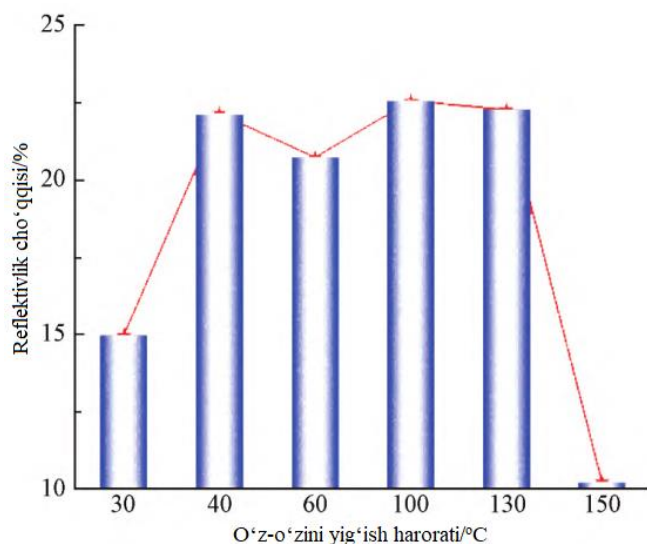
2. 2 O'z-o'zini yig'ish haroratining ipning strukturaviy rang effektiga ta'siri.

Turli haroratida P (St-MAA) kolloid mikrosferalarining yig'ilish harakatlanish holatlari har xil bo'lib, bu muntazam va tartibli fotonik kristallar va mos keladigan struktura ranglarini qurishga katta ta'sir ko'rsatadi [14]. 3a va 3b-rasmlar mos ravishda uch o'lchamli video mikroskop tasvirlari va turli xil o'z-o'zini yig'ish haroratlarida uglerod tolasi/poliyester bilan aralashtirilgan ipning aks ettiruvchi eng yuqori tasvirlarini ko'rsatdi.

3a va 3b-rasmlardan ko'rinib turibdiki, o'z-o'zini yig'ish harorati 30 °C bo'lsa, ip tuzilishi rangi notekis, rangi yomon va mos keladigan aks ettirish cho'qqisi ham past bo'ladi; o'z-o'zini yig'ish harorati 40, 60, 100, 130 °C bo'lganda, ipning strukturaviy rangi yorqin va bir xil bo'ladi. Tuzilish rangi turli o'z-o'zini yig'ish harorati o'rtasida unchalik o'zgarmaydi va eng yuqori aks ettirish taxminan 21% da qoladi. Biroq, o'z-o'zini yig'ishda harorat o'sishda davom etsa yani 150 °C bo'lganda strukturaning rangi o'zgarib yomonlashadi, mos aks ettirishning eng yuqori qiymati ham kamayadi. Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, o'z-o'zini yig'ish harorati ma'lum bir diapazonda (40-130 °C) bo'lsa, ipda yorqin struktura ranglarini olish mumkin. Kam uglerodli va atrof-muhit muhofazasini hisobga olgan holda, afzal qilingan harorat 40 °C dir. Juda past o'z-o'zini yig'ish haroratida ip tuzilishidagi rang farqi hodisasi shundaki, harorat juda past bo'lganda, kolloid mikrosferalarning erkin energiyasi past bo'ladi va kapillyar kuch kolloid mikrosferalarni harakatga keltirish uchun yetarli emas. Kolloid mikrosferalarni yig'ishda va tartibga solishda, harorat juda yuqori bo'lsa, kolloid mikrosferalarning erkin energiyasi juda yuqori bo'ladi va ular kuchli Broun harakatiga ega bo'ladi. Yig'ish eritmasidagi erituvchi to'liq bug'langanda, kolloidlarning bir qism mikrosferalar uch o'lchovli tartibli tuzilishga ko'ra muntazam ravishda joylashmaydi.



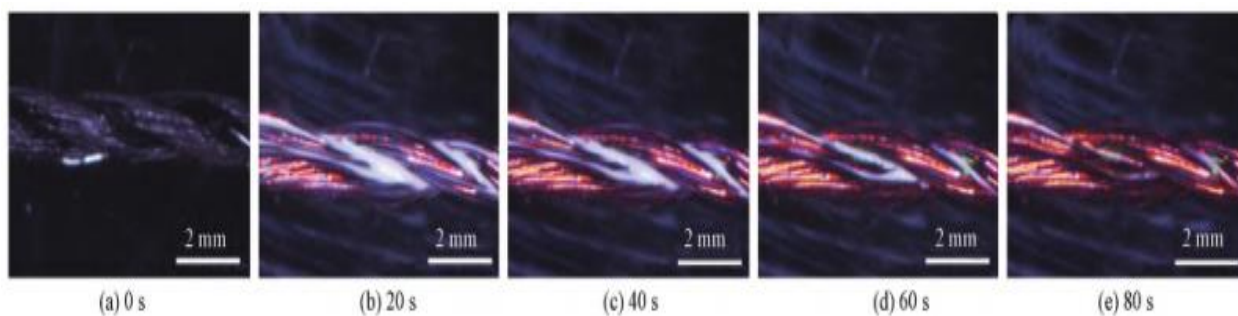
3a-rasm. Har xil haroratida aralashtirilgan iplarning o'z-o'zini yig'ish uch o'lchovli video va mikroskop fotosuratlarini.



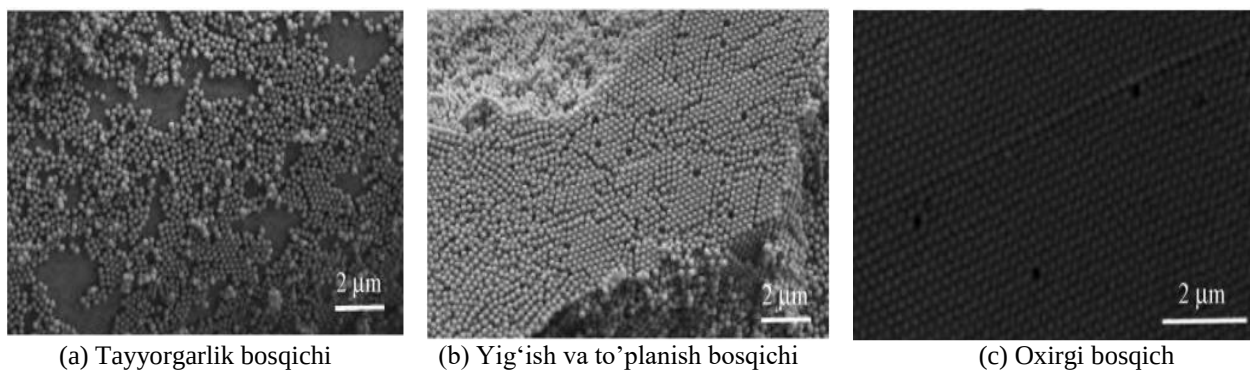
3b-rasm. Har xil haroratda aralashtirilgan iplarning o'z-o'zini yig'ish aks ettirish cho'qqilari.

2. 3. Kolloid mikrosferalarni ipda yig'ish jarayonini tahlil qilish.

4a-rasmda yig'ish harorati 40 °C bo'lgan turli vaqlarda strukturaviy rangli uglerod tolasi/poliyester aralash ipning uch o'lchovli video mikroskop tasvirlari ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, oq sutga o'xshash yig'ish suyuqligi avval ip yuzasiga adsorbsiyalanadi, so'ngra yig'ish suyuqligidagi erituvchi bug'lanishda davom etar ekan, mikrosferalar asta-sekin ip yuzasida to'planib, fotonik kristallar hosil qiladi va ipning strukturaviy rangi tobora jonli va yorqinroq bo'ladi.



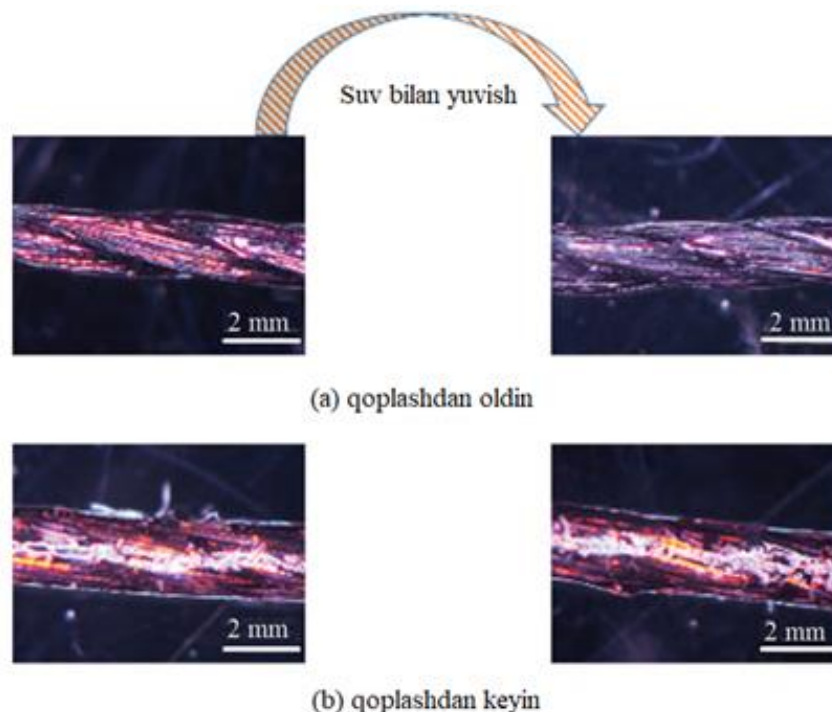
4a-rasm. Turli vaqlarda strukturaviy xromogen iplarning uch o'lchovli video mikroskop fotosuratlari



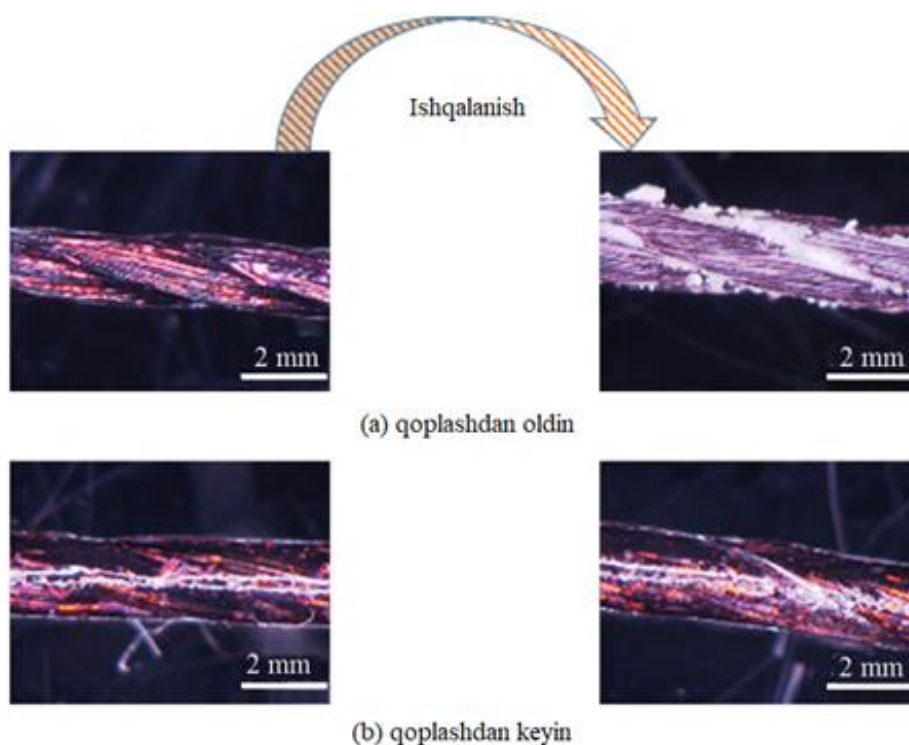
4b-rasm. Turli bosqichlarda ip yuzasida joylashgan P(St-MAA) kolloid mikrosferalarining skanerlangan elektron mikroskop tasvirlari.

4b-rasmda turli bosqichlarda ip yuzasida P(St-MAA) kolloid mikrosferalarning joylashishining elektron mikrografiylari keltirilgan. Ular orasida 4b(a)-rasmda P(St-MAA) kolloid mikrosferalarining ip yuzasiga yopisha boshlaganligi, P(St-MAA) fotonik kristalining asosi bo'lib xizmat qilishi 4b(b)- rasmda ko'rsatilgan. Ip yuzasiga P(St-MAA) kolloid mikrosferalar yopisha boshlaydi. Kolloid mikrosferalar yuzada to'plana boshlaydi va fotonik kristall strukturasi asta-sekin muntazam va tartibli bo'lishi 4b(c)-rasmda to'liq bosqich ko'rsatilgan. P(St-MAA) fotonik kristali shu vaqtda uglerod tolasi ip yuzasida qattiq fotonik qatlam hosil bo'lgan. Kolloid mikrosferalar ipda fotonik kristallar hosil qilishda, ularni tayyorlash, ip yuzasida yig'ish va yakunlash bosqichlaridan o'tishini isbotlaydi.

5a-rasmda konstruktiv rangli uglerod tolasi/poliyester aralashtirilgan ipning yuvishga chidamliligi sinov natijalari ko'rsatilgan. 5a-rasmdan ko'rinib turibdiki, konstruktiv rangli ipning qoplamasiz uzoq vaqt davomida suv bilan yuvilishidan so'ng, sirdagi fotonik kristal deyarli butunlay tushib ketadi va yorqin struktura rangi butunlay yo'qoladi. 5a-rasm (b), PDMS bilan qoplangan strukturaviy rangli ipning strukturaviy rang intensivligi suvni yuvish sinovidan keyin deyarli o'zgarishsiz qoladi.



5a-rasm. PDMS inkapsulyatsiyasidan oldin va keyin tizimli rangli uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan ipning yuvishga chidamliligi sinovi natijalari.



5b-rasm. PDMS inkapsulyatsiyasidan oldin va keyin strukturaviy rangli uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan ipning ishqalanish qarshiligi sinovi natijalari.

5b-rasmda konstruktiv rangli uglerod tolasi/poliyester aralashmasidan tayyorlangan ipning ishqalanishga chidamliligi sinovi natijalari ko'rsatilgan. Barmoqlar bilan qayta-qayta ishqalagandan so'ng, kapsulalanmagan strukturaviy rangli ipning fotonik kristall qoplamasi vayron bo'lgan va nozik fotonik kristall parchalari qolgan. Yuzada ipning strukturaviy rangi butunlay yo'qoladi. PDMS bilan qoplangan konstruktiv rangli ip esa ishqalanish sinovidan o'tgandan keyin ham asl struktura rangini saqlab qolishi mumkin.

Xulosa.

Ushbu maqola uglerod tolasi/poliyester aralashtirilgan ipda poli (stiroi-metakril kislota) (P(St-MAA)) fotonik kristalli strukturasini qurish uchun chuqur qoplash usulidan foydalanildi va yig'ish suyuqligi massasi ulushi va o'z-o'zini yig'ish struktura rangiga harorat ta'sirini o'rganildi. P (St-MAA) kolloid mikrosferalarining ipga ta'siri umumlashtirildi, strukturaviy rangli ipning iridessensiya ta'siri miqdoriy tahlil qilindi va konstruktiv rangli ipning rangga chidamliligi inkapsulyatsiya texnologiyasi orqali yaxshilandi va asosiy xulosalar quyidagilar.

1) P (St-MAA) kolloid mikrosfera yig'ish eritmasining massa ulushi 70% va o'z-o'zini yig'ish harorati 40 ° C bo'lsa, uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan ip yuzasida yorqin strukturaviy ranglarga ega muntazam fotonik kristallar tuzilishi mumkin.

2) Fotonik kristallarni hosil qilish uchun ip yuzasida P (St-MAA) kolloid mikrosferalarini o'z-o'zidan yig'ish jarayoni oddiygina tayyorlash bosqichida, yig'ish va yakunlash bosqichlarida umumlashtirilishi mumkin va tegishli strukturaviy rang o'zgarishlari ketma-ketlikdan keyin hosil bo'ladi.

3) Strukturaviy rangli uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan ipning rangi turli ko'rish burchaklarida farq qiladi, bu sezilarli iridescent effektini ko'rsatadi.

4) Polidimetilsiloksan (PDMS) bilan qoplangan strukturaviy rangli uglerod tolasi / poliyester aralashtirilgan iplar yuvish va ishqalanish sinovlaridan keyin ham asl strukturaviy rang effektini saqlab qolishi mumkin va mukammal rang chidamliligiga ega.

Adabiyotlar

- [1]. CAO Zhongliang, GUO Dengke, LIN Guojun, et al. Current situation and development trend of key technologies for automated placement of carbon fiber composites J]. Material Reports, 2021, 35 (21): 21185-21194.
- [2]. PARKER A R. 515 million years of structural colour J]. Journal of Optics AI Pure and Applied Optics, 2000, 2(6) : 15-28.
- [3]. AGUIRRE C I, REGUERA E, STEIN A. Colloidal photonic crystal pigments with low angle dependence J]. ACS Appl Mater Interfaces, 2010, 2 (11) I 3257-3262.
- [4]. DIAO Y Y, LIU X Y. Controlled colloidal assembly : experimental modeling of general crystallization and biomimicking of structural color [J]. Advanced Functional Materials, 2012, 22(7): 1354-1375.
- [5]. MCPHEDRAN R C, NICOROVICI N A, MCKENZIE D R, et al. Structural colours through photonic crystals J]. Physica BI Condensed Matter, 2003, 338(1-4): 182-185.
- [6]. SATO O, KUBO S, GU Z Z. Structural color films with lotus effects, superhydrophilicity, and tunable stopbands J]. Accounts of Chemical Research, 2009, 42(1): 1-10.
- [7]. CULLEN D K, XU Y, RENEER D V, et al. Color changing photonic crystals detect blast exposure J]. Neuroimage, 2011, 54(S1): 37-44.
- [8]. ZHANG J, SUN Z, YANG B. Self-assembly of photonic crystals from polymer colloids J]. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 2009, 14 (2) : 103-114.
- [9]. GONZALEZ-URBINA L, BAERT K, KOLARIC B, et al. Linear and nonlinear optical properties of colloidal photonic crystals J]. Chem Rev, 2012, 112 (4) I 2268-2285.
- [10]. LIU Hao, ZHAO Jiaxin, ZHANG Yunxiao, et al. Research progress in the preparation and application of photonic crystals based on metal-organic framework J]. Acta Materiae Compositae Sinica, 2021, 38 (10): 3162-3170.
- [11]. WANG Xiaohui, LIU Guojin, SHAO Jianzhong. Biomimetic structural coloration of textiles J]. Journal of Textile Research, 2021, 42(12): 1-14.
- [12]. PEI Guangchen, WANG Jingxia, JIANG Lei. Research progress of bioinspired photonic crystal fibers [J]. Acta Chimica Sinica, 2021, 79 (4) : 414-429.
- [13]. ZHOU N, ZHANG A, SHI L, et al. Fabrication of structurally-colored fibers with axial core-shell structure via electrophoretic deposition and their optical properties J]. ACS Macro Letters, 2013, 2(2) : 116-120.
- [14]. CHEN F, YANG H, LI K, et al. Facile and effective coloration of dye-inert carbon fiber fabrics with tunable colors and excellent laundering durability J]. ACS Nano, 2017, 11 (10): 10330-10336.

ИССИҚЛИК САҚЛАШ ХУСУСИЯТИ ЮҚОРИ МЕЛАНЖ ФУТЕР ТРИКОТАЖНИ
ОЛИШГА ЯНГИЧА ЁНДАШУВ

Ф.Х. Рахимов¹, И.З. Аббазов², изланувчи У.Д. Шеркулов²

¹Инновацион ривожланиш агентлиги ҳузуридаги Илмий-техник ахборот маркази
e-mail: frakhimov66@gmail.com,

²Жиззах политехника институти e-mail: ilhom.abbazov.86@mail.ru
e-mail: sherqulovumar48@gmail.com
(Қабул қилинди 10.01.2025 й.)

Аннотация. Мақола иссиқлик сақлаш хусусияти юқори меланж футер трикотажни олишга янгича ёндашув тадқиқига бағишланган. Унда “ART ZAMIN TEXTILE” хусусий корхонаси ишлаб чиқариш шароитида бир игнадонли “Supreme” русумидаги айлана трикотаж машиналар технологик имкониятлари ва меланж футер трикотаж олиш мазмун-моҳияти ёритилган.

Турли тур ёки рангли якка ва/ёки йиғирилган иплардан фойдаланиб, меланж трикотажни яратиш имкониятлари билан боғлиқ амалий тадқиқотлар талқин этилган ҳамда олинган намуналар тахлаш, технологик кўрсаткичлари ва эксплуатацион хусусиятлари берилган.

Калит сўзлар: якка ип, йиғирилган ип, меланж, футер, турли тур ва рангли иплар, мато, меланж трикотаж, глад, аралаш-футер, нақш самараси.

Аннотация. Статья посвящена исследованию нового подхода к получению меланжевого футера с высокими теплоудерживающими свойствами. Описаны технологические возможности кругловязальных однофонтурных трикотажных машин модели “Supreme” и сущность меланжевого футера в производственных условиях частного предприятия “ART ZAMIN TEXTILE”.

Рассмотрены тематические исследования возможностей создания меланжевого трикотажа с использованием различных видов или цветов моно нитей и/или пряжи, приведены технологические параметры и эксплуатационные характеристики выработанных образцов.

Ключевые слова: моно нить, пряжа, меланж, футер, нити различного вида и цвета, полотно, меланж трикотаж, глад, смешанный футер, эффект узора.

Annotation. The article is devoted to the study of a new approach to obtaining melange footer with high heat-retaining properties. The technological capabilities of circular knitting single-bed knitting machines of the “Supreme” model and the essence of melange footer in the production conditions of the private enterprise “ART ZAMIN TEXTILE” are described.

Thematic studies of the possibilities of creating melange knitwear using different types or colors of mono threads and/or yarn are considered, technological parameters and performance characteristics of the produced samples are given.

Key words: mono thread, yarn, melange, footer, threads of different types and colors, fabric, melange knitwear, smooth, mixed footer, pattern effect.

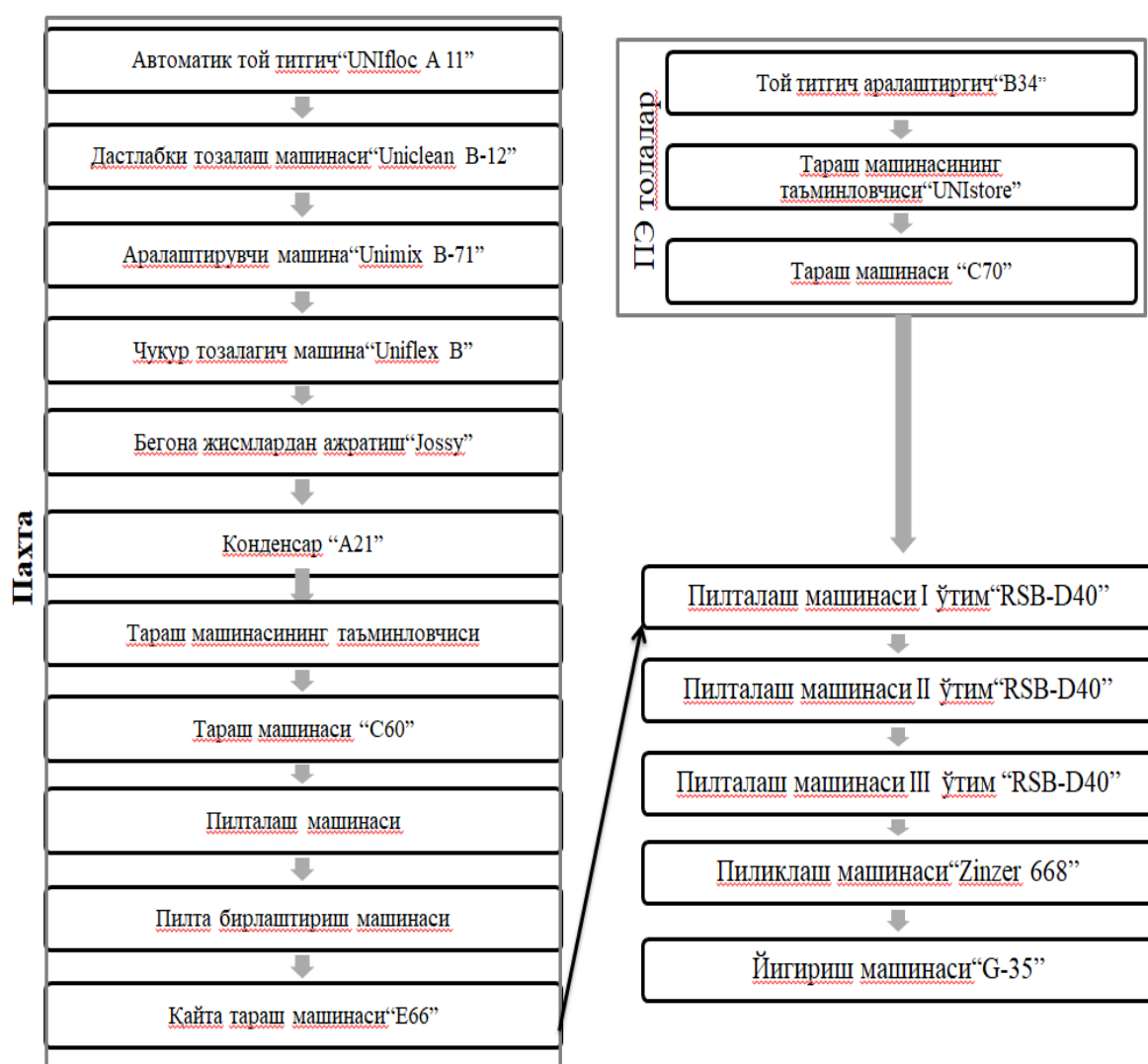
Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022-йил 21 январдаги ПФ-53-сон “Тўқимачилик ва тикув-трикотаж корхоналарида чуқур қайта ишлаш ва юқори қўшилган қийматли тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни ҳамда уларнинг экспортини рағбатлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги [1], 2022-йил 7-июлдаги ПФ-165-сон “2022-2026-йилларда Ўзбекистон Республикасининг инновацион ривожланиш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги [2] фармонлари ва бошқа тегишли норматив-меъёрий ҳужжатлар барча соҳа мутахассислари зиммасига қатор вазифаларни юклайди.

2022-2026-йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, иқтисодиёт тармоқларида барқарор юқори ўсиш суръатларини таъминлаш орқали 2030-йилга бориб аҳоли жон бошига тўғри келадиган даромадни ошириш ҳамда тўқимачилик саноати маҳсулотлари ишлаб чиқариш ҳажмини 2 барабарга кўпайтириш энг муҳим вазифалардан бири деб белгилаб қўйилган. Ушбу вазифаларни ҳал қилишда, жумладан кўндалангига ўрилган трикотаж матоларнинг янги ассортиментларини олиш технологияларини ишлаб чиқиш ва амалиётга жорий этиш муҳим ўрин тутади. Миллий хом ашё захиралари ва ишлаб чиқариш қувватларидан самарали фойдаланиш, мато ва маҳсулотлар ассортиментини кўпайтириш, хорижий инвестицияларни жалб этган ҳолда корхоналар инфраструктурасини

ривожлантириш ва турли тур, рангли якка ёки йиғирилган иплардан кўндалангига ўрилган меланж нақш самарали иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган матолар ишлаб чиқариш технологиясини яратиш бугунги кун талабидир.

Меланж – (франц. “melange”, яъни “аралаш”) бўлиб, турли тур ва рангли толалар маъносини англатади [3]. Турли тур ёки рангдаги толалардан йиғириб олинган иплар, барча тўқимачилик матолари(тўқима, трикотажа ва нотўқима)да меланж нақш самараси яққол кўзга ташланади. Мазкур усулнинг асосида дастлаб, катта иқтисодий сарф-ҳаражатларни талаб этадиган меланж йиғирилган ипларнинг олинishi ётади.

Мазкур технологиянинг мураккаблигини Беларусь олимларининг зиғир, пахта ва бошқа толалар билан боғлиқ қатор тадқиқотлари натижасида [4, 5] кўришимиз мумкин. Масалан, ўрта толали пахта – 30% (4 тип, I сорт, класс яхши) ва кимёвий ташкил этувчи – 70% кўндаланг кесим юзаси думалоқ, чизиклий зичлиги 0,17 текс бўлган қора рангли полиэфир композициясидан чизиклий зичлиги 20 текс бўлган меланж йиғирилган ипи олинган. Меланж йиғирилган ип олишнинг технологик занжири қуйида келтирилган (1-расм).



1-расм. Меланж йиғирилган ип олиш технологик занжири ва машиналари.

Ташкил этувчи компонентларнинг лента тарзида аралаштирилиши билан боғлиқ мазкур технологияда тўқувчилик ва трикотажада ишлатиладиган сифатли меланж йиғирилган ип олиш имконини берган.

Маҳаллий олимларимизнинг турли тур ёки рангдаги толалардан ип йиғириш, жумладан иккиламчи иплардан самарали фойдаланиш билан боғлиқ қатор наشرлари [6-8]

ҳам мавжуд. Меланж ипларнинг таркиби ҳар хил рангларга бўялган пахта толаси, хом ёки бўялган кимёвий штапел толалар (вискоза, нитрон, лавсан ва ҳ.к.)дан ташкил топиши мумкин. Бунда барча толалар аралаштирилиб, маълум тақсимотга кўра ип узунлик бирлигида бир хил жойлашиши мақсадлидир. Меланж иплардан тайёрланган маҳсулотлар кўп йиллар давомида ўзининг рангини йўқотмайди, чунки толаларнинг бир хил рангга бўялганлиги ва таркиби бир хилдир.

Нақшли трикотаж курсидан маълумки таркибий трикотаж асосига қўшимча (футер) ипини киритиб, улардан ҳалқа ҳосил қилмасдан шакллантирилган трикотажга футер дейилади. Ҳалқа қаторида битта футер ипи бўлган трикотаж бирламчи футер, иккита футер ипи бўлса иккиламчи ва ҳ.к. дейилади.

Футер трикотаж оддий ёки ёпчиқли бўлиши мумкин. Футер трикотаж иссиқлик сақлаш хусусияти юқорилиги билан ажралиб туради ва ундан иссиқ кийимлар ишлаб чиқаришда кенг фойдаланилади. Агар футер ипи таралса матонинг иссиқлик сақлаш хусусияти 50 фоизга ошади. Футер ипининг мавжудлиги унинг таркибий трикотажга нисбатан кам чўзилишини, сўтилувчанлигининг эса ўзгармаслигини таъминлайди.

Футер ўрилишини ёпчиқли футер турига қиёсланганда эса асос ҳалқа қаторларидаги ҳалқалар иплари вақт-вақти билан алмашилиб келиши натижасида мато сиртида кўндаланг меланж нақш самараси шаклланади.

Қолаверса, бунда асос меланж нақш самараси жилоси қуйидаги қатор омилларга боғлиқ бўлади:

йигирилган ип таркибидаги толали ташкил этувчилар тури, уларнинг ўзаро миқдор қиймати, ранги;

ишлатилаётган хом ашё бир неча якка ип ва/ёки йигирилган ипларнинг даставвал ўраш машинасида ўзаро бириктирилиши билан олинган бўлса, бурамлар сони, ҳар бирининг чизиқлий зичлиги, ранги;

мато ёки маҳсулот олинаятган дастгоҳда барча системаларнинг бир хил ёки ҳар хил ўрилишга мослаб тегишли тарзда тахланиши (сидирға ёки нақшли);

агар юқоридаги каби мато ва маҳсулотларга қўшимча пардоз берилса, у ҳолда ташкил этувчиларнинг турли хилда бўялиши.

Юқоридаги усуллардан фарқли тарзда меланж трикотаж олишнинг ресурстежамкор технологияси “Кўндалангига тўқилган трикотаж олиш усули” ихтиросида тавсия этилган. Бунда, меланж нақш самарали кўндалангига ўрилган трикотаж мато ёки маҳсулотлар бирваракайига ўрилиш жараёнида турли тур ёки рангли якка ва/ёки йигирилган иплардан олинаяди. Ресурстежамкор технологиянинг афзаллиги шундаки, ҳалқа қаторини ҳосил қилаётган турли тур ёки рангли якка ва/ёки йигирилган ипларнинг камида биттаси иккинчи ип бобинаси марказидан йўналтирилади ҳамда ўзаро ўралган ҳолатда игналарга берилади [9, 10].

Ресурстежамкор янги технологиянинг мазмун-моҳияти ип хомашёси, яъни ҳар хил тур, рангли якка ёки йигирилган ипларни конус ёки цилиндр қадоғи(паковкаси)дан ечилишининг қонунияти билан боғлиқ.

Маълумки, қадоқнинг конус ёки цилиндр шаклидан қатъий назар ип ечилиши соат стрелкаси йўналишида ёки унга қарама-қарши бўлади. Бунда, ип ечилишининг қонунияти доирасида йўналишга мос тарзда ўз ўқи атрофида айланаётган ип бурами камаяди ёки ортади. Икки ҳолатда ҳам қадоқдан ип ечилиши ҳар бир босқичида ипнинг ўз ўқиға нисбатан бурам сони ўзгаради.

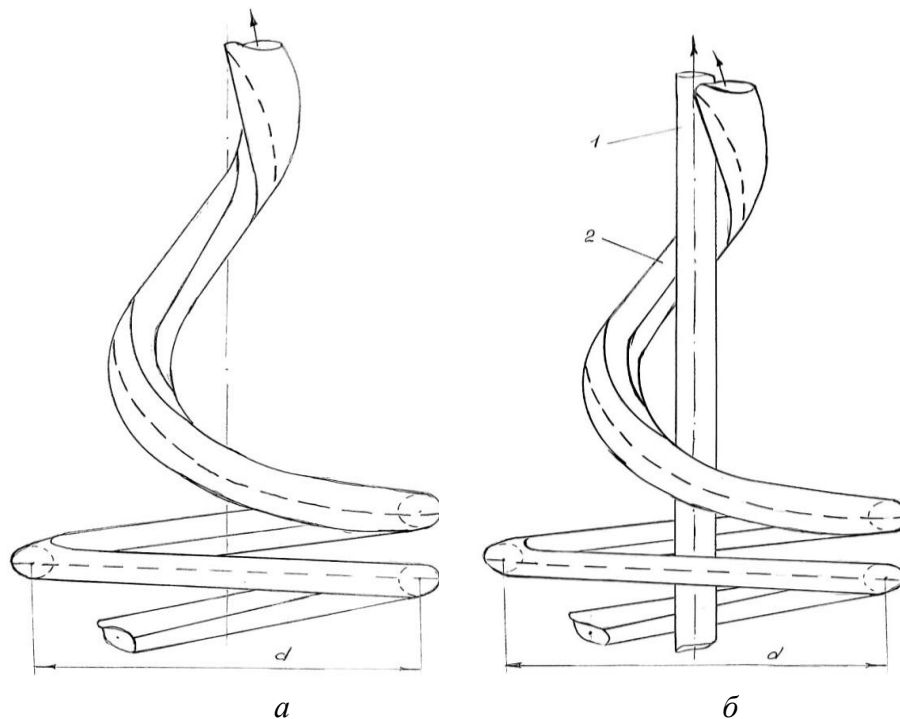
Конус қадоқли ипларда одатда ип ечилиши соат стрелкасиға қарама-қарши йўналишда бўлади. Бу ўз навбатида конуссимон қадоқдаги якка ёки йигирилган ипға жараёнда қўшимча чап бурам берилиши билан амалға ошади (2-расм, а).

Маълум узунликка тўғри келадиган бурам қиймати(расм, а) қуйидаги формулага кўра аниқланади:

$$K_p = 1/L \dots\dots\text{ёки} \quad K_p = 1/\pi d \quad (1)$$

бунда, L – ечилган ип узунлиги, мм; d – ечилаятган ип айланмаси диаметри, мм.

Ҳар хил тур, рангли якка ёки йиғирилган иплардан меланж трикотаж олиш ресурстежамкор технологиясининг моҳияти ушбу иплардан камида биттасининг иккинчиси қадоғи маркази орқали йўналтирилиши ва ўзаро ўралиб ечилишига асосланган (2-расм, б). Бунда, маълум тур, рангли якка ёки йиғирилган ип (марказий-1) иккинчи (ўровчи-2) ипнинг ечилишида қўшимча бурам ҳосил бўлиши эвазига биринчисига ўралади. Ўз навбатида ҳар икки ипнинг ўзаро ўрин алмашинуви билан бир вақтда игналарга йўналтирилиши асосида ҳалқа қатори шаклланади. Натижада ундаги ҳалқа қаторида икки хил ипнинг вақт-вақти билан алмашинувига асосланган, горизонтал узлукли кўндаланг меланж нақш самара ҳосил бўлади.



2-расм. Турли тур, рангли якка ва/ёки йиғирилган ип ечилиши: қўшимча бурам олиши (а) ва марказий-1 ипга ўровчи-2 ипнинг ўралиши (б).

Ишлатилаётган ҳар хил тур, рангли якка ёки йиғирилган ипларнинг жамланма чизиқли зичлиги трикотаж дастгоҳлари технологик имкониятлари доирасида бўлади, яъни профессор А.С.Далидовичнинг ип чизиқли зичлиги ва трикотаж машиналари классификацияси мутаносиблиги қонунияти амал қилади:

$$1000/T_a \geq K^2/10 \quad (2)$$

бунда, T_a – ҳар хил тур, рангли якка ёки йиғирилган асос ипларининг жамланма чизиқли зичлиги, текс; K – трикотаж дастгоҳи классификацияси.

“ART ZAMIN TEXTILE” хусусий корхонаси ишлаб чиқариш шароитида айлана бир игнадонли “Suprem” трикотаж машинаси имкониятлари доирасида асос ипи учун чизиқли зичлиги 33,3 текс (№30) йиғирилган пахта ва 7,4 текс (№135) полиэстер ипларидан, футер ипи учун 100 текс (№10) йиғирилган пахта ипидан фойдаланиб, ишлаб чиқариш шароитида меланж нақш самарали футер ва аралаш футер трикотаж экспериментал намуналари олинди. Уларнинг тахтлаш ва А.С.Далидович усулига асосланган назарий технологик кўрсаткичлари 1-жадвалда келтирилган.

Меланж нақш самарали глад, футер ва аралаш футер намуналари ташқи кўриниши бир хил. Лекин анъанавий футер ўрилишдаги каби меланж нақш самарали футер ва аралаш футер ўрилишлар матоси глад асосидаги намуналардан анчагина қалин, чунки асос ҳалқа қаторлари турли тур, рангли якка ёки йиғирилган ипларнинг камида биттасини иккинчи ип қадоғи маркази орқали йўналтирилиши натижасида шакллантирилган бўлсада, орқа томонида қўшимча, нисбата йўғон чизиқли зичликдаги футер туклари мавжуд. Футер ўрилишининг ёпчиқли футер турига қиёсланганда эса асос ҳалқа қаторларидаги ҳалқалар

иплари вақт-вақти билан алмашилиб келиши натижасида мато сиртида горизонтал узлукли меланж нақш самараси шаклланади.

1-жадвал

**Меланж нақш самарали футер ва аралаш футер трикотажнинг тахтлаш
ва технологик кўрсаткичлари**

вариант	система	ип чизиқлий зичлиги, текс		ҳалқа қадами, А, мм	ҳалқа қатор баланд лиги, В, мм	зичлик, ҳалқа		ҳалқа ип узунлиги, l, мм	юза зичлиги, Q, г/м ²
		асос	футер			P _г	P _в		
1	барча -си	пахта 33,3 текс + полиэстер 7,4 текс	пахта 100 текс	0,78	0,67	64	74	3,38	356
2*	тоқ	пахта 33,3 текс + полиэстер 7,4 текс	пахта 100 текс	0,78	0,67	64	74	3,38	342
	жуфт	пахта 41,6 текс							

Изоҳ: * системалар саноғини ўзгартириш билан сидирга, винтсимон ва бошқа нақшли аралаш ўрилиш вариантларини ҳам олиш мумкин.

ART ZAMIN TEXTILE” хусусий корхонаси ишлаб чиқариш шароитида йиғирилган

2-жадвал

Футер трикотаж тажриба ишлаб чиқариш намуналарининг физик-механик хусусиятлари

Хусусиятлар	Вариантлар			Стандарт бўйича
	1	2	3	
Қалинлиги, мм	1.25 1.3	1.2 1.2	1.0 1.1	
Ҳаво ўтказувчанлиги, см ³ /см ² с	48.3	65.4	66.8	Устки кийим 40-100 ГОСТ 31410-2009
Узилиш кучи, Н: бўйига энига	401 398	321 412	398 427	Камида 80 Н ГОСТ 28554
Узилишгача чўзилиши, %: бўйига энига	30 36	44 51	46 47	6 Нда 40% гача; 1 гуруҳ 6 Нда 40-100% гача; 2 гуруҳ ГОСТ 28554
Матонинг киришиши, %: бўйига энига	-5.0 -5.0	-2.5 -4.0	-1.5 -5.0	Кўпи б-н 6-8% ГОСТ 26667
Ишқаланишга чидамлик, айл ⁻¹	18000	15000	12300	30-60 од-й 61-120 мустаҳкам ГОСТ 16486
Юза зичлиги, г/м ²	445,3	483,5	334,2	

Изоҳ: 1 ва 2-вариантлар меланж нақш самарали футер; 3-вариант йиғирилган пахта ипи асосидаги оддий футер мато.

пахта ипидан олинган хом футер мато ва худди шу иплар ҳамда қора рангли “ART ZAMIN TEXTILE” хусусий корхонаси ишлаб чиқариш шароитида йиғирилган пахта ипидан олинган хом футер мато ва худди шу иплар ҳамда қора рангли полиэстердан олинган хом кўндалангига ўрилган меланж нақш самарали футер мато тажриба ишлаб чиқариш намуналарининг амалий технологик кўрсаткичлари ва физик-механик хусусиятлари Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти ҳузуридаги “CentexUz” синов лабораторияси шароитида ўрганилди (2-жадвал).

Экспериментал намуналар технологик кўрсаткичларининг амалий қийматлари глад асосидаги футер ва аралаш футер матоларда назарий ҳисоб-китоб натижаларидан фарқланади.

Тахтлаш қийматларининг бир хиллиги шароитида юзага келаётган бу фарқ матоларни шакллантириш жараёнида айлана игнадонли машиналарда технологик кўрсаткичларнинг созланиши мумкинлиги билан изоҳланади. Мос тарзда мато юза зичлиги қиймати 340 г/м² дан 500 г/м² гача оралиғда бўлиши мумкин. Ундан ташқари пардозлаш жараёнларида хом матоларнинг киришувчанлиги ҳам юза зичлиги қийматини янада ошишига сабаб бўлади. Амалий тадқиқотлар кўрсатишича (2-жадвал) йигирилган хом пахта ипидан олинган оддий футер таркибидаги меланж нақш самарасига эришиш учун киритилган қора рангли полиэстер мато қалинлиги, ишқаланишга чидамлилиги, юза зичлиги қийматларини оширади. Лекин ҳаво ўтказувчанлигини камайтиради. Қолаверса йигирилган пахта ипига ўралган нисбатан ингичка полиэстр узилишдаги чўзилувчанликни камайтириш эвазига узилиш қийматига ҳам нисбатан салбий таъсир кўрсатади.

ХУЛОСАЛАР

Республикамиз трикотаж корхоналаридаги замонавий айлана игнадонли трикотаж машиналар технологик кувватлардан самарали фойдаланиб, турли тур, рангли якка иплар ёки йигирилган иплардан чизикли меланж нақш самарасига эга меланж футер трикотаж ишлаб чиқаришнинг ресурстежамкор технологияси яратилди.

Меланж нақш самарали футер ва аралаш футер матолардан нисбатан иссиқ, мавсумий трикотаж маҳсулотлар турларини ишлаб чиқаришга имконият берувчи янги мато турлари олинди.

Меланж нақш самарасига эришишнинг ресурстежамкор янги усулидан барча кўндалангига ўрилган трикотаж, жумладан, глад, ластик, интерлок, футер, аралаш ўрилишларда ҳам фойдаланилиши мумкинлиги амалий исботланди. Мазкур усул замонавий айлана игнадонли трикотаж машиналар технологик имкониятлари доирасида амалга оширилади, трикотаж мато ва маҳсулотлар ишлаб чиқаришда кенг фойдаланилаётган барча ўрилишлар ассортиментини кўпайтиради ҳамда ҳар хил тур, рангли иплар асосида меланж нақш самарали ички, енгил устки, лайкра ипидан фойдаланган ҳолда эса чўзилувчан, яъни эластомер ва бошқа трикотаж мато ҳамда маҳсулотлари турларини кенгайтиришга замин яратади.

Адабиётлар

- [1]. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022-йил 21 январдаги ПФ-53-сон “Тўқимачилик ва тикув-трикотаж корхоналарида чуқур қайта ишлаш ва юқори қўшилган қийматли тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни ҳамда уларнинг экспортини рағбатлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Фармони.
- [2]. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022-йил 7-июлдаги ПФ-165-сон “2022-2026-йилларда Ўзбекистон Республикасининг инновацион ривожланиш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги Фармони.
- [3]. <https://textile.life/fabrics/types/tkan-melanzh-opisanie-materiala-svoystva-dostoinstva-i-nedostatki.html>
- [4]. Разработать технологии получения и переработки новых видов смешанной пряжи, в том числе с использованием льна и современных химических волокон: отчет о НИОТР (заключ.) / РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»; рук. Л.К.Плавская. – Минск, 2020. – 442 с. – № ГР 20180373.
- [5]. Плавская Л.К., Силич Т.В., Полещук А.А., Яцко Т.И. Технология получения меланжевой полугребенной пряжи в хлопкопрядении. Прогрессивные волокна и материалы. Витебский государственный технологический университет. ICTAI-2023. С. 22-27.
- [6]. K.G.Gafurov va boshqalar, «Ikkilamchi iplar texnologiyasi», Toshkent. 2018y.
- [7]. Жуманиязов К.Ж., Бобожанов Х.Т., Гафуров Ж.К. Сравнение устройств для компактной кольцевой пряжи // Тўқимачилик муаммолари. – 2009. – № 4.– С. 19-21.
- [8]. Исследования трикотажных полотен, выработанных из компактной и обычной пряжи // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. Бобожанов Х.Т. [и др.]. 2019. № 3(60). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/7008>
- [9]. Н.И.Маматова, М.Х.Дусмухамедова, Д.И.Артикова, Ф.Х.Рахимов, П.Сиддиков. UZ IAP 06637, 12.07.2017. Кўндалангига тўқилган трикотаж олиш усули. 30.12.2021. Бюл. №12.
- [10]. Umar Sherqulov, Farhad Rakhimov, Nodira Mamatova, Ilkhom Abbazov. Features of the method for producing cross-knitted knitwear with a discontinuous linear melange effect. 4 E3S Web of Conferences 497, 03011 (2024). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449703011>.

PO'LATNI ELEKTRON NURLARI YORDAMIDA AZOTLASH JARAYONIGA GAZ BOSIMI VA SILJISH POTENTIALINING TA'SIRI

S.A. Kengboyev

Toshkent kimyo-texnologiya instituti Shahrisabz filiali
sirojmagistrstudent@gmail.com, ORCID: 0009-0000-1050-2133
(Qabul qilindi 01.11.2024 y.)

Annotatsiya. Maqolada forevakuum bosimi ostida po'latni elektron nurlari yordamida azotlash jarayoniga gaz bosimi va siljish potentsialining ta'sirini o'rganish natijalari keltirilgan bo'lib, o'lchov natijalari taqdim etiladi va nur plazmasining massa-zaryad tarkibi hamda azotlangan sirtning parametrlari va xususiyatlari o'rtasidagi bog'lanishlar aniqlanadi.

Tayanch tushunchalari: vakuum, plazma-katod, elektron manbalar, elektron nurlar, plazmali azotlash, po'lat, uglerod, azot, qattqlik, ishlov berish.

Аннотация. Представлены результаты исследований влияния давления газа и потенциала смещения на процесс электронно-лучевого азотирования титана в форвакуумной области давлений. Приведены результаты измерений и выявлена корреляция масс-зарядового состава пучковой плазмы с параметрами и характеристиками азотированной поверхности.

Базовые концепции: вакуум, плазменный катод, источники электронов, электронные пучки, плазменное азотирование, сталь, углерод, азот, твердость, обработка.

Abstract. In the article the results of studies of the influence of gas pressure and displacement potential on the process of electron beam nitriding of titanium in the forevacuum pressure region are presented. The results of measurements are presented and a correlation is revealed between the mass-charge composition of the beam plasma and the parameters and characteristics of the nitrided surface.

Keywords: vacuum, plasma cathode, electron sources, electron beams, plasma nitriding, steel, carbon, nitrogen, hardness, processing.

Tikuv mashinalar mokisi maxsus tablangan po'latdan ishlab chiqariladi, ular uchun material yuqori sifatli U9A po'latdir. Issiqlik bilan ishlov berishdan so'ng, moki iskchi yuzalari HRC 54-60 qattqligiga ega bo'lishi kerak. Mokining ushbu qismlarining sirt silliqliqi 10-klassdan past bo'lmasligi kerak.

Metallarni azotlash konstruksion materiallarning ishlash xususiyatlarini oshirishning mashhur usulidir. Azotlashning uchta asosiy turi mavjud: gazli azotlash [1], tuz eritmalarida suyuq azotlash [2] va plazmali azotlash.

Ushbu azotlash turlari orasida plazmali azotlash texnologik jarayonning qisqa muddati, atrof-muhit ifloslanmasligi, kam gaz va energiya iste'moli [4] bilan ajralib turadi, bu esa qattqlik, korroziyaga chidamlilik va yuzalar ishqalanishni kamaytirish uchun plazma azotlashning keng qo'llanilishiga olib keladi. [5, 6].

Sanoatda so'nggi 40 yil davomida plazmali azotlash (DCPN - to'g'ridan-to'g'ri oqim plazma azotlash) ishlatilgan. Bu usul gaz va suyuq azotlashning kamchiliklariga ega emas, ammo zaryadsiz ishlov beriladigan qism yuqori potentsialda (taxminan 600-700 V) zaryadsiz katod bo'lib, buning natijasida sirt shikastlanishiga olib kelishi mumkin. yoyning paydo bo'lishi, shuningdek namunalardagi o'tkir qirralarning haddan tashqari qizishi, namunalar sirt qatlamlarining azot bilan notekis to'yinishiga olib keladi.

So'nggi paytlarda faol ekran (ASPN - faol ekranli plazma azotlash) yordamida azotlash usuli rivojlanmoqda. Azotlangan materialdan tayyorlangan va u bilan vakuum kamerasi devorlari o'rtasida hosil bo'lgan portlash oqimining katodi bo'lgan ichi bo'sh ekran elektrod ichidagi suzuvchi potentsial ostida joylashtiriladi.

Ushbu yondashuv bizga azotlangan namunalarning ishlash xususiyatlarini saqlab qolish va (ba'zi rejimlarda, yaxshilash) bilan DCPN usulining kamchiliklarini chetlab o'tishga imkon beradi.

Yana bir muqobil usul - past energiyali elektron nurli plazmadagi metallarni azotlash (EBPN - elektron nur bilan plazmali azotlash) elektron nur plazmali generatori sifatida ishlatgan.

Namunalar manfiy potentsialda (-350 V) elektron nuriga yaqin joyda joylashgan. Namunalar tashqi manbadan qizdirildi, vakuum kamerasidagi azot-argon aralashmasining bosimi 21,3 Pa ni tashkil etdi. Natijada, elektron nur plazmasi yordamida U9A po'latining mikroqattiqligini oshirishga muvaffaq bo'lindi, nur parametrlarini o'zgartirib, namunalar haroratini kerakli darajada ushlab turildi.

Argon-azot aralashmasining bosimi va nurning tezlashtiruvchi kuchlanishi mos ravishda 0,1-1 Pa va yuz voltni tashkil etdi. Namunalarning sirt qatlamlarini mustahkamlashga ham erishish mumkin edi, bu, birinchi navbatda, ishlov beriladigan qism yaqinida atom azotining mavjudligi bilan bog'liq edi, chunki azotlashning texnologik rejimi, elektron ta'sirida (60-140 eV) azot molekularining maksimal dissotsiatsiyasida elektron nur kuchlanishida amalga oshiriladi.

1-100 Pa bosim oralig'ida ishlaydigan plazma katodli forevakuum elektron manbalari nafaqat o'tkazgich materiallarni, balki dielektriklarni ham muvaffaqiyatli qayta ishlash imkonini beradi.

Azotlanadigan mahsulotlar uchun forevakuum manbalaridan foydalanish muhim afzalliklarga ega - tokni, nurlanish energiyasini va gaz bosimini mustaqil ravishda tartibga solish qobiliyati azotlangan mahsulotning zarur harorat sharoitlarini ta'minlash va qo'shimcha qurilmalardan foydalanmasdan zich plazma hosil qilish imkonini beradi [7].

Metall (masalan, po'lat yoki har xil turdagi qattiqlashtirilmagan po'latlar) namunalarini elektron nur bilan nurlantirishda elektron nurning ish bosimi va parametrlari (oqim va kuchlanish) diapazoni azotlangan qatlamning parametrlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bunday holda, forevakuum oralig'ida (bir necha o'nlab Paskalgacha) gaz bosimining oshishi elektron nur plazmasida azotlanish jarayonining kuchayishiga yordam beradi.

Shunday qilib, ushbu ishning maqsadi po'lat namunasini elektron nur bilan to'g'ridan-to'g'ri nurlantirish paytida forevakuum elektron manbasining elektron nurlari plazmasida po'latni azotlash imkoniyatini o'rganish, shuningdek, hosil bo'lgan o'zgartirilgan sirt qatlamini tavsiflash edi. Nur plazma ionlarining massa-zaryad tarkibi, tribologik xossalari, mikroqattiqligi, rentgen nurlari difraksiyasi va azotlangan sirtning elementar tahlili bo'yicha tadqiqotlar o'tkazildi.

Ekspiriment metodikasi va texnikasi.

Plazma chegarasini barqarorlashtirish va plazmaning tezlashtiruvchi bo'shliqqa "tushishini" oldini olish uchun qalinligi 1 mm bo'lgan tantal plastinkasidan yasalgan teshikli plastinka 3 (emissiya elektrodi) ishlatiladi. Anod tezlashtiruvchi bo'shliqning yuqori kuchlanishli izolyatori (emissiya elektrodi va ekstraktorlovchi orasidagi bo'shliq) orqali ekstraktorlovchi gardishiga biriktiriladi. Ekstraktorlovchi 4 (tezlashtiruvchi elektrod) olinadigan, zanglamaydigan po'latdan yasalgan va murakkab shakldagi kesilgan konusning shakliga ega. Uzluksiz ishlash vaqtida optimal ish haroratini ta'minlash uchun ekstraktorlovchi ham suv oqimi bilan sovutiladi.

Elektron nurni fokuslash uchun elektromagnit fokuslash tizimi 7 qo'llaniladi Fokuslash qismi zanglamaydigan po'latdan yasalgan ramkaga o'ralgan mis simdan tayyorlangan. Manbaning asosiy ish parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Elektron manbaning ishchi parametrlari

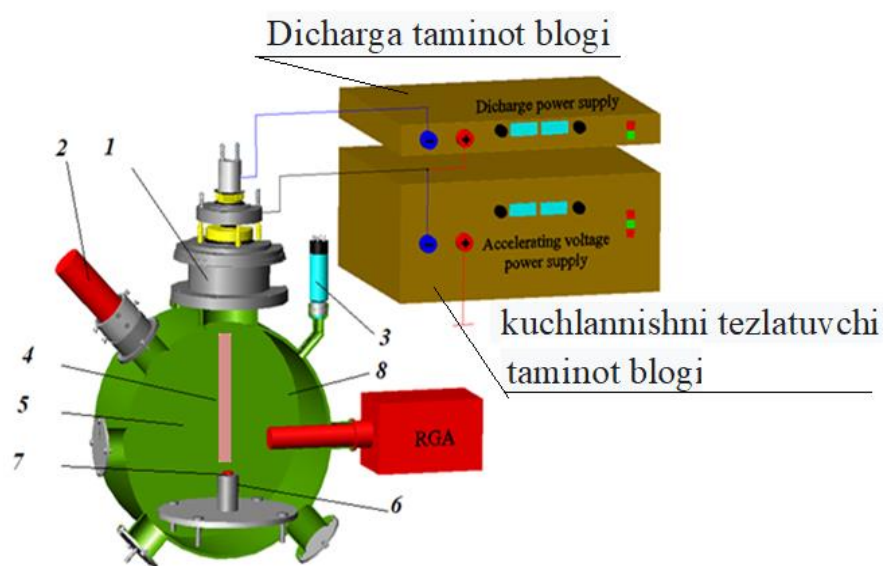
Ish tartibi	Uzliksiz
Taminlagichdan chiquvchi nurlanish quvvati	1 κB gacha
Tok kuchi oqimi	1 A gacha
Kuchlanish tezlanishi	20 κB gacha
Nur tor ruchlanishi	300 mA gacha
Fokuslash tizimida 30sm masofasidan masofada nur diametri	5 – 10 mm
Electron nurning maksimal quvvati	6 κB
Ishchi gaz	Atmosfera qoldig'i geliy, havo, kislorod, azot, argon.
Ishchi gazning bosimi	1-30 Pa – optimal 100 Pa - Maksimal

Tajriba parametrlari. Po'latni azotlashning eksperimental qurilmasi 2-rasmda keltirilgan. Plazma manbasi 1-ning prototipi vakuum kamerasining 8- gardishiga joylashtirilgan. Plazma elektron manbai mos ravishda tushirish va tezlashtiruvchi bo'shliqlarga ulangan doimiy kuchlanish manbalaridan quvvat oladi.

Elektronlar teshikli plastinka orqali chiqarildi. Anod-ekstraktorlovchi bo'shlig'ida, tegishli tezlashtiruvchi kuchlanish U_{acc} qo'llanilganda, elektronlar tezlashdi va dastlab nur hosil bo'ldi. Manba tomonidan yaratilgan elektron nur qisqa fokusli magnit qismining magnit maydoniga tushib, uning yakuniy shakllanishi sodir bo'ladi.

Nasos tezligi 300 l/s bo'lgan *nEXT300D* turbomolekulyar nasos yordamida ishchi kamera $5 \cdot 10^{-3}$ Pa bosimgacha oldindan evakuatsiya qilinadi, shundan so'ng kameraga 8 Pa bosimgacha azot yuboriladi. Azotlash jarayonida nur oqimi va tezlashtiruvchi kuchlanish mos ravishda 100 mA va 6 kV, davomiyligi 75 min. Namuna harorati Raytek kompaniyasining kontaktsiz optik pirometri tomonidan nazorat qilingan va harorat 900°C ni tashkil etetadi.

Po'lat yuzasining qattiqlashishi qayta ishlangan namuna yaqinida azot atomining mavjudligi bilan bog'liq bo'lganligi sababli, azotlash paytida elektron nurning optimal parametrlarini topish uchun nur plazma ionlarining massa-zaryad tarkibi bo'yicha tadqiqotlar o'tkazildi. Plazma ionlarining massaviy zaryad tarkibini o'rganish azotlangan namunani keyingi joylashtirish maydoniga yaqin joyda yangilangan *RGA-100* to'rt qutibli qoldiq atmosfera analizatori yordamida amalga oshirildi.



1-rasm. Tajriba sxemasi: 1–elektron manba; 2 – infraqizil pirometri; 3–vakuum sensori; 4–elektron nur; 5–nurli plazma; 6–tantal tigeli; 7–po'lat namunasi; 8–vakuum kamerasi devorlarining kesma ko'rinishi.

Namuna.

Namuna sifatida biz qalinligi 4 mm bo'lgan Y9A po'lat foydalandik, undan 10×10 mm o'lchamdagi element kesilgan. Namunaning elektron nuriga ta'sir qilgan tomoni abraziv qog'oz yordamida silliqilgan va keyin vakuum kamerasiga joylashtirilgunga qadar etil spirti bilan artilgan. Namuna tantal tigeli ustiga qo'yildi va tuproq potentsialida saqlangan, [8].

Azotlangan qatlamni o'rganish uchun asbob-uskunalar va usullar.

Namuna sirtining mikro tuzilishi, ko'ndalang kesimi va elementar tarkibi Bruker X'Flash 5010 energiya-dispersiyali mikroanaliz qo'shimchasi bilan jihozlangan Hitachi S3400N skanerlash elektron mikroskopi yordamida o'rganildi.

Azotlangan qatlam tarkibining rentgen fazali tahlili (*XRD*) Shimadzu *XRD-6000* difraktometrida (*TSU TMCKP*) surma to'sin geometriyasida monoxromatik CuK_{α} nurlanishi bilan amalga oshirildi. Faza tarkibi *PDF 4+* ma'lumotlar bazalari, shuningdek, *POWDER CELL 2.4* to'liq profilni tahlil dasturi yordamida tahlil qilindi. *XRF* o'rganilayotgan po'latning kristall panjarasidagi rentgen nurlarining difraksiyasi hodisasiga asoslanadi.

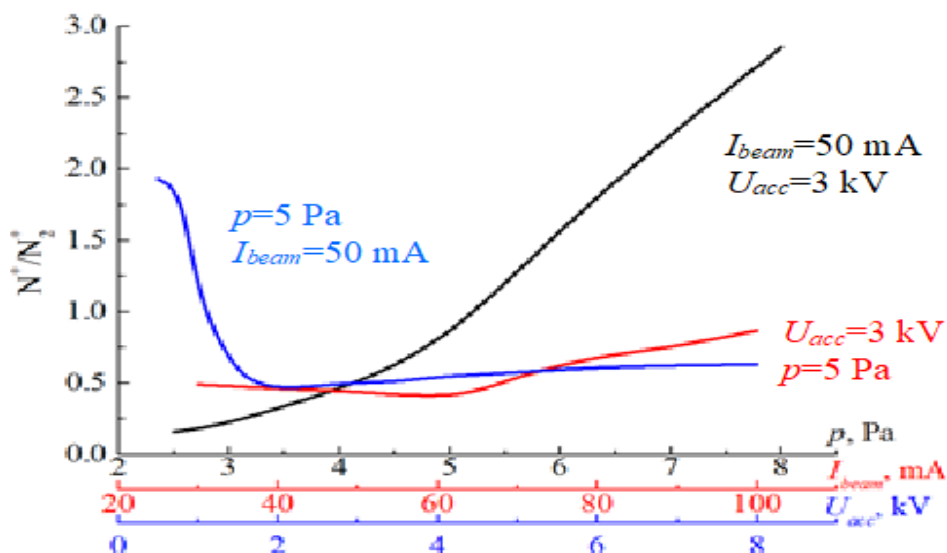
O'rganilayotgan namunada rentgen nurlari difraksiyasi yordamida fazalar tarkibi, kogerent sochilish hududlari (*KSR*), kristall panjara parametrlari va hosil bo'lgan qatlamning kristall panjarasi deformatsiyasining miqdori (*Dd/d*) aniqlandi.

Xona haroratida tribotexnik o'lvovlar Diskdagi pin va tebranuvchi *TRIBO* tester yordamida amalga oshirildi. Ushbu qurilma "Diskdagi shar" o'lchash texnikasini amalga oshiradi. Sinov namunasi 2 N yuk bilan sharsimon uchiga ta'sir qiladi.

Qattqlikni o'lchash uchun uning uchi volfram karbididan tayyorlangan ishqalanishsiz kuch sensori bo'lgan qattiq tutqichga o'rnatiladi. Ishqalanish koeffitsienti sinov paytida elastik elkaning egilishini o'lchash yo'li bilan aniqlanadi. Materialning yeyilishi sinov paytida hosil bo'lgan yo'lni o'lchash yo'li bilan aniqlanadi. Yeyilish tezligini baholash mumkin bo'lgan $V = 2\pi RA/FL$ formulasi bilan aniqlandi, bu erda R - yo'l radiusi, mkm; A - yeyilish yuzasining ko'ndalang kesim maydoni, 2 mkm; F - qo'llaniladigan yukning kattaligi, N; L - shar bosib o'tgan masofa, m.

Qattqlikni (H) nanoindentatsiya usuli bilan aniqlash uchun *NANO* qattqlik testeri *NHT-S-AX-000X (TMTSKP TPU)* nanoqattqlik tekshirgichi ishlatilgan. Olmos indenter 1 daqiqa davomida belgilangan qiymatga (0,8-300 mN) qadar doimiy ravishda ortib borayotgan yuk bilan qoplama yuzasida harakat qiladi, keyin indenter tushirildi. O'zgaruvchan yuk kirish chuqurligi va indenter izini (Vickers) maydoniga o'rnatildi.

Natijalar: 2-rasmda eksperimental parametrlarga (bosim, nur oqimi va tezlashtiruvchi kuchlanish) qarab azot atom ionlarining signal intensivligining molekulyarlarga nisbati ko'rsatilgan. 3-rasmda bosimning oshishi bilan nur plazmasidagi azot atom ionlari ulushining deyarli chiziqli o'sishi ko'rsatilgan. 30 dan 100 mA gacha bo'lgan nur oqimining oshishi ham azot atom ionlarining deyarli ikki baravar ko'payishiga olib keladi. Tezlashtiruvchi kuchlanish kuchayishi bilan 500 - 1000 V tezlashtiruvchi kuchlanish hududida azot atom ionlari sonining keskin kamayishi kuzatiladi.



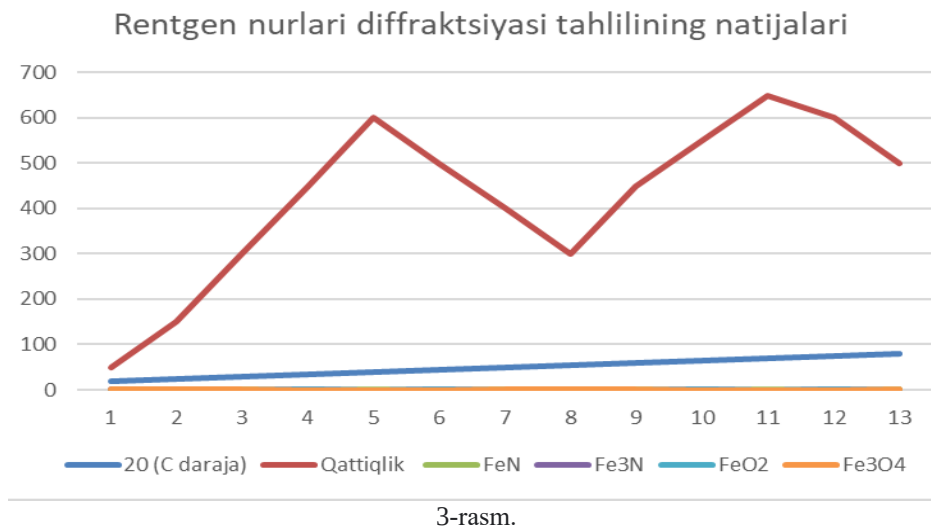
2-rasm. Atom va molekulyar azot ionlari nisbatining tajriba parametrlariga bog'liqligi.

Tezlashtiruvchi kuchlanishning yanada oshishi va shuning uchun nurlanish energiyasi azot yoki molekulyar atom ionlarining fraktsiyasiga deyarli ta'sir qilmaydi. Kuzatilgan tendentsiyalarni plazmadagi atom va molekulyar azot ionlarining tezlashtirilgan elektron nurlari bilan hosil bo'lishiga olib keladigan eng faol reaksiyalarning kesmalaridir.

Gaz bosimi ortishi bilan N^+/N_2^+ nisbatining o'sishi, doimiy oqim va nurlanish energiyasida, katta ehtimollik bilan bosimning oshishi bilan gaz molekularida elektronlarning noelastik sohilishi jarayonlarining kuchayishi bilan bog'liq. Bu nurlanish elektronlarining o'rtacha energiyasining pasayishiga olib keladi, bu esa yana gaz dissotsiatsiyasining kuchayishiga va atom ionlari nisbatining oshishiga olib keladi. Shunday qilib, forevakuumda elektron nur bilan azot atomini hosil qilish samaradorligi nuqtai nazaridan, eng jozibadori yuqori gaz bosimida (7-10 Pa) past nurli energiya (500-1000 eV) rejimidir.

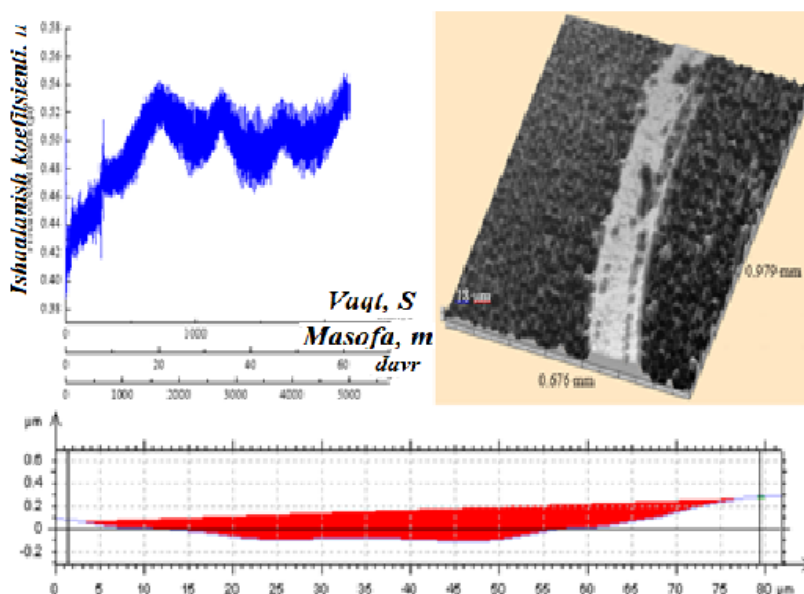
Biroq, azotlash uchun etarli haroratni ta'minlash uchun ushbu tajribada tezlashtiruvchi kuchlanish 6 kV ga oshirildi va namuna harorati 900 °C ga etdi. Azotlangan qatlamning elementar tarkibi skanerlovchi elektron spektrometriya yordamida aniqlandi.

Asosiy elementlar po‘lat va azotdir, lekin kislorod va oz miqdordagi uglerod ham mavjud, ammo oxirgi ikki elementning konsentratsiyasining yig‘indisi 6,2 wt.% dan oshmaydi. Azotlangan qatlamdagi oz miqdordagi kislorod va uglerod miqdori ularning po‘latning sirtiga yaqin qatlamidagi tarkibi bilan bog‘liq, bunday miqdorda azot qatlamlarining buzilishiga olib kelmaydi. Azotlash jarayonining davomiyligi 75 minut bo‘lganda azotlangan qatlamning qalinligi taxminan 8 mkm ni tashkil etdi.



Azotlangan qatlamda karbid fazalarining mavjudligi rentgen nurlari diffraksiya tahlilida kuzatilmadi (3-rasm). Shu bilan birga, Fe_3 ga mos keladigan oksid fazasining kichik miqdori aniqlandi (3-rasm va 3-jadval). Oksid fazalarining kichik foizidan kelib chiqadiki, oksid qatlami kichik qalinlikka ega va o‘rganilayotgan namuna hajmining ahamiyatsiz hajmli qismini egallaydi va uning asl yuzada mavjudligi bilan bog‘liq. X-nurlarining diffraksiya tahlili ma‘lumotlari skanerlash elektron mikroskopining ma‘lumotlarini to‘liq tasdiqlaydi.

3-rasmga ko‘ra, modifikatsiyalangan qatlam Fe_3C panjarasi bilan xos bo‘lgan kristallografik yo‘nalishlar (111), (200), (220) bo‘ylab ustun yo‘nalishga ega bo‘lgan polikristalli tuzilishga ega.



4-rasm. Azotlangan qatlam yuzasining tribologik tadqiqotlari.

Tribologik tadqiqotlar natijalari (3 va 4-rasmlar) o‘zgartirilgan po‘latning azotli qatlami va asl namunaning yuzasi ishqalanish koeffitsientiga ega ekanligini ko‘rsatdi, uning o‘rtacha qiymati po‘lat uchun $\mu = 0,436$ (6-rasm) va $\mu = 0,495$ (6-rasm). 7-rasm) azotlangan qatlam uchun.

Oxirgi qiymat an'anaviy shakllangan po'lat qatlamlari uchun xosdir. Ushbu ko'rsatkichlar o'rta vakuumli muhitda elektron nurlar yordamida azotlangan po'latning xizmat qilish muddatini ko'paytirishni imkonini beradi. Shunisi e'tiborga loyiqki, azotlangan qatlamning qattiqligi dastlabki sirtga nisbatan deyarli 3 barobar oshdi

Forevakuum elektron manbasidan elektron nur bilan bevosita nurlanish bilan elektron nur plazmasida po'latni azotlash imkoniyati mavjudligi ko'rsatildi. Azotlangan qatlam namunasining nur spektrlari uning tarkibida po'lat va azotning asosiy miqdori, uglerod va kislorodning kichik izlari borligini ko'rsatadi. X-nurlari diffraksiya tahlili azotlangan qatlamning polikristal strukturasini ko'rsatdi.

Sirt qatlamlarining qattiqligi va tribologik xususiyatlarini o'rganish shuni ko'rsatdiki, po'latga nisbatan past ishqalanish koeffitsienti va azotlangan qatlamning qarshiligi va qattiqligining bir necha marta ortishi. Olingan natijalar mahsulotlarni nur-plazma asosida azotlash uchun forevakuum manbalaridan foydalanish afzalligini ko'rsatadi.

Adabiyotlar

- [1]. H Nii and A Nishimoto. Surface modification of ferritic stainless steel by active screen plasma azoting // Journal of Physics: Conference Series 379 (2012) 012052.
- [2]. Akio Nishimoto, Kimiaki Nagatsuka, Ryota Narita, Hiroaki Nii, Katsuya Akamatsu. Effect of the distance between screen and sample on active screen plasma azoting properties // Surface & Coatings Technology 205 (2010) S365–S368.
- [3]. L. N. Tang, M. F. Yan Influence of Plasma Azoting on the Microstructure, Wear, and Corrosion Properties of Quenched 30CrMnSiA Steel Journal of Materials Engineering and Performance July 2013, Volume 22, Issue 7, pp 2121–2129.
- [4]. D. Leonhardt, S.G. Walton, D.D. Blackwell, R.F. Fernsler, R.A. Meger Low-temperature azoting of stainless steel in an electron beam generated plasma // Surface & Coatings Technology 191 (2005) 255– 262.
- [5]. N.M. Safarov, (phd) A.T. Majidov, I.M. Mirsultonov Calculation of change of stock moisture content of the drying agent in the process of drying raw cotton in solar drying equipment. Participated in the III International Scientific Conference on Metrological Support of innovative Tehnologies (ICMSIT-III-2022) on March 3-6, / St. Petersburg-Krasnoyarsk. Russia.
- [6]. Akbar Abrorov, Nazirjon Safarov, Fazliddin Kurbonov, Matluba Kuvoncheva, Khasan Saidov Mathematical model of hardening the disk-shaped saw teeth with laser beams. Participated in the II International Scientific Conference on “ASEDU-II 2021: Advances in Science, Engineering Digital Education” on Oktober 28. 2022 / Krasnoyarsk. Russia.
- [7]. Nazirjon Safarov, Ilkhomjon Mirsultonov Development Of Mathematical Model Of Drying The Raw Cotton During Transportation In Pipeline By Hot Air Flow. Participated in the II International Scientific Conference on “ASEDU-II 2021: Advances in Science, Engineering Digital Education” on Oktober 28. 2022 / Krasnoyarsk. Russia.
- [8]. Nazirjon Safarov, Iroda Mukhammadjanova, Mukhammadali Kabulov Mathematical model of the process of vertical drying of raw cotton in the hot airflow. Participated in the II International Scientific Conference on “ASEDU-II 2021: Advances in Science, Engineering Digital Education” Krasnoyarsk. Russia.
- [9]. Nazirjon Safarov, Akbar Abrorov, and Laziz Abdullaev AAPM-2023 “Dynamik analiysis of physical and mechanical forces of acting on the needle of a shoe sewing mashine in the process of sewing leather” Journal of Phvsics: Conference Series. 2573 012036.

УДК 66.061.5(088.8)

БАРБОТАЖЛИ АБСОРБЦИЯ ҚУРИЛМАСИНИНГ ГАЗ ТАҚСИМЛОВЧИ ЭЛЕМЕНТЛАРИДАГИ ГАЗ ЁСТИГИНИ АНИҚЛАШДА ЎТКАЗИЛГАН ТАЖРИБАВИЙ ТАДҚИҚОТЛАР

И.Т. Каримов, Қ.Н. Иброхимов

*Фарғона политехника институти
(Қабул қилинди 10.01.2024 й.)*

Аннотация Ушбу мақолада барботажли абсорбция қурилмасининг газ тақсимловчи элементларида газ ёстигининг шаклланиши ва унинг гидродинамикасини ўрганиш бўйича олиб борилган тажрибавий тадқиқотлар натижалари келтирилган. Тажрибавий

тадқиқотларда назарий тадқиқотлар натижасида олинган газ ёстигини ҳисоблаш тенгламаси текшириб кўрилган. Газ ёстиги қиймати, газ тақсимловчи насадкада ҳосил қилинган тешикларнинг ўлчамларига ва қаршилик коэффициентларига, тешиклардан чиқаётган газ тезликларига ҳамда суюқлик сарфларига боғлиқ равишда аниқланган. Ўтказилган тажрибавий тадқиқотлар назарий тадқиқотларни тўла тасдиқлаган.

Калит сўзлар: Курилма, барботаж, абсорбция, тешик ўлчами, газ тақсимловчи элементлар, газ ёстиги, газ тезлиги ва суюқлик сарфи.

Аннотация В данной статье приведены результаты экспериментальных исследований по изучению формирования газовой подушки и ее гидродинамики в газораспределительных элементах барботажного абсорбционного устройства. В экспериментальных исследованиях проверено уравнение расчета газовой подушки, полученное в результате теоретических исследований. Величина газовой подушки определялась в зависимости от размеров и коэффициентов сопротивления отверстий, образованных газораспределительной насадкой, скорости выхода газа из отверстий и расхода жидкости. Проведенные экспериментальные исследования полностью подтвердили теоретические исследования.

Ключевые слова: Устройство, барботаж, абсорбция, размер отверстия, газораспределительные элементы, газовая подушка, скорость газа и расход жидкости.

Abstract: This article presents the results of experimental studies on the formation of a gas cushion in the gas distribution elements of a bubble absorption device and its hydrodynamics. The equation for calculating the gas cushion, obtained from theoretical research, was verified through experimental studies. The value of the gas cushion was determined based on the size of the holes created in the gas distributor nozzle, their resistance coefficients, the gas velocities exiting the holes, and the liquid flow rates. The conducted experimental studies fully confirmed the theoretical findings.

Keywords: Device, bubbling, absorption, hole size, gas distribution elements, gas cushion, gas velocity, and liquid flow rate.

Кириш.

Абсорбция курилмаларини ишчи органларини такомиллаштириш, уларнинг самарадорлигини ошириш ва тозалаш жараёнидаги муаммоларни бартараф қилиш ҳозирги куннинг долзарб муаммолари ҳисобланади. Абсорбция жараёнида самарали натижаларга эришиш учун доимий илмий тадқиқотлар ва технологик янгилашларни амалга оширилиши зарур.

Юқоридаги талаблардан келиб чиқиб биз томонимиздан барботажли абсорбция курилмасини янги конструкцияси яратилди [1].

Тадқиқот объекти

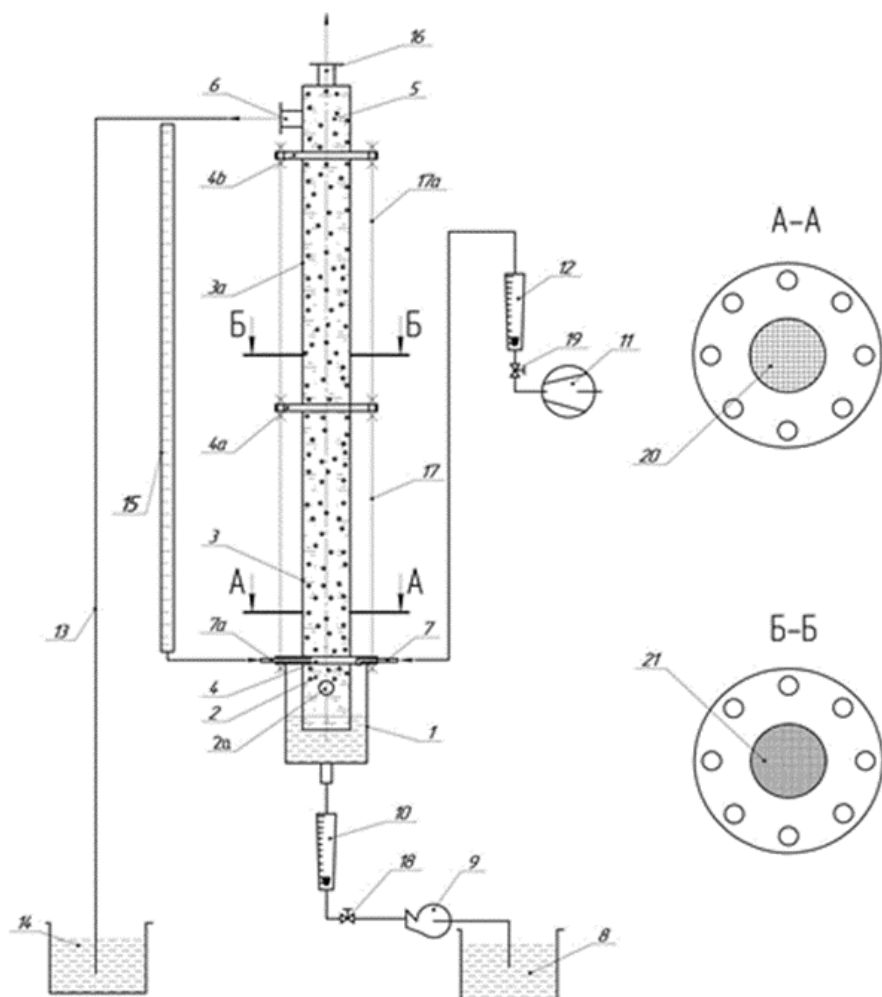
Назарий тадқиқотлар натижасида аппаратнинг газ тақсимловчи элементларидаги газ ёсиғи қийматини ҳисобловчи тенглама келтириб чиқарилган[2].

Бу тенгламани кўриниши куйидагича.

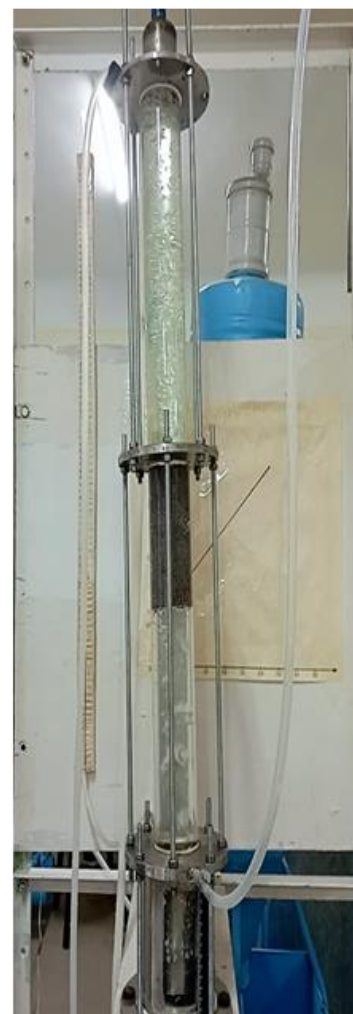
$$h = (\xi_o + \xi_k) \frac{[K\omega_e]^2 \rho_e}{2g\Delta\rho} - (\xi_{ex} + \xi_k) \frac{\rho_c \cdot \omega_c^2}{2g\Delta\rho}$$

бу ерда ξ_o - барботаж трубасидаги тешикнинг қаршилик коэффициенти; ω_o - газнинг тешикдан ўтишдаги сарфий тезлиги, м/сек; ρ_r - газнинг зичлиги кг/м³; К - пульсация коэффициенти, ρ_c - суюқликнинг зичлиги, кг/м³; g - эркин тушиш тезланиш , (9,8 м/сек²); $\Delta\rho$ - газ суюқлик аралашмаси зичлиги, кг/м³. [2].

Бу келтириб чиқарилган тенгламани текшириш мақсадида газ ёстигини тажрибавий аниқлаш учун аппаратнинг физик модели тайёрланди. Куйида тажриба курилмасининг схемаси (1-расм) ва умумий кўриниши (2-расм) келтирилган.



1-расм. Қурилма схемаси.



2-расм. Умумий кўриниш.

Тажриба ускунасининг ишлаши қўйидаги тартибда амалга оширилади. Абсорбент суюқлиги идиш 8 дан аппарат секциялари 3 ва 3а ларга газ тақсимловчи бўлими 1 орқали насадка 2 нинг остки қисмидан насос 9 ёрдамида узатилади.

Абсорбент суюқлиги сарфининг керакли миқдори РС-3 маркали ротаметр 10 ёрдамида таъминланади ва вентил 18 билан чегаралаб турилади

Абсорбент суюқлиги билан бирга қурилманинг остки 3 ва устки 3а секцияларига тозаланадиган газ компрессор 11 орқали насадка 2 даги тешиклар 2а орқали берилади. Аппаратнинг аралаштирувчи секцияларига газ узатиш канали 7 орқали берилаётган захарли газни текис ва бир меъёрда киришини таъминлаш учун газ ёстиғи ҳосил қилинади. Газ ёстиғини керакли қиймати, компрессор 11 ёрдамида берилаётган газ сарфи, вентил 19 орқали РС-5 маркали ротаметр 12 ёрдамида таъминланади. Газ ёстиғини баландлигини шиша турба 1 га ёпиштирилган линейка шкалалар ёрдамида кузатиб турилади. Қурилманинг аралаштирувчи секцияларидаги хажмий газ миқдорини қийматини аниқлаш учун бу секциялар туташ идиш шаклида шиша найча 15 билан боғланган.

Остки 3 ва устки 3а барботаж патрубкालари ичида абсорбент суюқлиги пастдан юқорига ҳаракатланади. Қурилманинг бу барботаж патрубкаларига тешик 2а лар орқали кираётган захарли газ пуфакчалари, фланецлар 4,4а, лар орасига ўрнатилган думалоқ шаклли насадкалар таянч сетка 20 орқали ўрнатилган ва бу насадкалар орқали ўтаётган захарли газ абсорбент суюқлиги билан юқори контакт юза орқали жадал аралаштирилади. Натижада газ таркибидаги захарли компонентлар абсорбентга ютилади.

Аралаштириш зонасида пастдан юқорига ҳаракатланадиган тўйинган абсорбент

суюқлиги ва тозаланган газ, ажратувчи қисм 5 га чиқади ва тўйинган абсорбент суюқлиги чиқарувчи қувур 6 орқали махсус қувур 14 ёрдамида идиш 13 га қуйилади. Тозаланган газ эса қувур 16 орқали атмосферага чиқариб юборилади. Курилмага берилаётган абсорбент ва захарли газ сарфлари нисбати массаалмашинув жараёни самарадорлигига боғлиқ ҳолда тажрибалар йўли билан аниқланади. Бу ўз навбатида аралаштириш зоналаридаги абсорбент ва захарли газни аралаштириш вақтига боғлиқ бўлади. Курилманинг поғоналар сони ҳам массаалмашинув жараёни самарадорлиги орқали тажрибалар орқали аниқланади. Аппаратни аралаштириш зоналарига захарли газни текис узатилишида газ ёстиғи қиймати ҳам газ узатувчи тешик 2а ва фланецлар 4,4а лар орасига ўрнатилган шарсимон керамик насадкаларнинг қаршилиқ коэффициентларига ва газ киритилаётган тешиклар марказларига таъсир этаётган ички ва ташқи босимларга боғлиқ ҳолда тажрибалар ёрдамида аниқланади [3]. Аралаштириш зоналаридаги газнинг хажмий миқдорларини мақбул қийматлари ҳам суюқлик ва газ тезликларига боғлиқ ҳолда массаалмашинув самарадорлигининг мақбул қийматлари асосида тажрибалар орқали аниқланади. Шарсимон керамик насадкаларни диаметрлари ва сони ҳам массаалмашинув жараёни самарадорлигига боғлиқ ҳолда аниқланади [4].

Олинган натижалар

Газ ёстиғини тажрибавий аниқлашда аппаратнинг аралаштириш зонасига газ тақсимловчи насадкасида ҳосил қилинган $d_0=1; 1,5; 2$ мм ўлчамли тешиклари орқали газ берилди. Дастлаб аппаратнинг аралаштириш зонасига 9мм ли керамик насадкалар билан тўлдирилган сеткали устун ўрнатилди. Газ сарфининг қиймати $Q_r=0,15 \div 0,750$ м³/соат гача, 0,1 м³/соат қадам билан, аппаратга берилаётган суюқлик сарфининг қиймати эса $Q_c=0,07 \div 0,39$ м³/соат гача, 0,08 м³/соат қадам билан ўзгартирилиб узатилди. Абсорбент сифатида сув олинди. Суюқлик сарфининг $Q_c=0,07; 0,15; 0,23; 0,31; 0,39$ м³/соат қийматларининг ҳар бири учун алоҳида-алоҳида газ сарфлари $Q_r=0,15; 0,25; 0,35; 0,45; 0,55; 0,65; 0,75$ м³/соат қийматларда берилиб, газ ёстиғи қийматининг ўзгариши текширилди. Тажрибалар аралаштириш зонасидаги $d_0=1; 1,5$ ва 2 мм ўлчамли ҳар бир тешик учун алоҳида ўтказилди. Газ ёстиғининг қиймати труба 1 га (1-расм) ўрнатилган линейка шкалалари ёрдамида аниқланди (3- расм).

Аралаштириш зонасидаги $d_0=1$ мм ўлчамли тешиклар орқали газ сарфи $Q_r=0,15; 0,25; 0,35; 0,45; 0,55$ м³/соат гача ўзгартириб берилганда шунга мос ҳолда газ ёстиғининг қийматлари $h=4; 20; 36; 58; 80; 120$ мм гача ўзгарди газ сарфининг $Q_r=0,65$ м³/соат қиймати берилганда эса газ ёстиғининг қийматини аниқлашни имкони бўлмади. Сабаби газ тақсимловчи насадка узунлиги етарли бўлмай қолди. Аралаштириш зонасидаги $d_0=1$ мм ўлчамли тешиги беркитилиб, $d_0=1,5$ мм ўлчамли тешиги очилиб тажрибалар ўтказилганда, юқорида қайд қилинган газ сарфларининг $Q_r=0,15; 0,25; 0,35; 0,45; 0,55; 0,65; 0,75$ м³/соат қийматларига мос ҳолда $h=1; 14; 31; 52; 74; 101; 122$ мм гача ўзгарди. Аралаштириш зонасидаги $d_0=1,5$ мм ўлчамли тешиги беркитилиб, $d_0=2$ мм ўлчамли тешиги очилиб тажрибалар ўтказилганда, юқорида қайд қилинган газ сарфи қийматларига мос ҳолда $h=0,5; 4,9; 14,5; 25; 32$ мм гача ўзгарди. Тажрибалар ҳар бир газ сарфи қиймати учун $d_0=1; 1,5; 2$ мм ўлчамли тешикларда 5 мартадан такрорланди. Текширишлардан шу нарса маълум бўлдики аппаратга берилаётган суюқлик сарфининг ортишини газ ёстиғига таъсири сезилмади.



3-расм. Газ ёстиғини аниқлаш усули.

Ўтказилган тажрибавий тадқиқотларда $d_0=9\text{мм}$, $d_0=12\text{мм}$ ҳамда $d_0=15\text{мм}$ ли насадкалар билан тўлдирилган сеткали устунлар кетма-кет ўрнатилиб юкорида қайд қилинган режимлар бўйича тажрибалар олиб борилганда ҳам газ ёстиғининг қийматида ўзгариш сезилмади.

Юкорида ўтказилган тажрибалардан олинган натижалар компьютер дастури ёрдамида қайта ишланди ва $d_0=1\text{мм}; 1.5\text{мм}; 2\text{мм}$ ўлчамли тешикдан ўтаётган газ сарфига боғлиқ газ ёстиғини ўзгариш графиги қурилди $h_0=f(Q_r)$ (4-расм).

Ўтказилган тажрибаларни (1) тенглама ёрдамида назарий текшириб қўрилди ва таққословчи график қурилди (4 -расм) тажрибалар бу тенгламани тўла тасдиқлади.

Тажрибавий тадқиқот натижалари қайта ишланиб олинган регрессия тенгламаларининг кўриниши қуйидагича.

$$\begin{aligned} y &= 244x - 47 & R^2 &= 0,9695 \\ y &= 217x - 43,25 & R^2 &= 0,9932 \\ y &= 68,6x - 14,51 & R^2 &= 0,9797 \end{aligned}$$

Бу ерда x - газ сарфининг қиймати, ($\text{м}^3/\text{соат}$);

y_0 - газ сарфига мос келувчи газ ёстиғининг қиймати, мм.

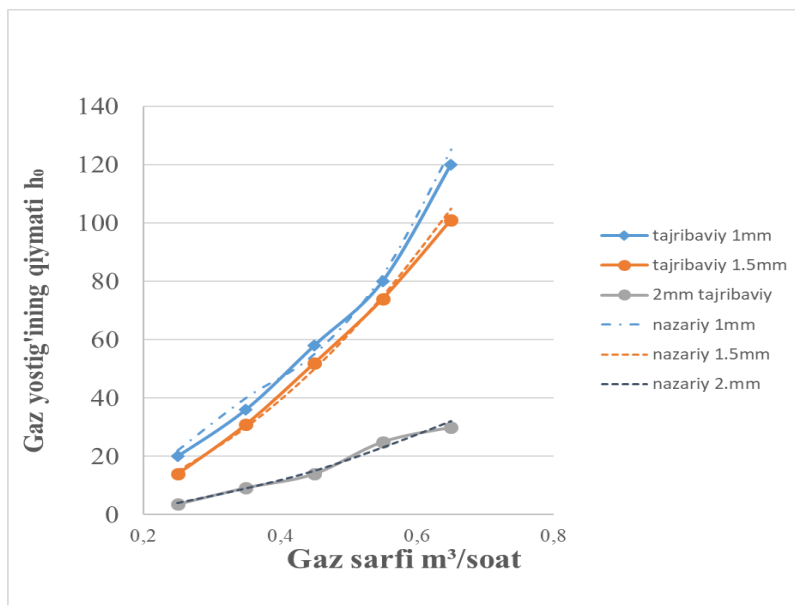
Аппаратнинг аралаштириш зонасига 3 хил ўлчамдаги керамик насадкалар кетма-кет ўрнатилиб тажрибалар олиб борилганда, насадкаларни ўрнатилиши газ ёстиғига таъсири сезилмади. Бунини шундай изохлашимиз мумкинки тешиклардн ўтаётган газ пуфакчаларга майдаланиб тепага ҳаракатланади. Газнинг зичлиги абсорбент суюқлиги яъни сув зичлигидан 775 марта кичик. Ундан ташқари абсорбент суюқлигининг тезлиги ҳам кичик. Шу сабабдан газ ёстиғи қийматига таъсири сезилмади. Биз томонимиздан яратилган қурилманинг асосий афзаллиги шундан иборатки захарли газларни абсорбент билан контактини ошириш учун ўрнатилган 3 хил ўлчамдаги керамик насадкаларнинг солиштирма контакт юзалари абсорбция жараёнининг самарадорлигини оширишда муҳим аҳамиятга эга буни кейинги тажрибаларимизда аниқлаймиз.

Хулоса

Олиб борилган тажрибавий тадқиқотларда барботажли абсорбция қурилмасининг газ тақсимловчи элементларида газ ёстиғининг шаклланиши ва унинг гидродинамикасини ўрганиш бўйича олиб борилган тажрибавий тадқиқотлар натижалари келтирилди. Тажрибавий тадқиқотларда назарий тадқиқотлар натижасида олинган газ ёстиғини ҳисоблаш тенгламаси текшириб қўрилди. Газ ёстиғи қиймати, газ тақсимловчи насадқада ҳосил қилинган тешикларнинг ўлчамларига ва қаршилиқ коэффицентларига, тешиклардан чиқаётган газ тезликларига ҳамда суюқлик сарфларига боғлиқ равишда аниқланди. Ўтказилган тажрибавий тадқиқотлар назарий тадқиқотларни тўла тасдиқлаган.

Адабиётлар

- [1]. И.Т.Каримов., Қ.Н.Иброҳимов., Г.И.Мадаминава. Газлифт аппарати. Ўз. Рес. ПАТЕНТ № ФАР 2519 Ташкент 12.06.2024 йил.



4-расм. Газ сарфининг ўзгаришига боғлиқ ҳолда газ ёстиғини ўзгариш графиги (таққословчи график).

- [2]. I. Karimov., K. Ibrohimov., “Theoretical study of the hydrodynamics of a bubble absorption apparatus” BIO Web of Conferences 145, 03042 (2024) *Forestry Forum 2024*
- [3]. Иброҳимов Қ.Н., Каримов И.Т. “Барботажли абсорбция аппаратининг янги конструкцияси” Фарғона Политехника Инститuti илмий-техника журнаli 2024 Махсус сон №3
- [4]. Ikromali T. Karimov, Kobiljon Ibrohimov NEW CONSTRUCTION OF BUBBLE-ABSORBING APPARATUS Proceeding XII International Conference «Industrial Technologies and Engineering» ICITE – 2024, Volume I (44-46 p)

UDK: 662.741.2

TURLI BOG‘LOVCHILARNING BRIKET YONISH VAQTIGA TA‘SIRINI TADQIQ ETISH

A.A. Hakimov

*Farg‘ona politexnika instituti,
(Qabul qilindi 24.01.2025 y.)*

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot ishida Angren ko‘mir konlaridan olingan ko‘mir mayda bo‘laklarini turli bog‘lovchilar yordamida briktlash jarayoni va briketning yonish vaqti o‘rganilgan. Bog‘lovchi modda sifatida parafin chiqindisi, parafin tozalovchi adsorbent, sabstok chiqindisi, o‘simlik yog‘ini tozalovchi adsorbent chiqindisi, spirt bardasi hamda ularni briketlash uchun qadami o‘zgaruvchan shnekli press qurilmasi tanlangan.

Briket yonish vaqtining o‘zgarishi mundshtuk diametri, shnekning siquvchi kuchi va bog‘lovchi moddalar miqdori o‘zgarishi bilan bog‘liq bo‘lishi aniqlangan. Bundan tashqari ko‘mir mayda bo‘laklarining gronulometrik tarkibi parametrlarining o‘zgarishi maxsulot mustahkamligiga va briketni yondirish jarayonida hosil bo‘ladigan issiqlik haroratiga ham ta‘sir ko‘rsatishi tajribalarda aniqlangan.

Tayanch so‘zlar: briket, mundshtuk, shnek, parafin, sobstok, barda, adsorbent, namlik, mustahkamlik, siqish kuchi.

Аннотация: В данном исследовании изучался процесс брикетирования и время сгорания брикетов угольных частиц, полученных из Ангренского угольного месторождения, с использованием различных связующих веществ. В качестве связующего были выбраны отходы парафина, адсорбент очистки парафина, отходы сабстока, отходы адсорбента очистки растительного масла, спиртовые отходы, а также пресс-устройство с переменным шагом шнека для их брикетирования.

Установлено, что изменение времени горения брикета связано с изменением диаметра сопла, усилия сжатия шнека и количества связующего. Кроме того, эксперименты показали, что изменение параметров гранулометрического состава угольных частиц также влияет на стабильность продукта и тепло, выделяемое при сгорании брикета.

Ключевые слова: брикет, мундштук, шнек, парафин, илам, брусок, адсорбент, влага, прочность, предел прочности при сжатии.

Abstract: In this study, the briquetting process and combustion time of coal particle briquettes obtained from the Angren coal deposit were studied using various binders. Paraffin waste, paraffin purification adsorbent, substock waste, vegetable oil purification adsorbent waste, alcohol waste, and a variable-pitch screw press for briquetting them were selected as binders.

It was found that the change in briquette combustion time is associated with a change in the nozzle diameter, screw compression force, and the amount of binder. In addition, experiments have shown that changing the parameters of the particle size distribution of coal particles also affects the stability of the product and the heat released during briquette combustion.

Key words: briquette, nozzle, screw, paraffin, sludge, bar, adsorbent, moisture, strength, compressive strength.

Kirish:

Ko‘mir kukuni asosida olinadigan briket maxsulotlari mustahkamligini va issiqlik berish koeffitsientini oshirish hamda yonish jarayonida atrof-muhitga bo‘ladigan ta‘sirini kamaytirish hozirgi kunda ko‘mir sanoatining dolzarb muammolaridan biridir. Bu hol albatta ushbu sanoatning asosiy bosqichi bo‘lgan qazib olish, saralash va yetkazib berish jarayonlarida hosil bo‘ladigan

ko'mir kukunlaridan qayta foydalanish hamda briketlarning yangi mustaxkam turini tahlillar asosida takomillashtirishni taqozo etadi [1,2,3,4].

Ko'mir briketlarini sanoat va xalq xo'jaligida ishlatish qulay bo'lishi va briket kalorifik qiymatidan to'liq foydalanish uchun uning yonishni boshlanish vaqti qisqa va yonishni tugash vaqti uzoq bo'lishi talab etiladi.

Yonishni boshlanish vaqti bog'lovchi sifatda qo'shiladigan moddaning fizik-kimyoviy hossasiga, briketning g'ovakliligiga, ko'mir kukunining gronulometrik tarkibiga va uning giometrik shakliga to'g'ri hamda bog'lovchi miqdoriga va briket mustaxkamligiga teskari proporsional ravishda o'sib boradi. O'z navbatida yonishni tugash vaqti esa boshlanish vaqtiga teskari proporsional bo'ladi. Shu bois aksariyat tadqiqotchilar tomonidan briket mustaxkamligining yonishni boshlanish va tugash vaqtiga ta'siri o'rganiladi.

Tahliliy tadqiqot natijalari:

Masalan;

[5] tadqiqot ishida bog'lovchi modda sifatida neft shلامي, PVA va kauchuk kleylaridan 1 kg ko'mir kukuniga 150÷200 gr gacha aralashtirilib briketlar ishlab chiqarilgan.

Briketining mustaxkamligi bog'lovchi modda turiga bog'liq holda $0,85 \div 0,95 \text{ kg/sm}^2$, briketning yonish vaqti $32 \div 65$ sekund va yonganda hosil bo'ladigan kul miqdori 10,2 % gachani tashkil etishi aniqlangan.

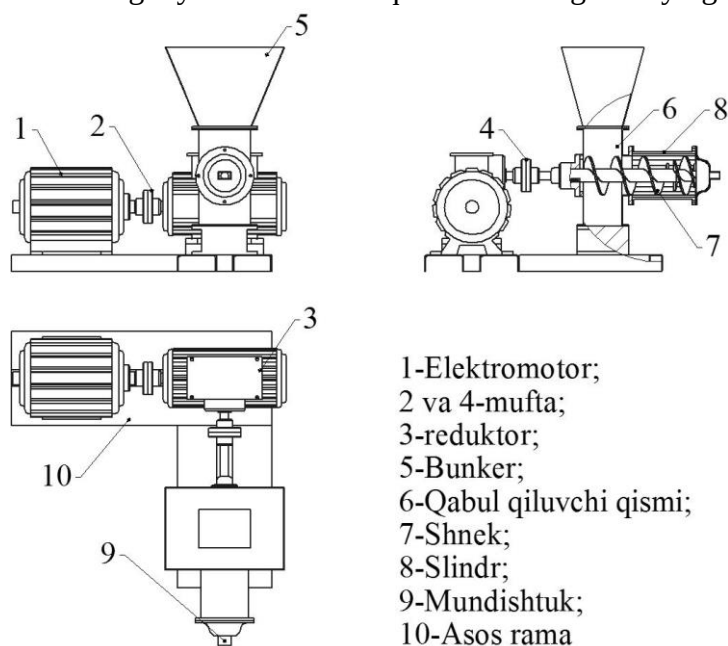
Ammo ekalogik jihatdan bu turdagi bog'lovchilar standart talablarni qanoatlantirmagan. Bundan tashqari iqtisodiy jihatdan bu turdagi bog'lovchilar briket tannarxini sezilarli darajada ortishiga sabab bo'ladi.

[6] tadqiqot ishida valikli press qurilmasi tavsiya etilgan va 1 kg ko'mir kukuni 350 gr bitum bilan aralashtirilib briket ishlab chiqarilgan. O'tkazilgan tadqiqotlarda bitum asosida olingan ko'mir briketining mustaxkamligi $2,6 \text{ kg/sm}^2$, briketning yonish vaqti 59 sekund va yonganda hosil bo'ladigan kul miqdori 15 % ni tashkil etishi aniqlangan.

[7] tadqiqot ishida issiq xarorat bilan preslovchi shnekli press tavsiya etilgan va 1 kg ko'mir kukuni 80 gr suv va PVA kleyi asosidagi bog'lovchi bilan aralashtirilib briket ishlab chiqarilgan. O'tkazilgan tadqiqotlarda bitum asosida olingan ko'mir briketining mustaxkamligi $0,8 \text{ kg/sm}^2$, briketning yonish vaqti 50 sekund va yonganda hosil bo'ladigan kul miqdori 8 % ni tashkil etishi aniqlangan.

Tahlil natijalaridan ko'rinadiki ko'mir kukuniga qo'shiladigan bog'lovchi moddaning fizik-kimyoviy hossasi briketning texnik parametrini belgilaydi bundan tashqari briketlashga kirayotgan massani presslash kuchi ham muhim ahamiyatga ega ekan. Yuqoridagilardan kelib chiqib o'zgaruvchi parametrlarning turli qiymatlari uchun porshenli pressda ishlab chiqarilgan briket maxsulotlarining yonish va yonishni tugash vaqtlari tajribaviy aniqlandi hamda shu kungacha o'tkazilgan tadqiqot natijalari bilan taqqoslandi.

Tadqiqotning ob'ekti sifatida Angren konlarida qazib olinadigan mahalliy ko'mir mayda zarralari va bog'lovchi modda sifatida parafin chiqindisi, parafin tozalovchi adsorbent, sabstok chiqindisi, adsorbent chiqindisi, spirt bardasi hamda ularni briketlash uchun qadami o'zgaruvchan shnekli press qurilmasi tanlandi. Shnekli press



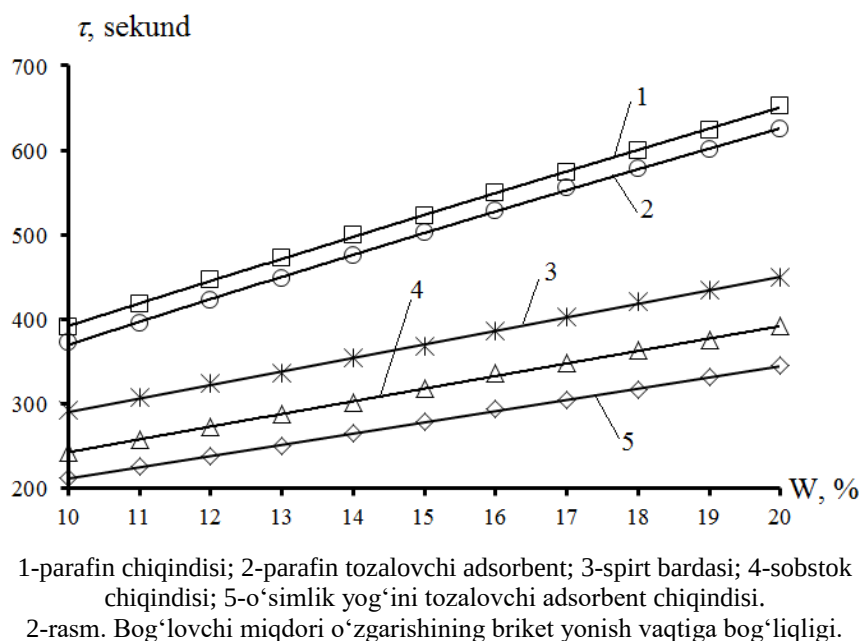
1-rasm. Briketlovchi qurilma umumiy ko'rinishi.

qurilmasining umumiy ko‘rinishi 1-rasmda keltirilgan [1,8].

Tajribaviy tadqiqotlar o‘zgaruvchi parametrlarning quyidagi chegaralarida parafin chiqindisi, parafin tozalovchi adsorbent va sabstok chiqindisining suvdagi 5; 7 va 10 % eritmasi, adsorbent chiqindisi va spirt bardasining suvdagi 10; 15 va 20 % eritmasi, tayyor bog‘lovchi suyuqlik miqdori 10;15 va 20 % , mundshtuk diametri 20; 25 va 30 mm; preslovchi shnekning siquvchi kuchi 1,8; 2,4 va 3 kN hamda ishchi kamera diametri 120 mm [1] tanlandi. Tadqiqotlarni o‘tkazishda tashqi muxit namligi va harorati (Tajribaviy tadqiqotlar may va iyun oylarida o‘tkazilganligini etiborga olib tashqi muhitning o‘rtacha harorati O‘zbekiston respublikasi Farg‘ona viloyati sharoiti uchun o‘rtacha 30° tanlandi va bunda havoning namligi 18,7 %) e‘tiborga olindi. Dastlab o‘rgnilayotgan obekt uchun tanlangan Angren ko‘mir konlaridan qazib olinadigan ko‘mir mayda bo‘laklarining granulometrik tarkibi tahlil qilindi. Angren konidan olingan ko‘mir maydalarining granulometrik tarkibini tahlil qilish va o‘rganishda, ko‘mir changining miqdori (0,2 mm dan kichik) o‘rtacha 8% ekanligi aniqlandi va bu ko‘rsatkich oralig‘ida 3 dan 14% gachani tashkil etadi, bu ularni briketlashda qovushqoqligi yuqori bo‘lgan bog‘lovchilardan foydalanish zarurligini ko‘rsatadi.

Tanlangan bog‘lovchi moddalarning suvdagi eritmasi tayyorlandi hamda ko‘mir kukuni bilan aralashtirib loy massasi hosil qilindi. Har bir na‘muna massasi qadami o‘zgaruvchan shnekli press yordamida briket holatiga keltirildi. Ishlab chiqarilgan briket maxsulotlari 24 soat mobaynida tabiiy sharoitda quritildi va olingan xar bir briketning namligi UT-377A markali nam o‘lchagichda aniqlandi. So‘ngra har bir briketning quritish jarayonidan keyingi namligi mustaxkamligi laboratoriya sharoitida tekshirildi. Olingan natijalardan foydalanib briketlarning yonish vaqti aniqlandi.

Uchinchi bosqich tajribalarini o‘tkazishda 10,11....20 % gacha bog‘lovchi qo‘shib tayyorlangan na‘muna briketlar GOST 21289—2018 [9] bo‘yicha yonish vaqti tekshirildi. Tajriba natijalari 2-rasmda keltirilgan.



2-rasmda keltirilgan ma‘lumotlardan ko‘rinadiki suv tarkibidagi bog‘lovchi modda miqdorining ko‘mir kukuni tarkibida ortib borishi mahsulot namligining ortishiga sabab bo‘ladi. Bu esa o‘z navbatida maxsulotni yondirishga ketadigan vaqtni ko‘paytiradi. Bundan tashqari shnekning siquvchi kuchi hamda mundshtuk diametri ham yonish vaqtiga sezilarli darajada ta‘sir o‘tkazadi. Masalan yuklamalarning quyi va yuqori chegaralarida parafin chiqindisi asosidagi bog‘lovchi suv tarkibiga 7 % dan 10 % gacha qo‘shilganda briket maxsuloti yonish vaqti o‘zgarishi 391 dan 653 sekundgacha, parafin tozalovchi adsorbent asosidagi bog‘lovchi suv tarkibiga 7 % dan 10 % gacha qo‘shilganda briket maxsuloti yonish vaqti o‘zgarishi 372 dan 625 sekundgacha va sobstok

chiqindisi asosidagi bog'lovchi suv tarkibiga 7 % dan 10 % gacha qo'shilganda briket maxsuloti yonish vaqti o'zgarishi 243 dan 393 sekundgacha ortishi kuzatilgan bo'lsa, xuddi shunday spirt bardasi asosidagi bog'lovchi suv tarkibiga 10 % dan 20% gacha qo'shilganda briket maxsuloti yonish vaqti o'zgarishi 292 dan 450 sekundgacha va o'simlik yog'ini tozalovchi adsorbent chiqindisi asosidagi bog'lovchi suv tarkibiga 10% dan 20 % gacha qo'shilganda briket maxsuloti yonish vaqti o'zgarishi 212 dan 345 sekundgacha ortishi kuzatildi.

Bu holat munda diametri, shnekning siquvchi kuchi va bog'lovchi moddalar miqdori o'zgarishi bilan bog'liq bo'lishi aniqlandi. Bundan tashqari ko'mir mayda bo'laklarining gronulometrik tarkibi parametrlarining o'zgarishi maxsulot mustaxkamligiga va briketni yondirish jarayonida hosil bo'ladigan issiqlik haroratiga ham ta'sir ko'rsatadi.

2 – rasmlarda keltirilgan grafik bog'liqliklarni eng kichik kvadratlar usuli bilan aniqlangan quyidagi empirik tenglamalar bilan ifodalash mumkin [10,11]

$$\begin{aligned} &1\text{-Parafin chiqindisi asosidagi bog'lovchi qo'shilgan briket;} \\ &y = 25,645x + 115,86 \quad R^2 = 0,9993 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} &2\text{-Parafin tozalovchi adsorbent asosidagi bog'lovchi qo'shilgan briket;} \\ &y = 25,891x + 134,45 \quad R^2 = 0,9997 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} &3\text{-Spirt bardasi asosidagi bog'lovchi qo'shilgan briket;} \\ &y = 15,933x + 131,66 \quad R^2 = 0,9991 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} &4\text{-Sabstok chiqindisi asosidagi bog'lovchi qo'shilgan briket;} \\ &y = 14,936x + 93,773 \quad R^2 = 0,9991 \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} &5\text{-O'simlik yog'ini tozalovchi adsorbent chiqindisi asosidagi bog'lovchi qo'shilgan briket;} \\ &y = 13,289x + 78,973 \quad R^2 = 0,9993 \end{aligned} \quad (5)$$

Tadqiqot natijalari nazariy hisobiy natijalardan 4,3ga farq qiladi va undan oshmaydi. 1 va 5 tenglamalardagi kattaliklar parafin chiqindisi, parafin tozalovchi adsorbent va sabstok chiqindisining suvdagi 5; 7 va 10 % eritmasi, adsorbent chiqindisi va spirt bardasining suvdagi 10; 15 va 20 % eritmasi, tayyor bog'lovchi suyuqlik miqdori 10;15 va 20 % , munda diametri 20; 25 va 30 mm; preslovchi shnekning siquvchi kuchi 1,8; 2,4 va 3 kN hamda ishchi kamera diametri 120 mm bo'lganda ma'noga ega [10,11].

Belgilangan chegaralarda 1 va 5 tenglamalarga muvofiq tadqiqot natijalari to'g'ri chiziqli tenglamasi bo'yicha korelyatsiya koeffitsientlari 0,99 dan kam emas. Bu esa olingan tajriba natijalari to'g'ri ekanligini bildiradi.

Adabiyotlar

- [1]. Хакимов А.А. Совершенствование технологии получения угольных брикетов с использованием местных промышленных отходов: Дисс.... PhD //Фергана,–2020.–111 с.
- [2]. Ахунбаев, А. А., & Хакимов, А. А. (2022). Сушка угольной мелочи перед брикетированием. *Universum: технические науки*, (9-1 (102)), 29-33.
- [3]. Хакимов, А. А. (2021). Определение показателей качества угольного брикета. *Universum: химия и биология*, (5-2 (83)), 40-44.
- [4]. А.А.Хакимов. Брикетлар olishda qo'ng'ir ko'mirdan oqilona foydalanishning dolzarbligi. *Farg'ona politexnika instituti. ILMIY – TEXNIKA JURNALI*. Maxsus son №6. 2023 yil. 137-140 betlar.
- [5]. Пат. RU2010842C1. Состав для брикетированного топлива / Л.Я. Воронин В.А. Астафьев С.А. Смaрыгин. Оpubл.15.04.1994.
- [6]. Пат. RU2369633C2. Способ получения брикетов / Е.Н.Малышев. Оpubл.10.10.2009.
- [7]. Пат. 2326159 РФ. МПК C10L 5/14, C08L 95/00. Сапропылесодержащее связующее для брикетирования бурого угля /Л.А.Петрова, О.Н.Буренина, В.Г.Латышев, С.Н.Попов, Л.Я.Морова. Оpubл.10.06.2008. Бюл. № 16.
- [8]. A.A.Xakimov , N.Vokhidova, A.Abdulazizov. Coal powder pressing device. XI International Annual Conference "Industrial Technologies and Engineering – ICITE-2022" 126-128 pg.
- [9]. ГОСТ 21289-2018 Брикетты угольные «Методы определения механической прочности» Москва 2018 г.
- [10]. Архипов В.А., Березиков А.П. Основы теории инженерно-физического эксперимента. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 206 с.
- [11]. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва: Колос, 1978.–335 с.

UO'K 624.011.1+699.841

**KAM QAVATLI TURAR-JOY BINOLARINI «PK LIRA» DASTURIDA
MODELLASHTIRISH VA HISOBLASH**

doktorant N.N. Kosbergenov, S.J. Razzakov,

Namangan muhandislik-qurilish instituti,
nurpolatkosbergenov@gmail.com, tel: 97 789 48 95
sobirjonrsj@gmail.com, tel: 90 741 04 22
(Qabul qilindi 02.12.2024 y.)

Аннотация. В статье приведены научные результаты, полученные при расчете сейсмостойкости малоэтажных (одноэтажных) зданий с двойными деревянными каркасными стенами, кирпичных зданий и одиночных деревянно-каркасных зданий в программе LIRA-PK.

Ключевые слова: малоэтажные здания, сейсмические зоны, кирпичные здания, здания с двойными деревянными каркасными стенами, одиночные деревянные каркасные здания, сейсмостойкость.

Annotation. The article presents the scientific results obtained when calculating the seismic resistance of low-rise (one-story) buildings with double-frame wooden walls, brick buildings, and single-frame wooden buildings in the LIRA-PK program.

Keywords: low-rise buildings, seismic zones, brick buildings, buildings with double wooden frame walls, single wooden frame buildings, seismic resistance.

Annotatsiya. Maqolada kam qavatli (bir qavatli) qo'sh yog'och sinch devorli bino, g'ishtli bino va yakka yog'och sinch devorli binolarni seysmik yuklarga mustahkamligini LIRA-PK dasturida hisoblash orqali olingan ilmiy natijalar keltirilgan.

Tayanch so'zlar: kam qavatli binolar, zilzilaviy hududlar, g'ishtli binolar, qo'sh yog'och sinch devorli binolar, yakka yog'och sinch devorli binolar, zilzilalarga chidamlilik.

Bugungi kunda ekologik qurilish materiallaridan zilzilabardosh binolarni qurilishiga bo'lgan e'tibor kuchayib bormoqda. Shu o'rinda yog'och, ekologik sof materiallardan biri hisoblanadi. Shuningdek, yog'och insoniyat tomonidan birinchilardan o'zlashtirilgan qurilish materialidir. Qayta ishlashning osonligi, uzoq muddatga chidamliligi va foydalanishda qulayligi sabab yog'och qurilish sohasida keng foydalaniladi. Yog'och yengil qurilish materiali bo'lib, ularni qo'llash qurilishdagi eng muhim yo'nalish, qurilish ishlab-chiqarishini tezlashtirish va samaradorligini oshirishga olib keladi. Yog'och suvga chidamli sintetik yelimlar bilan ishonchli biriktiriladi. Bu ijobiy jihati, undan katta oraliqlar uchun konstruksiyalar tayyorlash imkoniyatlarini beradi. Buning natijasida ko'ndalang kesimi va oralig'i katta bo'lgan, turli shaklda egilgan hamda boshqa turlardagi yelimlangan yog'och konstruksiyalari tayyorlanadi. Ko'p hollarda yakka qator sinchli yog'och uylar quriladi. Yog'och elastik va plastik, seysmik mustahkam binolar qurishda eng sara material bo'lishiga qaramay, undan qurilgan sinch uylarni zilzilabardoshlik talablariga amal qilingan holda qurilsagina o'zining ijobiy xususiyatlarini namoyon eta oladi.

Respublikamizda ham yakka (bir) va qo'sh (ikki) qator yog'och sinchli imoratlar ko'plab qurilgan va hozirgi kunlarda ham qurilmoqda. Iqlim sharoitlarimizni hisobga olsak, ko'p sinchli imoratlar respublikamiz sharoitiga mos ekanligini ko'ramiz. Yakka sinchni hovlini chegara devorlarida, imoratlarni old fasad qismida, vaqtinchalik binolarda qo'llanilganligini ko'rishimiz mumkin. Sinchlarni orasini xom yoki pishgan g'isht, loy yoki somonli loy, loydan tayyorlangan va quritilgan oval shaklidagi guvalalar bilan to'ldirilgan. Sinchlarni pastki belbog' (perimetr bo'yicha) ko'ndalang kesimi to'g'ri to'rtburchakli bo'lgan tagarcha yog'och (qalinligi 5-25 sm.gacha), yuqori belbog' qismida ko'ndalang kesimi doirasimon (diametri 15÷25 sm.gacha) yoki to'g'ri to'rtburchakli sarrov to'sini (qalinligi 5-20 sm.gacha), perimetr bo'yicha, 0,5÷1,5 metr oraliqlarda

belbog'larni bog'lovchi ustunlar (to'rtburchak yoki doirasimon ko'ndalang kesimli), oradagi ochik yacheykalarni tartibsiz joylashtirilgan reyka-sinch yog'ochlarni tashkil qilgan.

Bulardan tashqari, qurilish maydonida xom g'isht, gazoblok, penoblok, shlakoblok, gipsoblok devorli imoratlar qurilishi mavjud. Ularni barchasi ayrim jihatlari bilan qolganlaridan ustun turadi. Lekin bugungi kunda energiyatejamkorlik va resurstejamkorlik, iqtisodiy jihatdan arzonroq, ekologik nuqtai nazardan inson salomatligiga salbiy ko'rsatmaydigan, mahalliy bo'lgan materiallardan imoratlar qurilishi sohada trentga chiqmoqda.

Shuning uchun respublikamizda qurilyotgan yangi Kanada texnologiyasiga asoslangan kam qavatli yog'och sinchli OSB (oriented strand board) panelli binoni boshqa binolar texnik ko'rsatkichlari bilan o'zaro taqqoslash va ularning seysmik ta'sirlarga mustahkamligini aniqlash maqsadida tadqiqot olib borildi. Buning uchun rejadagi bo'yi va eni o'lchami 4x4,5 metr, balandligi 3 metr bo'lgan bir qavatli 3 ta: pishgan g'ishtli, qo'sh qatorli yog'och sinch va yakka qatorli yog'och sinch devorli turar-joy binolari tadqiqot obyekti sifatida olindi va bu binolarning mustahkamligi, kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatlarini aniqlash uchun LIRA-PK dasturida hisoblash ishlari ikki bosqichda amalga oshirildi.

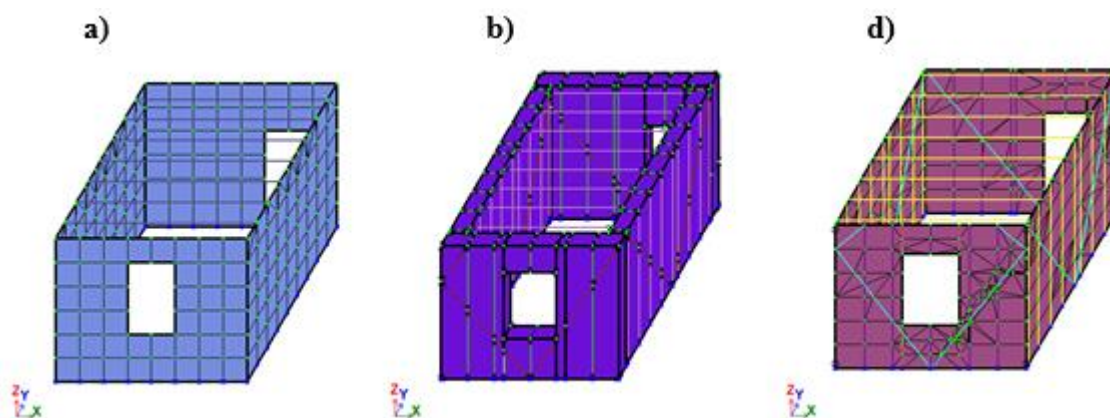
Binolar hajmiy LIRA PK dasturida modellashtirildi. Birinchi bosqichda binolar ramalari hosil qilindi va ularning konstruksiyalarining o'zaro bog'lanishlari sharnirli va tayanchlarning birikishlari esa bika qilib qabul qilindi. Binolar konstruksiyalariga biklik materiallari berildi, ya'ni ustunlar, to'sinlar va devorlar uchun g'isht va yog'och materiallarining fizik-mexanik xususiyatlari kiritildi. Ma'lumki, bu dastur yordamida bino modellarining fazoviy ko'rinishi, yuklarning qo'yilishi va kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatlari bo'yicha natijalar olish mumkin.

G'ishtli bino uchun o'lchamlari $a \times b \times h = 250 \times 120 \times 65$ mm bo'lgan pishgan g'ishtlar olindi va devorlari esa bir yarim pishgan g'ishtdan qurildi. Pishgan g'ishtning fizik-mexanik xususiyatlari davlatlararo standart "GOST 530-2012 Keramik g'isht va tosh" da keltirilgan qiymatlar bo'yicha olindi va ular quyidagicha: elastiklik moduli $E = 30$ GPa, Puasson koeffitsiyenti $\nu = 0,25$, qalinligi $t = 380$ mm ($a + b + t = 250 + 120 + 10 = 380$ mm, bu yerda $t = 10$ mm beton aralashmasi), hajmiy og'irligi $\gamma = 1800$ kg/m³. Antiseymik belbog' (kamar) uchun B15 sinfli og'ir beton qo'llanilgan bo'lib, uning elastiklik moduli $E = 20540$ MPa, Puasson koeffitsient $\nu = 0,25$, kengligi $b = 38$ sm va balandligi $h = 15$ sm, hajmiy og'irligi $\gamma = 2500$ kg/m³ ga teng. Tom yopma uchun yog'och to'sinlardan foydalanilgan: elastik moduli $E = 10000$ MPa, Puasson koeffitsienti $\nu = 0,25$, to'sinning ko'ndalang kesim o'lchamlari $b \times h = 5 \times 15$ sm, hajmiy og'irligi $\gamma = 600$ kg/m³ ga teng.

Qo'sh sinch-loyli binoning devor qismi qo'sh sinchli yog'ochdan bo'lib, har 60 smda ko'ndalang kesim o'lchamlari $b \times h = 5 \times 15$ sm bo'lgan ustunlardan foydalanildi va sinch oralig'i loy bilan to'ldirildi. Yog'och materialining elastik moduli $E = 10000$ MPa, Puasson koeffitsient $\nu = 0,25$, ko'ndalang kesim o'lchamlari $b \times h = 5 \times 15$ sm, xajmiy og'irligi $\gamma = 600$ kg/m³ ga teng. Devorlarning qo'sh sinch oralig'iga xom loy (guvala)dan to'ldirildi va uning elastik moduli $E = 100$ MPa, Puasson koeffitsient $\nu = 0,25$ va xajmiy og'irligi $\gamma = 1950$ kg/m³ ga teng. Devor qalinligi 40 sm.

Yog'och sinchli binoning konstruksiya qismlari ko'ndalang kesim o'lchamlari $b \times h = 5 \times 15$ sm.li stropila va OSB panellardan iborat. OSB (oriented strand board) panel ekologik toza, yengil, juda mustahkam va olovbardoshligi yuqori qurilish materialidir. Yog'och sinchli binoning ustun va to'sinlarining elastik moduli $E = 10000$ MPa, Puasson koeffitsienti $\nu = 0,25$, hajmiy og'irligi $\gamma = 600$ kg/m³ ga teng. OSB panelli devorning elastik moduli $E = 3500$ MPa, Puasson koeffitsienti $\nu = 0,25$, hajmiy og'irligi $\gamma = 600$ kg/m³ ga teng. OSB panelli binoning devor qalinligi 17 sm. ni tashkil qiladi.

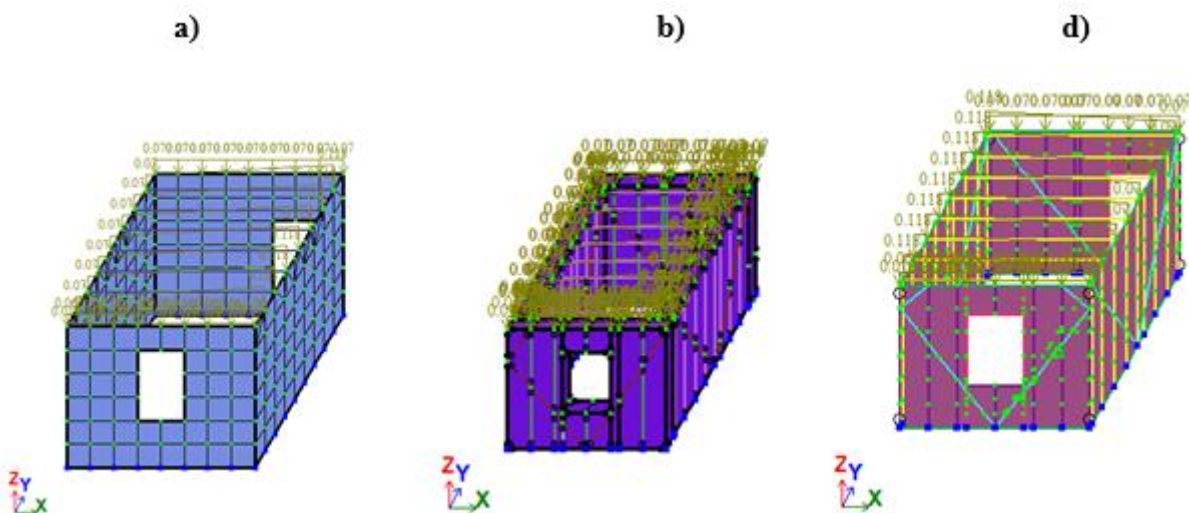
Modellashtirilgan binolarning umumiy ko'rinishlari 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Modellastirilgan binolarning umumiy ko‘rinishi:

a) g‘isht devorli; **b)** qo‘sh yog‘och sinch devorli; **d)** yakka yog‘och sinch devorli.

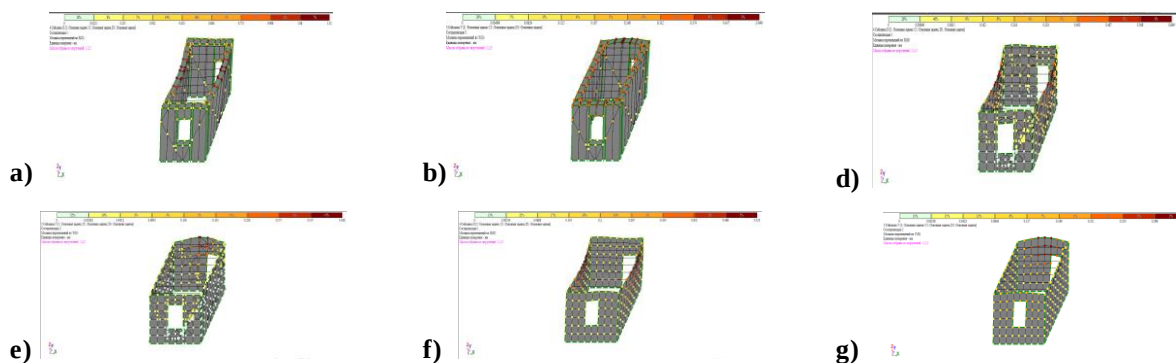
Ikkinchi bosqichda modellastirilgan binolarga kuchlanish-deformatsiyalanganlik holatini aniqlash uchun o‘zining xususiy og‘irligi bilan bir qatorda binoga ta’sir qiladigan bir xil tashqi statik yuklar (doimiy va vaqtinchalik) va seysmik ta’sirlar (X, Y koordinatalari bo‘yicha) berildi. Binoga seysmik ta’sirni hisobga olishda QMQ 2.01.03-19 Seysmik hududlarda qurilish talablari asosida bajarildi. Binolar 7, 8 va 9 ball seysmik ta’sirlarga sinaldi. Binoga yuklamalarning qo‘yilishi 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Binolarga bir xil yuklarning berilgandagi ko‘rinishi: **a)** g‘ishtli bino; **b)** qo‘sh sinchli-loyli bino; **d)** yog‘och sinchli bino.

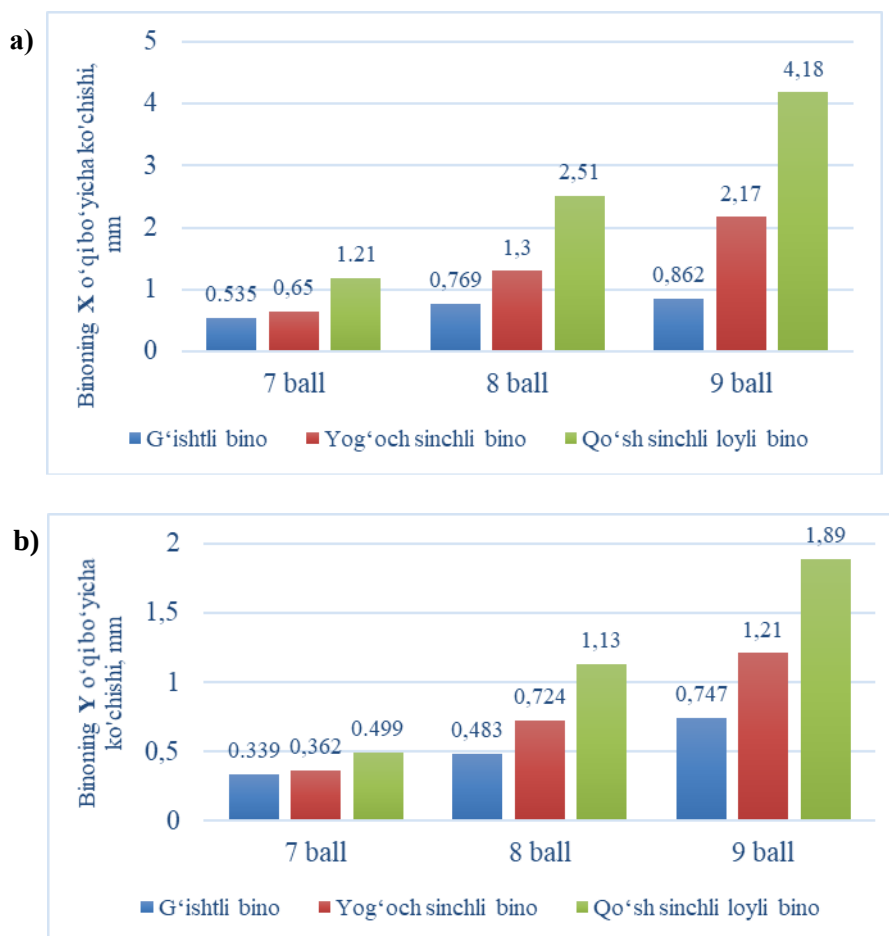
Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, eng katta ko‘chishlar, zo‘riqichlar va kuchlanishlar qo‘sh sinch-loyli bino ustunlarning yuqori qismida kuzatildi. Buning sababi sifatida bino ustunlarining yuqori qismi va to‘sinlarning birikish joylari mixlar va shurflardan foydalanib o‘zaro sharnirli bog‘lanishni ko‘rsatish mumkin. Buning natijasida binoning yuqori qismidagi kuchlanish va ko‘chishlar boshqa binolarga solishtirganda deformatsiyalanganlik holatini kamaytiradi. Keyingi o‘rinda yog‘och sinchli OSB panelli binolarning seysmik ta’sirlardagi ko‘chishlari ko‘rib chiqildi. Bu binoda ko‘chishlar, kuchlanichlar va zo‘riqichlar X o‘qi bo‘yicha g‘ishtli binoga nisbatan katta bo‘lib 2,17 mm ni tashkil etdi, sababi g‘ishtli binoning devor qalinligi 38 sm, yog‘och sinchli OSB panelli binoniki esa 17 sm va yana bir jihati yog‘och sinchli binoning bog‘lanish qismlari sharnirli bog‘lanish bilan bo‘lgan. Hisob ishlari shuni ko‘rsatdiki kam qavatli binolar ko‘chishlarining eng kichik qiymatlari g‘ishtli binoda bo‘lishi aniqlandi. Shunki g‘ishtli bino konstruksiyalari o‘zaro biki bog‘langan bo‘lib, buning natijasida bino tashqi va seysmik yuklarga juda mustahkam holatda bo‘lishi kuzatildi.

Qo'sh sinch-loyli, yog'och sinchli va g'ishtli binolarning 7 ball seysmik yuklar ta'siri ostidagi ko'chishlari 4-rasmda keltirilgan.



4-rasm. Qo'sh sinch-loyli, yog'och sinchli va g'ishtli binolarning 7 ballik seysmik ta'sirdagi ko'chishlari:
a- qo'sh sinch-loyli binoning X o'qi bo'yicha ko'chishi; **b-** qo'sh sinchli-loyli binoning Y o'qi bo'yicha ko'chishi;
d- yog'och sinchli binoning X o'qi bo'yicha ko'chishi; **e-** yog'och sinchli binoning Y o'qi bo'yicha ko'chishi;
f- g'ishtli binoning X o'qi bo'yicha ko'chishi; **g)** g'ishtli binoning Y o'qi bo'yicha ko'chishi;

5-rasmda O'zbekistonning seysmik 7, 8, 9 ballli hududlari uchun g'ishtli, qo'sh sinch-loyli va yog'och sinchli binolarning statik yuklar va seysmik ta'sir ostida X va Y o'qlari bo'yicha ko'chishlarining diagrammalari aks ettirilgan. Yuqorida ta'kidlanganidek, eng katta ko'chishlar qo'sh sinch-loyli binoga to'g'ri keldi.



5-rasm. 7,8,9-ballarda g'ishtli, yog'och sinchli, qo'sh sinchli binolarning X va Y o'qlari bo'yicha ko'chish diagrammalari: a) X o'qi bo'yicha ko'chishlar; b) Y o'qi bo'yicha ko'chishlar.

5-rasmda keltirilgan diagrammalardan shuni xulosa qilish mumkinki, eng kichik deformatsiyalar g'ishtli binoga tog'ri keldi. Bu esa g'ishtli binoning zilzilabardoshligi qolgan 2 binoga nisbatan yuqoriligini anglatadi.

Buning asosiy sabablari yuqorida aytib o'tganidek bino konstruksiyalarining bog'lanishlari o'zaro biki bog'langanligi va devor qalinligi 38 smdan iboratligidir. Bu esa bino mustahkamligini oshiradi. Yog'och sinchli OSB panelli binoning devor qalinligi g'ishtli binoning devor qalinligidan deyarli 2,2 barobar kichkina. Lekin shunga qaramasdan bu turdagi binolar seysmik hududlarda juda ko'p quriladi. Sababi 1 m² panel qalinligiga o'rtacha 5-15 kg yuk tog'ri keladi. Bu esa bino xususiy og'irlig'ining kamayishiga yordam beradi. Masalan, g'ishtli ishlarning shunga o'xshash maydoni yarim tonnadan oshib ketishi mumkin. Bu quyidagi afzalliklarga olib keladi: OSB panellaridan tayyorlangan uylar kuchli va qimmat poydevorga muhtoj emas. Bu esa bino qurilishining iqtisodiy tarafdin ancha arzonga tushishi bilan izohlanadi. Asosan binoning poydevor xarajatlari umumiy bino xarajatlarining 15-20% ni tashkil etadi. Yog'och sinchli binolarning mustahkamligi yuqori bo'lishining asosiy sabablardan biri bino konstruksiyalari o'ta mustahkam, issiqliqni o'zida yahshi saqlovchi va olovbardoshligi juda yuqori bo'lgan OSB panel bilan qoplanganligi va tugunlari o'zaro sharnirli bog'langanligi hisoblanadi. Shu sababli bu turdagi yog'och sinchli binolar mamlakatimizning zilzilaviy hududlar uchun optimal variant hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. Kirkham W.J., Gupta R., Miller T.H. State of the art: Seismic behavior of wood-frame residential structures Journal of Structural Engineering (United States). 2014. 4(140). Pp. 1–19.
- [2]. Falk R.H, Soltis L.A. Seismic behavior of low-rise wood-framed buildings. [Online]. URL: <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf/1988/falk88b.pdf> (date of application: 02.09.2019).
- [3]. Martemyanov A.I. Proektirovanie i stroitel'stvo zdaniy i sooruzhenij v sejsmicheskix rajonax [Design and construction of buildings and structures in seismic areas] M.: Stroyizdat, 1985. - 255 p. (rus)
- [4]. Белаш Т.А., Иванова Ж.В. Исследование сейсмостойкости деревянных зданий. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2003. -Ст. 28–31.
- [5]. QMQ 2.01.03-19., "Seysmik hududlarda qurilish", O'zR Qurilish vazirligi – Toshkent, 2019. - 8-24 b.

ГИШТЛИ ТУРАР ЖОЙ БИНОЛАРДА ГАЗОДЕТАНАЦИОН ЗАРБА ТЎЛҚИНЛАРИ ОРҚАЛИ ТЕБРАНИШЛАРНИ ТАҲЛИЛИЙ ТАДҚИҚ ЭТИШ УСУЛЛАРИ

Э.М. Юнусалиев

Фаргона политехника институт

elmuroid68@mail.ru

(Қабул қилинди 10.01.2025 й.)

Анотация. Ҳозирги кунда турли шаҳарсозлик ва қурилиш соҳаларида бино ва иншоотларнинг сейсмик бардошлилигини, мустаҳкамлигини ошириш муҳим ва долзарб масалалардан бири ҳисобланади. Жаҳонда, мамлакатимизда гиштли турар жой биноларининг газодетанацион зарба тўлқинлари таъсиридан тебрланишларини таҳлилий тадқиқ қилиш мазкур масалада муҳим ўрин тутди. Ушбу тадқиқотнинг асосий мақсади газодетанацион зарба тўлқинлари орқали гиштли биноларда юзага келадиган динамик юкланишлар ва уларнинг конструктив элементларга таъсирини аниқлашдан иборат. Тадқиқот жараёнида математик моделлаштириш, турли аналитик усуллар ва компьютер симуляциялари орқали тебрланишларни ўрганиш назарда тутилади.

Таянч сўзлар: Грунт, Зарба тўлқини, тебрланишлар тезлиги, 4 қаватли бино, четланишлар, Рихтер шкаласи, МСК-64, Ёпма ва ораёпма плиталар, Пуассон коэффициенти, ЛИРА 9.6 дастури

Аннотация. В современном градостроительстве и строительной отрасли одним из важнейших и актуальных вопросов является повышение сейсмостойкости и прочности зданий и сооружений. Аналитическое исследование колебаний кирпичных жилых зданий под воздействием газодетонационных ударных волн играет важную роль в решении этой проблемы как в мире, так и в нашей стране. Основная цель данного исследования заключается в определении динамических

нагрузок, возникающих в кирпичных зданиях под воздействием газодетонационных ударных волн, и их влияния на конструктивные элементы. В ходе исследования предполагается изучение колебаний с использованием математического моделирования, различных аналитических методов и компьютерного моделирования.

Ключевые слова: Грунт, Ударная волна, Скорость колебаний, 4-этажное здание, Отклонения, Шкала Рихтера, Перекрытия и межэтажные плиты, Коэффициент Пуассона, Программа LIRA 9.6.

Annotation. In modern urban planning and construction sectors, enhancing the seismic resistance and durability of buildings and structures is one of the critical and urgent issues. The analytical study of the vibrations of brick residential buildings under the influence of gas-detonation shock waves plays an essential role in addressing this matter globally and within our country. The primary objective of this research is to determine the dynamic loads generated by gas-detonation shock waves on brick buildings and their impact on structural elements. The research involves studying vibrations through mathematical modeling, various analytical methods, and computer simulations.

Keywords: Soil, Shock wave, Vibration velocity, 4-story building, Deviations, Richter scale, Slabs and intermediate slabs, Poisson's ratio, LIRA 9.6 software.

Кириш. Жаҳонда, мамлакатимизда ҳозирги кунда турар жой биноларининг хавфсизлиги масаласи жуда муҳим, долзарб бўлиб, табиий ва техноген омиллар туфайли юзага келадиган тебраниш ва зарба тўлқинлари таъсирини ўрганиш олимлар, изланувчилар учун катта аҳамият касб этмоқда. Айниқса, газодетанатсион жараёнлар натижасида юзага келадиган зарба тўлқинларининг биноларга таъсири ўзига хос хусусиятларга эга бўлиб, уларнинг таҳлили махсус илмий ёндашувларни талаб қилади. Газодетанатсион жараёнлар - бу ёнувчи газ аралашмаларининг юқори тезликда ва катта энергия чиқиши билан содир бўладиган портлаш жараёнларидир. Ушбу жараёнлар натижасида пайдо бўладиган зарба тўлқинлари юқори босим, ҳарорат ва тезликка эга бўлиб, улар структураларга салбий таъсир кўрсатиши мумкин. Зарба тўлқинларининг асосий параметрлари қуйидагилардан иборат: Босим амплитудаси – тўлқиннинг максимал босим қиймати. Давомийлик – зарба тўлқин таъсирининг вақт давомийлиги. Тезлик – тўлқиннинг ҳаракатланиш тезлиги.

Ўрганишлар жараёнида даставвал грунтга зарба тўлқини таъсирини таҳлили асосида шу тўлқинларни бошланиш вақтини ва тарқалиш тезлигини кўриб чиқилди: бунда

$$\Delta t_1 = 0,0092 \text{ сек}, C_p = 2700 \text{ м / сек}; \Delta t_2 = 0,08 \text{ сек}, C_s = 794 \text{ м / сек} \quad (1)$$

Зарба тўлқинини ғиштли биноларга самарали таъсири вақтини, тебранишларни даври ва частоталари қуйидаги тарзда аниқланди: яъни

$$T T_s = 0,2 \div 0,3 \text{ сек}; T_{np} = 0,03 \text{ сек}, \omega_{np} = 33,0 \text{ гц} \quad (2)$$

Зарба тўлқинини тебранишларини ўтказилган тадқиқотлар натижасида олинган ёзувлари асосида деворлари ғиштли ораёпмалари йиғма темирбетонли бинода қуйидаги диапазондаги частотага эга уч шаклли давр аниқланди:

$$\omega_1 = 2,8 \div 3,2 \text{ гц}, \omega_2 = 14,0 \div 17,0 \text{ гц}, \omega_3 = 47,0 \div 53,0 \text{ гц}, \\ \omega_1 = 3,0 \div 3,4 \text{ гц}, \omega_2 = 17,0 \div 20,0 \text{ гц}, \omega_3 = 57,0 \div 64,0 \text{ гц}. \quad (3)$$

Юқорида келтирилган маълумотлардан кўриниб турганидек, ушбу турдаги биноларни хусусий тебранишлари тўлиқ темирбетонли биноларга нисбатан бироз ортиқ бўлмоқда.

Зарба тўлқинли тебранишларни ғиштли турар жой биноларга таъсири уларни динамик хоссаларига боғлиқ ва хусусий тебранишлари T_0 даври билан, шунингдек, сўнишни λ логарифмик декременти (камайтиш таснифи) билан аниқланади. Бинонинг танасидаги динамик кучланишлар хусусий тебранишлар T_0 ни мажбурий тебранишлар T нисбатига боғлиқ. T ни T_0 га таққослаш нисбати кам бўлганда бино амалда ҳаракатсиз ҳолатда бўлади, ҳосил бўладиган динамик кучланишлар эса катта бўлмайди. Ушбу ҳолатни барча кўринишдаги зарба тўлқинли таъсирларда кузатиш мумкин.

Фойдаланилган приборлар ўлчовларидан олинган ифодалар (1-расм) ва (2-расм)

маълумотларга таяниб хусусий тебранишлар T_0 ва мажбурий тебранишлар T ни даврларини таққослаганимизда улар бир тартибга фарқланаётгани кўринди.

Грунтни тебраниш даври бионинг хусусий тебранишига (резонансга) яқин келса унинг юк кўтарувчи конструкцияларини бузилиш хавфи ошиб боради.

Резонанс ҳолатида тебраниш амплитудаси кескин ошади ва резонанс йўқлик ҳолатидагига кўра 2-3 баробар ортиқ бўлади. T ни қиймати ортиши билан тебраниш амплитудаси камаяди ва T_0 дан T кўп марта ортса бинолар асоси билан бирликда ҳаракатлана бошлайди. Бу ҳолда динамик кучланишлар резонансдагича аҳамиятли бўлмайди. [1-2]

Бинога юқори частотали зарба тўлқин таъсири берилган вақт ичида унинг тебраниш амплитудаси юқори бўлмаган ҳолатли реакцияси кузатилади.

Сўнг зарба тугагач бино ўзини паст частотали тебранишлари билан кечиккан реакция содир бўлади. Бинони тебраниш амплитудасининг максимал кўрсаткичи 0,3мм.дан ортмайди.

Ўрганишлар жараёнида зарба бинога нисбатан турли масофада ва турли йўналишларда берилгани туфайли тўлқин фронти йўналишини билиб олиш бироз қийинчилик келтирди. Шу муносабат билан кейинги тадқиқотларимизда зарба самарасини баҳолашда умумлаштирилган “ V_i^0 ” қиймати бўйича қабул қилиб олдик.

“ V_i^0 ” қиймати бинодаги тебраниш тезлигини шакллантирувчи компонентларни максимал қиймати асосида аниқланади:

$$V_i^0 = \sqrt{\dot{x}_i^2 + \dot{y}_i^2} \quad (4)$$

Қуйидаги 1.1-жадвалда келтирилган маълумотларга кўра ўрганиш жойидаги грунтни тебранишининг максимал интенсивлиги 6 балл билан, биноники эса 4 балл билан баҳоланди.

1.1-жадвал

Қобиклар қалинлиги, h мм	Бўшлик, l мм	r_0 мм	$P_{\max}$ кгс/см ²	α м/с	$t_{\max}$ млс
13,5	25	14,6	23,2	1250	2,8
20	21	14,25	25,5	1250	2,8

Инструментал маълумотларга кўра тез такрорланувчи зарбалар бинога зарар етказмаслигини кўрсатди.

Тажиба маълумотларни зарбалар кетма-кетлиги ва сонини эмперик боғлиқлигини апроксимациялаш учун (5) ва (6) мавжуд формулалардан фойдаланамиз [1-4]:

$$V = \kappa \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^n = \kappa (R_{np})^{-n} \quad (5)$$

Ушбу ифода зарба тўлқинини таъсирига баҳо бериш учун ҳисоблашдаги соддалиги ва универсаллиги билан амалий аҳамиятга эга. Шунинг учун формула (5) нинг ўнгдаги ва чапдаги фарқлигини барча четланишлар учун “ ε ” орқали қуйидаги кўринишда ёзиб чиқилган:

$$\kappa (R_{np})^{-n} - V_i = \varepsilon_i, \quad (i=1,2,3. \dots m) \quad (6)$$

Юқорида келтирилган услуб асосида, барча ўлчов нуқталаридан олинган инструментал ўлчашлардан фойдаланиб икки тенгламалар тизимини оламиз:

$$\sum_{i=1}^{12} \varepsilon_i = 0, \quad \sum_{i=1}^{16} \delta_i = 0. \quad (7)$$

Қатор математик ҳисоблашлардан кейин қуйидаги тенгламалар тизимига эга бўламиз:

$$\begin{aligned} 4,048 - 12 \cdot \text{Log} \kappa + 4,238 \cdot n &= 0, \\ -2,798 - 16 \cdot \text{Log} \kappa + 12,785 \cdot n &= 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Тенгламаларни ечиб, “ κ ” ва “ n ” доимийларни қийматини аниқлаймиз:

$$\kappa = 5,5; \quad n = 1,15 \quad (9)$$

ва буларни формула (5) га жойлаштириб, оламиз:

$$V = 5,5 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1,15} \quad (10)$$

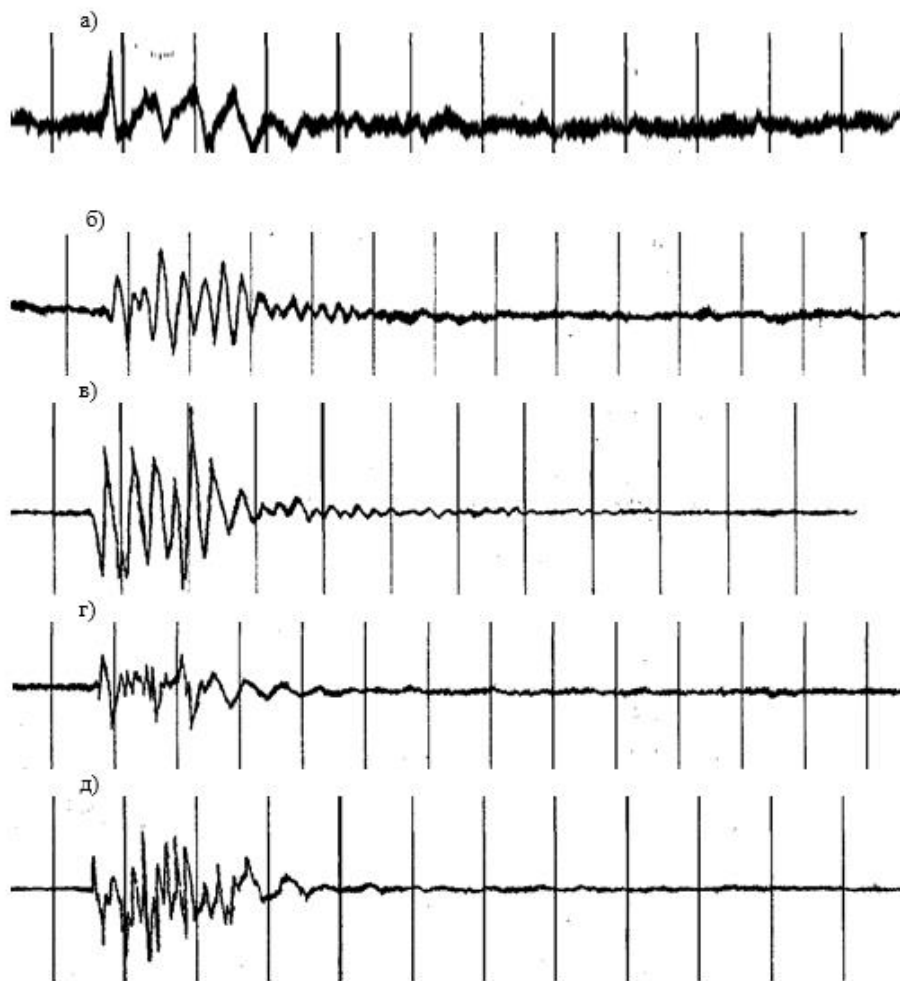
Зарба таъсири ўтказилган турли нуқталардан олинган ва ҳисобланган қийматларни таққослови ўтказилди. Жадвалда инструментал ва ҳисоблов маълумотларни нисбий баҳоланиши процентларда келтирилган. Зарбадан олинган ҳисоблов ва экспериментал маълумотларни грунтни тебраниш тезлигини ҳисоб қийматига бўлиш йўли билан аниқланган:

$$\Delta_{i, \text{отн}} = \left[\frac{V_i^{\text{э}} - V_i^{\text{р}}}{V_i^{\text{р}}} \right] \cdot 100\% \quad (11)$$

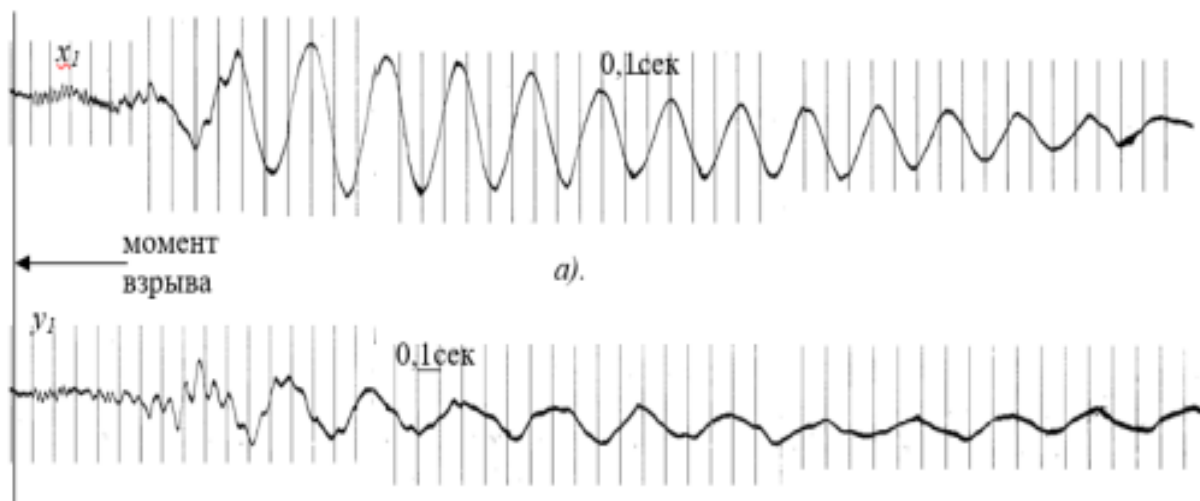
Бизда №1 ва №2 ўлчов нуқталаридан олинган нисбий хатолик ўртача: $\Delta_{\text{отн}} = 24,1\%$ ва $\Delta_{\text{отн}} = 30,3\%$ ни ташкил қилади. Барча ўлчов нуқталаридан олинган инструментал маълумотларни ҳисоблаш натижаларидан четланишлари $\Delta_{\text{нисбий}} = 27,2\%$ ни ташкил қилди.

Бошқа муаллифлар келтирган тебранишлар тезлигини аниқлаш усулларига нисбатан, таклиф этилган ҳисоблаш формуласи етарлича юқори аниқликка эга [3-4].

1 ва 2-расмларда зарба бериш вақтидаги грунтни ва бинони тебранишлари ёзилган.



1-расм. Зарба бериш вақтидаги тебранишлар.

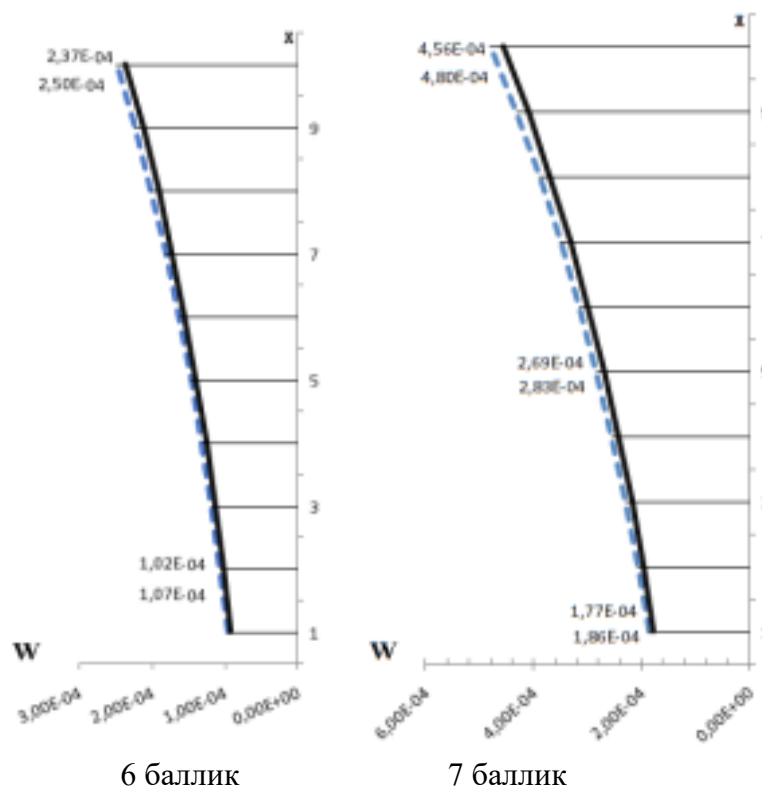


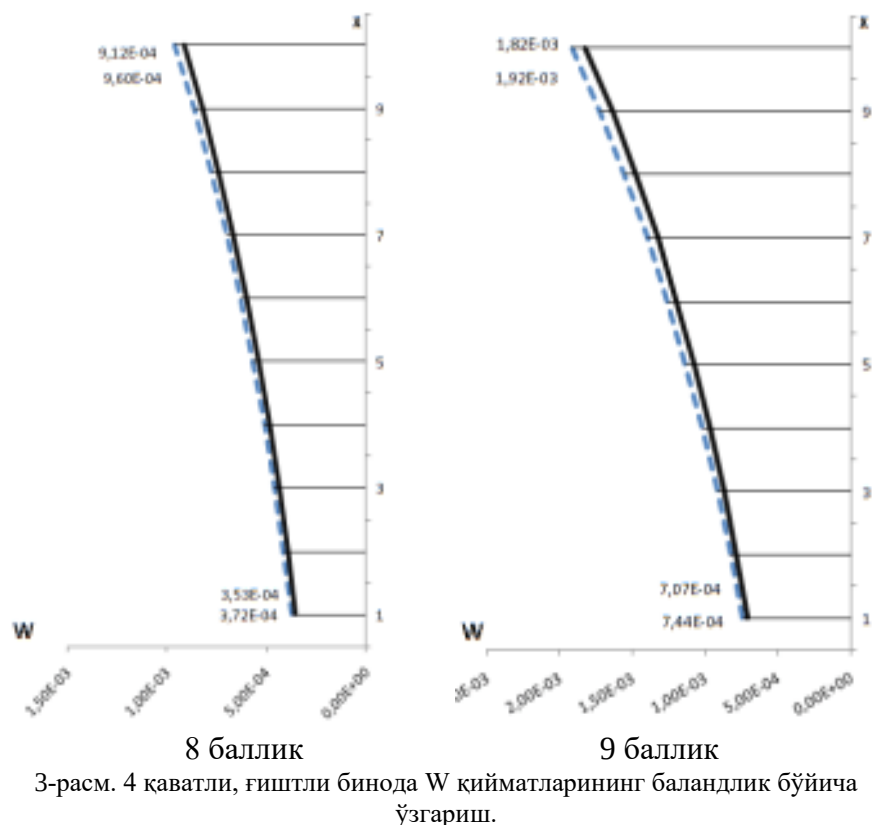
2-расм. Зарба бериш вақтидаги тебранишлар.

МСК-6 бўйича 6, 7, 8 ва 9 баллли zilzila таъсирлар остида 4 қаватли ғиштли турар-жой биносининг кўчиш ҳисоблари келтирилган. Сейсмик таъсирлар Y ва Z ўқлари бўйича таъсир этмоқда.

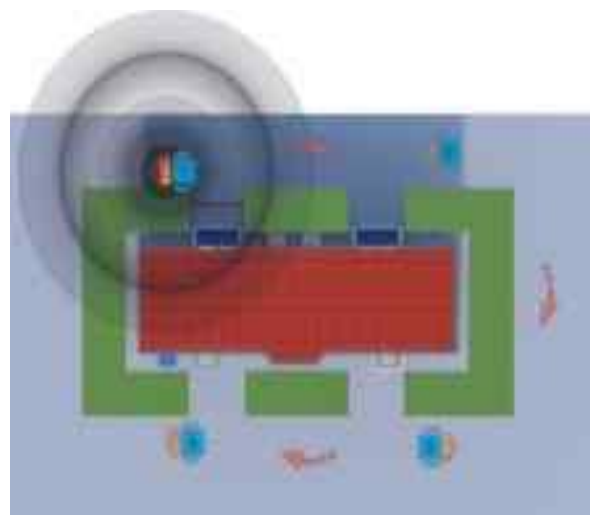
Бино конструкциянинг қуйидаги дастлабки маълумотлари учун ҳисоблар кўрилган: Ғиштли бино аралашма маркаси М50 ва ғишт маркаси М75. Эгилишга ишловчи пластинасимон элементлар: эластиклик модули $E=1000 \cdot 2 \cdot 13 \cdot 0,5=13000$ кгс/см²; ғишт деворнинг солиштирма оғирлиги $\gamma=1800$ кгс/м³; Пуассон коэффиценти $\mu=0.25$.

Ёпма ва ораёпма плиталари: бетон синфи В30, эластиклик модули $E=325000$ кгс/см²; бетоннинг солиштирма оғирлиги $\gamma=2500$ кгс/м³; Пуассон коэффиценти $\mu=0.2$. Геометрик ўлчамлар сифатида бинонинг эни, узунлиги ва қават баландлиги берилган. 4 қаватли турар-жой биносининг 6, 7, 8 ва 9 баллик сейсмик таъсирлар остидаги кўчишлар W қийматларининг баландлик бўйича ўзгариш қонуни 3–расмда кўрсатилган. Ҳисоблар шуни кўрсатадики (3–расм) W кўчишларнинг максимал қийматлари бинонинг юқори қаватларида аниқланган.





Графиклар белгиланган Y ўқи бўйича таъсир этаётган сейсмик таъсирларда кўчишларнинг қийматлари учун қурилган. Z ўқи бўйлаб таъсирлар Y ўқиға нисбатан камроқ. Расмларда ЛИРА 9.6 дастури орқали олинган сонли натижалар (узук чизиқлар билан) ва детонация усули билан олинган сонли натижалар (тўлиқ чизиқлар билан) қийматлари акс этган [8-9].



4-расм. 4 қаватли ғиштли бинода зарба детонациясини ва маълумот олишни ташкил этилиши.

Кўрилатган масалада тажриба ва ЛИРА 9.6 дастури орқали олинган сонли натижалар шуни кўрсатдики. Тадқиқот ҳисобларидан олинган натижалар ЛИРА 9.6 дастури кўрсаткичларига солиштирилганда 10-12 % га кам эканлигини юқоридаги графиклардан кўришимиз мумкин. Бу шуни англатадики ЛИРА 9.6 дастурида бино элементларининг боғланиш шартлари тўлиқ ҳисобга олинмаган.

Адабиётлар

- [1]. Тожиев Р.Ж., Юнусалиев Э.М., Абдуллаев И.Н. Бино ва иншоотлар конструкциялари зилзилибардошлигини Газодетонацион тўлқин таъсирида ўрганиш. Zamonaviy qurilish materiallari va Buyumlarini ishlab chiqarishda fan, Ta'lim va ishlab chiqarish korxonalari Integratsiyasini takomillashtirishning Yechimlari Xalqaro miqyosdagi Ilmiy-texnik konferensiya Materiallari 142-144 betlar 27-28 oktyabr 2022 yil.
- [2]. Нестерова О. П. (2019). К вопросу об использовании пролетного строения в качестве динамического гасителя колебаний мостовых опор. Бюллетень результатов научных исследований, (1), 24-30.
- [3]. Оценка технического состояния объектов частной жилой застройки Ферганской долины и разработка рекомендаций по обеспечению и повышению их сейсмостойкости (по последствиям прошедших и Ферганского землетрясений) 2011 г.: Отчет НИР (промежуточный за 2013 г.: ГНТП-А14-ФА-Ф052/ С.Ж.Раззаков // ИМ и СС. -Ташкент, 2014. -202 с.
- [4]. Ордобаев Б.С., Матозимов Б.С. Исследование проблем сейсмостойкости, сейсмозащиты, теплозащиты и шумозащиты зданий. Бишкек: Айат, 2014. 176 с.
- [5]. R.J.Tojiyev,I.N.Abdullayev,E.M.YunusaliyevComparability of estimates of the impact of gunpowder and gasdynamic explosionson the stability of buildingsand structuresE3S Web Conf. Volume 264 , 2021.
- [6]. E.M.Yunusaliyev, M.E.Madaliyev, A.Usmonov, N.A.Usmonova, X.Muhammadyoqubov Numerical study of flow around flat plate using higher-order accuracy scheme E3S Web of Conferences 365, 01011 (2023)
- [7]. E.M.Yunusaliyev, K.I. Maxsimov, K.K. Maxsimov Horizontally loaded piles in saline soils E3S Web of Conferences , 010 (2023) IPFA 2023
- [8]. E.M.Yunusaliyev, M.E.Madaliyev, Z.Abdulhayev, B.Otaqulov ,S.Yusupov, I.Ergashev, I.Toxirov Comparison of numerical results of linear and nonlinear turbulence models based on the rans approach E3S Web of Conferences 587, 01003 (2024)
- [9]. Э.М.Юнусалиев “Кўп қаватли биноларнинг сейсмик ҳамда ёнғин хавфсизлигини таъминлашнинг назарий ва экспериментал асосларини такомиллаштириш” Техника фанлари доктори (DSc) диссертация Тошкент 2023

SUV OMBORIDAGI AERATSIYALI OQIMNING KAVITATSIYA JARAYONIGA TA'SIRIDA SUV CHIQARISH QUVURNING DEFORMATSIYALANISH HOLATINI TADQIQ QILISH

S.J. Razzakov, O. Cho'iponov, T. Qosimov

Namangan muhandislik-qurilish instituti
[\(Qabul qilindi 12.12.2024 y.\)](#)

Maqolada Rezaksoy suv ombori suv chiqarish quvurida kavitatsiya jarayonini keltirib chiqarishi natijasida deformatsiya boshlanishini va aeratsion, kavitatsiya jarayoni boshlanishini axborotlash va uni boshqarishning nazariy, eksperimental usullardan biri kritik parametrlar usulidan foydanilgan.

Kalit so'zlar: *suv ombori suv chiqarish quvuri, , kavitatsiya jarayoni boshlanishi, eksperimental usullar, kritik parametrlar.*

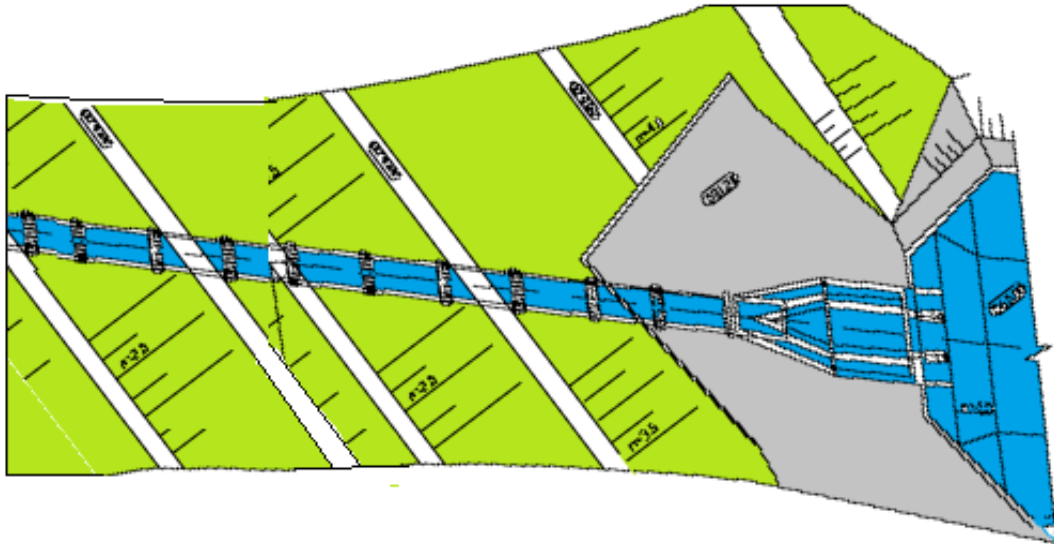
В статье использован один из теоретических и экспериментальных методов информирования и контроля начала деформации и начала процесса аэрации, кавитации в результате возникновения кавитационного процесса в водовыпускном трубопроводе Резаксойского пласта- метод критических параметров.

Ключевые слова: *Сливная труба резервуара, начало кавитационного процесса, методы эксперимента, критические параметры.*

In the article, one of the theoretical and experimental methods of informing and controlling the beginning of deformation and the beginning of aeration, cavitation process as a result of causing cavitation process in the Rezaksoy reservoir water outlet pipe, the method of critical parameters was used.

Key words: *Reservoir discharge pipe, beginning of cavitation process, experimental methods, critical parameters.*

Ma'lumki, aeratsiyaning Rezaksoy suv ombori suv chiqarish quvurida kavitatsiya jarayonini keltirib chiqarishi natijasida deformatsiya boshlanishini axborotlash muhim ahamiyatga ega. Aeratsion kavitatsiya jarayoni boshlanishini axborotlash va uni boshqarishning nazariy, eksperimental usullardan biri kritik parametrlar usuli hisoblanadi. Aeratsion kavitatsiya Rezaksoy suv chiqarish quvurini deformatsiyaga uchratishi orqali unda eroziya hodisasi yuz beradi. Shuning uchun kavitatsiyaning kritik qiymatini topish va u orqali kavitatsiya haqida ma'lumotga ega bo'lish zarur hisoblanadi.



1-rasm. Rezaksoy suv omborini suv chiqarish tizimi.

Bu usul orqali suv tashlash quvurining yemirilishiga sababchi bo'lgan kavitatsiya hodisasining kelib chiqishi uchun shartlar va uni kamaytirish usullari ishlab chiqiladi.

Bu usulda kavitatsiya parametrining kritik qiymati orqali kavitatsiyaning boshlanish jarayoni baholanadi va quyidagi tengsizlik kavitatsiya jarayonining boshlanmasligini bildiradi:

$$K \succ K_{kp} \quad (1)$$

Bu yerda: K – kavitatsiya parametri, K_{kp} - kritik kavitatsiya parametri.

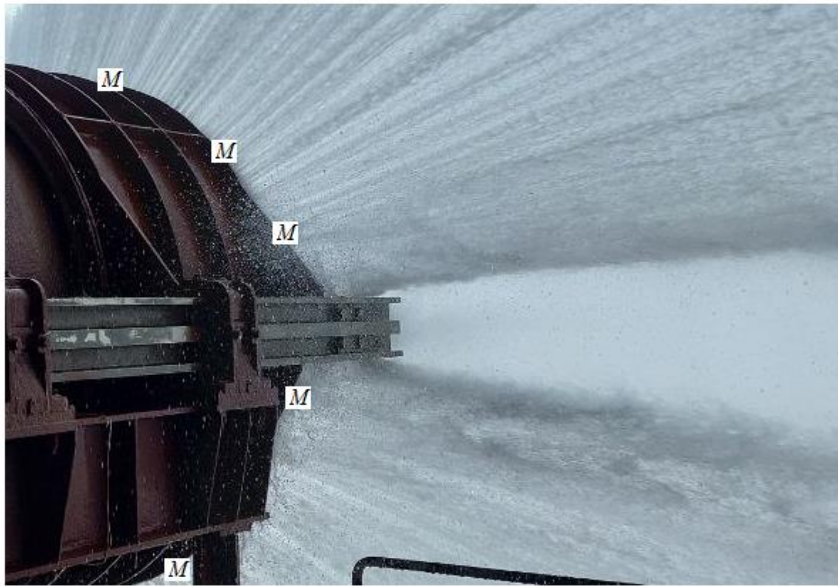
$$K = \frac{H_{xar} + H_{at}}{\frac{\rho_{xar}^2}{2g}} \quad (2)$$

K - kavitatsiya parametri yoki kavitatsiya soni; H_{xar} va ρ_{xar} - mos ravishda pezometrik bosim, metr suv ustuni va tezlik m/s, kavitatsiyaning qo'zg'oluvchi muhit atrofidagi bosim va tezlik, ma'lumki kavitatsiya boshlanishi uchun shu muhitdagi bosim par bosimidan kam bo'lishi kerak, tezlik ortgan sari bosim kamayishi fizikadan ma'lum; H_{at} - atmosfera bosimi;

Agar H_{xar} xarakterli bosim va xarakterli tezlik ρ_{xar} - to'g'ri olinsa, kavitatsiya parametri K_{kp} asosan muhitning, ya'ni quvurning qattiq chegarasiga bog'liq bo'ladi. Muhit qattiq chegarasida kavitatsiyaning yetilishi uchun sharoit yaratiladiki, bu sharoit orqali kavitatsiya parametri K_{kp} turli qiymatlarini qabul qiladi. Kavitatsiya sonining K_{kp} bu qiymatlari suv tashlash inshootining konstruksiyasini moslashga xizmat qiladi va muhandislik hisoblarini soddalashtirishga sabab bo'ladi. Suv tashlash inshootining har bir elementi uchun mos keluvchi optimal qiymatlarni topish uchun oldindan hisob ishlarini olib boriladi va H_{xar} va ρ_{xar} har bir mos qiymatlari tanlab olinadi. Bu ishlarni algoritim tuzib, optimallashtirish usullari bilan amalga oshiriladi.

Rezaksoy suv ombori bosimli quvuri bosh qismidagi xarakterli H_{xar} bosim va xarakterli ρ_{xar} tezlikni belgilab olamiz. Ma'lumki, suv oqimi uzluksiz muhitni tashkil etadi. Shuning uchun

Rezaksoy suv ombori bosimli egri chiziqli quvuri bosh qismidagi, yuqorida keltirilgan, xarakterli H_{xar} bosim va xarakterli g_{xar} tezlikni qaraymiz.



2-rasm. Suv chiqarish quvurini deformatsiyaga keltiruvchi kavitatsiyaning paydo bo'lishi.

Kavitatsiya quvur sirtining bosimi par bosimdan ham kamaygan M nuqtasida sodir bo'ladi va quyidagi tengsizlik bajarilishi orqali topiladi:

$$H' + H_a - \frac{g^2}{2g} - \zeta_{kir} \frac{g^2}{2g} - C_{marqoch} \frac{g^2}{2g} - C_{tur} \frac{g^2}{2g} \leq 0 \quad (3)$$

Tenglamadagi ba'zi kattaliklar quyidagicha ma'noni anglatadi:

bu yerda g - oqimning quvurdagi o'rtacha tezligi;

ζ_{kir} - oqimning quvurga kirishidagi qarshilik koeffitsienti;

$C_{marqoch}$ - markazdan qochma kuchlar ta'sirida bosimning kamayish koeffitsienti; C_{tur} - turbulentlik koeffitsienti.

Egri chiziqli quvurda oqim tezligi quvur aylanasi uzunligiga urinma bo'ylab yo'nalishi tufayli Koriolis kuchlari paydo bo'ladiki bu kuch markazdan qochma kuchni vujudga keltiradi. Kavitatsiya hosil bo'lishining kritik holati quyidagi tengsizlik orqali tekshiriladi:

$$H' + H_a - (1 + \zeta_{kir} + C_{marqoch} + C_{tur}) \frac{g^2}{2g} \leq 0$$

$$H' + H_a - K_{kp} \frac{g^2}{2g} \leq 0 \quad (4)$$

(3) tengsizlikdan kavitatsiyaning kritik koeffitsientini belgilab olamiz va u quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$K_{kp} = (1 + \zeta_{yuq} + C_{ib} + C_{tur})$$

(3) tengsizlikdan kavitatsiyaning kritik koeffitsientini (parametrini) topamiz va quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$K = \frac{H' + H_a}{\frac{g^2}{2g}}$$

U holda kavitatsiyaning boshlanish sharti:

$$H' = H_{kav}$$

bosim va tezlikning va bosimning qiymatlariga bog'liq bo'lgan holda quyidagi shartlar orqali topiladi:

$$\mathcal{G}' = \mathcal{G}_{xar}$$

$$\frac{H' + H^{abc}}{\mathcal{G}^2} = K \leq K_{kp} = 1 + \zeta_{ex} + C_{y\phi} + C_{mypo} \quad (5)$$

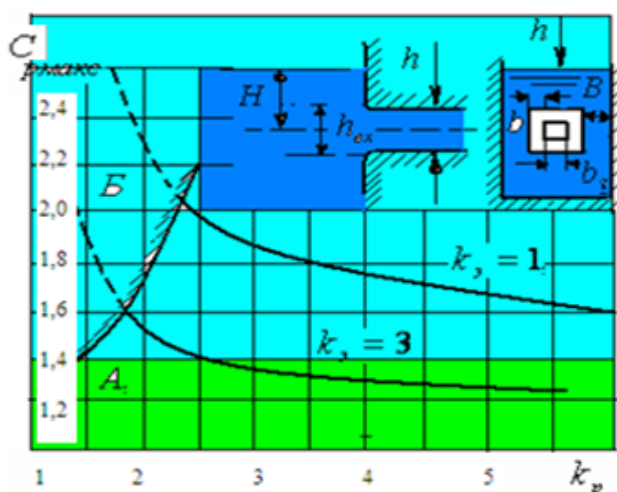
$$\frac{1}{2g}$$

Bu tengsizlikdan bosimli quvurlarning bosh qismidagi bosimni H_{xar} , ya'ni, yuqori be'fda hisobga olinayotgan nuqtadagi bosimga, ya'ni H' ga va $\mathcal{G}_{xar}$ tezlikni esa quvurdagi o'rtacha tezlikka $\mathcal{G}' = \mathcal{G}_{xar}$ teng deb qabul qilamiz.

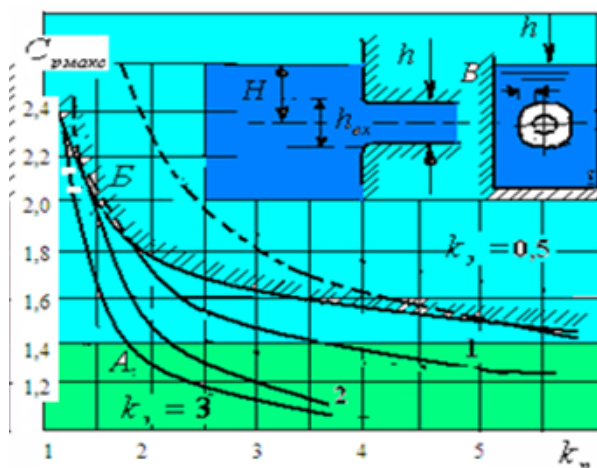
Qo'llanmalarda keltirilgan qiymatlarni qo'llashdan oldin xarakterli kavitatsiya koeffitsienti H_{xar} - ning haqiqiy qiymati xarakterli tezlik $\mathcal{G}_{xar}$ qiymatining to'g'ridan-to'g'ri kavitatsiyaning boshlanishini modellashtirilgan eksperimentidan olingan qiymati orqali olinishini taqozo etadi.

3-rasmdagi $S_{rmax} = f(k_p, k_e)$ - funksiya bosimli quvurlarga kirayotgan bosimning boshlang'ich kirishidagi qismining devorlari parallel bo'lgan uchastkalariga to'g'ri keladi.

1-Rezaksoy suv ombori suv tashlash quvuridagi nuqta bo'lib, bu nuqta, kavitatsiyani to'g'ridan to'g'ri tekshirish orqali olingan nuqta; A - uzluksiz oqim sohasi; B - uzlishga ega oqim sohasi (4-rasm); 3-rasmda esa Rezaksoydagi doiraviy quvur bosh qismi keltirilgan bo'lib, kavitatsiyaning bosim o'zgarishi orqali sodir bo'lishi ko'rsatilgan. 4-rasmda Rezaksoydagi kvadrat kesimga ega bo'lgan quvurdagi eroziya jarayoni keltirilgan.



3-rasm. To'g'ri burchakli quvurlar bosh qismiga kirishda funksiyani o'zgarishi,
 $S_{rmax} = f(k_p, k_e)$



4-rasm. Doiraviy quvurlar bosh qismiga kirishda
 $S_{rmax} = f(k_p, k_e)$
 funksiyani o'zgarishi

Ushbu tadqiqot ishi "Namangan muhandislik-qurilish instituti" hamda "Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy tekshirish institutlarida "Suv omborlari va ularning havfsizligi" laboratoriyasida olib borilgan. Bu laboratoriyadagi qurilmada xarakterli H_{xar} bosim va unga mos keladigan xarakterli $\mathcal{G}_{xar}$ - tezlik oqim eksperimental lotoklarida yaratilgan. Tezlik va bosim o'zgartirish natijasida kavitatsiya jarayonining boshlanishi ma'lum bo'ldiki, kavitatsiya soni K_{kp} - eksperiment orqali topildi va uning ifodasi quyidagi tenglamani qanoatlantirishi aniqlandi:

$$K_{kp} = \frac{H'_{xap} + H_a}{\frac{\mathcal{G}_{xap}^2}{2g}} \quad (6)$$

Laboratoriyadagi fizik modellarda tadqiqot qilingan kavitatsiya qiymatlarini topish uchun olib borilgan izlanishlar qimmat va qiyin. Ya'ni ularni qurish uchun quvurlar va maxsus laboratoriyalar tashkil etildi. Shularni e'tiborga olib ko'p harajat ketmaydigan usullarni topish muammosi paydo bo'ldiki, bu usul yuqorida keltirilgan usullarga qaraganda soddaroq bo'lsin. Bunday usullardan biri sifatida K_{kp} -kavitatsiyaning xarakterli koeffitsientini topish usulini keltirish mumkin. Bu usulda

oqimning uzluksizlik xossasidan foydalanib, quyidagi tenglikni yozamiz: $\zeta_{bx} = S_{mqoch} + S_{turb}$

ζ_{bx} - oqim kirishiga qarshilik ko'rsatish koeffitsienti;

S_{mqoch} - markazdan qochma kuch hisobiga vujudga keluvchi koeffitsient;

S_{turb} - turbulentlik koeffitsienti bo'lib, kichik qiymatga ega bo'lganligi tufayli hisobga olmaslik mumkin. Bundan tashqari, minimal bosim sharoitida quvurning bosh kirish qismida, tezlik katta bo'lishi orqali, bosim minimal bo'lishi ro'y beradi. Bosimning minimal bo'lishi holati esa kavitatsiya koeffitsientini quyidagicha yozish imkonini beradi:

$$K_{kp} = (1 + S_{\max b}) + S_{turb} = \bar{S}_{p \max} + S_{turb} \quad (7)$$

Bu yerda:

$$(1 + S_{\max b}) = \bar{S}_{p \max} = \frac{\Delta H}{\frac{g^2}{2g}}$$

$\bar{S}_{p \max}$ - pezometrik bosim koeffitsientining maksimal tushishi;

S_{turb} - oqimning quvurning M nuqtasidagi kirishdagi bosimi pulsatsiyasining koeffitsienti;

$S_{\max b}$ - aktual bosimning eng katta (maksimal) tushish koeffitsienti.

Demak, $S_{\max b}$ - bu holatda bosimning pezometrik va pulsatsion tashkil etuvchilarining quvur devoridagi qiymatini o'lchash orqali aniqlanadi. $S_{\max b}$ - qiymati quvurga kirish boshining chizmasi orqali belgilanadi. Quvurning oqim kiruvchi bosh qismini olishda $S_{\max b}$ - koeffitsientdan tashqari shaklining soddaligi, uning o'lchamlari, oqimning suv tashlash inshootidagi boshqa oqimlar bilan gorizontall yoki boshqa traktidagi ostonasi, kamerasining zatvori va boshqa elementlari ham hisobga olinadi.

Katta bosimli yoki chuqurligi katta bo'lgan inshootlarda bosimli suv o'tkazgichlarning optimal shakli sifatida elliptik va aylanma bosh qismlar qabul qilinadi. Bunday qabul qilingan shakllarni elliptik shaklning xususiy hollari sifatida qarash mumkin. Suv chiqarish inshootlari quvurlarining yoki suv tashlash inshootlarining bunday chizmasini quvurning qattiq chegaradasidagi (2-rasm) ellips ko'rinishida bo'lishidan uning elliptik ko'rinishini elleps tenglamasi orqali quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{\left(\frac{x}{h}\right)^2}{k_s^2(k_p - 1)^2} + \frac{\left(\frac{y}{h}\right)^2}{(k_p - 1)^2} = 0 \quad (8)$$

Bu yerda: k_s - ellipsning yarim o'qlari nisbati $\frac{a}{b}$; $k_p = \frac{h_{ax}}{h}$ - belgilar esa, quvur bosh qismining qanchalik darajada qisilishini bildiradi.

Agar quvur bosh qismi doiraviy bo'lsa, yarim o'qlari o'zaro teng bo'lib, uni quyidagicha aylana tenglamasi orqali yozamiz:

$$k_s = 1. \frac{1}{h^2} (k_p - 1)^2 = \frac{1}{r^2} \text{ va } x^2 + y^2 = 1 \quad (9)$$

Tadqiqot natijasida asosan quvurning kirish ogolovkalari sifatida ogolovkalarning quyidagi shakli qabul qilinadi: tekis (ikki o'lchovli) va fazoviy, ko'ndalang kesimi to'g'ri burchakli va doiraviy suv

o'tkazgichlar uchun chizmalar 2 va 3- rasmlarda keltirilgan. Shu bilan bir vaqtda shu 3-rasmda quyidagi bosim tushishining maksimal qiymati uchun bog'lanish berilgan bo'lib, bu bog'lanishning grafigi keltirilgan:

$$S_{r\max} = f(k_e, k_p)$$

Yuqoridagi bog'lanish o'tkazilgan tajribalardan olingan bo'lib, topilgan bog'liqlik orqali o'tkazilgan tajribalarda kavitatsiyasiz oqim paydo qilishga erishilgan. Shu tajribalardan aktual bosimning maksimal tushish koeffitsientini quyidagicha topiladi:

$$S_{r\max} = \bar{S}_{b\max} + S_{turb} \quad (10)$$

(10) formuladagi $\bar{S}_{b\max}$ - oqimda bosimning maksimal tushish qiymatlari [74,75] ishlardagi natijalaridan olinadi. Ye.I.Dubinchikning ishlaridagi bosimning maksimal tushish koeffitsienti $S_{r\max}$ - qiymatlari uchun katta modellarda olgan natijalari boshqa avtorlar olgan natijalarga qaraganda 10% ko'pdir.

Ye.I. Dubinchikning natijalari turli usullar, ya'ni qaralayotgan kesmalarni turli kesimlarga ajratish hamda shu ajratilgan kesmalarda (k_s, k_p) - koordinatalarga o'tish usullari orqali ko'p hadli, ya'ni interpolatsion formulalarga keltirildi. 2,a - rasmda A - uzluksiz oqim sohasi; B - uzulishga ega oqim sohasi bo'lib qaraladi.

Minimal bosim sohasi chegaraviy qatlamda joylashgan bo'lib qattiq devordan iborat deb olinadi. 3 - rasmda A - uzluksiz oqim sohasi; B - uzulishga ega oqim sohasi. B. M. Chikvashvili o'z tajribalarida $k_s = 1$ deb oladi va bosh ogolovka aylanadan iborat deb faraz qilinadi. Yuqorida keltirilgan 3- rasmda aktual bosimning pulsatsion bosimni hisobga olgan holdagi maksimal kamayishi $S_{r\max}$ keltirilgan bo'lib, to'g'ri burchakli teshikli quvurlarda minimal bosim ularning burchaklariga yaqin qismida kuzatilib, kavitatsiyaning paydo bo'lishiga mos keladigan bosim hosil qiladi. $S_{r\max}$ - koeffitsientning to'g'ri burchaklardagi qiymati, quvur o'qidagi qiymatidan 20% katta bo'lib, S_{turb} - turbulent bosimning bir ondagi maksimal qiymati quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$S_{turb} = 4S_{0turb}$$

Bu yerda: S_{0turb} - pulsatsiyaning standart bosimi hisoblanib, bosim tushishining maksimal qiymati bo'lib, oqimning quvurga kirishidagi maksimal tushishini ko'rsatadi va shu nuqtada kavitatsion jarayon paydo bo'lishi ehtimoli yuzaga keladi.

Bu keltirilgan tajriba asoslari B. M. Chikvashvili natijalari orqali olingan qiymatlar bo'lib, bosim pulsatsiyasi bosimning maksimal kamayishi nuqtasida olingan qiymati hisoblanadi.

Yuqorida keltirilgan mulohazalardan ma'lumki, $S_{r\max}$ aktual bosimning maksimal tushish koeffitsienti oqimning quvurga kirish qismi boshining yuqori befga nisbatan qanchalik chuqurlikda joylashganligini ko'rsatadi. Agar bosim o'zgarishi $H > (5-7)h$ oraliqqa mos kelsa, keltirilgan shart bajariladi va amalda kavitatsiyaning paydo bo'lishida, chuqurlikning ta'siri $S_{r\max}$ kamroq bo'ladi. Quvur bosh qismining chizig'i oqim bo'ylab o'zgarmasa, ya'ni bir xil bo'lsa, to'g'ri burchakli kesimga ega bo'lgan quvurlarga qaraganda doiraviy kesimga ega bo'lgan quvurlarda kavitatsiyaning sifati yaxshiroq ko'rinadi.

Masalan, $k_s = 1$ bo'lsa, quvur bosh qismi doiraviy bo'ladi va uning koeffitsienti $k_s = 2$ bo'lgandagi qiymatdagi bosim tushish koeffitsienti $-S_{r\max}$ aktual bosimning maksimal tushish koeffitsientiga teng bo'ladi: Tekis quvurdagi oqimning shakli murakkabroq va qimmat bo'lib, har ikki chuqurlikning (bichkaning) orasida joylashgan bo'ladi. Quvurning o'tish qismi konstruksiyasini murakkablashtirib yuboradi.

Ko'pgina tajribalarda $S_{r\max}$ aktual bosimning maksimal tushish koeffitsientini kamaytirish maqsadida fazoviy to'g'ri bo'lgan quvur bosh qismining doiraviy radiusini - $r \approx 0,2a$ deb olib, aylana shakliga keltirishga harakat qilinadi.

Yuqoridagi 2- rasm va 3- rasmda keltirilgan quvur bosh qismlarida oqim uzulishga ega bo'lib o'tadi, (5 zona), minimal bosim esa quvur devoridan oqim ichkarisiga, ya'ni oqimli quvur ichkarisiga qarab siljiydi, $S_{r\max}$, bosimning maksimal tushish koeffitsientining devordagi qiymati aktual bosimning oqim ichidagi minimum qiymatini beradi. Bunday bosimlar farqi egri chiziq bo'ylab yo'nalgan bo'lib, B -zonaning chuqurligi bo'yicha ortib boradi. Olingan formulalardan shuni aniq aytish mumkinki, oqim quvurning tubidagi ostonasida kavitatsiya koeffitsientidan hisob ishlarida foydalanish mumkin.

Bu hisoblarda quvurning ostonasi va tubi o'q chiziq sifatida olinadi. Oqim bosh qismining 3-rasmdagi haqiqiy chizmasi haqiqatdagi oqim chizmasidan biroz farqlanishi mumkin. Ma'lumki oqimning suv tashlash quvuridan chiqishdagi holati gorizontaal ostona kabi quriladi va (jumrak, suv yopg'ich) zatvor va oqim ostonasi nishab qilib olinadi. Ba'zi chuqur suv tashlash inshootlari quvurlarida oqimning boshlag'ich kirish qismini katta ishonch bilan qurish murakkab bo'lib qolaveradi. Bu kabi murakkab eksperiment natijalari A.A.Rimkusning ishlarida [44] keltirilgan.

Адабиётлар

- [1]. Павловский Н. П. Краткий гидравлический справочник. Стройиздат, 1940.
- [2]. Попов К. В. Гидротехнические сооружения, СХГ, 1956.
- [3]. Рахматулин Х.А. Основы газодинамики взаимопроникающих движений сжимаемых сред. Прикладная математика и механика. Том 20.1956. Институт механики Академии наук. Выпуск №2.
- [4]. Рахматулин Х.А., Хамидов А.А. Обосесимметричных струйных течениях газа. – Докл. АН Узбекистана. – 1976. – № 9.

**МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОМ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В
ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ**

С.Ф. Эргашев, А.А. Рахимов

Ферганский политехнический институт

E-mail: fesirojiddin@bk.ru

(Получена 10.01.2025 г.)

Annotasiya: Quvvat tizimlarining ko'lami kengaygani sayin, shamol energetik qurilmalarini energiya samaradorligini tahlil qilish hamda aktiv va reaktiv quvvatlarni oqimi uning xosil bo'lish sabablari va reaktiv quvvat oqimini boshqarish orqali samaradorlikka erishish usullari o'rganib tahlil qilindi.

Таянч сўзлар: Quvvat oqimi, statik kuchlanish barqarorligi, kuchlanishni boshqarish, tarmoqqa integratsiya qilish qobiliyati, shamol elektr stantsiyalari, shamol generatorlari, energiyani tejash, vertikal va gorizontal o'qli shamol turbinasi, faol va reaktiv quvvat, quvvat oqimi, kompensatsiya moslamasi, reduktor, reaktiv quvvat oqimini boshqarish.

Аннотация: По мере расширения масштабов энергосистем анализ энергоэффективности ветроэнергетических установок, а также потоков активной и реактивной энергии был проанализирован путем изучения причин ее генерации и способов достижения эффективности за счет управления потоками реактивной энергии.

Ключевые слова: Поток мощности, стабильность статического напряжения, управление напряжением, возможность интеграции в сеть, ветряные электростанции, ветрогенераторы, энергосбережение, ветряная турбина с вертикальной и горизонтальной осями, активная и реактивная мощность, поток мощности, компенсационное устройство, редуктор, управление потоком реактивной мощности.

Abstract: As the scale of energy systems expanded, the analysis of the energy efficiency of wind power plants, as well as active and reactive energy flows, was analyzed by examining the causes of its generation and ways to achieve efficiency through the management of reactive energy flows.

Key words: Power flow, static voltage stability, voltage control, possibility of integration into the grid, wind farms, wind generators, energy saving, wind turbine with vertical and horizontal axes, active and reactive power, power flow, compensation device, reducer, reactive power flow control.

Альтернативная электроэнергетика на базе возобновляемых источников продолжает оставаться прогрессивным путем развития тепло энергетического комплекса Узбекистана. В последние годы, особенно большое внимание уделяется строительству солнечных и ветряных электростанций. В частности стремится увеличить мощность ветроэнергетики до 3-5 гигаватт (ГВт) к 2030 году. Это значительно превышает имеющиеся в настоящее время мощности ветроэнергетики. В ближайшие годы планируется увеличить долю ветроэнергетики в общем объеме производства энергии до 25-30%. Однако подавляющее большинство солнечных и ветровых электростанций в нашей стране используют импортное оборудование и имеют проблемы, как с собственной генерацией, так и адаптацией с общей системой электроснабжения[1].

В отличие от СЭС ветровые электростанции (ВЭС) требуют меньше стартовых инвестиций, более продуктивны по генерации энергии, однако предельно зависимы:

От ветрового подпора (скорости, распределения ветра), причем прогнозирование отличается неопределенностью и низкой предсказуемостью, что повышает риски нестабильности всей системы и баланса реактивной мощности, избыток которой приводит к повышению сетевого напряжения, а дефицит – к провалам. (Рис.1).



Рис1. Зависимость изменения нагрузки от скорости ветра в течение суток.

Для ветряных электростанций к природно-климатическим факторам, оказывающим существенное влияние на колебание величины реактивной мощности, можно отнести:

- при сильных продолжительных ветрах с порывами до 40 м/с лопасти ветрогенератора могут мгновенно набирать слишком большую скорость, что приводит к повышению напряжения и, как следствие, увеличению реактивной мощности;
- пыльные бури со временем могут привести к дефектам поверхности лопастей, а следовательно, и к уменьшению коэффициента полезного действия ветрогенератора и изменению баланса реактивной мощности

Основные причины потерь и снижения качества электроэнергии на ветровых электростанциях является реактивная мощность.

Реактивная мощность - это величина, используемая для описания энергетических колебаний между источником и нагрузкой в электрической системе. Это не то же самое, что активная мощность, которая фактически преобразуется в полезную работу или тепло.

Реактивная мощность играет значительную роль в функционировании энергетической системы. Однако, при оценке надежности электрической системы, внимание реактивной мощности практически не уделяется. При традиционных подходах к оценке надежности систем энергоснабжения в качестве предельных значений реактивной мощности источников энергии принимаются фиксированные максимальные и минимальные величины. Неисправности источников реактивной мощности учитываются крайне редко. Мало изучены подробные причины нарушений работы сети в аварийных ситуациях. Для смягчения нарушений работы сети традиционно используется снижение активной мощности нагрузки, не учитывая важную роль мощности реактивной.

Реактивная мощность является основным условием поддержания стабильности напряжения энергосистемы. Предполагается, что достаточный запас реактивной мощности позволит поддерживать целостность энергосистемы в послеаварийных режимах при случайных отказах источников реактивной мощности. Будучи хорошо отлаженной вспомогательной службой, средства обеспечения реактивной мощностью и регулирования напряжения играют жизненно важную роль в функционировании энергетической системы. Масштабные аварийные ситуации обычно возникают в тяжело нагруженных системах, которые не обладают достаточным запасом реактивной мощности. Тяжело нагруженные системы обычно характеризуются высоким потреблением реактивной мощности и потерями реактивной мощности в линии электропередач. При аварийной ситуации активная

составляющая мощности существенно не изменяется, тогда, как поток реактивной мощности может измениться весьма значительно[2,3,4].

Это происходит из-за того, что падение напряжения на шине из-за отказа элемента сети приводит к уменьшению потока реактивной мощности от емкости линии и конденсаторов конденсаторной установки. Следовательно, необходимо иметь весьма значительный запас реактивной мощности, чтобы обеспечить потребности в реактивной энергии в послеаварийном режиме. Реактивная мощность, которая может быть поставлена энергосистемой, зависит от конфигурации сети, режима работы и расположения источников реактивной мощности. Реактивная мощность является ключом к решению проблем с сетевым напряжением при работе энергосистемы и должна учитываться при оценке надежности системы[5].

Таким образом, существующих показателей надежности недостаточно для проектировщиков и диспетчеров энергосистем для осуществления рационального планирования и эффективного управления.

Существует три момента, отличающие реактивную мощность от активной при эксплуатации энергосистемы, и которые следует учитывать при оценке надежности. Во-первых, передавать реактивную энергию на большие расстояния неэффективно из-за больших потерь в линиях электропередач, и напряжение на шине весьма чувствительно к реактивной мощности. Таким образом, дефицит реактивной мощности в слабо связанных сетях обычно компенсируется локально, на месте. Во-вторых, важнейшей ролью реактивной мощности является поддержание стабильности напряжения эксплуатационной надежности энергосистемы.

Управление реактивной мощностью на ветряных электростанциях имеет решающее значение для эффективного использования электроэнергии местного производства, поскольку реактивная мощность играет важную роль в обеспечении стабильности напряжения в сети, а также в эффективной работе систем передачи и распределения энергии[3].

Ветряные турбины требуют управления реактивной мощностью с точки зрения производительности и сетевой интеграции. Одним из способов в полной мере использовать электроэнергию, вырабатываемую в основном ветряными турбинами, является управление потоком реактивной энергии. Существуют различные способы управления реактивной мощностью на ветряных электростанциях, в том числе: 1) решения на основе силовой электроники (современные инверторы), 2) стационарные или динамические конденсаторные батареи, 3) автоматические регуляторы напряжения, 4) интеграция в сеть и поток реактивной мощности, 5) динамическое управление реактивной мощностью с помощью инверторов, 6) гибкие системы передачи переменного тока, 7) экологические соображения[4].

По этой причине т.е. для управления реактивной мощностью с точки зрения производительности и сетевой интеграции современные ветрогенераторы оборудуют частотно-регулируемым приводом, ШИМ преобразователями, подключают к автоматизированным системам диспетчерского управления (АСДУ), а для снижения рисков пере- или недокомпенсации реактивной мощности на фундаментальной частоте и локализации гармонических возмущений от преобразователей в силовую сеть интегрируют пакетные технические решения из конденсаторных установок, шунтирующих реакторов, пассивных и активных фильтров гармоник.

Количество энергии, передаваемой ветроэлектростанцией, радикально отличается от количества энергии, вырабатываемой воздушным потоком. Поскольку часть энергии воздушного потока поступает в лопасти ветроколеса, редукторы и генераторы будут расходоваться впустую. Количество затраченной энергии учитывается коэффициентом использования энергии ветра.

Обычно энергия ветра определяется действием определенного поля, расположенного перпендикулярно ветру, т.е.

$$N_{(\text{поток ветра})} = 0,0049 \cdot \rho_{(\text{воздух})} \cdot V \cdot F$$

Где: ρ - плотность воздуха (относительно температуры и атмосферного давления), кг/м³; V -скорость воздушного потока, м/с; F -поверхность поля,

Энергия ветра, определяющая диаметр ветроколеса на поверхности поля, расположенной перпендикулярно направлению ветра, позволяет рассчитать мощность устройства по формуле, приведенной ниже[7]:

$$N_{(\text{ветро энер уст})} = 0.00386 \cdot q \cdot V \cdot D^2 \cdot \xi_{par} \times \eta_{red} \times \eta_{gen}$$

Где: D - диаметр рабочего колеса, м, $\eta_{red} \times \eta_{gen}$ - полезные рабочие коэффициенты редуктора и генератора; ξ_{par} - энергия воздушного потока растрачивается впустую на крыльях.

Подсчитано, что коэффициент использования энергии ветра ветряными турбинами может составить до 48%, общая полезная работа ветряных турбин будет еще меньше. Ветряные турбины в основном расположены перпендикулярно направлению ветра. Количество лопастей мощности ветряной турбины не определяет диаметр рабочего колеса. Мощность ветряной турбины пропорциональна скорости ветра, количество лопастей рабочего колеса обратно пропорционально [7]:

$$N_{(\text{ветро энер уст})} = f\left(\frac{V}{n}\right)$$

Преобразование механической энергии, генерируемой воздушным потоком, в электрическую осуществляется ветряными турбинами. На данном этапе основное внимание уделяется эффективности генератора. На рис.1 показано принципиальная схема ветроэнергетической установки с асинхронным генератором двойного питания (DFIG). Асинхронный генератор с двойным питанием (DFIG) представляет собой разновидность асинхронного генератора с фазным ротором и широко используется в ветряных турбинах благодаря своим возможностям регулирования частоты вращения и эффективному преобразованию энергии. Это не только основной компонент ветряной турбины с переменной скоростью и постоянной частотой, но и один из ключевых компонентов локализации ветряной турбины

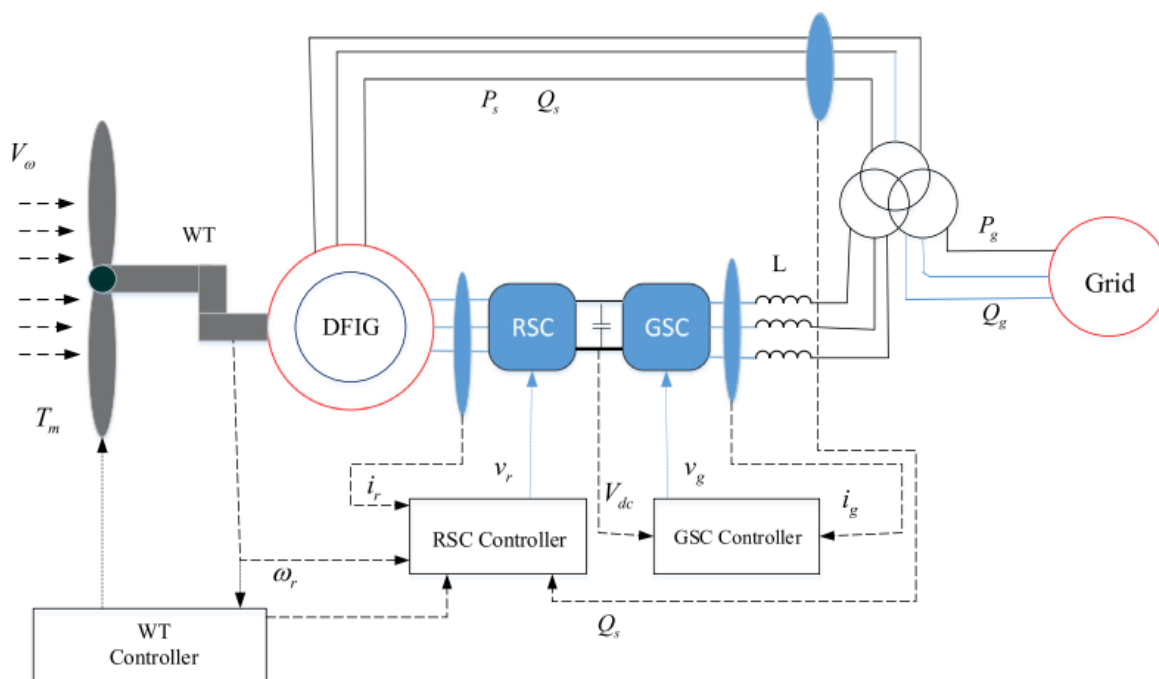


Рис.2. Принципиальная схема ветроэнергетической установки с асинхронным генератором двойного питания (DFIG) [1].

Генератор в основном состоит из корпуса двигателя и системы охлаждения. Корпус двигателя состоит из статора, ротора и подшипниковой системы. Система охлаждения разделена на три структуры: водяное охлаждение, воздушное охлаждение и воздушное охлаждение. Вращающийся вал генератора на приводном конце соединен с коробкой передач через муфту для передачи механической энергии. Статор напрямую связан с электросетью. Ротор соединен с электросетью через четырехквadrанный преобразователь. Частота, напряжение, амплитуда и фаза автоматически регулируются преобразователем частоты в соответствии с рабочими требованиями[7]. Блок может осуществлять выработку электроэнергии с постоянной частотой на различных скоростях, чтобы соответствовать требованиям по мощности нагрузки и подключению к сети. Благодаря использованию возбуждения переменного тока генератор и энергосистема образуют «гибкое соединение», то есть ток возбуждения можно регулировать в соответствии с напряжением сети, током и скоростью генератора, а выходной ток генератора можно точно определить и скорректировать в соответствии с требованиями[3-4].

Одним из главных преимуществ асинхронного генератора двойного питания является то, что управление активной и реактивной мощностью основано на соответствующем векторе напряжения на роторе, и предполагается, что обратная связь используется для уменьшения вибрации генератора через отдельный контроллер.

Основным преимуществом данной принципиальной схемы ветрогенератора является то, что она предлагает новый способ управления энергией для современных ветроэнергетических систем на основе асинхронного генератора с постоянной частотой переключения для улучшения характеристик генератора[1].

Контроллер выключает турбину при более высоких скоростях ветра, чтобы избежать повреждения различных частей турбины.

Кроме того, контроллер обеспечивают стабильность и эффективность электрогенерации, защиту оборудования от повреждений и срыва сети. Контроллеры позволяют также контролировать и настраивать различные параметры работы ветрогенератора, такие как напряжение, ток и частота вращения лопастей. Они также осуществляют мониторинг и управление системой, позволяя оператору контролировать генерацию энергии и задавать параметры работы системы.

Заключение:

Таким образом, управление реактивной мощностью на ветроэлектростанциях имеет решающее значение для поддержания стабильности сети и оптимизации качества электроэнергии. При этом, решающее значение имеет правильный выбор основных составляющих ветроэнергетической установки позволяющий управлять источниками реактивной мощности, таких как генераторы, контроллеры, синхронные и статические компенсаторы. Использование комбинации методов управления компенсации реактивной мощности повысить эффективность и надежность производства энергии ветра. Правильное понимание и интеграция этих технологий могут обеспечить повышение производительности при различных условиях работы сети.

Список литературы

- [1]. Ghulam Sarwar Kaloi, Jie Wang, Mazhar Hussain Baloch. "Active and reactive power control of the doubly fed induction generator based on wind energy conversion system" Energy Reports Volume 2, November 2016, Pages 194-200
- [2]. Zhonghao Qian, Hanyi Ma, Jun Rao, Jun Hu, Lichengzi Yu, Caoyi Feng, Yunxu Qiu, and Kemo Ding. "Research on Reactive Power Optimization of Offshore Wind Farms Based on Improved Particle Swarm Optimization" Energy engineering 2023.
- [3]. Akhil Nigam, Kamal Kant Sharma, Muhammad Bilal Riaz, Moh Yaseen, Anum Shafiq, Tabassum Naz Sindhu. "Reactive power compensation during the convergence of grid system with FACTS devices" Results in Engineering 23 (2024).

- [4]. Meddah Atallah, Abdelkader Mezouar, Luis.M. Fernandez–Ramírez, Kheira Belgacem, Youcef Saidi, Mohammed Amine Benmahdjoub, Brahim Brahmi. “Supervisory control of reactive power in wind farms with doubly fed induction generator-based wind turbines for voltage regulation and power losses reduction” Electric Power Systems Research 228 (2024).
- [5]. Jian Zhang, Ruicong Ma, Yongji Cao, Shihao Zou, Changgang Li. “Quantitative assessment of static voltage stability for power system with high-penetration wind power based on energy function” Energy Reports 12 (2024).
- [6]. Ying Wang, Jie Dang, Cangbi Ding, Chenyi Zheng and Yi Tang. “Optimal Configuration Method for Multi-Type Reactive Power Compensation Devices in Regional Power Grid with High Proportion of Wind Power” Energy engineering 2024.
- [7]. Эргашев С.Ф., Рахимов А.А., Давлатжонова М.А. “Анализ эффективного использования энергии ветра и ветерных дней в Ферганской долине” Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2024.

UDK 697.973:662.99

**QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARIDAN FOYDALANIB QISHLOQ
XO‘JALIGI BINOLARINI TABIIY SOVITISH**

S.K. Yarashov

Toshkent davlat texnika universiteti, e-mail: siroyarashov@gmail.com
(Qabul qilindi 22.10.2024 y.)

Ushbu maqolada issiq va yarim quruq iqlim sharoitida binolar uchun yangi passiv shamollatish va sovutish tizimining samaradorligi o‘rganilgan. Tizim xonaga yetkazib beriladigan havoni tozalash hamda ichki havo sifatiga erishish uchun quyosh mo‘risi bilan uyg‘unlashgan bilvosita bug‘lanma sovutgichini va shamol ushlagich tizimini birlashtiradi. Quyosh mo‘risi tomonidan boshqariladigan binodagi havo ikki qavatli oynani sovitadi va radiatsiya assimetriyasini kamaytiradi. Minimal ventilyator energiyasi va bilvosita bug‘lanish sovutgichining bir soatlik ishlashini optimallashtirish uchun matematik model ishlab chiqilgan. Yozgi davrda (maydan - sentyabrgacha) tizim an‘anaviy tizimlarga nisbatan operatsion xarajatlarning 45% pasayishiga erishdi.

Tayanch so‘zlar: ventilyator, quyosh mo‘risi, bilvosita bug‘lanish sovutgichi, havo, shamollatish, bino.

В данной статье исследуется эффективность новой пассивной системы вентиляции и охлаждения для зданий в жарком и полупустынном климате. Система сочетает в себе непрямой испарительный охладитель и систему ветроуловителей с солнечным дымоходом для очистки воздуха, подаваемого в помещение, и достижения качества воздуха в помещении. Воздух в здании, нагнетаемый солнечным дымоходом, охлаждает двойное остекление и уменьшает асимметрию излучения. Была разработана математическая модель для оптимизации минимальной энергии вентилятора и часовой работы испарительного охладителя непрямого действия. В летний период (с мая по сентябрь) система достигла снижения эксплуатационных расходов на 45% по сравнению с традиционными системами.

Ключевые слова: вентилятор, солнечный дымоход, непрямой испарительный охладитель, воздух, вентиляция, здание.

This paper examines the efficiency of a new passive ventilation and cooling system for buildings in hot and semi-arid climates. The system combines an indirect evaporative cooler and wind trap system with a solar chimney to clean the air supplied to the room and achieve indoor air quality. The air in the building driven by the solar chimney cools the double glazing and reduces the radiation asymmetry. A mathematical model was developed to optimize the indirect evaporative cooler’s minimum fan energy and hourly operation. During the summer period (May to September), the system achieved a 45% reduction in operating costs compared to conventional systems.

Key words: fan, solar chimney, indirect evaporative cooler, air, ventilation, building.

Kirish. Iqlim o'zgarishining salbiy oqibatlarini Orol fojiasi tufayli Markaziy Osiyoda jiddiy sezilmoqda. Mintaqamizda havo haroratining oshishi jahondagi o'rtacha ko'rsatkichdan ikki baravar ko'pdir. Shu sababli mavsumning issiq kunlarida binolarni sovutishga va kerakli ichki havo sifatini ta'minlashga bo'lgan ehtiyoj yildan yilga kuchaymoqda. Ushbu maqolada asosan o'quv binosi (sinf xona) nazarda tutilgan va shu asnosida ish olib borilgan. O'quv binosidagi ichki muhit sifati o'quvchilarning ishlash samaradorligiga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Ko'pgina tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ifloslantiruvchi moddalarning yuqori konsentratsiyasi issiq va quruq havoga ta'sir qilishi natijasida, o'quvchilarning o'qishi va bilim olish qobiliyatini sezilarli darajada yomonlashtirishga olib keladi. Shu sababli, konditsioner va shamollatish orqali o'quv binolarda maqbul issiqlik qulayligini va yaxshi havo sifatini ta'minlash juda muhimdir. Odatda o'quv binolarida o'quvchilar sonining ko'pligi va katta shisha yuzali derezalar hisobiga, sovutishga bo'lgan yuklamani oshishiga olib keladi.

O'quv binosida o'quvchilar sonining oshishi ichki issiqlik oqimini vujudga keltiradi, bu esa shamollatishga bo'lgan ehtiyojni oshiradi. Katta derazalar o'quvchilarning vizual qulayligi uchun zarur bo'lgan kunduzgi yorug'likni ta'minlaydi, lekin radiatsiya assimetriyasi tufayli xonadagi issiqlikni oshiradi va noqulaylik tug'diradi. Natijada o'quv binosida katta an'anaviy shamollatish va konditsioner tizimlaridan foydalanish odatiy holdir. Odatda, bunday tizimlar energiya talab qiladigan va atrof-muhitga zararli bo'lgan bug'siqish davrlariga asoslanadi. Global isish bilan bog'liq muammolar tobora ortib borayotganligi sababli, binolarning energiyaga bo'lgan ehtiyojini hamda issiqxona gazlari emissiyasini kamaytirish uchun barqaror sovitish tizimlarini izlash va amalga oshirish juda muhimdir [1].

Passiv sovutish texnikasi bug'ni siqish asosidagi konditsioner tizimlari uchun ajoyib alternativ bo'lishi mumkin [2]. Tabiiy shamollatish - bu binolarning derazalarini ochish orqali binolarga kiritilishi mumkin bo'lgan havo miqdoridir, bu esa eng keng tarqalgan passiv sovutish usuli hisoblanadi. Biroq, shahar hududlarida joylashgan ko'plab ta'lim muassasalarining atrofida qurilgan baland bino va atrofdagi to'siqlar tufayli shamollatish oqimining tezligi cheklangan. Bundan tashqari, derazalarni ochgan holatda binoni shamollatish, tashqi shovqin, chang va avtomobil chiqindisidan chiqadigan boshqa ifloslantiruvchi moddalar ta'siri natijasida o'quvchilarga noqulayliklar olib kelishi mumkin. Kengaytirilgan tabiiy shamollatish tizimi uchun ko'plab adabiyot tadqiqotlarida o'rganilgan taniqli alternativ shamol tutuvchi minorani amalga oshirish lozim. Balandlikdagi teshiklari bilan shamol tutuvchilar yuqori tezlik va toza havoga ega bo'lgan to'siqsiz shamollardan foydalanadilar. Shuning uchun ular ko'plab binolarida, masalan: Buyuk Britaniyadagi 800 dan ortiq maktablarda termal qulaylik va ichki havo sifati talablariga javob beradigan sog'lom muhitni yaratish uchun shamol ushlagichlarini muvaffaqiyatli joriy qilingan o'quv binolarida qo'llanilgan [3]. Induksiyalangan oqim tezligini oshirish uchun shamol tutqichini takomillashtirish joriy etildi, ayniqsa shamolning past tezligida. Ko'plab tadqiqotchilar [4] Stack effekti (*Stack effekti - bu termal farqlardan kelib chiqadigan havo harakati*) orqali shamollatish oqimini oshirish uchun quyosh mo'risini shamol ushlagich bilan uyg'unlashgan tizimini taklif qilishgan. Ushbu birlashtirilgan tizimda mufta bilan shamol ushlagichining yetkazib berish va chiqarish vallari ajratilgan. Bu chiqindi gaz oqimini deraza oynalariga yo'naltirish orqali oynalar haroratini pasaytirish uchun xonaning salqin havosidan foydalanishga imkon berishi mumkin. Bu tizim quyosh nurlanishi yuqori bo'lgan hududlarda joylashgan katta oynali binolarga ega bo'lgan joylarda foydalidir. Tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, bunday hollarda deraza sovutgichidan foydalanganda radiatsiya assimetriyasi natijasida yuzaga keladigan ichki issiqlik ham, termal noqulaylik ham kamayadi, bu esa tizim narxining 10 % ni tejashga olib keladi [5].

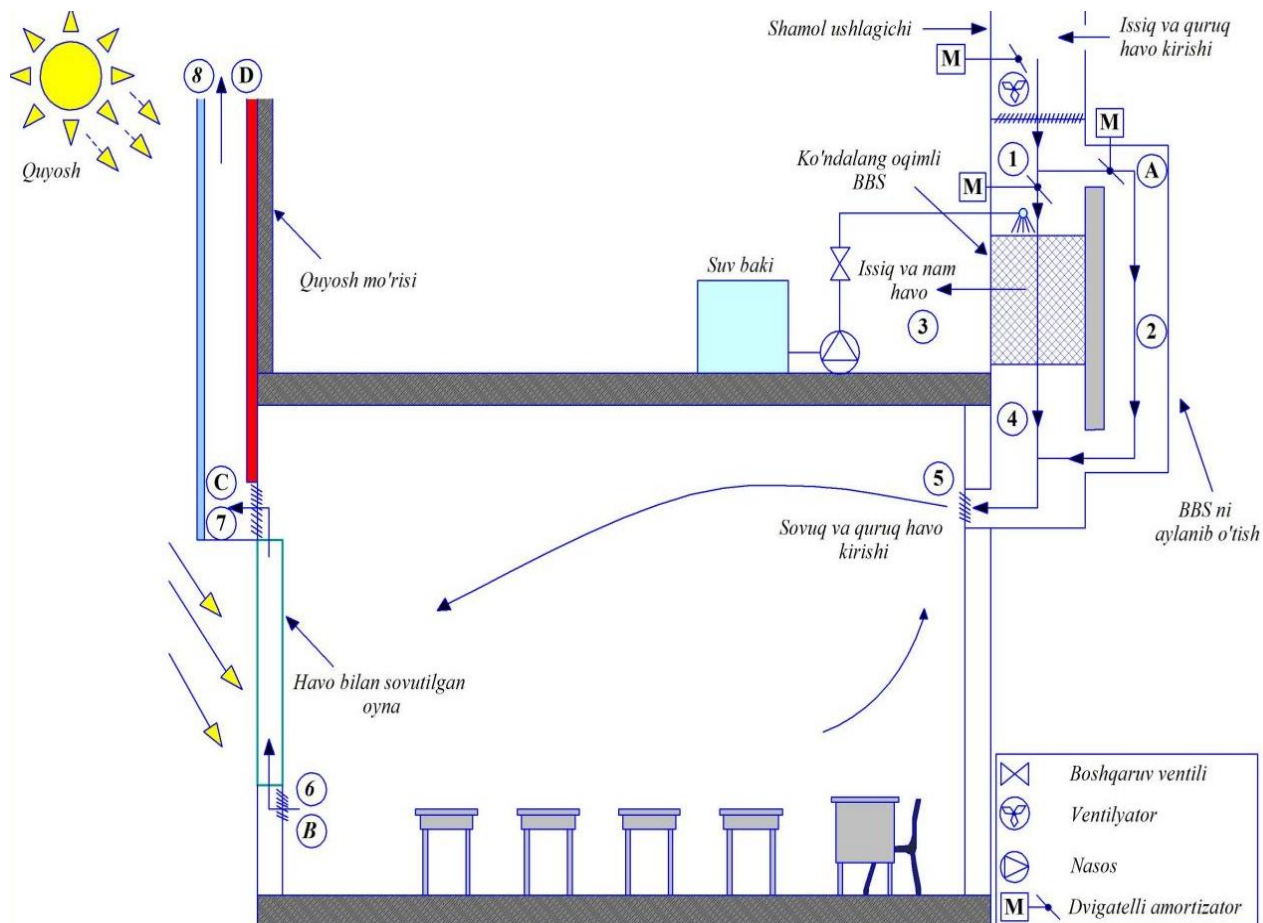
Shu bilan birga, tabiiy shamollatish xonadagi issiqlik yukini yengillashtirish va aholining yuqori zichligi hamda issiq iqlim sharoitida yuzaga keladigan atrof-muhit haroratining ko'tarilishi tufayli maqbul issiqlik qulayligini ta'minlash uchun yetarli bo'lmasligi mumkin. Shu sababli, yuqori shamollatish va sovutish talablarini ta'minlashda birlashtirilgan quyosh mo'risi va shamol ushlagich tizimining kamchiliklarini bartaraf etish uchun boshqa passiv sovutish usullaridan foydalanish muhimdir. To'g'ridan - to'g'ri bug'lanishli sovutishni o'rnatish hamda shamol

ushlagich minoralari bilan uyg'unlashgan ko'plab passiv sovutish tizimlarini tadqiqotchilar o'z ishlarida tahlil qilishgan. To'g'ridan - to'g'ri bug'lanishli sovutish, shamol ushlagichi bilan samarali birlashtirilgan eng keng tarqalgan ekologik toza usullardan biridir. Bir nechta olimlar [6] tomonidan bino ichidagi ventilyatsiya havosini termal holatda saqlash uchun quyosh mo'risi va shamol ushlagichining kombinatsiyalangan tizimi bilan to'g'ridan - to'g'ri bug'lanishli sovutish tizimidan foydalanishni taklif qilishdi [7]. Tizim xonani shamollatishning kerakli darajasiga erishishga muvaffaq bo'ldi, ammo xona harorati nisbatan yuqori bo'lib qoldi ($t > 27^{\circ}\text{C}$) va xonadagi nisbiy namlik ($\varphi > 86\%$) ruxsat etilgan maksimal chegaradan ya'ni 60% dan oshdi. Ushbu tizimni yanada ixcham qilish uchun tizim dizayni takomillashtirildi, lekin ichki issiqlik qulayligini yaxshilamadi. Bundan tashqari, tizim kam trafikli (to'rt kishilik) xonalar uchun o'rganilgan, yuqori trafikda esa tizim talab qilinadigan iste'mol va xona haroratini ta'minlay olmaydi. Bundan tashqari, suv bug'ining yuqori metabolik emissiyasi xonadagi nisbiy namlikni yanada oshiradi. Bino ichidagi nisbiy namlikni qabul qilinadigan diapazonda (40% - 60%) yetkazib berish uchun bilvosita bug'lanishli sovutishdan foydalanish mumkin. Bir nechta olimlar tomonidan [8] bilvosita bug'lanma sovutishining yangi tsikli ishlab chiqildi, bu esa ta'minot havosini namligini oshirmasdan shudring nuqtasiga qadar sovutish imkonini beradi. Shudring nuqtasi bilvosita bug'lanma sovutish (BBS) apparati an'anaviy bilvosita bug'lanish tizimlariga qaraganda pastroq ta'minot harorati bilan tavsiflanadi, bu tizimga yuqori sovutish yuklarini ta'minlashga imkon beradi.

Ko'pgina tadqiqotlar bilvosita bug'lanma sovutish qurilmasining optimal o'lchamini va konfiguratsiyani aniqlash uchun uning xususiyatlarini o'rganib chiqdi. Tadqiqotlarga ko'ra, o'zaro oqim konfiguratsiyasiga ega bilvosita bug'lanma sovutish, teskari oqim konfiguratsiyasiga qaraganda bir oz kamroq samaradorligi aniqlandi. Shu bilan birga, tizim havo oqimiga kamroq bosim tushishiga imkon beradi, bu esa shamol ushlagichida foydalanishni oqlaydi. Hatto o'zaro oqim bilvosita bug'lanma sovutish qurilmasi bo'lsa ham, yetkazib beriladigan oqim tezligi, past shamol tezligi va quyosh radiatsiyasida cheklangan, bu esa ichki havo sifatini yomonlashtiradi. Kerakli oqim tezligini saqlab turish uchun minora dizaynida passiv ortiqcha element, elektr ventilyator talab qilinadi. Bilvosita bug'lanma sovutish apparatining yana bir kamchiligi suv resurslari cheklangan issiq iqlim sharoitida uning yuqori suv iste'moli hisoblanadi. Biroq, havo bilan sovutilgan oynani birlashtirish orqali binodagi sovutish yuklamasini va suv sarfini kamaytirishi mumkin. Bundan tashqari, quyosh mo'risi shamol ushlagich qurilmasining elektr sarfini kamaytirishga yordam beradi. Tizim o'zaro oqimli bilvosita bug'lanma sovutish apparatini shamol ushlagichiga, quyosh mo'risi va elektr ventilyator bilan birgalikda qulaylik va ichki havo sifati nuqtai nazaridan bino talablariga javob berishi uchun birlashtirildi. Ushbu taklif etilayotgan yangi gibril tizim orqali bino ichidagi ichki havo sifati talab etilgan norma bo'yicha ta'minlanadi hamda binodagi derezalardan kelayotgan quyosh nuridagi radiatsiya assimetriyasi miqdori kamaytiriladi.

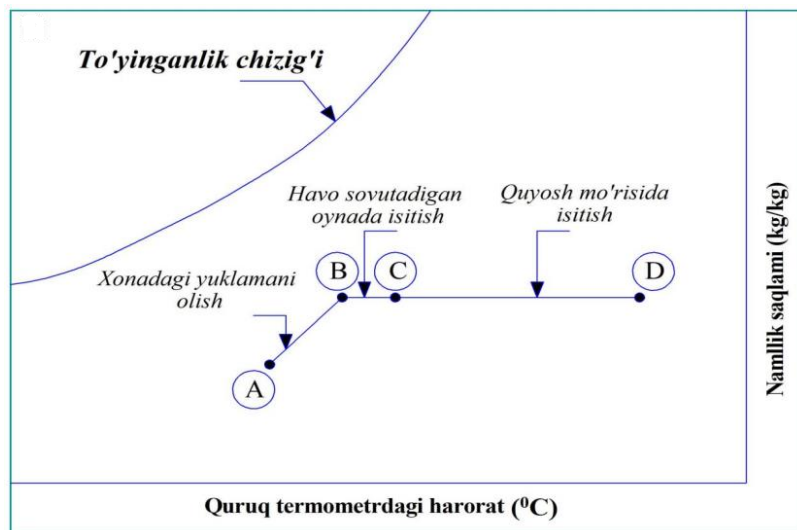
Tizimning tavsifi va muammoning bayoni. Taklif etilayotgan gibril sovutish tizimining asosiy maqsadi bino ichidagi issiqlik qulayligini, yaxshi ichki havo sifatini ta'minlash va yarim qurg'oqchil hamda issiq iqlim sharoitida o'quv binolaridagi derazalardan quyosh nuri orqali kelayotgan radiatsiya assimetriasini bartaraf etish uchun xonaga toza va sovutilgan havo yetkazib berishdir.

O'rtacha salqin sharoitlarda va o'quv binosidagi issiqlik yuklamasi kam bo'lsa, tizim tabiiy shamollatish rejimida ishlaydi, bunda ventilyator o'chiriladi va motorli amortizator $m_{ta'minot}$ oqimi tezligini (A) dagi atrof-muhit havosini aylanma kanalga yo'naltiradi. Kanalga yo'naltirilgan oqim xonadagi issiqlik yuklamasini kamaytirish uchun to'g'ridan - to'g'ri xonaga yetkazib beriladi. (B) nuqtaga qaytib keladigan havo (C) nuqtadan chiqarilishidan oldin sovutish uchun deraza oynalari orasidagi havo bo'shlig'iga yuboriladi. Keyin havo quyosh mo'risiga kiradi, u yerda u (D) nuqtadan chiqmaguncha suzish effekti bilan isitiladi va ko'tariladi. Ushbu rejimda havo oqimi faqat minimal bosim yo'qotilishi tufayli quyosh mo'risi va shamol ushlagichining uyg'unlashgan tizimi orqali hosil bo'ladi.



1-rasm. Taklif etilayotgan gibridd tizim sxemasi.

Taklif etilayotgan sovutish tizimiga quyidagilar kiradi: 1) shamol ushlagich; 2) bilvosita bug'lanma sovutgich; 3) havo bilan sovutiladigan oyna 4) quyosh mo'risi. 1-rasmda taklif etilayotgan gibridd tizimning uyg'unlashgan komponentlar orqali havo oqimining aylanishi bilan tasvirlangan sxematik chizmasi keltirilgan. Tizim ikkita ish rejimiga ega: 1) tabiiy shamollatish, 2) aralash rejim. Tabiiy shamollatishda - quyosh mo'risi va shamol ushlagichining kombinatsiyalangan tizimi yordamida amalga oshiriladi, aralash rejimda - havo oqimi ventilyator tomonidan boshqariladi.



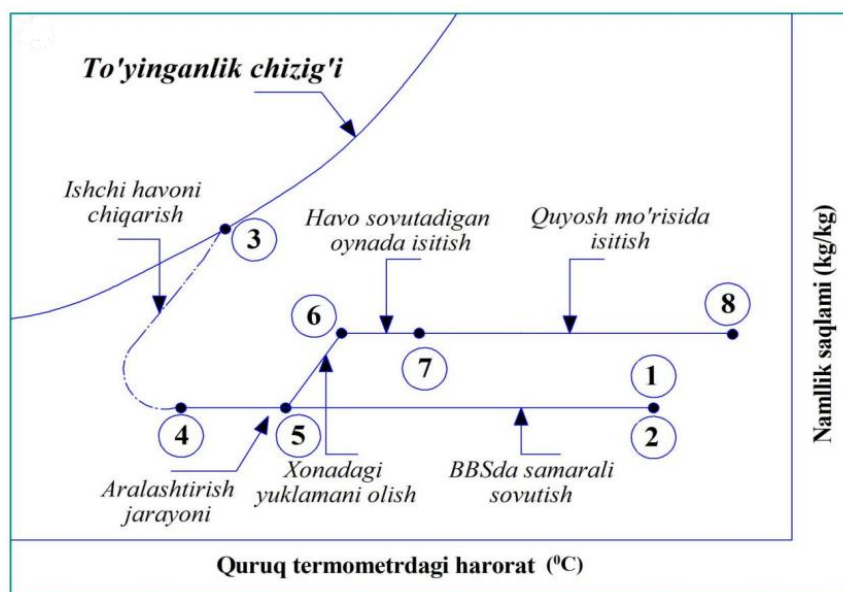
2-rasm. Tabiiy shamollatish rejimining ishchi havo holatlarining (A, B, C, D) psixrometrik jarayonlari.

Kunning issiq kunlarida yoki bino ichidagi issiqlik yuklamasi oshib ketganda tizim aralash shamollatish rejimida ishlaydi, bu erda BBS tizimga haddan tashqari bosim pasayishini keltirib chiqaradi. Shunday qilib, ventilyator kerakli havo oqimini ushlab turish uchun ishlaydi va quyosh mo'risi va shamol ushlagichining uyg'unlashgan tizimi ventilyator bosimini pasaytirishga yordam beradi. Umumiy qabul qilish oqimi ($m_{\text{qabul qilish}}$) ning aylanma ulushini (β) boshqaradigan aylanma motorli damper orqali ikki oqimga bo'linadi: (1) da ($1 - \beta$) $m_{\text{qabul qilish}}$ BBSda sovutiladi va (2) da qolgan qism ($\beta m_{\text{qabul qilish}}$) chetlab o'tiladi. BBS ikkita chiqish joyiga ega: bo'shatilgan issiq nam havo (3) va kerakli ta'minot haroratiga ega bo'lgan ta'minot oqimi tezligini ($m_{\text{ta'minot}}$) (5) hosil qilish uchun (2) bilan aralashtirilgan sovuq mahsulot havosi (4). Havo xonaga yetkazib berilgandan so'ng, tabiiy shamollatish rejimida bo'lgani kabi, derazani sovutish va quyosh mo'risi yo'li orqali (6 dan 8 gacha) o'tadi.

Aralash ventilyator tomonidan boshqariladigan ventilyatsiya rejimining kirish havosi holatlarining (1 dan - 8 gacha bo'lgan holatlar) psixrometrik jarayoni 3-rasmda ko'rsatilgan. Gibrid sovutish tizimi minimal suv va energiya iste'moli bilan bino ichidagi maqbul issiqlik qulayligi va ichki havo sifatini ta'minlashi kerak. Ushbu maqsadga erishish uchun har qanday vaqtda binodagi issiqlik yuklamasini bartaraf etish uchun tizim komponentlarini to'g'ri o'lchash kerak. Tizimning o'lchamlarini loyihalash parametrlariga; I) kanallar sonini, kanal o'lchamlarini va ishchi havo oqimi nisbatini o'z ichiga olgan o'zaro oqim BBS parametrlarini; II) quyosh mo'risi va shamol ushlagichining balandligi va oqim maydonini o'z ichiga oladi. Tizim komponentlarining dinamik ishlashi natijada, minimal suv va energiya sarfida soatlik issiqlik yuklamasini qondirish uchun modellashtirilgan, simulyatsiya qilingan va birlashtirilgan. Optimallashtirish zarur bo'lgan operatsion parametrlar BBS ning kirish havosi oqimining tezligi ($m_{\text{ta'minot}}$) va aylanma ulushi (β) hisoblangan.

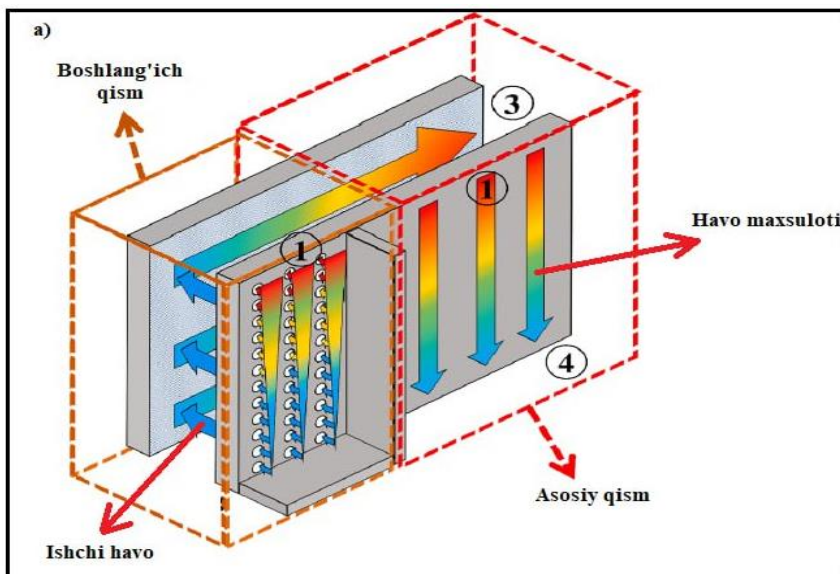
Metodika. Taklif etilgan tizimning tegishli o'lchamlarni aniqlash va operatsion parametrlarni optimallashtirish, tavsiya etilgan sovutish va shamollatish tizimining ish faoliyatini o'rganish uchun zarurdir. Shuning uchun har bir tizimning massa va energiya balanslarining matematik modellari ishlab chiqildi. Keyinchalik ushbu modellarning birgalikdagi uyg'unlashuvi tizimning soatlik ishlashini o'lchash va optimallashtirish uchun, eng yuqori issiqlik yuklamasida tizimning ishlashini simulyatsiya qiladi.

O'zaro oqimli DP-IEC modeli. O'zaro oqim BBS 4a-rasmda ko'rsatilganidek, quruq va nam kanallardan tashkil topgan boshlang'ich va asosiy qismlarni o'z ichiga oladi [9-10]. Dastlabki qism quruq kanallardagi havo oqimini qo'shni nam kanallarga bog'laydigan teshiklarni o'z ichiga oladi.

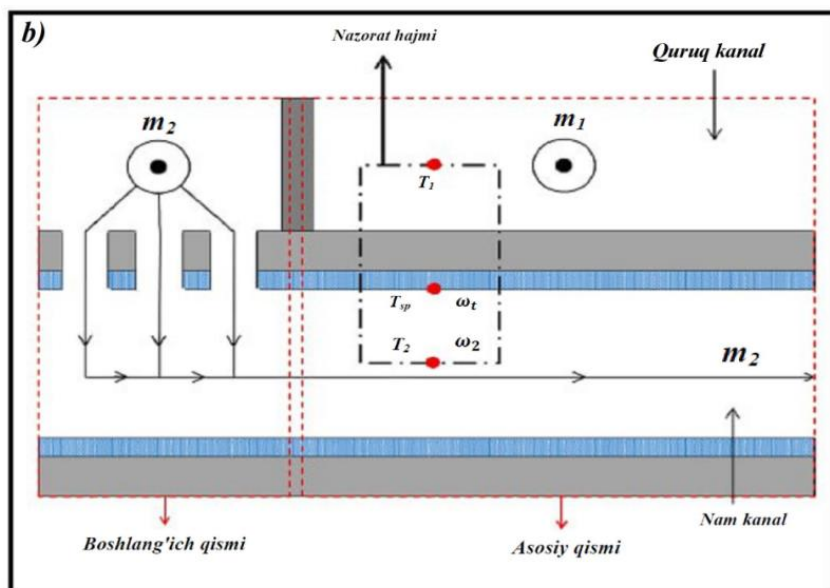


3-rasm. Aralash ventilyator tomonidan boshqariladigan ventilyatsiya rejimining kirish havosi holatlari.

BBS ga kirish (1) dan kiradigan $(1 - \beta)m_{qabul qilish}$ toza qabul qilingan havoning ulushi, (m_1) mahsulot havosi va (m_2) ishchi havo o'rtasida havo oqimi koeffitsienti $\gamma(\frac{m_2}{m_1})$ bilan ifodalanadi, bu boshlang'ich va asosiy qism o'lchamlari nisbatida aks etadi. Mahsulot havosi (m_1) , asosiy qismning quruq kanallari bo'ylab (4) - holatga yetguncha sezilarli darajada sovutiladi. Boshqa tomondan, ishchi havo m_2 dastlabki qismning quruq kanallarida sezilarli darajada oldindan sovutiladi va asta - sekin nam kanallarga yo'naltiriladi, u yerda mahsulot havosidan chiqarilgan issiqlikni va bug'langan suvni (3) - holat tugaguniga qadar yutadi. Ushbu ishda bir nechta olimlar [11] tomonidan tasdiqlangan modelni qabul qilingan.



4(a)-rasm. O'zaro oqim BBS kanallarining 3D tuzilishi.



4(b)-rasm. Tanlangan nazorat hajmini ko'rsatadigan kesma sxemasi.

Kirish sharoitlari va qurilma o'lchamlari asosida model mahsulot va ish havosining chiqish harorati va namlik nisbatlarini, shuningdek, BBS ning suv iste'molini aniqlaydi. Ularning modeli samaradorligi - Uzatish birliklari soni (ε -UBS) usuliga asoslangan [12]. Har xil havo oqimlari uchun 4b-rasmda ko'rsatilgan nazorat hajmida qo'llaniladigan asosiy issiqlik va massa balanslari, shuningdek, suv plyonkasi o'zaro faoliyat oqim BBS ning ikkala qismida ham bir xil. Asosiy

qismning quruq kanalida konvektsiya va kanal devorlari o'tkazuvchanlik orqali issiqlik uzatish quruq havo oqimi va kanal devorining nam tomonidagi suv plyonkasi o'rtasida sodir bo'ladi. Mahsulot havosi oqimi uchun energiya balans tenglamasi quydagicha:

$$L_m \frac{\partial T_1}{\partial z} = UBS_1(T_{sp} - T_1) \quad (1)$$

bu yerda L_m , (m) asosiy qismning uzunligi, T_1 (°C) va T_{sp} (°C) mos ravishda mahsulot havosi va suv plyonkasi harorati. UBS_1 - quruq kanalning uzatish birliklari soni.

Nam kanalda ishchi havo va suv plyonkasi o'rtasida issiqlik va massa almashinuvi sodir bo'ladi. Ishchi havo uchun energiya (sezilarli va yashirin) va massa balanslari mos ravishda (2) va (3) tenglamalar bilan berilgan.

$$W_m \frac{\partial T_2}{\partial y} = UBS_2(T_{sp} - T_2) + UBS_2(T_{sp} - T_2) \left[\frac{C_{pv}}{C_{p2}} (\omega_t - \omega_2) \right] \quad (2)$$

$$W_m \frac{\partial \omega_2}{\partial y} = UBS_2(\omega_t - \omega_2) \quad (3)$$

bu yerda W_m (m) - asosiy qismning kengligi, T_2 (°C) va ω_2 (kg_{suv}/kg_{havo}) mos ravishda ish havosining harorati va namlik saqlami, ω_t (kg_{suv}/kg_{havo}) - suv plyonkasi haroratida to'yingan namlik saqlami, C_{p2} (J/kg·K) va C_{pv} (J/kg·K) esa mos ravishda nam havo va suv bug'ining o'ziga xos issiqlik sig'implari. UBS_2 - nam kanalning uzatish birliklari soni. Bundan tashqari, suv plyonkasidagi energiya balans tenglamasi quydagicha:

$$L_m \frac{\partial T_w}{\partial z} = TBS_{w1}(T_1 - T_{sp}) + TBS_{w2} \left[(T_2 - T_{sp}) - \left(\frac{C_{pv} - C_{pw}}{C_{p2}} T_{sp} + \frac{H_{fg}}{C_{p2}} \right) (\omega_t - \omega_2) \right] \quad (4)$$

bu yerda H_{fg} (J/kg) suvning bug'lanish entalpiyasi va UBS_{w1} va UBS_{w2} - suvning issiqlik sig'imi tezligi uchun belgilangan uzatish birliklari soni.

Ma'lum bo'lgan BBS ning geometrik uzunligi va kengligi (L_m , W_m), kirish havosi sharoitlari va oqim tezligi uchun (1) dan (4) tenglamalargacha mahsulot havosining fazoviy o'zgarishini va ishchi havo haroratini (T_1 va T_2), namlik nisbatini olish uchun bir vaqtning o'zida yechiladi. Ishchi havo (ω_2) shuningdek, suv plyonkasi harorati (T_{sp}). Keyin binoga yetkazib beriladigan havo harorati (5-holat) mahsulot havosini m_1 oqim tezligida aralashtirishdan aniqlanishi mumkin, BBS ni T_1 haroratda qoldirib, tashqarida (4-holat) ($\beta m_{qabul qilish}$) atrof-muhit sharoitida chetlab o'tilgan oqim tezligi bilan aralashtirilganda (2-holat) orqali aniqlanadi.

$$WC = \frac{\gamma(1-\beta)}{1-\gamma(1-\beta)} m_{ta' minot} (\omega_{2,chiqish} - \omega_{muhit}) \cdot 3600 \quad (5)$$

bundan tashqari, qurilmaning suv iste'moli ω_{muhit} (kg_{suv}/kg_{havo}) va $\omega_{2,chiqish}$ (kg_{suv}/kg_{havo}) mos ravishda atrof-muhit va chiqarilgan ish havosining namlik nisbati (1, 2 va 3 holatlar) va γ - ishchi va mahsulot havo oqimining nisbati.

Quyosh mo'risi modeli. Quyosh mo'risi - bu tabiiy tortishish tizimi. Issiqlik suzuvchanligi tufayli u harakatlantiruvchi kuch hosil qiladi, bu esa xona havosining xonadan chiqib ketishiga va uning o'rniga shamol ushlagichining teshigidan olingan toza tashqi havo bilan almashtirilishiga olib keladi. Ushbu komponentlar quyosh radiatsiyasini (I) o'zlashtiradi, bu ularning haroratini oshiradi. Deraza ochilishidagi isitiladigan havo ko'taruvchi (suzuvchi) ta'sir tufayli kengayadi va ko'tariladi. Suzuvchi kuchlar quyosh mo'risiga kirishi T_{kirish} (C va 7 holatlari) va chiqish $T_{chiqish}$ (D va 8 holatlari) orasidagi havo harorati farqiga bog'liq. Havoning chiqish haroratini ($T_{chiqish}$) aniqlash uchun quyosh mo'risi komponentlari va havo bo'shlig'idagi energiya balanslari talab qilinadi. Bir qancha olimlar tomonidan ishlab chiqilgan issiqlik modeli qabul qilingan. Qabul qilingan model turli komponentlarning harorati faqat oqim yo'nalishi bo'yicha o'zgarib turishini nazarda tutadi va bu yo'nalishda issiqlik tarqalishini e'tiborsiz qoldiradi. Yuqorida aytib o'tilganidek, quyosh mo'risi

Xuddi shunday, changni yutish devorining issiqlik balansi, quyosh nurlarining yutilishi, havo oqimi va atrof-muhit havosi bilan konvektiv issiqlik o'tkazuvchanligi, shuningdek oynalar bilan radiatsiyaviy issiqlik almashinuvini o'z ichiga oladi. Turli xil issiqlik uzatish koeffitsientlari bilan bir qatorda, bu tenglamalar [13] tomonidan batafsil tavsiflangan, ammo bu ishda yuqoridagi holatlar uchun formulalar takrorlanmaydi.

Xulosa. Ushbu maqolada yarim qurg'oqchil iqlim sharoitida joylashgan ko'p kishilik xonalar uchun mos bo'lgan kam energiyali shamollatish va sovitish tizimi uchun tizimli o'lchamlarni va optimallashtirish metodologiyasini taqdim etdi. Tasdiqlangan matematik modellar to'plamidan foydalangan holda, shudring nuqtasi sovitish apparatida yetkazib berilgan oqim tezligi va aylanma ulushi bo'yicha tizimning optimal ishlashini aniqlash uchun simulyatsiyalar o'tkazildi.

Taklif etilgan usul maydan sentabrgacha bo'lgan yoz oylarida odatiy o'quv binosida qo'llanilgan.

Simulyatsiyalar quyidagi asosiy natijalarni berdi:

- Tizimning optimallashtirilgan ishlashi minimal energiya va suv sarfi bilan binoda kerakli termal qulaylik va CO₂ darajasini ta'minlay oldi.

- Uyg'unlashgan quyosh mo'risi va shamol tutuvchi tizim, ventilyatorning elektr energiyasini 10% dan 40% gacha kamaytirish imkonini beradi.

- Havo sovitgichli deraza sovishi 3,5 °C radiatsiya assimetriyasi darajasini ta'minladi, bu maksimal ruxsat etilgan haroratdan (10 °C) ancha past.

- Tizim eng yuqori issiqlik yuklamasi sharoitida operatsion xarajatlarni 40,3% gacha kamaytirishga muvaffaq bo'ldi va yoz oylarida umumiy tejash darajasi an'anaviy sovitish tizimiga nisbatan 45% ga yetdi.

Adabiyotlar

- [1]. J. Hansen, M. Sato, R. Ruedy, A. Lacis, V. Oinas, Global warming in the twenty-first century: An alternative scenario, *Proc. Natl. Acad. Sci.* 97 (18) (2000) 9875–9880.
- [2]. D.L. Samuel, S.S. Nagendra, M. Maiya, Passive alternatives to mechanical air conditioning of building: A review, *Build. Environ.* 66 (2013) 54–64.
- [3]. B. JONES, R. Kirby, M. Kolokotroni, and T. Payne, "Air quality measured in a classroom served by roof mounted natural ventilation windcatchers," 2007: Heliotopos Conferences Limited.
- [4]. N.K. Bansal, R. Mathur, M.S. Bhandari, A study of solar chimney assisted wind tower system for natural ventilation in buildings, *Build. Environ.* 29 (4) (1994) 495–500, [https://doi.org/10.1016/0360-1323\(94\)90008-6](https://doi.org/10.1016/0360-1323(94)90008-6), 1994/10/01/.
- [5]. E. Katramiz, N. Ghaddar, K. Ghali, "Daytime radiative cooling: To what extent it enhances office cooling system performance in comparison to night cooling in semi-arid climate? *J. Build. Eng.* 28 (2020)101020, <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101020>, 2020/03/01/.
- [6]. S.K. Yarashov, "Binolarni tabiiy sovitishda quyosh mo'risi va buglanma sovitgichning uyg'unlashgan tizimini qo'llash"// *Energiya va resurs tejash muammolari*, maxsus son №85. 2024-yil, Toshkent, 359-bet.
- [7]. S.K. Yarashov, "Qishloq xo'jaligi binolarini quyosh energiyasi va bug'lanma sovitishdan foydalanib tabiiy sovitish sxemasi"// «Qayta tiklanuvchi energiya resurslaridan foydalanish, energiya tejankor qurilmalarning samaradorligini oshirish, avtomatlashtirish va o'qitish metodikasini takomillashtirishning dolzarb muammolari» mavzusidagi respublika ilmiy - texnik anjuman. 2024-yil , 28-may, Andijon. 33-37 bet.
- [8]. Z. Duan, et al., Indirect evaporative cooling: Past, present and future potentials, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 16 (9) (2012) 6823–6850.
- [9]. N. Khan, Y. Su, S.B. Riffat, A review on wind driven ventilation techniques, *Energy Build.* 40 (8) (2008) 1586–1604.
- [10]. A. Sohani, H. Sayyaadi, M. Zeraatpisheh, Optimization strategy by a general approach to enhance improving potential of dew-point evaporative coolers, *Energy Convers. Manage.* 188 (2019) 177–213.
- [11]. M.H. Mahmood, M. Sultan, T. Miyazaki, S. Koyama, V.S. Maisotsenko, Overview of the Maisotsenko cycle – A way towards dew point evaporative cooling, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 66 (2016) 537–555, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.022> . /12/01/ 2016.
- [12]. S. Anisimov, D. Pandelidis, J. Danielewicz, Numerical analysis of selected evaporative exchangers with the Maisotsenko cycle, *Energy Convers. Manage.* 88 (2014) 426–441.
- [13]. K. Ong, A mathematical model of a solar chimney, *Renew. Energy* 28 (7) (2003)

YUKLAMASI TURG‘UN BO‘LMAGAN ASINXRON MOTORNING CHASTOTASI
O‘ZGARTIRILISHI ASOSIDA SAMARADORLIK OSHIRISH USULI

J.S. Olimov, S.G‘. Shirinov

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,
Tel.: +998933732328(c), e-mail: olimovjasur2328@gmail.com
Tel.: +998942261313(c), e-mail: sohibjonshirinov5@gmail.com
(Qabul qilindi 05.11.2024 y.)

Annotatsiya. 1000 voltdan yuqori kuchlanish manbaida ishlovchi yuqori quvvatli qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlar samaradorligini oshirishga doir turli chora tadbirlar va zamonaviy boshqaruv metodlari bugungi kunga qadar o‘zining dolzarbligini saqlab kelmogda. Chunki bu turdagi yuqori quvvatli asinxron motorlar ustida tadqiq etilgan kichik samaradorlik oshirilishi ham katta miqdordagi energiya tejalishiga sabab bo‘ladi. Quyida yuqori quvvatli, yuklamasi turg‘un bo‘lmagan asinxron motorlar ustida amalga oshirilgan asosiy tadqiqotlarning qisqacha mazmuni yoritilgan.

Tayanch so‘zlar: qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motor, moment, sirpanish koeffitsiyenti, samaradorlik, boshqarish algoritmlari, chastota o‘zgartirgich, o‘zgaruvchan tok, kuchlanish manbasi invertori, pulsatsiyalanuvchi kuchlanish, regulyator.

Аннотация. Различные мероприятия и современные методы управления по повышению КПД мощных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, работающих от источника напряжения более 1000 вольт, остаются актуальными и по сей день. Потому что даже небольшое увеличение эффективности, исследованное на этом типе мощных асинхронных двигателей, приводит к значительной экономии энергии. Ниже приводится краткое изложение основных исследований, проведенных по мощным нестационарным асинхронным двигателям.

Ключевые слова: асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, крутящий момент, коэффициент скольжения, КПД, алгоритмы управления, преобразователь частоты, переменный ток, инвертор напряжения, пульсирующее напряжение, регулятор.

Abstract. Various measures and modern control methods to increase the efficiency of high-power short-circuited rotor asynchronous motors operating at a voltage source of more than 1000 volts remain relevant to this day. Because even a small efficiency increase researched on this type of high-power asynchronous motors leads to a large amount of energy savings. Below is a summary of the main research conducted on high-power, non-stationary asynchronous motors.

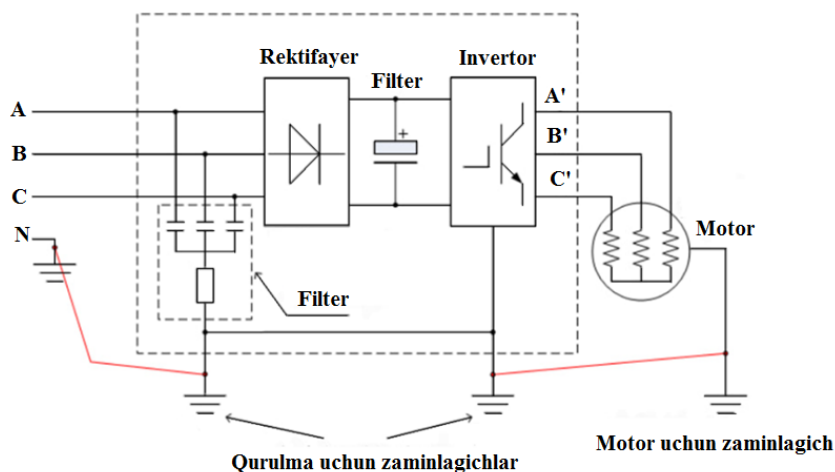
Key words: asynchronous motor with short-circuited rotor, torque, slip coefficient, efficiency, control algorithms, frequency converter, alternating current, voltage source inverter, pulsating voltage, regulator.

Asinxron motor tezligini o‘zgartirish asosida quvvat samaradorligini oshirish bir necha usullari mavjud. Ammo yangi usullarga tayangan holda fikr yuritadigan bo‘lsak, yuklama o‘zgarishi asosida chastotani boshqarish va o‘zgartirilgan chastota orqali energiya samaradorligini amalga oshirish usuli yangicha yondashuvlarga asoslangandir. Taminlanadigan kuchlanish va chastota asosida moment-tezlik orasidagi bog‘liqlik ifodasi quyidagi formulada keltirilgan [1]. Quyidagi bog‘liqlik orqali asosiy parametrlar bir biriga ta’sir doirasini kuzatish imkoni mavjud.

$$T_e \approx 3\left(\frac{T}{2}\right) \frac{R_r}{s w_s} \frac{V_s^2}{\left[\left(R_s + \frac{R_r}{s} \right)^2 + w_s^2 (L_{ls} + L_{lr})^2 \right]} \quad (1)$$

Bu yerda, T_e – asinxron motor tomonidan ishlab chiqilgan jami elektr magnit moment, s – sirpanish koiffitsenti, V_s - stator kuchlanishi, R_s - har bir fazada biriktirilgan stator cho‘lg‘ami qarshiligi, R_r - rotorning har bir fazasi qarshiligi, w_s - sinxron tezlik, L_{ls} – stator oqim induksiyasi va L_{lr} - rotorning oqim induksiyasi.

Biroq, yuklama o'zgarishi asosida tezlik o'zgarishi ya'ni, yuklama ortsa va kamaysa chastota ham proporsional ravishda o'zgarishi bazi qurilmalar uchun nomaqbul sanaladi. Chunki, ko'pgina sanoat qurilmalari o'zgaruvchan tezlikni yoki doimiy o'zgaruvchan tezlikga moslashmagan bo'lib, tezlik o'zgarishi ishlab chiqarish jarayoniga salbiy tasir ko'rsatishi yohud sifat ko'rsatgichlarini buzish ehtimoli yuzaga kelishi mumkin. Shu sababdan tezlik o'zgarish chegaraviy qiymati mavjuddir. Zamonaviy o'zgaruvchan chastotali drayverlar yoki, (VFD) texnologiyalari yordamida tezkor va dinamik o'zgaruvchan tezlikni boshqarish uchun zarur bo'lgan o'zgaruvchan kuchlanish va chastotani ta'minlash imkoni mavjuddir. Bu turdagi drayverlar orqali bir qator afzaliklarga erishish mumkin, yani: yuqori quvvatli asinxron motorlarni boshlang'ich ishga tushirish davridagi tokning qiymatini pasaytirish, salt ishlash davrida reaktiv quvvat iste'molini qisman cheklash va bir qator himoya tizimlarini joriy etish imkoni mavjuddir. VFD orqali motorlarni boshqarish bugungi kunda takomillashgan boshqaruv usuli hisoblanadi.



1-rasm. O'zgaruvchan chastotali drayverlar (VFD).

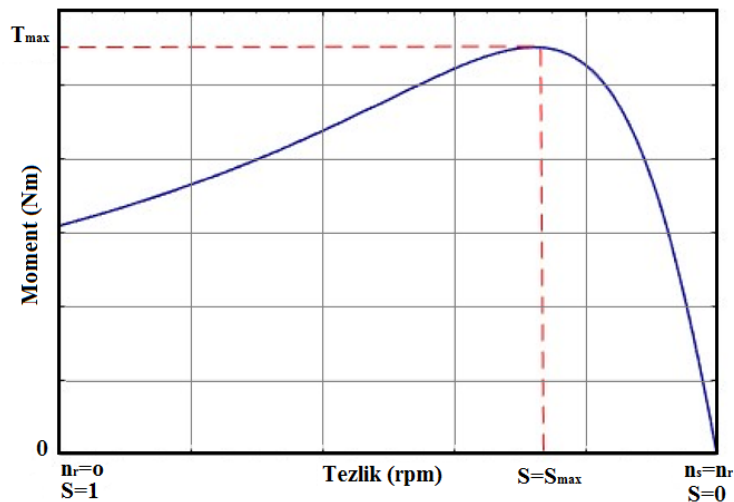
Asinxron motorlar tomonidan ishlab chiqariladigan moment stator va rotor magnit maydonlarining o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladi. Agar kuchlanish va chastotaning nisbati saqlanishi o'zgarmas bo'lsa, chastota o'zgartirilganda, u holda motor uchun magnit to'yinganlik holat va magnit oqimi o'zgarishi yuzaga keladi. Shu sababli, kuchlanish va chastotani mutanosib ravishda o'zgartirish kerak, natijada doimiy kuchlanish va chastota nisbati yuzaga keladi. Ushbu nazorat usulida asinxron motorning tezligini kerakli barqaror holat qiymatida ushlab turilgan holda statorga berilayotgan kuchlanishi va chastotasi bilan boshqariladi. Bu davrda rotordagi tok kuchining o'zgarishi quyidagi tenglama orqali ifodalaniladi [2]. Chunki, chastota o'zgarishi asosida kuchlanish o'zgarishi yuzaga keladi va bu jarayon tok qiymatining o'zgarishiga ham sabab bo'ladi.

$$I_2 = \frac{V_1}{R_{eq} + \frac{R_2(1-s)}{s} + j(X_{eq} + X_2)}$$

Bu ifodada R_2 va X_2 rotorning aktiv va reaktiv qarshiliklari, s esa sirpanish ko'effitsiyentini ifodalaydi. Induktsiyalangan elektromagnit moment ifodasi quyidagi formula orqali olinadi:

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{3V_1^2 \frac{R_2}{s}}{(R_{eq} + \frac{R_2}{s})^2 + (X_{eq} + X_2)^2}$$

Bu yerda: P qutblar soni va ω dvigatelning burchak tezligini ifodalaydi. Tenglamaga muvofiq sirpanish ko'effitsiyenti bilan momentning o'zgarishini ifodalovchi egri chiziq (2) 2-rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm. Tezlik va moment xarakteristikasi.

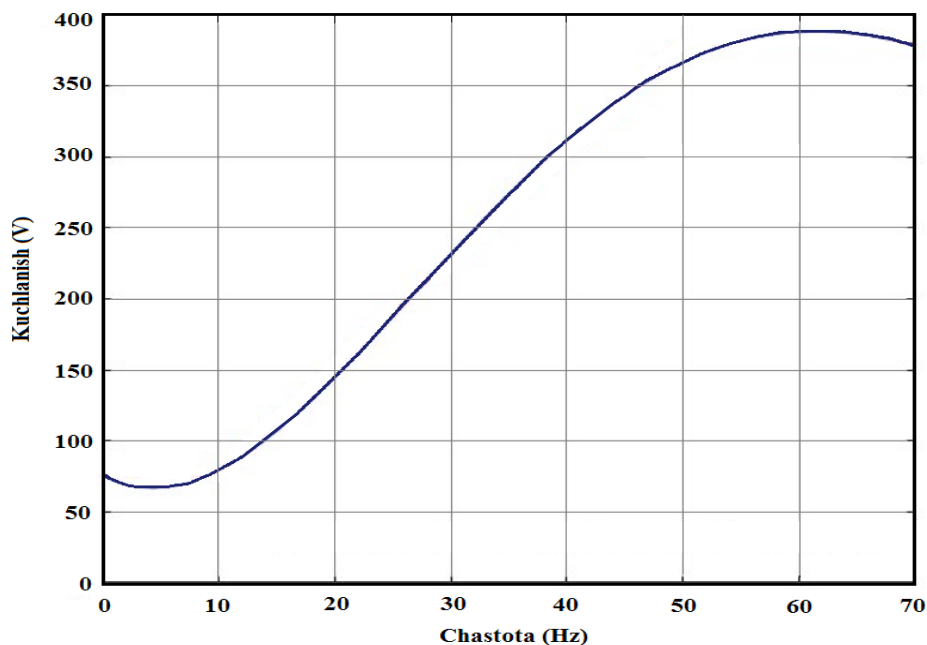
Chastotaning o'zgarishi albatta kuchlanish qiymatiga proportsional ravishda o'z tasirini ko'rsatadi. Bu orqali motordagi momentning qiymati ham shu kattaliklar asosida o'zgartiriladi va motor uchun zaruriy iste'mol quvvati ham o'zgaradi. Har bir faza misolida ta'minot kuchlanishi va chastota orasidagi bog'lanish ifodasi quyidagicha keltirilgan.

$$V_a = V_s^* \sin(2\pi f_s^* t)$$

$$V_b = V_s^* \sin(2\pi f_s^* t + 2\pi/3)$$

$$V_c = V_s^* \sin(2\pi f_s^* t - 2\pi/3)$$

Natijada yuzaga keluvchi xarakteristika 3-rasmdagi grafik asosida baholaniladi.

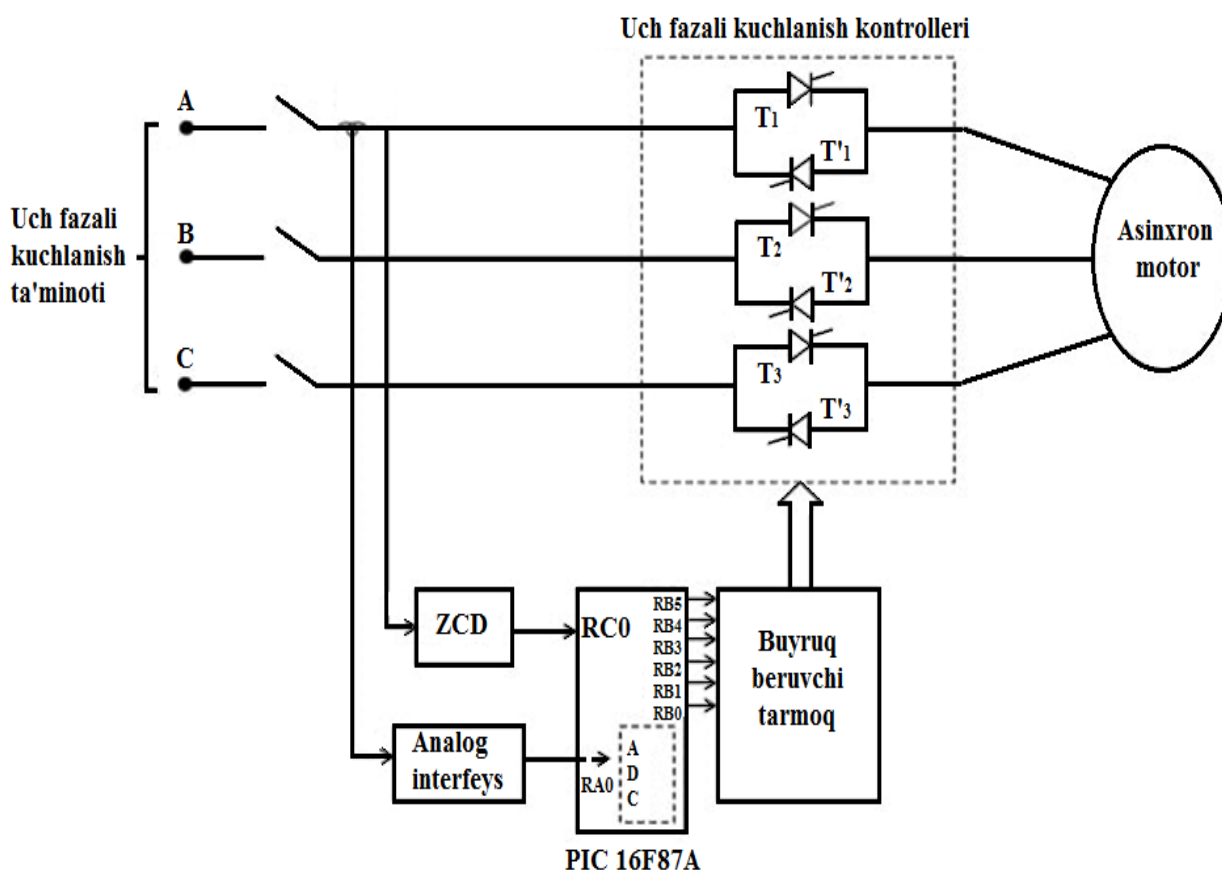


3-rasm. Kuchlanish va chastota orasidagi bog'liqlik grafigi.

Yo'naltiruvchi kuchlanish V/f ni doimiy bo'linmasini saqlash orqali kerakli chastota hosil bo'ladi. Ushbu mos yozuvlar kuchlanishlari kommutatsiya signallarini ishlab chiqaruvchi yuklama datchigi orqali yuzaga keltiriladi. Yuklama sensori motor vali va yuklama orasiga mufta sifatida o'rnatiladi va yuklama o'zgarishiga mutanosib ravishda signal ishlab chiqarib VFD ga uzatadi.

Uzatilayotgan signal PLC mantiq drayverida tahlil qilinadi va mos ravishda ruxsat etilgan chastotalarni ishlab chiqarishga buyruq beradi. Ushbu skalyar boshqaruv texnikasini amalga oshirish oson va sanoatda ko'plab ilovalarida qo'llanilishi mumkin bo'lgan arzon tan-narxiga ega texnika sanaladi.

Ma'lumki elektr motor momenti T_e uning ta'minot kuchlanishi V_s kvadratiga to'g'ri proporsional bo'lib (4) ifoda orqali ham ko'rishimiz mumkin. Demak, tezlikni nazorat qilishning juda oddiy usullaridan yana biri doimiy chastotani saqlab turganda holda ta'minot kuchlanishini V_s o'zgartirishdir. Bunga 3 fazali avtotransformator yoki solid-state (tiristorli) holatdagi kuchlanish regulyatori orqali erishish mumkin. Solid-state (tiristorli) holatdagi kuchlanish regulyatoridan farqli o'laroq avtotransformator usuli asinxron motorlar uchun sinusoidal kuchlanishni ta'minlaydigan afzalliklarga egadir. Chunki katta quvvatli iste'molchilarda, solid-state (tiristorli) holatdagi kuchlanish regulyatori ishlatilsa, ta'minot liniyasida oqadigan garmonik oqimlarni va buzilishlarni kamaytirish uchun kirish filtri talab qilinadi. Shu sababli, faqatgina kichik quvvatli asinxron motorlar uchun solid-state (tiristorli) holatdagi kuchlanish regulyatori qo'llanilib kelinmoqda. Bu turdagi qurulmaning qo'llanilish sohasi asosan asinxron motorni boshlang'ich joyidan qo'zg'alish davrida statordagi tok oqimining qiymatini ta'minot kuchlanishini o'zgartirish orqali kamaytirish va tarmoq yuklanishsiz ravon ishga tushirishdir. Solid-state (tiristorli) holatdagi kuchlanish regulyatori bir qator yarim o'tkazgichli (SRC, GTO, IGBT) kabi kalitlarni o'zida mujasamlashtirgan. Ishlash prinsipi esa kalitlarning bazalariga beriladigan signal qiymati va tezligi orqali ta'minot kuchlanishi o'zgartiriladi hamda motordagi tezlik boshqariladi.



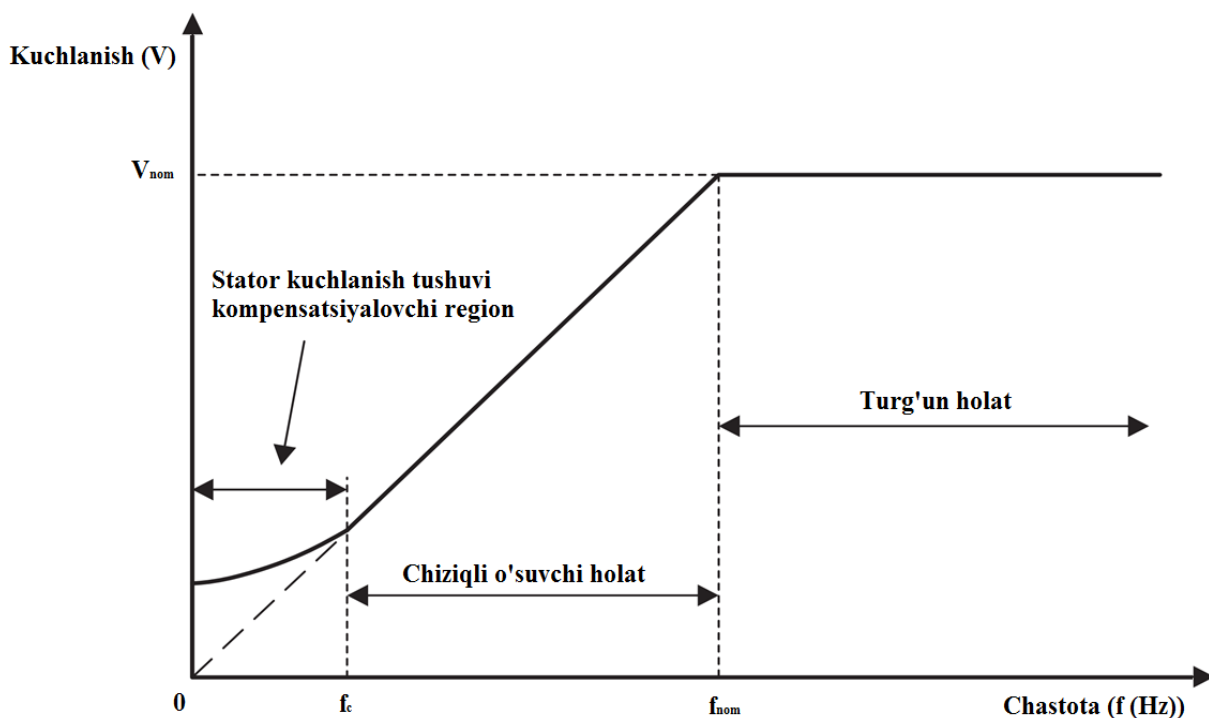
4-rasm. Solid-state (tiristorli) holatdagi kuchlanish regulyatori.

Chastotali asinxron elektr boshqaruvi tizimlaridagi dvigatelning ikkita asosiy chiqish koordinatlarini – tezlik va momentni tartibga solish ikkita asosiy printsipga asoslanadi [4]:

- kirish (input) signal asosida chiqish (output) signal orqali stator chastotasi va kuchlanishi tartibga solinadi;

- kirish (input) signal asosida chiqish (output) signallarining shakllanishi bilan-stator chastotasi va tok oqimi rostlaniladi.

Oxirgi tenglamalardan kelib chiqadiki, agar V/f nisbati f ning har qanday o'zgarishi uchun doimiy bo'lib qolsa, magnit oqim doimiy bo'lib qoladi va moment esa chastotasidan mustaqil holda bo'ladi. Stator tokini doimiy saqlab turish uchun V_s/f nisbati turli qiymatdagi tezlikda ham doimiy bo'lib qoladi. Bu shuni anglatadiki tezlik oshgani sayin, V_s/f ning doimiy nisbatini saqlab turish uchun statorga beriladigan kuchlanishlarning qiymatini mutanosib ravishda oshirish kerak. Narmal holda yani 50 hz chastotada ham sirpanish ko'ffitsenti sababli motor belgilangan sinxron tezlikga ega bo'lmaydi. Ammo yuklamasiz holatda tezlikni bu farqi ancha kichrayadi. Shunday qilib, oddiy ochiq siklli V_s/f (yoki V / Gts) tizimi yuklama momentning mavjudligi bilan tezlikni aniq nazorat qila olmaydi. Ammo, kuchlanish o'zgarishi orqali quvvat boshqaruviga erisha olamiz. Yopiq konturli V/Hz tizimi tafsifi 5-rasmda ko'rsatilishi mumkin.



5-rasm. Yopiq konturli V/Hz tizimi tafsifi.

Xulosa qilib aytish kerakki, chastotani o'zgartiruvchi va yuklama regulyatori orqali asinxron motorlarni boshqarish usullari o'zining samaradorligi va soddaligi bilan ajralib turadi. Albatta, bu usullardan foydalanish motorning ishlash sharoitiga bog'liq. Ammo ba'zi jarayonlarda vosita validagi yuklamaning qiymati doimiy ravishda o'zgaradi. Natijada, vosita uch xil yuksiz (salt), nominal va yuklama rejimida ishlaydi. Dvigatelning ushbu ish rejimida bashoratli momentni boshqarish moslamasining umumlashtirilgan ko'rinishi samarali natijalarga erishishga imkon beradi. Bu shuni anglatadiki, agar asinxron motor valiga yuklama ortib ketsa, aniq tahlil natijasi sensorlar orqali uzatiladi va ma'lumotlar boshqaruvchi kontrolleri (PLC) orqali tahlil qilinadi va keyin buyruq chiqish signali orqali invertorga uzatiladi. Natijada, biz bir qator afzalliklarga ega bo'lamiz, masalan, qo'zg'alish tok oqimini kamaytirish, ortiqcha aktiv va reaktiv quvvat sarfini qisman cheklash, quvvat ko'effitsiyentini biroz oshirish, tezlikni nazorat qilish va bir qator himoya funktsiyalarini amalga oshirish imkoni tug'iladi.

Adabiyotlar.

- [1]. Ilker Sahin, "Model Predictive Torque Control Of An Induction Motor Enhanced With An Inter-Turn Short Circuit Fault Detection Feature", The Graduate School Of Natural And Applied Sciences Of Middle East Technical University, (2021)
- [2]. Subodh Chaudhari, "Load-based energy savings in three-phase squirrel cage induction", West Virginia University, (2004)
- [3]. Jasurjon S. Olimov, Sherzod Sh. Fayziyev, Feruz M. Raximov, Ahror U. Majidov, and Bobur Q. Muxammadov, "Controlling power of short circuited induction motor via modern sensors without speed change", Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan, GEOTECH-2023.
- [4]. Khaled Abdalla Almezghwi, "Direct Torque Control Of Induction Motor Using Fuzzy Logic". Nicosia, 2015.
- [5]. Fuzi Lftisi, B.Sc, M.Sc. "Intelligent Control of Induction Motors". Faculty of Engineering & Applied Science Memorial University of Newfoundland. May (2019)
- [6]. Ihor Kozakevych, And Kyrylo Budnikov, "Induction Motor Drive Direct Torque Control And Predictive Torque Control Comparison Based On Switching Pattern Analysis". Automatic Electromechanical Systems In Industry And Vehicles Department, 11 Vitalii Matusevych Str., Kryvyi Rih, 50027, Ukraine. ICSF (2021)
- [7]. Olimov J.S., Raximov F.M. "Design and development of short circuited induction motor": Proceedings of the 4-international conference on integrated innovative development of zarafshan region: achievements, challenges and prospects dedicated to the 65- Anniversary of Navoi Mining and Metallurgical Company, Volume II, November 16-17, 2023. Navoi, Uzbekistan.
- [8]. Olimov J.S., Eshmirzayev M.A. "Controlling power of induction motor via modern sensors without speed change": Proceedings of the 6-international conference on integrated innovative development of zarafshan region: achievements, challenges and prospects dedicated to the 65- Anniversary of Navoi Mining and Metallurgical Company, Volume II, November 16-17, 2023. Navoi, Uzbekistan.
- [9]. Yanmei Yao, "Study of Induction Machines with Rotating Power Electronic Converter", Doctoral Thesis Stockholm, Sweden (2016)
- [10]. Zhi SHANG, "Simulation and Experiment for Induction Motor Control Strategies Simulation and Experiment for Induction Motor Control Strategies", Windsor, Ontario, Canada (2011)
- [11]. Ibadullaev, M., Tovbaev, A.N. "Research of Ferr-Resonance Oscillations at the Frequency of Subharmonics in Three-Phase Non-Linear Electric Circuits and Systems", //E3S Web of Conferences, 2020, 216, 01113 https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/76/e3sconf_rses2020_01113.pdf
- [12]. Tovbaev A., Boynazarov G., Togaev I. "Improving the quality of electricity using the application of reactive power sources", E3S Web of Conferences 390(4):06032 DOI: [10.1051/e3sconf/202339006032](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339006032) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339006032>

UDK 621.311

**GRAVITATSION GIRDOBLI MIKROGES SAMARADORLIGINI OSHIRISH BO'YICHA
SIMULYATSION VA EKSPERIMENTAL TADQIQOT NATIJALARI**

A.B. Mamadjanov¹, J.X. Akmalov²

¹Namangan muhandislik-qurilish instituti, a.mamadjanov1985@umail.uz

²Farg'ona politexnika instituti, jamshid9166391akmalov@gmail.com
(Qabul qilindi 18.11.2024 y.)

Annotatsiya: Maqolada dunyo miqyosida jadallik bilan rivojlanib kelayotgan past bosimli mikrogeslar qatoriga kiruvchi gravitatsion girdobli mikro gidroelektr stansiyasi konussimon havzasining maqbul geometriyasini aniqlash orqali samaradorligini oshirish tahlili keltirilgan. Tadqiqot Solidworkis Flow simulation dasturi orqali simulatsiya qilindi va eksperimental tadqiqotlar orqali solishtirma tahlillar olib borildi. MikroGES yuqori samaradorlikka erishishi uchun, havzaning eng maqbul parametrlari aniqlangan. Havza konus qismining gorizontga nisbatan og'ish burchagi 45° , havza konus qismining balandligini havza diametriga nisbati $(h_k/D) = 0,50$, havzaning suv chiqish diametrini havza diametriga nisbati $(d/D) 0.24$ ekanligi aniqlandi. Bu qiymatlar havzada girdob shakllanishi va tangensial tezligining ortishiga olib keldi.

Tayanch so'zlar: MikroGES, Gravitatsion, Girdob, Tangentsial tezlik, Solidworks Flow simulation, Konussimon havza.

Аннотация: В статье представлен анализ повышения эффективности гравитационно-вихревой микроГЭС, входящей в число быстро развивающихся микроГЭС низкого давления, путем определения оптимальной геометрии конического бассейна. Исследование было смоделировано с использованием программного обеспечения для моделирования Solidworks Flow, а сравнительный анализ был проведен посредством экспериментальных исследований. Для достижения высокой эффективности микрогазовой установки определены оптимальные параметры бассейна. Определено, что угол отклонения конусной части бассейна относительно горизонта составляет 45° , отношение высоты конусной части бассейна к диаметру бассейна (h_k/D)=0,50, отношение диаметра водовыпуска бассейна к диаметру бассейна (d/D) составляет 0,24. Эти значения привели к увеличению вихребразования и тангенциальной скорости в бассейне.

Ключевые слова: МикроГЭС, Гравитация, Вихри, Тангенциальная скорость, Моделирование потока Solidworks, Конический бассейн.

Abstract: The article presents an analysis of increasing the efficiency of a gravity vortex micro hydroelectric power station, which is one of the low-pressure micro hydroelectric power stations that is rapidly developing worldwide, by determining the optimal geometry of the conical basin. The study was simulated using the Solidworks Flow simulation program and comparative analyses were conducted through experimental studies. In order for the micro hydroelectric power station to achieve high efficiency, the most optimal parameters of the basin were determined. It was determined that the angle of deviation of the conical part of the basin relative to the horizon is 45° , the ratio of the height of the conical part of the basin to the diameter of the basin (h_k/D) = 0.50, and the ratio of the outlet diameter of the basin to the diameter of the basin (d/D) is 0.24. These values led to the formation of a vortex in the basin and an increase in tangential velocity.

Keywords: Microhydroelectric power plant, Gravity, Vortex, Tangential velocity, Solidworks Flow simulation, Conical basin.

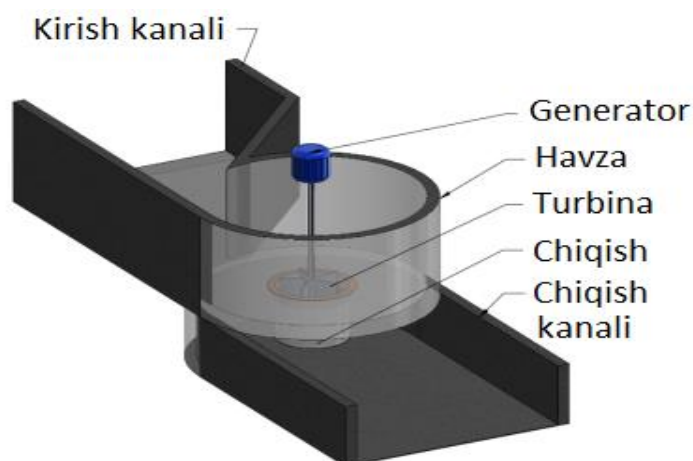
Jahon energetika amaliyotida noan'anaviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish ko'lamini kengaytirish, uglevodorodli yoqilg'i energetik resurslarni tejash orqali global iqlim o'zgarishlarini oldini olish va ekologik muvozanatni barqarorlashtirishga qaratilgan jumladan, kichik gidroenergetikaga oid ilmiy texnik ishlanmalar muhim ahamiyat kasb etadi. Shu jihatdan «2030 yilga borib rivojlanayotgan mamlakatlarda kichik energetik tizimlarning energiya ta'minotidagi ulushini 30-40 % ga yetkazish...» vazifalari belgilangan [1]. Bu borada jahon amaliyotida keng rivojlanayotgan markazlashgan energiya ta'minotidan ajralgan, yakka holdagi kichik energetik tizimlarlar uchun energiya manbasi hisoblanadigan qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan, jumladan mikro gidroelektr stansiyalardan oqilona foydalanish yuqori sur'atlarda ortib bormoqda va o'z navbatida mazkur soxaning rivojlanishiga katta e'tibor qaratilmoqda [2]. Hozirgi kunda Respublikamiz iqtisodiyotining muhim va ajralmas tarmog'i bo'lgan energetika sohasini tubdan rivojlantirish va zamonaviy talablar asosida sohaning texnik va texnologik darajasini yangilash maqsadida 2020-2030 yillarga mo'ljallangan konsepsiya ishlab chiqilgan. Unga ko'ra mamlakatimiz gidroenergetika sohasida 62 ta loyiha bo'yicha ishlarni amalga oshirish rejalashtirilgan, shu jumladan, umumiy quvvati 1537 MVt bo'lgan 35 ta gidroelektr stansiyalari qurilishi va quvvati 186 MVt ga oshirilgan 27 ta gidroelektr stansiyalarni modernizatsiya qilish mo'ljallangan. Natijada, 2030 yilga kelib, GESlarning umumiy quvvati 3785 MVtni tashkil qilib, ishlab chiqarilgan elektr energiyasi hajmi - 13,1 milliard kVt soatni tashkil qiladi [3].

Dunyo miqyosida GESlar tomonidan ishlab chiqariladigan elektr energiyasi asosan yirik gidroelektrostansiyalardan olinadi. Buday GESlarning quvvati 100 MVt dan ortiq. Ammo yirik gidroelektrostantsiyalar ekologiyaga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Umuman olganda, kichik gidroelektrostantsiyalar 10 MVt dan kam quvvat ishlab chiqaradi, ekologiyaga kamroq ta'sir qiladi. Elektr ishlab chiqarish quvvatiga ko'ra, mikro gidroelektrostantsiyalar quvvatiga qarab 5 kW dan 100 kW gacha bo'ladi.

Gravitatsion girdobli gidroelektr stansiyalar, suv girdob hosil qilishi uchun maxsus havza, uning pastki qismida suv chiqishi uchun teshik bo'ladi. Suv odatda havzaga kirib turbina qanotlariga uriladi va hosil bo'lgan mexanik energiya generatorga uzatiladi (1-rasm) [4,5].

Gravitatsion suv girdobli gidroturbina tizimlari ham past bosimli mikro gidroenergetika tizimlari sifatida qo'llaniladi. Chunki $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $2 \text{ m}^3/\text{s}$ gacha bo'lgan oqim sarfida, 1-3 m gacha balandlikda 100 Vt dan 20 kVt gacha quvvat ishlab chiqaradi [5,6]. Bunday Gravitatsion girdobli

mikro GESlarni rivojlantirish va samaradorligini havza dizayniga bog'liqligini o'rganish uchun



1-rasm. Gravitatsion girdobli mikroGES.

ko'plab olimlarning olib borgan tadqiqotlari tahlil etildi. Gravitatsion girdobli mikroGES suv turbini girdobdan energiya ishlab chiqaradi, u past bosimda ishlaydi, ya'ni 0,7 - 3 m da [8]. 2004 yilda Avstriyalik muhandis Franz Zotlterer tomonidan silindrsimon havzadan foydalangan holda ilk bor girdob energiyasidan elektr energiyasi ishlab chiqarilgan. Izlanishlar natijasida aylana shaklidagi havzani takomillashtirish, girdobning tangensial tezligini oshirish va energiya samaradorligini oshirish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda [9]. Olimlar

havzalarning bir nechta turlarini taklif qilishgan: a) silindrsimon havza; b) konussimon havza [9]. Mulligan va boshqalar tomonidan olib borilgan izlanishlar, girdob kuchiga bog'liq bo'lgan, suvning aylanishlar soni havza geometriyasiga bog'liqligini aniqlangan [11]. Havza geometriyasi tangensial tezlik, girdob balandligiga va samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi [7]. Tangensial tezlikning oshishi turbinaning gidrodinamik kuchini va samaradorligini oshiradi. Ko'plab tadqiqotchilar havzaning konussimon shakliga qiziqish bildirishgan, chunki u silindrsimondan ko'ra kuchliroq girdob hosil qilish qobiliyatiga ega [12]. Dhakal va boshqalar konussimon va silindrsimon havzalar ko'rsatkichlari tahlilini o'tkazganlar. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, konusli havzalar bir xil oqim tezligi va balandlikda, yuqori tangensial tezlik bilan girdobni hosil qiladi. Konussimon havzada, havza kengligi asta torayishi uzluksizlik tenglamasiga amal qilgan holda tezlikning oshishiga olib keladi. Bunday holda, girdob balandligi doimiy qiymatda saqlanadi [13]. Havzaning suv chiqish diametri, havza diametriga nisbati (d/D) va konusning burchagi (konusli havza uchun) girdob xususiyatini aniqlaydigan muhim geometrik parametrlar hisoblanadi [14]. Mulligan va boshqalar, silindrsimon havzada tadqiqot o'tkazdi va havzaning suv chiqish diametri, havza diametriga d/D nisbati girdobning shaklanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini aniqladi. Shunga binoan ushbu tadqiqot, havzaning suv chiqish diametri, havza diametriga nisbati $14\% < d/D < 18\%$ oraliqda bo'lgan silindrsimon havza maksimal girdob kuchini ta'minlashi aniqlangan [15]. Havza diametrining (D) o'zgarishi havo yadrosi maydonini o'zgarishiga olib keladi. Chiqish diametrining (d) oshishi esa havo uyurmasi maydonining ortishiga olib keladi. Havo uyurmasining diametri muhim omil hisoblanadi [16]. 2014 yilda Silindrsimon havza bo'yicha tadqiqot olib borilgan. Bunda $D=4*d=268$, $d=67$, havzaning suv chiqish diametrini havza diametriga nisbati $d/D = 0.25$ olingan [17]. Konussimon havzadagi girdobning xarakteristikalarini konusning burchagiga bog'liq. R. S. Sreerag va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar konus burchagini 10° dan 18° gacha o'zgartirdi va eng yuqori tangensial tezlikka erishishi aniqladilar [18]. S. Dhakal va boshqalarning ishlarida, 800 mm diametrli havzada konus burchagini 23° da yuqori tangensial tezlikka erishi keltirilgan [19]. Konussimon havza burchagining oshishi, tangensial tezligining oshishiga olib keladi [14]. Erna Septyaningrum va boshqalar tavsiya etilayotgan konussimon havzasining $d/D=$

0.2 va konus burchagini 20° etib belgilaganlar[20]. Quyidagi 1-jadvalda gravitatsion girdobli mikroGES samaradorligini oshirish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar keltirilgan.

1-jadval

Gravitatsion girdobli mikro GESlarning havza va kirish kanallarining geometrik parametrlari bo'yicha ba'zi olib borilgan tadqiqotlar natijalari

Adabiyotlar	Havza turi	d/D	H/D	w/D	h/D	L/D	Power (w)	Samaradorligi %
[22]	Silindir	0.14	1.53	0.50	0.0	2.20	2.83-9.83	14.4-48.6
[23]	Konus	0.17	1.50	0.50	0.50	-		
[24]	Konus	0.50	1.42	0.50	0.50	2.83	33	42.4
[25]	Konus	0.22	1.06	0.32	0.16	2.08		
[26]	Konus	0.13	1.96	0.42	0.42	0.45		
[27]	Konus	0.20	0.37	-	0.33	-		55
[28]	Konus	0.14	0.43	-	0.57	2.14		75
[29]	Konus	0.16	1.84	0.59	-	-		
[29]	Silindir	0.18	1.57	0.36	0.0	1.51		
[30]	Concave(botiq)	0.34	1.27	0.42	0.89	3.30	3.0	45
[30]	Convex (qabariq)	0.22	1.35	0.28	0.59	2.19	2.0	45
[31]	Konus	0.28	0.19	0.20	-	-		
[32]	Konus	0.13	0.57	0.50	0.43	2.14		

Rahman va boshqalar izlanishi natijasida 2017 yilgacha Gravitatsion girdobli mikro GESlarning umumiy samaradorligi 50% dan kam edi. Biroq, bugungi kunimizda Gravitatsion girdobli mikro GESlar bilan bog'liq rivojlantirish jarayoni yaxshilanishi kuzatilmoqda.

Olib borilgan tadqiqotlarning aksariyat qismi nazariy va amaliy usullardan foydalangan holda Gravitatsion girdobli mikro GESlarning havzasini geometrik parametrlarini yaxshilash va energiya samaradorligini oshirish uchun o'tkazishga bag'ishlanadi. Tadqiqot ishlarini tezlashtirish, yengillashtirish va olingan natijalar aniqligini oshirish uchun zamonaviy dasturlash tillari paketlaridan foydalangan holda raqamli usullar (masalan, Ansys Fluent va CFX, Comsol multiphysis, Solidworks Flow simulation va boshqalar) asta-sekin gravitatsion girdobli mikro GESlarni o'rganish uchun ishlatiladigan asosiy vositasi sifatida keng qo'llanilmoqda. Gravitatsion girdobli mikro GESlarni o'rganishning asosiy maqsadi yuqori samaradorlikda ishlashga erishishdir.

Havza ichidagi oqim harakatini ifodalash uchun quyidagi uzluksizlik tenglamasi va Navier-Stoks formulalaridan foydalanildi [11].

Uzluksizlik formulasi:

$$\frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{\partial V_z}{\partial z} + \frac{V_r}{r} = 0 \quad (1)$$

Navier-Stoks formulasi:

$$\partial V_r \frac{\partial V_t}{\partial r} + V_z \frac{\partial V_t}{\partial z} - \frac{V_r V_t}{r} = k \left(\frac{\partial^2 V_t}{\partial r^2} + \frac{\partial V_t}{r \partial r} - \frac{V_t}{r^2} + \frac{\partial^2 V_t}{\partial z^2} \right) \quad (2)$$

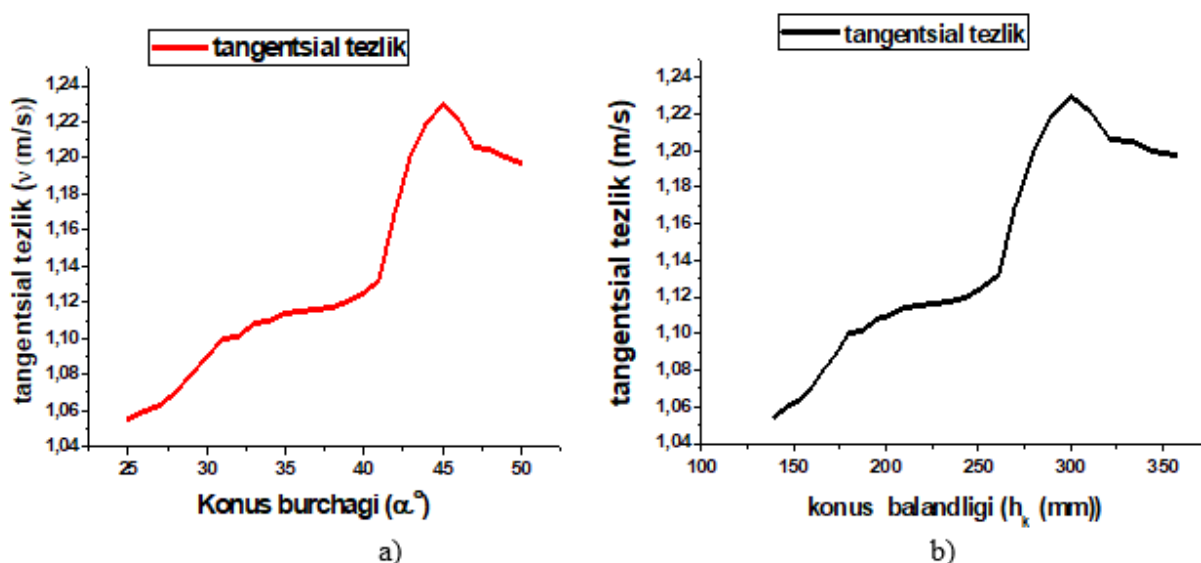
$$V_r \frac{\partial V_r}{\partial r} + V_z \frac{\partial V_r}{\partial z} - \frac{V_t^2}{r} + \frac{\partial \rho}{\rho \partial r} = k \left(\frac{\partial^2 V_r}{\partial r^2} + \frac{\partial V_r}{r \partial r} - \frac{V_r}{r^2} + \frac{\partial^2 V_r}{\partial z^2} \right) \quad (3)$$

$$\frac{\partial V_r}{\partial r} \frac{\partial V_z}{\partial r} + V_z \frac{\partial z}{\partial z} + \frac{\partial \rho}{\rho \partial z} = g + k \left(\frac{\partial^2 V_z}{\partial r^2} + \frac{\partial V_z}{r \partial r} + \frac{\partial^2 V_r}{\partial z^2} \right) \quad (4)$$

Bu yerda, V_t , V_r , V_z – mos ravishda tangensial, radial va o'qiy tezliklar; g – erkin tushish tezlanishi; k -qovushqoqlik koeffitsienti; ρ - suv zichligi.

Tadqiqot konussimon havza ustida olib borildi.

Konussimon havza ustida olib borilgan oldingi tadqiqodlarda (CFD) va amaliy ishlar tahlili, maqbul qiymatlari tavsiya etilgan. S. Dhakal konus burchagini 23° [19] etib, R. S. Sreerag 10° dan 18° oralig'ida o'rgangan [18]. Ashutosh Poudel izlanishlariga ko'ra havza konusining burchagi 67° olgan [36]. A. Sapkota va boshqalar, amaliy olib borgan ishlarida havzaning konus burchagini 42° olgan. Ishning energiya samaradorligi 49% ni tashkil etgan [35]. Mazkur tadqiqot ishida tezlikni o'zgarishi asosida Solidwork Flow Simulation dasturining (CFD) paketi yordamida maqbul burchagi aniqlangan. Tangensial tezlikning oshishi turbinaning gidrodinamik kuchini va energiya samaradorligini oshiradi [12]. Avvalgi ishlarda konus burchagini simulyatsion modellashtirish orqali 45° ekanligini aniqlagan edik [33]. Olingan natijalarni yanada mukammallashtirish va havzaning konus qismi balandligini havza diametriga bog'liqligini ham o'rganildi. Malumki, havzaning konus burchagi o'zgarish havza balandligini o'zgarishiga olib keladi. Quydagi 2-jadvalda keltirilgan konus qismi og'ish burchagini 25° dan 50° oralig'ida o'zgartirish orqali girdob tangensial tezligining o'zgarish qiymatlari keltirilgan. Olingan natijalar asosida 2-rasmdagi kabi havza konus burchagining maqbul qiymatida tangensial tezlikning oshishi asoslangan. Grafikdan ma'lumki, tezlik ma'lum bir qiymatdan asta oshib, ma'lum qiymatdan asta kamaygan.



Rasm-2. Girdob tangensial tezligining: a) konus burchagi, b) konus balandligiga bog'liqlik girafigi.

2-jadval.

Havza paramarlari

№	Havza diametri D(mm)	Havzaning konus qismining balandligi h_k (mm)	Kanal kengligi (mm)	Kanal balandligi va silindir balandligi b (mm), h_s (mm)	Havzaning konus qismining gorizontga nisbatan (α)	Havzadagi suvning tangentsial tezligi ($\frac{m}{s}$)
1	600	139,89	300	200	25	1,055
2	600	146,32	300	200	26	1,060
3	600	152,86	300	200	27	1,063
4	600	159,51	300	200	28	1,071
5	600	166,29	300	200	29	1,080
6	600	173,21	300	200	30	1,090
7	600	180,26	300	200	31	1,100
8	600	187,46	300	200	32	1,101
9	600	194,82	300	200	33	1,108
10	600	202,35	300	200	34	1,110
11	600	210,06	300	200	35	1,114
12	600	217,96	300	200	36	1,115
13	600	226,07	300	200	37	1,116
14	600	234,39	300	200	38	1,117
15	600	242,94	300	200	39	1,120
16	600	251,73	300	200	40	1,125
17	600	260,79	300	200	41	1,132
18	600	270,12	300	200	42	1,169
19	600	279,75	300	200	43	1,200
20	600	289,71	300	200	44	1,219
21	600	300	300	200	45	1,230
22	600	310,66	300	200	46	1,221
23	600	321,71	300	200	47	1,206
24	600	333,18	300	200	48	1,205
25	600	345,11	300	200	49	1,200
26	600	357,53	300	200	50	1,197

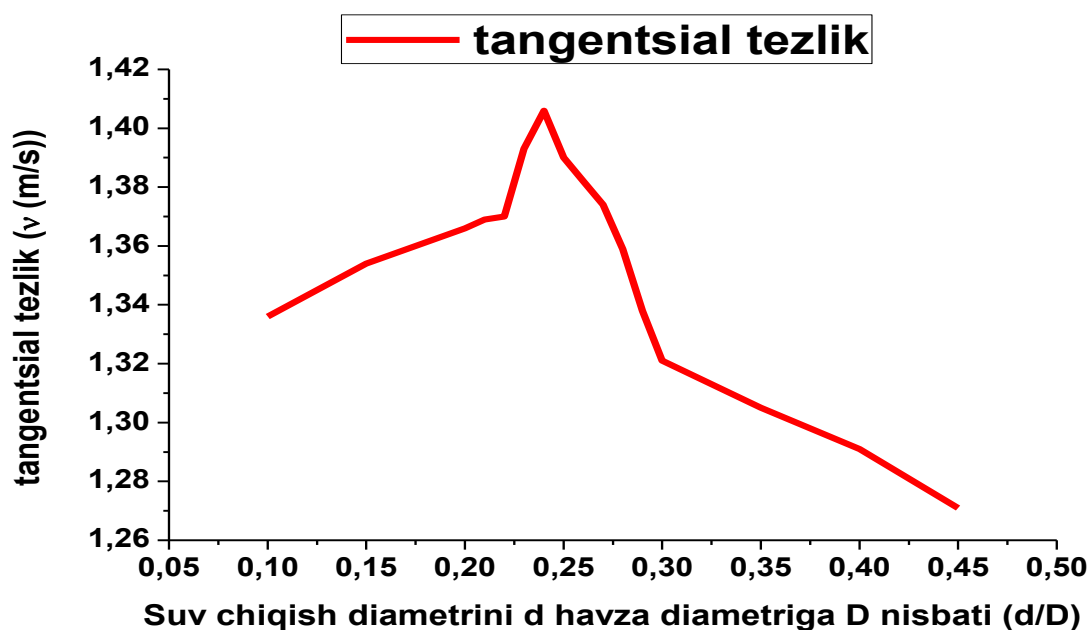
Tangensial tezlik havza ichidagi girdob energiyasini o'zgarishiga bog'liqligini bilgan holda, tangensial tezlikni oshirish maqsadida, diametrlar nisbatining (d/D) maqbul qiymatini (CFD tahlili) yordamida aniqlangan. 3-jadvalda diamerlar nisbati 0,10 dan 0,45 oraliqlarida izlanishlar olib borildi va girdobning tangensial tezligi tahlil etilgan.

3-jadval

Konussimon havza parametrlari

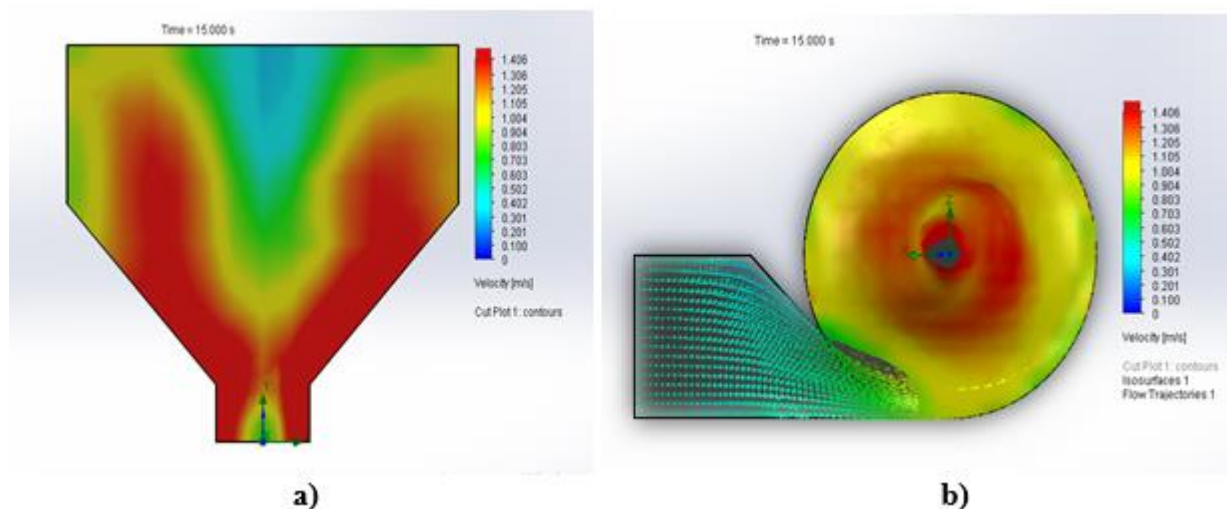
№	Suv chiqish diametrini d havza diametriga D nisbati.	havza konus qismining balandligini (h_k), havza diametriga nisbati (h_k/D)	Kanal kengligi (mm)	Kanal balandligi va silindir balandligi b (mm), h_s (mm)	Havzaning konus qismining gorizontga nisbatan (α)	Havzadagi suvning tangentsial tezligi ($\frac{m}{s}$)
1	0,10	0,50	300	200	45	1,336
2	0,15	0,50	300	200	45	1,354
3	0,20	0,50	300	200	45	1,366
4	0,21	0,50	300	200	45	1,369
5	0,22	0,50	300	200	45	1,370
6	0,23	0,50	300	200	45	1,393
7	0,24	0,50	300	200	45	1,406
8	0,25	0,50	300	200	45	1,390
9	0,26	0,50	300	200	45	1,382
10	0,27	0,50	300	200	45	1,374
11	0,28	0,50	300	200	45	1,359
12	0,29	0,50	300	200	45	1,338
13	0,30	0,50	300	200	45	1,321
14	0,35	0,50	300	200	45	1,305
15	0,40	0,50	300	200	45	1,291
16	0,45	0,50	300	200	45	1,271

Gravitatsion girdobli mikro GESlar samaradorligi diametrlar nisbatiga bog'liq. Solidworks Flow Simulation (CFD) dasturi yordamida olingan natijalar asosida 3-rasmdagi kabi grafik shakllantirilgan. Diametrlar nisbati 0,10 dan 0,50 gacha qiymatlarda tahlil etilgan va eng maqbul qiymat aniqlangan.



Rasm-3. Havza diametrlarining nisbatlarini tangentsial tezlikka bog'liqlik grafigi.

Yuqorida keltirilgan havza parametrlariga asosan 4-a) va b) rasmlarda keltirilgan simulyatsion natija olingan. Bunda konussimon havza diametrlar nisbatining maqbul qiymati $(d/D)=0,24$ olingan.



Rasm-4. Konussimon havzaning 45° , havza diametrlarining nisbati $(d/D)=0,24$ va konus qismining balandligi, havza diametrga nisbati $(h_k/D)=0,50$ da tangensial tezligining o'zgarishi (CFD tahlili) - simulyatsion modelning: a) yon tomonidan ko'rinishi; b) yuqoridan ko'rinishi.

Yuqorida keltirilgan havza parametrlari va simulyatsion tahlil natijalariga ko'ra eksperimental fizik model ishlab chiqildi. Quydagi 5-rasmda fizik modelda olib borilgan eksperiment natijalarfan namunalar keltirilgan.



Rasm-5. Konussimon havzaning 45° , havza diametrlarining nisbati $(d/D)=0,24$ va konus qismining balandligi, havza diametrga nisbati $(h_k/D)=0,50$ da tangensial tezligining o'zgarishi (eksperemental tahlil).

Xulosa

Olib borilgan izlanishlar gravitatsion suv girdobli mikroGESlarni energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan. Energiya samaradorligini oshirish uchun hozirgacha olib borilgan ishlar tahlil etildi. Natijada girdobni samarali hosil qilish uchun simulyatsion va eksperimental tadqiqotlar olib borildi. Bunda konussimon havza konus burchagining maqbul qiymati 45° ekanligi asoslandi. Uzluksizlik tenglamasiga binoan, havza diametrini asta torayishi, suvning tezligini oshishiga olib keladi. Yuqori og'ish burchaklarida suvning tushish tezligi ortadi, ammo girdob uyurmasining kamayishiga, kuchsiz girdob hosil bo'lishiga va yoki hosil bo'lmasligiga olib keladi. Havzaning suv chiqish diametrini, havza diametrga nisbati $(d/D) 0.24$ ekanligi ham asoslandi. Havzaning konus qismining balandligi girdob va tangensial tezlikka bog'liqligi tahlil etildi. Havzaning konus

qismining balandligi (h_k) ni havza diametri (D) ga nisbati (h_k/D) = 0,50 teng eknligi aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1]. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi “2022 — 2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-60 sonli farmoni.
- [2]. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 22 avgustdagi «Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishning tezkor chora-tadbirlari to‘g‘risida» gi PQ-4422-sonli qarori.
- [3]. A.B.Mamadjanov. Innovatsionnyy metod vyrabotki elektroenergii s ispolzovaniem gravitatsionnoy vodovorotnoy turbin. NamMTI ilmiy-texnika jurnali, maxsus son №1, 2019 234-238 betlar.
- [4]. Zotlöterer, F. Hydroelectric Power Plant. 2022. Available online: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2004061295> (accessed on 15 January 2023).
- [5]. Timilsina, A.B; Mulligan, S; Bajracharya, T.R. Water vortex hydropower technology: A state-of-the-art review of developmental trends. *Clean Technol. Environ. Poliki* 2018, 20, 1737-1760.
- [6]. Ruiz Sanchez, A; Sierra Del Rio, J.A; Guevara Munoz, A.J; Posada Montoya, J.A. Numerikal and exsperementel evaluation of concave and convex designis for gravitational water vortex turbine. *J.Adv.Res.Fluid Mesh. Therm. Sci.* 2019, 64, 160-172.
- [7]. A. B. Timilsina, S. Mulligan, and T. R. Bajracharya, “Water vortex hydropower technology: a state-of-the-art review of developmental trends”, *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 20, no. 8, pp. 1737–1760, 2018. doi: 10.1007/s10098-018-1589-0.
- [8]. S. Wanchat and R. Suntivarakorn, “Preliminary design of a vortex pool for electrical generation,” *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, vol. 13, no. 1, pp. 173–177, 2011. doi: 10.1166/asl.2012.3855.
- [9]. S. Mulligan and P. Hull, “Design and optimisation of a water vortex hydropower plant”, *Material Science and Engineering A*, vol. 6, p, 1, 2010.
- [10]. T. R. Bajracharya and R. K. Chaulagai, “Developing innovative low head turbine for free-flowing streams suitable for micro-hydro-power in flat (Terai) regions in Nepal”, Kathmandu: Center for Applied Research and Development (CARD), Institute of Engineering, Tribhuvan University, Nepal, 2012.
- [11]. S. Mulligan, J. Casserly, and R. Sherlock, “Effects of geometry on strong free-surface vortices in subcritical approach flows,” *Journal of Hydraulic Engineering*, vol. 142, no. 11, p. 1-12, 2016. doi: 10.1061/(asce)hy.1943-7900.0001194
- [12]. S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, and H. P. Pandit, “Effect of dominant parameters for conical basin : Gravitational water vortex power plant specification of the appropriate boundary conditions at cells which coincide with or touch the domain boundary,” *Proceedings of IOE Graduate Conference*, pp. 380–386, 2014. doi: 10.13140/RG.2.1.1455.7843.
- [13]. S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, H. P. Pandit, N. Amatya, A. M. Nakarmi “Comparison of cylindrical and conical basins with optimum position of runner: Gravitational water vortex power plant”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 48, pp. 662–669, 2015. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.030.
- [14]. S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, H. P. Pandit, N. Amatya, A. M. Nakarmi “Comparison of cylindrical and conical basins with optimum position of runner: Gravitational water vortex power plant”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 48, pp. 662–669, 2015. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.030.
- [15]. S. Mulligan, J. Casserly, and R. Sherlock, “Effects of geometry on strong free-surface vortices in subcritical approach flows,” *Journal of Hydraulic Engineering*, vol. 142, no. 11, p. 1-12, 2016. doi: 10.1061/(asce)hy.1943-7900.0001194.
- [16]. N. H. Khan, “Blade optimization of gravitational water vortex turbine,” Master Thesis, Faculty of Mechanical Engineering, Ghulam Ishaq Khan Institute of Engineering Sciences and Technology, 2016.
- [17]. Sean, Mulligan. Richard, Sherlock . John, Casserly. Experimental and Numerical Modelling of Free-Surface Turbulent Flows in Full Air Core Water Vortices. *SimHydro 2014:Modelling of rapid transitory flows*, 11-13 June 2014, Sophia Antipolis – Sean Mulligan.
- [18]. R. S. Sreerag, C. K. Raveendran, and B. S. Jinshah, “Effect of Outlet Diameter on the Performance of Gravitational Vortex Turbine With Conical Basin,” *International Journal of Scientific and Engineering Research*, vol. 7, no. 4, pp. 457–463, 2016.
- [19]. S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, and H. P. Pandit, “Effect of dominant parameters for conical basin : Gravitational water vortex power plant specification of the appropriate boundary conditions at cells which coincide with or touch the domain boundary,” *Proceedings of IOE Graduate Conference*, pp. 380–386, 2014. doi: 10.13140/RG.2.1.1455.7843.
- [20]. Erna Septyaningrum, Ridho Hantoro, Naufal Khoodi Mouti, Wiwit Ria Rahayu. Gravitational Vortex Water Turbine (GVWT) Conical Basin Design: the Effects of Cone Angle and Outlet Diameter on Vortex Characteristics. *Journal of Mechanical Engineering* Vol 21(1), 177-198, 2024 Universiti Teknologi MARA

**TIRBANDLIK OQIMINI MODELLASHTIRISH VA ENG YAQIN QO'SHNILAR USULI
YORDAMIDA ECHIMNI YAXSHILASH**

D.T. Muhamedieva¹, I.E. Isroilov², E.J. Qilichev²

¹"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti "

Milliy tadqiqot universiteti

²Toshkent davlat agrar universiteti

[\(Qabul qilindi 12.12.2024 y.\)](#)

Annotatsiya. Bugungi kunda shahar ko'chalaridagi tirbandliklar yirik shaharlarda ham dolzarb muammoga aylangan. Bu muammoni hal qilish kata shaharlar uchun ham kata muammoga aylanib ulgurgan. Chunki tirbandliklar ko'paygan sari shahar havosini ham ifloslanishiga olib kelmoqda. Ushbu maqolada shahar ko'chalaridagi tirbandliklarni oldini olishda, olingan tasvirlarni tasniflash sohasida qo'llaniladigan k-nn yaqin qo'shnilar algoritmiga bag'ishlangan. Mazkur usul tasvirlarni tasniflashda obyektlarning o'zaro yaqinligi asosida ularni sinflarga ajratadi. Tadqiqot algoritmining ishlash tamoyillari, tasvirlar o'rtasidagi masofa samaradorlik ko'rsatkichlarini tahlil qiladi. Shuningdek, maqolada yaqin qo'shnilar algoritmining tasvirlar bilan ishlashda duch kelishi mumkin bo'lgan qiyinchiliklar va ularni yengish strategiyalari yoritiladi.

Tayanch so'zlar: tasniflash, klassifikator, intellektual tahlil, asimptotik, prototip, regressiya, optimizatsiya.

Annotation. Traffic jams on city streets have become an urgent problem even in large cities. Solving this problem has also become a problem for big cities, because as transportation increases, it also pollutes the urban air. This article discusses the KNN algorithm of near neighbors, which is used in the field of image classification to prevent congestion on city streets. When classifying images, this method classifies objects based on their neighboring features. The study analyzes the principles of the algorithm, the distance between images, and performance indicators. The article will also consider the difficulties that the near neighbor algorithm may face when working with images, and strategies to overcome them.

Key words: classification, classifier, intellectual analysis, asymptotic, prototype, regression, optimization.

Аннотация. Пробки на городских улицах стали актуальной проблемой даже в крупных городах. Решение этой проблемы также стало проблемой для больших городов, потому что по мере увеличения транспорта он также загрязняет городской воздух. В данной статье рассматривается алгоритм K-NN ближних соседей, который применяется в области классификации получаемых изображений для предотвращения заторов на городских улицах. Данный метод при классификации изображений классифицирует объекты на основе их соседних признаков. В исследовании анализируются принципы работы алгоритма, расстояние между изображениями, показатели эффективности. Также в статье будут рассмотрены трудности, с которыми может столкнуться алгоритм ближних соседей при работе с изображениями, и стратегии их преодоления.

Ключевые слова: классификация, классификатор, интеллектуальный анализ, асимптотика, прототип, регрессия, оптимизация.

Kirish

So'nggi yillarda mashinali o'qitish yo'nalishining rivojlanishi bilan tasvirlarni tasniflash masalasi sun'iy intellekt va chuqur o'rganish sohalarida dolzarb muammolardan biriga aylandi. Tasvirlarni tasniflash jarayonida har xil sinflarga oid obyektlarni aniqlash va ularni to'g'ri ajratish uchun turli algoritmlar va metodlar ishlab chiqilmoqda. Shunday algoritmlardan biri – yaqin qo'shnilar (Nearest Neighbors) algoritmi bo'lib, u tasvirlarni o'zaro o'xshashlikka asoslangan holda tasniflashga imkon beradi [1]. Yaqin qo'shnilar algoritmi tasvirlar o'rtasidagi masofani aniqlash orqali ma'lumotlarni guruhlash va tanish tasvirlar asosida yangi kiritmalarni tasniflash imkoniyatini ta'minlaydi. Ushbu algoritmining asosiy afzalligi – uning oddiyligi va samaradorligi bo'lsa-da, katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlashda ko'p vaqt talab etishi mumkin. Ushbu maqolada k-nn yaqin qo'shnilar algoritmiga asoslangan tasvirlarni tasniflash texnologiyasi, uning asosiy xususiyatlari va tasvirlar bilan ishlashda qanday yondashuvlar qo'llanilishi haqida so'z yuritiladi [2].

Maqsad:

- **K-nn yaqin qo'shnilar algoritmi**
- **Ma'lumotlar intellectual tahlil**

Material va metodlar

k-eng yaqin qo'shnilar algoritmi

$k - NN$ bu obyekt qo'shnilarining ko'p ovozi bilan tasniflanadi, obyekt k eng yaqin qo'shnilari orasida eng keng tarqalgan sinfga tayinlanadi (k - musbat butun son, odatda kichik). Agar $k = 1$ bo'lsa, u holda obyekt shunchaki eng yaqin qo'shnining sinfiga tayinlanadi [3].

$k - NN$ regressiyasida chiqish obyektning xossa qiymati hisoblanadi. Bu qiymat k eng yaqin qo'shnilarining qiymatlarining o'rtachasidir. Agar $k = 1$ bo'lsa, u holda chiqish shunchaki eng yaqin qo'shnining qiymatiga tayinlanadi.

$k - NN$ tasniflashning bir turi bo'lib, bunda funksiya faqat lokal ravishda taxmin qilinadi va barcha hisoblashlar funksiya baholanmaguncha qoldiriladi. Ushbu algoritm tasniflash uchun masofaga tayanganligi sababli, agar xususiyatlar turli xil jismoniy birliklarni ifodalasa yoki juda boshqacha masshtablarda bo'lsa, u holda mashg'ulot ma'lumotlarini xususiyatlar bo'yicha normallashtirish uning aniqligini sezilarli darajada oshirishi mumkin.

Tasniflash va regressiya uchun qo'shnilarining hissalariga og'irliklarni belgilash foydali usul bo'lishi mumkin, shuning uchun yaqin qo'shnilar o'rtacha qiymatga uzoqdan ko'ra ko'proq hissa qo'shadi. Masalan, umumiy tortish sxemasi har bir qo'shniga $1/d$ og'irlik berishdan iborat bo'lib, bu erda d - qo'shnigacha bo'lgan masofa.

Qo'shnilar sinfi ($k - NN$ tasnifi uchun) yoki obyekt xossasining qiymati ($k - NN$ regressiyasi uchun) ma'lum bo'lgan obyektlar to'plamidan olinadi. Buni algoritm uchun o'quv to'plami deb hisoblash mumkin, ammo aniq o'qitish bosqichi talab qilinmaydi [4].

Statistik sozlash

Quyidagi juftliklar $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)$, qiymatlarni olish $R^d \times \{1, 2\}$, bu yerda Y X ning qaysi sinfga tegishli ekanligini ko'rsatadi, shuning uchun $X|Y = r \sim P_r$ uchun $r = 1, 2$ (va ehtimollik taqsimotlari P_r). Ba'zi normalar berilgan $\|\cdot\|$ yoqilgan R^d va nuqta $x \in R^d$ ruxsat berilgan $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)$ shunday qilib, o'quv ma'lumotlarini qayta tartiblash quyidagicha:

$$\|X_{(1)} - x\| \leq \dots \leq \|X_{(n)} - x\| \quad (1)$$

Trening misollari ko'p o'lchovli xususiyat fazosidagi vektorlar bo'lib, ularning har biri sinfga ega. Algoritmning o'qitish bosqichi faqat o'quv namunalarining xususiyat vektorlari va sinf belgilarini saqlashdan iborat [5].

Tasniflash bosqichida, k foydalanuvchi tomonidan belgilangan doimiydir va belgisiz vektor (so'rov yoki sinov nuqtasi) ushbu so'rov nuqtasiga eng yaqin bo'lgan k ta o'quv namunalari orasida eng ko'p uchraydigan belgini belgilash orqali tasniflanadi.

Uzluksiz o'zgaruvchilar uchun keng tarqalgan ishlatiladigan masofa ko'rsatkichi Evklid masofasidir. Diskret o'zgaruvchilar uchun, masalan, matn tasnifi uchun, bir-biriga o'xshash ko'rsatkich (yoki Hamming masofasi) kabi boshqa ko'rsatkichdan foydalanish mumkin. Gen ifodasi mikroarray ma'lumotlari kontekstida, masalan, $k - NN$ ko'rsatkich sifatida Pearson va Spearman kabi korrelyatsiya koeffitsientlari bilan ishlatilgan. Ko'pincha masofa o'lchovi katta margin eng yaqin qo'shni yoki qo'shni komponentlarni tahlil qilish kabi maxsus algoritmlar yordamida o'rganilsa, $k - NN$ tasnifining aniqligi sezilarli darajada yaxshilanishi mumkin [6].

Asosiy "ko'pchilik ovoz berish" tasnifining kamchiliklari sinf taqsimoti noto'g'ri bo'lganda yuzaga keladi. Ya'ni, tez-tez uchraydigan sinf misollari yangi misolni bashorat qilishda ustunlik qiladi, chunki ular orasida keng tarqalgan k ularning ko'pligi tufayli eng yaqin qo'shnidir. Bu muammoni yengishning bir yo'li, sinov nuqtasidan uning har bir k eng yaqin qo'shnisigacha bo'lgan masofani hisobga olgan holda tasnifni tortishdir. k eng yaqin nuqtalarning har birining sinfi (yoki qiymati, regressiya muammolari) ushbu nuqtadan sinov nuqtasigacha bo'lgan masofaning teskari

qismiga proportsional og'irlik bilan ko'paytiriladi. Burilishni bartaraf etishning yana bir yo'li - ma'lumotlarni taqdim etishda abstraktsiyadir. Masalan, o'z-o'zini tashkil qiluvchi xaritada (SOM) har bir tugun dastlabki o'quv ma'lumotlaridagi zichligidan qat'iy nazar, o'xshash nuqtalar klasterining vakili (markazi) hisoblanadi. Keyin $k - NN$ SOMga qo'llanilishi mumkin.

Parametr tanlash

k ning eng yaxshi tanlovi ma'lumotlarga bog'liq: odatda, k ning kattaroq qiymatlari shovqinning tasnifga ta'sirini kamaytiradi, lekin sinflar orasidagi chegaralar uncha farq qilmaydi. Yaxshi k turli evristik usullar bilan tanlanishi mumkin. Sinf eng yaqin o'quv namunasi sinfi bo'lishi taxmin qilingan maxsus holat (ya'ni, $k = 1$ bo'lganda) eng yaqin qo'shni algoritmi deb ataladi [7].

$k - NN$ algoritmining aniqligi shovqinli yoki ahamiyatsiz xususiyatlar mavjudligi yoki xususiyatlar shkalasi ularning ahamiyatiga mos kelmasa, jiddiy ravishda yomonlashishi mumkin.

1-eng yaqin qo'shni tasniflagichi

Eng yaqin qo'shni tipidagi klassifikator bu eng yaqin qo'shni klassifikator bo'lib, u xususiyat maydonidagi eng yaqin qo'shnisining sinfiga x nuqtasini belgilaydi, ya'ni $C_n^{1nn}(x) = Y_{(1)}$ [8].

O'quv ma'lumotlar to'plamining o'lchami cheksizlikka yaqinlashganda, eng yaqin qo'shni tasniflagichi Bayes xatolik darajasidan ikki baravar kam bo'lmagan xatolik darajasini kafolatlaydi (ma'lumotlarning taqsimlanishini hisobga olgan holda erishish mumkin bo'lgan minimal xato darajasi). k -eng yaqin qo'shni tasniflovchisini k eng yaqin qo'shniga og'irlikni belgilash sifatida ko'rish mumkin $1/k$ va boshqa barcha 0 vazn. Buni og'irlikdagi eng yaqin qo'shni tasniflagichlarga umumlashtirish mumkin. Ya'ni, i -yaqin qo'shniga og'irlik beriladi w_{ni} , bilan $\sum_{i=1}^n w_{ni} = 1$. Og'irlangan eng yaqin qo'shni klassifikatorlarning kuchli konsistensiyasi bo'yicha o'xshash natija ham mavjud. C_n^{wnn} vaznli eng yaqin klassifikatorni og'irliklar bilan belgilanadi $\{w_{ni}\}_{i=1}^n$. Asimptotik nazariyada shartli o'zgaruvchilar bo'lib, ba'zi mezonlar bilan parametrlarni farqlash uchun farazlarni talab qiladigan muntazamlilik shartlariga bog'liq. Sinf taqsimotida ortiqcha xavf quyidagi asimptotik kengayishga ega. Qonuniylik shartlariga bog'liq bo'lib, ular asimptotik nazariyada shartli o'zgaruvchilar bo'lib, ba'zi mezonlar bilan parametrlar o'rtasida farqlash uchun taxminlarni talab qiladi. Sinf taqsimotida ortiqcha xavf quyidagi asimptotik kengayishga ega [9].

$$R_R(C_n^{wnn}) - R_R(C^{Bayes}) = (B_1 s_n^2 + B_2 t_n^2) \{1 + o(1)\}, \quad (2)$$

O'zgarmlar uchun B_1 va B_2 formula() aniqlanadi

$$s_n^2 = \sum_{i=1}^n w_{ni}^2, \quad t_n = n^{-2/d} \sum_{i=1}^n w_{ni} \{i^{1+2/d} - (i-1)^{1+2/d}\}. \quad (3)$$

Optimal tortish sxemasi $\{w_{ni}^*\}_{i=1}^n$, yuqoridagi displeydagi ikkita atamani muvozanatlashtiradigan, quyidagicha berilgan: $k^* = \left\lfloor B n^{\frac{4}{d+4}} \right\rfloor$,

$$w_{ni}^* = \frac{1}{k^*} \left[1 + \frac{d}{2} - \frac{d}{2k^{*2d}} \{i^{1+2/d} - (i-1)^{1+2/d}\} \right], \quad (4)$$

(4) formulada $i = 1, 2, \dots, k^*$, $w_{ni}^* = 0$, $i = k^* + 1, \dots, n$.

Optimal og'irliklar bilan ortiqcha xavfning asimptotik kengayishidagi dominant atama hisoblanadi $\theta \left(n^{-\frac{4}{d+4}} \right)$. Shunga o'xshash natijalar eng yaqin qo'shni klassifikatordan foydalanganda ham amal qiladi.

Algoritmnining sodda versiyasini sinov misolidan barcha saqlangan misollargacha bo'lgan masofani hisoblash orqali amalga oshirish oson, lekin katta o'quv majmualari uchun hisoblash intensivdir. Taxminan eng yaqin qo'shni qidirish algoritmidan foydalanish $k - NN$ ni hatto katta ma'lumotlar to'plamlari uchun ham hisoblash uchun qulay qiladi [10].

$k - NN$ ba'zi kuchli mustahkamlik natijalariga ega. Ma'lumotlar miqdori cheksizlikka yaqinlashganda, ikki toifali $k - NN$ algoritmi Bayes xatolik darajasidan ikki baravar ko'p bo'lmagan xatolik darajasini (ma'lumotlarning taqsimlanishini hisobga olgan holda erishilishi

mumkin bo'lgan minimal xato darajasi) berishi kafolatlanadi. Yaqinlik grafiklari yordamida $k - NN$ tezligini turli xil yaxshilash mumkin.

Ko'p sinfli $k - NN$ tasnifi uchun Cover va Hart (1967) yuqori chegaradagi xatolik darajasini isbotlaydi.

$$R^* \leq R_{kNN} \leq R^* \left(2 - \frac{MR^*}{M-1} \right) \quad (5)$$

qayerda R^* Bayes xatolik darajasi (bu mumkin bo'lgan minimal xato darajasi), R_{kNN} asimptotik $k - NN$ xatolik darajasi, M esa masaladagi sinflar soni. Bu chegara qat'iyydir, chunki quyi va yuqori chegaralarga qandaydir taqsimot orqali erishish mumkin. $M=2$ uchun va Bayes xatolik darajasi sifatida R^* nolga yaqinlashsa, bu chegara "Bayes xatolik darajasidan ikki baravar ko'p bo'lmagan" ga kamayadi.

Xato stavkalari

K eng yaqin qo'shni klassifikatorning xatolik darajasi bo'yicha ko'plab natijalar mavjud. k -eng yaqin qo'shni tasniflagichi kuchli (ya'ni har qanday qo'shma taqsimot uchun (X, Y) izchil taqdim etilgan $k := k_n$ farqlanadi va k_n/n sifatida nolga yaqinlashadi $n \rightarrow \infty$.

Mayli C_n^{knn} n o'lchamdagi o'quv to'plamiga asoslangan k eng yaqin qo'shni tasniflagichni belgilang. Muayyan muntazamlik sharoitida ortiqcha xavf quyidagi asimptotik kengayishni keltirib chiqaradi

$$R_R(C_n^{knn}) - R_R(C^{Bayes}) = \left\{ B_1 \frac{1}{k} + B_2 \left(\frac{k}{n} \right)^{4/d} \right\} \{1 + o(1)\}, \quad (6)$$

ba'zi doimiylar uchun B_1 va B_2 . Tanlov $k^* = \left\lfloor B n^{\frac{4}{d+4}} \right\rfloor$ yuqoridagi displeyda ikkita atama o'rtasida savdoni taklif qiladi, buning uchun k^* - eng yaqin qo'shni xatosi optimal (minimax) tezlikda Bayes xatosiga yaqinlashadi $\theta \left(n^{-\frac{4}{d+4}} \right)$ [11].

Qaror chegarasi

Amaldagi eng yaqin qo'shni qoidalarini qaror chegarasini bilvosita hisoblab chiqadi. Qaror chegarasini aniq hisoblash va buni samarali bajarish ham mumkin, shuning uchun hisoblash murakkabligi chegara murakkabligi funksiyasidir.

Kondensatsiyalangan eng yaqin qo'shni (CNN , Hart algoritmi) $k - NN$ tasnifi uchun ma'lumotlar to'plamini kamaytirish uchun mo'ljallangan algoritmdir.

Trening to'plami X berilgan, CNN takroriy ishlaydi:

1. X ning barcha elementlarini skanerlanadi, U dan eng yaqin prototipi x dan boshqa belgiga ega bo'lgan X elementini qidiradi.
2. x dan X ni olib tashlanadi va uni U ga qo'shadi.
3. U ga boshqa prototiplar qo'shilmaguncha skanerlash takrorlanadi.

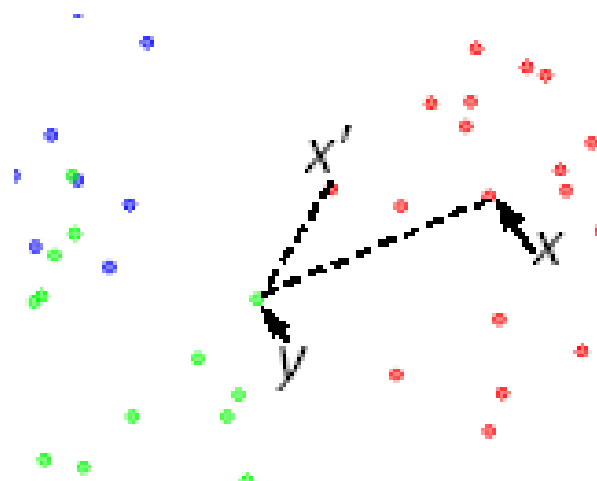
Tasniflash uchun X o'rniga U dan foydalanilsa bo'ladi. Prototip bo'lmagan misollar "so'rilgan" nuqtalar deb ataladi.

Chegara nisbatini pasaytirish tartibida trening misollarini skanerlash samaralidir. Trening x misolining chegara nisbati quyidagicha aniqlanadi

$$a(x) = \frac{\|x' - y\|}{\|x - y\|} \quad (7)$$

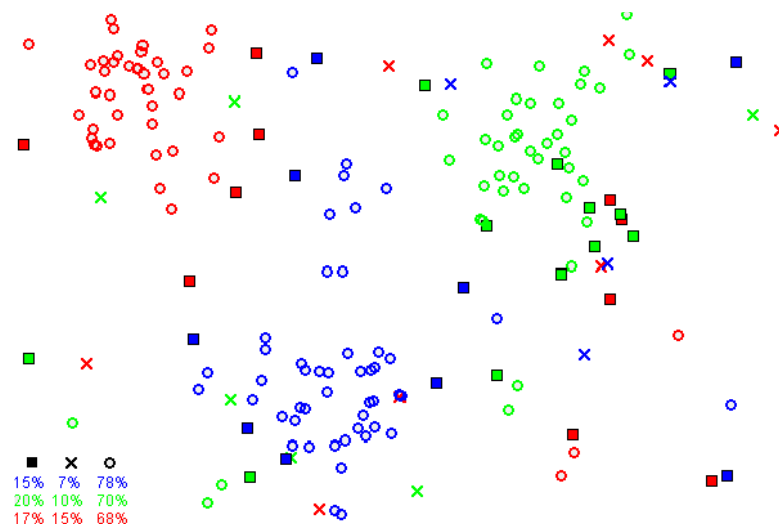
$\|x - y\|$ - x dan farqli rangga ega bo'lgan eng yaqin y misolgacha bo'lgan masofa, va $\|x' - y\|$ y dan uning eng yaqin misoli x' gacha bo'lgan masofa, x bilan bir xil belgi [12].

Chegara nisbati $[0,1]$ oraliqda, chunki $\|x' - y\|$ hech qachon oshmaydi $\|x - y\|$. Bu tartib U prototiplar to'plamiga qo'shilish uchun sinflar chegaralariga ustunlik beradi. X dan boshqa yorliqli nuqta x ga tashqi deyiladi.

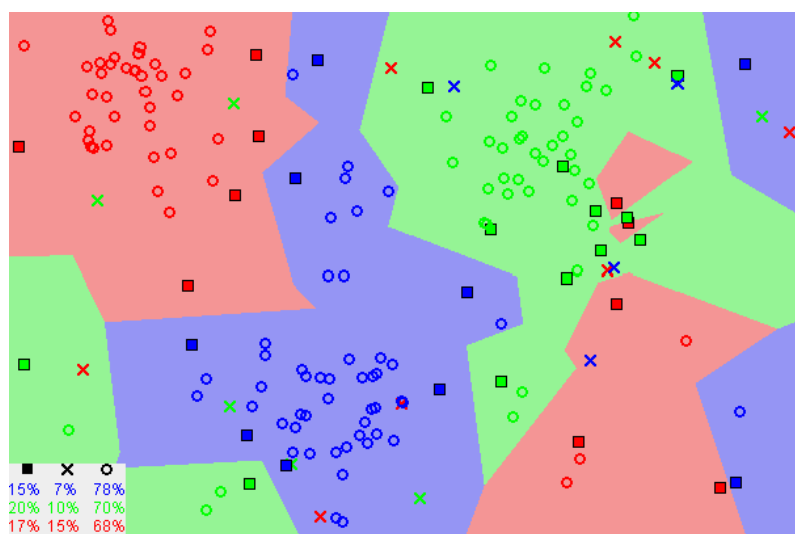


1-rasm. Chegara nisbatini hisoblash.

Ma'lumotlar nuqtalari ranglar bilan belgilanadi: boshlang'ich nuqta x , yorlig'i esa qizil. Tashqi nuqtalar ko'k va yashil rangga ega. x ga eng yaqin tashqi nuqta y . y ga eng yaqin qizil nuqta x' dir. Chegara nisbati $a(x) = ||x' - y|| / ||x - y||$ dastlabki x nuqtaning atributidir.



2-rasm. Ma'lumotlar to'plami.



3-rasm. 1NN tasniflash xaritasi.

Natija

Ko'rib chiqilgan $k - NN$ metodologiyasiga asoslanib, quyidagi natijalar olingan. Ma'lumotlar namunasiga mos yozuvlar vektorlari usulini qo'llash isbotlangan Kaggle.com o'pka saratoni kasalliklarini tasniflashda ijobiy echim beradi. O'quv tanlanmada uchta sinfdan iborat, ular quyidagilar “Yuqori Tirbandlik”, “O'rtacha Tirbandlik”, “Tirbandlik Yo'q” sinflaridir.

a) Yuqori Tirbandlik



b) O'rtacha Tirbandlik

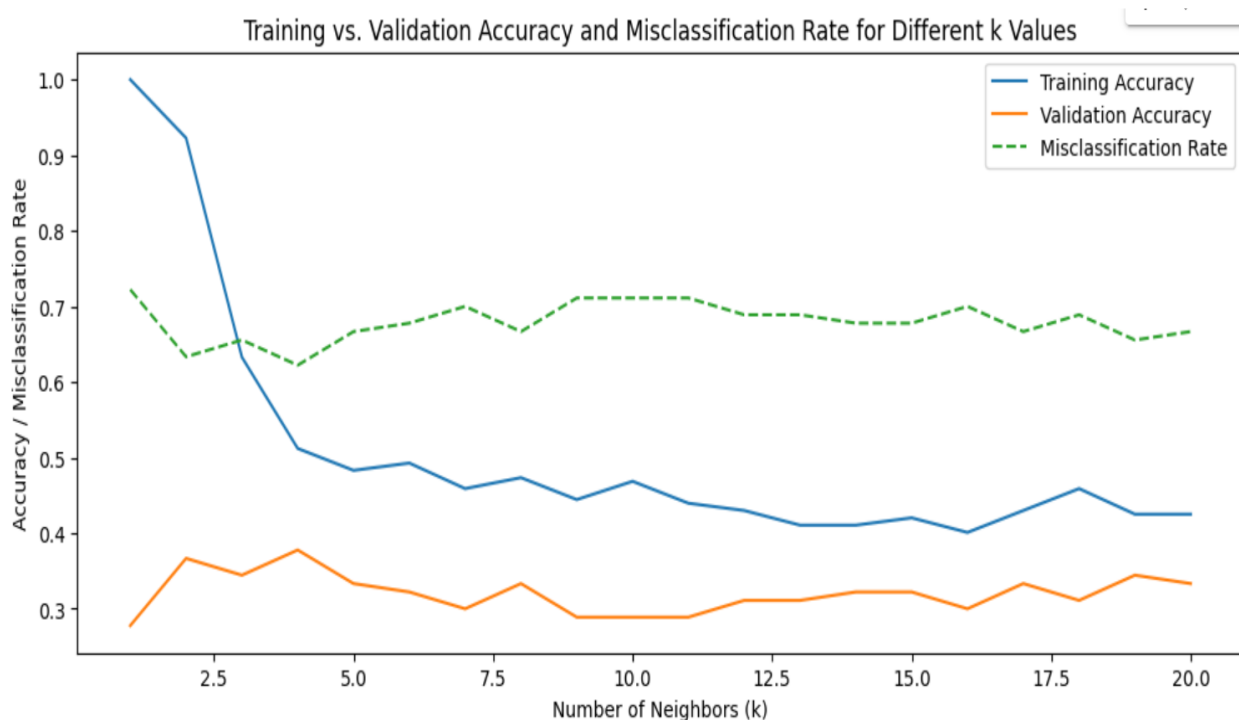


c) Tirbandlik Yo'q



4-rasm.Dataset ko'rinishi.

k -NN da olingan tasniflash natijasini quyidagi grafik bo'yicha ta'svirlanadi. Bunda “Treningning Aniqligi”, “Tasdiqlash Aniqligi”, “Noto'g'ri Tasniflash Darajasi” grafikda tasvirlanadi.



5-rasm. a) k -NN grafigi.

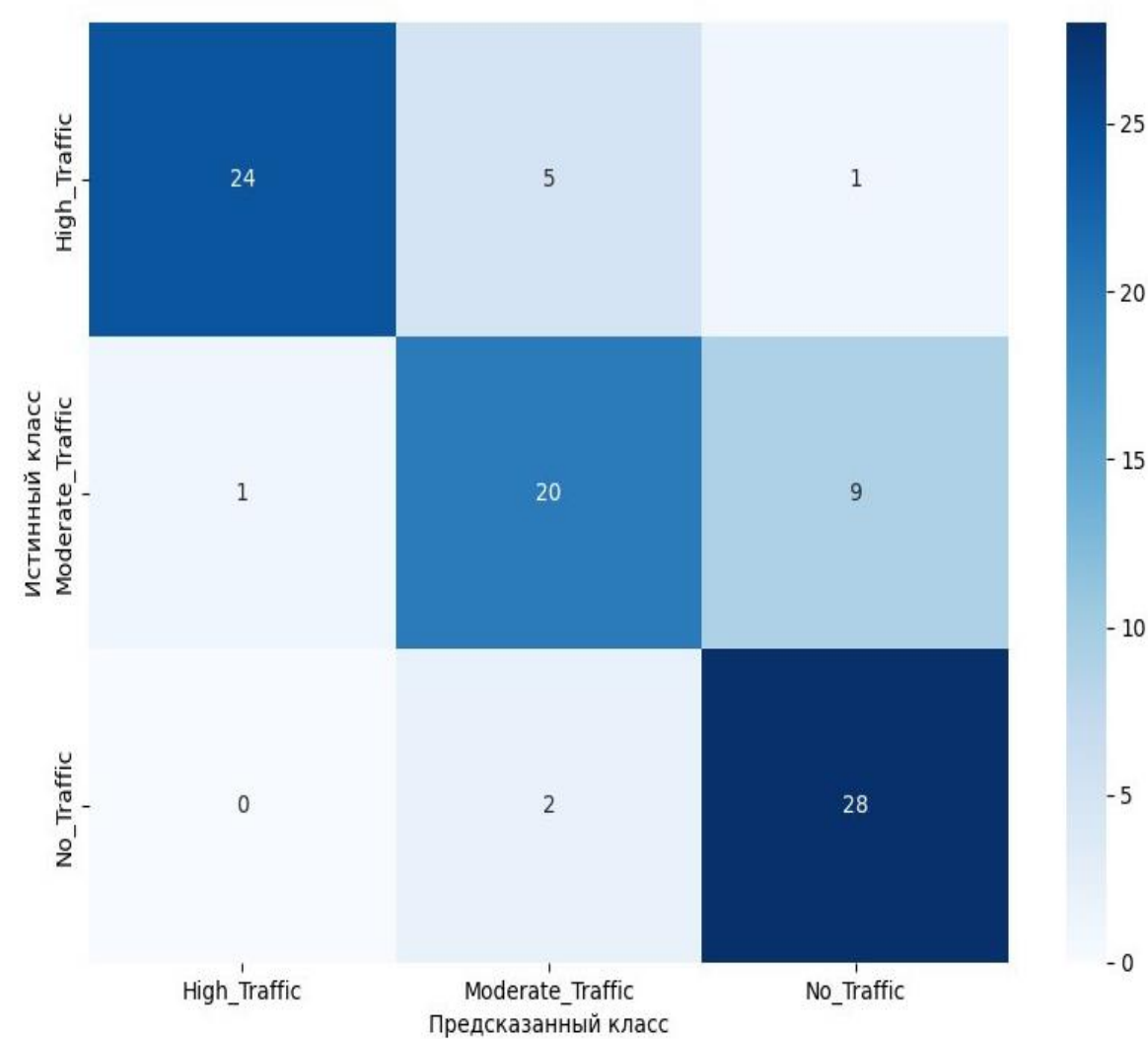
$k - NN$ da olingan tasniflash hisoboti va chalkashlik matritsasi quyidagicha bo'ladi. Bunda:

Tasniflash To'g'risidagi Hisobot:

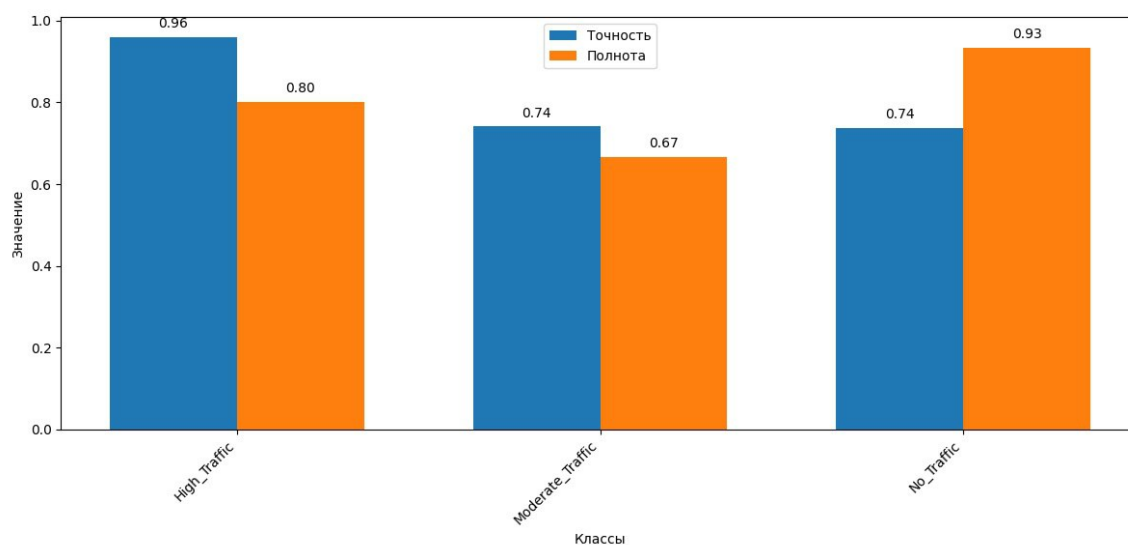
Chalkashlik Matritsasini Vizualizatsiya Qilish

	precision	recall	f1-score	support
0	0.20	0.03	0.05	35
1	0.30	0.21	0.25	28
2	0.37	0.89	0.52	27
accuracy			0.34	90
macro avg	0.29	0.38	0.27	90
weighted avg	0.28	0.34	0.25	90

Accuracy Score: 0.3444444444444444



5-rasm. b)



5-рasm. c)

Хулоса

Tasvirlarni tasniflashda $k-NN$ yaqin qo'shnilar algoritmi o'zining soddaligi va samaradorligi bilan ajralib turadi. Mazkur usul tasvirlarni o'zaro o'xshashlik asosida tasniflab, obyektlarni aniqlashda yuqori aniqlikni ta'minlaydi. Ushbu maqolada algoritmning ishlash tamoyillari, masofadan o'lchash metrikalari va optimizatsiya strategiyalari ko'rib chiqildi. Shuningdek, algoritmning katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlashda vaqt talab qilishi va shunga mos ravishda optimizatsiya usullariga ehtiyoj sezilishi ham qayd etildi. Yaqin qo'shnilar algoritmi tasvirlarni tasniflash uchun oddiy, ammo samarali yechim bo'lib, uni yanada takomillashtirish imkoniyatlari ilmiy izlanishlar uchun istiqbolli yo'nalishlardan biridir. Shu tariqa, ushbu algoritm turli sohalarda, xususan, tibbiyot, xavfsizlik va texnologiyada keng qo'llanilishi mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. Akitoshi Katsumata,, «Deep learning and artificial intelligence in dental diagnostic imaging,,» *Japanese Dental Science Review*,, pp. Pages 329-333, ISSN 1882-7616, <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2023.09.004>,, 2023,.
- [2]. Sifan Ding, Min Li, Tianyi Huang, William Zhu,, «Local density based on weighted K-nearest neighbors for density peaks clustering,,» *Knowledge-Based Systems*,, T. %1 из %2112609,, № ISSN 0950-7051, <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2024.112609>,, pp. Volume 305,, 2024,.
- [3]. Nadine M. Trummer, Amit Reza, Michael A. Steindorfer, Christiane Helling,, «Machine learning-based classification for Single Photon Space Debris Light Curves,,» *Acta Astronautica*,, т. № <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2024.10.066>,, (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576524006404), pp. ISSN 0094-5765,, 2024,.
- [4]. Seung-kyung Lee, Pilsung Kang, Sungzoon Cho,, «Probabilistic local reconstruction for k-NN regression and its application to virtual metrology in semiconductor manufacturing,,» *Neurocomputing*,, T. %1 из %2ISSN 0925-2312,, № <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2013.10.001>,, pp. Pages 427-439,, 2014,.
- [5]. Marius-Claudiu Popescu, Lacrimioara Grama, Corneliu Rusu,, «An algorithm for training a class of polynomial models,,» *Digital Signal Processing*,, T. %1 из %2ISSN 1051-2004,, № <https://doi.org/10.1016/j.dsp.2023.104168>,, pp. 104168,, 2023,.
- [6]. Chaoyu Gong, Zhi-gang Su, Xinyi Zhang, Yang You,, «Adaptive evidential K-NN classification: Integrating neighborhood search and feature weighting,,» *Information Sciences*,, T. %1 из %2ISSN 0020-0255,, № <https://doi.org/10.1016/j.ins.2023.119620>,, pp. 119620,, 2023,.
- [7]. Худайбердиев Мирзаакбар Хаккулмирзаевич, Алимкулов Нурмухаммад Мукумджон угли, Ачилов Баходир Сайдуллаевич. , «Технологии и методы автоматического выделения информативных признаков в изображениях,,» *International Journal of Engineering Mathematics*, т. <http://iejemta.com/> VOLUME 6 ISSUE 2 Impact factor 9, № VOLUME 6 ISSUE 2 Impact factor 9, pp. 1687-6156 , 2024.
- [8]. Hongbin Shen, Kuo-Chen Chou,, «Using optimized evidence-theoretic K-nearest neighbor classifier and pseudo-amino acid composition to predict membrane protein types,,» *Biochemical and Biophysical Research Communications*,, T. %1 из %2ISSN 0006-291X,, № <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2005.06.087>,, pp. Pages 288-292,, 2005,.

- [9]. Ashutosh Kumar Gupta, Sunny Chakroborty, Swarup Kumar Ghosh, Subhas Ganguly., «A machine learning model for multi-class classification of quenched and partitioned steel microstructure type by the k-nearest neighbor algorithm.,» *Computational Materials Science*, Т. %1 из %2ISSN 0927-0256., № <https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2023.112321>., pp. Volume 228., 2023.,
- [10]. Salim Lahmiri, Chakib Tadj, Christian Gargour, Stelios Bekiros., «Optimal tuning of support vector machines and k-NN algorithm by using Bayesian optimization for newborn cry signal diagnosis based on audio signal processing features.,» *Chaos, Solitons & Fractals*, Т. %1 из %2112972, ISSN 0960-0779., № <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2022.112972>., pp. Volume 167., 2023.,
- [11]. Jinhwan Jang., «Bridge Frost Prediction Using K-nearest Neighbor Classifier.,» *The Open Transportation Journal*, Т. %1 из %2ISSN 1874-4478., № <https://doi.org/10.2174/0126671212263648230921115634>., pp. Volume 17., 2023.,
- [12]. Tianming Liang, Xinzhen Xu, Pengcheng Xiao., «A new image classification method based on modified condensed nearest neighbor and convolutional neural networks.,» *Pattern Recognition Letters*, Т. %1 из %2ISSN 0167-8655., № <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2017.05.019>., pp. Pages 105-111., 2017.

УДК 620.9

**PAST TEZLIKLI ENERGIYA OQIMLARIDA SAMARALI ISHLOVCHI MUQOBIL
ENERGIYA MANBAI UCHUN GENERATOR KONSTRUKSIYASINI
TAKOMILLASHTIRISH**

N.N. Sadullaev, F.O. Sayliev

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti

faridsayliyev94@gmail.com,

[*\(Qabul qilindi 12.12.2024 y.\)*](#)

Annotatsiya. Ushbu maqola past tezli shamol va suv oqimlaridan foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun, samaradorligi yuqori bo'lgan elektr generatorlar tahlili olib borilgan. Shamol va suv oqimlarida ko'p qutbli aksial va radial oqimli doimiy magnitli sinxron generatorlaridan foydalanish samaradorligini aniqlash bo'yicha tadqiqot natijalari keltirilgan.

Tayanch so'zlar: Shamol energetik qurilmasi, aksial oqimli sinxron generator, radial oqimli sinxron generator, rotor, stator, kichik tezlik shamol oqimi, past bosimli suv oqimi.

Аннотация. В данной статье проведен анализ высокоэффективных электрогенераторов при генерации электроэнергии с использованием низкоскоростных ветровых и водных потоков. Представлены результаты исследований по определению эффективности использования многополярных постоянных магнитных, аксиальный и радиальный синхронных генераторов в низкоскоростных ветровых и низконапорных водных потоках.

Ключевые слова: Ветроэнергетическая установка, аксиальный синхронный генератор, радиальный синхронный генератор, rotor, статор, низкоскоростной ветровой поток, поток воды низкого давления.

Abstract. This article analyzes highly efficient electric generators for generating electricity using low-speed wind and water flows. The results of studies on determining the efficiency of using multipolar permanent magnetic, axial and radial synchronous generators in low-speed wind and low-pressure water flows are presented.

Keywords: Wind turbine, axial synchronous generator, radial synchronous generator, rotor, stator, low-speed wind flow, low-pressure water flow.

O'zbekistonning chekka hududlardagi iste'molchilar elektr ta'minoti ishonchliligining pastligi va shu hududlarga elektr energiyasini uzatishda isroflarning yuqoriligi, qayta tiklanuvchi energiya manbalardan foydalanish dolzarbligini keltirib chiqarmoqda. O'zbekiston Respublikasi muqobil energiya manbalariga o'tish orqali elektr energiyasini hosil qilish aholining turmush darajasini yaxshilanishi, energiya resurslariga bo'lgan qaramlikni va CO₂ ajratmalarini kamaytirish imkoni beradi. Buning natijasida 2020-2030 yillarda energetika tizimi rivojlantirish konsepsiyasiga muvofiq yashil iqtisodiyotni rivojlantirish yo'lidagi bir qancha muammolarning asosiy yechimi hisoblanadi.

Past oqimli shamol va suv oqimlarida elektr energiyasi olishda samaradorlikka erishishda sinxron generatorlardan foydalanish bo'yicha dunyo va respublikamiz olimlari olib borgan tadqiqot ishlari tahlil qilindi. Generatorlarni tanlashda va yangi konstruksiyalarini loyihalashda chiqish parametrlarini yaxshilovchi omillar o'rganildi. Tahlillarga asosan, energetik qurilmalarda reduktor qurilmalaridan foydalanishni kamaytirgan holda elektr generatorni past oqimli shamol va suv oqimlarida samarali ishlovchi turbinalarga moslashtirishga qaratildi. Chunki reduktor qurilmalaridan foydalanish energetik qurilmaning og'irligi, chiqaradigan shovqini, narxining oshishiga olib kelishi bilan birga aylantirish momentiga salbiy ta'sir ko'rsatadi [1].

Radial o'qli sinxron generatorlar.

Hozirgi kunda dunyoda past oqimli shamol va suv oqimlariga reduktorsiz ishlay oladigan elektr generatorlarga talab ortmoqda. Uyg'otish chulg'amiga ega bo'lgan sinxron generatoridan foydalanishda cho'tka kollektor orqali ishga tushirishdagi chaqnashlar va ortiqcha energiya isroflarni yuzaga keltiradi. Bu masalalarni hal qilishda doimiy magnitli sinxron generatorlardan foydalanish yaxshi yechim bo'lishi mumkin. Suv ostida harakatlanadigan 0,3 m/s-1 m/s da ishlay oladigan generator orqali o'tkazilgan tajribada 300 ortiq baliq turing 96% omon qolgani bu generatorlardan foydalanishning afzalligini ko'rsatgan. Quvvati 500 Vt bo'lgan va kun davomida 12 kVt-soat energiya ishlab chiqara oladigan energetik qurilmalardan foydalanilgan [2]. Hozirgi kunga kelib sinxron elektr generatorlarni tuzilishiga ko'ra uch turga bo'lish mumkin. Radial oqimli, aksial oqimli va gibrid aksial-radial oqimli sinxron generator(SG)lardir [3,4].

Quvvati 10 kvtgacha va aylanish tezligi 214.3 ayl/min ga teng bo'lgan radial oqimli generatori kuchlanishlar orasidagi farq 0.3%- 1.3% gacha, amaliy va nazariy tajribalar orasidagi farq 5% ga bo'lishi kuzatilgan [5]. Ko'p qutbli generatorlar suv oqimini balandligi 2-60 m, quvvati 2-200000 kVt, aylanish tezligi 450 ayl/min bo'lgan kaplan tipidagi turbinalarda keng qo'llaniladi. Radial oqimli umumiy massasi 35.55 kg, aylanish tezligi 300 ayl/min hamda quvvati 4016.6 Vatt bo'lgan generator esa foydali ish koeffitsienti 90.28 % ga teng bo'lishi kuzatilgan. Bu generator asinxron generator rotoriga doimiy magnitlar o'rnatish orqali, qayta loyihalangan [6]. Umumiy holatda ko'pgina tadqiqotlarda past oqimli suv va shamol oqimlarida reduktordan foydalanmagan holda elektr energiyasini generatsiyalash. Masalan, Malayziyalik olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqot natijalariga ko'ra, chiqish kuchlanishi 400 V, aylanish tezligi 93.75 ayl/min va quvvati 15 kVt ga teng bo'lgan generator reduktordan foydalanmasdan elektr energiyasi ishlab chiqarish samarali ekanligi ta'kidlangan [7]. Ba'zi tadqiqot ishlarida uchta rotordan tashkil topgan radial oqimli generatorlarning yangi konstruksiyasidan foydalanilgan. Generator ikkita stator mavjud bo'lib rotorlarda 12 tadan chulg'am joylashtirilgan va ummumiy 450 ta o'ram 0.89 mT magnit oqimi hosil qilgan [8]. Boshqa tadqiqot ishlarida radial oqim generatorini energiya samaradorligi past potentsialli shamol oqimlari uchun foydalanish yaxshi natija berishi ta'kidlangan. Oqim tezligi 3m/s-5m/s bo'lganda, generator aylanish tezligi 100 ayl/min- 500ayl/min gacha erisha olgan [9].

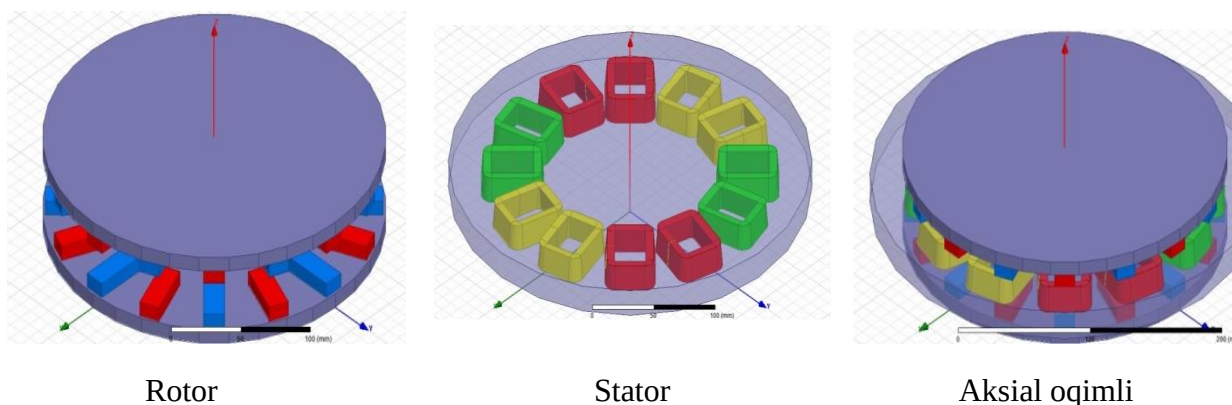
Aksial o'qli sinxron generator.

Aksial generator, rotor hamda statordan tashkil topgan bo'lib, chulg'am va doimiy magnitlar markaziy o'qga nisbatan perpendikulyar joylashtiriladi. Aksial oqim generatorida 3 xil ko'rinishdagi ya'ni aylana, to'rtburchak va trapetsiyasimon magnitlardan foydalanib tadqiqotlar olib borilgan va ushbu tadqiqotlardan eng yaxshi natijani to'rtburchak magnitda aks etgan Ketut Wirtayasa va boshqalar olib borgan tadqiqot ishida 9 turdagi generatorlar tanlanib 835 ayl/min aylanma harakatga keltirilganda, har bir chulg'amlar 1,65 T magnit oqim zichligida, 410.2 Vatt quvvat chiqargan va foydali ish koeffitsienti 91,93 % tashkil etgan [10]. Quvvati 30 kVt bo'lgan ko'p qutbli, 2 ta stator va bitta rotordan tashkil topgan aksial oqim generatorida maksimal harorat 150 °C ga teng bo'lganda quvvat yo'qolishi 1.7 kVt ni tashkil etgan aksial shamol turbinalarida reduktor qurilmasidan foydalanmasdan holda aksial oqimli generatorlardan foydalanish shamol energiyasidan foydalanish koeffitsientini, energiya zichligini oshirishi va generator vaznining kamayishiga olib kelgan. [6] Akseal (SGPM-5-150A) Tangensial (SGPM-5-150T) oqim

generatorlari taqqoslanganda aksial oqim generatori samaradorligi 2.1 % yuqoriligi, o'kazgich 2,2 marta kam ishlatilishi va boshqa ko'pgina afzalliklar aniqlangan.

Natijalar va muhokamalar.

Shamol va suv turbinalarida reduktor qurulmasidan foydalanmasdan ko'p qutubli akseal oqim generatoridan foydalanish narxi va massa kamayishi ayniqsa shamol turbinaning yuqori qismida og'irlik oshib ketishi bu esa aporani ushlab turish uchun ko'p miqdorda metal ishlatilishiga sabab bo'ladi [3].

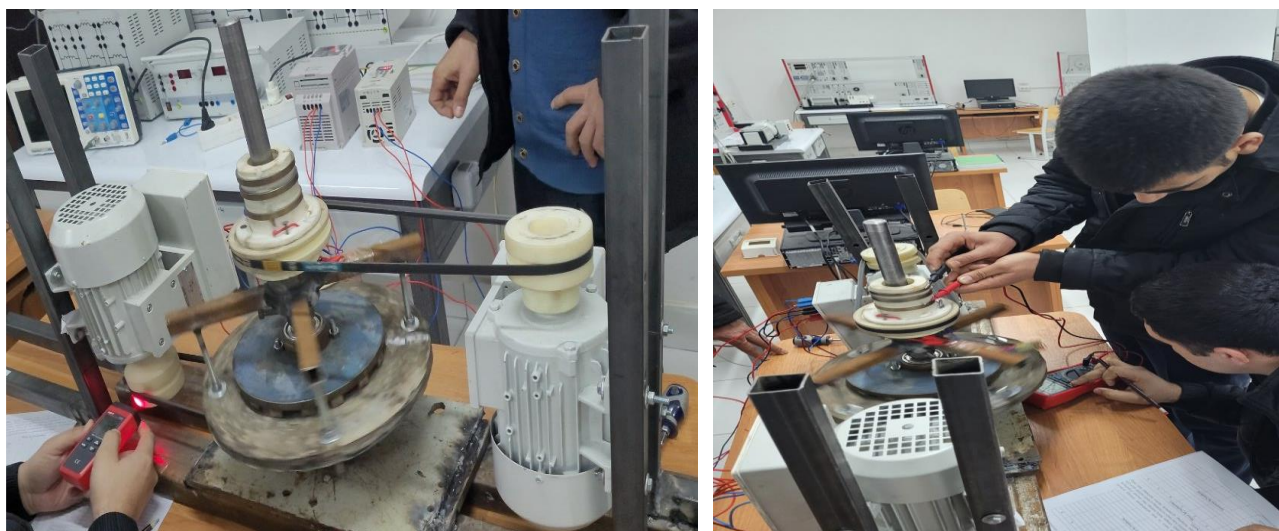


1-rasm. Aksial oqimli elektr generatorning Ansys Electronics Desktop dasturida yaratilgan kompyuter modeli.

Buxoro muhandislik-texnologiya institutida ham past tezlikli shamol va suv oqimlariga samarali ishlaydigan generator kansturuxsiyasi takomillashtirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Bitta o'q orqali ikkita chastota o'zgartirgich bilan aksial oqimli sinxron generator stator va rotorini bir-biriga qarama-qarshi harakatlantirildi. Ushbu tajribada rotor va stator tezliklari bir-xilligini ta'minlashda ikkita dvigatel hamda harbir dvigatelga alohida 2ta chastota o'zgartirgichdan foydalanildi.

Akseal oqim generatorini rotor va stator qismlarini bir bir-biriga qarama-qarshi harakatlantirish natijasida past aylanish tezliklarida elektr energiya olishga erishildi.



2-rasm. Aksial oqimli elektr generatorda olib borilgan ajriba sinov qurulmasi.

Keying tajribada aksial oqim generatori rotor va statorini bir-biriga qarama-qarshi harakatlanishda birta chastota o'zgartirgich orqali 2ta elektr dvigatellardan foydalanildi. Natijada

rotor va stator aylanish tezliklarida farqlar kuzatildi. Bunga asosiy sabab sifatida rotor va stator massalari hamda o'lchamalaridagi farqlar evaziga yuzaga kelgan turli qiymatli inersiya momentlarini asos qilib olish mumkin. Bu inersiya momentlarini yengish uchun tizimda turli xil mexanik quvvat ishlab chiqarish talab qilinadi. Shu sababli turbinalar ishchi yuzasini aniqlash bo'yicha tadqiqotlar olib borildi. Stator va rotor uchun turbinalarni tanlash uchun koeffitsient ishlab chiqildi.

$$\frac{m_{ts} \cdot l_{ts}^2 \cdot n_{ts}}{m_{tr} \cdot l_{tr}^2 \cdot n_{tr}} = \frac{m_s \cdot (r_r^2 + r_2^2)}{m_r \cdot r_r^2} = k_p$$

m_{ts} – Stator uchun tanlangan turbina massasi;

l_{ts} – Stator uchun tanlangan turbina uzunligi;

n_{ts} – Stator uchun tanlangan turbina paraklar soni;

n_{tr} – Rotor uchun tanlangan turbina paraklar soni;

m_s – stator massasi, m_r – rotor massasi;

m_{tr} – Rotor uchun tanlangan turbina paraklari massasi;

Rotor va statori bir xilda harakatlanishi uchun rotor uchun alohida ishchi yuzaga ega bo'lgan turbina paraklarga ehtiyoj sezadi. Stator uchun ham xuddi rotor kabi ishchi yuzaga ehtiyoj sezadi yani massalar va diametrlar orasidagi tafovut inersiya momenti har xil bo'lishiga olib keladi.

1-jadval.

Aksial oqimli elektr generatorning konstruktiv ko'rsatkichlari

Aksila oqim generatori umumiy massasi.	11.11kg
Stator massasi.	4.19 kg
Rotor massasi.	6.92 kg
Stator diametri.	390 mm
Magnit qalinligi.	2 mm
Rotor diametri.	260 mm
Stator va rotor qalinligi.	25 mm
Quvvati.	500 Vt

2-jadval.

Generatorni rotor va statorini bir-biriga qarama-qarshi harakatlantirishda,
tezliklar bir xilligi ta'minlandi hamda quyidagi natijalar olindi.

Generator ko'rsatkichi					
Generatorning kuchlanish(V).	31	42	53	70	87
Stator aylanish soni.	89	126	152	201	250
Rotor aylanish soni.	89	126	152	201	250
Generatorning chiqish chastotasi(Hz).	16	23	28	38	47

Tajriba natijalari tahlili asosida rotorning massasi 60%ga katta bo'lganligiga qaramay, stator diametri katta bo'lganligi sababli, statorga quvvat kichik aylanish tezliklari 42%, katta aylanishlarda (nominal tezlikga yaqin tezliklarda) esa 32% ko'p energiya sarflangan. Agar mexanik energiyani elektr energiyasiga generatsiyalash jarayonida stator va rotor aylanish tezliklarini bir xilligini ta'minlash kerak bo'lsa, stator uchun kattaroq ishchi yuzali turbina tanlash kerak bo'ladi.

Tajriba natijalariga asosan statorga 32-42% katta ishchi yuzali turbina loyihalash tavsiya etildi. Generator rotor va statorini bir-biriga qarama-qarshi harakatlantirish natijasida past energiya oqimlaridagi shamol tezligi uchun 3m/s-5 m/s oralig'ida foydalanish yaxshi samara berishi mumkin, ammo rotor va statorini bir xilda aylantirish muammosi yuzaga keldi. Ushbu muammoni halq qilish uchun rotor va stator inersiya momentlariga mos holda turbinalar ishchi yuzasini tanlash yoki rotor va stator uchun aylanish tezligini bir xilda taqsimlovchi mexanizm ishlab chiqish vazifasi belgilab olindi. Keyingi tadqiqot ishlarida, doimiy magnitli elektr generator uchun rotor va stator uchun aylanish tezligi bir-xilligini taminlovchi mexanizm ishlab chiqildi.

Xulosalar.

1. Adabiyotlar tahlili, past tezlikli energiya oqimlardan(shamol va suv) energiya olish uchun kichik aylanish tezliklarida harakatlanadigan ko'p qutbli akasial va radial oqimli sinxron generatorlardan foydalanish samarali hisoblanadi.
2. Respublikamizda elektr energiyasi narxi arzonligi inobatga olgan holda, tizimni joriy etishda qoplash muddatini qisqartirish maqsadida nisbatan arzon generatorlardan va boshqa elektr qurilmalardan foydalanish muhim hisoblanadi.
3. O'zbekiston iqlimining 70% past tezlikli energiya oqimlari mavjud, past tezlikdan energiya ishlab chiqarishda samaradorligi yuqori bo'lgan tan narxi arzon generatorlarni O'zbekiston iqlim sharoitiga moslab ishlab chiqarishimiz kerak.
4. Tajribalar natijalariga asosan, rotor va statorni bir-biriga qarama-qarshi harakatlantirishda bazibir muammolar yuzaga keldi, ya'ni rotor massasi stator massasidan og'ir, stator diametri rotordan katta, yuzalar orasidagi va massalar orasidagi farq hamda inersiya momentlarining turli xilligi kuzatildi. Ushbu muammoni xal qilish uchun rotor va stator uchun alohida turli yuzali turbina, yoki turbina mexanik quvvatini rotor va statorga bir xil taqsimlovchi mexanizm ishlab chiqish dolzarbligini keltirib chiqardi.

Adabiyotlar

- [1]. Cristina Vázquez-Hernández, Javier Serrano-González, and Gabriel Centeno. A Market-Based Analysis on the Main Characteristics of Gearboxes Used in Onshore Wind Turbines. *Energies*, vol.10 Issue 11 doi:10.3390/en10111686
- [2]. Hydrokinetic energy harnessing technologies: A review. *Energy Reports* Volume 7, November 2021, Pages 2021-2042 <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.04.003>
- [3]. <https://www.magneticinnovations.com/faq/what-is-a-radial-flux-permanent-magnet-motor/>
- [4]. Seo, Jung & Ro, Jong-Suk & Rhyu, Se-Hyun & Jung, In-Soung & Jung, Hyun-Kyo. (2015). Novel Hybrid Radial and Axial Flux Permanent-Magnet Machine Using Integrated Windings for High-Power Density. *IEEE Transactions on Magnetics*. 51. 1-4. 10.1109/TMAG.2014.2344044
- [5]. Kilk, Aleksander. (2007). Low-speed permanent-magnet synchronous generator for small-scale wind power applications. *Oil Shale*. 24. 318-331. 10.3176/oil.2007.2S.12.
- [6]. Tarimer, İlhan & Yuzer, E. (2011). Designing of a Permanent Magnet and Directly Driven Synchronous Generator for Low Speed Turbines. *Electronics And Electrical Engineering*. 112. 10.5755/j01.eee.112.6.436.
- [7]. Shahruxh, Dr & Rajkumar, Rajprasad & Rajkumar, Rajparthiban & Vaithilingam, Chockalingam. (2013). Optimization of Multi-Pole Three Phase Permanent Magnet Synchronous Generator for Low Speed Vertical Axis Wind Turbine. *Applied Mechanics and Materials*. 446-447. 704-708. 10.4028/www.scientific.net/AMM.446-447.704.
- [8]. Utomo, S.B., Irawan, J.F., Hadi, W., & Amam, D.S. (2021). Design of a single-phase flux radial generator with opposite poles (U-S) using permanent Neodymium magnet (NdFeB). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1034.
- [9]. Reza Yazdanpanah, Abdolkarim Afroozeh, Mahdijeh Eslami. Analytical design of a radial-flux PM generator for direct-drive wind turbine renewable energy application. *Energy Reports*, vol. 8, 2022, pp: 3011-3017. doi:10.1016/j.egyr.2022.01.121
- [10]. Ketut Wirtayasa, Chun-Yu Hsiao. Performances comparison of axial-flux permanent-magnet generators for small-scale vertical-axis wind turbine. *Alexandria Engineering Journal*, vol. 61, Issue 2, 2022, pp: 1201-1215.

UO‘K 004.9

MA'LUMOTLARNI MOSLASHTIRISHDA SEGMENTATSIYA MUAMMOLARI VA
YECHIMLARI

M.Q. Nurmamatov

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti E-mail: mehridinnur@gmail.com
(Qabul qilindi 12.12.2024 y.)

Annotasiya. Axborot hajmining keskin oshib ketishi ortidan deyarli barcha ma'lumotlar bazalaridagi ma'lumotlarda ortiqchalik yoki yetishmaslik holatlari mavjud. Ma'lumotlarni moslashtirish jarayonida sifat masalalari dolzarbiligi bilan ajralib turadi. Bunda ma'lumotlarning aniqlik, to'liqlik, moslik, hayotiylik, mavjudlik va ishonchlilik kabi xossalari o'zida jamlashi ma'lumotlar bazasidagi sifat ko'rsatkichlarini belgilab beradi. Segmentatsiyalashning usul va algoritmlarini tadqiq qilish natijasida etiketlangan atribut qiymatlarini moslashtirish yoki takrorlanishlarini olib tashlashda qo'llash mumkin. Segmentatsiyaning asosiy qismlaridan biri ismlar va manzillarni qoidalarga asoslangan usullar yordamida amalga oshirishdir. Bu texnologiya asosida segmentatsiyani amalga oshirish ish unumdorligini bir qancha oshiradi.

Tayanch so'zlar: segmentatsiya, atribut, moslashtirish, markov modellari, ehtimollik, ma'lumotlar bazasi, maydon.

Аннотация. Внезапного увеличения объема информации почти во всех базах данных имеются избыточные или недостающие данные. В процессе сопоставления данных вопросы качества характеризуются сложностью. В этом случае совокупность таких свойств, как точность, полнота, совместимость, живучесть, доступность и надежность данных, определяет показатели качества в базе данных. Методы и алгоритмы сегментации могут использоваться для сопоставления или удаления дубликатов помеченных значений атрибутов в результате исследования. Одной из основных частей сегментации является реализация имен и адресов с использованием методов, основанных на правилах. Внедрение сегментации на основе этой технологии несколько повысит производительность.

Ключевые слова: сегментация, атрибут, адаптация, марковские модели, вероятность, база данных, поле.

Abstract. With the rapid growth of information volume, almost all databases have data redundancy or insufficiency. In the process of data matching, quality issues are particularly important. In this case, the combination of data properties such as accuracy, completeness, relevance, viability, availability, and reliability determines the quality indicators in the database. As a result of the study of segmentation methods and algorithms, it can be used to match or remove duplicate attribute values. One of the main parts of segmentation is the implementation of names and addresses using rule-based methods. Implementing segmentation based on this technology significantly increases productivity.

Key words: segmentation, attribute, matching, markov models, probability, database, area.

KIRISH

Bugungi kunda nafaqat korxonalar va davlat tashkilotlari, balki jismoniy shaxslar tomonidan yaratiladigan ma'lumotlar bazasining hajmi tobora ortib borayotganligini hisobga olganda so'nggi yillarda katta ma'lumotlar to'plamini samarali qayta ishlash, boshqarish va tahlil qilish imkonini beruvchi yangi texnologiyalarni qo'llash va yaratish dolzarb masala bo'lib qoladi. Hozirda ma'lumotlarni saqlash va yaratish sohalarida ko'plab tadqiqotlar olib borilmoqda. Ko'pgina yirik axborot tizimlari va ma'lumotlarni qidirishda sifatni yaxshilash, mavjud ma'lumotlar manbalarini boyitish yoki yagona ma'lumotlar bazasida qayta ishlashni amalga oshirish kutuliyotgan natijaga vaqt va iqtisodiy jihatdan samarali erishishni taminlaydi [1]. Bu jarayonda nechta manbalardan olingan ma'lumotlar birlashtirish va moslashtirishni talab etiladi. Moslashtirish jarayonidagi asosiy bosqichlardan bir segmentatsiya hisoblanadi.

Ma'lumotlarni moslashtirish bilan bog'liq ma'lumotlar sifati masalalari

Hozirgi kunda deyarli barcha ma'lumotlar bazalaridagi ma'lumotlarda yetishmaslik yoki ortiqchali(qaytalangan ma'lumotlar) holatlari mavjud. Ma'lumotlarning yetishmasligi sababli turli

xil firmalar va davlat tashkilotlari juda kata daromatlardan qolib ketishadi. Ma'lumotlarni qayta ishlash, tahlil qilish va qaror qabul qilishning har qanday turi uchun *garbage-in garbage-out* printsipli amal qiladi. Ya'ni past sifatli kirish ma'lumotlaridan shunga ekvivalet yoki bundan ham past sifatli ma'lumotlar hosil bo'ladi[2]. Ma'lumotlar bazasidagi yozuvlarni moslashtirish uchun quyidagi hossalarni o'z ichiga olishi kerak:

Aniqlik. Ma'lumotlarni moslashtirishda takrorlanishni yo'qotish uchun atribut qiymatlari belgilangan talablarga javob beradimi? Ma'lumotlar yozib olishda yoki kiritishda qoidalarga amal qilinganmi? Ma'lumotlarni kiritishda tizm administrator (mas'ul shaxs) tekshiruvidan o'tganmi?

To'liqlik. Ma'lumotlar qanchalik to'liq? Ma'lumotlar bazasida atribut qiymatlarining yetishmasligi (bosh maydonlar) qancha? Nima sababdan atributlar yetishmayapti, sabablar ma'lummi? Ma'lumotlarni moslashtirish uchun atributlar yetarliimi?

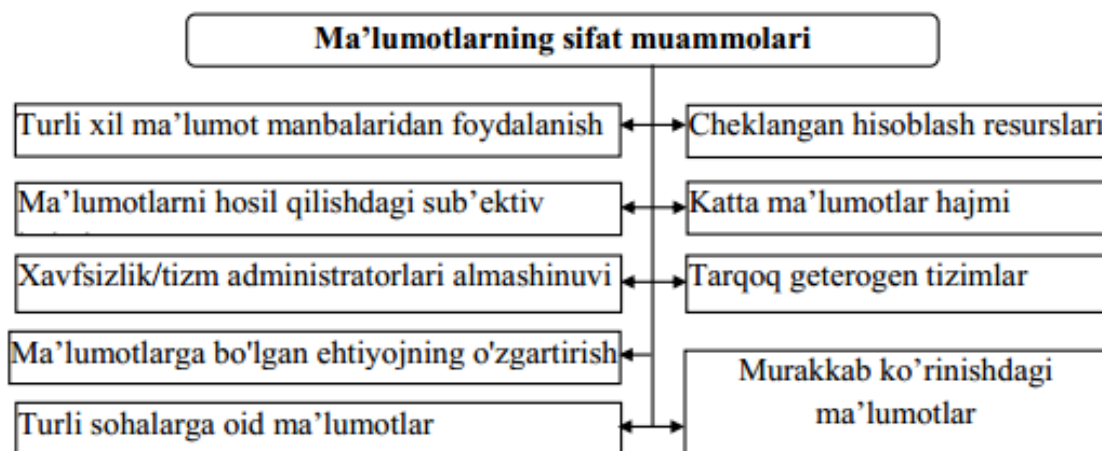
Moslik. Ma'lumotlarni moslashtirish jarayonidagi bazaning (1 ta yoki undan ko'p) yozuvlari qanchalik bir-biriga mos? Ma'lumotlar bazalarida vaqt o'tishi bilan aniqlangan atributning formati ham o'zgarib borishi mumkin. Moslashtirish jarayonida bir xil shaxs uchun takrorlanishlar uchraydimi (shaxs yashash joyini o'zgartirsa, yangi fuqorolikni qayd qilish guvohnomasini olsa va b.)?

Hayotiylik. Ma'lumotlar yaratilganiga qancha vaqt bo'lgan? Moslashtirilayotgan ma'lumotlar bazasining yozuvlari bir vaqtda qayd etilganmi yoki yo'qmi? Bu jarayon moslashtirish uchun natijaviy bosqich bo'lishi mumkin. Odatda odamlarning telefon raqamlari, familiyalari va manzillari kabi shaxsiy ma'lumotlar vaqt o'tishi bilan o'zgaradi. Bunday holatda moslashtirilayotgan yozuvlar turli vaqtlarda qayd etilgan bo'lsa, ma'lumotlarni moslashtirish jarayonida buni hisobga olish kerak.

Mavjudlik. Ma'lumotlar bazalarida moslashtirilayotgan yozuvlar mavjudmi? To'liq taqqoslashlarni amalga oshirish uchun ma'lumotlar bazalarida barcha xossalarni o'zida jamlagan atributlar bormi? Masalan bazalarda faqat ism va familiyalar bo'lsa lekin manzillar va boshqa yozuvlar bo'lmasa taqqoslash ishlarini amalga oshirib bo'lmaydi.

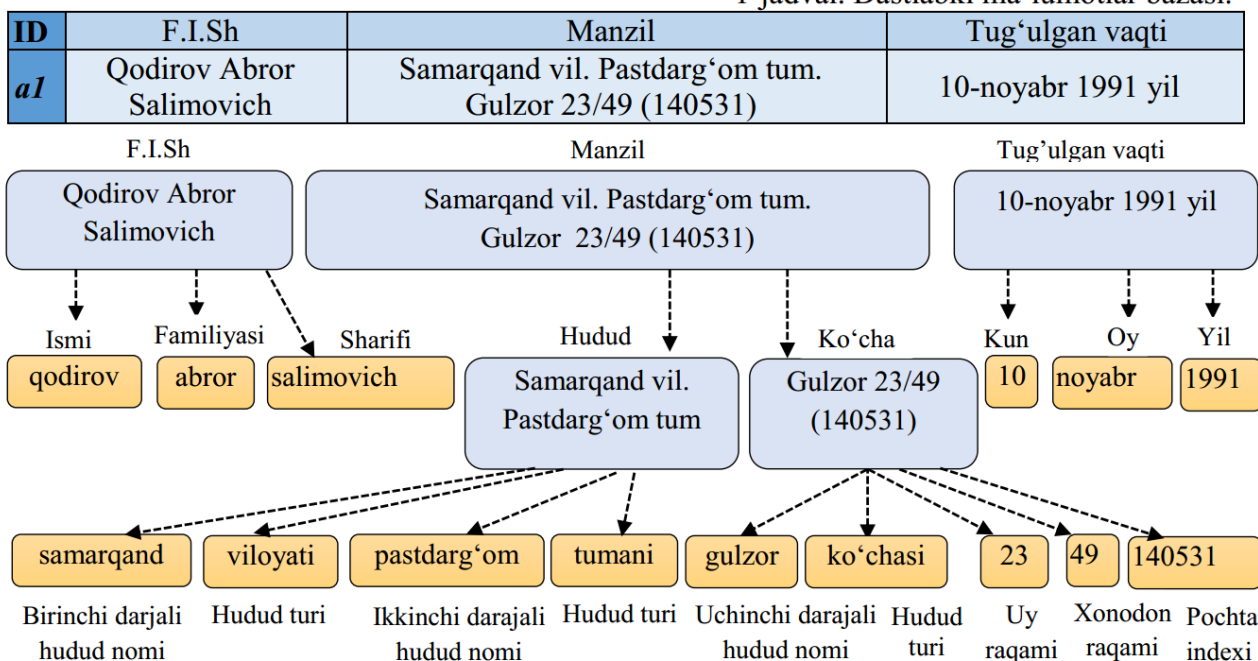
Ishonchlilik. Tadqiq qilinayotgan ma'lumotlar bazasidagi yozuvlar to'g'ri va haqiqiy deb hisoblash mumkinmi?

Ma'lumotlarni yig'ish, mosliklarni aniqlash va bartaraf etish uchun muhim o'lchovlari aniqlik va izchillik hisoblanadi. Moslashtirish jarayonning asosiy qismi ham indekslash, taqqoslash va tasniflash bosqichlari amalga oshiriladi. Moslashtirish amalga oshirilayotgan ma'lumotlar bazalaridagi yozuvlar mukammal sifatga ega bo'lsa tog'ridan-to'g'ri birlashtirish yo'li bilan amalga oshiriladi va indekslash yoki taqqoslash texnikalaridan foydalanish shart emas. Lekin tartiblanmagan ma'lumotlar bazasida yuqorida keltirilgan usullar va qoidalardan foydalaniladi [3].



1-rasm. Ma'lumotlarning sifatli yig'ishga ta'sir qiluvchi omillar.

1-jadval. Dastlabki ma'lumotlar bazasi.



Yuqoridagi texnologiyalar asosida 1-jadvaldagi yozuvlarda kiruvchi belgilarni olib tashlash va barcha harflarni kichik harflarga aylantirildi. Standartlashtirish jarayonida qisqartmalar mos standart shakllarga o'tkazildi. Natijada ma'lumotlarni chiqish maydonlariga segmentatsiyalash hamda keyinchalik deduplikatsiya yoki ma'lumotlarni moslashtirish jarayoni amalga oshiriladi (2-jadval).

2-jadval.

Standartlashtirilgan ma'lumotlar bazasi.

ID	Familiyasi	Ismi	Otasining ismi	Birinchi darjali hudud nomi	Hudud turi	Ikkinchi darjali hudud nomi	Hudud turi
a1	qodirov	abror	salimovich	samarqand	viloyati	pastdarg'om	tumani

Tug'ilgan kun	Tug'ilgan oy	Tug'ilgan yil	Uchunchi darjali hudud nomi	Hudud turi	Uy raqami	Xonodon raqami	Pochta indexi
10	noyabr	1991	gulzor	ko'cha	23	49	140531

Chiqish maydonlarini segmentatsiyalash

Bu bosqichda ma'lumotlarning etiketlangan atribut qiymatlarini moslashtirish yoki takrorlanishlarni olib tashlash uchun chiqish maydonlariga segmentatsiya qilishdan iborat. Bu jarayon qayta ishalash bosqiching muhim bo'g'inlaridan biridir, chunki natijaviy maydonlarda bir nechta holatdagi tokenlar hosil bo'lishi mumkin. Bunda ehtimoliy hosil bo'ladigan qiymatni aniqlash hamda ixtiyoriy turdagi matndan tuzilgan ma'lumotlarni chiqarish sohasini tanlashdan iborat. Segmentlashtirishning asosiy maqsadi har bir chiqish maydonida bitta so'z yoki obektni ifodalashni taminlashdir. Natijada har bir maydonni boshqa maydonlar bilan solishtirish va moslashtirishdan iborat bo'ladi, bu jarayon standartlashtirilmagan va segmentatsiya qilinmagan maydonlarga ko'ra ancha sodda va tez amalga oshiriladi.

Shaxsiy nomlar	Ko'cha manzillari	Manzillar	Telefon raqamlari	Sanalar
• Unvoni • Ismi • Familiyasi • Sharifi • Taxallus • Ism qo'shimchasi	• Ko'cha nomi • Ko'cha turi • Raqami • Bino nomi • Bino raqami • Xonodon raqami	• Davlat nomi • Viloyat nomi • Tuman (shaxar, ovul) nomi • Massiv yoki qo'rg'on nomi • Pochta indeksi	• Mamlakat kodi • Kompaniya kodi • Shaxsiy raqam	• Kun • Oy • Yil

2-rasm. Ma'lumotlarni moslashtirish yoki deduplikatsiya qilish jarayonida ishlatiladigan chiqish maydonlari xususiyatlari.

Yuqorida keltirilgan natijaviy maydonlarning hammasi ham barcha tadqiq qilinayotgan ma'lumotlar bazalarida ham to'liq bo'lavermaydi. Haqiqiy jarayonlarda chiqish maydonlar qiymatlari va nomlari hududlar (davlatlar, viloyatlar) kesimida farq qilib boradi. Segmentatsiya jarayonidagi asosiy qiyinchiliklardan bir ichma-ich joylashgan yozuvlarning mavjudligidadir. Ism, familiya, sharifi, biznes nomlari yoki manzillar kabi kirish ma'lumotlarining har xil turlari uchun hozirda turli xil segmentatsiya usullari ishlab chiqilgan[4].

Ma'lumotlarni moslashtirish maqsadida standartlashtirish va segmentatsiya bosqichlari bir-biriga bogliq tarzda amalga oshirish ish unumdorligini bir qancha oshiradi. Bunda bu ikkita bosqichni birlashtirish mumkin, Masalan, manzil atributidagi "vil." qisqartmasi manzildagi umumiy tokenlar ketma-ketligiga qarab hudud tipidagi "viloyat" kabi joylashuv nomini anglatishini aniqlash mumkin.

Yashirin Markov modeliga asoslangan segmentatsiya

Yashirin Markov modellari 1960-1970-yillarda ishlab chiqilgan. Bu modellar nutqni aniqlash va tabiiy tilni qayta ishlashda keng qo'llaniladi. Modelning asosiy g'oyasi ma'lumotlarni o'qitish jarayonida hisoblashlarni samarali va noma'lum ketma-ketliklarni boshqarish qo'llaniladi[5]. Hozirgi kungacha adabiyotlar tahliliga qaralganda tadqiqotchilar tomonidan ism va manzil segmentatsiyasida faol ishlatilib kelinmoqda[6].

Yashirin Markov modellari holatlar to'plami orasidagi o'tish va chiqish (yoki kuzatish) aloqalaridan iborat bo'lgan ehtimollik koefitsientlari hisobiga amalga oshiriladi. Ikki holat o'rtasidagi har bir bog'lanish nolga teng bo'lmagan ehtimollikka ega va har bir holat ma'lum bir ehtimollik taqsimotiga ega chiqish belgilarini chiqaradi. O'tish va chiqish ehtimoli ikkita matritsada saqlanadi. Manzil segmentatsiyasi uchun yashirin Markov modellarining ishlash prinsipi 3-rasmda ko'rsatilgan [7].

Odatda yashirin Markov modellarida boshlash va tugash maxsus holatlar sifatida qaraladi. Boshlash holatidan boshlab yashirin Markov modellari o'qitilgan $O = o_1, o_2, \dots, o_k$ chiqish belgilar ketma-ketligi tugash bosqichigacha $k-1$ ta o'tish holatlarni amalga oshiradi. i ($1 \leq i \leq k$) chi holatdagi o_i qiymati ushbu holatdagi chiqish belgilar ehtimollik taqsimotiga asoslanadi. Boshlash va tugatish holatlari yashirin Markov modellarini saqlamaydi, chunki bu holatlarda hech qanday chiqish belgilari chiqarilmaydi. Boshlanish holati o'rniga ketma-ketlikning ma'lum bir holatdan boshlanishi ehtimolini ta'minlaydigan boshlang'ich ehtimoliy holatlar ro'yxati qo'llaniladi [8,9].

Yashirin Markov algoritmlarida turli xil yo'llar orqali bir chiqish qiymatlarini hosil qilish mumkin. Lekin bir bosqichdan ikkinchisiga o'tishdagi ehtimolliklar turli xilligicha saqlanib qoladi. Chiqish qiymatlarining ma'lum bir ketma-ketligini hisobga olgan holda, segmentatsiya uchun ushbu

Ma'lumotlarni moslashtirish o'qitish jarayonning barcha o'quv yozuvlari bo'ylab takrorlanadi va o'tish va chiqish ehtimollarini ularning chiqish maydoni va teglar ketma-ketligiga muvofiq ravishda sozlab boradi. Masalan, 3-jadvladagi "ko'cha turi" holatidan "Mahalla nomi" holatiga o'tish ehtimoli 0.93, bu esa barcha o'qitish yozuvlarining 93% ushbu ikki chiqish maydon ketma-ketligini o'z ichiga olganligini bildiradi [12,13].

XULOSA

Tadqiqotda katta ma'lumotlar bazasidagi yozuv maydonlarini segmentatsiya qilishning usullari va modellari tadqiq qilinib ma'lumotlarning aniqlik, to'liqlik, moslik, hayotiylik, mavjudlik va ishonchlilik kabi xossalarning sifat ko'rsatkichlarini belgilab berishi keltirib o'tildi. Segmentatsiyalashning usul va algoritmlarini tadqiq qilish natijasida etiketlangan atribut qiymatlarini moslashtirish yoki takrorlanishlarini olib tashlashda qo'llash mumkinligi amaliy masalalar bilan izohlandi. Yashirin Markov modellari holatlar to'plami orasidagi o'tish va chiqish ehtimollik koeffitsientlari hisobiga amaliy masalaning yechimi isbotlandi.

Amaliy ahamiyati. O'tkazilgan tajribalarga asoslanib, ushbu tadqiqot katta ma'lumotlar bazalaridagi yozuv maydonlarini segmentatsiya qilishning nazariy va amaliy usullarini ishlab chiqishda foydali degan xulosaga kelish mumkin.

Adabiyotlar:

- [1]. Akhatov A., Nurmamatov M., Nazarov F. "Intelligent modeling and optimization of processes in the labour market" Artificial Intelligence, Blockchain, Computing and Security - Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence, Blockchain, Computing and Security, ICABCS 2023, 2024, 2, страницы 694–699.
- [2]. Batini, C., Scannapieco, M.: Data quality: Concepts, methodologies and techniques. Data-Centric Systems and Applications. Springer (2006).
- [3]. Nurmamatov M.Q., Sariyev Sh.N., Genetik algoritmlar asosida turli sinfli ma'lumotlarni o'zaro moslashtirish algoritmlari. Sh.Rashidov nomidagi Samarqand Davlat Universiteti Ilmiy axborotnomasi. 3-son (145/1) aniq va tabiiy fanlar yo'nalishi. 77-83 b.
- [4]. Axatov A.R., Nurmamatov M.Q., Nazarov F.M. 2022. "Mathematical Models of Coordination of Population Employment in the Labor Market" // Ra journal of applied research. India / –Vol. 8, Issue 2. – Pp. 111–119. doi:<https://doi.org/10.47191/rajar/v8i2.09>
- [5]. Rabiner, L.: A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition. Proceedings of the IEEE 77(2), 257–286 (1989)
- [6]. Christen, P.: Probabilistic data generation for deduplication and data linkage. In: IDEAL, Springer LNCS, vol. 3578, pp. 109–116. Brisbane (2005)
- [7]. Churches, T., Christen, P., Lim, K., Zhu, J.X.: Preparation of name and address data for record linkage using hidden Markov models. BioMed Central Medical Informatics and Decision Making 2(9) (2002)
- [8]. AA Rustamovich, N Mekhriddin, N Fayzullo , N Sabharwal "Intelligent system of labor market regulation based on the evolutionary modeling of employment" Proceedings - 2022 4th International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking, ICAC3N 2022, 2022, c. 2534–2539. DOI.[10.1109/ICAC3N56670.2022.10074149](https://doi.org/10.1109/ICAC3N56670.2022.10074149)
- [9]. Akhatov A.R., Nurmamatov M.Q., Mardonov D. 2020. "Mathematical models of the process of monitoring the social status and employment of the population", Scientific and technical journal of the Fergana Polytechnic Institute. -Volume 24, No. 5. -pp. 150–157.
- [10]. Rabiner, L. A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition. Proceedings of the IEEE 77(2), 257–286 (1989)
- [11]. Nurmamatov, M., Kulmirzayeva, Z. "Development of an Intelligent System for Optimization of Employment Information Using Genetic Algorithms" AIP Conference Proceedings, 2024, 3147(1), 040006. <https://doi.org/10.1063/5.0210279>
- [12]. Akhatov A.R., Nurmamatov M.Q., Mardonov D.R., Nazarov F.M. Improvement of mathematical models of the rating point system of employment // Scientific journal Samarkand state university. 2021. – №1(125). –P. 100-107.
- [13]. Akmal Akhatov; Fayzullo Nazarov; Mekhriddin Nurmamatov; Shokhrukh Sariyev. "Genetic algorithm application technology in multi-parameter optimization problems", AIP Conference Proceedings. 3244, 030025 (2024) [doi:10.1063/5.0242074](https://doi.org/10.1063/5.0242074).

**YENGIL SANOAT KORXONALARIDA ELEKTR ENERGIYA TEJASHNING
ILMIY USHLUBLARI**

K.Sh. Kadirov¹, B.M. Xoldarov²

¹O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti

²Jizzax politexnika instituti, botirxoldarov9200@gmail.com

(Qabul qilindi 12.12.2024 y.)

Maqolada yengil sanoat korxonalarida elektr energiyasini tejashning bir necha ilmiy ushlublari ko'rib chiqilgan. Olib borilgan ilmiy-tadqiqot va tajriba-sinov ishlari ishlab chiqarishni o'zlashtirish imkonini beradi va yengil sanoat korxonalarida energiya tejash zahiralarini baholash nazariy yo'l orqali tahlil qilingan.

Tayanch so'zlar: yengil sanoat korxonalari, energiya tejash, elektr, elektrotexnologik jarayonlar, elektr quvvati, elektr mashina, xom ashyo.

В статье рассмотрены несколько научных методов экономии электроэнергии на предприятиях легкой промышленности. Проведенные научно-исследовательские и опытно-экспериментальные работы позволяют освоить производство, а оценка резервов энергосбережения на предприятиях легкой промышленности проанализирована теоретическим путем.

Ключевые слова: предприятия легкой промышленности, энергосбережение, электричество, электротехнологические процессы, электрическая мощность, электрическая машина, сырье.

The article examines several scientific methods for conserving electricity in light industry enterprises. The conducted research and experimental work enables the development of production, while the assessment of energy-saving potential in light industry enterprises is analyzed theoretically.

Keywords: light industry enterprises, energy conservation, electricity, electrotechnological processes, electric power, electric machine, raw materials.

Energiyani tejash mamlakat iqtisodiyotini rivojlantirishning asosiy muammolaridan biridir. Bu muammoni hal qilish uchun fanning ro'lini oshirish zarur, chunki hozirgi vaqtda energiya ta'minoti tizimlaridan oqilona foydalanish va yangi texnologiyalar bo'yicha energiya resurslarini tejash uchun zaxiralarni aniqlash ishlar olib borilmoqda. Shu bilan birga asosiy zaxiralar texnologik jarayonlarning, ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy, elektr, konstruktiv va tashkiliy omillarining optimal nisbatlariga bog'liq hisoblanadi.

Yengil sanoat korxonalarida turli tarmoqlaridagi ko'plab mavjud jihozlar bo'yicha olib borilgan ilmiy-tadqiqot va tajriba-sinov ishlari ishlab chiqarishni o'zlashtirish imkonini beradi. Sanoat korxonalarida elektr energiyasi va elektrotexnologik jarayonlarga ega bo'lgan korxonalarda energiya tejash muammolarini hal qilishning ilmiy asoslarini va yangi usullarini ishlab chiqish, korxonalar uchun solishtirma energiya sarfini tahlil qilish va hisoblash usullarini ishlab chiqishdir.

Ishlab chiqarish mahsulotining energiya intensivligini baholash usuli, elektrotermik ko'rsatkichlarning tabiiy o'zgarishidan foydalangan holda aralash (to'g'ridan-to'g'ri va bilvosita) birliklarining elektrotexnologik jarayonini nazorat qilish vazifalarini amalga oshirishdir. Tadqiqotlarni maqsadli belgilab olish, elektr energetikasi va elektrotexnologik jarayonlarda tizimli tahlil usullaridan foydalangan holda korxonalarning mavjud asbob-uskunalar bo'yicha olib borilgan ilmiy-tadqiqot va tajriba-sinov ishlarining tavsiyalari ilmiy asoslaydi.

Elektr energiyasini tejashning asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

- texnologik asbob-uskunalarining ish rejimini o'zgartirganda elektr yuklamalarni o'zgartirish, minimallashtirish imkoniyatlarini aniqlash uchun tegishli matematik modellarni tuzish;

- energiya, texnologik va ekologik omillarning elektr yuklamalarining kattaligiga, mutlaq va xususiy quvvat sarfiga ta'sirini baholash;
- juftlik va ko'p bog'lanish tenglamalaridan, grafik-analitik usullardan foydalanish;
- bundan tashqari elektrotermik birliklarning konstruktiv xususiyatlariga, elektr ko'rsatkichlarining funktsional bog'liqligini aniqlash bo'yicha ishlar olib borish;
- mavjud elektr tarmoqlarida, elektr mashinalari va qurilmalarida elektr energiyasi yo'qotishlarini kamaytirish usullarini ishlab chiqish;
- kuchlanish darajasini hisobga olgan holda va statik xususiyatlarga muvofiq reaktiv quvvatni ishlab chiqarish va taqsimlashni ratsionalizatsiya qilish;
- tunu kun ishlaydigan korxonalarning energiya tizimining eng yuqori soatlarida ishlab chiqarishni kamaytirmagan holda energiya sarfini kamaytirish bilan elektr yuklamalarini tartibga solishning yangi usullarini ishlab chiqish;
- korxonalarni iste'molchilar - energiya tizimining yuklama regulyatorlari rejimiga o'tkazish yo'llari va vositalarini topish;
- ichki va tashqi tarmoqlararo aloqalarni hisobga olgan holda energiya resurslarini tahlil qilish, hisoblash, prognozlash va standartlashtirish algoritmlari va kompyuter dasturlari majmuasini ishlab chiqish;
- foydalanishdan chiqarilgan uskunalarni energiya tejavchi rejimlarga o'tkazish va yangi istiqbolli mashinalar, mexanizmlar va texnologik jarayonlarni joriy etishda energiya tejashni rejalashtirish.

Ma'lumki, elektr yuklamalari alohida birlik bo'lsa, ishlab chiqarish birliklari o'ziga xos (W) elektr iste'moli o'zgarishining asosiy qonuniyatlari quvvat (Q) va (e) elektr energiyasining funktsiyalari bo'lgan xususiyatlarini qurish orqali aniqlanishi mumkin. Qayta ishlangan xom ashyo miqdoridan (G) olingan mahsulot esa (Z).

Ushbu xususiyatlar asosiy xizmat ko'rsatish roliga qo'shimcha ravishda, minimal xarajatlarni ta'minlaydigan eng foydali energiya rejimlarini tanlash va elektr energiyasini iste'mol qilishning ratsionini va zaxiralarini aniqlash uchun ham qo'llanilishi mumkin. Shu maqsadda quyidagi usullarni taklif qilish mumkin.

- Texnologik asbob-uskunalar va texnologik reglamentlarning pasporti va ma'lumotlari asosida ishlab chiqarish birligining (korxona) energiya xususiyatlarini tuzish. Dastlabki ma'lumotlar sifatida ushbu xarakteristikani qurish uchun korxonaning normal ish sharoitida va mashina mexanizmlarning normal holatidagi o'lchovlardan olingan haqiqiy quvvat iste'moli va elektr energiyasini olish kerak.

Shaklda $W = f(P)$ va $e = f(P)$ egri chiziqlari elektr energiyasini iste'mol qilishning minimal bo'lgan darajasini va texnologik asbob-uskunalarining tarkibi va texnik darajasini hisobga olgan holda hech qanday tarzda kamaytirilishi mumkin bo'lmagan o'ziga xos quvvat sarfini ifodalaydi. Bu erda har bir mahsuldorlik nuqtasi maksimal unumdorlikda ishlaydigan mashinalar, mexanizmlar, dastgohlar, liniyalar va boshqalarning qat'iy belgilangan soniga mos keladi.

Korxonalarni elektr energiya yuklamasini tartibga soluvchi iste'molchilar rejimiga o'tkazish yo'llari va vositalarini topish bilan birga ularning algoritmlarini ishlab chiqish orqali kompyuter dasturlari to'plami ichki va tashqi tarmoqlararo aloqalarni hisobga olgan holda energiya standartlarini hisoblash zarur. Foydalanishdan chiqarilgan uskunalarni energiya tejavchi rejimlarga o'tkazish va yangi istiqbolli mashina mexanizmlari va texnologik jarayonlarni joriy etishda elektr energiya tejash rejasini tuzish zarur hisoblanadi.

Elektr energiyasini iste'mol qilishning doimiy komponenti ishlab chiqarish texnologiyasi bilan birga (W_n) qo'shimcha texnologik uskunarlar yoritish, isitish, ventilyatsiya va boshqalar uchun xarajatlarni o'z ichiga oladi.

Chiqarilgan qiymatdagi amalda mumkin bo'lgan og'ishlar bilan cheklangan xususiyatlarning ish maydoni uchun ($P' \div P''$). Haqiqiy ishlab chiqarish ma'lumotlariga asoslanib, matematik statistika usullaridan foydalangan holda energiya iste'molining haqiqiy darajasini aks ettiruvchi energiya xarakteristikasi kesimini topiladi ($a \div b$, $a' \div b'$).

Energiya tejash miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta W_{Ek} = (e_k - e)P_k \quad (1)$$

Formuladan foydalangan holda olingan natija ishlab chiqarishni tashkil etish uchun berilgan ish darajasida energiya tejashning umumiy qismi hisoblanadi.

Tabiiyki, ushbu zahirani amalga oshirish uchun elektr energiyasini isrof qiladigan aniq omillarni aniqlash kerak. Shu maqsadda korrelyatsiya va multifaktorial regressiya tahlilidan foydalanish mumkin.

Elektr energiyasini ishlab chiqarish bo'yicha mutaxassislar ishtirokida tezkor ma'lumotlarni tahlil qilish natijasida ularning sifat ko'rsatkichlariga asoslanib, elektr energiyasini iste'mol qilish ko'rsatkichlariga ma'lum ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan omillarni hisoblab chiqiladi. Funktsiya sifatida biz ishlab chiqarish birligi uchun o'ziga xos energiya sarfi olinadi.

Hisoblash natijasida bir nechta matematik modellar olinadi:

$$e = a + bx_1 + cx_2 + \dots + \gamma'x_n \quad (2)$$

Bu erda $x_1, x_2 \dots x_n$ - eng muhim standart o'rnatish omillari, masalan, uskunadan foydalanish darajasi, harorat, namlik va boshqalardir.

a, b, c, g - doimiy koeffitsientlar.

Olingan polinom modeli ta'siri ostida energiya iste'moli ortib borayotgan omillarni aniqlash, ularga sifatli baho berish va ularni energiya tejash zaxirasiga kiritish imkonini beradi. $e = f(P)$ xarakteristikalarini yordamida hal qilish mumkin. Shuningdek, birlamchi xom ashyodan foydali mahsulot olinadigan korxonalarda energiya sarfini kamaytirish zahirasi aniqlash va tayyor mahsulot sifatini uning xom ashyo tarkibiga va darajasiga (to'qimachilik, paxta-ipak va boshqalar) tabiiyki, foydali mahsulotlar (e) hosildorligining oshishi va uning yo'qotilishining kamayishi energiyani sezilarli darajada tejashga olib kelishi mumkin.

Qayta ishlash birligi uchun o'ziga xos energiya sarfi qayta ishlangan xom ashyo quyidagicha bo'ladi:

$$E_c = \frac{W_d}{c} \quad (3)$$

Bu erda C - qayta ishlangan xom ashyo, tayyor mahsulot miqdori bo'ladi.

$$P = \xi \tilde{G} \quad (4)$$

tayyor mahsulot ishlab chiqarish uchun elektr energiyasining solishtirma iste'moli.

$$e = \frac{W}{\xi \tilde{G}} \quad (5)$$

Bir xil hajmdagi xom ashyoni qayta ishlashda elektr energiyasi iste'moli doimiy bo'lib qoladi va foydali mahsulot tarkibiga va rentabellik koeffitsientiga bog'liq emas deb hisoblasak ($W_G = W$).

$$e = \frac{1}{E} e_G \quad (6)$$

Qiymat (e) to'g'ridan-to'g'ri energiya xususiyatlaridan ham olinishi mumkin;

$$e = f(P)$$

E miqdoriga oshishi quyidagi ifodaga muvofiq elektr energiyasining solishtirma iste'moli va energiyani tejashning pasayishiga olib keladi:

$$\Delta e = \left(\frac{1}{E} - \frac{1}{E + \Delta E} \right) e_G \quad (7)$$

Xom ashyodan foydali mahsulotni olish jarayoni ikki bosqichli jarayon bo'lgan korxonalar uchun - (dastlabki va to'liq qazib olish) - energiya tejash zaxirasi har bir bosqichda foydali mahsulotlarning rentabellik koeffitsientlari nisbatida yashiringan. Masalan, presslash zavodida urug'lardan moy olinayotganda yog'ning bir qismi qobiqda qoladi va jarayonning ikkinchi bosqichida ekstraktsiya yo'li bilan olinadi. Ishlab chiqarishning har biri uchun solishtirma energiya sarfi qarama-qarshi bo'ladi, Iahmoqlash uchun ekstraktsiya koeffitsienti o'zgarishiga bog'liq bo'ladi - oldindan kuyish paytida qazib olish qanchalik yuqori bo'lsa, o'ziga xos energiya sarfi shunchalik past bo'ladi va aksincha - ekotrationda yuqori bo'ladi. jarayon eng energiya jihatdan qulay

koeffitsient (texnologik reglamentlar doirasida jarayonning ikkala bosqichining ko'rsatkichlarini hisobga olgan holda grafik-analitik usul bilan olinishi mumkin.

Shu bilan birga, korxona ichidagi energiya intensivligini baholash usuli ham boshqacha. Demak, to'liq ishlab chiqarish sikliga ega bo'lgan turli tarmoqlar korxonalarini, masalan sement va paxta yog'i ishlab chiqarishni oladigan bo'lsak, birinchi holatda tayyor mahsulot (sement) ning energiya sig'imiga yarim tayyor mahsulot ishlab chiqarish kiradi. mahsulot - klinker va bu holda u tayyor mahsulot mahsulotlari qayta ishlangan neft energiya zichligi yarim tayyor mahsulot qora neft, shu jumladan energiya zichligi hisoblanadi. Bir qator mahsulotlarda ushbu muammoni hal qilishda yagona yondashuvning yo'qligi natijasida ma'lum bir mahsulotning patinal energiya intensivligini baholashda sezilarli qiyinchiliklar yuzaga keladi.

Tayyor mahsulot ishlab chiqarish uchun xom ashyo, materiallar va yarim tayyor mahsulotlar tannarxini kamaytirish energiya resurslaridan oqilona foydalanish bo'yicha juda muhim yo'nalish hisoblanadi. Ushbu xarajatlar, hozirgi vaqtda elektr energiyasini hisoblashda hisobga olinmaydi. Shu bilan birga, ular har bir ishlab chiqarishning barcha ko'p texnologik bosqichlarida elektr energiyasini iste'mol qilishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Taklif etilayotgan usulning mohiyati shundan iboratki, xomashyoning o'ziga xos xarajatlari to'g'ridan-to'g'ri har bir ishlab chiqarish birligi va umuman korxonaning solishtirma energiya iste'moli uchun hisoblash formulalariga kiritiladi. Shu bilan birga, xom ashyo, materiallar va energiya ko'rsatkichlari kompleksini optimallashtirish natijasida energiyani tejash uchun zaxiralari aniqlanadi.

Xulosa. Texnologik va tashkiliy omillarning ishlab chiqarishning energiya ko'rsatkichlariga ta'sirini elektr energiyasini baholashning taklif etilayotgan usullari ularni energiya resurslarini tejash zaxirasiga keng, asosli kiritish hamda mavjudlarini takomillashtirish va yaratish imkonini yaratadi.

Adabiyotlar

- [1]. Hoshimov F.A., Bakhadirov I.I., Kurbanbayeva M.S., Aytbayev N.A. Development of specific standards of energy consumption by types of produced products of the spinning product // E3S Web of Conferences 216, 01169 (2020) RSES 2020.
- [2]. Хошимов Ф.А., Бахадиров И.И. Турли нав ва калибрлардаги пиллани қайта ишлаш ускуналарининг энергия тежайдиган ишлаш режимларини ўрганиш // «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари» Илмий-техник журнали. Ташкент, 2021. Махсус сони. 89-94 б.
- [3]. F.A.Xoshimov, K.SH.Kadirov, A.P.Kushev, X.U.Yusupaliyeva // Technological process and laws of change of energy consumption parameters of spinning enterprises // E3S Web of Conferences 497, 01013 (2024) ICECAE 2024 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449701013>.
- [4]. K.SH.Kadirov, X.U.Yusupaliyeva, K.S.Azimova Elektr energiyasi iste'molining sutkalik yuklama grafisini shakllantirish imkoniyatlari // Proceedings of International Scientific Conference on Multidisciplinary Studies Hosted online from Moscow, Russia Date: 11th October – 2024. page 322-326.
- [5]. F.A.Xoshimov, K.SH.Kadirov, X.U.Yusupaliyeva, K.S.Azimova To'qimachilik korxonalarida yillik elektr energiya iste'molining yuklama grafiklarini shakllantirish // Proceedings of International Conference on Modern Science and Scientific Studies Hosted online from Paris, France. Date: 19th October – 2024. page 126-130.
- [6]. Хошимов Ф.А., Кадилов К.Ш. Нормирование энергоресурсов на предприятиях по переработке сельскохозяйственной продукции с современным технологическим оборудованием. – «PUBLISHING HIGH FUTURE». Ташкент. 2024 г. С. 105
- [7]. Ф.А.Хошимов, К.Ш.Кадилов, Х.У.Юсупалиева Нормирование расхода энергоресурсов на единицу выпускаемой прядельного производстве текстильной промышленности продукции // Энергия ва ресурс тежаш муаммолари 2024 й. махсус сони (№85), 246-255 бет.
- [8]. К.Ш.Кадилов, Х.У.Юсупалиева Республика электр энергетика тизимида электр энергияси истеъмолининг ҳолати // Фан ва технологиялар тараққиёти илмий – техникавий журнал // Бухоро муҳандислик-технология институти. 2024 йил. №4, 202-207 бет.
- [9]. Ф.А.Хошимов, К.Ш.Кадилов, Х.У.Юсупалиева Электр таъминоти тизимининг умумий муаммолари ишончилиги ва энергия самарадорлигини ошириш // IV Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы системы электроснабжения» Нукус 2024 й. 6-9 бет.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ КВАДРАТНОГО ЦИЛИНДРА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В
ПРОГРАММЕ OpenFOAM

М.Э. Мадалиев^{1,2}, Х.Э. Мухаммадёкубов²

¹[Институт механики и сейсмостойкости сооружений Академии наук Республики Узбекистан,](mailto:Madaliev.me2019@mail.ru)

Madaliev.me2019@mail.ru, m.e.madaliyev@ferpi.uz

²[Ферганский политехнический институт,](mailto:xusanboy.muhammadyoqubov@mail.ru)

xusanboy.muhammadyoqubov@mail.ru

(Получена 10.01.2025 г.)

Аннотация. В данной работе проведено численное исследование обтекания квадратного цилиндра при различных турбулентных моделях с использованием программы OpenFOAM. Исследование охватывает применение следующих моделей турбулентности: $k-\epsilon$, SST, Spalart-Allmaras (SA), а также двух моделей напряжений Рейнольдса (RSM LRR и RSM SSG). Полученные численные результаты, такие как поля скоростей и вихревые структуры, сопоставлены с доступными экспериментальными данными. Проведен анализ точности и предсказательной способности каждой модели в сравнении с результатами экспериментов. Результаты исследования позволяют выявить преимущества и ограничения различных моделей турбулентности, что способствует выбору наиболее подходящей модели для конкретных задач гидродинамики и аэродинамики. Работа также демонстрирует возможности использования OpenFOAM как инструмента для моделирования сложных течений и оценки согласованности численных и экспериментальных данных.

Ключевые слова: уравнения Навье–Стокса, модель SST, модель SA, модель напряжений Рейнольдса, OpenFOAM.

Annotatsiya Ushbu ishda OpenFOAM dasturi yordamida kvadrat silindrning turli turbulentlik modellarida oqishi sonli tadqiq qilingan. Tadqiqot quyidagi turbulentlik modellarini qo'llashni qamrab oladi: $k-\epsilon$, SST, Spalart-Allmaras (SA), shuningdek, ikki Reynolds kuchlanganlik modellari (RSM LRR va RSM SSG). Olingan sonli natijalar, masalan, tezlik maydonlari va girdob strukturalari mavjud eksperimental ma'lumotlar bilan solishtirilgan. Har bir modelning aniqligi va prognoz qobiliyati eksperiment natijalari bilan taqqoslangan holda tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari turli turbulentlik modellarining afzalliklari va cheklovlarini aniqlash imkonini beradi, bu gidrodinamika va aerodinamikaning maxsus vazifalari uchun eng mos modelni tanlashga yordam beradi. Ish OpenFOAM dasturining murakkab oqimlarni modellashtirish va sonli hamda eksperimental ma'lumotlarning muvofiqligini baholash uchun vosita sifatidagi imkoniyatlarini ham namoyish etadi.

Tayanch so'zlar: Nave–Stoks tenglamalari, SST modeli, SA modeli, Reynolds kuchlanganlik modeli, OpenFOAM.

Abstract This study presents a numerical investigation of the flow around a square cylinder using various turbulence models within the OpenFOAM framework. The study encompasses the application of the following turbulence models: $k-\epsilon$, SST, Spalart-Allmaras (SA), as well as two Reynolds stress models (RSM LRR and RSM SSG). The numerical results obtained, such as velocity fields and vortex structures, are compared with available experimental data. The accuracy and predictive capability of each model are analyzed by comparing them with experimental results. The findings provide insights into the advantages and limitations of various turbulence models, assisting in the selection of the most suitable model for specific hydrodynamic and aerodynamic tasks. The study also demonstrates the capabilities of OpenFOAM as a tool for simulating complex flows and assessing the consistency of numerical and experimental data.

Keywords: Navier–Stokes equations, SST model, SA model, Reynolds Stress Model, OpenFOAM.

1. Введение.

Изучение обтекания квадратного цилиндра потоком жидкости является одной из важнейших задач в аэродинамике и гидродинамике. Геометрия с резкими углами, такая как квадратный цилиндр, представляет собой сложный объект для моделирования течений, так как приводит к образованию различных вихревых структур, локальных турбулентных

потоков и зон отрыва. Такие явления играют ключевую роль в многих инженерных приложениях, где необходимо точно предсказать аэродинамическое сопротивление, вибрации и теплообменные характеристики, а также избежать разрушений конструкций, вызванных нестабильностью потока. Применение квадратных цилиндров в различных областях инженерии и промышленности достаточно широко. Например, в строительстве, эти формы часто встречаются в конструкции мостов, охладительных башен и других объектов, которые подвержены воздействию внешнего потока. В области транспорта они могут быть связаны с исследованием характеристик потоков вокруг автомобилей, судов и воздушных судов, а также для оптимизации аэродинамических характеристик этих объектов. Также подобные геометрические формы встречаются в энергетике, где важными параметрами являются теплообмен и гидродинамические характеристики обтекания труб и теплообменников. Рассмотрение обтекания квадратного цилиндра представляет собой важную задачу, поскольку оно позволяет исследовать фундаментальные механизмы турбулентности и их влияние на основные параметры потока, такие как распределение давления, коэффициент аэродинамического сопротивления, вихревые структуры и возможные зоны отрыва. Эта задача достаточно сложна из-за наличия высокоскоростных и сложных турбулентных течений, которые часто характеризуются нестабильностью и изменчивостью потоков. Следовательно, для правильной оценки таких течений необходимо применять мощные численные методы, которые позволяют учитывать все особенности взаимодействия потока с объектом [1–5].

Одним из таких методов является метод конечных объемов, реализованный в программе OpenFOAM. Эта программа предоставляет широкий набор инструментов для моделирования сложных течений, включая те, что сопровождаются турбулентностью, и имеет большое количество функций для работы с различными геометриями и типами потоков. OpenFOAM является одним из наиболее популярных и широко используемых пакетов в области численного моделирования, позволяя эффективно решать задачи гидродинамики и аэродинамики для самых разных областей применения. Она используется как в научных исследованиях, так и в промышленных приложениях, благодаря своей гибкости, мощным вычислительным возможностям и открытому исходному коду. Для численного моделирования обтекания квадратного цилиндра необходимо выбрать подходящую модель турбулентности. В данной работе рассматриваются несколько популярных моделей турбулентности, таких как модели $k-\epsilon$ [6], SST [7–9], Spalart-Allmaras (SA) [10], а также две модели напряжений Рейнольдса [11–15]— RSM LRR и RSM SSG. Каждая из этих моделей имеет свои особенности, преимущества и ограничения в зависимости от условий задачи и степени сложности потока. Поэтому важно провести сравнительный анализ этих моделей для выбора наиболее подходящей для решения конкретных задач в аэродинамике и гидродинамике.

Целью данной работы является подробное численное исследование обтекания квадратного цилиндра с использованием различных моделей турбулентности в программе OpenFOAM. Важным аспектом исследования является проведение сравнительного анализа результатов численного моделирования с экспериментальными данными, что позволит оценить точность и эффективность применяемых моделей. Также в работе будет рассмотрен потенциал OpenFOAM как инструмента для решения сложных задач турбулентности в рамках инженерных приложений.

2. Физическая и математическая постановка задачи

Lyn et al. [16] исследовали поперечное турбулентное течение вокруг цилиндра с квадратным сечением, сторонами $D = 4$ см и длиной $9,75D$ в закрытом канале. Для регистрации мгновенного состояния скорости использовался LDV. Входная постоянная скорость U_0 составляла 0,535 м/с, что дало число Рейнольдса $Re = 21400$. Для численного моделирования этой задачи будем считать цилиндр бесконечно длинным. Это

предположение значительно упрощает задачу, так как ее можно рассматривать в двумерной постановке. Для решения систем уравнений на всех твердых поверхностях задаются условия прилипания. На входе задается равномерное течение с малым возмущением, а на выходе — условие экстраполяции. Физическая схема течения и граничные условия расчетной области показаны на рис. 1.

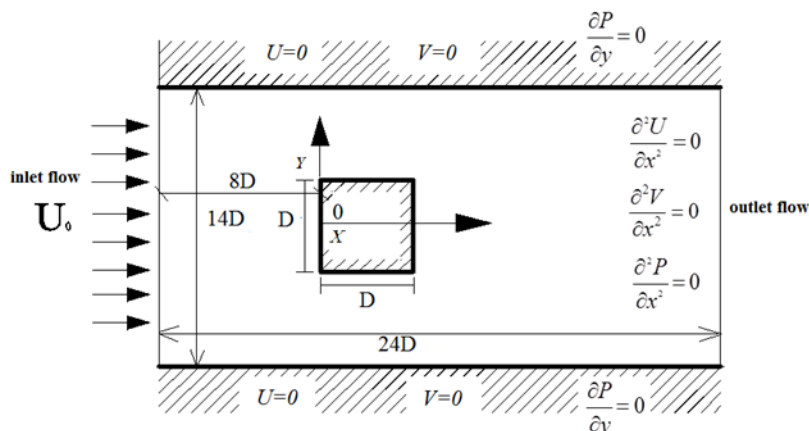


Рис.1. Физическая схема течения и граничные условия расчетной области.

Введенная декартова система координат находится в центре левой стороны квадрата в точке 0. Ширина канала на входном и выходном участках составляет $14D$. Длина канала составляет $24D$. Для решения задачи использовалась расчетная сетка 150×150 , которая изображена на рисунке 2, сжимающаяся вокруг квадрата. Такая сетка является достаточно грубой, и многие модели не дают хороших результатов. Основная цель статьи заключается в том, чтобы изучить, какая модель турбулентности дает лучшие результаты на грубой сетке.

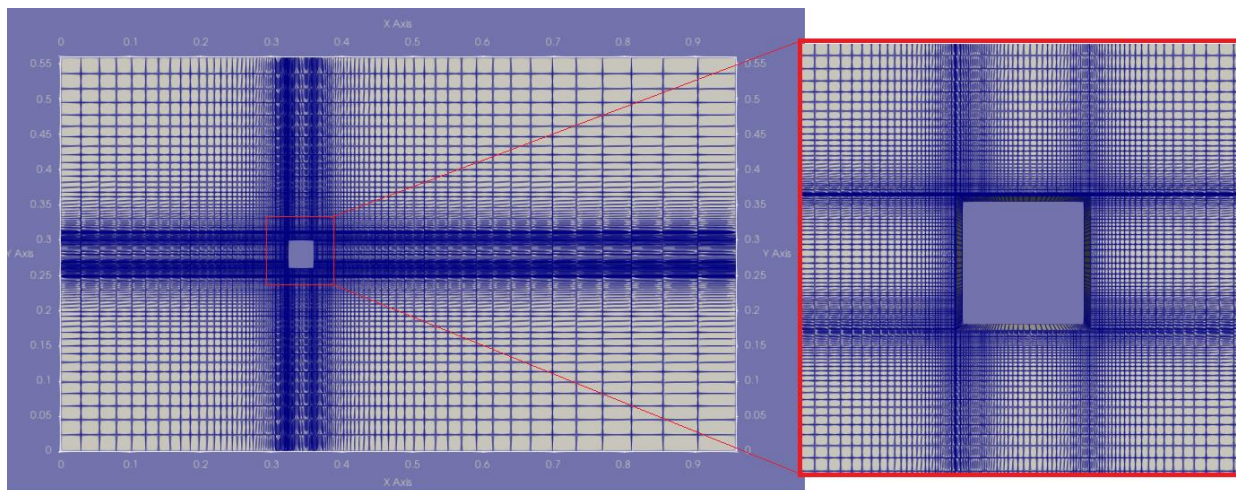


Рис. 2. Сжатая сетка 150×150 .

2. Математическая модель

Для исследования использовались усреднённые уравнения Навье-Стокса с учётом осреднения по Рейнольдсу. Эти уравнения являются основой для математического моделирования движения несжимаемой жидкости и описывают изменение скорости и давления в потоке в зависимости от времени и пространственных координат. Осреднение по Рейнольдсу позволяет учесть влияние турбулентных колебаний на поток, что упрощает решение задачи и снижает требования к вычислительным мощностям. В усреднённой форме

уравнения Навье-Стокса эффективно моделируют турбулентные процессы, и их система имеет следующий вид:

Уравнение сохранения массы (уравнение непрерывности), которое описывает закон сохранения массы внутри расчетной области:

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0 \quad (1)$$

Уравнение сохранения импульса, которое описывает изменение скорости жидкости под воздействием внешних и внутренних сил:

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial x_j \partial x_j} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \quad (2)$$

где

$\bar{u}_i$ - компоненты среднего скоростного поля, $\bar{p}$ - среднее давление, ν - кинематическая вязкость, τ_{ij} - компоненты тензора напряжений, ρ - плотность. The remaining values are presented in the works .

3. Модели турбулентности.

Модель k-ε (к-ε)

Модель k-ε (к-ε) является одной из наиболее популярных и широко используемых моделей турбулентности в вычислительной гидродинамике. Она относится к классу моделей, основанных на осреднённых уравнениях Навье-Стокса, и предназначена для описания турбулентных потоков, где турбулентные колебания могут быть выражены через два основных параметра: турбулентную кинетическую энергию (k) и её диссипацию (ε). Турбулентная кинетическая энергия (k) — это мера интенсивности турбулентных вихрей в потоке. Она представляет собой среднее значение кинетической энергии вихревых движений жидкости в единичном объёме. Чем выше значение k, тем более интенсивные турбулентные колебания имеют место в потоке. Диссипация турбулентной энергии (ε) — это скорость, с которой турбулентная энергия преобразуется в теплоту из-за вязкости потока. Диссипация определяет, как быстро турбулентные вихри теряют свою энергию в результате вязкостного сопротивления жидкости. Модель k-ε решает две дополнительные уравнения — одно для k и одно для ε — наряду с уравнением Навье-Стокса для основного потока. Эти уравнения описывают развитие турбулентных характеристик в потоке и могут быть записаны следующим образом:

$$\begin{cases} \frac{\partial k}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\nu + \sigma_k \nu_t) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P - \varepsilon, \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\nu + \sigma_\varepsilon \nu_t) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + P_\varepsilon + C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} P_k - C_{2\varepsilon} \frac{\varepsilon^2}{k}. \end{cases} \quad (3)$$

Остальные значения представлены в работе [6].

Модель Spalart-Allmaras (SA)

Модель Spalart-Allmaras (SA) представляет собой одну из наиболее популярных одно-уравнительных моделей турбулентности, которая была разработана для улучшения точности численного моделирования в аэродинамике, особенно для обтекания объектов с высокими градиентами потока, таких как аэродинамические элементы и детали транспортных средств. Модель была предложена Spalart и Allmaras в 1992 году и является упрощённой, что позволяет достичь хороших результатов при сравнительно низких вычислительных затратах.

Модель SA основана на решении одного уравнения для турбулентной кинетической энергии, однако она не требует решения уравнений для диссипации турбулентной энергии, как это делают другие более сложные модели (например, k-ε). Вместо этого в SA модели используется дополнительная переменная, называемая турбулентной вязкостью, которая вычисляется с помощью одного уравнения:

$$\frac{\partial \hat{v}}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \hat{v}}{\partial x_j} = c_{b1}(1 - f_{t2})\hat{S}\hat{v} - \left[c_{w1}f_w - \frac{c_{b1}}{k^2}f_{t2} \right] \left(\frac{\hat{v}}{d} \right)^2 + \frac{1}{\sigma} \left[\frac{\partial}{\partial x_j} \left[(v + \hat{v}) \frac{\partial \hat{v}}{\partial x_j} \right] + c_{b2} \frac{\partial \hat{v}}{\partial x_i} \frac{\partial \hat{v}}{\partial x_i} \right]. \quad (4)$$

Остальные значения представлены в работе [10].

Модель SST (Shear Stress Transport)

Модель SST представляет собой улучшенную модель турбулентности, которая сочетает в себе элементы двух различных моделей — k-ε и k-ω. Она была разработана для преодоления ограничений обеих моделей и предназначена для более точного моделирования турбулентных потоков, особенно в областях с сильными градиентами скорости, таких как обтекание тел с углами и вблизи поверхности. Модель SST была предложена Ментором и его коллегами в 1994 году и получила широкое применение в аэродинамических и гидродинамических расчетах благодаря своей высокой точности и универсальности. Модель SST сочетает два подхода для моделирования турбулентности: Модель k-ε в области удалённой от стенки: Эта модель хороша для описания потока в объёмах, удалённых от стенок, где характер турбулентности можно описать через кинетическую энергию и её диссипацию. Модель k-ω вблизи стенки: В этой области модель k-ω даёт более точные результаты, так как она лучше описывает поведение турбулентности вблизи стенок, где скорость потока меняется значительно, а градиенты интенсивны. Модель SST использует принцип, при котором вдалеке от поверхности используется модель k-ε, а вблизи стенки — модель k-ω. При этом существует переход между двумя моделями, который регулируется специальным коэффициентом. Это позволяет избежать недостатков обеих моделей и обеспечить более точные результаты. Модель SST решает два уравнения — для турбулентной кинетической энергии (k) и для специфической диссипации (ω), аналогично модели k-ω. Однако в отличие от k-ω, модель SST использует модификацию, которая учитывает турбулентные напряжения и переход между моделями. Уравнения можно записать в следующем виде:

$$\begin{cases} \frac{\partial k}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(v + \sigma_k v_t) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P - \beta^* \omega k, \\ \frac{\partial \omega}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \omega}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(v + \sigma_\omega v_t) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + \frac{\gamma_\omega}{v_t} P - \beta \omega^2 + 2(1 - F_1) \frac{\sigma_{\omega 2}}{\omega} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \frac{\partial k}{\partial x_j}. \end{cases} \quad (5)$$

Остальные значения представлены в работах [7–9].

Модели напряжений Рейнольдса (RSM) — LRR и SSG

Модели напряжений Рейнольдса (Reynolds Stress Models, RSM) являются более сложными моделями турбулентности, чем k-ε и k-ω, поскольку они решают уравнения для всех компонент напряжений Рейнольдса, что позволяет более точно моделировать сложные турбулентные потоки с сильными градиентами скорости и турбулентными вихрями. Это даёт RSM преимущество в более точном моделировании течений с различными видами турбулентных взаимодействий, такими как обтекание объектов с углами, сильно закрученные потоки или потоки с различной геометрией.

Существует несколько вариантов RSM моделей, и две из них — это RSM LRR и RSM SSG, которые отличаются некоторыми особенностями в моделировании турбулентных напряжений.

Модель RSM LRR (Launder-Reece-Rodi)

Модель LRR является одной из ранних моделей напряжений Рейнольдса, разработанная Лаундером, Рисом и Родди в 1975 году. Она была предназначена для улучшения точности моделирования турбулентных потоков, особенно для расчёта поведения турбулентных вихрей в различных режимах течений. Модель LRR решает систему уравнений для компонент напряжений Рейнольдса и включает дополнительные эмпирические коэффициенты, которые определяют поведение турбулентных колебаний в потоке.

Модель RSM SSG (Speziale-Sugiyama-Gatski)

Модель RSM SSG является одной из более современных формул для моделирования напряжений Рейнольдса, предложенная Специей, Сугийамой и Гатски в 1991 году. Эта модель включает модификации, направленные на улучшение точности моделирования турбулентных процессов в сильно закрученных потоках и потоках с высокими градиентами скорости.

$$\frac{\partial R_{ij}}{\partial t} + \bar{u}_k \frac{\partial R_{ij}}{\partial x_k} = P_{ij} - \epsilon_{ij} + D_{ij} + \Pi_{ij} + \Phi_{ij}. \quad (6)$$

Здесь R_{ij} — компоненты тензора напряжений Рейнольдса, P_{ij} — производство турбулентных напряжений, ϵ_{ij} — диссипация, D_{ij} — диффузия, Π_{ij} — давление и Φ_{ij} — источник термических напряжений.

Уравнение для специфической скорости разрушения турбулентности (ω):

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \omega}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(v + \sigma_\omega) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] + \alpha \frac{\omega}{k} P_k - \beta \omega^2. \quad (7)$$

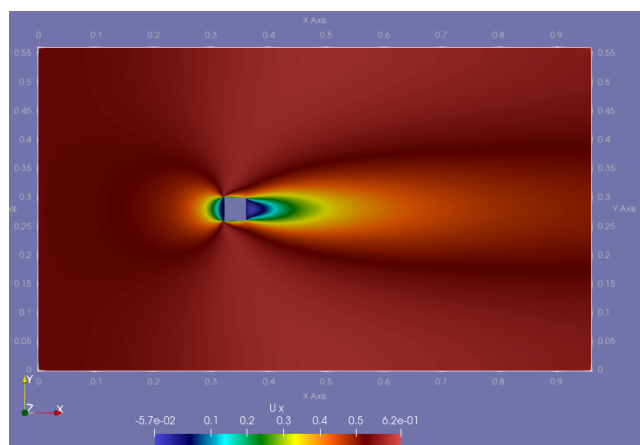
Это уравнение описывает разрушение турбулентной энергии, где P_k — производство кинетической энергии турбулентности. Остальные значения представлены в работах [11–13].

4. Метод решения

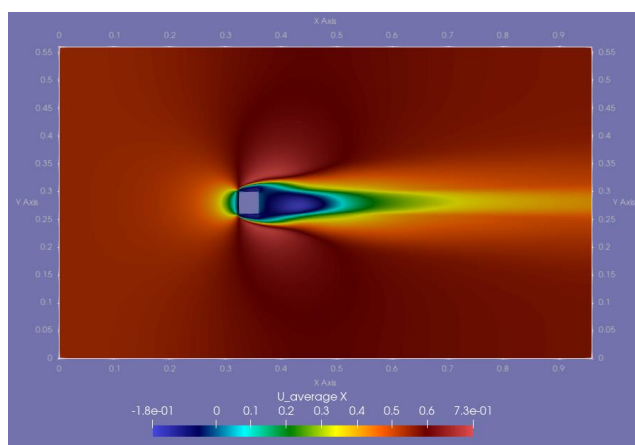
Для решения задачи численного моделирования турбулентных течений был использован алгоритм SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure Linked Equations), который корректирует поля скорости и давления на каждом шаге итерации для достижения сходимости при моделировании турбулентных потоков. Для давления применялся решатель GAMG с точностью $1e^{-10}$, а для переменных скорости, кинетической энергии турбулентности (k), диссипации турбулентности (ϵ) и других использовался решатель smoothSolver с методом сглаживания symGaussSeidel. Для повышения точности решения использовалась схема второго порядка (upwind), которая более точна, чем схема первого порядка, так как учитывает влияние градиентов переменных в соседних ячейках. Итерации продолжались до достижения точности $1e^{-6}$ для ошибок, что подтверждает точность расчетов. Кроме того, для улучшения сходимости расчетов использовались факторы релаксации: коэффициент 0.9 для скорости (U) и 0.8 для остальных переменных. Контроль остатков был установлен на $1e^{-4}$ для давления и $1e^{-5}$ для остальных переменных, что обеспечило точность и стабильность результатов.

5. Результаты и их обсуждение

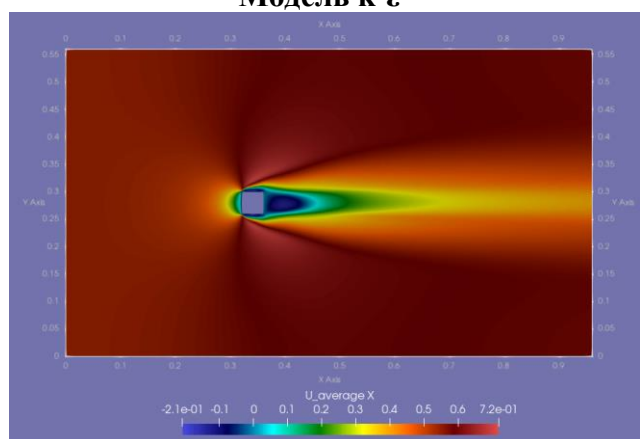
На рисунке 3 представлены контуры скорости, полученные с использованием различных турбулентных моделей.



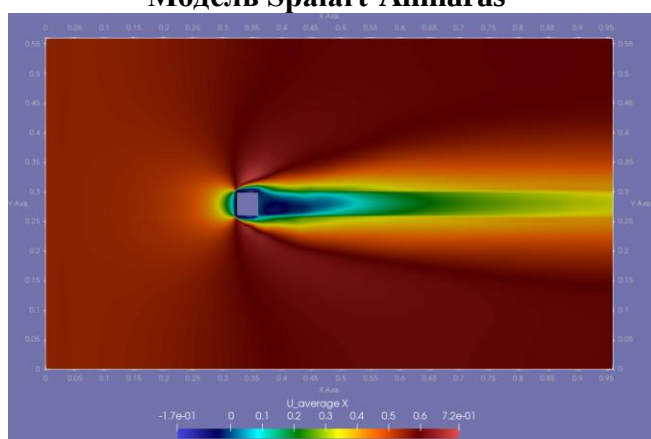
Модель $k-\epsilon$



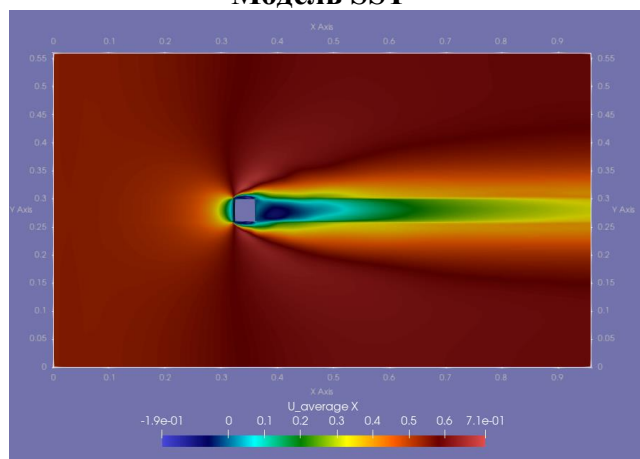
Модель Spalart-Allmaras



Модель SST



Модель RSM LRR

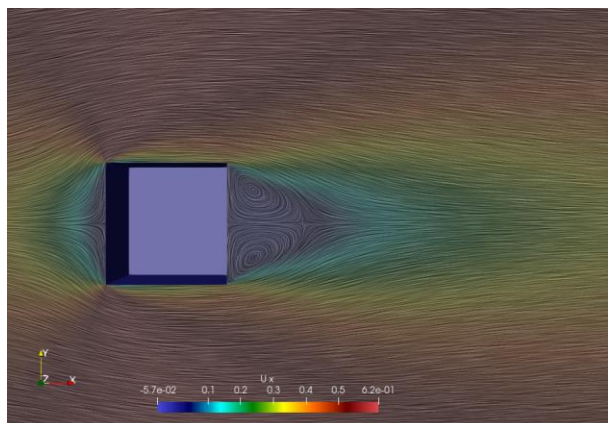


Модель RSM SSG

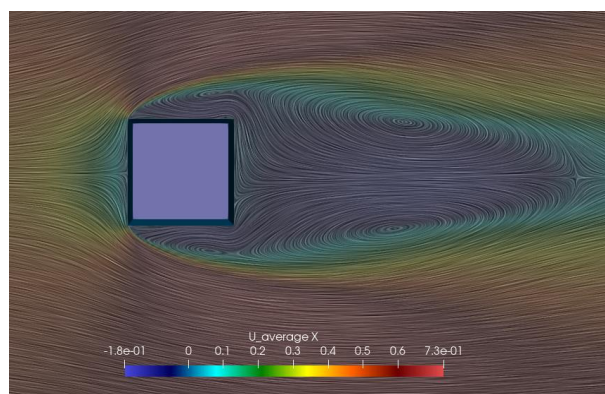
Рис. 3. Контуры скорости, полученные с использованием различных турбулентных моделей.

Эти контуры показывают распределение скорости потока в области вокруг квадратного цилиндра, что позволяет наглядно сравнить результаты, полученные с помощью различных подходов к моделированию турбулентности. Для каждой модели отображаются характерные особенности потока, такие как области высоких и низких скоростей, а также зоны, где могут происходить явления отрыва и рециркуляции. Сравнение контуров скорости для каждой модели помогает оценить точность и адекватность выбранных моделей для решения конкретной задачи, а также выявить возможные отличия в прогнозируемых потоках при использовании различных методов турбулентного моделирования.

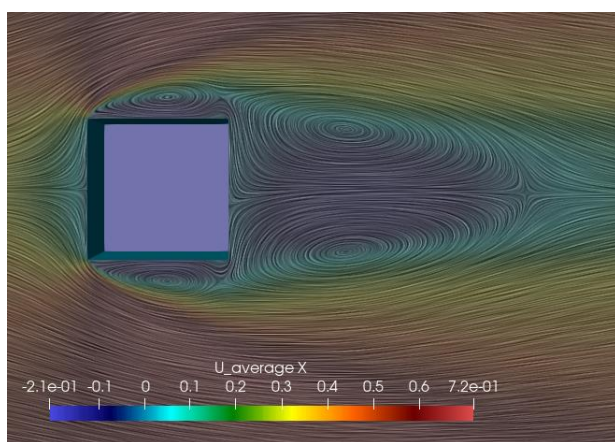
На рисунке 4 представлены линии потока, полученные с использованием различных турбулентных моделей.



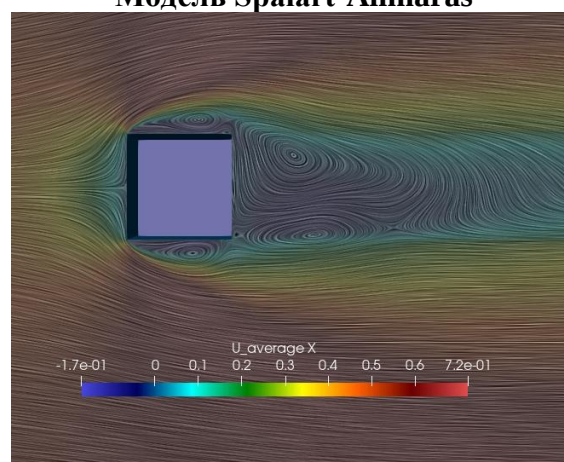
Модель k-ε



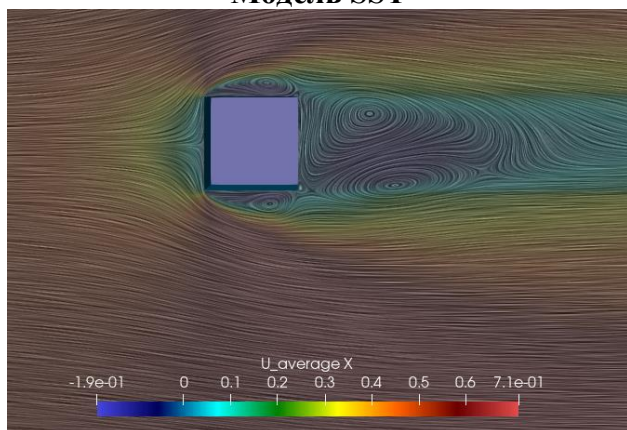
Модель Spalart-Allmaras



Модель SST



Модель RSM LRR



Модель RSM SSG

Рис. 4. Линии тока, полученные с использованием различных турбулентных моделей.

Эти линии иллюстрируют траекторию движения частиц жидкости в потоке вокруг квадратного цилиндра, что позволяет визуализировать динамику потока в каждой модели. Линии потока показывают направление и скорость движения жидкости, а также помогают выявить особенности, такие как области стационарного потока, зоны турбулентных возмущений, а также области, где может происходить изменение направления потока или его отрыв от поверхности цилиндра. Сравнение линий потока для различных моделей позволяет лучше понять, как каждая модель учитывает сложные процессы турбулентности, такие как рекуррентные и отрывные явления, и позволяет выбрать наиболее подходящую модель для точного прогнозирования поведения потока в реальных условиях.

На рисунке 5 показано изменение скорости потока в центральной части области. Экспериментальные данные представлены в виде ромбов, которые отображают результаты измерений скорости в данной точке. Линии разных цветов на графике соответствуют

результатам численного моделирования, полученным с помощью различных турбулентных моделей.

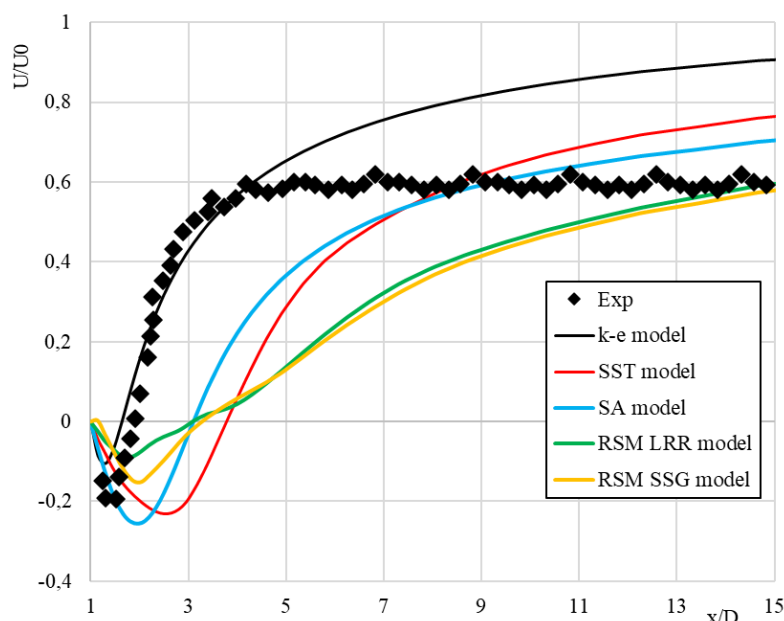


Рис. 5. Изменение скорости потока в центральной части области.

Из рисунка 5 видно, что все турбулентные модели показали результаты, которые существенно отклоняются от экспериментальных данных. Модель k-ε, хотя и является относительно лучшей среди остальных, все же не дает удовлетворительных результатов. Это свидетельствует о том, что модель k-ε, несмотря на свою популярность и широкое применение в расчетах, может не быть идеальной для всех типов потоков, особенно в таких сложных геометриях, как поток вокруг квадратного цилиндра. Другие модели, такие как SST, SA, LRR и SGG, продемонстрировали еще более значительные отклонения от экспериментальных данных. Причиной этого является высокая чувствительность этих моделей к параметрам вычислительной сетки. Влияние сетки на результаты расчетов может быть особенно заметным при использовании грубой сетки, что снижает точность и адекватность моделирования. Эта зависимость от сетки объясняет, почему модели SST, SA, LRR и SGG дают значительно худшие результаты по сравнению с моделью k-ε. Таким образом, важно тщательно подбирать сетку и учитывать ее влияние на результаты, особенно при использовании более сложных турбулентных моделей.

6. Заключение

В данной работе было проведено численное исследование обтекания квадратного цилиндра с использованием различных турбулентных моделей в программе OpenFOAM. Для моделирования использовались модели k-ε, SST, Spalart-Allmaras (SA), а также две модели напряжений Рейнольдса (RSM LRR и RSM SGG). Все модели были применены к потоку вокруг квадратного цилиндра с целью оценки их точности и адекватности для описания турбулентных процессов. Результаты показали, что все модели имеют значительные отклонения от экспериментальных данных, что связано с сложностью турбулентных потоков в данной геометрии. Модель k-ε показала наилучшие результаты среди других моделей, однако даже она не обеспечила полную точность. Модели SST, SA, LRR и SGG продемонстрировали высокую зависимость от вычислительной сетки, что привело к ухудшению точности расчетов при использовании грубой сетки. Из проведенного исследования можно сделать вывод, что выбор турбулентной модели зависит от характеристик потока и точности сетки. Модели с высокой чувствительностью к сетке, такие как SST и RSM, требуют более тщательной настройки и использования более мелких ячеек сетки для достижения более точных результатов. Важно также учитывать, что ни одна из

рассмотренных моделей не смогла полностью воспроизвести экспериментальные данные, что указывает на необходимость дальнейших исследований и улучшений в области турбулентного моделирования для более точного прогнозирования поведения сложных потоков.

Список литературы

- [1]. Lien FS, Leschziner MA. Modeling 2D separation from a high lift airfoil with a non-linear eddy-viscosity model and second moment closure. *Aeronaut J* 1995;99(984):125–44.
- [2]. Pavel ES, Menter FR. Sensitization of the SST turbulence model to rotation and curvature by applying the Spalart–Shur correction term. *J Turbomach* 2009;131(4):1–8.
- [3]. Bradshaw P. The analogy between streamline curvature and buoyancy in turbulent shear flow. *J Fluid Mech* 1969;36(1):177–91.
- [4]. Howard J, Patankar S, Bordyniuk R. Flow prediction in rotating ducts using Coriolis-modified turbulence models. *J Fluids Eng* 1980;102(12):456–61.
- [5]. Johnston J, Halleen R, Lezius D. Effects of spanwise rotation on the structure of two-dimensional fully developed turbulent channel flow. *J Fluid Mech* 1972;56(3):533–57
- [6]. Chien, K.-Y., "Predictions of Channel and Boundary-Layer Flows with a Low-Reynolds-Number Turbulence Model," *AIAA Journal*, Vol. 20, No. 1, 1982, pp. 33-38, <https://doi.org/10.2514/3.51043>.
- [7]. Menter, F. R., "Two-Equation Eddy-Viscosity Turbulence Models for Engineering Applications," *AIAA Journal*, Vol. 32, No. 8, August 1994, pp. 1598-1605, <https://doi.org/10.2514/3.12149>.
- [8]. Menter, F. R., "Improved Two-Equation k- ω Turbulence Models for Aerodynamic Flows," *NASA TM 103975*, October 1992, <https://ntrs.nasa.gov/citations/19930013620>.
- [9]. Menter, F. R., Kuntz, M., and Langtry, R., "Ten Years of Industrial Experience with the SST Turbulence Model," *Turbulence, Heat and Mass Transfer 4*, ed: K. Hanjalic, Y. Nagano, and M. Tummers, Begell House, Inc., 2003, pp. 625 - 632.
- [10]. Spalart, P. R. and Allmaras, S. R., "A One-Equation Turbulence Model for Aerodynamic Flows," *Recherche Aerospatiale*, No. 1, 1994, pp. 5-21.
- [11]. Eisfeld, B., Rumsey, C., and Togiti, V., "Verification and Validation of a Second-Moment-Closure Model," *AIAA Journal*, Vol. 54, No. 5, 2016, pp. 1524-1541, <https://doi.org/10.2514/1.J054718>.
- [12]. Eisfeld, B., Rumsey, C., and Togiti, V., "Erratum: Verification and Validation of a Second-Moment-Closure Model," *AIAA Journal*, Vol. 54, No. 9, 2016, p. 2926, <https://doi.org/10.2514/1.J055336>.
- [13]. Cecora, R.-D., Radespiel, R., Eisfeld, B., and Probst, A., "Differential Reynolds-Stress Modeling for Aeronautics," *AIAA Journal*, Vol. 53, No. 3, 2015, pp. 739-755, <https://doi.org/10.2514/1.J053250>.
- [14]. Cecora, R.-D., Eisfeld, B., Probst, A., Crippa, S., and Radespiel, R., "Differential Reynolds Stress Modeling for Aeronautics," *AIAA Paper 2012-0465*, January 2012, <https://doi.org/10.2514/6.2012-465>.
- [15]. Eisfeld, B., "Implementation of Reynolds Stress Models into the DLR-FLowEr Code," *Institutsbericht, DLR-IB 124-2004/31*, Report of the Institute of Aerodynamics and Flow Technology, Braunschweig, ISSN 1614-7790, 2004.
- [16]. Lyn D.A, Einav S, Rodi W, Park J.H. A laser-Doppler velocimetry study of ensemble-averaged characteristics of the turbulent near wake of a square cylinder. *Journal of Fluid Mechanics*.304:285-319. 1995

УДК 658.345:677. (075.8)

**ҚАРАМА-ҚАРШИ ОҚИМЛАРНИНГ ЧАНГ УШЛАГИЧЛАРИ ВА УЛАРНИНГ
ГИДРОДИНАМИКАСИ**

Д.А. Бадалова¹, И.Б. Хайдаров², А.А. Бадалов¹

¹Тошкент давлат техника университети, badalov_a@yahoo.com

²Ўзбекистон миллий электр тармоқлари, Сирдарё МЭТ.

(Қабул қилинди 10.01.2025 й.)

Мақолада учрашувчи буралган оқимларли аппарат ва уларнинг гидродинамикаси тадқиқоти ўтказилганлиги берилган, тутиб қолишнинг самарадорлиги, солиштирма энергия сарфлари, аппаратларнинг конструкциялари, буралган қарама-қарши оқимларнинг ўзаро ҳаракатининг физикавий манзараси келтирилган, қарама-қарши айланма оқимлари бўлган аппаратда ҳаво оқими тезлиги ташиқил этувчиларини тақсимланиши натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: чанг тутгич, тезлик, айланма оқимлар, статик босим, гидравлик қаршилиқ коэффициентлари.

В статье приведено гидродинамическое исследование аппарата со встречными закрученными потоками, эффективности улавливания, относительного энергопотребления, конструкции устройств, физическая картина взаимного движения закрученных потоков, получены результаты распределения составляющих скоростей воздушных потоков в аппарате со встречными закрученными потоками.

Ключевые слова: пылеуловитель, скорость, закрученные потоки, статическое давление, коэффициент гидравлического сопротивления.

The article presents a hydrodynamic study of an apparatus with counter-swirling flows, capture efficiency, relative energy consumption, device design, a physical picture of the mutual movement of swirling flows, results of the distribution of components of air flow velocities in a device with counter-swirling flows are obtained

Key words: dust collector, speed, swirling flows, static pressure, hydraulic resistance coefficients.

Кириш. 1953 йилда Е.Шауфлер ва Х.Ценнек (Германия) томонидан учрашувчи буралган оқимларли аппаратга (УБО) патент олинган, сўнгра у янада такомиллаштирилган. УБО аппарати кейинги такомиллаштиришлар натижасида олган кўринишда буралган оқимларни техникада қўллаш имкониятларини анчагина оширган [1, 2], аппаратда буралган оқимларни бошқаришнинг чегаралари қанчалик катта эканлигини кўрсатган. Бу УБО аппаратини бир қатор технологик жараёнларни амалга оширишда ўта истиқболли қилади. У бир қатор саноат тармоқларида юқори самарали чанг тутгич сифатида энг кенг қўлланилишга эга бўлган [2, 3, 4].

УБО чанг тутгичларнинг циклонлардан принципиал фарқи шу бўлиб ҳисобланадики, циклонлар тўғри оқимли типдаги аппаратлар бўлиб ҳисобланади, УБО да эса газнинг аппарат орқали тўғри ҳаракати газнинг иккиламчи оқими билан биргаликда содир бўлади.

Ҳозирда бир қатор конструктив такомиллаштиришлар таклиф қилинган [4, 5, 6, 7], улар орасидан қуйидагилар энг муҳимлари бўлиб ҳисобланади: иккиламчи оқимни босим остида соплло билан беришни тангенциал сопллолар қатори орқали бериш билан алмаштириш; иккиламчи оқим сифатида чангли газдан фойдаланиш; тўсадиган шайбани қўллаш ва унинг оптимал геометриясини аниқлаш; иккиламчи газни киритадиган сопллоларни оптимал ўрнатиш ва аппаратларнинг турли диаметрлари учун уларнинг сонини аниқлаш.

УБО типдаги чанг тутгичларни тадқиқ қилиш, ишлаб чиқиш ва жорий қилиш бўйича ишлар МТИ, ВНИПИЧЭО (Харьков ш.), НИИХИММАШ, НИОПиК, МИХМ, ВолГАСУ ва бошқалар каби бир қатор ташкилотлар томонидан олиб борилади. Бу йўналишда координацияловчи ролини Москва тўқимачилик институти (МТИ) бажаради, бу ерда кўпроқ аҳамиятга молик натижалар олинган бўлиб, улар асосида УБО аппаратларининг янги типлари ишлаб чиқилган, бу аппаратлар бир қатор саноат тармоқларида муваффақиятли ишламоқда.

Тадқиқот услубияти: учрашувчи буралган оқимларли аппарат конструкцияси, унинг гидродинамикаси, аппарат диаметри кесими бўйича бўйлама, радиал ва тангенциал тезликларнинг тақсимланиши шар зонд билан ўлчаш.

УБО чанг тутгичларининг уларнинг саноатда муваффақиятли қўлланилишини таъминлайдиган кўпроқ аҳамиятга молик ютуқлари қаторига қуйидагиларни киритиш мумкин [4, 5, 6, 7]: газ ва қаттиқ фаза бўйича юкламанинг тебранишларида тутиб қолиш самарадорлигининг тебранишларга боғлиқ эмаслиги; тутиб қолingan чангнинг қайтиб чиқишининг йўқлиги; типлашган циклонларга қараганда тутиб қолишнинг самарадорлиги бўйича ҳам, солиштирма энергия сарфлари бўйича ҳам афзаллиги [8, 9, 10, 11].

Чанг тутгичларнинг МДХ давлатлари ва хорижда ишлаб чиқиладиган конструкцияларини иккита гуруҳга ажратиш мумкин:

- 1) тўғри оқимли типдаги аппаратлар (1, а, б расм),
- 2) қарама-қарши оқимли типдаги аппаратлар (1, г, д расм).

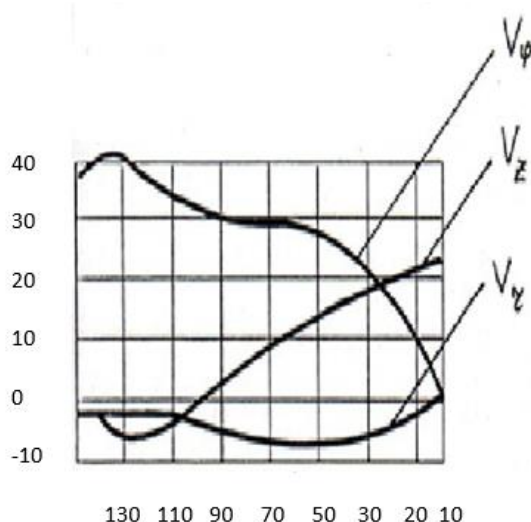
Россия Федерациясида куракли типдаги УБО аппаратлари МТИ да (Москва тўқимачилик институти) тадқиқ қилинган, кейинги пайтларда бу тадқиқотларга МИХМ ва ВолГАСУ қўшилган, бу ерда бундай типдаги аппаратларни бир қатор конструктив такомиллаштиришлар ўтказилган [12 – 14].

Қарама-қарши оқимли типдаги аппаратларга (1, б, в, г расм) иккиламчи оқим куракли (1, б расм), тангенциал (1, б, г расм), ёки айлана гирдоблантиргич билан берилади. Кейинги икки типдаги гирдоблантиргичлар эгилишли бўлиши мумкин.

Кўп сонли экспериментал тадқиқотлар натижасида [1, 3, 15, 16] УБО чанг тутгичларни конструктив ишлашнинг бир нечта вариантлари аниқланган, улар иккита гуруҳга ажратилган – тўғри ва қарама-қарши оқимли типдаги аппаратлар.

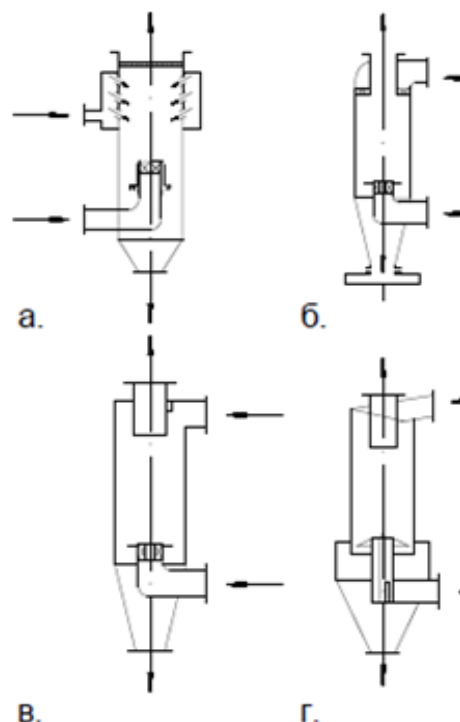
Ҳозирги кунга келиб турлича конструкцияли аппаратларнинг (40 мм дан 2000 мм гача диаметрли) 20 дан ошиқ тип-ўлчамлари ишлаб чиқилган, уларнинг ўтказиш қобилияти 20 дан 150000 м³/соат гачани ташкил қилади.

УБО чанг тутгичларнинг ўлчамлари ва конструктив ишланиши унинг мўлжалланиши ва тутиб қолинадиган чангнинг хусусиятларига боғлиқ бўлади.



2 - расм. V_z - ўқли, V_r – радиал, V_ϕ – тангенциал тезликлар қийматларини ташкил этувчиларини тақсимоти.

ишларини [20] ажратиб кўрсатиш мумкин, улар УБО аппаратида учта оқиш соҳаси мавжуд бўлади деб тахмин қиладилар: деворнинг ёнида – потенциал оқиш ($\text{rot}V = 0$); $V_\phi = C/r$; $C = \text{const}$; ўқнинг ёнида – квазикаттиқ айланиш соҳаси ($V_\phi = C \cdot r$) ва оралик соҳа, бу ерда V_ϕ радиусга боғлиқ равишда ўзгаради. Ушбу физикавий манзара бир қатор тадқиқотчиларнинг экспериментал маълумотларига мос келади [9, 10]. Масалан В.А. Успенскийнинг ишида [10] 200, 300, 400, 500 ва 600 мм диаметрли бешта аппарат учун (соплоли типдаги аппаратлар)



1-расм. Буралган қарама-қарши оқимларли аппаратларнинг конструкциялари.

- а) иккиламчи оқими тақсимланган киришли УБО аппарати;
- б) иккиламчи оқими жамланган киришли УБО аппарати;
- в), г) МТИ нинг УБО аппаратлари конструкциялари;

Шу сабабли ҳар бир конкрет чангни тутиш вазифаси учун (ҳар бир конструкция ва тутиб қолинадиган чангнинг хусусиятлари учун) конструктив омилларнинг УБО чанг тутгичнинг тутиб қолиш самарадорлиги ва энергия сарфларига таъсирини аниқлаш учун қўшимча лаборатория тадқиқотларини ўтказиш зарур бўлади.

Кейинги йилларда буралган қарама-қарши оқимли аппаратларнинг гидродинамикасини ўрганишга бағишланган кўпгина ишлар пайдо бўлган [3, 4, 10, 17, 18].

Буралган қарама-қарши оқимларнинг ўзаро ҳаракатининг физикавий манзараси бир қатор ишларда келтирилган [16, 19, 20], уларнинг орасидан К.Р.Шмидт [19] ва В.Л.Подгурскининг

тезликлар майдонларини экспериментал тадқиқ қилиш натижалари келтирилган бўлиб, К.Р.Шмидтнинг физикавий манзарасига [19] яқинлашувчи тарзда мос келувчи V_ϕ , V_z , V_r таркиб топтирувчилар олинган. V_ϕ нинг ўзгариши куракларнинг эгилиш бурчагининг косинусига пропорционал, V_ϕ битта максимумга эга. V_r радиал таркиб топтирувчи V_ϕ дан 50% гача етиши мумкин, аппаратнинг пастки қисмида эса V_r марказга қараб йўналган соҳа мавжуд бўлади. (Ўлчашлар шар зонд билан ўтказилган).

Тадқиқотлар натижалари ва уларнинг тахлили. Тадқиқотларда V_ϕ нинг радиус бўйлаб тақсимланиш эгри чизигида иккита максимум бўлиши қайд қилинади [1, 21]. Масалан, 2 - расмда баландлик бўйича V_ϕ , V_z , V_r ни ўлчаш натижалари келтирилган (ишчи зонанинг маркази), улар 200 мм диаметрга ва 600 мм баландликка эга бўлган аппаратда олинган (иккиламчи кириш куракли гидроблантиргич билан жиҳозланган).

2 - расмдан кўриниб турганидек, V_ϕ профиль иккита экстремумга эга. V_r радиал таркиб топтирувчи бутун баландлик бўйлаб аппаратнинг ўқиға қараб йўналган, унинг қиймати эса V_ϕ нинг қийматидан 1-3% дан ошмайди. V_z аппаратнинг ўқиға максимумга эга бўлади ва бирламчи ва иккиламчи оқимлар ажраладиган чегарада нолга тенг бўлади. [21] ишда ҳам иккала оқим билан чақирилган тезликлар майдонларининг йиғиндиланиши тўғрисидаги [22] тахминни экспериментал текшириб кўриш бажарилган. Тезликлар майдонларини фақатгина бирламчи ва иккиламчи оқимларни беришда ўлчаш ва уларни йиғиндилаш шуни кўрсатадики, бу тариқа олинган майдон оқимларни бир пайтда бериш билан олинган ҳақиқий манзарага мос келмайди. [1,23] ишларда ҳам тезликларни таркиб топтирувчиларнинг тақсимланишларининг худди шундай манзаралари олинган, бу ерда ҳам V_ϕ нинг бимодал тақсимланиш қонуни кузатилади. Тезликларни таркиб топтирувчиларни ўлчашлар УБО чанг тутгичларнинг 1 - расмда келтирилган барча конструкциялари учун ўтказилган [10, 21], шунингдек олинган тақсимотга мос келади.

Б.С. Сажиннинг ҳамкасблари билан ўтказган ишларида [24, 25] аппаратда газ оқимининг оқиши учта зонага ажратилган.

Ҳар бир зона учун бурчак тезлигининг тенгламаси олинган.

Ички оқим учун (r_0 , r_1 радиусли ҳалқа):

$$w_1 = \sqrt{w_0^2 \frac{4(\alpha_1 - \rho)z}{\rho(r_1^2 + r_0^2)}} \quad (1)$$

Ташқи оқим учун (r_2 , R радиусли ҳалқа):

$$w_3 = w_2^2 - \frac{4(\alpha_2 - \rho)(H - z)}{\rho(R^2 + r_2^2)} \quad (2)$$

Оралик зона учун (r_1 , r_2 радиусли ҳалқа):

$$w_4 = \frac{w_1 + w_2}{2} \quad (3)$$

Бу ерда w_0, w_2 – бирламчи ва иккиламчи газ оқимларининг киришлардаги бурчак тезликлари;

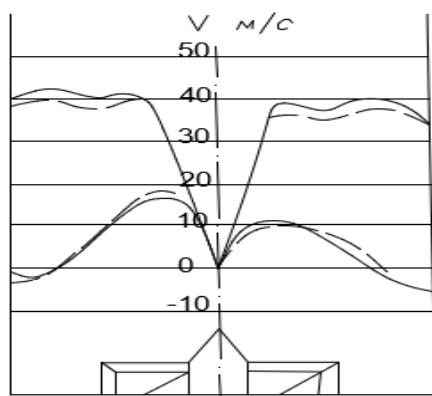
α_1, α_2 – экспериментал тарзда аниқланадиган параметрлар.

Ушбу моделга кўра, оқимларнинг буралиши аппаратнинг ўқи бўйича пастдан юқорига қараб ҳаракатланишда камаяди.

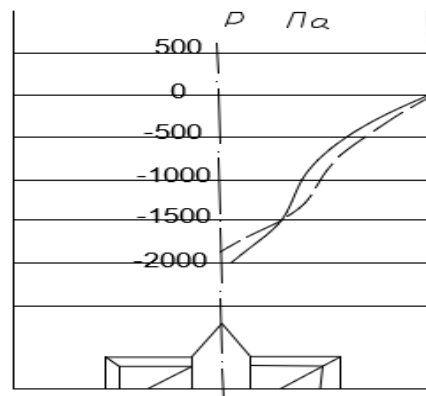
Буралган қарама-қарши оқимларнинг гидродинамикаси бўйича барча изланишлар [1,5,8, 9,10,11,24] газ фазанинг тезликларининг профилларини аниқлашга асосланади, чунки аппаратнинг тутиб қолиш самарадорлиги газ оқимларининг гидродинамик структураси билан белгиланади деб ҳисоблаш адолатли бўлади ва муаллифлар деярли ҳар доим чанглилик газнинг тезлигини таркиб топтирувчилар ва статик босимнинг тақсимланишига боғлиқ бўлмайди деб ҳисоблайдилар [26 - 29].

3 - расмда 200 мм диаметри соплоти типдаги аппаратда $Q=0,148$ м³/с ва $K = 0,61$ да V_ϕ ва V_z нинг профиллари келтирилган, 4 - расмда эса статик босимнинг аппаратнинг радиуси

бўйлаб тақсимланиши келтирилган. Бу расмлардан кўриниб турибдики, V_ϕ ва V_z нинг профиллари қаттиқ фаза киритилганда амалда ўзгармайди, босимлар майдони ўзининг характери унчалик кўп ўзгартирмайди.



3 – расм. V_ϕ ва V_z нинг тақсимотига чангланганликнинг таъсири.



4 – расм. статик босимнинг P_{cm} аппаратнинг радиуси бўйлаб тақсимолишига чангланганликни

УБО аппаратларида босимнинг йўқолиши муҳим тавсиф бўлиб ҳисобланади, вентиляторни танлаш ва чанг тутгичнинг энергетик кўрсаткичларини тўғри аниқлаш шунга боғлиқ бўлади. Бу масалага кўплаб ишлар бағишланган [1, 4, 8, 30], уларнинг орасидан [31] ишни ажратиб кўрсатиш мумкин, бу ерда қаршилиқ коэффиценти

$$\xi = \xi_1 \frac{S^2}{S_1^2} (1 - \varepsilon)^3 + \xi_2 \frac{S^2}{S_2^2} \varepsilon^3 \quad (4)$$

ифода билан аниқланади.

(4) тенгламада $\varepsilon = \frac{Q_2}{Q} = \frac{K}{K+1}$ - сарф коэффиценти;

S_1, S_2, S_3 – кириш найчалари планида аппаратнинг кесимларининг майдонлари;

ξ, ξ_1, ξ_2 – аппарат ва унинг каналларининг гидравлик қаршилиқ коэффицентлари.

Аппаратнинг ξ гидравлик қаршилиқ коэффицентининг D диаметрга боғлианиши бир қатор ишларда кўриб чиқилган [26, 29, 32]. 5-расмда ξ нинг аппаратнинг диаметрига боғлиқлиги келтирилган. $D=400$ мм гача ξ ортади, сўнгра доимий катталиқ бўлиб қолади, бунда K нинг ҳар бир қийматига ξ нинг битта қиймати мос келади [26, 29], Масалан, 400 мм ва ундан юқори диаметрли аппарат учун $K = 0,8$ да $\xi = 48$ [29], $K=0,75$ да $\xi=44$, $K = 0,7$ да $\xi= 40$ ва ҳоказо.

ξ нинг диаметрга боғлиқ равишда ўзгаришининг характериға изоҳлар [29, 33] ишларда келтирилган, бу ерда муаллифлар ξ нинг диаметрнинг ортишига боғлиқ равишда ортишини асосан деворларнинг нисбий ғадир-будурлигининг таъсири билан изоҳлайдилар. Ёпишқоқлик камайганда ёки Рейнольдс сони ошганда ξ нинг муқаррар равишда ортиши тўғрисида назарий хулосалар [34] ишда келтирилган.

Хулоса. Газ оқими тезлиги ташкил этувчиларининг тақдим этилган тақсимоти айланма оқимларнинг ўзаро таъсирининг мавжуд физик тушунчалари билан яхши мувофиқлигини ва қарама-қарши айланиш оқимлари бўлган қурилмаларда газ оқимларининг тезлик



5 - расм. Аппаратнинг гидравлик қаршилиқ ξ коэффицентининг D диаметрга боғлиқлиги.

О - $K = 0,8$;

□ - $K = 0,75$;

Δ - $K = 0,7$.

майдонларини аниқлашга бағишланган экспериментал ишлар билан мос тушишини кўрсатади:

1. Учрашувчи буралган оқимларли чанг тутгичларнинг конструкцияларини иккита гуруҳга ажратиш мумкин.
2. Аппарат диаметри кесими бўйича бўйлама, радиал ва тангенциал тезликларнинг тақсимланиши ўлчаш натижалари келтирилган. Ушбу натижалар бир қатор тадқиқотчиларнинг экспериментал маълумотларига мос келади
3. Ҳар бир зона учун бурчак тезлигининг тенгламаси олинган.
4. Аппаратнинг гидравлик қаршилиқ коэффициентининг диаметрга боғлиқлиги ва диаметрнинг ортишига боғлиқ равишда ортишини асосан деворларнинг нисбий ғадир-будурлигининг таъсири билан изоҳланади.

Адабиётлар

- [1]. Сажин Б.С., Гудим Л.И. Пылеуловители со встречными закрученными потоками / Обзорная информация. Сер. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» М.: НИИТЭХИМ, 1982.-Вып. 1.-46.
- [2]. Азаров В. Н., Сергина Н. М. [и др.] Пылеуловители со встречными закрученными потоками. Обзор изобретений. Волгоград: ООО Ассоциация «Волгоградэкотехзерно», 1999. 48 с.
- [3]. Ужов В.Н., Вальдберг А.Ю., Мягков Б.И., Решидов И.К. Очистка промышленных газов от пыли. — М.: Химия, 1981. 392 с.
- [4]. Медников Е.П. Вихревые пылеуловители. М.: ЦИНТИХимнефтемаш, сер. ХМ-14, 1975.- 45 с.
- [5]. Азаров В.Н. Пылеуловители со встречными закрученными потоками: Опыт внедрения. - Волгоград, Волгогр. гос. техн. ун-т.-2003. - 136 с.
- [6]. Азаров В.Н., Волынцева Л.Н., Сергина Н.М. и др. Пылеуловители со встречными закрученными потоками / Под ред. В.Н. Азарова. -Волгоград, ООО "Ассоциация Волгоградлкотехзерно".- 1999. (Обзор изобретений). - 48 с.
- [7]. Сажин Б. С., Л. И. Гудим. Вихревые пылеуловители - Москва : Химия, 1995.
- [8]. Гудим Л.И., Галич В.Н. Сравнительные исследования пылеуловителей НЭП и циклонов. В кн.: Современные проблемы развития текстильной промышленности и задачи подготовки инженерных кадров: Тез. докл. конф. проф.-преп. состава Московского текстильного института. М., МГИ, 1982, с.121. 3.
- [9]. Д. И. Мисюля, В. В. Кузьмин, В. А. Марков. Сравнительный анализ технических характеристик циклонных пылеуловителей. Труды БГТУ. 2012. № 3. С.154- 163.
- [10]. Успенский В.А., Соловьев В.И., Гурьев В.С. Исследование полей скоростей в вихревом пылеулавливающем аппарате //Инженерно-физический журнал. т.20, № 6. - с.1078- 1081.
- [11]. Гурьев В.С., Успенский В.А. Результаты экспериментальных исследований вихревого пылеуловителя //Промышленная и санитарная очистка газов. — М.: ЦИНТИХимнефтемаш, 1975. № 4. - с. 12- 14.
- [12]. А.с. № 799823 СССР. Вихревой пылеуловитель / Шургальский Э.Ф., Аксельрод Л.С., Шитиков Е.С. и др. Оpubл. в Б.И. - 1981. — № 4.
- [13]. А.с. 1623731 СССР. Способ очистки газа от пыли /Б.С. Сажин, А.С. Белоусов, С.И. Коротченко. — опубл. Б.И. 1991—№ 218.
- [14]. А.с. 975097 СССР. Вихревой пылеуловитель / Фролов Е.В., Шургальский Э.Ф., Аксельрод Л.С. и др. Оpubл. в Б.И. - 1982. — № 43.
- [15]. Разумов И.М. Пневмо- и гидротранспорт в химической промышленности. — М.: Химия, 1979. 248 с.
- [16]. Янков В., Дичев И. Обезпрашитель на базата на комбинирана вихър //Техническа мисъл. 1971. - т.8, № 1. - с.95- 102.
- [17]. Успенский В.А., Киселев В.М. Газодинамический расчет вихревого аппарата//ТОХТ. 1974. - т.8, № 3. - с.428- 434.
- [18]. Сажин В.С., Белоусов А.С., Векуа Т.Ю. Моделирование и исследование гидродинамики аппаратов со встречными закрученными потоками. В кн.: Создание и внедрение современных аппаратов с активными гидродинамическими режимами для текстильной промышленности и производства химических волокон: Тез. докл. 2-го Всесоюз. научн.-техн. сов. М., 1981, с.5. 3.
- [19]. Schmidt K.R. Physikalische Grundlagen und Prinzip der Drehstromungsentstaubers //Staub. 1963. - V. 23, № 11. - S.491- 501.
- [20]. Podgorski W. Teoretyczne podstawy przepływów wirowych w odpylaczu wirowym przeciwbieżnym. Budownictwo gorniczoprzemysłowe i kopalnich – ciud. № 26 1975, p 1-11.

ТАСВИР КОНТУР ЧИЗИҚЛАРИНИ ИНГИЧКАЛАШТИРИШНИ АЙЛАНА
ТАҲЛИЛИГА АСОСЛАНГАН ЁНДАШУВИ

Н.С. Маматов¹, М.М. Жалелова¹, А.Н. Самижонов¹,
Б.Н. Самижонов², Ш.А. Туракулова³

¹“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”
Миллий тадқиқот университети, Ўзбекистон

²Сежонг Университети, Корея

³Тошкент менежмент ва иқтисодиёт институти, Ўзбекистон
(Қабул қилинди 19.11.2024 й.)

Тасвирларни қайта ишлашда контур чизиқларини ажратиш ва ингичкалаштириш асосий масалалардан бири ҳисобланади. Одатда бу каби амаллар тасвирдаги объектлар шакли ёки геометриясини соддалаштириш ҳамда уни асосий хусусиятларини сақлаб қолиш мақсадида амалга оширилади. Контурларни ингичкалаштиришни кўплаб усуллари ишлаб чиқилган бўлсада, уларни барчаси ҳам аниқлиги ва самарадорлиги бўйича қўтилган натижаларни таъминламайди. Мазкур тадқиқот ишида тасвирлар контур чизиқларини ингичкалаштириш учун айлана таҳлиliga асосланган ёндашув таклиф этилган бўлиб, унда айлана ичида жойлашган тўлиқ пикселларни айлана радиуси $r=1$ ва бурчак $\Delta\varphi=90^\circ$ бўлган ҳол учун кўриб чиқиш амалга оширилган ҳамда мазкур хусусий ҳол контур чизиқларини ингичкалаштиришни машҳур Зханг-Суен усули билан бир хил натижани таъминлаши кўрсатиб берилган. Бундан ташқари, ишда айлана радиуси $r=1$ ва $\Delta\varphi=45^\circ$ бўлган хусусий ҳол ҳам кўриб чиқилган бўлиб, улар тажрибаларда синовлардан ўтказилган. Тадқиқот натижасида контур чизиқларини ингичкалаштиришни айлана таҳлиliga асосланган ёндашув контур ингичкалаштиришни бошқа алгоритмларини ўз ичига олган умумлашган ёндашув эканлигини кўрсатди. Шунингдек, кейинги тадқиқот ишларида айлана радиуси r ва бурчак қадами $\Delta\varphi$ ни бошқа қийматларини ҳам синов кўриш фойдали бўлиши таъкидланган.

Калит сўзлар: рақамли тасвир, контур чизиқларини ингичкалаштириш, объектларни таниб олиш, тасвирларга ишлов бериш, айлана радиуси, сегментация, Зханг-Суен усули.

In image processing, contour extraction and refinement are one of the main tasks. Usually, such operations are performed to simplify the shape or geometry of objects in the image and preserve its main features. Although many methods for contour refinement have been developed, not all of them provide the expected results in terms of accuracy and efficiency. In this research work, an approach based on circle analysis is proposed for image contour refinement, in which the full pixels located inside the circle are considered for the case of circle radius $r=1$ and angle $\Delta\varphi=90^\circ$, and it is shown that this special case provides the same result of contour refinement as the well-known Zhang-Suen method. In addition, the special case with circle radius $r=1$ and $\Delta\varphi=45^\circ$ is also considered in the work, which has been tested in experiments. The research results show that the approach to contour line refinement based on circle analysis is a general approach that includes other contour refinement algorithms. It is also noted that it would be useful to test other values of circle radius r and angular step $\Delta\varphi$ in future research.

Keywords: digital image, thinning of contour lines, object recognition, image processing, circle radius, segmentation, Zhang-Suen method.

Одной из основных проблем обработки изображений является разделение и уточнение контурных линий. Обычно такие операции выполняются для упрощения формы или геометрии объектов на изображении с сохранением его основных характеристик. Несмотря на то, что разработано множество методов истончения контура, не все из них обеспечивают ожидаемые результаты с точки зрения точности и эффективности. В данной исследовательской работе предлагается подход, основанный на анализе круга, для прореживания контура изображения, при котором полные пиксели, расположенные внутри круга, рассматриваются для случая радиуса круга $r=1$ и угла $\Delta\varphi=90^\circ$, а этот частный случай контура Прореживание основано на известном методе Чжан-Суэня. Было показано, что оно дает те же результаты, что и метод. Кроме того, в работе также рассматривался

частный случай с радиусом окружности $r=1$ и $\Delta\varphi=45^\circ$, которые были проверены в экспериментах. Результаты исследования показали, что подход к уточнению контурных линий на основе анализа окружности является обобщенным подходом, включающим другие алгоритмы уточнения контуров. Также было отмечено, что было бы полезно проверить другие значения радиуса окружности r и углового шага $\Delta\varphi$ в будущих исследованиях..

Ключевые слова: цифровое изображение, уточнение контурной линии, распознавание объектов, обработка изображений, радиус круга, сегментация, метод Зонг-Суэня.

Кириш. Рақамли тасвирларни қайта ишлаш ва таниб олиш бугунги кунда кенг тарқалган тадқиқот йўналишларидан бири ҳисобланади [1]. Бу соҳадаги кўплаб масалаларда, хусусан шахсни бармоқ изи орқали идентификациялаш [2], тиббий тасвирларда ўсимта ҳажми ва ўлчамини аниқлаш [3], географик ахборот тизимларида объектларни таниб олиш, хариталарни яратиш каби вазифаларни ҳал қилишда контур ингичкалаштириш алгоритмларидан кенг фойдаланилади. Чунки, контурларни ингичкалаштириш тасвирларни таҳлил қилишни муҳим босқичи бўлиб, объектларни идентификациялаш ва сегментациялаш жараёнларида муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Контурлар объект шакли ҳақидаги асосий маълумотларни ўз ичига олиши билан бирга уларни ёруғлик ва рангдаги ўзгаришларга нисбатан мустаҳкамроқ қилади [4]. Бундан ташқари, контурлар тасвирдаги объектларни таниб олиш алгоритмлари аниқлигини оширишга имкон беради. Чунки, улар объектларни ранг ёки текстура каби белгиларига эмас, балки уларни шакли ва ўлчами каби геометрик белгиларига асосий эътибор қаратишади [5]. Тасвирларда контурларни аниқлаш видеокузатув ёки автоматлаштирилган тизимларда реал вақтда фойдаланиш учун қулай бўлиб, улар видеооқимларни тезкор қайта ишлашга ҳамда ҳисоб-китоблар мураккаблигини камайтириш имконини беради.

Тасвирларда контур чизиқларини ингичкалаштириш “скелетизация” номи билан машхур бўлиб, у орқали тасвирдаги мураккаб объектларни чизиқ ва нукталар каби соддароқ шакллар билан тавсифлаган ҳолда ишлов бериш ва таҳлил қилишни соддалаштириш мумкин [6]. Контур чизиқларини ингичкалаштириш айрим афзалликларга эга ҳисобланади:

- тасвир асосий элементларини ажратиб кўрсатиш орқали объектларни таниб олиш сифатини яхшилашга ёрдам беради;
- объект шакли ва тузилиши ҳақидаги муҳим маълумотларни сақлаб қолган ҳолда маълумотлар ҳажминини камайтириш имконини беради;
- матн ва чизмалар сканерланган тасвирларига дастлабки ишлов беришда муҳим;
- тасвирдаги шовқин ёки халақитлар таъсирини минималлаштиришга ёрдам беради;
- объектларни жойлашуви, масштаби ва йўналишидаги ўзгаришларга нисбатан бардошли ҳисобланади.

Одатда ингичка контурлар қалин контурларга нисбатан камроқ маълумотларни қамраб олади. Бу тасвирларга ишлов бериш тезлиги муҳим бўлган реал вақт тизмлари учун фойдалидир [7]. Соддалаштирилган маълумотлар эса алгоритмларни тезроқ ва самаралироқ ишлашини таъминлайди. Шунингдек, аниқ ҳамда ингичка контурлар тасвирларни сегментациялаш ва белгиларни ажратиб олиш каби таҳлилни навбатдаги босқичлари учун асос бўлиб хизмат қилади [8].

Бугунги кунда контур чизиқларини ингичкалаштиришни бир нечта алгоритмлари мавжуд бўлиб, уларни ҳар бири муайян шарт ва талабларга кўра ўз қўлланиш соҳаларига эга. Бундан ташқари, контур ингичкалаштириш алгоритмлари бинар тасвирларга қўлланилади ҳамда унда бинар тасвирдаги барча чизиқларни имкони борича ингичкалаш, яъни унда бир пиксел қалинликка келтириш мақсад қилинади [9]. Мазкур ишда тасвир контур чизиқларини ингичкалаштириш учун қалин контурни ташкил этувчи ҳар бир пикселни айлана таҳлили орқали текшириш ғояси бўйича янги ёндашув таклиф этилган. Шунингдек, ишда таклиф этилган ёндашувни контур ингичкалаштиришни мавжуд усул ва алгоритмлари билан солиштириш учун адабиётлар таҳлили амалга оширилган.

Методлар. Қуйида контур чизиқларини ингичкалаштиришни машхур усул ва

алгоритмлари бўйича адабиётлар таҳлили келтирилган.

Зҳанг-Суен усули [10], бинар тасвирлардаги контурларни ингичкалаштиришда кенг қўлланиладиган усул бўлиб, у объектлар шакллари сақлаб қолишга ёрдам беради. Бундан ташқари, бу усулни самарадорлиги ва аниқлиги кўплаб тадқиқотларда исботланган. Жумладан, бинар растрли тасвирларда контур чизиқларини ингичкалаштириш алгоритмларини қиёсий таҳлили [11] ишда келтирилган бўлиб, унда Зҳанг-Суен алгоритми контурларни ингичкалаштириш жараёнида юқори самарадорликни кўрсатган. Бироқ, бунда натижавий тасвирларда кўпинча топологияни бузмасдан қайта ранг бериш мумкин бўлган пикселлар қолиб кетиши кузатилган. Бу муаммони ҳал этиш учун [12] ишда “Ву-Цай” деб номланувчи алгоритм таклиф этилган бўлиб, уни тасвирга қўллаш натижасида объект контурини ташкил этишда кераксиз бўлган пикселлар олиб ташланган. Бироқ, Ву-Цай алгоритмини Зҳанг-Суен алгоритми томонидан дастлабки ишловсиз мустақил қўллаш самарасиздир. Чунки, Ву-Цай алгоритми бинар тасвирни кичик элементларини олиб ташлашга ҳаракат қилади ҳамда бу орқали объектни асл топологиясини бузилишига имконият яратади. Зҳанг-Суен алгоритми орқали тасвир контур чизиқларини ингичкалаштиришда баъзи пикселлар олиб ташланмай қолиб кетиши мумкин. Ву-Цай усулини якка ҳолда қўллаш эса самарасиздир.

Анъанавий Зҳанг-Суен алгоритмини диагональ элементлар учун шартларни текширмаслиги ҳам ушбу алгоритмни камчилиги сифатида эътироф этилган. Бу муаммога ечим сифатида Зҳанг-Суен алгоритмини текшириш шартларига диагональ пикселларни текширишни ҳам ўз ичига олган “бидиагональ” деб номланувчи янги такомиллаштирилган алгоритм [13] иш муаллифлари томонидан таклиф этилган ва ушбу алгоритмни пикселли таққослаш мезони бўйича Зҳанг-Суен алгоритмидан устун эканлиги исботланган. Бироқ, ушбу соҳа бўйича кўплаб тадқиқотларда контурларни ингичкалаштиришда натижа сифатига салбий таъсир кўрсатувчи хатолар ва муаммолар ҳали ҳамон мавжуд эканлиги ҳамда контур ингичкалаштиришни усул ва алгоритмларини янада такомиллаштириш, уларни тадқиқ этиш долзарб эканлиги таъкидланган [14-15]. Тасвир контур чизиқларини ингичкалаштириш учун мазкур ишда таклиф этилган ёндашув методологияси навбатдаги бўлимда батафсил ёритиб берилган.

Методология. Фараз қилайлик, $M \times N$ ўлчамли I бинар тасвир ва уни контур чизиқларини ингичкалаштириш учун айлана радиуси r ҳамда бу айлана ичида жойлашган пикселларни таҳлил қилиш учун маълум бир $\Delta\varphi$ қадам билан ўзгарувчи φ бурчаклар берилган бўлсин. берилган бўлсин. Бунда тасвирни ҳар бир пиксели $I(x, y) \in \{0, 1\}$ (0-фон, 1-объект).

Таклиф этилган ёндашув тасвирни ҳар бир $I(x_0, y_0)$ пиксели учун маркази шу пиксел ва радиуси r бўлган айланани кўриб чиқишдан иборат. Бу айлана ичида жойлашган таҳлил қилинувчи пикселлар φ бурчаклар билан аниқланади $\varphi \in [0, 360^\circ]$. Мазкур тадқиқот ишида таклиф этилган ёндашув куйидаги қадамларда амалга оширилади:

1-қадам. Айлана радиуси r ва бурчак қадами $\Delta\varphi$ танланади. Бунда $\Delta\varphi$ қадам билан бурчаклар кетма-кетлиги $\varphi_i = i \cdot \Delta\varphi \left(i = 0, \left[\frac{360^\circ}{\Delta\varphi} \right] - 1 \right)$ аниқланади.

2-қадам. Таҳлил қилинувчи пикселлар аниқланади. Математик жиҳатдан бу пикселлар координаталарини куйидагича аниқлаш мумкин:

$$\begin{cases} x(\varphi_i) = x_0 + [r \cos(\varphi_i)] \\ y(\varphi_i) = y_0 + [r \sin(\varphi_i)] \end{cases}$$

Айланадаги пикселни ўзини эса куйидача ифодалаш мумкин:

$$I_r(\varphi_i) = I(x(\varphi_i), y(\varphi_i))$$

бу ерда $\cos(\varphi_i)$ ва $\sin(\varphi_i)$ - айланадаги пиксел ҳолатини аниқловчи мос компонентлар.

3-қадам. Айлана радиуси r ва бурчак қадами $\Delta\varphi$ га боғлиқ бўлган контур ингичкалаштириш қоидаси қўлланилади.

Бунда тасвир контур чизиқларини ингичкалаштириш учун мавжуд алгоритмлар [10, 13] шартларини қўллаш мумкин.

Ёндашув хусусий ҳоллари

I. $r = 1$ ва $\Delta\varphi = 90^\circ$.

$\Delta\varphi = 90^\circ$ бўлганда қуйидаги 4 та йўналиш ҳосил бўлади:

- 1) $\varphi_0 = 0^\circ$; 2) $\varphi_1 = 90^\circ$; 3) $\varphi_2 = 180^\circ$; 4) $\varphi_3 = 270^\circ$

Юқоридаги 4 та йўналиш бўйича олинган пикселлар контур ингичкалаштиришни машҳур Зханг-Суен алгоритмида текширилувчи пикселлар билан бир хил эканлиги маълум бўлади (1-расм).

Зханг-Суен алгоритми 2 та итерациядан ташкил топган ва уларда текширилувчи ҳолатларни юқорида келтирилган 4 та йўналиш бўйича қуйидагича ёзиш мумкин:

1-итерация:

- 1) $I_1(180^\circ) \vee I_1(90^\circ) \vee I_1(0^\circ) = 0$; 2) $I_1(90^\circ) \vee I_1(0^\circ) \vee I_1(270^\circ) = 0$;

2-итерация:

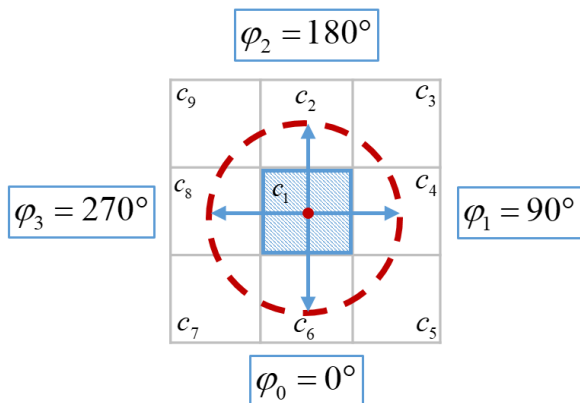
- 1) $I_1(180^\circ) \vee I_1(90^\circ) \vee I_1(270^\circ) = 0$; 2) $I_1(180^\circ) \vee I_1(0^\circ) \vee I_1(270^\circ) = 0$.

II. $r = 1$ ва $\Delta\varphi = 45^\circ$.

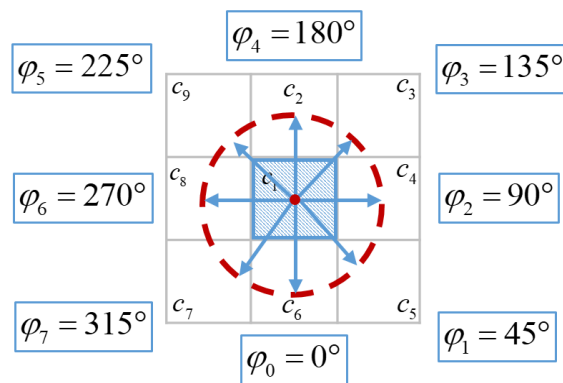
$\Delta\varphi = 45^\circ$ бўлган вазиятда қуйидаги 8 та йўналиш ҳосил бўлади:

- 1) $\varphi_0 = 0^\circ$; 2) $\varphi_1 = 45^\circ$; 3) $\varphi_2 = 90^\circ$; 4) $\varphi_3 = 135^\circ$; 5) $\varphi_4 = 180^\circ$; 6) $\varphi_5 = 225^\circ$; 7) $\varphi_6 = 270^\circ$; 8) $\varphi_7 = 315^\circ$.

Олинган 8 та йўналиш бўйича олинган пикселлар контур ингичкалаштиришни [13] ишда таклиф этилган Бидиагонал алгоритмида текширилувчи пикселлар билан бир хил эканлиги маълум бўлади (2-расм).



1-расм. $r = 1$ ва $\Delta\varphi = 90^\circ$ бўлган ҳол



2-расм. $r = 1$ ва $\Delta\varphi = 45^\circ$ бўлган ҳол.

Бидиагонал алгоритми ҳам 2 та итерациядан ташкил топган ва уларда текширилувчи ҳолатларни юқорида келтирилган 8 та йўналиш бўйича қуйидагича ёзиш мумкин:

1-итерация:

- 1) $I_1(225^\circ) \vee I_1(45^\circ) = 0$; 2) $I_1(180^\circ) \vee I_1(90^\circ) \vee I_1(0^\circ) = 0$; 3) $I_1(90^\circ) \vee I_1(0^\circ) \vee I_1(270^\circ) = 0$;

2-итерация:

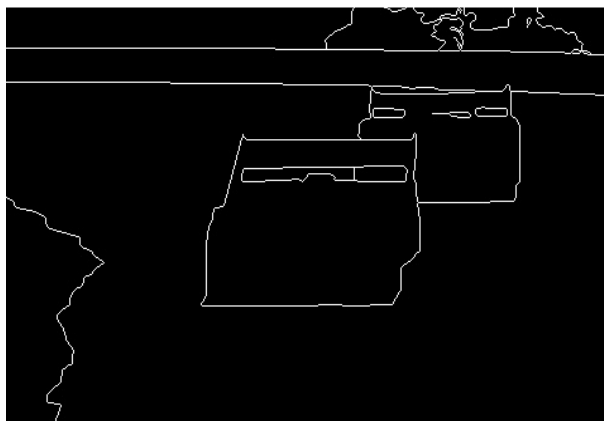
- 1) $I_1(135^\circ) \vee I_1(315^\circ) = 0$; 2) $I_1(180^\circ) \vee I_1(90^\circ) \vee I_1(270^\circ) = 0$; 3) $I_1(180^\circ) \vee I_1(0^\circ) \vee I_1(270^\circ) = 0$

Умумий ҳолда контур ингичкалаштиришни амалга ошириш учун айлана таҳлилига асосланган ёндашувида параметрлар сифатида r радиус ва $\Delta\varphi$ бурчак қадамини турли қийматлари кўриб чиқилиши зарур.

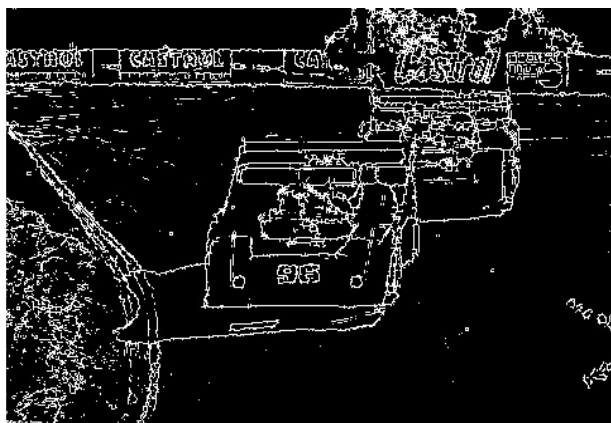
Тажриба ва натижалар. Мазкур ишда контур ингичкалаштириш ёндашуви билан тажрибаларни ўтказиш учун BSDS500 тасвирлар тўпламидан фойдаланилган. Бу тасвирлар тўплами 481x321 ўлчамга эга бўлган рангли тасвирларни ҳамда уларни бир пикселли бинар тасвирларини ўз ичига олади. Намуна тасвирлар биринчи навбатда дастлабки ишлов босқичларидан ўтказилган. Сўнг, тасвирлардаги объект контурларини ажратишда Собел фильтри қўлланилган. Чунки, Собел фильтри тасвирдаги объектни қалин ташқи чизик контурларини яхши ажратади [16]. Шакллантирилган тасвир учун контур ингичкалаштириш ёндашувини $r=1$ ва $\Delta\varphi=45^\circ$ ҳамда $r=1$ ва $\Delta\varphi=90^\circ$ бўлган хусусий ҳоллари қўлланилган. Қуйидаги расмда уларни қўллаш натижаларидан намуналар келтирилган.



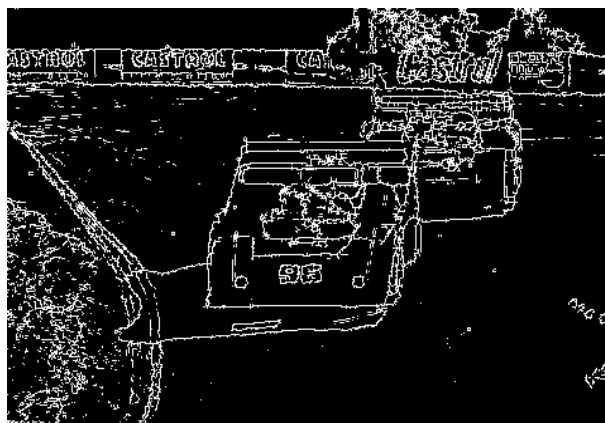
Асл рангли тасвир



Бир пикселли эталон тасвир



$r=1$ ва $\Delta\varphi=45^\circ$



$r=1$ ва $\Delta\varphi=90^\circ$

3-расм. Контур ингичкалаштириш ёндашувини қўллашдан олинган намуна тасвирлар.

Нативавий тасвирларни баҳолаш учун хатолик матрицаси элементларидан фойдаланилган. Бунда чалкашлик матрицаси элементлари иккита бинар тасвирларни ҳақийкий ижобий (TP- True Positives), нотўғри ижобий (FP – False Positives), нотўғри салбий (FN – False Negatives), ҳақийкий салбий (TN – True Negatives) қийматларини ўз ичига олади. Улардан фойдаланган ҳолда қуйидаги баҳолаш мезонлари қийматлари ҳисобланган:

- 1) **Accuracy.** Пикселларни тўғри таснифланганлигини баҳолайди:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{Total\ Pixels}, \quad (1)$$

- 2) **Recall.** Контурларни сақлаш қобилиятини баҳолайди:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}, \quad (2)$$

3) **Precision.** Контурлар сифатида аниқланган пикселларни қанчаси аслида тўғри контур пикселлари эканлигини баҳолайди:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}, \quad (3)$$

4) **Specificity.** Ингичкалаштиришдан сўнг фон пикселини қанчаси фон сифатида тўғри таснифланганлигини баҳолайди:

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP}, \quad (4)$$

5) **Reduction rate.** Контур ингичкалаштириш алгоритмини қўллашдан сўнг контурлар ўлчами неча фоизга қисқарганлигин баҳолайди:

$$Reduction Rate = \frac{Original\ Pixels - Thin\ Pixels}{Original\ Pixels} \times 100, \quad (5)$$

6) **F1-score.** Мувозанатли баҳони олиш учун Precision ва Recall каби мезонлардан фойдаланади:

$$F1 = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}, \quad (6)$$

Контур ингичкалаштириш учун $r = 1$ ва $\Delta\varphi = 45^\circ$ ҳамда $r = 1$ ва $\Delta\varphi = 90^\circ$ бўлган хусусий ҳолларини (1) - (6) баҳолаш мезонлари бўйича баҳолаш амалга оширилган. Олинган натижалар қуйидаги жадвалда келтирилган.

1-жадвал

$r = 1$ ва $\Delta\varphi = 45^\circ$ ҳамда $r = 1$ ва $\Delta\varphi = 90^\circ$ бўлган хусусий ҳолларини (1) - (6) баҳолаш
мезонлари бўйича таққослаш натижалари

Мезон номи	Мезон қийматлари	
	$r = 1$ ва $\Delta\varphi = 45^\circ$	$r = 1$ ва $\Delta\varphi = 90^\circ$
Accuracy	0.870143	0.869671
Precision	0.350471	0.348482
Recall	0.449120	0.446499
Specificity	0.913764	0.913513
F1-score	0.393710	0.391448

Хулоса. Мазкур ишда тасвирлардаги объектлар контур чизиқларини ингичкалаштириш учун айлана таҳлилига асосланган ёндашув таклиф этилди ҳамда уни хусусий ҳоллари келтириб ўтилди. Бунда илмий-тадқиқот иши бўйича олинган натижалардан қуйидаги хулоса ва тавсияларни келтириш мумкин:

– контур чизиқларини ингичкалаштиришни айлана таҳлилига асосланган ёндашуви Зҳанг-Суен каби машҳур алгоритмни ўз ичига олган умумлашган усул сифатида кўрсатиб ўтилди;

– ёндашувни $r = 1$ бўлган ҳолдаги $\Delta\varphi = 45^\circ$ ва $\Delta\varphi = 90^\circ$ каби хусусий ҳоллари тажрибада муваффақиятли синовлардан ўтказилди ҳамда уларни самарадорлигини баҳолаш Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F1-score каби мезонлар асосида амалга оширилди. Натижалар икки ҳолда ҳам мезонлар қийматларини бир-бирига ўта яқин эканлигини кўрсатди. Бироқ, айлана учун уни параметрлари $r = 1$ ва $\Delta\varphi = 45^\circ$ бўлган ҳолда мезон қийматлари яхшироқ натижани кўрсатди. Бу уни $r = 1$ ва $\Delta\varphi = 90^\circ$ бўлган ҳолдагига нисбатан бироз бўлсада устун эканлигини англатади;

– таклиф этилган ёндашувни асосий параметрлари ҳисобланган айлана радиуси r ва бурчак қадами $\Delta\varphi$ қийматлари контур чизигини ингичкалаштириш сифатига сезиларли таъсир кўрсатиши аниқланди. Бу эса параметрларни бошқа қийматларини ҳам текшириш зарурлигини билдиради.

– ёндашувни афзалликлари сифатида уни кўп қирралилиги, ҳар хил турдаги тасвирларга ва контурни ингичкалаштириш вазифаларига мослашиш қобилияти эканлигини таъкидлаш мумкин;

– кейинги тадқиқот истиқболлари айлана радиуси r ни ва бурчак қадами $\Delta\varphi$ ни бошқа қийматларини ҳам синаб кўришни ўз ичига олади, бу контур чизиқларини ингичкалаштиришни аниқроқ ва самарали усулларини ишлаб чиқишга хизмат қилади.

Адабиётлар

- [1]. Маматов, Н., Рахмонов, Э., Самижонов, А., Жалелова, М., & Самижонов, Б. (2023). ТАСВИРДАГИ МИКРОСКОПИК ОБЪЕКТЛАРНИ ТАНИБ ОЛИШ АЛГОРИТМЛАРИ. Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук, 3(11), 7-13.
- [2]. Kocharyan, D. A Modified fingerprint image thinning algorithm / D. Kocharyan // American Journal of Software Engineering and Applications. – 2013. – Vol. 2(1). – P. 1–6.
- [3]. Mamatov, N., Sultanov, P., Jalelova, M., & Samijonov, A. (2023). 2D image processing algorithms for kidney transplantation. Scientific Collection «InterConf», (184), 468-474.
- [4]. Mamatov, N., Jalelova, M., Samijonov, B., & Samijonov, A. (2024). Algorithms for contour detection in agricultural images. In E3S Web of Conferences (Vol. 486, p. 03017). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448603017>
- [5]. Mamatov, N., Jalelova, M., Samijonov, B., & Samijonov, A. (2024). Algorithm for extracting contours of agricultural crops images. In ITM Web of Conferences (Vol. 59, p. 03015). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20245903015>
- [6]. Тузиков А.В., Шейнин С.А., Жук Д.В. Математическая морфология, моменты, стереообработка. Минск, 2006.
- [7]. Гудков Владимир Юльевич, Ключев Даниил Александрович Скелетизация бинарных изображений и выделение особых точек для распознавания отпечатков пальцев // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2015. №3.
- [8]. Solidjonovich, M. N., Qizi, J. M. M., Qizi, T. S. X., & O'G'Li, S. B. N. (2023). SUN'IY YO'LDOSHDAN OLINGAN TASVIRDAGI DALA MAYDONI CHEGARALARINI ANIQLASH USULLARI. Al-Farg'oniyl avlodlari, 1(4), 177-181.
- [9]. Ма Ц., Цветков В. Ю., Конопелько В. К. Двухшаговая скелетизация бинарных изображений на основе модели занга-суена и порождающей маски // Системный анализ и прикладная информатика. 2021. №1.
- [10]. Zhang, T.Y. A Fast Parallel Algorithm for Thinning Digital Patterns / T.Y. Zhang, C.Y. Suen // Communications of the ACM. – 1984. – Vol. 27, Issue 3. – P. 236-239. – DOI: 10.1145/357994.358023.
- [11]. Widiarti, A.R. Comparing Hilditch, Rosenfeld, Zhang Suen, and Nagendraprasad-Wang-Gupta Thinning / A.R. Widiarti // International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering – 2011 – Vol. 5(6). – P. 20-24.
- [12]. Wu, R.-Y. A new one-pass parallel thinning algorithm for binary images / R.-Y. Wu, W.-H. Tsai // Pattern Recognition Letters. – 1992. – Vol. 13, Issue 10. – P. 715-723. – DOI: 10.1016/0167-8655(92)90101-5.
- [13]. Mamatov, Narzullo, Abdurashid Samijonov, Keulimjay Yerejepov, Inomjon Narzullaev, and Boymirzo Samijonov. "Bidiagonal algorithm for thinning image contour lines". The Eurasian Journal of Mathematical Theory and Computer Science, 4(3), 13–23, 2024. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10896705>
- [14]. Nazarkevych, Mariya, Serhii Dmytruk, Volodymyr Hrytsyk, Olha Vozna, Anzhela Kuza, Oleksii Shevchuk, Yaroslav Voznyi, Iryna Maslanych, and Vasyl Sheketa. "Evaluation of the effectiveness of different image skeletonization methods in biometric security systems." International Journal of Sensors Wireless Communications and Control 11, no. 5 (2021): 542-552. <https://doi.org/10.2174/2210327910666201210151809>
- [15]. Tabedzki, Marek, Khalid Saeed, and Adam Szczepański. "A modified K3M thinning algorithm." International Journal of Applied Mathematics and Computer Science 26, no. 2 (2016): 439-450. <https://doi.org/10.1515/amcs-2016-0031>
- [16]. Vincent, O. Rebecca, and Olusegun Folorunso. "A descriptive algorithm for sobel image edge detection." In Proceedings of informing science & IT education conference (InSITE), vol. 40, pp. 97-107. 2009. <https://doi.org/10.28945/3351>.

OLIY TA'LIM TIZIMIDA MOLİYAVIY JARAYONLARNI IQTISODIY
SAMARADORLIGINI TA'MINLASHDA RAQAMLI PLATFORMALARNING O'RNI

A.I. Abdullayev¹, U.O. Qurbonov², I.T. Dexkonboyev², J.B. Mannopov²

¹Tashkent International University

²Raqamli ta'lim texnologiyalarini rivojlantirish markazi
(Qabul qilindi 19.11. 2024 y.)

Ushbu maqola oliy ta'lim muassasalarida moliyaviy jarayonlarni raqamlashtirish orqali talabalarga va oliy ta'lim muassasalari xodimlariga qulayliklar yaratish, shaffoflikni ta'minlash va nazorat darajasini oshirish, shuningdek, mavjud muammolarga yechim topish masalalariga bag'ishlangan. Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi tomonidan "Oliy ta'lim tizimida to'lov xizmatlarini yagona hisob raqami orqali qabul qilish va taqsimlash hamda moliyaviy hisobotlarni yuritish - EduBilling" axborot tizimini amaliyotga joriy etish orqali erishilgan yutuqlar tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: talaba, oliy ta'lim, raqamlashtirish, "EduBilling" axborot tizimi, to'lov shartnoma, TTJ, yagona interaktiv davlat xizmatlari portali, integratsiya, HEMIS axborot tizimi, "UzASBO" DM, "MUNIS" kliring tizimi, Click, PayMe, Zoomrad, Upay.

This article is devoted to the issues of creating convenience for students and employees of higher education institutions through the digitalization of financial processes in higher education institutions, ensuring transparency and increasing the level of control, as well as finding solutions to existing problems. The achievements achieved by the Ministry of Higher Education, Science and Innovations through the implementation of the information system "Receipt and distribution of payment services in the higher education system through a single account and maintenance of financial reports - EduBilling" are analyzed.

Keywords: student, higher education, digitalization, "EduBilling" information system, payment agreement, student accommodation, single interactive public services portal, integration, HEMIS information system, "UzASBO" DM, "MUNIS" clearing system, Click, PayMe, Zoomrad, Upay.

Статья посвящена вопросам создания удобства для студентов и сотрудников высших учебных заведений за счет цифровизации финансовых процессов в высших учебных заведениях, обеспечения прозрачности и повышения уровня контроля, а также поиска решений существующих проблем. Проанализированы достижения, достигнутые Министерством высшего образования, науки и инноваций за счет внедрения информационной системы «Прием и распределение платежных услуг в системе высшего образования через единый счет и ведение финансовой отчетности - EduBilling».

Ключевые слова: студент, высшее образование, цифровизация, информационная система «EduBilling», договор оплаты, студенческое общежитие, единый портал интерактивных государственных услуг, интеграция, информационная система HEMIS, ДМ «UzASBO», клиринговая система «MUNIS», Click, PayMe, Zoomrad, Upay.

Kirish. Bugungi kunda raqamli texnologiyalar jadal rivojlanib borayotgan bir paytda ta'lim tizimining samaradorligini oshirish maqsadida ko'plab innovatsion loyihalar amalga oshirilmoqda. Jumladan, oliy ta'lim tashkilotlaridagi moliyaviy jarayonlarni raqamlashtirish orqali talabalar bilan shartnomaviy munosabatlar tartibga keltirilib, vaqtni tejash va moliyaviy shaffoflikni ta'minlashga erishilmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 24-dekabrdagi PQ-61-son qarori 7-bandida oliy ta'lim muassasalari talabalari uchun elektron shartnomalar tuzish, to'lov-kontrakt asosida o'qitish xarajatlarini onlayn to'lash va mablag'lar hisobini yuritish bo'yicha yagona axborot tizimini ishlab chiqish vazifasi belgilangan. Ushbu topshiriq ijrosini ta'minlash maqsadida "Oliy

ta'lim tizimida to'lov xizmatlarini yagona hisob raqami orqali qabul qilish va taqsimlash hamda moliyaviy hisobotlarni yuritish - EduBilling” axborot tizimi ishlab chiqilib, 120 dan ortiq oliy ta'lim tashkilotlariga joriy qilindi.

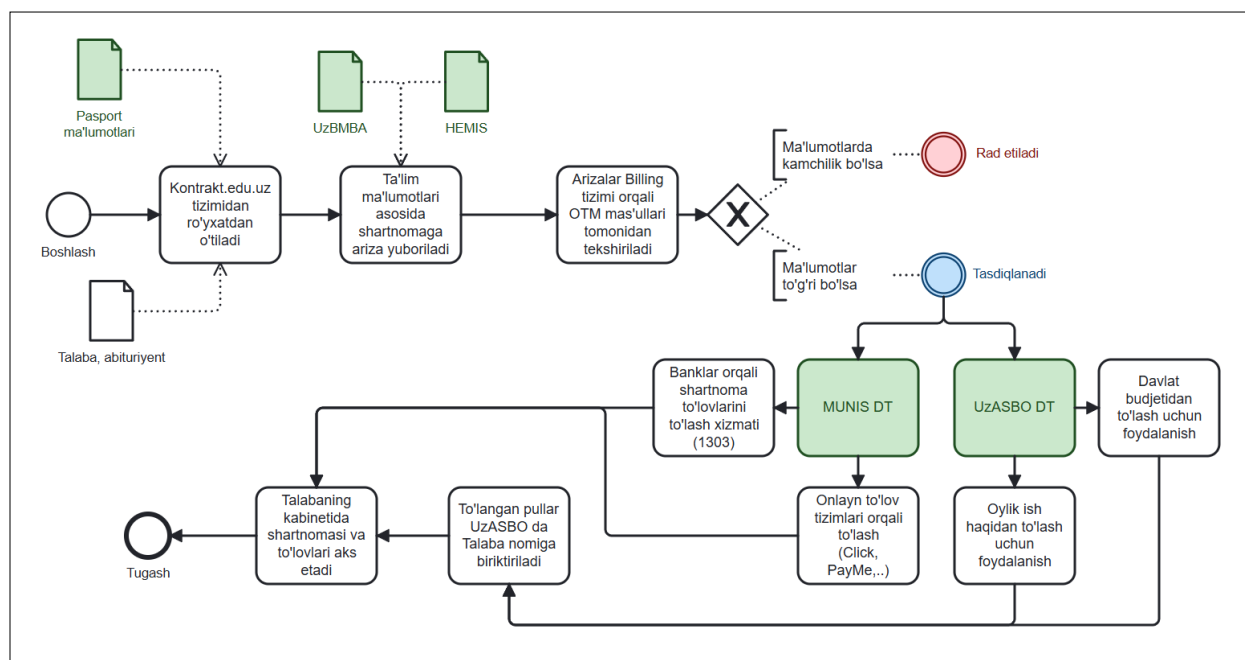
Asosiy qism. “EduBilling” axborot tizimi talabalarga to'lov shartnomalari berish, TTJga joylashish uchun shartnoma va yo'llanma berish, ijara to'lovlarini bir qismini qoplab berishga ariza berish, shuningdek, stipendiya tayinlash jarayonlarini elektron shaklga o'tkazish, onlayn to'lovlarni amalga oshirish hamda oliygohlar tomonidan to'lovlar monitoringini yuritish kabi ko'plab xizmatlarni amalga oshirishga mo'ljallangan. Ma'lumki, har qanday axborot tizimini rivojlantirish va uning funktsionalligini kengaytirish uchun uni boshqa platformalar bilan integratsiya qilish zarur. Shunga ko'ra, “EduBilling” axborot tizimi ham boshqa tashkilot va idoralarning platformalari bilan integratsiya qilindi. Jumladan, TTJga joylashishga ariza yuborish xizmati uchun Raqamli hukumatning “Yagona interaktiv davlat xizmatlari portali”ga, to'lovlarni amalga oshirish xizmati uchun Markaziy bankning “MUNIS” kliring tizimiga, to'lovlar hisobini yuritish uchun Iqtisodiyot va moliya vazirligining “UzASBO” DMga, talabalar to'g'risidagi ma'lumotlarni shakllantirish maqsadida “Oliy ta'lim jarayonlarini boshqarish - HEMIS” axborot tizimiga, tegishli imtiyozlarni avtomatik aniqlash maqsadida Ijtimoiy himoya milliy agentligining axborot tizimlariga, onlayn to'lovlarni amalga oshirish uchun esa Click, PayMe, Zoomrad, Upay ilovalariga integratsiya qilindi.



“EduBilling” axborot tizimida joriy etilgan interaktiv xizmatlar.

Oliy ta'lim tashkilotlari talabalariga to'lov-shartnomalarini taqdim etishda dastlab, talaba axborot tizimidagi shaxsiy profili orqali shartnoma olish uchun ariza yuboradi. Oliy ta'lim tashkiloti buxgalteriya bo'limi mas'ul xodimlari kelib tushgan arizani ko'rib chiqadi hamda barcha ma'lumotlar to'g'riligiga ishonch hosil qilganidan so'ng, arizani qabul qiladi va shartnoma shakllantiradi. Ushbu shartnoma faylini talaba o'zining shaxsiy kabineti orqali yuklab olishi mumkin. Shundan keyin, talaba shartnomada keltirilgan to'lov summasini bank orqali yoki onlayn to'lov tizimlari orqali to'lashi mumkin.

Shuningdek, talabalar o'zlarining shaxsiy kabineti orqali to'lovlar tarixi, haqdorlik va qarzdorlik summalarini kuzatib borishadi.



3-расм. Контур ингичкалаштириш ёндашувини қўллашдан олинган намуна тасвирлар.

Axborot tizimining afzalliklari hamda funksional imkoniyatlari sifatida quyidagilarni keltirib o'tish joiz:

Tezkorlikni ta'minlash: Talabalarga to'lov-shartnoma hujjatlarini tez va oson tarzda taqdim etish.

Resurslarni tejash: Qog'oz sarfini kamaytirish orqali ekologik ta'sirni minimallashtirish.

Shaffoflikni oshirish: Moliyaviy operatsiyalar va hujjatlarni boshqarishda ochiqlikni ta'minlash.

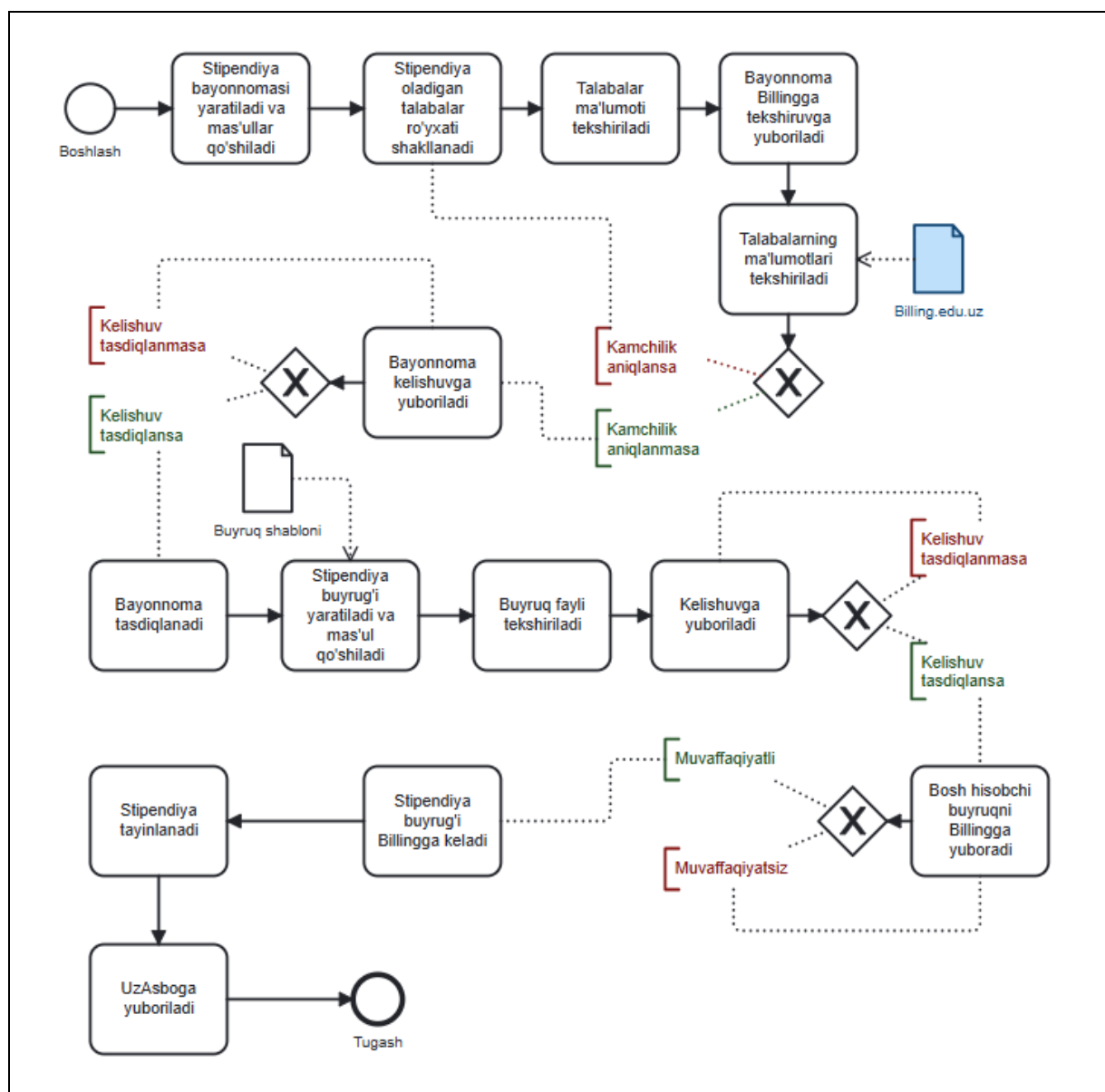
Qulaylik yaratish: Talabalar va ularning ota-onalari uchun ma'lumotlarni masofadan turib boshqarish imkoniyatini yaratish.

Bundan tashqari, shartnomalarni elektron imzo yordamida tasdiqlash, to'lovlar holatini real vaqt rejimida kuzatish, moliyaviy va ma'muriy jarayonlarning optimallashtirish, ish yukining kamayishi va xodimlar vaqtini tejash, shartnomalarni avtomatlashtirilgan ravishda yaratish kabi imkoniyatlar yaratildi.

Ma'lumot uchun, 2023/2024 o'quv yili davomida 806 981 ta to'lov-kontrakt, qayta o'qish uchun 164 284 ta, 2024/2025 o'quv yilida hozirgi kunga qadar 788 370 ta to'lov-kontrakt, qayta o'qish uchun 40 956 ta, ijara to'lovlarini bir qismini qoplab berish uchun 95 197 ta arizalar hamda 123 847 ta TTJ uchun shartnomalar elektron shakllantirilgan.

Talabalarga moddiy yordam va stipendiyalarni tayinlash jarayonlarini raqamlashtirish orqali ham shaffoflik va samaradorlikka erishildi. Bunda talabalarining to'lov-shartnoma ma'lumotlari, oxirgi semestr yakuni bo'yicha fanlardan olgan baholari hamda moddiy rag'batlantirish olishga asos bo'luvchi imtiyozlarini aniqlashda inson omili aralashuviga chek qo'yilib, ma'lumotlarni avtomatik aniqlash yo'lga qo'yildi.

Bu orqali ko'plab muammolarni, jumladan, moddiy rag'bat va stipendiya tayinlanishida uchraydigan byurokratik to'siqlar, hujjatlarni an'anaviy yuritish tufayli yuzaga keladigan xatoliklar, talabalarining huquqlari buzilishi, jarayonning ortiqcha vaqt talab qilishini oldi olindi.



“EduBilling” axborot tizimida talabalarga stipendiya tayinlash jarayoni.

Stipendiyasiz tuzilgan shartnomalar bo'yicha talabalarga “UZASBO” DMda stipendiya to'lanishiga (naqd pul shaklida va plastik kartaga) cheklov o'rnatildi (talabalarni rag'batlantirish jamg'armasidan tashqari). Bunda, “UzASBO” DMda stipendiya hisoblanishida kontrakt asosida tahsil olayotgan talabalarining stipendiyasiz to'lov shartnoma (kontrakt) ma'lumotlari, davlat granti asosida tahsil olayotgan talabalarining o'zlashtirish ko'rsatkichiga ko'ra stipendiya tayinlanmasligi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining “Oliy ta'lim jarayonlarini boshqarish – HEMIS” axborot tizimiga integratsiya qilish orqali aniqlash amaliyoti joriy qilindi.

Shuningdek, talabalar uchun qo'shimcha hisoblanadigan stipendiya va moddiy yordamlar uchun hujjatlar (Stipendiya komissiya yig'ilish bayoni, buyruqlar) “Oliy ta'lim jarayonlarini boshqarish – HEMIS” axborot tizimida elektron hisobini yuritish va “UzASBO” DMga integratsiya qilish orqali oliy ta'lim muassasasi hisobchisi tomonidan o'zgartirish va qo'shimchalar kiritish ta'qiqlandi. Moddiy rag'batlantirish belgilangan talabalar ro'yxati Stipendiya komissiyasi a'zolari tomonidan tasdiqlanishi belgilandi.

Ma'lumot uchun, joriy yilning 17-yanvar holatiga ko'ra “EduBilling” axborot tizimi orqali 113 816 ta talabaga stipendiya tayinlandi.

Xulosa. “Oliy ta’lim tizimida to’lov xizmatlarini yagona hisob raqami orqali qabul qilish va taqsimlash hamda moliyaviy hisobotlarni yuritish - EduBilling” axborot tizimi oliy ta’lim muassasalarining raqamli rivojlanish yo’lida muhim qadam hisoblanadi. Ushbu tizim orqali talabalarga zamonaviy qulayliklar taqdim etilib, moliyaviy jarayonlarning tezkorligi va shaffofligi ta’minlanadi.

Kelgusida texnik infratuzilma va huquqiy talablarni tahlil qilgan holda axborot tizimida talabalarga va oliy ta’lim tashkilotlariga yanada ko’proq imkoniyatlar va raqamli xizmatlar joriy etilishi rejalashtirilgan. Umuman olganda, bu kabi tizimlarning rivojlanishi, shubhasiz, ta’lim muassasalarida moliyaviy boshqaruv jarayonlarining sifatini oshirishga hissa qo’shadi va raqamli transformatsiyaning ajralmas qismiga aylanadi.

Adabiyotlar

- [1]. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 24-dekabrda “Davlat oliy ta’lim muassasalariga moliyaviy mustaqillik berish chora-tadbirlari to’g’risida”gi PQ-61-son qarori
- [2]. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 22-avgustda “2022-2023-yillarda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasini yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to’g’risida”gi PQ-357-son qarori
- [3]. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2023-yil 14-avgustda “Oliy ta’lim muassasalari talabalarini turar joy bilan ta’minlash tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to’g’risida”gi 376-son qarori
- [4]. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 24-sentabrda “Ijara huquqi asosida yashayotgan talabalar tomonidan to’lanadigan ijara to’lovlarini qoplab berish tizimini joriy etish chora-tadbirlari to’g’risida”gi 605-son qarori
- [5]. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 17-sentabrda “Ijtimoiy ehtiyojmand oila vakillari, yetim yoki ota-onasining qaramog’idan mahrum bo’lgan talaba xotin-qizlarning oliy ta’lim olishini moddiy jihatdan qo’llab-quvvatlash chora-tadbirlari to’g’risida”gi 585-son qarori
- [6]. A.I.Абдуллаев, У.Р.Хамдамов. Концепция развития информационных систем и сервисов в системе высшего образования Республики Узбекистан. // EU-01-002070 “Asian Intellectual Property” LLC, 2018.
- [7]. U.R. Xamdamov, “Oliy ta’lim tizimidagi axborot tizimlari va jarayonlari”, “Ijtimoiy sohalarini raqamlashtirishda innovatsion texnologiyalarning o’rni va ahamiyati” Respublika ilmiy-amaliy anjumani. 2020. 29-30-aprel, - B. 231-233.
- [8]. A.I.Abdullayev. Talabalarni turarjoy bilan ta’minlash tizimini raqamlashtirish jarayonlari. // “Ta’lim, fan va innovatsiya” ma’naviy-ma’rifiy, ilmiy-uslubiy jurnal. 2023-yil 5-son.

ISSIQLIK AKKUMULYATORLI QUYOSH QURITGICHINING NOSTATSIONAR ISSIQLIK REJIMINI MODELASHTIRISH

B.E. Xayriddinov¹, S.M. Xujakulov², I.A. Ne’matov³

¹Qarshi davlat universiteti,

²Qarshi davlat texnika universiteti, saidbek1973@mail.ru, 91-464-85-51

³Shaxrisabz “Temurbeklar maktabi” HAL.

(Qabul qilindi 18.11.2024 y.)

Annotatsiya: Maqolada suvli issiqlik akkumulyatorli hajmiy havo qizdirish quyosh kollektorli quritgich kompleksida meva va sabzavot mahsulotlarining quritish jarayonini xarakterlaydigan matematik model ishlab chiqilgan, ishlab chiqilgan matematik modelning ishonchliligi, quritiladigan mahsulot tarkibida sodir bo’ladigan issiqlik-massa almashinuv koeffitsiyenti kattaligi qiymatining aniqlik darajasiga bog’liqligi aniqlangan va radiatsion-konvektiv usulda quritish xarakteristikasi eksperimental tadqiqotlar asosida olingan.

Kalit so’zlar: suvli issiqlik akkumulyatori, issiqlik uzatish, issiqlik sig’imi, meva-sabzavotlar, konveksiya, ventilyatsiya, infiltratsiya, nurlanish samaradorligi, issiqlik miqdori.

Аннотация: В статье разработана математическая модель, характеризующая процесс сушки плодоовощной продукции в солнечном коллекторном сушильном комплексе объемного воздушного отопления с водяным аккумулятором тепла, определена достоверность разработанной математической модели, а также степень точности.

Определены значения коэффициента тепломассообмена, происходящего в высушиваемом продукте, и получены характеристики радиационно-конвективной сушки на основе экспериментальных исследований.

Ключевые слова: водяной аккумулятор тепла, теплоотдача, теплоемкость, плодоовощная продукция, конвекция, вентиляция, инфильтрация, радиационная эффективность, количество тепла.

Abstract: The article develops a mathematical model characterizing the process of drying fruit and vegetable products in a solar collector drying complex of volumetric air heating with a water heat accumulator, determines the reliability of the developed mathematical model, as well as the degree of accuracy. The values of the heat and mass transfer coefficient occurring in the dried product are determined, and the characteristics of radiation-convective drying are obtained based on experimental studies.

Keywords: water heat accumulator, heat transfer, heat capacity, fruit and vegetable products, convection, ventilation, infiltration, radiation efficiency, amount of heat.

Kirish. Issiqlik akkumulyatorli quyosh quritgichidagi issiqlik rejimida sodir bo'ladigan issiqlik fizikaviy jarayonlarni ishonchli nostatsionar holatini nazariy asoslash bilan xarakterlanadi. Issiqlik akkumulyatorli quyosh quritgichidagi issiqlik rejimlari murakkab kechadigan issiqlik fizikaviy jarayonlar bo'lib, ularni amaliy hisoblash masalalarini ko'rib chiqishdan oldin albatta nazariy jihatdan batafsil asoslash, issiqlik va fizik parametrlarining tavsifiy belgilarini yoritish talab qilinadi.

Quyosh quritgichining suvli issiqlik akkumulyatori (SIA), issiqlik qoplamasi va zaruriy tashkil etuvchilarining parametrlarini to'g'ri tanlanishi, ko'p jihatdan hisoblash natijalarining to'g'ri va ishonchliligiga olib keladi.

Keyinchalik issiqlik jarayonlarining statsionar va nostatsionar issiqlik rejimlarini o'rganishda hisoblash ishlarini mujassamlashtirish maqsadida matematik modellashga e'tibor qaratish mumkin bo'ladi. Chunki issiqlik rejimini tadqiqot qilish, quritilgan mahsulot ishlab chiqarish intensivligini oshirishda dolzarb ahamiyatga ega.

Quyida nostatsionar issiqlik rejimini xarakterlovchi matematik model tuzilgan va SIAdagi issiqlik jarayonlari uchun zaruriy natijalar olindi.

Materiallar va tadqiqot metodlari.

Matematik model issiqlik akkumulyatorli quyosh quritish qurilmasining elementlarini xarakterlovchi balans tenglamasi asosida tuziladi. Matematik model va uni hisoblash sxemasi, quritgich havosining haroratini o'zgarishiga ta'sir ko'rsatuvchi elementlar: suvli issiqlik akkumulyatori va uning ichidagi tuproq qatlami, quritiladigan mahsulot, qurilmani atrof-muhitdan himoya qiluvchi yuza qatlami, tashqi iqlim sharoiti, shuningdek, bu holda 1-rasmda keltirilgan mahsulot yuklangan stelaj va telejka issiqlik balans tenglamasida e'tiborga olinmaydi [1].

Berilgan sharoitga mos ravishda hisoblashlar olib borish uchun issiqlik fizikaviy parametrlar 2-rasmda belgilab olindi va suvli issiqlik akkumulyatorli quyosh quritgichi ichidagi havo uchun issiqlik balans tenglamasi quyidagicha ifodalandi:

$$\begin{aligned} c_x \cdot \rho_x \cdot V_x \cdot \frac{dt}{d\tau} = \sum_i \alpha_m (t_m - t_{\text{в}}) \cdot F_m + \sum_i \alpha_{mi} (t_{mi} - t_{\text{в}}) \cdot F_{mi} + \\ + \sum_i \alpha_A (t_{mi} - t_s) \cdot V_c - \sum m \cdot n \end{aligned} \quad (1)$$

Q_{mn} – atrof-muhitga sarflanadigan issiqlik miqdori:

$$Q_{mn} = Q_k + Q_s + Q_\phi + Q_z + Q_\tau + Q_a \quad (1a)$$

$Q_k, Q_s, Q_\phi, Q_z, Q_\tau, Q_a$ – konveksiya, ventilyatsiya, infiltratsiya, nurlanish samaradorligi, tuproq orqali va suvli akkumulyatordan sarflanadigan issiqlik miqdori, Vt.

Suvli issiqlik akkumulyatorli (SIA) hajmiy havo qizdirish quyosh meva quritish kollektori ichidagi havo haroratini (1) formuladan foydalanib aniqlash uchun, quritgich ichidagi tuproq qatlamidagi, suvli issiqlik akkumulyatoridagi harorat o'zgarishlarini aniqlash, qurilmaning atrof to'siqlaridan issiqlikni sarfi va quritiladigan mahsulotga uzatiladigan issiqlik quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

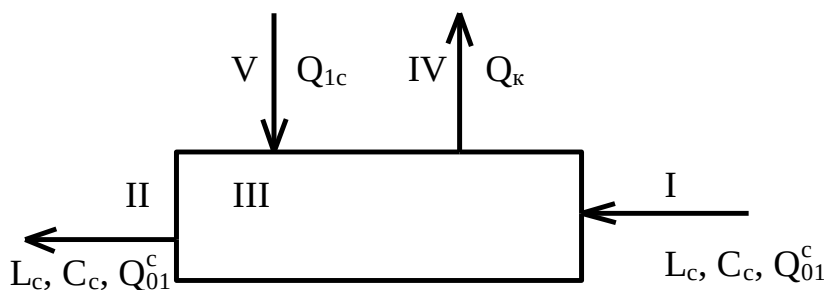
$$\frac{dt}{d\tau} = \alpha_i \cdot \frac{d^2 t_i(x, \tau)}{dx^2}. \quad (2)$$

Tuproq yuzasida $x=0$ chegara shartida:

$$-\lambda_n \frac{dt_{ni}}{dx} = A_n \cdot z_{ni} \cdot Q_{\gamma\tau} / \sum F_{ni} - \alpha_{ni} \cdot (t_{ni} - t_i) \quad (3)$$

SIA tuzilishi sodda va ishlash jarayoni ishonchliligi bilan, ulardan quyosh quritgichlarida foydalanish samarali natijalari meva-sabzavotlarni quritish jarayonidagi natijalardan aniqlandi.

SIAda issiqlikni hajmiy sig'imda to'plash texnologiyasi asosida quritgich shimol tomonida joylashtirilgan obyekt sifatida boshqarilib borishi quritgich ichidagi havoni quyosh nuri va konvektiv issiqlik uzatish usullarida eng muhim o'zgaruvchi parametrlar e'tiborga olinib matematik model ishlab chiqildi va bu jarayon yetarlicha to'liq tahlil qilindi (1-rasm). Quyidagi 1-rasmda SIAni prinsipial hisoblash sxemasi keltirilib, suv quvuri orqali sirkulyatsiyalanishi jarayonida havo harorati mo'tadilligini ta'minlash masalasi berilgan qiymatlarga muvofiq tadqiq etildi [1].



1-rasm. Suvli issiqlik akkumulyatorining prinsipial hisobiy sxemasi.

I – biogaz qozon qurilmasidan SIAGA uzatiladigan issiq suv oqimi; II – issiqlik akkumulyatoridan chiqadigan suvni keyingi SIAGA uzatiladigan oqimi; III – issiqlik akkumulyatorining suv saqlash sig'imi; IV – SIAdan hajmiy havo isitish quyosh kollektoriga uzatiladigan issiqlik oqimi; V – quyosh nur energiyasidan SIAGA beriladigan energiya miqdori.

Bu yerda: 1. Biogaz qozon qurilmasidan SIAGA qo'shimcha beriladigan issiqlik miqdori (zaryadka jarayonida) quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$V_t c_c \rho_c \frac{d\Delta Q_{01}^c}{dt} = C_c L_c \Delta \theta_0^c - \alpha_{\tau p} F_\tau (\Delta \theta_0^c - \Delta \theta^c) - C_c L_c \Delta \theta_{01}^c \quad (4)$$

2. SIAdan hajmiy quyosh kollektori quritgich havosiga issiqlik uzatish jarayonini ifodalovchi tenglama:

$$V_{\tau} c_c \rho_c \frac{d\Delta Q_{01}^c}{dt} = -C_c L_c \Delta\theta_0^c + \alpha_{\tau p} F_{\tau} (\Delta\theta^c - \Delta\theta_0^c) - C_c L_c \Delta\theta_{01}^c \quad (5)$$

SIAda biogaz qozon qurilmasidan qo'shimcha uzatiladigan issiqlik to'planishi va bakdagi suvda to'planadigan issiqlik miqdori hisobidan va quritgich qurilmasida to'planadigan quyosh nur energiyasining miqdori quyidagi tenglamadan foydalanib aniqlanadi:

$$(m_c \cdot c_c + m_m \cdot c_m) \frac{d\Delta\theta^c}{dt} = \kappa_{\tau} \cdot F_{\tau} \cdot (\Delta\theta_0^E - \Delta\theta^x), \quad (6)$$

bu yerda V_{τ} – SIA hajmi; ρ_x – havoning zichligi; c_x – havoning solishtirma issiqlik sig'imi; L_c – suv sarfi; $\Delta\theta$ – SIAdagi suvning o'rtacha harorati; $\alpha_{\tau p}$ – biogaz qozon qurilmasidan SIAda va qurilma devor qatlamidan quritgich hajmidagi havo qatlamiga issiqlik berish koeffitsiyenti; F_{τ} – suvli bak akkumulyatordan quritgichga issiqlik beradigan yuza; κ_{τ} – SIA sig'im yuzasidan havoga issiqlik uzatish koeffitsiyenti; m_c – issiqlik akkumulyatoridagi suvning massasi; c_c – issiqlik akkumulyatoridagi suvning solishtirma issiqlik sig'imi; m_m – SIA baki konstruksiyasi elementlari massasi; c_m – SIA tayyorlangan materiallarning solishtirma issiqlik sig'imi; (4) va (5) tenglamalarni umumlashtirsak quyidagi tenglamani olamiz:

$$V_{\tau} c_c \rho_c \frac{d\Delta Q_{01}^c}{dt} = \pm [(C_c L_c + \alpha_{\tau p} F_{\tau}) \Delta\theta_0^c + \kappa_{\tau} \cdot F_{\tau} \cdot \Delta\theta^c] \quad (7)$$

bu yerda yuqoridagi belgi SIAni zaryadlash, pastki belgi razryadlash jarayonini ifodalaydi (2-rasm).

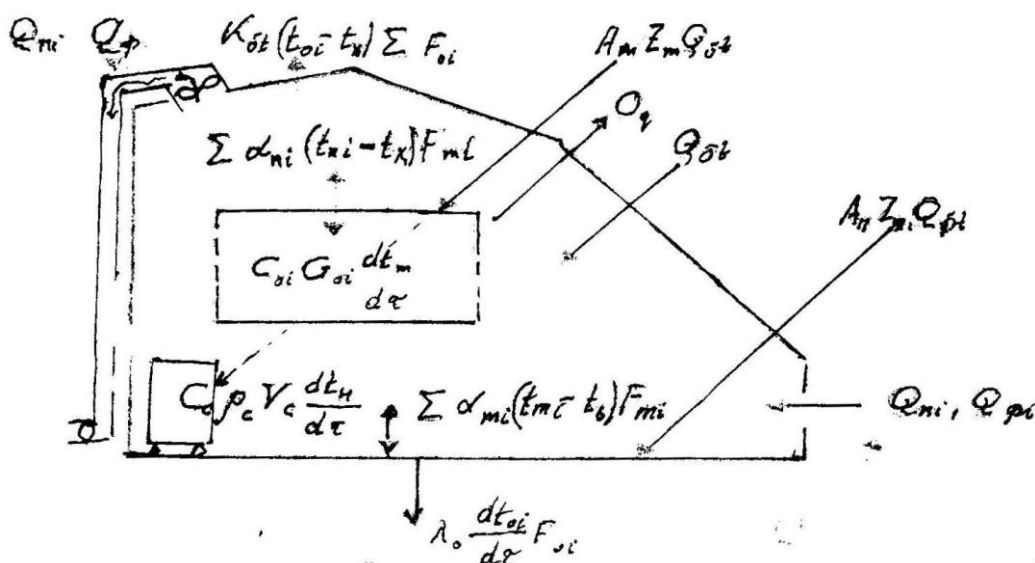
Agar hajmiy havo qizdirgich quyosh kollektori tuproq qatlamida harorat $x=\text{const}$ desak:

$$-\lambda_{\tau} \frac{\partial t_{\tau i}}{\partial x} = 0 \quad (8)$$

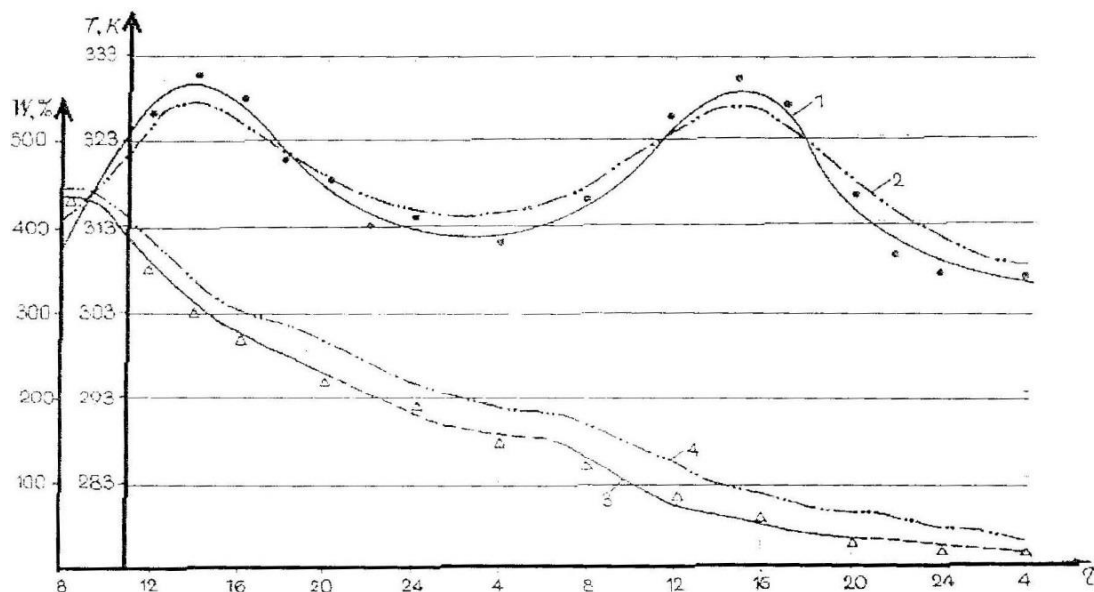
bo'lib, qurilmaning ichki yuqori qatlamidagi devor chegarasida $x=0$ desak:

$$-\lambda_{oi} \frac{dt_{oi}}{dx} = A_{oi} \cdot z_{oi} \cdot Q_{\tau} / \Sigma F_{oi} - \alpha_{oi} \cdot (t_{oi} - t_o) \quad (9)$$

tenglama ko'rinishini oladi.



2-rasm. Hajmiy havo isitish quyosh kollektori issiqlik akkumulyatorli quritgichining issiqlik balansini matematik modelini hisoblash sxemasi.



3-rasm. Quyosh quritgichidagi harorat o'zgarishini olmani nam saqlash W qiymatini τ vaqtga bog'liq o'zgarishi. 1-harorat (eksperiment); 2-harorat o'zgarishi (nazariy).

Natijalar va muhokama

2-rasmda sxemasi keltirilgan hajmiy havo qizdirish quyosh kollektorli quyosh quritish qurilmasini janubga nisbatan joylashtirilgan tiniq yuzasi polietilen plyonka bilan qoplangandagi ichki havo haroratini o'zgarishi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$c_{oi} \cdot G_{oi} \cdot \frac{dt_m}{d\tau} = A_0 Q F_{oi} + \alpha_{oi} \cdot (t_c - t_{oi}) F_{oi} - k \cdot (t_{oi} - t_n) F_{oi}. \quad (10)$$

Quritgichda mahsulot quritish jarayonidagi balans tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$c_m \cdot G_m \cdot \frac{dt}{d\tau} = A_m z_m Q_{\gamma\tau} - \alpha_m \cdot (t_{nsi} - t_e) F_{nsi} - Q_{cm}. \quad (11)$$

Mahsulotni quritish uchun sarflanadigan issiqlik miqdori:

$$Q_{cm} = Q_u + Q_c + Q_p \quad (11a)$$

bu yerda Q_u, Q_c, Q_p – namlikni bug'lanishiga sarflanadigan issiqlik, erkin bog'lanishdagi namlik o'zgarishiga va bug'lanishini kengayishiga sarflanadigan issiqlik, Vt.

Quritish kamerasidagi massa balansi quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{dc_c}{d\tau} = \beta \cdot \rho_x (d_m - d_x). \quad (12)$$

Hajmiy havo qizdirish quyosh kollektorli quritish kamerasidagi elementlar (tuproq, quritiladigan mahsulot, qurilmani atrof to'siqlari) orasidagi issiqlik almashinuv jarayonlari issiqlik berish koeffitsiyenti orqali aniqlanadi [3,4].

(4-12) tenglamalar sistemasi SIALi hajmiy havo qizdirish quyosh kollektorli quritgich kompleksida yetarli darajada to'liq quritish jarayonini xarakterlaydi. Ishlab chiqilgan matematik modelni ishonchliligi, asosan quritiladigan mahsulot tarkibida sodir bo'ladigan issiqlik-massa almashinuv koeffitsiyentining aniqlik darajasiga bog'liq bo'ladi [5,6].

Mahsulotni radiatsion-konvektiv usulda quritish xarakteristikasi eksperimental tadqiqotlar asosida aniqlangan (1,2,3 – jadvallar).

**Иссиқлик аккумуляторли ҳажмий ҳаво қиздириш қуёш коллекторида ва ва очик ҳаво тизимида
ўрик, олма, анжир ва узум қуритишдаги тажриба синов натижалари (2023 йил июль ойи)**

Quritiladi -gan mahsulot, kun	Quritish mavsumi , oy	Quritish davomiyligi , kun	Mahsulot og'irligi, kg		Mahsulot namligi, %		Havoning harorati, °C			Havoning namligi, %			Havonin g harakat tezligi, m/s	
			bosh i	oxir i	bosh i	oxir i	ma x	mi n	o'rt a	ma x	mi n	o'rt a	ma x	mi n
Kombinatsiyalashgan quyosh quritgichida mahsulotni radiatsion-konvektiv usulda quritish														
O'rik, danakli	Iyyul	5	100	21	100	16	56	38	45	58	21	42	1,5	0,84
O'rik, danaksiz	Iyyul	4	100	19	100	17	56	36	43	56	19	39	1,5	0,77
Gilos	Iyyul	4	100	19	100	18	55	36	42	55	18	32	1,5	0,76
Anjir	Sentabr	4	100	21	100	19	55	36	43	55	19	33	1,5	0,8
Uzum, kishmish	Sentabr	6	100	22	100	21	56	36	43	55	19	32	1,5	0,78
Olma, d=0,8 mm doira qirgimli	Sentabr	3	100	20	100	21	61	22	42	58	21	46	1,2	0,80

Quritiladigan mahsulotlar (mevalar; o'rik, olma, anjir, uzum va boshq) hamda sabzavotlarni quritish jarayonidagi issiqlik-fizikaviy xarakteristikasi, issiqlik va namlikni uzatish koeffitsiyentlari α_m va β , SIAni teplofizik, qurilmaning atrof to'siqlarini xarakteristikalariga va $\alpha_m, \alpha_{mi}, \alpha_{ni}$ issiqlik berish koeffitsiyentlariga bog'liqligi aniqlangan [6,7,8].

(4-12) tenglamalar sistemasiga asosan SIAni quyosh quritgichidagi harorat-namlik rejimi aniqlanishi quritish kinetikasi qonuniyatini aniqlashda, mahsulotni quritish muddati, namlikni bug'lanish miqdori va boshqa issiqlik fizikaviy parametrlar, jumladan quyosh radiatsiyasini nobarqaror holda tushishi va tashqi havo haroratiga bog'liqligi tadqiq etildi.

Ochiq havoda mahsulotni radiatsion-konvektiv usulda quritish

Quritiladi -gan mahsulot, kun	Quritish mavsumi , oy	Quritish davomiyligi , kun	Mahsulot og'irligi, kg		Mahsulot namligi, %		Havoning harorati, °C			Havoning namligi, %			Havonin g harakat tezligi, m/s	
			bosh i	oxir i	bosh i	oxir i	ma x	mi n	o'rt a	ma x	mi n	o'rt a	ma x	mi n
O'rik, danakli	Iyyul	12	100	17	100	14	33	22	31	48	25	35	0,2	0
O'rik, danaksiz	Iyyul	12	100	18	100	15	34	21	32	49	24	33	0,2	0
Gilos	Iyyul	10	100	19	100	17	34	21	33	48	23	33	0,2	0
Anjir	Sentabr	8	100	19	100	17	33	20	32	49	23	32	0,2	0
Uzum, kishmish	Sentabr	17	100	21	-	-	33	17	27	65	33	60	2,5	0
Olma, d=0,8 mm doira qirqimli	Sentabr	8	100	14	16	18	32	17	27	62	33	46	3,5	0

**Kombinatsiyalashgan meva quritish kompleksida simirenko navli olma qirqimlarini quritish
rejimi (2023 yil iyyun oyi)**

Sutkali rejim	1 (06.23)		2 (06.23)		3 (06.23)		4 (06.23)	
	kun	tun	kun	tun	kun	tun	kun	tun
P ₁ , kg	100	58	46	30	25	19	17	-
P ₂ , kg	60	46	30	26	19	17	14	-
W ₁ , kg	100	64	50	33	27	21	19	-
W ₂ , kg	64	50	33	27	21	19	15	-
φ, %	45	56	43	57	45	56	43	50
t _m , °C	44	55	46	59	48	60	50	64
t _{x.ichi} , °C	49	38	47	37	45	34	43	31
t _t , °C	37	29	27	29	36	28	35	30
Q _{o't} , kg/(m ² *kun)	14450	-	14330	-	14050	-	13920	-

Agar hajmiy havo qizdirgich quyosh kollektorli quritgich kompleksidagi stelaj setkalariga boshlang'ich namlik massasi G_H bo'lgan mahsulot yuklanganda, uning tarkibidagi kondensiya vaqt birligidagi quritish tezligi bilan xarakterlanadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$G_H - G_K = \int_0^K \beta \cdot \rho_h (d_m - d_h) \cdot F_m \cdot d\tau. \quad (13)$$

$$\text{bunda } \frac{G_H}{G_o} - 1 = u_H, \frac{G_K}{G_o} - 1 = u_K \quad (14)$$

tengliklar o'rinli bo'lib, (13) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$u_H - u_K = \frac{1}{G} \int_0^K \beta \cdot \rho_h (d_m - d_h) \cdot F_m \cdot d\tau. \quad (15)$$

bu yerda G_H, G_K, G_{a6} – quritiladigan mahsulotning boshlang'ich, oxirgi va absolyut massasi, kg; u_H, u_K – quritiladigan mahsulotning boshlang'ich va oxirgi nam saqlami.

Xulosa. Hajmiy havo qizdirgich quyosh kollektoriga ega gelioquritgich majmuida nostatsionar issiqlik rejimlarini tadqiqot qilish bo'yicha hisobiy va matematik modellashirish ishlari amalga oshirildi. Olib borilgan tadqiqot natijalariga ko'ra, issiqlik rejimlari qator holatlar va mahsulot turlariga bog'liq holda tadqiqot qilindi. Belgilangan chegara shartlariga muvofiq nostatsionar rejim uchun issiqlik jarayonlarining matematik modellari tuzildi. Hisoblash ishlari va model natijalariga ko'ra, issiqlik akkumulyatorli hajmiy havo qizdirish quyosh kollektorida va ochiq havo tizimida o'rik, olma, anjir va uzum quritishda ochiq havoda radiatsion-konvektiv usulda quritish va kombinatsiyalashgan quyosh quritgichida mahsulotni radiatsion-konvektiv quritish rejimlari natijalari olindi. Kombinatsiyalashgan meva quritish kompleksida simirenko navli olma qirqimlarini quritish rejimi o'rnatildi va olingan natijalar jadval ko'rinishida keltirildi.

Shartli belgilar:

A_{in}, A_n, A_m – quyosh quritgichi tiniq yuzasidan o'tuvchi nur energiyasini qurilmaning atrofidagi to'siqlar elementlariga, tuproq qatlamiga va quritiladigan mahsulotga yutilish koeffitsiyentlari;

a – harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, m²/s;

G_x, G_o, G_m – havo, qurilmaning atrofidagi to'siqlar va quritiladigan mahsulotning solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg*K);

F_o, F_n, F_m – quyosh quritish qurilmasi atrofidagi to'siqlar, tuproq qatlami va quritiladigan mahsulot yuzasi, m²;

G_c, G_o, G_m – namlik, quritiladigan mahsulot va quritish qurilmasi to'siqlari massasi, kg;

m_x – quritgich ichidagi havoning absolyut namligi, kg;

$Q, Q_{o't}$ – quyosh quritgichining yuzasiga tushuvchi va o'tuvchi nur energiyasi, $Vt/m^2, Vt$;

t_x, t_H – quritgich ichidagi va atrof-muhit havosi harorati, $^{\circ}C$;

t_o, t_H, t_m – quyosh quritgichi atrofidagi to'siqlar, tuproq qatlami va quritiladigan mahsulot yuzasidagi harorat, $^{\circ}C$;

V_T – SIAGA uzatiladigan suv sig'imi sarfi va quritish kamerasiga hajmiy havo isitish qurilmasidan ventilyator yordamida uzatiladigan havo sarfi, m^3/s ;

x – koordinata;

δ – quritiladigan mahsulot qatlami qalinligi, m;

d_x, d_H – quyosh quritgichi ichidagi va tashqi muhitdagi havoning nam saqlami, kg/kg;

z_n, z_{in}, z_m – quyosh quritgichi tuproq qatlami, qurilma atrofidagi to'siqlar va quritiladigan mahsulotning nur qaytarish koeffitsiyentlari;

$\alpha_x, \alpha_H, \alpha_n, \alpha_m$ – hajmiy havo qizdirish quyosh kollektori, issiqlik akkumulyatorli quritgich ichki va tashqi to'siqlarining yuzalari, tuproq qatlami va quritiladigan mahsulotlarni yuzasiga nisbatan issiqlik berish koeffitsiyentlari, $Vt/(m^2 \cdot K)$;

β – massa berish koeffitsiyenti;

λ_n, λ_o – quritgichni tuproq qatlamini va atrof to'siqlarini issiqlik uzatish koeffitsiyentlari, $Vt/(m \cdot K)$;

ρ_{xi}, ρ_T – quyosh quritgichining ichki va tashqi havo zichligi, kg/m^3 ;

τ – vaqt, soat.

Adabiyotlar

- [1]. В.Д. Ким, Б.Э.Хайриддинов, Б.Ч. Холлиев. Естественной конвективная сушка плодов в солнечных сушильных установках: практика и теория. Т.: Фан. 1999. 284 с.
- [2]. С.М. Хужакулов, Ш.Х. Эргашев, И.Л. Неъматов, Б.Э. Хайриддинов. Модель теплового баланса гелиотеплицы-сушилка в водяном аккумулятором тепла. //Илм сарчашмалари. Ургенч. 2024. №1. с.10-13.
- [3]. Ж.Э. Сафаров, Ш.А. Султонов, Г.Т. Дадаев. Разработка гелиоаккумуляционной сушильной установки на основе теоретических исследований аккумуляции солнечной энергии. //Энергетика. Известия ВУЗов и энергетических объединений СНГ. Т.: 63. №2. 2020. с.174-192.
- [4]. Теплотехника и теплоэнергетика. Общие вопросы // Спр.под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. М.: Энергоатомиздат. 1987.Кн. 1. С. 397-399.
- [5]. Клычев Ш.И., Захидов Р.А., Нуриддинов Х.// Гелиотехника. 1998. №5. С. 35- 39.
- [6]. Нуриддинов Х. Разработка и исследование комбинированной гелио сушилки плодоовощной продукции. Дисс....канд. техн. Наук. Тошкент, 1995.
- [7]. Рахматов О. К вопросу тепловой оптимизации режима эксплуатации солнечно-топливной сушильной установки конвективного типа «Вестник Алтайского государственного аграрного университета №1 (135) 2016. С.132-138.
- [8]. M.Yu. Oshchepkov. Thermal stratification in storage tanks of integrated collector storage solar water heaters. M.Yu. Oshchepkov, S.E.Frid. //Applied

ФАЗОВЫЙ СОСТАВ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ NP- И NPK-УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ КЫЗЫЛКУМСКОЙ УПАРЕННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ, КАРБАМИДА И ХЛОРИДА КАЛИЯ

Ш.И. Турдалиева

Институт общей и неорганической химии, Ташкент, Узбекистан

turdalieva8@mail.ru, тел: 88 155 62 63

(Получена 18.11.2024 г.)

Аннотация. В работе было показано, что фазовый состав концентрированных NP- и NPK-удобрений представлен в основном в виде $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ и KCl . В составе образцов также содержится карбамид, хлорид аммония, а также калийаммонийдигидрофосфат, подтверждающие реакцию, протекающую между солями фосфата аммония, карбамида и хлорида калия.

Таянч сўзлар: буғлатилган фосфор кислотаси, аммонизация, моно- ва диаммоний фосфат пульпалари, карбоаммофос, карбоаммофоска, таркиб, грануларлар мустахкамлиги, рентгенограмма.

Аннотация. Концентрланган NP- ва NPK- ўғитларининг фаза таркиби асосан $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ва KCl шаклида бўлиши кўрсатилди. Намуналар таркибида карбамид, аммоний хлорид ва калийаммонийдигидрофосфат ҳам мавжуд бўлиб, аммоний фосфат, карбамид ва калий хлорид тузлари ўртасида содир бўладиган реакцияни тасдиқлайди.

Ключевые слова: упаренная фосфорная кислота, аммонизация, моно- и диаммонийфосфатные пульпы, карбоаммофос, карбоаммофоска, состав, прочность гранул, рентгенограмма.

Annotation. The work showed that the phase composition of concentrated NP- and NPK- fertilizers is presented mainly in the form of $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ and KCl . The samples also contained urea, ammonium chloride, and potassium ammonium dihydrogen phosphate, confirming the reaction between ammonium phosphate salts, urea and potassium chloride.

Keywords: evaporated phosphoric acid, ammonification, mono- and diammonium phosphate pulps, carboammophos, carboammophosca, composition, strength of granules, radiograph.

Введение

Из-за невозможности полноценного получения растением из почвы азота, фосфора и калия более предпочтительно совместное внесение этих макроэлементов путем использования в виде сложных удобрений. Высокая концентрация питательных веществ (N, P_2O_5 , K_2O) в сложных удобрениях, составляющая около 50%, позволяет значительно сократить (в сравнении с простыми удобрениями) расходы на перевозку, хранение и внесение в почву. В то время, как научно-обоснованные нормы минеральных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры требуют внесения под зерновые колосовые на поливе 150-200 кг/га N, 100-120 кг/га P_2O_5 и 50 кг/га K_2O , под средневолокнистый хлопчатник 215-240 кг/га N, 145-165 кг/га P_2O_5 и 95-110 кг/га K_2O , под овощные культуры 145-200 кг/га N, 100-110 кг/га P_2O_5 и 70-75 кг/га K_2O , под рис 200-220 кг/га N, 140-145 кг/га P_2O_5 и 150-180 кг/га K_2O [1].

При производстве сложных NP- и NPK-удобрений обычно используют упаренные фосфорные кислоты с концентрацией 45-55% P_2O_5 [2-4]. Такие удобрения получают путем аммонизации концентрированной фосфорной кислоты с добавкой азотных и калийных компонентов с последующей переработкой образующегося расплава в гранулированный продукт. Большой интерес уделяется процессам получения концентрированных комплексных удобрений типа карбоаммофоса (26,10% N и 17,10% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$, в том числе 25,20% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн.}}$) и карбоаммофоски (17,10% N, 17,10% P_2O_5 , 17,10% K_2O) с применением аммофоса, карбамида и хлорида калия. По техническим требованиям (ТУ 6-08-285-74) на карбоаммофос и карбоаммофоску предусмотрены одинаковые показатели прочности их гранул на раздавливание – не менее 2,0 МПа (20 кгс/см²), размеры гранул 1-4 мм не менее 90% и гранул менее 1 мм не более 3% при отсутствии размеров 6 мм [5]. Как показали, что при введении карбамида в аммофосную пульпу происходят процессы аддуктообразования, приводящие к повышению содержания медленнодействующих форм азота в продукте, а также увеличению доли P_2O_5 в водорастворимой форме.

Целью настоящего исследования заключается изучение фазового состава уравновешенных сложных азотнофосфорных и азотнофосфорнокалийных удобрений на основе упаренной ЭФК из фосфоритов Центральных Кызылкумов с добавкой карбамида и хлорида калия методом рентгенографического метода анализа.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и методы

В данной работе установлен основной фазовый состав карбоаммофоса и карбоаммофоски на основе упаренной ЭФК. Перед упариванием исходную ЭФК (18,14% P_2O_5) обессульфачивали с помощью высококарбонатной фосфоритовой мукой. Необходимо отметить, что при упарке обессульфаченной ЭФК вплоть до концентрации 57% P_2O_5 не наблюдалось её загустевание, и она находилась в жидкотекучем состоянии. После завершения упарки образцы концентрированной ЭФК отстаивались в течение 24 часа. Затем содержимое осветляли методом декантации. Концентрация образцов осветлённых и очищенных кислот составляла порядка 35,92; 40,85; 46,41 и 51,07% P_2O_5 . И они послужили исходными компонентами для получения МАФ и ДАФ. Для этого нейтрализацию упаренной ЭФК проводили газообразным аммиаком при температуре 80°C до величины pH от 4,5 до 5,1 (для получения МАФ) и от 5,5 до 8,0 (для получения ДАФ) [6].

С целью получения уравновешенного NP- удобрения - карбоаммофоса мы к пульпам МАФ (при pH = 5,3) и ДАФ (при pH = 7,0) перед их грануляцией добавляли 70%-ный водный раствор карбамида при весовом соотношении $N:P_2O_5 = 1:(0,5-1)$. Продолжительность смешения исходных компонентов составляла 15 мин. А в случае получения NPK-удобрений – карбоаммофосок после 15-ти минутного перемешивания к карбоаммофосной пульпе вводили навеску хлорида калия (60% K_2O). При этом варьировалось весовое соотношение $N:P_2O_5:K_2O=1:(0,7-1):(0,3:1)$. Все эти соотношения питательных компонентов считается наиболее востребованными сельским хозяйством. Процесс перемешивания NPK-пульп длился ещё 15 минут. Во всех опытах температуру поддерживали при 70-80°C. Для получения готовых продуктов, гранулирование как NP-, так и NPK- пульп осуществляли в процессе сушки методом интенсивного размешивания и окатывания. Во избежание потери аммиака сушку пульпы на основе ДАФ производили не выше 60°C, а МАФ – сначала при 60°C, затем при 100°C до постоянной массы (не более 1% H_2O). По мере охлаждения плава образовывались твердые гранулы округлой формы. Масса охлаждалась, а затем рассеивалась по размерам частиц.

Рентгенографический анализ проводили на дифрактометре XRD-6100 (Shimadzu, пр-во Япония). Применяли CuK_{α} -излучение (β -фильтр, Ni, режим тока и напряжения трубки 30 mA, 30 kV) и постоянную скорость вращения детектора 4 град/мин, а угол сканирования изменялся от 4 до 80°. При снятии образцов применялась камера с вращением, где скорость вращения равна 30 об/мин. Расшифровка полученных рентгенограмм производилась по рентгенометрическому определителю минералов Миркина и Гиллера [7-9].

Результаты и их обсуждение

Увеличение весового соотношения $N:P_2O_5$ от 1:0.5 до 1:1, то есть уменьшение массовой доли карбамида в пульпе, хотя приводит к снижению содержания азота в продуктах, но к повышению общего содержания P_2O_5 , не влияя при этом на относительные содержания усвояемых и водных форм фосфора. А pH пульп не оказывает сильного влияния на изменение данных показателей. Так, для концентрации фосфорной кислоты 40,85% P_2O_5 при соотношении $N:P_2O_5 = 1:0.5$ получаемый продукт содержит 34,89% N, 17,42% $P_{2O_{5общ}}$. Карбоаммофос с такими показателями пользуется большим спросом.

Близки как по составу так и по свойствам получают NP-удобрения на основе пульпы ДАФ и карбамида. Так, при изучаемых концентрациях ЭФК (35,92-51,07% P_2O_5) и соотношений $N:P_2O_5$ (1:0,5-1) получаемые образцы карбоаммофоса характеризуются следующими параметрами: 29,21-35,99% N, 17,89-29,52% $P_{2O_{5общ}}$ и прочностью гранул 2,94-3,42 МПа. Максимальная прочность гранул (3,42 МПа) получается при концентрации кислоты 40,85% P_2O_5 и соотношении $N:P_2O_5 = 1:1$.

При использовании пульпы ДАФ получается аналогичный состав NPK-удобрений как в случае МАФ, но с относительно низкой прочностью гранул (2,91-3,57 МПа). В любом случае, все марки карбоаммофосок содержат высокую концентрацию питательных веществ (азота, фосфора

и калия). Фосфор в них находится в усвояемой для растений форме. Прочность гранул как NP- , так и NPK- удобрений удовлетворяет требования сельского хозяйства (должно быть не менее 2 МПа). Статическую прочность гранул определяли по ГОСТ 21560.2-82 [10].

На рис. 1 и 2 изображены рентгенограммы образцов уравновешенных марок карбоаммофоса, полученных на основе МАФ со значением $\text{pH} = 5,1$ и карбамида, ДАФ со значением $\text{pH} = 7,5$ и карбамида (для массовых соотношений $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1 : 0,5$ и $1 : 1$), а на рис. 3 образцов карбоаммофоски с добавкой хлорида калия (для массового соотношения $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O} = 1 : 1 : 1$).

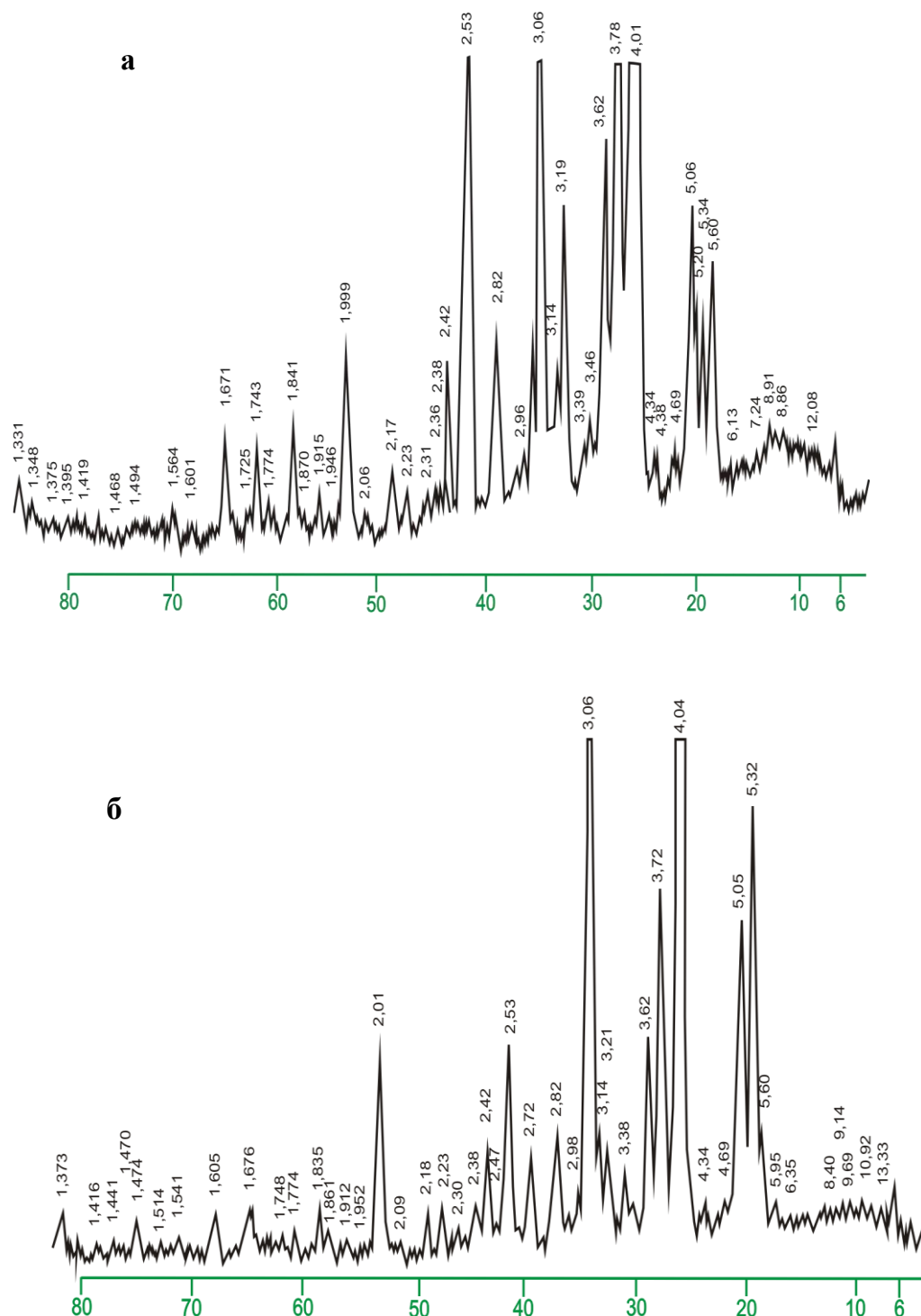


Рис. 1. Рентгенограммы образцов уравновешенных NP- удобрений на основе МАФ ($\text{pH} = 5,1$) и карбамида при массовом соотношении $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1 : 0,5$ (а) и $1 : 1$ (б).

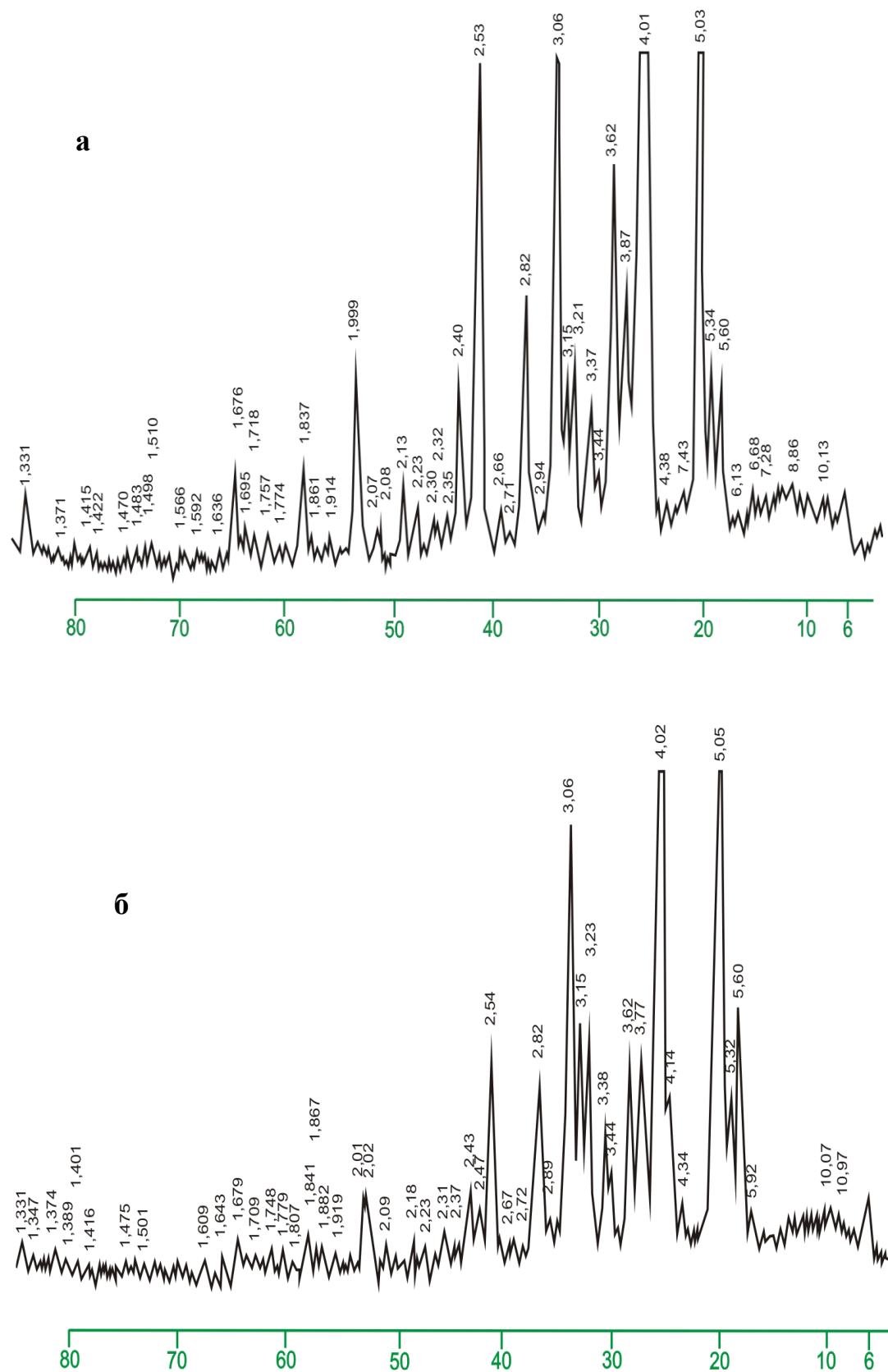


Рис. 2. Рентгенограммы образцов уравновешенных NP-удобрений на основе ДАФ (рН = 7,5) и карбамида при массовом соотношении N : P₂O₅ = 1 : 0,5 (а) и 1 : 1 (б).

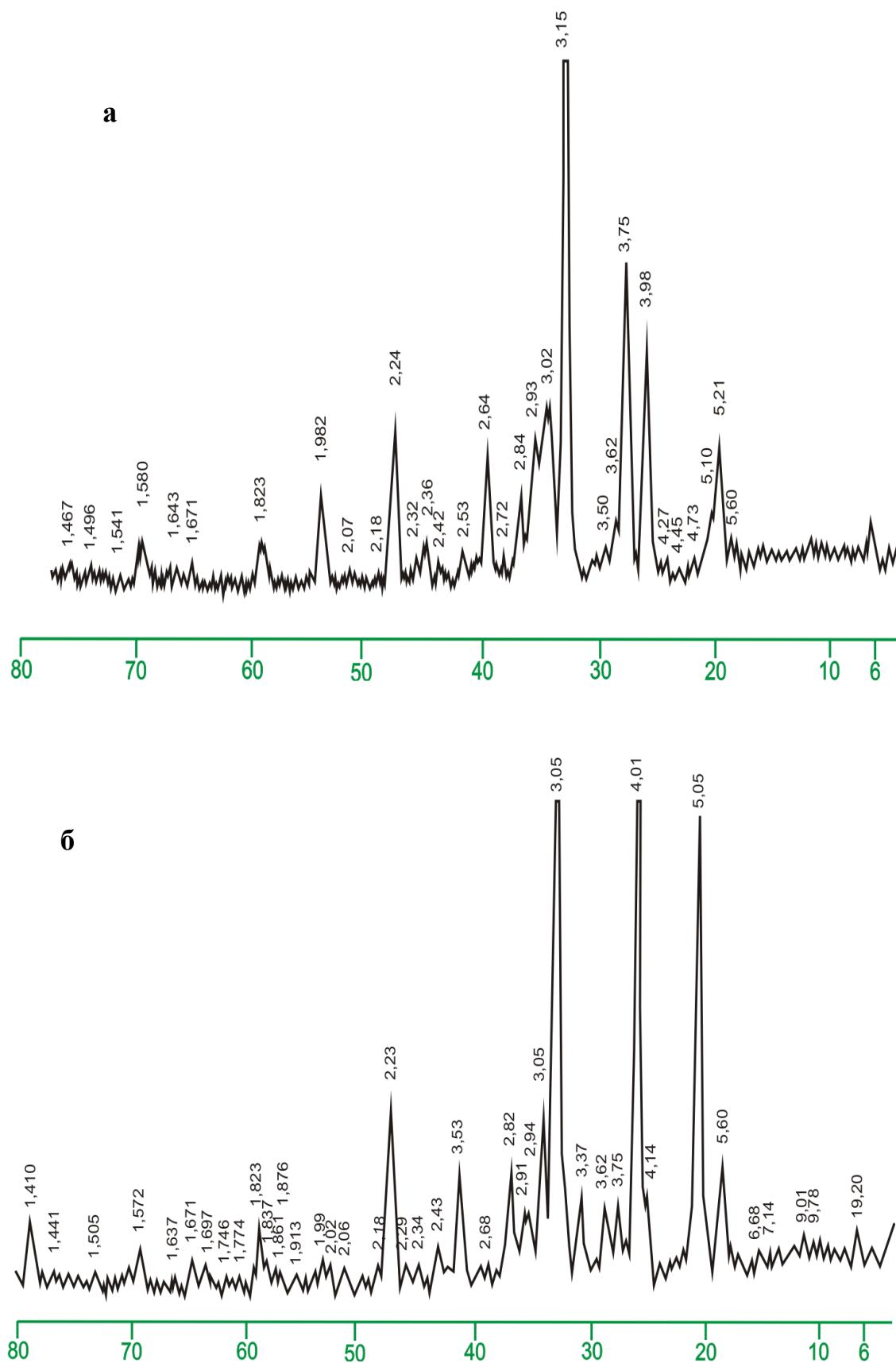


Рис. 3. Рентгенограммы образцов НРК-удобрений при массовом соотношении N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 1 : 1 на основе МАФ (а), ДАФ (б), карбамида и хлорида калия.

На рентгенограммах образцов карбоаммофоса наблюдаются дифракционные максимумы 5,32; 3,72; 3,06; 2,01; 1,60А°, относящиеся к $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 5,60; 5,05; 3,62; 3,21; 3,06; 2,53; 2,42; 2,01А° - $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, 4,04; 2,82; 2,53А° - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, а также 5,60; 2,98; 2,82А° - фосфата мочевины. А на рентгенограммах образцах карбоаммофоски имеются пики 3,75; 3,02; 2,64; 1,98А° - $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 5,60; 3,02А° - $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, 3,15; 2,24; 1,82А° - KCl , 3,98; 2,84; 2,53А° - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, а также 2,72; 1,58А° - NH_4Cl и 5,21; 3,75; 2,93; 1,98А° - $(\text{NH}_4\text{K})\text{H}_2\text{PO}_4$, подтверждающие реакцию, протекающую между солями фосфата аммония, карбамида и хлорида калия.

Закключение

1. Проведены процессы получения карбоаммофоса и карбоаммофоски путем аммонизацией ЭФК различных концентраций (35,92; 40,85; 46,41; 51,07% P_2O_5) до pH = 5,3 (моноаммонийфосфата) и до pH = 7,0 (диаммонийфосфата) с последующей добавкой концентрированного раствора карбамида и хлористого калия.
2. С использованием пульпы как МАФ, так и ДАФ, карбамида и хлорида получается аналогичные по составу НРК- удобрений, содержащие высокие концентрации питательных веществ (до 19,70% азота, 19,70% фосфора и 19,70% калия). По составу и свойствам они отвечают требованиям ТУ 6-08-285-74 на карбоаммофоску.
3. На рентгенограммах карбоаммофоса показаны дифракционные полосы $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, а также фосфата мочевины. А на рентгенограммах карбоаммофоски кроме них обнаруживались полосы KCl , а также $(\text{NH}_4\text{K})\text{H}_2\text{PO}_4$.

Список литературы

- [1]. Практические рекомендации по сельскому хозяйству: земля, вода, удобрения. – Ташкент, 1996. - 108с.
- [2]. Позин М.Е. Технология минеральных солей. Часть II / М.: Химия, 1970. - 1274с.
- [3]. Соколовский А.А., Яшке Е.В., Технология минеральных удобрений и кислот / М.: Химия, 1971.- 307с.
- [4]. Копылев Б.А., Технология экстракционной фосфорной кислоты. / М.: Химия, 1972. - 289с.
- [5]. Соколовский А.А. Краткий справочник по минеральным удобрениям. / М.: Химия, 1977. - 284с.
- [6]. Turdialieva Sh.I., Alimov U.K., Namazov Sh. S. Mono- and Diamonium phosphates on the basis of extraction phosphoric acid from phosphorites of Central Kyzylkum // International Journal of Recent Advancement In Engineering & Research, 2018. PP. 30-39.
- [7]. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. – М.: 1961.- 863 с.
- [8]. Американская картотека ASTM. Diffraction Data cards and Alphabetical and Group Numerical Index of X-Ray Diffraction Data. / Изд-во Американского общества по испытанию материалов. Нью-Йорк, 1973.
- [9]. Гиллер Я.Л. Таблицы межплоскостных расстояний. В 2-х т. – М.: Недра. 1966. – 330 с.
- [10]. ГОСТ 21560.2-82. Удобрения минеральные. Методы испытания. – М.: Госстандарт, 1982. – 30 с.

UO‘K 661. 728

TRIBULUS TERRESTRIS O‘SIMLIGIDAN OLINGAN MIKROKRISTALLIK SELLYULOZANING IQ-SPEKTRI

D.Sh. Hamdamova, A.Dj. Tadjiyeva, M.T .Primqulov

*Toshkent kimyo - texnologiya instituti,
dilnozaxamdova1989@gmail.com
(Qabul qilindi 10.01.2025 y.)*

Annotatsiya. *Tribulus terrestris* dorivor o‘simligidan kislotali pishirish yo‘li bilan mikrokristallik selluloza olingan. Sellyuloza gidrolizi 8:2 nisbatda sulfat kislota va vodorod peroksid aralashmasida amalga oshirildi. Sellyuloza va mikrokristallik selluloza namunalarining o‘rtacha yutilish sohalari, massa zichligi, zarracha o‘lchamlari va ularning fraksion tarkibi asosida optik zichlik koeffitsientlari va kristallik indeksi aniqlandi. Hosil bo‘lgan mikrokristallik sellulozaning strukturaviy xususiyatlari IQ - spektroskopiya va rentgen nurlari diffraksiyasi, yutilish sohasining simmetriya ko‘rsatkichi bilan o‘rganildi. Turli sharoitlarda olingan mikrokristallik sellulozada mavjud bo‘lgan funksional guruhlar aniqlangan.

Таянч сўзлар: *dorivor o'simliklardan olingan selluloza, mikrokristallik selluloza, sorbsiya, yutilish sohasi simmetriya ko'rsatkichi, zarracha hajmi va fraksion tarkibi.*

Аннотация. Получена микрокристаллическая целлюлоза из лекарственного растений якорца (*tribulus terrestris*) методом варки кислотными способами. Гидролиз целлюлозы проводили в смеси серной кислоты и перекиси водорода в соотношении 8:2. Определены коэффициенты оптической плотности и индекс кристалличности по средним площадям поглощения, насыпная масса, размеры частиц и их фракционный состав образцов целлюлозы и микрокристаллической целлюлозы. Структурные особенности полученной микрокристаллической целлюлозы изучали методами ИК - спектроскопии и рентгенографии, индекс симметрии полосы поглощения. Определены функциональные группы, присутствующие при различных условиях получения микрокристаллической целлюлозы.

Ключевые слова: *целлюлоза из лекарственных растений, микрокристаллическая целлюлоза, сорбция, индекс симметрии полосы поглощения, размеры и фракционный состав частиц.*

Abstract. Microcrystalline cellulose was obtained from the medicinal plant *tribulus terrestris* by acid cooking. Cellulose hydrolysis was carried out in a mixture of sulfuric acid and hydrogen peroxide in a ratio of 8:2. The optical density coefficients and crystallinity index by average absorption areas, bulk density, particle sizes and their fractional composition of cellulose and microcrystalline cellulose samples were determined. Structural features of the obtained microcrystalline cellulose were studied by IR spectroscopy and X-ray diffraction, and the absorption band symmetry index. Functional groups present under various conditions of microcrystalline cellulose production were determined.

Key words: *cellulose from medicinal plants, microcrystalline cellulose, sorption, absorption band symmetry index, particle size and fractional composition.*

KIRISH.

O'zbekiston hududida 4,3 mingdan ortiq o'simliklarning 750 turi dorivor hisoblanib, ulardan 112 turi tibbiyotda foydalanish uchun ro'yxatga olingan, shundan 70 turi farmasevtika sanoatida faol qo'llanib kelinmoqda. Ulardan biri temir tikan (lot. *tribulus terrestris*, rus. yakors, o'zb. temir tikan). Temir tikan o'simligi O'zbekistonda yo'l yoqalarida, daryo va soy bo'ylarida, chala cho'l yerlarda va boshqa joylarda o'sadi. Bizning **maqsadimiz** – temir tikan o'cimligidan dorivor qismi ajratib olingach, chiqindisi “shrot”idan mikrokristallik selluloza sintez qilish va strukturasini o'rganish.

Tadqiqot ob'ekti – *tribulus terrestris* (temir tikan) shroti.

Shrotdan ajratib olingan selluloza va undan sintez qilingan mikrokristallik sellulozasining (MKS) strukturasini IK-spektroskopiya usulidan foydalanib o'rganish. Spektrlar zamonaviy Perkin-Elmer firmasining System-2000 Fure-IK-spektrometrida olib borildi.

OLINGAN NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI

Tribulus terrestris shroti tarkibidagi selluloza qismini ajratib olish usuli [1] keltirilgan. MKS sintez qilish 10% sulfat kislota va 10% vodorod peroksid eritmalarini aralashmasi (hajm nisbati 1:1) qaynatib olingan. Olingan MKS zarrachalarining o'rtacha kattaligi laboratoriya elagi yordamida fraksiyalandi. Elak yacheykasi o'lchamlari, mm: 1,0x1,0; 0,25x0,25; 0,1x0,1. 1-jadvalda turli o'lchamli elak yacheykalaridan o'tkazilgan MKS zarrachalarini sochma massasi keltirilgan.

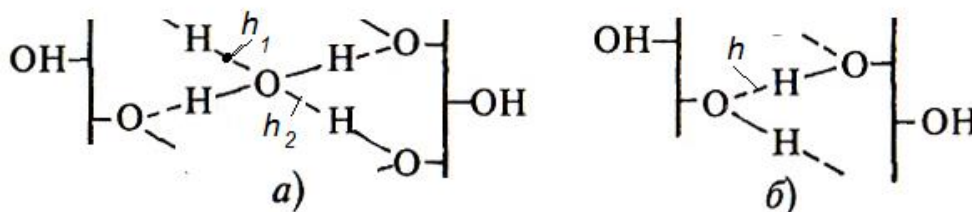
1-jadval

MKS zarrachalarini sochma massasi

Elak yacheykalarini o'lchamlari, mm	Fraksiyasi,%	Sochma massasi, g/sm ³
1,0x1,0	14,07	0,01
0,25x0,25	32,32	0,04
0,1x0,1	35,05	0,06
0,1 dan kichiklari	18,56	0,09

Mikrokristallik selluloza zarrachalarining maydalik darajasini ortishi bilan ularning sochma massasi ham proporsional ravishda ortib boradi. Ya'ni, zarrachalar o'lchami 1,0 mm bo'lganda sochma massasi 0,01 g/sm³, 0,1 dan kichik bo'lganda esa 9 barabror katta.

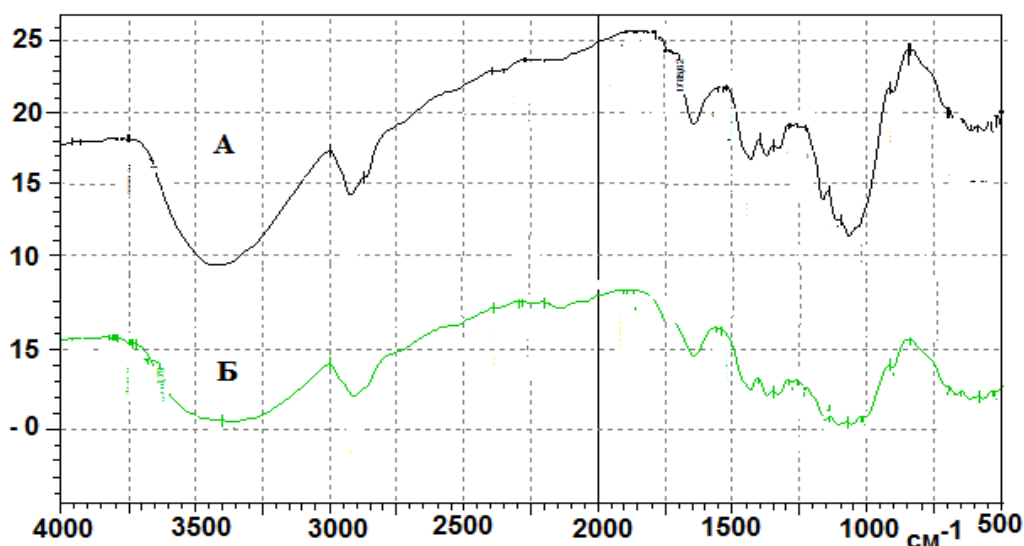
Infraqizil spektroskopiya. sellyulozaning IK-spektri uning har bir glyukozid elementar evenosidagi uchta gidroksil (OH) guruhlarining yutilishi orqali aniqlanadi. Glyukozid zvenolarining o‘zaro, hamda kislorod atom orqali, shuningdek, kislorod ko‘prigi hisobiga vodorod bog‘lanishlarni hosil bo‘lishi sababli barqaror kristall nadmolekular strukturani vujudga keltiradi. sellyuloza molekulasining bunday konfiguratsiyasi IK-spektrda keng yutilish chizig‘ini namoyon etadi. 1-rasmda sellyuloza molekulasi zanjirlaridagi vodorod bog‘lar orasidagi masofaning shartli sxemasi keltirilgan.



1-rasm. Sellyuloza molekulasi zanjirlaridagi vodorod bog‘lari orasidagi masofaning shartli sxemasi: a) – mikrokristallik sellyuloza uchun $h_1 + h_2 = 2,7-2,8 \text{ \AA}$; b) – nanotsellyuloza uchun $h = 1,5 \text{ \AA}$.

Vodorod bog‘ining kuchi valent bog‘ining kuchidan 15-20 barobar past. Lekin, Van-der-Vals kuchidan 4-8 barobar kuchli. Vodorod bog‘lar, – OH elektrmanfiy atomi O^- bilan, ma’lum masofada yaqinlashganda hosil bo‘ladi (1-rasm). Odatda, bu masofa gidroksil guruhlar uchun $(2,7-2,8)10^{-8} \text{ sm}$ bo‘ladi. Masofa kamaygan sari vodorod bog‘ini kuchi ortib boradi: $(2,7-2,8)10^{-8} \text{ sm}$ – 17-19 kJ/mol; $1,5 \times 10^{-8} \text{ sm}$ – 29-31 kJ/mol [2]. Demak, sellyuloza gidroksil guruhlar orasidagi masofaning kichikligi aglomeratsiyalangan zarrachalarni dezorientatsiyalashning qiyinligi, undagi vodorod bog‘larining kuchlilikidir.

Temir tikan sellyulozasi va undan sintez qilingan MKS ning IK-spektri, zamonaviy Perkin-Elmer firmasining System-2000 Fure-IQ-spektrometrida olinib, temir tikan sellyulozasi va MKS larining IK-spektri (2-rasm) va funksional guruhlar xarakteristik tebranish chastotalari, intensivligi va tebranish valent turlari (1-jadval) aniqlandi.



2-rasm. Temir tikan IK-spektrlari: A – sellyuloza; B – MKS.

IK-spektroskopiya usulida [3-7] molekulani tashkil etgan atom yadrolarining tebranma harakati va molekulaning massa markazi atrofida aylanishi ko‘rildi. 1-jadvalda sellyuloza va undan olingan MKS ning 3750 sm^{-1} va 900 sm^{-1} oraliqidagi sohalarining eng muhim funksional guruhlarining xarakteristik tebranish chastotalari keltirilgan.

Temir tikan sellyuloza namunalarining o'rtacha funksional guruhlarining xarakteristik tebranish chastotalari

Yutilish polosasi, sm^{-1}	Bog'lar va atomlar guruhi	Tebranish turi
Sellyuloza		
3744,83	-O-H (vodorod bog' hosil qilmagan)	valent
2918,80	-CH ₂	Asimmetrik, valent
1642,40	-C=H-	valent
1431,19	=CH ₂	Asimmetrik, valent
1371,40	NO ⁻ (nitrat ioni)	
Mikrokristallik sellyuloza		
3440,00	-O-H (vodorod bog' hosil qilgan)	valent
2907,23	=CH ₂	Asimmetrik, valent
1642,40	-C=H-	valent
1369,47	NO ⁻ (nitrat ioni)	valent

IK-spektrning 3744,83-3440,00 sm^{-1} yutilish polosalari gidroksil (OH) guruhlarining valent tebranishlariga tegishli bo'lib, ular molekulararo va ichkimolekulararo vodorod bog'lanishlarini ifodalaydi. Spektrning 2918,80, 2907,23 sm^{-1} yutilish polosalarida SN₂ guruhini molekular tarkibida asimmetrik valent tebranishlari tufayli yuzaga kelgan. Temir tikan sellyulozasini 1431,19; 1371,40 sm^{-1} va MKS ni 1369,47 sm^{-1} spektrlaridagi polosalar qaychisimon tebranishlarda yuzaga kelgan polosalar. Spektrning 1369,47 sm^{-1} sohasidan kam bo'lgan polosalar mayatniksimon tebranishlari tufayli yuzaga kelgan. Qo'shbog'li – C = N- va = CH₂ funksional guruhlardagi hosil hosil qilgan atomlarning massasi bir xil, farqi har bir bog' uchun xarakterili bo'lgan bog' doimiyligi – k da. k – doimiyligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi.

$$\nu = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$

$$m = \frac{m_1 \times m_2}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

Bu yerda: ν – tebranish chastotasi, sm^{-1} ; π – o'zgarish kattalik; s – yo'riq tezligi; k – har bir bog' uchun xarakterli bo'lgan bog' doimiyligi; m – keltirilgan massa; m_1 va m_2 lar – C = N- va = CH₂ larning atomlar massasi. C $\equiv$ N va C = N guruhlar IK-spektrda yutilish polosalarining intensivligi juda past bo'ladi.

Sellyulozasini fizik strukturasini ko'pligi, nisbatan piran piklari shakllarini nisbatan turg'unligi va makromolekula zanjirlarini turg'unligi hamda uning tarkibidagi gidroksil va oksidlovchi guruhlarining ko'pligida. Bu o'z navbatida vodorod bog'larining keng diapozonda energiyasini notekisligi hisoblanadi[8].

Yuqorida ko'rganimizdek sellyulozani mexanik va kimyoviy qayta ishlash jarayonida yutilish polosalarida ham o'zgarishlar ro'y beradi (sellyuloza: 3744,83 sm^{-1} , valent tebranishli vodorod bog' hosil qilmagan; MKS: 3440,00 sm^{-1} , valent tebranishli vodorod bog' hosil qilgan). Shuning uchun uni amorfizatsiya polosasi deyiladi. sellyuloza IK-spektrining optik zichliklarini nisbatlari uning, Nelson va O'Konnor metodi bo'yicha, 1375 va 1430 sm^{-1} polosalarini 2900 sm^{-1} nisbati orqali kristalligini kristallik indeksi bilan xarakterlanadi [7,9]. 2-jadvalda namunalarning kristallik indeksi keltirilgan.

2-jadval

Sellyuloza namunalarning o'rtacha yutilish sohalari bo'yicha optik zichlik nisbatlari va kristallik indeksi

Me'yorlashtirilgan optik zichlik nisbatlari, sm^{-1}	Paxta sellulozasi	Temir tikan sellulozasi	Temir tikan MKSsi
D1375/D2900	0,939	0,932	0,949
D1430/D2900	0,935	0,923	0,950

2-jadvalda keltirilgan me'yorlashtirilgan optik zichlikdan ko'rinadiki, temir tikan sellulozasini kristallik indeksi paxta sellulozasi kristallik indeksiga yaqin – 0,932 va 0,939; temir tikan MKSsini kristallik indeksi 0,015- 0,025 ga yuqori.

3-jadvalda selluloza namunalari OH polosalarining simmetrik indeksleri qiymatlari keltirilgan. Simmetrik indesi quyidagicha aniqlanadi: OH – guruhi yutilish polosasi chap tomoni enini qiymatini o'ng tomoni qiymatiga nisbati orqali aniqlanadi. Buning uchun OH-gruruhini maksimal yutilish polosasi o'rtasidan perpendikulyar o'tkaziladi.

3-jadval

OH-guruhi yutilish polosasini simmetrik indeksi

Simmetrik indeksi	Paxta sellulozasi	Temir tikan sellulozasi	Temir tikan MKS
Simmetrik indeksi	0,79*	0,76	0,85

* Шипина О.Т., Гараева М.Р., Александров А.А. ИК-спектроскопические исследования целлюлозы из травянистых растений. Журнал. «Вестник Казанского технологического университета» № 6, 2009г.

Olingan ma'lumotlar bo'yicha temir tikan sellulozasi OH-guruhi yutilish polosasini simmetriklik polosasi paxta sellulozasi simmetrik indeksi qiymatlariga yaqin. Temir tikan MKSsini simmetrik indeksi esa 0,05 yuqori qiymatga ega. Bu ko'rsatkich sellulozaga qaraganda MKS da vodorod bog'lar ichki molekulalararo va molekulalararo vodorod bog'lanishlar ko'proq va tekis tarqalganligini bildiradi.

XULOSA.

ИК-спектри yordamida paxta sellulozasi va temir tikan sellulozalarini struktura ko'rsatkichlari bir biriga yaqin ekanligini ko'rishimiz mumkin. Temir tikan mikrokristallik sellulozasini kristallik va OH-guruhi yutilish polosasini simmetriklik indeksi yuqori, ya'ni MKS da vodorod bog'lar molekulalar ichida va molekulalar orasida bir tekis tarqalgan.

Adabiyotlar

- [1]. Hamdamova D.Sh., Umarova V.K, Primqulov M.T. Mikrokristallik selluloza texnologiyasi. "Tafakkur tomchilari". Toshkent.: 2020, 208 b.
- [2]. Nikishin V.M., Obolenskaya A.V., Щегolev V.P. Ximiya drevesiny i sellulozy. Moskva. "Lesnaya promyshlennost". 1978.
- [3]. Sigal, L. An empirical method for estimating the degree of crystalline of native cellulose using the X-ray diffractometer / L. Sigal, J.J. Creely, A. E. Jr. Martin, C.M. Conrad // Textile Research Journal. – 1959. – Vol. 29, № 10. – P. 786-794.
- [4]. Struktura i fiziko-ximicheskie svoystva selluloz i nanokomponentov / L.A. Aleshinoy i dr. – Petrozavodsk: PetrGU, 2014 -242 s.
- [5]. Щербakova T.P. Sravnitelnoe izuchenie obrazsov poroshkovoy i mikrokristallicheskoj sellulozy razlichnogo prirodnogo proisxojdeniya / T.P. Щербakova, N.Ye.Kotelnikova, Yu.V. Vыхovsova // Ximiya rastitelnogo сыrya. – 2012. № 2. – S. 5-14.
- [6]. Kocheneva I.V. Analiz modifitsirovannoy sellulozy metodom IK-spektroskopii / I.V. Kocheneva, V.I. Sidorov, I.A. Kotlyarova // Ximiya rastitelnogo сыrya. – 2011. № 1. – S. 21-24.
- [7]. Nelson M/L/, O'Connor R.T. // J.Appl. Polym. Sci. 1964. vol. 8.P.1311-1324.
- [8]. Ivanova N.V. Matematicheskaya obrabotka IK spektra sellulozy / N.V. Ivanova i.dr.//Jurnal prikladnoy spektroskopii. – 1989. – T.51. №2. – S. 301-306.

- [9]. Andreeva O.A. IK spektroskopicheskoe issledovanie lna, podvergnutogo predvoritelnoy ochistke/ O.A.Andreeva i dr. // Jurnal prikladnoy ximii. – 2002. – T.75. – Выр. 9. – S. 1545-1548.
- [10]. Dilnoza Xamdamova Vasila Umarova, Maxmut Primkulov Arslon Khusenov Study on the microcrystalline cellulose from medicinal plants. E3S Web of Conferences 434, 03038 (2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343403038 ICECAE 2023>.
- [11]. Хамдамова Д.Ш., Умарова В.К., Примкулов М.Т. Получение микрокристаллической целлюлозы из лекарственных растений (amaranthus и silybum marianum). UNIVERSUM : Химия и биология 6 (96) 3 часть, Москва 2022, стр.43-49.
- [12]. Хамдамова Д.Ш., Умарова В.К. Таджиева А.Дж. Примкулов М.Т.МКЦ асосида таблетка ишлаб чиқариш технологияси. Scholar Scientific Journal, 2023/22 august, pp.44-51.

UDK: 664.784.8

MAKKAJO‘XORINING INSON ORGANIZMI UCHUN OZIQAVIY AHAMIYATI. DON TARKIBIDAGI OQSIL MODDASINING TUTGAN O‘RNI

N.E. Qobilov¹, Q.O. Dodayev²

¹Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,

²Toshkent kimyo-texnologiya instituti

[\(Qabul qilindi 24.01.2025 y.\)](#)

Annotatsiya. Makkajo‘xori insonga kerakli energiyaning 20 foizigacha beradi. O‘simlik, so‘ta va don xususiyatlarining genetik xilma-xilligi uning oziqaviy qiymatini shakllantiradi. Makkajo‘xorining oziqaviy qiymatining tashkillovchilaridan biri uning oqsil tarkibi bo‘lib, u inson organizmi uchun nafaqat to‘yimli mahsulot, balki uning salomatligi uchun zarur bo‘lgan muhim komponentlardan tashkil topgan. Makkajo‘xorining ikki xil namunasi, ya‘ni ishlov berilmagan va suvda ivitilgandan so‘ng don tarkibidagi oqsil va azot miqdori Kyeldal usulida o‘rganilib natijalar tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: makkajo‘xori, oqsil, zein, glyutelin, kleykovina, prolamin, Kyeldal usuli, skleroprotein, bekkross avlod.

Аннотация. Кукуруза обеспечивает до 20% необходимой человеку энергии. Генетическое разнообразие свойств растения, початков и зерна формирует его пищевую ценность. Одной из составляющих пищевой ценности кукурузы является ее белковый состав, который представляет собой не только питательный продукт для организма человека, но и содержит важные компоненты, необходимые для его здоровья. Содержание белка и азота в зерне двух образцов кукурузы - необработанной и замоченной в воде - было изучено методом Кельдаля, и результаты были проанализированы.

Ключевые слова: кукуруза, белок, зеин, глютелин, клейковина, проламин, метод Кельдаля, склеропропротеин, беккросс-поколение.

Abstract. Corn provides up to 20% of the energy required by humans. The genetic diversity of plant, cob, and grain characteristics shapes its nutritional value. One of the components that constitute corn's nutritional value is its protein content, which not only serves as a nutritious product for the human body but also consists of essential components necessary for health. The protein and nitrogen content in the grain of two different corn samples, namely unprocessed and water-soaked, was studied using the Kjeldahl method, and the results were analyzed.

Keywords: corn, protein, zein, glutelin, gluten, prolamin, Kjeldahl method, scleroprotein, backcross generation.

Kirish. Makkajo‘xori (*Zea mays* L.) iste‘molini XV asrdan boshlab kuzatish mumkin bo‘lsada, uning oziqa moddalar, biofaol birikmalar va fitokimyoviy moddalarga boy bo‘lganligi va so‘nggi o‘n yilliklarda topilgan potensial sog‘liqni saqlashga yordam beradigan foydalari tufayli butun dunyoda tobora ko‘proq e‘tiborni tortadi. Makkajo‘xorining ahamiyati uning oziqaviy qiymatga ega moddalarga boy ekanligi bilan ham izohlanadi. 15% namlikka ega bo‘lgan 100 g makkajo‘xori uni 355 kkal energiya beradi, bu esa bug‘doy unining 352 kkal, javdar unining 348 kkal va po‘sti tozalangan arpaning 346 kkal energiyasidan yuqori [1].

Odanda o‘tkazilgan ba‘zi klinik tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, makkajo‘xori va undan olingan to‘liq don mahsulotlarini muntazam iste‘mol qilish yurak-qon tomir kasalliklari, 2-toifa

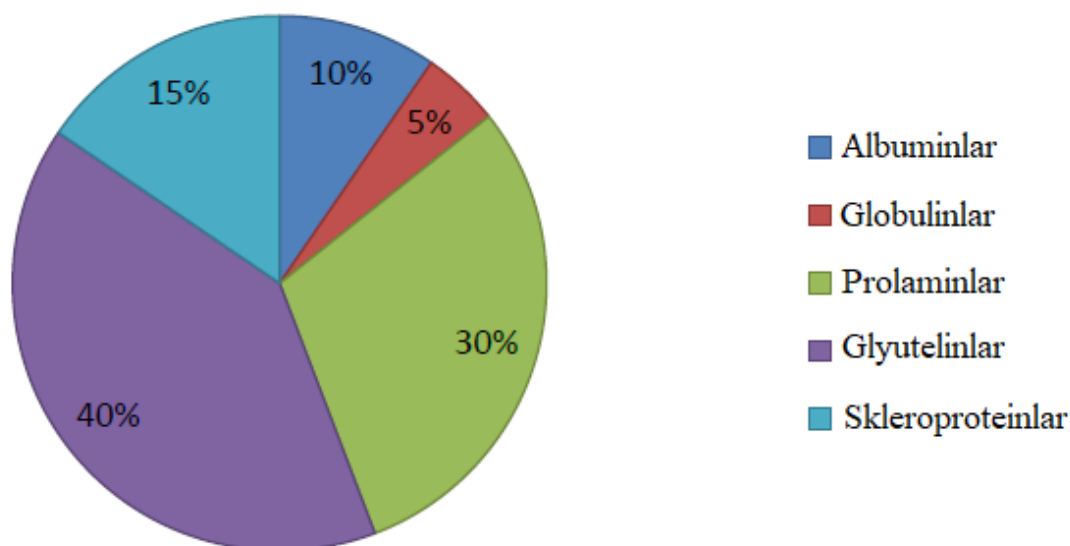
qandli diabet va semizlik kabi surunkali kasalliklarning rivojlanish xavfini kamaytiradi. Makkajo‘xori tarkibidagi amilazaning yuqori miqdori ovqat hazm qilishda ishtirok etadi. Makkajo‘xori va boshqa donlarni iste‘mol qilishni ko‘paytirishning parhez bop modifikatsiyalari salomatlikni optimallashtirish va surunkali kasalliklar xavfini kamaytirishning amaliy strategiyasi hisoblanadi [2].

Ba’zi olimlarning tadqiqotlariga ko‘ra, surunkali charchoq, xolsizlik hamda xotira pasayishidan shikoyat qiladigan insonlar kuniga 200 g makkajo‘xori iste‘mol qilsalar, yuqoridagi shikoyatlarni bartaraf etadi. Bundan tashqari, haftasiga 1-2 dona qaynatilgan makkajo‘xori iste‘mol qilinganda don tarkibidagi faol moddalar tomirlarda tromb hosil bo‘lishining oldini olishi hisobiga ateroskleroz xastaligiga chalinish xavfini kamaytiradi [3, 4, 5].

Makkajo‘xori doni inson organizmida yaxshi hazm bo‘ladi, uni muntazam iste‘mol qilish salomatlikni yaxshilaydi va immunitetni oshiradi. U allergik reaksiyalarni keltirib chiqarmaydigan kam sonli mahsulotlardan biri hisoblanadi, shuning uchun u markaziy asab tizimi kasalliklari, oshqozon osti bezi kasalliklari, sistit, moddalar almashinuvi buzilishlari va tananing qarishi kabi holatlarda bolalar va parhez ovqatlanishda keng qo‘llaniladi [6, 7].

Makkajo‘xori donining oqsil moddalari asosan ikkita oqsildan - zein va glyutelindan tashkil topgan. Ularning har biri don oqsil muvozanatining taxminan 40 %-ni tashkil etadi. Zein to‘liq bo‘lmagan oqsillar qatoriga kiradi, chunki uning tarkibida lizin aminokislota yo‘q [8].

Don ekinlarining oqsil fraksiyalari eruvchanlik tamoyiliga ko‘ra albuminlar, globulinlar, prolaminlar va glyutelinlar guruhlariga bo‘linadi. Albuminlar suvda eriydi. Donning albumin majmuasi asosan fermentlardan iborat. Globulinlar turli tuzlarning suvli eritmalarida eriydi, ammo toza suvda erimaydi. Globulinlar dukkakli ekinlar urug‘larining katta qismini tashkil qiladi. Prolaminlar - boshqoqli don ekinlari endospermasining zaxira oqsillaridir. Ular 60-80% -li etil spirtida eriydi. Turli donli ekinlarning prolaminlari odatda o‘sha don nomi bilan ataladi: bug‘doyda - gliadin, arpada - gordein, makkajo‘xorida - zein, tariqda - panitsin, jo‘xorida - kafirin. Glyutelinlar ishqorli eritmalarda (0,1-0,2%) eriydi. Ular kam o‘rganilgan, chunki ularni sof holda ajratib olish qiyin. Bug‘doy doni glyutelin (kleykovaning tarkibiy qismi), guruch orizeni va makkajo‘xori glyutelinini eng ko‘p o‘rganilgan turlaridir [9].



1-rasm. Makkajo‘xori donidagi oqsil fraksiyalarining miqdori.

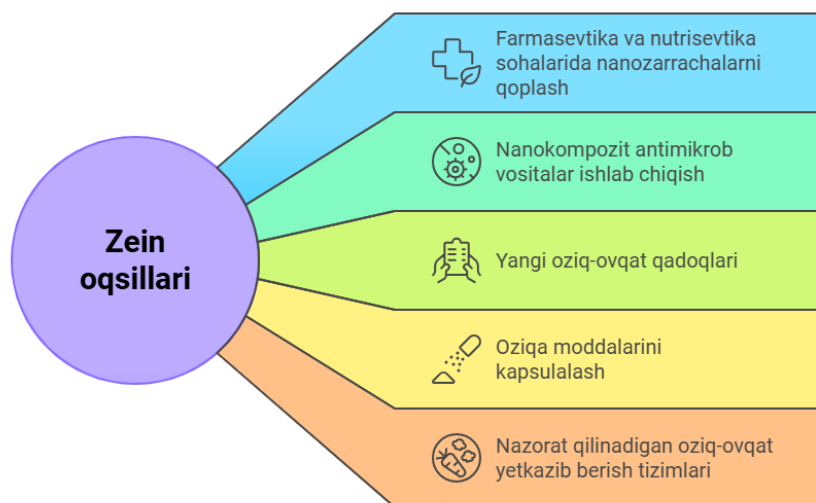
Olimlar tahliliga ko‘ra makkajo‘xori tarkibida xom protein miqdori 9.5%-ni tashkil etadi [10]. Hozirgacha dunyoda 167 dan ortiq sifatli oqsilli makkajo‘xori navi yaratilgan bo‘lib, shulardan sakkiztasi Efiopiyada. Garchi bir nechta sifatli oqsilli makkajo‘xori navlari yaratilgan bo‘lsada, ularni qo‘llash darajasi juda past. Ko‘plab olimlar sifatli oqsilli makkajo‘xori oziqasining inson va hayvonlar salomatligi, o‘sishi va rivojlanishiga bo‘lgan oziqaviy foydasini o‘rganishgan. Umuman olganda, sifatli oqsilli makkajo‘xori navlarini yaratish bo‘yicha sa’y-harakatlarni

tushunish, seleksiya jarayonida modifikator genlarini nazorat qilish, eng yaxshi sifatli oqsilli makkajo‘xori navini tanlash va urug‘ sifatini nazorat qilish potensial foydalanish uchun zarur bo‘lishi mumkin [11].

Makkajo‘xorning prolamin saqlovchi oqsillari bo‘lgan zeinlar rivojlanayotgan endospermda endoplazmatik to‘r membranasi bilan bog‘langan oqsil tanachalarida juda yuqori darajada to‘planadi [12].

Oqsillarning aksariyatini zaxira oqsillar hosil qilib, ularning 60%-ni zeinlar tashkil qiladi. Makkajo‘xori mag‘zi oqsillari, ayniqsa zeinlar, donning oziqaviy sifatiga

ta’sir ko‘rsatib, turli nooziq maqsadlarda ham qo‘llaniladi. An’anaviy ravishda, bu oqsillar yetilgan yoki quruq mag‘zlardan tobora kuchliroq denaturatsiyalovchi erituvchilar yordamida ajratib olinib, tasniflanadi. Bu esa biologik jihatdan cheklangan ahamiyatga ega bo‘lgan murakkab nomenklaturani keltirib chiqardi. Ilgari oqsillarni aniqlash va tavsiflash usullari tozalash va NH-terminal ketma-ketlikni aniqlashga asoslangan bo‘lsa, hozirgi yondashuvlar oqsillarning murakkab aralashmalaridan va DNK ketma-ketligi ma’lumotlaridan foydalanish imkonini beradi.



2-расм. Zein oqsillarining qo‘llanilish sohalari.

Tadqiqotlar zeinlarning murakkabligini, ularning oqsil tanachalarida saqlanish mexanizmini va ularni kodlovchi genlarning boshqarilishini tavsiflaganlar. Bu bilimlar zein sinteziga ta’sir etuvchi ko‘plab mutatsiyalarni va zein oqsillarining mag‘z tuzilishiga qanday ta’sir ko‘rsatishini tushunish imkonini berdi. Shuningdek, bu bilimlar sifatli oqsilli makkajo‘xorning yaxshilangan variantlarini yaratish uchun donning lizin miqdorini oshirishning yangi yondashuvlarini taqdim etadi [13].

Oqsillar tarkibiga skleroproteinlarga don qobiqlari va tashqi qatlamlarida mavjud bo‘lgan erimaydigan oqsillar ham kiradi. Bu oqsillar lignin-polisaxarid kompleksi bilan mustahkam bog‘langan. Skleroproteinlar tuzilish vazifasini bajaradi va inson hamda hayvonlar organizmida deyarli hazm bo‘lmaydi. Dondagi skleroprotein miqdori umumiy azotning 0,7-12,9% -ini tashkil etadi, bu o‘z ichiga 50-60% erkin aminokislotalar, nukleotidlar va peptidlarni oladi. Oqsil bo‘lmagan azot miqdori donning yetilganlik darajasi, bir xilligi va unib chiqishiga bog‘liq (2-rasm) [14, 15].

Makkajo‘xori seleksiyasi dasturlarida donlar tarkibidagi oqsil miqdorini (o‘rtacha >10%) va oqsil sifatini yaxshilash yo‘nalishidagi faoliyat alohida ahamiyatga ega. Taxminan 60-yil davomida olib borilgan seleksiya ishlari natijasida, o‘rtacha 10,9% oqsilga ega bo‘lgan Bur White navlarida oqsil miqdorini 22,84% -gacha ko‘tarish va 4,96% -gacha pasaytirish imkoniyati yaratildi [16].

Tadqiqot uslubi. Tahlil uchun makkajo‘xori navining ikki xil namunasi tarkibidagi oqsil va azot miqdori Kyeldal usulida aniqlandi. Birinchi namuna “Makkajo‘xori-1” hech qanday ishlov berishlarsiz, ikkinchi namuna “Makkajo‘xori-2” esa 36 soat davomida 30oS haroratda sodali suvda ivitilgan. Tahlil uchun o‘rganilayotgan mahsulotning o‘rtacha maydalangan bir xil namunasidan kulsiz filtrda yoki probirkada 0,1% dan ortiq bo‘lmagan xatolik bilan aniq tortim olinadi. Tahlil qilinayotgan namunadagi azot miqdori 10 mg dan kam bo‘lmasligi kerak. Tortim miqdor jihatdan Kyeldal kolbasiga o‘tkaziladi.

Tahlil uchun tekshirilayotgan namunaning o‘rtacha maydalangan bir xil tarkibli namunasidan probirka ichida 0,1% dan ko‘p bo‘lmagan xatolik bilan aniq tortim o‘lchandi. Tortim

miqdoriy jihatdan Kyeldal kolbasiga o'tkazildi. Keyingi tajribalar uslubiy ko'rsatma bo'yicha olib borildi [18].

Natijalarni qayta ishlash. Ammiak sulfat kislotaga haydalganda, sinov namunasidagi azotning massa ulushi (X) uning massasiga nisbatan foizlarda quyidagi formula bo'yicha hisoblab chiqildi:

$$X = \frac{(V_1 - V_0) \times K \times 0,0014 \times 100}{M}$$

Bunda: V_0 - nazorat tajribasida 0,05 mol/l sulfat kislotani titrlash uchun sarflangan 0,1 mol/l natriy gidroksid eritmasi hajmi, ml; V_1 - tekshirilayotgan eritmadagi sulfat kislotani titrlash uchun sarflangan 0,1 mol/l natriy gidroksid eritmasining hajmi, ml; K - 0,1 mol/l natriy gidroksid eritmasining titriga tuzatish koeffitsiyenti; 0,0014 - 1 ml 0,05 mol/l sulfat kislotaga yekivalent bo'lgan azot miqdori; M - namuna massasi, g.

Sinovning yakuniy natijasi sifatida beshta parallel sinov natijalarining o'rtacha arifmetik qiymati qabul qilindi. Natijalar uchinchi o'nli xonagacha hisoblanib, ikkinchi o'nli xonagacha yaxlitlandi.

Mahsulotning quruq moddasiga nisbatan azotning massa ulushi (X_3) foizda quyidagi formula bo'yicha hisoblandi:

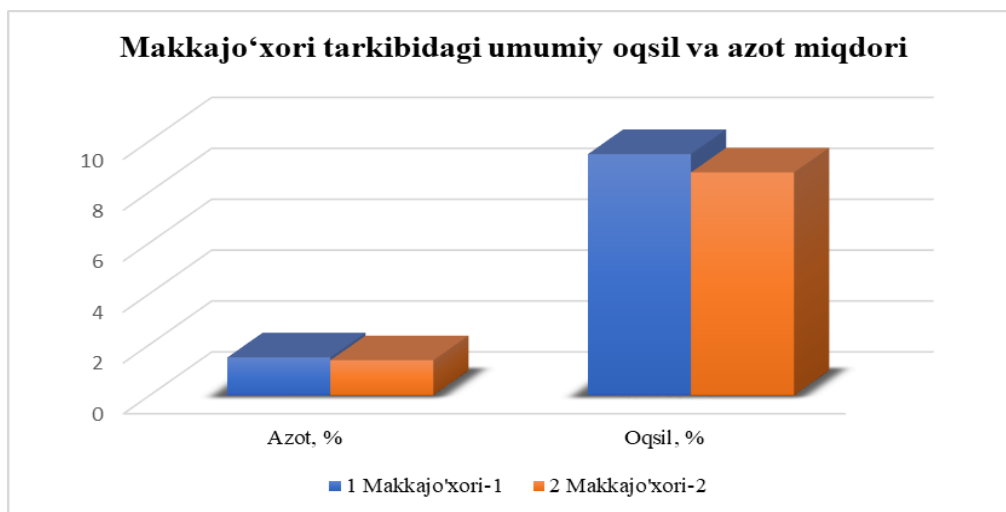
$$X_3 = \frac{X_1 \times 100}{100 - W}$$

Bunda: X_1 - sinov namunadagi azotning massa ulushi, %; W - sinov namunaning namligi, %. Oqsilning massa ulushi (Y) foizlarda quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$Y = K \times X,$$

Bunda: K - azotni oqsilga qayta hisoblash koeffitsiyenti: o'rtacha oqsil miqdori uchun - 6,38.

Tadqiqot natijalari. Makkajo'xori tarkibidagi oqsil miqdori, naviga qarab, quruq moddaning 8-12% ni tashkil qiladi, uning katta qismi (75%) endosperm va urug'larda (12%) mavjud. Perikarpda (meva membranasini) juda kam protein mavjud. Makkajo'xori oqsillari asosan alkogol va ishqorda eriydigan fraksiyalarni o'z ichiga oladi, ular izoelektrik nuqtasi pH 5,7 ga teng bo'lib, so'ta bilan qaynatilganda erimaydi. Makkajo'xori oqsilining o'ziga xos xususiyati uning tarkibida albumin va globulinlarning pastligidir. Tadqiqotlarimizda makkajo'xori ikkinchi namunasida so'tani 36 soat davomida suvda ivitilganda ikkinchi namunada birinchisiga nisbatan oqsillarning 0,72 % ga, azot miqdori esa 0,11% ga kamayganligi aniqlandi. Makkajo'xori donlari suvda ivitilganda, termik ishlov berilganda, shuningdek, fermentlar ta'sirida oqsillar oddiyroq kimyoviy birikmalarga parchalanib, polipeptidlar va keyin proteinogen α -aminokislotalar hosil qiladi (1-chizma).



1-чизма.

Xulosa. Makkajo‘xori inson organizmi uchun muhim oziqaviy mahsulotlardan biri bo‘lib, uning ahamiyati don tarkibidagi oqsil moddalari, ayniqsa zein va glyutelin, uning asosiy oziqaviy omillaridan biri hisoblanadi. Bu oqsillar nafaqat energiya manbai, balki organizmning mustahkamligi va turli biokimyoviy jarayonlardagi ishtirokini ta‘minlaydigan muhim komponentlardir. Makkajo‘xoring oqsil tarkibi inson organizmi uchun zarur bo‘lgan aminokislotalar bilan boyitilgan bo‘lib, uning muntazam iste‘moli yurak-qon tomir kasalliklari, qandli diabet va semizlik kabi surunkali kasalliklarning rivojlanish xavfini kamaytirishga yordam beradi. Tadqiqotlar natijasi shuni ko‘rsatdiki, makkajo‘xori navining ishlov berilmagan va ma‘lum davr hamda haroratda suvda ivitilgandan so‘ng umumiy oqsil va azot miqdorini Kyeldal usulida aniqlanganda suvda ivitilgan namunaning takribidagi oqsil va azot miqdori kamaydi. Bu esa don tarkibidagi oqsilning suv ta‘sirida polipeptid va proteinogen moddalariga parchalanishi bilan izohlanadi.

Adabiyotlar

- [1]. Cristea M., Cabulea I., Sarca T. Importanța economică, răspândirea geografică, producția și comerțul cu porumb. Porumbul - Studiu Monografic, București: Editura Academiei Române. 2004, №1. –R.17–27.
- [2]. Siyuan Sheng, Tong Li, RuiHai Liu. Corn phytochemicals and their health benefits. Food Science and Human Wellness. Volume 7, Issue 3, September 2018, -R.185-195.
- [3]. Abdulkarimov D.T., Qarshiyeva U., Berdimurodova M. Makkajo‘xori duragaylarining qimmatli belgi va xususiyatlarini o‘rganish. «Qishloq xo‘jaligida resurstejamkor texnologiyalarni yaratish va ularni ishlab chiqarishga joriy qilish» mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi, 2014, 17-19 b.
- [4]. Xatamova D.M., Abdulxayev I.A., Makkajo‘xoring kimyoviy tarkibi va tabobatda ishlatilishi. O‘zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali, 2022, №12, 298-300 b.
- [5]. Qaxxorova U.R. Zea mays L. Saccharata ning ayrim morfologik va fiziologik xususiyatlari, «Talqin va tadqiqotlar» ilmiy-uslubiy jurnali, 2022, №14, 7-9 b.
- [6]. Serdyuk L.V., Kaminskiy A.Ya., Dubrovin F.E. Commodity research of food products of vegetable origin. Part 1 Textbook. Separate: Leradruk, 2008, -400 p.
- [7]. Valievskaya L.A., Dzyuba N.A., E.V. Bunyak and G.Y. Evdokimova. Investigation of the possibility of using corn cereals in the production of cereal breakfasts // International Scientific and Practical Conference “WORLD SCIENCE”. -2017, № 8 (24) – Vol. 3. Ajman, UAE. –R.4-9.
- [8]. Sazonova I.A., Bichkova V.V., Yeroxina A.V., Kameneva O.B. Fraktsionniy sostav belka v zerne kukuruzi. Elektronniy nauchno-proizvodstvenniy jurnal «AgroEkoInfo», 2022, № 2 (50), -S.8.
- [9]. Tupolskix T. I., Viflyanseva T. A. Analiz vliyaniya ximicheskix sposobov zamachivaniya zerna kukuruzi na rastvorimost belkov. Molodoy issledovatel Dona. 2018, №2(11), -S.102-106.
- [10]. Nikolayev S.I., Karapetyan A.K., Pleshakova I.G., Struk A.N. i Struk M.V.. Sravnitelniy ximicheskiy sostav i pitatelnost zerna kukuruzi i sorgo. Izvestiya Nijnevoljskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vissheye professionalnoye obrazovaniye. 2018, № 2 (50), -R.93-302.
- [11]. Abenezzer T. A review on quality protein maize. International Research Journal of Plant Science. A review on quality protein maize, 2020, Vol. 11(2), -R.1-6.
- [12]. Guo X., Yuan L., Chen H., Sato S. J., Clemente T. E., Holding D. R. Nonredundant function of zeins and their correct stoichiometric ratio drive protein body formation in maize endosperm. Plant Physiol. 2013, No.162, - R.1359-1369.
- [13]. Larkins B.A. Proteins of the Kernel, Corn (Third Edition) Chemistry and Technology Chapter-12. 2019, -R.319-336.
- [14]. Kovalenko T. D., Avrorov V.A. i Konnova M. A. Izmeneniya belkov i drugix azotistix veshestv v pishhevix produktax. Uchebnoye posobiye. Moskva: Mir, 2004, 60 s.
- [15]. Volchanskaya, A.A. Konareva V.R., Alenikova Yu.B. Ximicheskiy sostav razlichnix gibridov kukuruzi. Molodoy ucheniy. 2016, № 13 (117), 914-916 s.
- [16]. Luo Y., Wang T. and Dhillon G.S. Pharmaceutical and cosmetic applications of protein by-products. Protein Byproducts, Academic Press. 2016, -R.147-160.
- [17]. Metodika opredeleniya mikroelementov v diagnostiruyemix biosubstratax metodom massspektrometrii s induktivno-svyazannoy plazmoy. Metodicheskiye rekomendatsii. M.Federalniy sentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii. 2003,22 c.

UO'K 661. 728

SHOLIPOYADAN SELLYULOZA, MIKROKRISTALLIK SELLYULOZA, SELLYULOZALI AEROGEL OLIISH VA XOSSALARINI O'RGANISH

V.K. Umarova, M.I. Mirobitov, D.Sh. Xamdamova, M.T. Primkulov

Toshkent kimyo-texnologiya instituti,

yumarova65@gmail.com

(Qabul qilindi 10.01.2025 y.)

Annotatsiya. Sholi poyasidan natron usulida selluloza olish jarayonida ishqor eritmasi konsentratsiyaning tasiri o'rganildi va olingan sellulozasidan mikrokristallik selluloza sintez qilindi. Sholi sellulozasi tolalarining struktura – morfologik xarakteristikalari Fiber Tester avtomat analizatorida selluloza tolalarining o'rtacha uzunligi, eni va ularning fraksion tarkibi hamda shakl faktori aniqlandi. Olingan selluloza va MKS larning strukturasi rentgenografiya, IQ-spektroskopiya, adsorbsiya izotermasi Mak – Ben – Bakra qurilmasi yordamida qutbli va qutbsiz molekulaning to'yinish adsorbsiyasi aniqlandi. Sholi poyasidan selluloza va olingan sellulozasidan MKS sintez qilish vaqtining fizik-kimyoviy xossalariga ta'siri o'rganildi.

Аннотация. В процессе извлечения целлюлозы из стеблей риса натронным методом изучено влияние концентрации раствора щелочи и из полученной целлюлозы синтезирована микрокристаллическая целлюлоза. Изучено структурно-морфологические характеристики рисовых целлюлозных волокон. Среднюю длину и ширину целлюлозных волокон, их фракционный состав и коэффициент формы определяли на автоматическом анализаторе Fiber Tester. Структуру полученных целлюлозы и МКС определяли методами рентгенографии, ИК-спектроскопии, изотермы адсорбции на приборе Мак-Бен-Бакра, насыщенной адсорбции полярных и неполярных молекул. Изучено влияние времени синтеза целлюлозы из стеблей риса и МКС из полученной целлюлозы на физико-химические свойства.

Abstract. In the process of extracting cellulose from rice stems using the sodium method, the effect of the alkali solution concentration was studied and microcrystalline cellulose was synthesized from the obtained cellulose. Structural and morphological characteristics of rice cellulose fibers were studied. The average length and width of cellulose fibers, their fractional composition and shape factor were determined on an automatic Fiber Tester analyzer. The structure of the obtained cellulose and MCS was determined by X-ray diffraction, IR spectroscopy, adsorption isotherm on a McBen-Bakr device, saturated adsorption of polar and non-polar molecules. The influence of the synthesis time of cellulose from rice stems and MCS from the obtained cellulose on the physicochemical properties was studied.

Keywords: cellulose, rice stem, microcrystalline cellulose, degree of porosity, solubility in water, structure, degree of crystallinity, adsorption isotherm, diffraction angle

Tayanch so'zlar: selluloza, sholi poya, mikrokristallik selluloza, g'ovaklilik darajasi, suvda bo'kishi, struktura, kristallik darajasi, adsorbsiya izotermasi, difraksiya burchagi.

Ключевые слова: целлюлоза, стебель риса, микрокристаллическая целлюлоза, степень пористости, растворимость в воде, структура, степень кристалличности, изотерма адсорбции, угол дифракции.

Kirish. Jahonda bir yillik o'simlik poyalaridan selluloza va uning alkil-, atsil-alkoksihosilalarini sintez qilish, fizik-kimyoviy va ekspluatatsion xossalarini tadqiq qilishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Bu borada biologik toza to'ldiruvchi va bog'lovchilar olish, antioksidantlar sifatida qo'llash, texnik va spetsifik xususiyatlari yaxshilangan, noan'anaviy kompozitsiyalar tarkibini yaratish, mikrokristall selluloza olish texnologiyalarini ishlab chiqish yo'nalishlaridagi ilmiy-tadqiqotlar muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Tadqiqotchilarning selluloza ustida olib borayotgan ishlaridan biri uni fizik modifikatsiyalash. Fizikoviy-kimyoviy usulida – termokimyoviy ishlov natijasida selluloza tolalarining o'lchamlari va fibrillik darajasi o'zgaradi. Bu ko'rinishdagi sellulozani xomashyo o'rnida qo'llaganda, undan olingan mahsulotni fizik-mexanik xossalari yuqori bo'ladi. Tolalari o'lchamlarini keskin kaltalashtirganda – nanoo'lchamga aylantirganda, undan turli xil mahsulotlar ishlab chiqarishda to'ldiruvchi o'rnida qo'llash mumkin. Bizning maqsadimiz, sholi sellulozasidan

mikrokristallik selliyuloza (MKS) sintez qilish usulini ishlab chiqish va kompleks xossalarini o'rganish xamda undan aerogel texnologiyasini ishlab chiqish.

Uslubiyat. Sholi selliyulozani termomexanik usullarda chuqur gidrolizga uchratib mikroo'ldamli ko'rinishga keltirish. Tolalarning xarakteristikasini yangi avtomatik Fiber Tester [1] usulida tolalarning fraksion tarkibini o'lchash, fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash, zamonaviy fizik priborlarni (rentgen, IQ-spektr, mikroskop, Mak-Ben-Bakra vakuumli qurilmasi yordamida adsorbsiya izoterma) va tolalarning strukturaviy xossalarini o'rganish.

Tadqiqot natijalar muhokamasi. *selliyuloza sintez qilish.* Sholipoyadan 400 g tortib olinib, avtoklavga yuklandi. Dastlab 2, 4, 6, 8, 10 % li ishqor eritmasi tayyorlandi. Avtoklavga 400 g sholipoya yuklanib 4 % li NaOH dan solindi, moduli 1:10. Pishirish davomiyligi 1, 2, 3, 4, 5, 6 soat, bosimi esa 0,3 – 0,4 MPa (135 – 140°C) 1 – jadvalda olingan natijalarni qisqacha xarakteristikasi keltirilgan.

1 - jadval

Sholipoyani pishirishda vaqtni tasiri (NaOH, 4 %)

Vaqt	NaOH, %	Unumi, %	Suvni shimish darajasi, %	Kul miqdori, %
1	4	60,2	125	12,1
2		58,0	140	12,8
3		55,6	180	13,6
4		46,8	226	14,1
5		45,6	225	14,0
6		45,0	225	14,0

Pishirish vaqtini oshirgan sari olingan yarim tayyor selliyulozani miqdori kamayib bordi. Ya'ni, 1 soat pishirganda 40 % atrofida polisaxaritlar erib, eritmaga o'tib ketdi. Pishirish vaqti oshgan sari unumi kamayib boradi. 6 soat davomida olingan maxsulotni miqdori 45 % ga yetdi. Boshqa ko'rsatkichlari – suvni shimish darajasi (125-225 % gacha) va kul miqdori (12,1 – 14,0 % gacha) ortib boradi.

Pishirish jarayoniga ishqor eritmasi konsentratsiyasini tasiri o'rganildi.

2 – jadvalda olingan natijalarni qisqacha xarakteristikasi keltirilgan.

2 - jadval

Sholipoyani pishirishda ishqoriy konsentratsiya tasiri (vaqti, 4 soat)

NaOH, %	Vaqt, soat	Unumi, %	Suvni shimish darajasi, %	Kul miqdori, %
1	4	61,1	121	14,3
2		54,5	145	14,1
3		51,6	181	14,2
4		46,8	226	14,1
5		45,8	224	13,2
6		46,1	224	13,2

Pishirish jarayonida ishqor konsentratsiyasini oshirgan sari olingan yarim tayyor selliyulozani miqdori kamayib bordi. Ya'ni, 1 % ishqorda pishirganda 39 % atrofida polisaxaritlar erib, eritmaga o'tib ketadi. Ishqor konsentratsiyasi oshgan sari unumi kamayib bordi. 6 % ishqor konsentratsiyasida pishirganda olingan maxsulotni miqdori 46,1 % ga yetdi. Boshqa ko'rsatkichlari – suvni shimish darajasi (125-224 % gacha) ortib bordi, kul miqdori esa kamayib bordi (14,3 – 13,2 % gacha).

Optimal parametrdagi olingan sholi selliyulozasini xarakteristikasi, RF da olingan "Armitsel"ga solishtirgan xolati 3 – jadvalda keltirilgan.

Sholi selliyuloza va “Armitsel” selliyulozasi tolalarining xarakteristikasi

№	Ko'rsatkichlar nomi	Ko'rsatkichlar qiymati	
		Sholi selliyuloza tolalari	“Armitsel” selliyuloza tolalari
1.	Tashqi ko'rinishi	Oq tolalar va begona qo'shimchalar	Oq tolalar va begona qo'shimchalar
2.	Hajm massasi, kg/m ³	100-150	100-150
3.	Namligi, qo'pi bilan	7	8
4.	Eruchanlik	Suvda va organik moddalarda erimaydi	Suvda va organik moddalarda erimaydi
5.	Tolalarning uzunligi, mm	0,2 – 0,5 dan 5,5 - 6 gacha	100 dan 2000 gacha
6.	Tolalarning diametiri, mm	0,1376	Kopi bilan 35
7.	Suv ionlarini konsentratsiyasi (pH)	6 – 7,5	6 – 7,5
8.	Issiqqa chidamlilik, 220°C da, massani yo'qotish ko'pi bilan, %		7

Oldindan tayyorlangan 4% li NaOH 4000 ml quyib (modul 1:10), qizdiriladi, 15 minutda avtoklavdagi massa temperatura 135°C ga (bosimi 0,35 MPa) bordi va shu sharoitda 4 soat pishirildi. 60 minut savutilgach, massani avtoklavdan olib, neytral holatgacha yuvildi (massani rangi qora). So'ngra, yarimsellyuloza ho'l holatdagi massa dezintegratorida maydalanib, 3% vodorod peroksid eritmasida oqartirilib, neytral muhitgacha yuvildi va xona sharoitida quritilib, tayyor selliyuloza olindi.

Mikrokristallik selliyuloza sintez qilish. Mikrokristallik selliyulozani sintezi loybaratoriya sharoitida kolbada amalga oshirildi. 200 g havo quruqligidagi sholi selliyulozasidan (keyin SHS) tortib olib, 3 l li dumaloq tagli shisha kolbaga solinadi va unga 2 l 3% H₂SO₄ bilan 3% N₂O₂ (gidrolizlovchi aralashma) eritmalarini 1:1 nisbatdagi aralashmalarida olib borildi [2]. 15, 30, 45, 60 minutlar davomida olingan MKS namunalarining fizik-kimyoviy xossalari 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Sholi selliyulozasidan MKS sintez vaqtining fizik-kimyoviy xossalari ta'siri

Gidrolizlash vaqti, min	Havo namligini shimishi, %	Suvda bo'kish darajasi, %	Hajm massasi zichligi, g/sm ³	Kul miqdori, %	G'ovaklik darajasi, %
15	12.0	246	0,49	14,8	68
30	12.1	253	0,42	14,3	73
45	12.3	254	0,29	14,2	75
60	13,4	258	0,39	14,6	76
90	13,4	259	0,40	14,6	76

Jadvaldan ko'rinadiki, gidroliz vaqti 45 minut bo'lganda MKS ni sorbsiyalanishi yuqori (havo namligini shimishi-12,3%; suvda bo'kish darajasi- 254%), hajm massasi zichligi past-0.29 g/sm³, g'ovaklik darajasi yuqori – 75 %.

Massa 60 minut davomida qaynatiladi. So'ngra reaksion massa, neytral holatgacha yuvilib, filtr yordamida hosil bo'lgan mikrokristallik selliyuloza ajratib olindi. Ho'l MKS polietilen plyonka yuzasiga yupqa qilib surtilib, xona temperaturasida 24 soat davomida quritiladi. Olingan MKS namligi aniqlangach, uning miqdori % da ShS nisbatan miqdori hisoblandi.

Aerogel materialini xossalarini o'rganish. Aerogelni olish usuli va xossalari hajm zichligi, g'ovak (G') larining o'lchamlari, fizik-kimyoviy quyidagi usullar bilan xarakterlandi:

Mikrokristallik selliyuloza asosida olingan aerogelni strukturaviy tavsifi 5-jadvalda keltirilgan.

MKS aerogelining strukturaviy xarakteristikasi

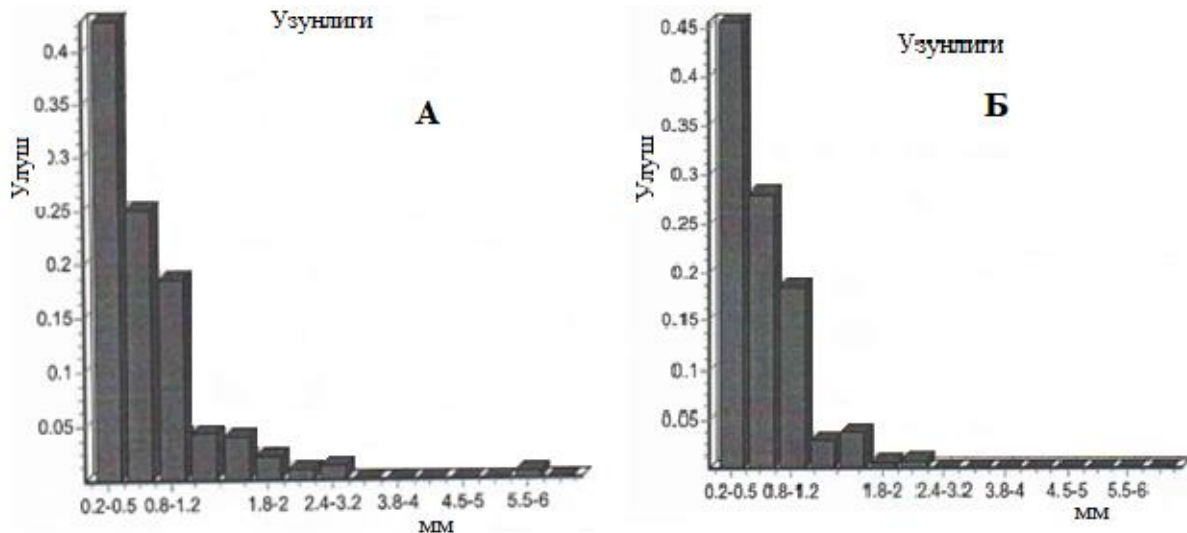
Aerogel hajm massa zichligi, ρ_{hajm} , g/sm ³	Sof selluloza zichligi, ρ_{haq} , g/sm ³	G'ovaklik (poristost) darajasi, G', %
0,056	1,54	96,3

Aerogel namunaning g'ovakligi juda yuqori – 96,3% tashkil etdi.

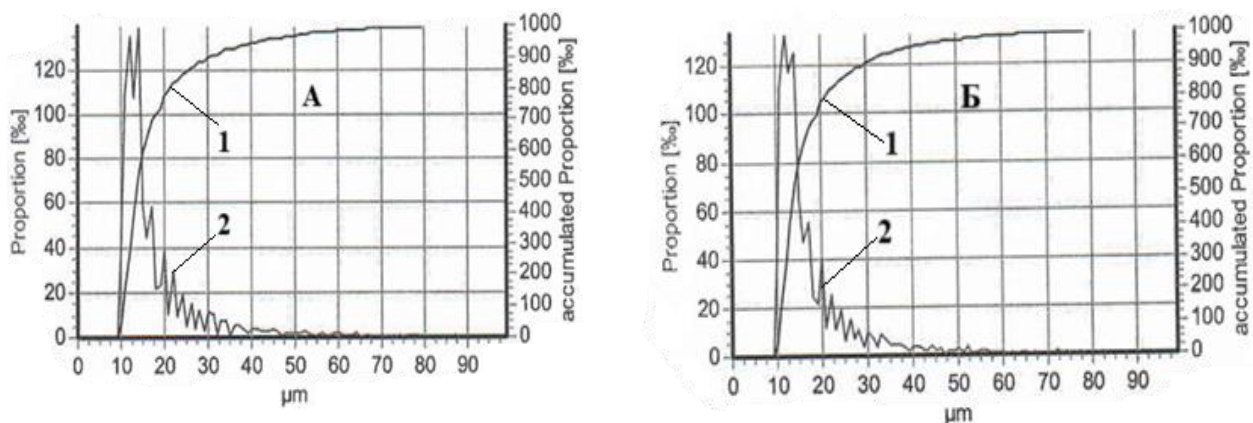
Sholipoya selluloza tolalarining struktura – morfologik xarakteristikalarini o'rganish. Fiber Tester avtomat analizatorida sholi selluloza tolalarining o'rtacha uzunligi, eni va ularning fraksion tarkibi hamda shakl faktori aniqlandi. sellulozani struktura-o'lchamlari quyidagicha xarakterlanadi:

- tolalarning uzunligi bo'yicha o'rtacha fraksion tarkibi;
- tolalarning uzunligi bo'yicha integral (1) va differensial (2) bo'linishi;
- tolalarning eni bo'yicha integral (1) va differensial (2) bo'linishi va
- tolalarning o'rtacha shakli faktori.

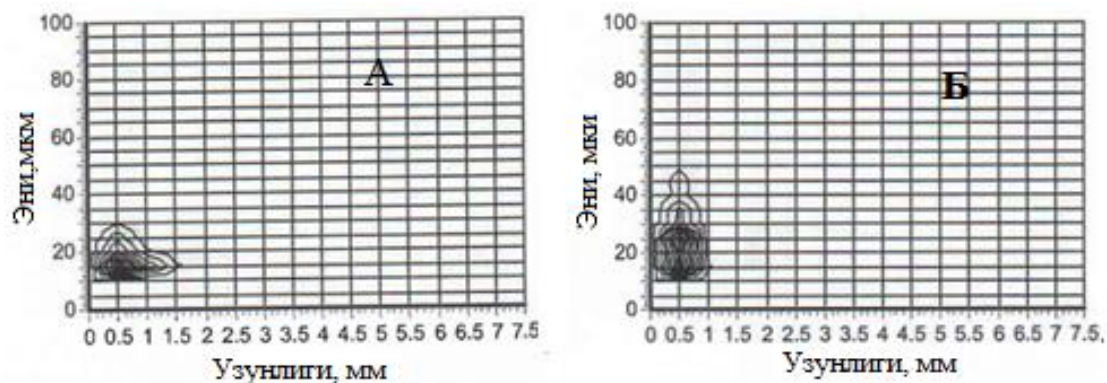
Sholi selluloza tolalarining uzunligi har xil, 100-110 mikrondan 140-10000 mikrongacha (1-3-rasmlar).



1-rasm Tolalarning uzunligi bo'yicha o'rtacha fraksion tarkibi:
A-Sellyuloza; B-MKS



2-rasm. Tolalarning uzunligi bo'yicha integral (1); va differensial (2):
A-Sellyuloza; B-MKS.



3-rasm. Tolalarning oʻrtaacha shakl faktori:
A-Sellyuloza; B-MKS

Ular 6-7 jadvallarda keltirilgan. selluloza tolalarining oʻlchamlari boʻyicha toʻrt guruhga boʻlinadi (0.10-0.20; 0.20-0.30; 0.3-0.40; 0.40-10.00). 6 – jadvalda selluloza tolalarining oʻrtacha fraksion tarkibi; 7 – jadvalda mikrokrystal selluloza tolalarining oʻrtacha fraksion tarkibi.

6-jadval

Sellyuloza tolalarining oʻrtacha fraksion tarkibi

μm \ mm	0.10 – 0.20	0.20 – 0.30	0.30 – 0.40	0.40 – 10.00
100-110	0.0	2.0	0.9	33.5
110-120	0.0	1.0	0.5	6.3
120-130	0.5	0.7	0.5	5.5
130-140	0.3	0.9	1.3	7.8
140-10000	3.0	3.3	0.0	32.1
μm 100%	3.8	7.9	3.2	85.1

Sellyuloza tolalarining , Fiber Tester apparatida 3599 dona tolalarni oʻrtacha uzunligi- 0.8422 mm; eni 0.1376 mm. Yani, tolalarning oʻrtacha eni 6.12 marta kalta.

7- jadval

Mikrokrystal selluloza tolalarining oʻrtacha fraksion tarkibi

μm \ mm	0.10 – 0.20	0.20 – 0.30	0.30 – 0.40	0.40 – 10.00
100-110	0.0	0.0	0.0	0.0
110-120	41.1	58.9	0.0	0.0
120-130	0.0	0.0	0.0	0.0
130-140	0.0	0.0	0.0	0.0
140-10000	0.0	0.0	0.0	0.0
μm 100%	41.1	58.9	0	0

Mikrokrystal selluloza tolalarini, Fiber Tester apparatida 3562 dona tolalarni oʻrtacha uzunligi- 0.2230 mm; eni 0.1169 mm. Yani, tolalarning oʻrtacha eni 1.90 marta kalta.

Rentgenstrukturaviy analiz

Sellyuloza va mikrokrystal selluloza namunalarni kristallik darajasi D2 PHASER (Bruker) rusumli rentgen defraktometrida aniqlangan. Dastlab namunalar presslab tabletka koʻrinishiga keltiriladi va rentgenogramma chizmasi olinadi. Soʻngra tegishli usullarda kristallik darajasi hisoblanadi.

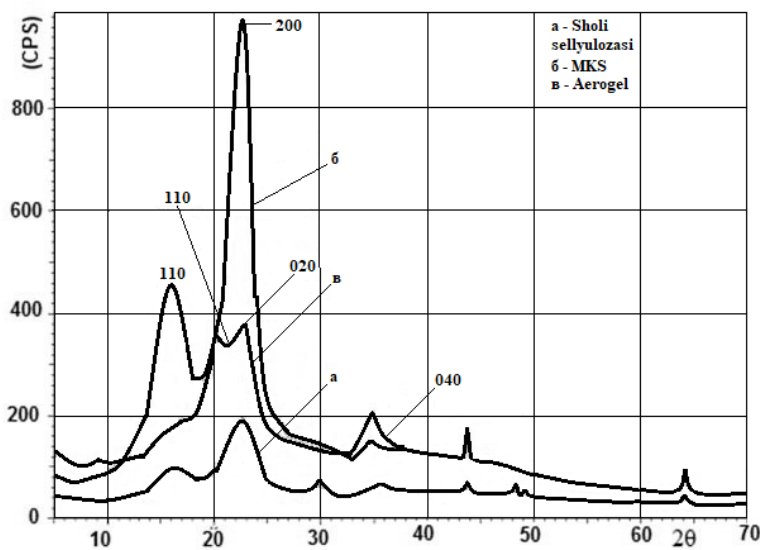
Sellyulozali aerogel namunasini kristallik darajasini aniqlash uchun tomonlari o'ldamlari 35 mm va balandligi 1,0-1,2 mm namunalar tayyorlandi. O'ldash ishlari, "Empyrean PANalytical" rentgen difraktometrida, filtrlangan mis anodida olib borildi.

Namunalarning kristallik darajasi rentgenostruktura metodi analizi yordamida (X_{kr}) Segal formulasida [3] hisoblangan.

$$X_{kr} = (I_{002} - I_a/I_{002}) \times 100,$$

bu yerda: I_{002} – rentgen nurining $2\theta = 22,6^\circ$ difraksiyasini intensivlik summasi; I_a – 19° , 2θ burchak ostidagi difraksiya intensivligini tarqalishi.

Ma'lumki, [patent 5769934 US], tabiiy sellulozaga har turli fizik-kimyoviy ishlov berganda uning kristallik darajasi pasayib, nanoo'ldamli selluloza II tipga o'tadi. Bu o'zgarishlarni rentgenostruktura analizlari natijalari tasdiqlaydi (4-rasm). Rasmda sholipoyadan olingan selluloza, mikrokristallik selluloza va aerogellari difraktogrammasi keltirilgan.



4-rasm. Namunalar difraktogrammasi: a – selluloza; b – mikrokristallik selluloza; v – aerogel.

Namunalarning

difraktogrammasida difraksion piklar (cho'qi), 3.7-rasm:

a) selluloza 2θ burchaklarni maksimumlari: $2\theta = 16.4^\circ$, **23.5°**, 30.0° , 35.0° , 40.0° , 43.0° , 48.0° , 63.5° ; tekisliklar: 110, 200, 040.

b) MKS 2θ burchaklarni maksimumlari: $2\theta = 16.0^\circ$, **23.0°**, 35.0° , 43.8° , 64.0° ; tekisliklar: 110, 200, 040.

v) aerogel 2θ burchaklarni maksimumlari: $2\theta = 16.8^\circ$, **20.5°**, 24.8° , 30.0° , 34.5° ; 33.5° , 64.0° ; tekisliklar: 110, 200, 020, 040.

Tekisliklardan qaytgan nurlar (отражение) kristallik panjara selluloza namunalarning

strukturasini xarakterlaydi. 3.9-jadvalda namunalarning kristallik darajasi keltirilgan.

Analizlar shuni ko'rsatadiki, maksimal difraksiya 2θ burchagi 200 tekisligida normal taralish burchagi $20,5-23,5^\circ$ ga to'g'ri keladi.

8-jadval

Sholipoyadan olingan selluloza, MKS va aerogelni kristallanish darajasi

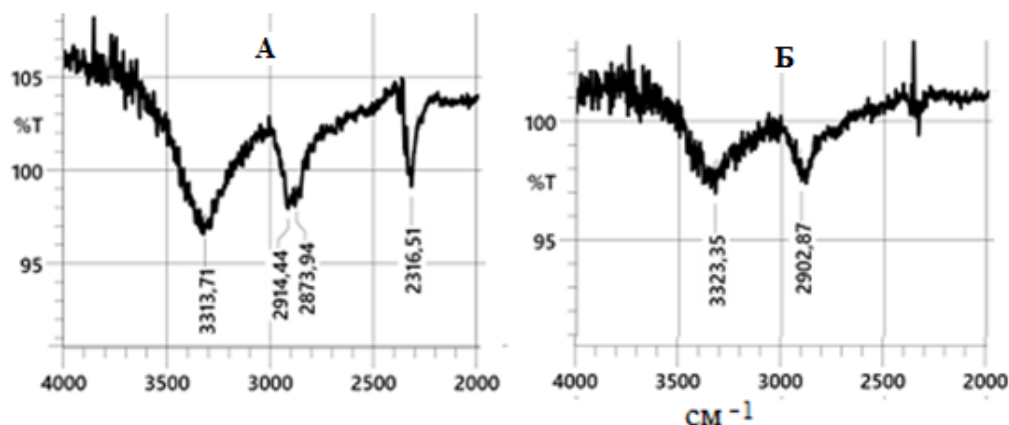
Namuna	200 tekisligida rentgen nurining difraksiyasini intensivlik summasi, $2\theta^\circ$	Kristallik darajasi
Sellyuloza	23.5	63,1
Mikrokristallik selluloza	23.0	73
Aerogel	20.5	55.

200 tekislikda selluloza va MKS ning 2θ burchagi bir-biriga yaqin. Aerogelda 2θ burchaklarda sezilarli darajada intensivlik refleksi pasayishi kuzatiladi: $20,5^\circ$. Sababi, selluloza kimyoviy va mexanik ishlov berish natijalari uning tartiblangan kristallik strukturasini qisman shikastlangan. Rengenogrammalarni analizi bo'yicha sholi sellulozasini kristallik darajasi – 63,1; MKS esa – 73; eng past aerogelni – 55. Aerogelni kristalligini pastligi uni olish texnologiyasidagi mexano-kimyo va o'ta past temperaturada ishlov berilganligidir.

Infraqizil spektroskopiya

IK-spektroskopik tadqiqot usuli namunadagi kimyoviy o'zgarishlarni aniqlaydi. IK-Fure spektrometr «SHIMADZU» markali (Yaponiya) spektrofotometrda olingan. Diapozoni 400-4000

sm^{-1} , aniqlash chegarasi 4 sm^{-1} . Spektrlar KVR (2g KVR va 9 mg namuna) presslab olingan. Bunda oʻrtacha xato $\pm 5\%$ tashkil etadi. Spektrlarda selluloza namunasining $4000 - 2000 \text{sm}^{-1}$ diapozondagi namunalarning farqiga eʼtibor qaratdik (5-rasm).



5-rasm. Sholi poya MKSsi (A) va undan olingan aerogel (B) IK-spektri.

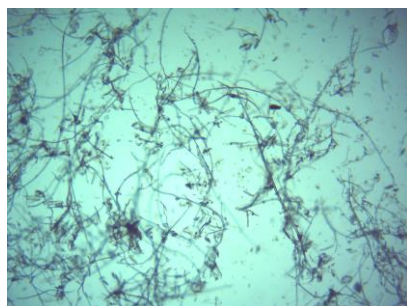
Sholipoya sellulozasidan sintez qilingan mikrokristallik selluloza va undan olingan aerogel IK-spektrida tebranish chastotalari $3500\text{-}3000 \text{ sm}^{-1}$ toʻgʻri keladi, valent tebranishi keng va intensiv. Yaʼni, sellulozani molekula va molekular orasida vodorod bogʻlarni hosil qilishda qatnashadi. Yutilish sohalari 2914, 44; 2873,94 (MKS) va 2902,87 (aerogel selluloza) sm^{-1} toʻgʻri kelganligi - CH_2 borligini koʻrsatadi. Bu chastotalar, odatda, ichki standart oʻrnida foydalanadi. Mikrokristall sellulozada $2316,51 \text{ sm}^{-1}$ yutilish sohasi mavjud, aerogel sellulozasida esa sezilmaydi, valent bogʻli, intensivligi oʻrtacha. Ikkala namunalarni IK- spektri orasida farq juda kam.

Mikrokristall selluloza va aerogellardagi OH –gruppalarining yutilish polosalarining simmetrik indeksini aniqlash uchun $3313,71 \text{ sm}^{-1}$ chastotalari (MKS) va aerogel uchun $3323,35 \text{ sm}^{-1}$ chastotalaridan (aerogel) OH – gruppasi maksimum orasidagi kenglikka perpendikulyar chiziq oʻtkazib [4], chiziqlar kesishishgan nuqtani chap tomoni masofasini oʻng tomoni masofasi nisbati orqali aniqlandi. OH – gruppalar yutilish polosalarini simmetrikligi (maksimum=1): MKS – 0,34; aerogelniki – 0,42. (Paxta sellulozasini simmetrik indeksi – 0,79 [4]. MKSni simmetrik indeksi, aerogelnikiga qaraganda $\cong 24\%$ kam.

Bu koʻrsatgich aerogelda selluloza molekulasida ichida va molekular orasida vodorod bogʻlar bir xil tartibda tarqalgan. Bulardan tashqari OH-gruppasi OH-gruppa polosasini shakliga qarab va olingan moddani kimyoviy bir xilligini bilish mumkin [5].

Optik mikroskopiya

Sellyuloza tolalarining morfologiyasini oʻrganishda optik mikroskopiya foydalanildi. Sholi poyasidan ajratib olingan selluloza tolalarining tashqi qoʻrinishi 40 dan 400 gacha kattalashtirilgani keltirilgan. Ularning oʻlchamlari, ishqoriy gidrozlab olingandagi koʻrinishi keltirildi. Tolalarning uzunligi har xil, laboratoriyada olinganligi sababli fibrillanmagan.



x40 marta



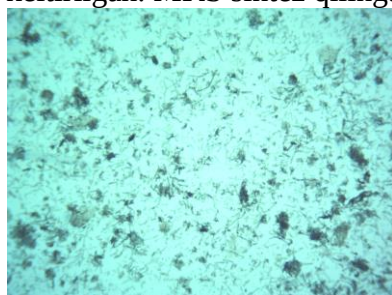
x100 marta



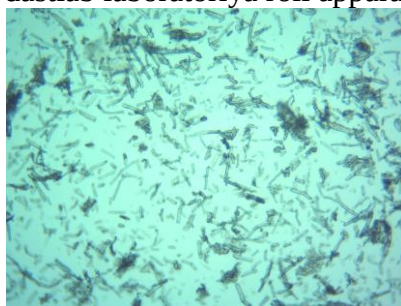
x400 marta

a) Sholipoya selluloza tolalarining mikroskopda 40-400 marta kattalashtirilgan koʻrinishi.

Korxonalarda tolalarni fibrillash uchun roll apparatining fibrillovchi maxsus ishchi organlarida olib boriladi. Mikrokrstallik selluloza tolalarining mikrofotografiyasi 6-rasmda keltirilgan. MKS sintez qilingach, dastlab laboratoriya roll apparatida maydalandi,



x40 marta



x100 marta

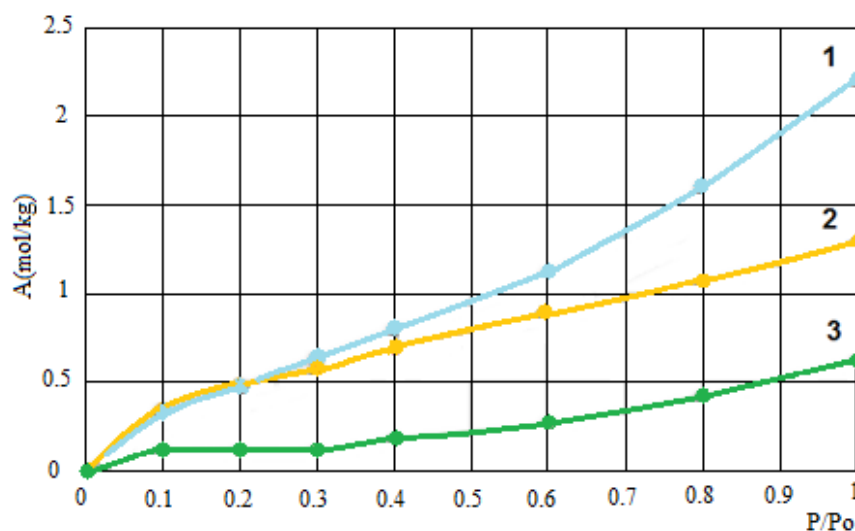


x400 marta

b) Sholi poya sellulozasidan olingan MKS tolalarinng mikroskopda 40-400 matrta kattalashtirilgan ko'rinishi. so'ngra tolalarini uzunligini o'rtacha bir xilga keltiruvchi rafinyor apparatida qo'shimcha ishlov berildi. Tolalarini fibrillanganligini 40 va 100 marta katalashtirilganda ko'rinmaydi, 400 marta kattalashtirilganda ba'zi bir tolalarni fibrillangan qismi uchraydi.

Adsorbsiya izotermalarini Mak-Ben-Bakra (tarozisi) vakyumli qurilmasida o'lchash

Ma'lumki [6,7], g'ovakli sorbentlarda bug'ni sorbsiyalanish izotermasi tarozida tortish usuli bilan aniqlandi. Tortib olish prujinali kvarts yuqori vakuumli qurilma – Mak-Ben-Bakra tarozisida olib boriladi. Usulning mohiyati shundaki, kvartsli prujinaga adsorbent solingan chashka osib qo'yiladi, adsorbsiyalanish natijasida spiral cho'ziladi, shunga qarab adsorbsiyalangan moddani miqdori aniqlanadi. Spiralni cho'zilishi (deformatsiyasi) katetomer KM-9 yordamida ~0,01mm aniqlikda o'lchab boriladi. Adsorbent namunalari (sholipoya sellulozasi, undan sintez qilingan mikrokrstallik selluloza va MKS aerogeli) dan 1,0 g analitik tarozida tortib olinib, - VN – 461M markali forvakuumli va diffuzion nasoslar yordamida, qoldiq bosim $1,33 \cdot 10^3$ Pa bo'lguncha vakuum hosil qilindi. Tizimdagi bosim VIT – 2 markali termovakuummetr yordamida nazorat qilindi. Forvakuumli va diffuzion nasoslar adsorbsiya qurilmasida $1 \cdot 10^{-5}$ mm.s.ust. bo'lguncha vakuum hosil qilindi. O'rganish uchun tayyorlangan namunalar agat havonchada kukun holatigacha maydalanib, yaxshilab aralashtirilgandan so'ng 1,0 g miqdorda, tarozida tortib olinadi va chashkaga joylashtiriladi. Tizimdagi bosim 6-8 soat vaqt davomida vakuumlanib barqarorlashtiriladi. Olingan namunalar yuqorida keltirilgan Mak – Ben – Bakra qurilmasi yordamida o'rganildi. Olingan natijalar quyidagi grafik va jadvallarda keltirilgan. Olingan natijalardan shuni ko'rish mumkinki,



6-rasm. Sholipoyasidan olingan adsorbsiya izotermasi:
1 – sellulozali aerogel; 2 – selluloza; 3 – MKS.

molekula hisoblangan suv bug'i bo'yicha ham

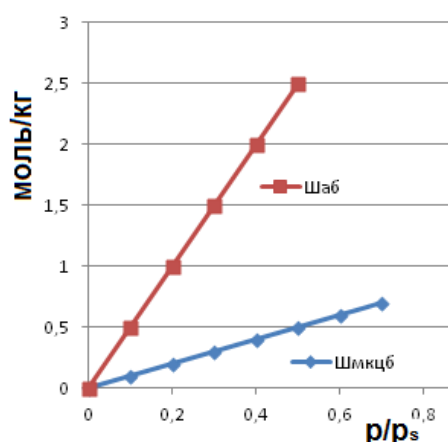
sholi selluloza va undan sintez qilingan MKS namunalarining adsorbsiya izotermalari 0,4 r/r_s gacha bir-biriga yaqin, ammo undan keyin nisbiy bosim r/r_s , 0,4 dan 1 yetgangacha monoqavat sig'imi ortib boradi va r/r_s 1 dan so'ng ular orasidagi farq 1,4 dan 2,5 mol/kg farqlanishini ko'rish mumkin (6-rasm).

Sellyulozali aerogelda monoqavat sig'imi bir tekisda ortib, 0,7 mol/kg yetadi. Olingan namunalarni qutbli adsorbsiyasi o'rganildi

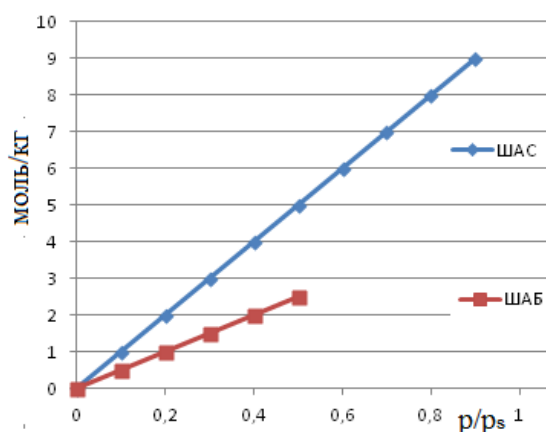
(9-11-jadvallar). Qutbli molekulaning sorbsiyasi qutbsiz molekulanikiga nisbatan ancha yaxshi. Olingan izoterma chizmalari BET tenglamasi asosida hisoblandi: Hisob kitob natijalariga ko'ra adsorbentlarning monoqavat sig'imi (a_m), solishtirma yuzalari (S), to'yinish adsorbsiyasi (V_s), mikroq'ovaklar hajmi (W_o), mezog'ovaklar $W_{me} = V_s - W_o$ va to'yinish adsorbsiya hajmlari V_s aniqlandi. Xisoblash quydagi [8] formula yordamida bajarildi:

$$u = u_{mg} \varphi^{a_0 k \varphi}$$

bu yerda u – tekis namlik miqdori (ravnomernoe vlagosoderjanie); u_{mg} – tajriba o'tkazilayotgan sharoitdagi temperatura giroskopik maksimal namlik miqdori; φ – havoni nisbiy namligi; a_0 va k – birliksiz koeffitsient, kapillyar-g'ovaklik materialni struktura faolligini va bog'larini o'zgarishini xarakterlovchi koeffitsienti.



Sholi aerogelni va sholi MKS benzol bug'ini sorbsiyalashi.



Sholi aerogelning suvbug'ini va benzol bug'ini sorbsiyalashi.

Natijalar quyidagi 9-jadvalda benzol va suv bug'larini izotermasi ma'lumotlari asosida sorbsiya-struktura xossasi va mikrokristallik selluloza va sellulozali aerogel zarrachalari adsorbenti g'ovaklari o'lchamlari haqida ma'lumotlar keltirilgan.

9-jadval

Sholi sellulozasining benzol va suv bug'i adsorbsiya

№	Nomi	Benzol	Suv
		miqdori	miqdori
1	a_m , monoqavat sig'imi, mol/kg	0,402	2,116
2	S , solishtirma yuza, m ² /g	96,82	137,59
3	W_o , mikroq'ovaklar hajmi, $W_o \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,0858049	0,116432
4	V_s , to'yinish hajmi, $V_s \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,1146068	0,166086
5	W_{me} , mezag'ovaklar hajmi, $W_{me} \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,03	0,05
6	G'ovak radiusi, Å (nm)	23,7 (2,37)	24,1(2,41)

10-jadval

Sholi MKSsining benzol va suv bug'i adsorbsiya

№	Nomi	Benzol	Suv
		miqdori	miqdori
1	a_m , monoqavat sig'imi, mol/kg	0,093	1,439
2	S , solishtirma yuza, m ² /g	22,49	93,59
3	W_o , mikroq'ovaklar hajmi, $W_o \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,0276447	0,0703352
4	V_s , to'yinish hajmi, $V_s \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,0551318	0,103446
5	W_{me} , mezag'ovaklar hajmi, $W_{me} \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,03	0,03
6	G'ovak radiusi, Å (nm)	49,0 (0,49)	22,1(2,21)

Sholi sellyulozali aerogelni benzol va suv bug'i adsorbsiyasi

№	Nomi	Benzol	Suv
		miqdori	miqdori
1	a_m , monoqavat sig'imi, mol/kg	0,346	1,733
2	S , solishtirma yuza, m ² /g	83,36	112,66
3	W_o , mikrog'ovaklar hajmi, $W_o \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,0972998	0,0910275
4	V_s , to'yinish hajmi, $V_s \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,16185	0,142218
5	W_{me} , mezog'ovaklar hajmi, $W_{me} \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,06	0,05
6	G ovak radiusi, $\text{\AA}$ (nm)	38,8 (3,88)	25,2(2,52)

Olingan natijalarda benzol va suv bug'i adsorbsiyasi mezog'ovakliklar hajmi rivojlanishini ko'rish mumkin. Suv bug'i bo'yicha taxlil natijalari shuni ko'rsatdiki, qutbli molekulaning sorbsiyasi qutbsiz benzolnikiga nisbatan 5 baravar katta (12-14-jadvallar). Solishtirma yuzalari (S), to'yinish adsorbsiyasi (V_s), mikrog'ovaklar hajmi (W_o), mezog'ovaklar soni (W_{me}) ozroq rivojlanganini ko'rish mumkin.

Sholi sellyulozasining benzol va suv bug'i adsorbsiya miqdori

№	Nomi	Benzol	Suv
1	a_m , monoqavat sig'imi, mol/kg	0,402	2,116
2	S , solishtirma yuza, m ² /g	96,82	137,59
3	W_o , mikrog'ovaklar hajmi, $W_o \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,0858049	0,116432
4	V_s , to'yinish soni hajmi, $V_s \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,1146068	0,166086
5	W_{me} , mezog'ovaklar hajmi, $W_{me} \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,03	0,05
6	G ovak radiusi, $\text{\AA}$ (nm)	23,7 (2,37)	24,1(2,41)

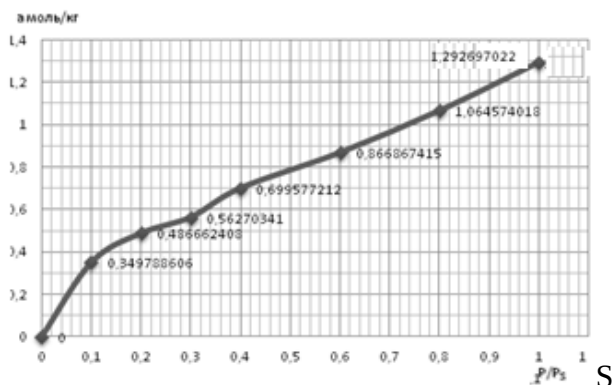
Sholi MKSsining benzol va suv bug'i adsorbsiya miqdori

№	Nomi	Benzol	Suv
1	a_m , monoqavat sig'imi, mol/kg	0,093	1,439
2	S , solishtirma yuza, m ² /g	22,49	93,59
3	W_o , mikrog'ovaklar hajmi, $W_o \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,0276447	0,0703352
4	V_s , to'yinish hajmi, $V_s \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,0551318	0,103446
5	W_{me} , mezog'ovaklar hajmi, $W_{me} \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,03	0,03
6	G ovak radiusi, $\text{\AA}$ (nm)	49,0 (0,49)	22,1(2,21)

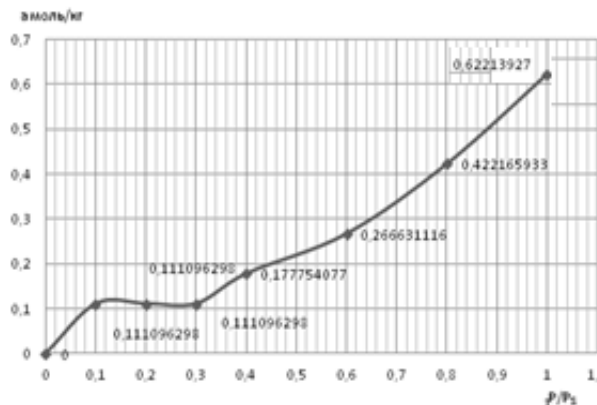
Sholi sellyulozali aerogelini benzol va suv bug'i adsorbsiya miqdori

№	Nomi	Benzol	Suv
1	a_m , monoqavat sig'imi, mol/kg	0,346	1,733
2	S , solishtirma yuza, m ² /g	83,36	112,66
3	W_o , mikrog'ovaklar hajmi, $W_o \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,0972998	0,0910275
4	V_s , to'yinish hajmi, $V_s \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,16185	0,142218
5	W_{me} , mezag'ovaklar hajmi, $W_{me} \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,06	0,05
6	G ovak radiusi, $\text{\AA}$ (nm)	38,8 (3,88)	25,2(2,52)

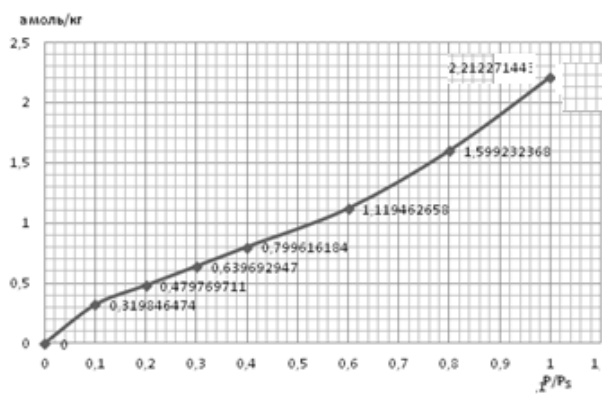
Quyida namunalarni benzol va suv bug'ini sorbsiya izotermalari keltirilgan. Bu rasmlar (grafiklar)da ham yuqorida keltirilgan qonuniyatlar ko'rinadi. Ya'ni, izotermalardan ko'rinadiki, sellyuloza, MKS va sellyulozali aerogellarda (0,7 dan 2,5 mol/kg), qutbli modda suv esa 7-10 mol/kg gacha sorbsiyalanadi. Namunalarning g'ovakligini ortishidan tashqari sorbsiyalanuvchi moddalarning qutbliligiga ham bog'lik bo'ladi.



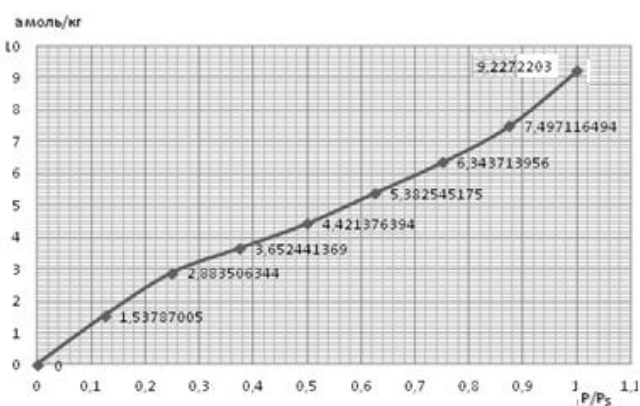
holi sellyulozasining
benzol bug'i adsorbsiya izotermasi.



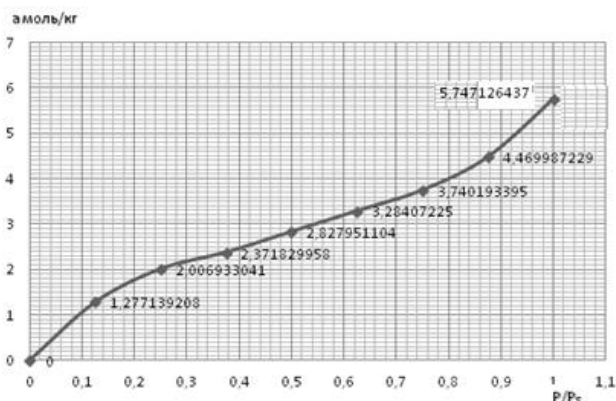
Sholi MKSsining *benzol*
bug'i adsorbsiya izotermasi



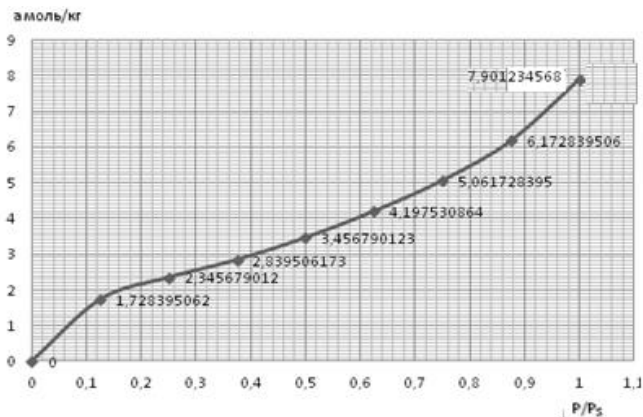
Sholi sellyulozali aerogelning *benzol* bug'i
adsorbsiya izotermasi



Sholi sellyulozasining
suv bug'i adsorbsiya izotermasi



Sholi MKSsining *suv* bug'i adsorbsiya
izotermasi.



Sholi sellyulozali aerogelning *suv* bug'i
adsorbsiya izotermasi.

Namunalarning adsorbsiya izotermalarida mezog'ovaklar xajmi rivojlanganligini ko'rish mumkin.

Olingan izoterma chizmalari BET tenglamasi asosida xisob kitob natijalariga ko'ra adsorbentlarning monoqavat sig'imi (α_m), solishtirma yuzalari (S), to'yinish adsorbsiyasi (α_s), mikrog'ovaklar xajmi W_0 , mezog'ovaklar $W_{me}=V_s-W_0$ va to'yinish adsorbsiya xajmlari V_s aniqlandi. Natijalar quyidagi 3.16-jadvalda keltirilgan.

15-jadval

Sholi mikrokristal sellyulozasi va sellyulozali aerogeldan olingan namunalarning benzol bug'i adsorbsiyasi

BET tenglamasi asosida olingan natijalar	MKS	Aerogel
Monoqavat sig'imi, α_m , mol/kg	0,443	0.093
Solishtirma yuzasi, S m ² /g	106.67	22.49
To'yinish adsorbsiyasi, α_s , mol/kg	2.212	0.622
Mikrog'ovaklar hajmi $W_0 \cdot 10^3$, m ³ /kg	0.121	0.028
Mezog'ovaklar hajmi $W_{me} \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,08	0.03
To'yinish hajmi $V_s \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,196	0.055

Ularning sorbsiya bo'yicha olingan natijalarini qo'yidagi 16-jadvalda ko'rish mumkin.

16-jadval

Sholi mikrokristal sellyulozasi va sholi aerogelidan olingan namunalarning suv bug'i adsorbsiyasi

BET tenglamasi asosida olingan natijalar	MKS	Aerogel
Monoqavat sig'imi, α_m , mol/kg	1.733	1.439
Solishtirma yuzasi, S m ² /g	112.66	93.59
To'yinish adsorbsiyasi, α_s , mol/kg	7.9	5.75
Mikrog'ovaklar hajmi $W_0 \cdot 10^3$, m ³ /kg	0.091	0.07
Mezog'ovaklar hajmi $W_{me} \cdot 10^3$, m ³ /kg	0.05	0.03
To'yinish hajmi $V_s \cdot 10^3$, m ³ /kg	0.142	0.103

Jadvallardan xam ko'rish mumkinki, olingan natijalarda suv bug'i bo'yicha tahlil qutbli molekulaning sorbsiyasi qutbsiznikiga nisbatan ancha yaxshi. Suv bug'i adsorbsiyasi tahlil natijalari monoqavat sig'imi (α_m), solishtirma yuzalari (S), to'yinish adsorbsiyasi (α_s), mikrog'ovaklar hajmi W_0 , mezog'ovaklar soni ozroq rivojlanganini ko'rish mumkin.

17-jadval

Sholi mikrokristal sellyulozasi benzol va suv bug'i adsorbsiyasi

BET tenglamasi asosida olingan natijalar	MKS, benzol bug'ida	MKS, suv bug'ida
Monoqavat sig'imi, α_m , mol/kg	0,443	1.733
Solishtirma yuzasi, S m ² /g	106.67	112.66
To'yinish adsorbsiyasi, α_s , mol/kg	2.212	7.9
Mikrog'ovaklar hajmi $W_0 \cdot 10^3$, m ³ /kg	0.121	0.091
Mezog'ovaklar hajmi $W_{me} \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,08	0.05
To'yinish hajmi $V_s \cdot 10^3$, m ³ /kg	0,196	0.142

18-jadval

Aerogel sellyulozasi benzol va suv bug'i adsorbsiyasi

BET tenglamasi asosida olingan natijalar	MKS, benzol bug'ida	MKS, suv bug'ida
Monoqavat sig'imi, α_m , mol/kg	0.093	1.439
Solishtirma yuzasi, S m ² /g	22.49	93.59
To'yinish adsorbsiyasi, α_s , mol/kg	0.622	5.75
Mikrog'ovaklar hajmi $W_0 \cdot 10^3$, m ³ /kg	0.028	0.07
Mezog'ovaklar hajmi $W_{me} \cdot 10^3$, m ³ /kg	0.03	0.03
To'yinish hajmi $V_s \cdot 10^3$, m ³ /kg	0.055	0.103

Namunalarning suv bug'i adsorbsiyasi bo'yicha qilingan natijalaridan shuni ko'rish mumkinki, qutbli molekulaning to'yinish adsorbsiyasi qutbsiz molekulanikiga nisbatan 9 marta yuqori.

Xulosa:

1. Sholi sellyulozasidan mikrokristallik sellyuloza sintez qilindi.
2. Sholi sellyuloza va MKS larini strukturasi o'rganildi.
3. Sholi sellyulozasi va sholi MKS namunalarini mikro va mezo g'ovaklari Mak – Ben – Bakra qurilmasi yordamida qutbli suv bug'i va qutbsiz benzol bug'i adsorbsiyalari o'rganildi.

Adabiyotlar

- [1]. Igamberdiev B.G., Adilxodjaev A.I. Izgotovlenie voloknistogo zapolnitelya iz risovoy solomy i izuchenie yego adgezivnykh svoystv // Universum: texnicheskie nauki: elektron. nauchn. jurn. 2020. № 6 (75). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9657> (data obraçeniya: 25.01.2023).
- [2]. Microcrystalline Cellulose (MCC) Market by Source Type and Application: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast 2018 –2025 / Allied Market Research. Portland, October 2018. –212 pp.
- [3]. Пуп Т. Решение инженерных задач на EVM. – М.: Mir, 1982,200s.
- [4]. Sigal L. An tmpirical method for estimating the degree of crystallinity of native cellulose using the X-ray diffractomter / L. Sagsl, J.J. Creely, A. E. Jr. Martin.
- [5]. Shipina O.T., Garaeva M.R., Aleksandrov A.A. ИК-спектроскопические issledovaniya sellyulozy iz travyanistyx rasteniy. J.Vestnik Kazanskogo texnologicheskogo universiteta, 2009.
- [6]. Bazarnova N.G. Методы issledovaniya drevesiny i yee proizvodnyx: Ucheb. posobie / N.G. Bazarnova i dr.: Pod red. N.G. Bazarnovoy. – Barnaul: Izd-vo Alt. gos. un-ta, 2002. – 160s.
- [7]. Malkin A.Ya., Chalyx A.Ye. Diffuziya i vyazkost polimerov. Методы izmereniya. М.: Ximiya. 1979. 301s.
- [8]. simermanis L. -X.B. Sorbsiya, strukturoobrazovanie, massoperenos (termodinamika vlajnego tela). – М.: Aleks, 2006.
- [9]. 9.Raxmonberdiev G'., Primqulov M. Qamish sellyulozasi texnologiyasi. Toshkent: "Tafakur" nashriyoti 2020. – 168 b.
- [10]. Kotelnikova N.Ye., Petropavlovskiy G.A., Pogodina T.Ye. Issledovanie struktury i xromatograficheskix svoystv mikrokristallicheskoy sellyulozy, poluchennoy iz drevesiny beryozy // Ximiya drevesiny. 1980. № 6. S 3 – 12.
- [11]. Ataxanov A.A. Poluchenie, struktura, svoystva i texnologiya proizvodstva xlopkovoy, mikrokristallicheskoy i nanotsellyulozy. Avtoreferat. Doktorskoy dissertatsii. Tashkent. 2016 g.
- [12]. Kocheva L.S., Karmanov A.P. Новые sposoby poluchenie MKS //Ximiya rostitelnogo сыруа. Выпуск №2. Kazan. 2014g. S.- 140.
- [13]. Momzyakova K.S., Deberdeev T.R., Vershinin M.S., Leksin V.V., Momzyakov A.A. // Ximiya rostitelnogo сыруа. Выпуск №3. Kazan. 2019g. S.- 15-21.
- [14]. Hamdamova D.Sh. Dorivor o'simliklardan farmasevtika maqsadlari uchun mikrokristallik sellyuloza olish texnologichsini ishlab chiqish. texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati. Tashkent. 2022 y.

МУСТАҚИЛЛИК ЙИЛЛАРИДА АЙРИМ АҚИДАПАРСТЛИК ҒОЯЛАРИНИНГ
КИРИБ КЕЛИШИ

И.М. Тўхтаров, мустақил тадқиқотчи Х.И. Тўхтаров

*Фарғона политехника институти
(Қабул қилинди 10.02.2025 й.)*

Аннотация. Мақолада мамлакатимиз мустақилликка эришган йилларда айрим ақидапарастлик ғоя ва қарашларининг кириб келиши ва уларнинг ижтимоий барқарорликка салбий таъсири рўй берган тарихий воқеа ва ҳодисалар мисолида батафсил баён этилган.

Калит сўзлар: дин ва жамият тараққиёти, Янги Ўзбекистон тараққиёти, тараққиётда дин омили, ақидапарастлик, ақидапарастлик оқимлари.

Аннотация. В статье изложены многие аспекты возникновения и распространения в годы независимости некоторых идей религиозного фундаментализма, на примерах исторических событий и явлений, происходивших тогда под их влиянием.

Ключевые слова: религия и общество, развитие Нового Узбекистана, религиозный фактор развития, религиозный фундаментализм, течения фундаментализма.

Annotation. The article describes many aspects of the emergence and spread of some ideas of religious fundamentalism in the years of independence, using examples of historical events and phenomena that took place then under their influence.

Keywords: religion and society, development of New Uzbekistan, religious factor of development, religious fundamentalism, fundamentalism movements.

Маълумки, диний эътиқод инсон эътиқоди таркибида унинг ажралмас қисми ҳисобланади ва шунинг учун бутун башарият тарихий тараққиёти давомида мунтазам равишда ҳамроҳлик қилиб келаётган муҳим ижтимоий онг шаклларида биридир. Шундай экан, жамият тараққиёти ва унинг маънавий-маданий такомиллашуви кўп ҳолларда ана шу муҳим омил таъсири билан узвий ва чамбарчас боғлиқ бўлиб келган. Шунинг учун, алоҳида таъкидлаш мумкинки, халқлар ва давлатлар тараққиёти барча даврларда кўп жиҳатдан муайян диний қарашлар билан узвий боғлиқ бўлиб келганлиги учун ҳар қандай даврда шаклланадиган маданият заминиди, шубҳасиз, муайян диний дунёқараш ҳам туради.

Бошқачароқ қилиб айтганда, дин ва диний дунёқараш ҳар биримиз учун муайян даражадаги турмуш ва ҳаёт тарзи ҳамдир. Шундай экан, одамлар фақат "...Ислом қонун-қоидаларига тўла риоя қилганликлари учун мусулмон деб аталмайди, балки улар Ислом тарқалган давлатларда туғилиб ўсганликлари, ўша мамлакатларнинг маданий ва тарихий ўтмиши Ислом билан боғланганлиги, оилавий ва ижтимоий ҳаётда юз бераётган кўплаб воқеалар Ислом диний қонун-қоидалари асосида олиб борилиши туфайли мусулмон деб аталади" [1]. Агар шундай дейиш жоиз бўлса, барчамиз муайян дин ёрдамида дунёга келамиз, унга хос аҳкомлар ичра умргузаронлик қиламиз ва вақти-соати етганда яна шу дин ёрдамида бандаликни бажо келтириб, ўткинчи дунёни тарк этамиз. Бу эса ҳеч бир инсон ўз ҳаётини динсиз тасаввур эта олмаслигининг ёрқин ифодасидир.

Шундай экан, мазкур тамойил билан ҳисоблашмаслик ижтимоий турмушни ташкил этиш ва бошқаришда демократик қадриятларга риоя этмасликни ва бунинг оқибатида жамият ҳаёти ва тараққиётида айрим нохуш ҳолатларнинг юзага келиши мумкинлигини муқаррарлигини ҳам англатади. Собик иттифоқ тузуми даврида диний эътиқодга нисбатан "ўғай" муносабатда бўлиш оқибатида юзага келган мураккаб вазиятлар фикримизни яққол тасдиқлаши мумкин. Чунки бу даврда диний эътиқоддан воз кечиб коммунистик мафкура эътиқодини зўравонлик билан одамлар онгига тиқиштириш учун мажбур қилинди. Тузум ва тизим айби билан ҳаётга тадбиқ этилган ноинсоний ўч олишлар, турли шафқатсиз таъқиб ва таъқиқларга қарши курашиш учун эса диний эътиқоди бутун одамларнинг журъати етмади. Бунинг ўрнига одамларнинг онги ва эътиқодида диний эътиқодга ўрин бўлмаган динсиз

жамият куриш ғоялари тинмай тарғиб қилинди. Натижада умуминсоний этикодининг шаклланиш қонунларига зид бўлган бундай бошқарувга нисбатан норозилик ва ўзига хос исён сифатида кўпгина кишилар мамлакатни ташлаб чиқиб кетдилар.

Аслида, дахрийликни устивор ҳисоблаган коммунистик жамиятнинг инсон этикодини шакллантиришда диний омилнинг ролига барҳам бериш мақсади кўзланган натижани бермади, аксинча, ушбу омил пинҳона ва яширин фаолият йўлига ўтиб, мазкур сиёсийлашган жамиятга қарши бўлган жиддий муҳолифат кучларни юзага келтирди.

Бироқ инсон этикодининг тарихий тараққиёт жараёнлари шундан далолат берадики, "...узоқ даврлар худосизлик ғоялари тарғиб этилган мамлакатлар тараққиётида туб бурилишлар содир бўлган босқичларда, уларда йиллар давомида зўр бериб ташвиқот қилинган мафкуранинг асоссизлиги амалда ўз исботини топган пайтларда, бунинг натижасида жамият ҳаётида мафкуравий бўшлиқ ҳолати вужудга келган даврларда, деярли барча жамиятларда мазкур бўшлиқни, одатда, муайян диний дунёқарашга таянган ғоявий оқимлар эгаллаши учун қулай имконият туғилади" [2]. Ушбу ҳолатни Ўзбекистон тараққиётининг мустақиллик йиллари даври тажрибаси мисолида ҳам кўришимиз мумкин.

Маълумки, инсон этикодида дунёнинг ўзига хос манзараси шаклланишида бир қанча омиллар қаторида диний қадриятлар таъсирининг роли ҳам жуда катта. Бироқ собиқ иттифок тузуми даврида инсон дунёқарашининг шаклланишида диний омилнинг ролига очикдан очик тажовузкор муносабатда бўлиниши оқибатида ўсиб келаётган ёшлар этикодини шакллантириш жараёнларида динлар тарихи, пайғамбарлар тарихи, исломдаги турлича оқимлар ва уларнинг моҳияти, суннийликдаги тўрт мазҳаб қабилар тўғрисида ёш авлод вакиллариغا етарли даражада маълумотлар ўргатилмади. Дунёвийлик сиёсийлаштирилган ҳолда устивор деб ҳисобланган бу жамиятда инсон этикодининг таркибий қисми бўлган диний этикод омилнинг ролини атайлаб инкор этиш ёшларимиз этикодини маърифий кемтик ва хаста этиб шакллантирди.

Айни пайтда шуни ҳам алоҳида таъкидлаш ўринлики, исломгача Марказий Осиёда ўндан ортиқ диний этикод шакллари мавжуд бўлган бўлса-да, бироқ Ўзбекистон халқларининг қадимги тарихида дин омилли таъсирида этикодда мутаассиблик ва адоват, мазкур негизда биронта ҳам қирғинбарот урушлар юз бергани ҳақида ҳеч бир тарихий маълумот учрамайди. Бу эса, ўлкамизда қадим-қадимдан этикодда диний бағрикенглик барча авлод-аждодларимиз турмуш тарзида асосий тамойил бўлиб хизмат қилганлигидан далолат беради.

Бироқ кейинчалик бошқа динлардаги каби Ислонда ҳам айрим умумэтироф этилмаган оқим ва йўналишлар, мазҳаблар ва диний-сиёсий партиялар, гуруҳлар ва ташкилотларнинг пайдо бўлиши кишилар дунёқарашда ҳам баъзи ҳолларда турли ҳаётий муаммоларни ҳал этиш масалаларида кўплаб зиддиятлар, низо ва келишмовчиликлар акс этган ақидапарастлик қарашларининг қарор топишига олиб келди. Жамият ҳаётидаги мураккаб вазиятларда мурсага келиш, жамият манфаатларини устивор қўйиш, аҳолининг тинч-осойишта турмушини бузмаслик мақсадлари учун курашиш ўрнига ақидаларини ҳукмрон ҳисоблаш, фикрларини маъқуллаштириш учун зўр бериб уриниш ва бошқаларни ҳам, хоҳласа-хоҳламаса, ушбу фикрларни маъқуллашга мажбур қилиш охир-оқибатда диний ақидапарастлик ва экстремизмни авж олдирди. Ўз мақсадлари ва моҳияти билан давлат ва жамият манфаатларига зид бўлганлиги боис ақидапарастлик расмий равишда тегишли тарзда ва тегишли тартибда ҳукуматлар томонидан этироф этилмаганлиги учун уларнинг барчаси учун очик фаолият юритиш ҳамма давлатларда таъқиқлаб қўйилган. Афсуски, ўз қарашлари ва этиқодлари билан бевосита боғлиқ маълумотларни тарқатиш ва тарғиб қилиш ниятидаги расмий равишда этироф этилмаган бундай ақидапараст оқим ва мазҳаблар, диний-сиёсий партиялар ва гуруҳлар бугунги кунга қадар муайян даражада фаолият юритиб келишмоқда [3].

Ақидапарастликнинг мақсади асосан ёшлар этикодини эгаллаш, уларнинг онги ва шуурига ўзларининг реакцион ғоя ва қарашларини сингдиришдан иборат эканлиги этиборга лойиқдир. Буни бевосита ўз даврида мустақил Ўзбекистонда кечаётган янгиланиш

жараёнларининг ашаддий душманлари сифатида намоён бўлган Таблиғчилар, Ислом лашкарлари, Ваҳхобийлик, Хизбут-тахрир ал-исломия, Акримийлик, Нурчилар каби номлар билан кенг тарқалган ақидапарастлик оқимларининг айрим ёшларимиз онги ва эътиқодини ўзгартириш ниятида амалга оширган кўплаб ғаламис ниятдаги фаолиятлари мисолида кўришимиз мумкин. Аслида, булар бевосита Ўзбекистон ҳудудига кириб келишга улгурган оқимларнинг номлари, холос. Дунё микёсида олиб қаралса, уларнинг сафи анчагина кенгрок бўлиб, ас-Салафия, ал-Қоида, Жамоат ал-ихвон ал-муслимун, “Хамас”, “Хизбуллоҳ”, ИШИД сингари кўплаб диний экстремизм ғоя ва қарашлари билан қуролланган ақидапараст оқим ва ташкилотлар ҳам борки, жуда катта таъсир кучига эга бўлганлиги боис жаҳон бўйлаб минглаб ёшларнинг онгига таъсир этиб, уларни йўлдан уриш орқали ўзларининг тор доирадаги мақсадларига эришишда даҳшатли оқибатларга сабабчи бўлдилар.

Хусусан, мустақиллигимизнинг дастлабки даврларида турли йўллар билан мамлакатимиз ҳудудига суқилиб киришга муваффақ бўлган юқорида қайд этилган ақидапарастлик оқимлари ҳам ёшларимиз эътиқодини йўлдан уришда жуда “катта ишлар”ни амалга оширганликлари ҳозиргача кўпчиликнинг кўз ўнгида турибди. Улардан баъзилари ҳақида тўхталиб ўтиш, ўйлаймизки, агрессив ва реакцион руҳдаги диний ақидапарастликнинг ёшлар эътиқодини ўзгартиришда қандай салбий таъсир кучига эга эканлиги тўғрисида кенгрок ва аниқ-равшан тасаввур ҳосил қилиш имконини беради.

Ақидапарастлик ғоялари кетидан боришда, бизнингча, Ваҳхобийлик ва Хизбут-тахрир ал-исломий оқимлари алоҳида ўрин тутати. Уларнинг асосий иддаоиси жамият ҳаётини исломлаштириш, ижтимоий ҳаётнинг шариат қонун ва қоидалари асосида бошқарилишига эришиш, бунинг учун амалдаги конституцион тузумни ағдариб, унинг ўрнига жиход йўли билан Ислом давлатини барпо этиш ва халифалик тузумини қайтадан ўрнатишдан иборат. Баъзи ақидалар боис Хизбут-тахрирдан ажралиб чиққан Акримийлик оқими ҳам умуман олганда ана шу ғоя учун курашади. Фақат улар ўз мақсадларига эришишда биров бошқача йўллар ва воситаларни тавсия этишади, холос. Жумладан, ваҳхобийлик оқими тарафдорлари фикрига кўра, замонавий давлатлар ва тузумлар айби билан ислом дини бугунги кунда турли хурофий тушунча ва қарашлар ҳисобига бузилиб кетган. Шунинг учун улар мусулмонларнинг бугунги кундаги асосий вазифаси замонавий ислом динини ислоҳ қилиб, уни илк ҳолатига қайтаришдан иборат, деб ҳисоблашади. Бунинг учун эса замонавий ислом таълимотида чуқур ислоҳни амалга ошириш зарур ва уни хурофот унсурларидан тозалаш зарур. Ислом динини ана шу аҳволга олиб келган давлатларни эса ислом давлати билан ўзгартириш зарур.

Ўзбекчада “Ислом озошлик партияси” деб таржима қилинадиган “Хизбут-тахрир ал-исломия” партиясининг асосий ғояси ҳам мазмунан юқоридаги қараш билан туташ саналади. Таниқли исломшунос олим А. Тулеповнинг гувоҳлик беришича, ушбу ақидапарастлик оқимининг асл мақсади “...исломни ҳаёт майдонида, давлат ишларида ва жамиятда татбиқ қилишни ўз ўрнига қайтариш ҳамда исломни бутун оламга Рисолат сифатида даъват ва жиход йўли орқали ёйиш” бўлиб, бутун мусулмон дунёсида ягона Ислом давлатини барпо этиш ва унда халифалик тузумини ўрнатишдан иборатдир [3].

“Хизбут-тахрир ал-исломия” ўтган асрнинг 50-йилларида Яқин Шарқда ташкил топган бўлиб, 90-йилларнинг ўрталарида Ўзбекистонга ҳам кириб келишга муваффақ бўлди. Бунда мустақиллик туфайли тараққиётимизда туб ўзгаришларни амалга ошириш жараёнларига киришилган чоғларда муайян бир муддат аҳолининг маълум қисми онги ва дунёқарашида рўй берган ғоявий бўшлиқни ўзларининг ёт ва зарарли ғоялари билан тўлдириш имкониятининг юзага келиши ақидапараст кучлар учун жуда қўл келганлигини алоҳида таъкидлаш зарур. Хизбут-тахрир ҳам ўша йилларда ана шундай қисмат туфайл и “ташриф буюриб”, юртдошларимиз ҳисобига ўз сафларини тўлдириш ва ўзлари кўзлаган мақсадларга эришиш йўллари, босқичлари ва воситалари батафсил ифода этилган жуда кўплаб услубий қўлланмаларини, ҳаттоки, ҳар ойда чиқадиган “Ал-Ваъй” (“Он”) номли журналининг кўплаб сонларини ҳам дунёнинг кўпгина тилларига, жумладан, ўзбек тилига ҳам таржима эттириб, тарқатиш билан мунтазам равишда шуғуллиш учун фаол ишга киришдилар.

Афсуски, мазкур манбаларда дунё цивилизацияси ва маданий тараққиёт тамойиллари, инсон ҳуқуқ ва эркинликлари, демократик қадриятлар, қонуний сайловлар, конституция ва сиёсий институтлар бутунлай инкор этилган ҳолда радикал ислом ғоялари тарғиб этилиб, “мусулмон бўлмаган ҳукуматларга қарши қуролли жиҳод эълон қилиш” зарурлиги ҳақидаги ақидапараст ғоя ва қарашлар даъват қилинди. “Уларнинг даъвосича, “ягона халифалик давлати”ни тиклаш исломдаги муҳим фарз амаллардан ҳисобланиб, уч кундан ортиқ мусулмонларнинг халифасиз яшашлари ҳаромдир” [3]. Маълумотларга кўра эса, ер юзида охирги халифалик тузумига 1924 йилда Мустафо Отатурк томонидан барҳам берилган. Шундай экан, қарийб бир асрдан ортиқ даврдан буён бутун мусулмон дунёси халифалик тузумисиз “ҳаром” яшаб келмоқда экан.

Хизбучиларнинг бундай қатъий даъволари, аслида, ўз ақидаларини фуқаролар онгига кескин ва айни пайтда нозик йўллар билан таъсир этиб, эътиқодига айлантириш ниятидаги усул ва воситалардан бошқа нарса эмас. Аммо ҳеч қачон унутмаслик лозимки, исломда нафақат халифасиз яшаш, балки бирон бир нарса ёки ишни ҳаром дея ҳукм чиқариш ҳуқуқи ҳеч қандай партия ёки уюшмага берилмаган. Ҳолбуки, шариат қоидаларига кўра фарз деб шубҳаланиш жоиз бўлмаган намоз, рўза, закот, ҳаж кабиларнинг барчаси мусулмонлар учун Аллоҳнинг амри деб ҳисобланади.

Афсуски, диний онги ва тушунчалари саёз, дунёвий илм ва билимлари нобутун бўлган қанчадан-қанча ёшларимиз мазкур ақидапарастлик оқимларининг пуч ғоялари таъсирида заҳарланиб 1999 йил 16 февраль воқеалари, 2005 йил 13-15 май кунги Андижон воқеалари, Сурхондарё вилоятининг Сариосиё, Қирғиз Республикасининг Боткен вилояти орқали боситириб киришга уринган жангари тўдалар сафида амалга оширилган хунрезликларнинг иштирокчиларига айланиб қолишди.

Кўриниб турибдики, юқорида санаб ўтилган ақидапараст оқимларнинг юртимиз ҳудудига кириб келиши ва тарқалиши диний омилдан асосан ёшлар эътиқодини тубдан ўзгартиришда фойдаланиш мақсадида жуда қўл келди. Бунда ақидапарастлик оқимининг энг хавфли жиҳати унинг фаолиятининг эртаими-кечми, барибир террор йўли билан кесишиш эҳтимоллигининг юқори эканлигидир. Кейинги ўн йилликлар мобайнида кўпгина дунё халқлари ва давлатлари тараққиётида содир этилган даҳшатли портлатишлар, суиқасдлар сингари қўпоровчилик ва террористик ҳаракатлар, жиҳод эълон қилиш ва давлат тўнтаришини амалга ошириш учун уринишлар, фуқаролар урушини келтириб чиқариш мақсадидаги амалиётлар, мамлакатлар иқтисодиётини издан чиқариш, беҳисоб вайронагарчиликларни келтириб чиқариш, бегуноҳ инсонларнинг ўлимига сабабчи бўлиш каби “тажрибалар” фикримизга яққол далилдир.

Хизбут-таҳрир ал-исломий оқимидан ажралиб чиққан Акромийлик ҳаракати хизбучиларга хос ақидапарастлик тажрибасини янада такомиллаштириш учун ҳаракат қилди. Бунда ушбу оқимнинг етакчиси томонидан 1992 йилда тайёрланган 12 дарсдан иборат “Иймонга йўл” номли рисола ўзига хос ҳаракат дастури вазифасини бажарди. Унда Ислом давлатини ўрнатиш жараёни “сирли” ёки махфийдан бошланиб, “моддий” ва “иқтисодий” даврга кўтарилиш орқали “маънавий” тайёрлаш ва тарбиялашдан “узвий майдон”да синаш ёрдамида ҳаракат пешволарининг топшириқларини сўзсиз бажарадиган ва сўнгги “тўнтариш босқичи” (бу босқични акромийлар томонидан “охират босқичи” деб ҳам аталади)да амалдаги конституциявий тузумни ўзгартиришга фаол киришиш омилларига таянадиган 5 та босқичдан иборат бўлиши назарий жиҳатдан асослаб берилган. Бунда мазкур кураш босқичлари акромийлик ҳаракати вакилларининг ақидасига кўра ўта махфий, сир сақланган ҳолда, муайян кетма-кетликка қатъий риоя қилган ҳолда амалга оширилиши кўзда тутилган бўлиб, пировард оқибатда мусулмонлар эътиқодини, биринчи навбатда, ёшлар эътиқодини кескин ўзгартиришга томон йўналтирилганлиги билан эътиборга лойиқдир.

Юқоридагилардан маълум бўладики, мустақиллик йилларида жамиятимиз ҳаётидаги янгиланишларнинг муайян бир даврида ёшларимизни ана шундай ақидапарастлик ғоя ва қарашлари хавфи ва хуружидан ишончли ҳимоя қилиш, уларнинг онги ва эътиқодини моҳиятан истиқлолимиз идеалларига садоқат руҳида шакллантиришдан иборат жуда долзарб

вазифалар юзага келди. Бундай вазифаларни ҳал этишда республикаимиз биринчи президенти И. Каримовнинг 2006 йил 25 август кунги “Миллий ғоя тарғиботи ва Маънавий-маърифий ишлар самарадорлигини ошириш тўғрисида”ги 451-сонли қарори жамиятимиз ҳаётини издан чиқариш, ёшларимиз эътиқодини ўзлариники этиб олишга бел боғлаган юқорида қайд этилган ақидапарастлик оқимларига қарши курашда катта аҳамиятга эга бўлганлигини алоҳида таъкидлаш керак. Бу борадаги ишларни тубдан ўзгартириш мақсадидаги тегишли тузилмалар фаолиятида таркибий ўзгаришларни амалга ошириш билан бирга ёшлар эътиқодини давр талабларига мос бўлган мазмун ва моҳият касб этиш борасидаги йўналишларни янада самарадорроқ ташкил қилиш, чора-тадбирларнинг ранг-баранглиги билан бирга таъсирчанлигини оширишга эътиборни кучайтириш ҳозирги даврдаги ақидапарастликка қарши курашнинг ҳам асосий маъно-мазмунини ташкил қилади. Зотан, ақидапарастлик бугунги кун маънавий ҳаётида ҳам ўзининг таъсир кучини йўқотган эмас.

Ваҳоланки, бугунги мураккаб замон ва маконда ана шундай ақидапараст кучлар ҳамон ҳаётимизда яшаб қолиш чораларини излашаётган экан, янгилашиш жараёнлари жамиятимиз тараққиётининг истиқболдаги янги марраларига эришишнинг асосий йўли этиб белгилаб олинган ҳозирги даврда

тараққиётга тўсиқ бўлаётган бундай реакцион оқим ва ҳаракатларнинг мақсад ва муддаоларини мунтазам равишда тадқиқ этиб бориш ёрдамида улардан ҳимояланиш чораларини кўриш жуда муҳимдир.

Адабиётлар:

- [1]. Ҳожи Исмаилов Абдуллоҳ. Марказий Осиёда Ислом маданияти. Т.: “Шарқ”, 2005.
- [2]. Ислом: бағрикенглик ва мутаассиблик. Тошкент, 1998.
- [3]. Тулепов А. Ислом ва ақидапараст оқимлар. Тошкент, “Шарқ” нашриёти. 2013.
- [4]. Тўхтаров И. Диний ақидапарастликка қарши кураш миллий ғоя тарғиботининг долзарб йўналишидир. - “Миллий ғоя тарғиботи технологиялари: назарий ва амалий масалалар”. Илмий мақолалар тўплами. Тошкент, 2015.
- [5]. Тўхтаров И. Кибермаконда дин ва ахборот истеъмоли маданияти. - Сборник материалов 1-международной конференции. 4-том. Фергана, 2019 (24-25 мая).

ЗАНГЛАГАН КОНСТРУКТИВ УСКУНАЛАРНИ ТОЗАЛОВЧИ ВА КЕЙИНГИ
ЗАНГЛАШДАН ҲИМОЯЛОВЧИ ТАРКИБЛАР ОЛИШ ИМКОНИАТЛАРИ

М.Ж. Жуманиязов, С.Г. Сапаева

Урганч давлат университети, e.mail: ximtex@ramber.ru
(Қабул қилинди 18.01. 2025 й.)

Мақолада маҳаллий хомашёлар асосида зангни тозаловчи воситаларнинг янги авлодини олиш бўйича илмий тадқиқот натижалари келтирилган. Изланишларга кўра энг яхши натижага фосфат лимон ва аскорбин кислоталаридан иборат композицияга $K_2Cr_2O_7$ ҳамда $ZnSO_4$ ларни қиритиш орқали эришилди. Яратилган оптимал воситанинг зангни тозалаш самарадорлиги юқорилиги (97,7%), зангни тозалашдан кейинги ҳимоялаш даражаси (95,5%) ошганлиги илмий асосланди.

Калим сўзлар: зангдан тозалаш, калий бихромат, рух сульфат, ҳимоя самарадорлиги.

В статье представлены результаты научных исследований по получению средств для удаления ржавчины нового поколения на основе местного сырья. Согласно исследованиям, наилучший результат был достигнут при добавлении в состав лимонной кислоты и аскорбиновой кислоты $K_2Cr_2O_7$ и $ZnSO_4$. Научно доказано, что созданный оптимальный состав обладает высокой эффективностью удаления ржавчины (97,7%), повышенным уровнем защиты после удаления ржавчины (95,5%).

Ключевые слова: очистка ржавчины, бихромат калия, сульфат цинка, эффективность защиты.

The article presents the results of scientific research on obtaining a new generation of rust removers based on local raw materials. According to research, the best result was achieved by adding $K_2Cr_2O_7$ and $ZnSO_4$ to the composition of citric acid and ascorbic acid. It was scientifically proven that the created optimal tool has a high rust removal efficiency (97.7%), increased protection level after rust removal (95.5%).

Key words: rust cleaning, potassium bichromate, zinc sulfate, protection efficiency.

Кириш. Металлургия тизимларидаги барча иншоотларнинг ишончли ва узок муддатда хизмат қилиш самарадорлигини ошириш, агрессив муҳитларга чидамлилигини кучайтириш масалалари доимо муҳим вазифа бўлиб қолмоқда. Дунё амалиётидан маълумки, металллар кўпинча лойиҳада белгиланган хизмат муддатидан анча олдин яроқсиз ҳолатга келади. Айни пайтда, бу тузилмаларнинг ишончилиги ва чидамлилиги фақат ишлатиладиган ҳимоя воситаларининг самарадорлиги билан белгиланади.

Ҳозирги кунда саноати жадал ривожланиб бораётган мамлакатлар иқтисодиётининг турли тармоқларида металллар коррозиясининг олдини олиш борасида кўплаб илмий тадқиқотлар олиб борилаётган бўлишига қарамасдан бу масала бугунгача тўлалича ҳал қилинмаган муаммолардан биридир.

Пўлат намуналарни юзасидаги ҳосил бўлган коррозия қодиқларидан тозаловчи таркиблар яратиш борасида кўплаб илмий тадқиқотлар олиб борилган. Уларнинг аксарияти фосфат кислотаси, фурфурол, спирт, гидролиз лигнин ва уротропин асосида синтез қилинган [1-2]. Фосфат қобиқлар ҳосил бўлиши учун эритмада фосфат кислота концентрацияси оптимал бўлиши зарур. Фосфат кислота концентрацияси юқори бўлган ҳолларда зангни тозалаш билан бир қаторда метал металлнинг ҳам эриши кузатилади [3].

Тадқиқот методикаси. Хом ашё ва тайёр маҳсулотларнинг анализларини қилишда замонавий физик-кимёвий усулларида фойдаланилди. Тайёр маҳсулотларнинг синовлари давлатлараро стандарт ГОСТ 9.905-82 олиб борилди [4]. Яратилган композицияларнинг зангларни тозалаш даражалари ГОСТ 9.402-2004га мувофиқ синаш синалди [4].

Тадқиқот натижалари. Ҳавола қилинаётган ушбу мақолада турли агрессив муҳитларда занглаган юзани тезкор тозаловчи ҳамда юқорида қайд қилинган камчиликлардан холи бўлган воситаларнинг янги авлодини яратиш борасидаги тадқиқотлар натижалари келтирилган. Ушбу илмий ишда дастлабки хом ашёлар сифатида H_3PO_4 ,

$C_6H_8O_7$, $K_2Cr_2O_7$ ва $ZnSO_4$ лар ишлатилди. Дастлаб, концентрацияси 22% бўлган H_3PO_4 эритмаси таркибига умумий массага нисбатан лимон кислотаси 2,0%, $K_2Cr_2O_7$ 1-5 % ва $ZnSO_4$ 1-5 % миқдорлари киритилиб, тайёрланган композициянинг зангни тозалаш самараси ўрганилди. Синовлар ISO 8501-1:2007 талабларига мос равишда олиб борилди [6], яъни А, В, С ва D даражада занглаган Ст 3 маркали пўлатлар танланиб, композициянинг зангни ювиши ГОСТ 9.402-2004 талаблари бўйича «сирт тозалиги шаблони» (ГОСТ 9.402-2004га мувофиқ) ёрдамида аниқланди. Тайёрланган таркиб синовларнинг 10 минут давомийлигида А даражада занглаган метал юзаларни -99% (ASa3), В даражадаги занглаган юзаларни - 98% (BSa2,5), С даражадаги занглаган юзаларни -96% (CSa2,5) ва D даражадаги занглаган юзаларни - 82% (DSa2) даражагача тозалашга эришди.

Кейинги тадқиқодларда олинган таркибнинг зангни ювиш хоссалари билан бир вақтда тозаланган юзада зангга қарши қопламалар ҳосил бўлишига калий бихромат ва рух сульфатларнинг таъсирини ўргандик. Таркибга умумий массага нисбатан бирин-кетин 1-5% миқдорида калий бихромат ва шунча миқдорда рух сульфатларни киритиб синовлар ўтказдик. Синовлар хона ҳароратида (25 °С) 24 соат давомида 3% ли NaCl эритмасида олиб борилди. Натижалари қуйидаги жадвалда келтирилди.

Жадвал

**Олинган композициянинг зангдан ҳимоялаш самарадорлигини аниқлаш
натижалари**

№	H_3PO_4 , %	$C_6H_8O_7$, %	$K_2Cr_2O_7$, %	$ZnSO_4$, %	Зангли металл массаси (M_0), г	Ишловдан кейинги массаси (M_1), г	Масса йўқотиш (Δm),г	Коррозия тезлиги, (V), г/см ²	Ҳимоя самараси, %
1	22	2	1,0	-	3,14	2,826	0,305	0,00942	90,3
			2,0	-	3,21	2,889	0,294	0,00963	90,8
			3,0	-	3,45	3,105	0,289	0,01035	91,6
			4,0	-	3,52	3,168	0,268	0,01056	92,4
			5,0	-	4,19	3,771	0,293	0,01257	93,0
2	22	2	-	1,0	3,25	2,955	0,295	0,00985	90,9
			-	2,0	3,44	3,155	0,285	0,01052	91,7
			-	3,0	3,28	3,034	0,246	0,01011	92,5
			-	4,0	3,67	3,424	0,264	0,01141	93,2
			-	5,0	2,30	2,157	0,143	0,00719	93,8
3	22	2	1,0	1,0	2,23	2,103	0,127	0,00701	94,3
			2,0	2,0	2,42	2,297	0,123	0,00766	94,9
			3,0	3,0	2,81	2,678	0,132	0,00891	95,3
			4,0	4,0	2,34	2,235	0,105	0,00745	95,5
			5,0	5,0	2,20	2,108	0,092	0,00703	95,8

Юқоридаги жадвал натижаларига кўра, 22,0 % ли фосфат кислотага, 2,0 % ли лимон кислота, 5,0 % ли калий бихромат қўшилгандаги таркибнинг максимал занглашдан ҳимоя кўрсаткичига 93%, 5,0 % ли рух сульфат қўшилганда 93,8%лик ҳимоя кўрсаткичига эришилган. Таркибга ҳар иккиласидан 5%дан киритилганда коррозиядан ҳимоялаш самараси 95,8%га кўтарилган.

Тадқиқодлар натижаларидан кўриниб турибдики, таркибга киритилган калий бихромат ва рух сульфатларнинг занги ювилган юзаларнинг қайта коррозияланишга қарши

самарасини оширади. Алоҳида тақидлаш лозимки, ҳар бирини алоҳида ишлатилганга нисбатан бу кўрсаткич юқори эканлигини, синергизм ходиса содир бўлганлиги кузатилди.

Яратилган зангни тез ювувчи воситалар турли коррозия маҳсулотлари ва коррозияланган металлларнинг сиртларидаги коррозия қолдиқларини кимёвий тозалаш ва химоялашга мўлжалланган. Ушбу восита таъсирида металл сиртида водород сульфидли, кислотали, ишқорли, сувли-тузли ва бошқа агрессив муҳитларнинг узоқ муддатли таъсирига бардошли коррозияга қарши қоплама ҳосил бўлади.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, фосфат ва лимон кислотаси асосида яратилган янги турдаги воситанинг металл зангини тозалаш самарадорлиги А типдаги зангланган юзаларда тозалаш самараси 99%ни, В типдагиларда 96%, С типдагиларда 92%ни ва D типдагиларда эса 88%ни ташкил қилгани илмий асосланди. Тадқиқотлардан маълум бўлдики, таркибга калий бихромат ва рух сульфатлар киритилиши натижасида зангдан тозаланган юзаларнинг коррозияга қаршилиги кучаяди ва химоя даражаси 95,8%гача ошади.

Адабиётлар

- [1]. Курамбаев Ш.Р., Жуманиязов М.Ж. Коррозияланган юзалар учун модификаторлар олиш имкониятлари // Журн. Композицион материаллар» №2. Ўзбекистон. 2019 . Б.119-122 (02.00.00 № 4)
- [2]. Курамбаев Ш.Р., Жуманиязов М.Ж., Ибрагимова Н.М. Новый антикоррозионный состав для ускоренного фосфатирования // Журнал Химическая промышленность. - Санкт Петербург, 2017. -№5. - С80-83. (02.00.00 № 21)
- [3]. Фузайлова Ф. Н., Гуро В.П, Дадаходжаев А.Т,М.А. Ибрагимова Импорт аналоглариганисбатан юқори самарадорли углеродли пўлатни кимёвий фосфатли эритмаларни ишлаб чиқиш – Ўзбекистон кимё журналы – 2020 №6 Б.20-25.
- [4]. ГОСТ 9.905-82. Единая система защиты от коррозии и старения. Методы коррозионных испытаний. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.4с.
- [5]. ГОСТ 9.402-2004. Покрывтия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию. М.: ИПК Издательство стандартов, 2006. 24 с.
- [6]. ISO 8501-1:2007. Стандарты удаления ржавчины и очистки металлоконструкций. Степень очистки. Стандарты ISO. Международный стандарт, 2007, 5 с.

ПЛАСТИК ДЕФОРМАЦИЯЛАШДА СИРПАНИШ ЧИЗИҚЛАРИ УСУЛИ ОРҚАЛИ ИШҚАЛАНИШ КУЧЛАРИНИ ТАДҚИҚОТ ҚИЛИШ

Ш.Ш. Ахмадалиев

Тошкент давлат техника университети

19shaxrux91@mail.ru

(Қабул қилинди 22.02.2025 й.)

Аннотация: Мақолада штамплашнинг асосий схемалари учун ишқаланиш контакт кучлари майдонлари, металлнинг оқиш характери ва сирпаниш чизиқлари тўрини қуришда турли хил методикалардан фойдаланиш зарурлиги кўриб чиқилган. Турли хил заготовкларни чўктиришдаги ва турли боёқлар билан думалоқ заготовкани чўктиришдаги кучлар йўналиши кўрсатилган.

Калит сўзлар: сирпаниш чизиқлари усули, ишқаланиш, боёк, металл оқими, куч, болғалаш, сирпаниш чизиқлари тўри, ишқаланиш майдони.

Аннотация: В статье рассмотрены поля контактных сил трения для основных схем штамповки, характер течения металла и необходимость применения различных методик построения сетки линий скольжения. Показаны направления сил при осадке различных заготовок, а также круглых заготовок различными бойками.

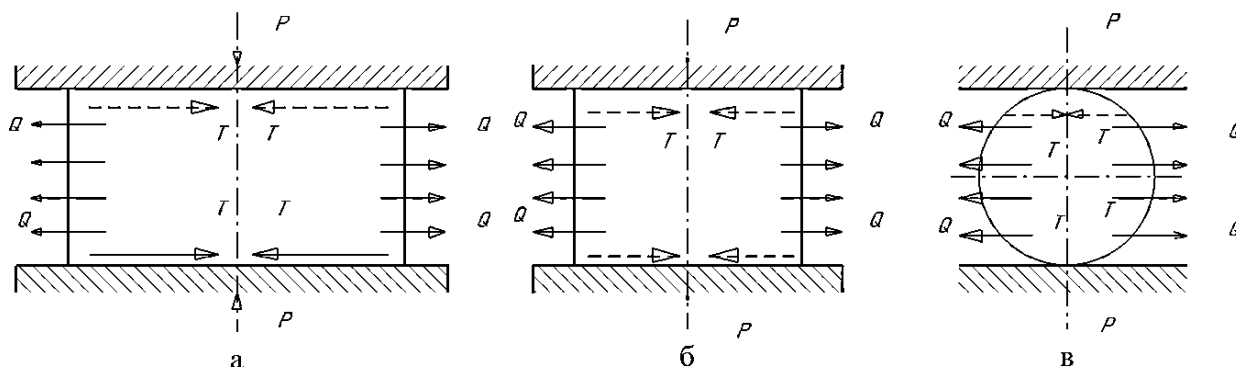
Ключевые слова: метод линий скольжения, трение, баёк, течение металла, сила, ковка, сетка линий скольжения, поле трения.

Annotation: The article discusses the fields of contact friction forces for the main stamping schemes, the nature of metal flow and the need to use various techniques for constructing a grid of sliding lines. The directions of forces during upsetting of various workpieces, as well as round workpieces with various strikers, are shown.

Key words: the method of slip line, friction, baizes', metal current, forging, grid of sliding lines, friction field.

Кириш

Металларга босим билан ишлоав бериш соҳасида деформация жараёнида металлни қайси томонга оқиши, қайси соҳа биринчи бўлиб тўлиши, қайси соҳаларга металлнинг етиб бормаслигини олдин айтиб бера олишнинг мураккаб масала ҳисобланади. Деформация тезлиги ва ҳарорати, деформация ўчоғи, мойлаш моддалари ва ишқаланиш каби омиллар маҳсулотнинг сифатли ишлаб чиқарилишида катта рол ўйнайди. Шу сабабли бу мақолада тўртбурчак, квадрат ва думалоқ шаклдаги заготовкани чўктиришда юзага келадиган ишқаланиш омили кўриб чиқилмоқда.

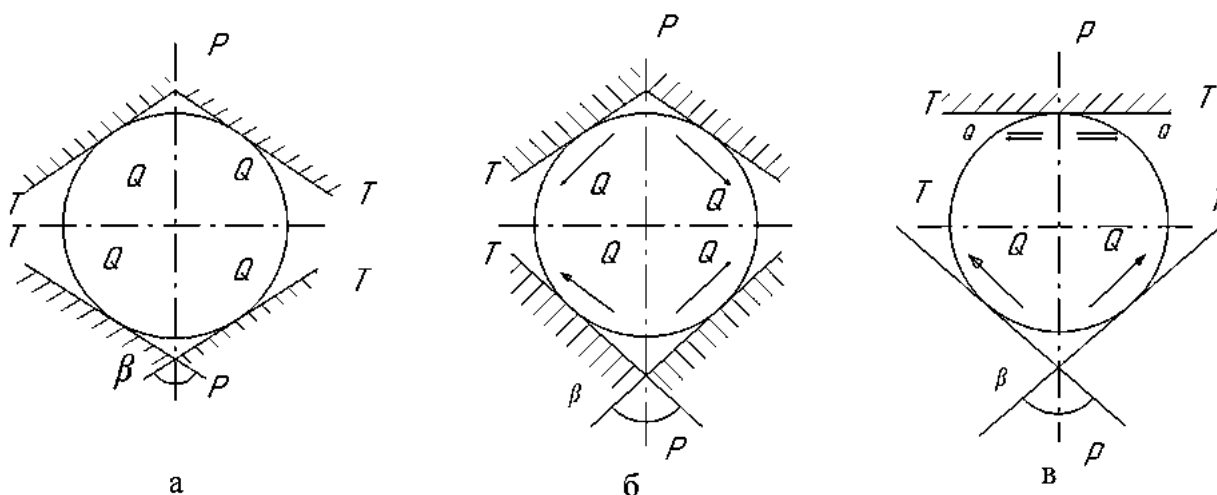


1 расм. Турли ҳил заготовкани чўктиришдаги кучлар йўналишлари.

Тўртбурчак (1 а расм), квадрат (б) ва думалоқ (в) заготовкани ясси боёқлар билан эркин чўктирганда юкланиш симметриклиги, заготовка шакл симметриклигини ва асбоб шаклини ҳар бир контакт юзада металлни сиқиб чиқарувчи Q иккита оқим аниқлаб беради. Албатта, бу оқимларга қарши кўрсатувчи куч майдонлари, яъни қарама – қарши T ишқаланиш кучи таъсир қилади. Чегаравий шартлар юкланиш ўқи P га ва контакт юзалари ўртасига симметрик ҳисобланади, ҳамда юқориғи ва пастки боёқларда ҳам бир хил бўлади.[1]

Ишқаланиш кучлари майдонининг сезиларли фарқи асбоб шакли ўзгарган вақтида кўзга ташланади, масалан ўйикли боёқлар билан сиқилганда. Бу ҳолатда албатта боёқлар ўйикларининг катталиги аҳамиятли ҳисобланади (2 расм). Ўқ бўйлаб чўзишдан ташқари, ўйик бурчаги β катта бўлган боёқларда сиқиш жараёни боёқлар орасидаги бўшлиққа ва ҳар бир боёқнинг ўйилган соҳасига металлнинг оқиши билан кузатилади. Ҳар бир боёқнинг контакт юзаларида иккитадан икки оқимли металлнинг оқиш схемалари пайдо бўлади. Бу схемалар билан бирга уларга қарши йўналган ишқаланиш кучлари ҳам пайдо бўлади (2 а расм). Боёқларнинг ўйик бурчаги β кичрайиши билан металлнинг боёқ ўйикларига оқиб киришига қаршилиқ ошади ва металлнинг оқиш схемаси деярли иккиоқимлига ўтади – металл асосан боёқлар орасидаги бўшлиққа оқади (2 б расм). Ишқаланишнинг контакт кучларининг тавсифи ҳам ўзгаради – улар заготовка металл оқимининг йўналишига мос бўлган йўналишда ҳам жадаллашади, бундан ташқари ҳар бир контакт юза учун бироқимли бўлиб қолади [2].

Асбоб шакли таъсири натижасидаги чегаравий шартларнинг ўзига хослиги комбинацияланган боёқларнинг болғалашдаги ҳолатларида ҳам кузатилади (2 в расм). Ҳам ясси ҳам ўйикли боёқлар тагида заготовка металл заготовка ўқи бўйлаб ва қисман боёқлар орасидаги бўшлиққа оқади. Бироқ юқориғи боёқнинг тагидаги пластик оқимларнинг ажралганлиги ва ишқаланиш кучларининг қаршилиги чегаравий шартларига пастки ўйикли боёқнинг контакт юзаларидаги чегаравий шартларига қараганда сезиларли даражада ўзгартириш киритади.



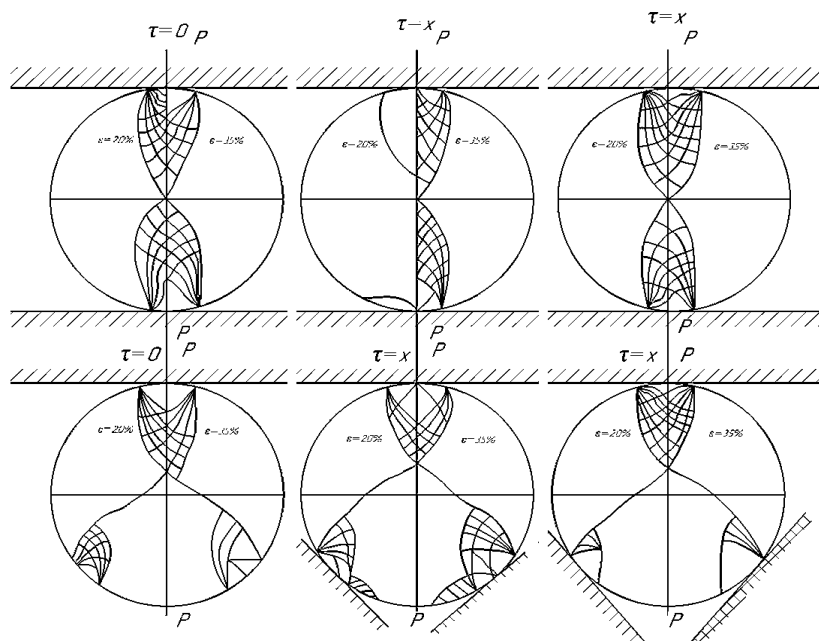
2 расм. Боёқларнинг турларига қараб ишқаланиш юзаларининг тавсифи ва металл оқимларининг йўналишлар.

1 а ва 1 в расмларни солиштирадиган бўлсак, хаттоки чегаравий шартлар мос тушадиган бўлса ҳам заготовканинг шакли сирпаниш чизиқлари майдонини қуриш методикасига сезиларли даражада ўзгартириш киритади.

Шунинг учун сирпаниш чизиқларининг тўрини қуришда қуйидагиларни аниқлаштириш керак бўлади: 1) контакт юзалар бўйича ишқаланиш кучлари майдонининг тавсифини ва металл пластик оқимини аниқлаш лозим бўлади; 2) Асбоб шакли ва заготовканинг куч юкланиш схемаси билан шартланувчи ишқаланиш кучларининг жадаллигини ва қаршилигини аниқлаш керак; 3) Заготовка ичига йўналган сирпаниш чизиқлари тўрининг йўналиши ва ривожланиш масаласини ечиш учун контакт юзалари кенгликлари нисбати ва заготовканинг баландлигини аниқлашимиз лозим бўлади.

Болғалашнинг асосий схемалари учун контакт ишқаланиш кучларининг майдонлари. Темирчилик ишлаб чиқаришда ясси ва комбинациялашган боёқлар билан тўртбурчак ва думалоқ заготовканини чўктириш ва чўзиш оддий ҳол ҳисобланади. Заготовка металл билан боёқнинг ўйиклиги тўлиши кузатиладиган ўйикли боёқлар билан болғалашдаги деформация даражаси чегаравий шартлар тавсифига кўра ясси плиталар билан болғалашга яқин ҳисобланади. Кантовкалаган холда, кичик сиқишлар билан болғалашда боёқнинг ўйиклиги охиригача тўлмайди ва ўйикли боёқлар билан болғалашдаги чегаравий шартларнинг ўзига ҳослиги сақланиб қолади. Заготовка ва асбоб орасида деформацияловчи қўйимлардан фойдаланиш чегаравий шартлар шартларига янги характер олиб келади; заготовка юзаларида контакт ишқаланиш жадаллашади, заготовка металлга қараганда қўйим материалнинг деформацияга кичиклигини кўзда тутсак, у холда металл боёқнинг ўйикли жойига оқиб кириш эҳтимоли ва ўйикли боёқ контакт юзаларида пластик оқимларнинг ажралиш ҳолати юзага келади.

Асбоб ва заготовка шакллариининг бир – бирига ўхшашлигига қарамай, чегаравий шартларнинг синфлари орасидаги фарқ сирпаниш чизиқлари тўрларини қуришда турли хил усулларида фойдаланишни талаб этади. Бундаш ташқари чегаравий шартларнинг бунчалик қисмларга бўлишнинг принципа сабаби – бу сирпаниш чизиқлари майдони тўрининг алоҳида қисмларини бир – бирига тўғри бириктиришдир (3 расм). Ўйикли боёқлар юзасида ишқаланиш контакт кучларининг йўналишини эътиборга олиш соҳавий сиқишларни ҳисоблашда ва ясси ва ўйикли боёқлар орасидаги контакт юзаларининг мувозанат тенгламаларини тузишда жуда муҳим ҳисобланади. Бундай ишқаланиш контакт кучларининг қўшимча ўзига ҳослиги заготовка металл пластик оқимларининг боёқларнинг ажралиш юзаси ва ўйикликларига нисбатан носимметриклигидир.



3-расм. Думалоқ заготовкларни деформациялашда сирпаниш чизиклари.

Адабиётлар

- [1]. Овчинников В.И. В сб.: Расчёты процессов пластического течения металлов. М., “Наука”, 2003
- [2]. Макушков Е.М., Матусевич А.С., Северденко В.П., Сегал В.М. Теоретические основыковки и горячей объёмной штамповки. Минск, “Наука и техника”, 2005

1. “Фарғона политехника институти Илмий – техника журналы” (“Научно – технический журнал ФерПИ”, “Scientific – Technical Journal FerPI”) саҳифаларида фундаментал ва техника фанлари соҳасида янги илмий натижаларга эга бўлган ва 50 % дан ортиқ қисми илгари эълон қилинмаган ўзбек, рус, инглиз тилларида тайёрланган мақола ва қисқа хабарлар қуйидаги бўлимлар бўйича чоп этилади: **физика-математика фанлари; механика; қурилиш; энергетика, электротехника, электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари; кимёвий технология ва экология; ижтимоий-иқтисодий фанлар; қисқа хабарлар.**

2. Мақола стандарт A4 ўлчамдаги оқ қоғознинг бир томонида чапдан 30 мм, ўнгдан 15 мм, юқоридан ва пастдан 20 мм кенгликда жой қолдириб, **Times New Roman** шрифтида, **12 pt** ўлчамда, қаторлар ораси **бир оралик** билан ёзилади ва икки нусхада тақдим қилинади. Мақолалар ҳажми чизмаларсиз **саккиз саҳифадан**, қисқа хабарлар эса **уч саҳифадан** ошмаслиги ва иккинчи нусхасида барча муаллифлар фамилияси, исми ва шарифларини кўрсатиб имзо чекишлари лозим.

3. Мақолага қуйидагилар илова қилинади: иш бажарилган **ташкilot йўлланмаси**; ўзбекча, русча ва инглизча **аннотациялар** (бир хил мазмунда ва 5-6 қатордан ошмаслиги зарур), **таянч сўзлар, мақола номлари; эксперт хулосаси; муаллифлар тўғрисида маълумот** (иш жойи, лавозими, телефони, e-mail). Муаллифлар орасида фан доктори бўлмаган тақдирда, шу соҳа ихтисослиги бўйича **фан докторининг тавсияси** тақдим этилади.

4. Формулалар компьютерда Word формулалар муҳаррирининг Math Type версиясида ёзилади. Чизмалар ва диаграммалар стандарт қоидаларга риоя қилинган ҳолда 10×10 см дан катта бўлмаган ўлчамда тайёрланиши, ёзувлар имкони борида сонлар ёки ҳарфлар кўринишида берилиши ва улар мақола саҳифасида ёки чизмага иловада тушунтирилиши лозим. Мақолада чизмалар сони **4 тагача**, қисқа хабарларда эса **2 тагача** рухсат этилади.

5. Мурожаат қилинган адабиётлар рўйхати мақола охирида қуйидаги тартибда келтирилади: муаллифнинг фамилияси, исми, шарифи, китоб (журнал)нинг номи, нашриёт (китоблар учун) йили, журнал номери, саҳифа (журнал учун). Мақола саҳифаларида адабиётларга илова рақам билан тартибли равишда квадрат қавс ичида (масалан [7] кўринишида) берилади.

6. Мақолани тайёрлашга ўта синчковлик ва ўткир диққат билан ёндошиш тавсия этилади. У илмий ва грамматик жиҳатдан юқори даражада талабчанлик билан илмий мақола мақомида таҳрирланган бўлиши лозим: саёз мазмундаги, ғализ ва узундан-узоқ жумлаларни ишлатмаслик; мақоланинг илмий йўналишига, шу куннинг ечилмаган ва долзарб муаммоларига баҳо берилиши; ишнинг асосий мақсади, қўйиладиган масалалар ва уларни ечиш услублари, олинган янги илмий натижалар ва уларнинг таҳлили ҳамда аниқ хулосалар катъий кетма-кетликда равон тилда баён қилиниши лозим.

7. Таҳририят зарурат бўлганда тақдим этилган мақола ва қисқа хабарларни таҳрир қилиш ҳуқуқига эга. Улар сўзсиз таҳририят аъзоларига ёки бошқа тегишли мутахассисларга тақризга берилади.

8. Агар мақола муаллифга қайта ишлаш учун қайтарилса, мақоланинг охирги кўриниши олинган кундан бошлаб мақола таҳририятга тушган ҳисобланади.

Журнални чоп этишда doc. MS Word 97 (2003) таҳририда ишловчи дастурлардан фойдаланилади.

Мақолаларини ўз вақтида чоп этилишини истаган муаллифлар таҳририятга ана шу дастурдан фойдаланган ҳолда компьютерда терилган электрон вариантини тақдим этишлари мақсадга мувофиқдир.

9. **Журналнинг электрон вариантларини ФерПИ веб-сайти <http://www.ferpi.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal) дан топиш мумкин.**

Кўрсатилган қоидalar асосида тайёрланмаган мақолалар таҳририят томонидан қабул қилинмайди.

1. На страницах «Научно-технического журнала ФерПИ» публикуются статьи и краткие сообщения в области фундаментальных и технических наук, содержащие новые или более 50 % ранее не опубликованные научные результаты, на узбекском, русском или английском языках по следующим разделам: **фундаментальные науки; механика; строительство; энергетика, электротехника, электронные устройства и информационные технологии; химическая технология и экология; социально-экономические науки; краткие сообщения.**

2. Статья представляется в двух экземплярах на белой бумаге стандартного формата А4 с полями: слева 30 мм, сверху и снизу по 20 мм, справа 1,5 мм; шрифт Times New Roman 12 pt, междустрочное расстояние один интервал. Общий объем статьи не должен превышать восьми страниц, не считая рисунков, кратких сообщений же не более трёх страниц. Второй экземпляр статьи представляется с подписями всех авторов.

3. К статье прилагаются: **направление учреждения**, в котором выполнена работа; **экспертное заключение** (для авторов из Республики Узбекистан); на узбекском, русском и английском языках **аннотация** (из 5-6 строк одинакового содержания), **ключевые слова, название статьи; сведения об авторах** (место работы, должность, телефон, e-mail). В случае отсутствия среди авторов доктора наук представляется рекомендация доктора наук в области этой специальности.

4. Для написания формул в тексте необходимо пользоваться редактором Word Math Type. Формулы нумеруются в сквозном порядке. Для обозначения физических, математических и химических величин, включая индексы, применяются исключительно латинские и греческие буквы. Нельзя обозначать различные величины одной и той же буквой. Подготовленные рисунки и диаграммы должны соответствовать стандартным требованиям и не превышать размеры более чем 10x10 см, надписи, индексы или буквенные обозначения, желательно указать и пояснить на страницах статьи или в приложениях к рисункам.

5. Список литературы представляется в конце статьи в следующем порядке: Ф.И.О. авторов, название книги (журнала), год издания (для книг), номер журнала, страницы (для журналов). На страницах статьи ссылки на цитируемую литературу представляются в порядке упоминания арабской цифрой в квадратных скобках, например: [1].

6. Внимательно относитесь к стилю своей статьи, который должен отвечать требованиям высокой степени редактирования, как в отношении научности, так и грамматики. Избегайте длинных фраз поверхностного содержания. Для лучшего восприятия большой статьи читателями рекомендуется разбить текст на разделы: например, 1. Введение, 2. Методика эксперимента, 3. Экспериментальные результаты, 4. Заключение. Следует обязательно указать основную цель работы, постановку задач, актуальность и современность проблемы, методы и способы решения, полученные новые научные результаты и их анализ, а также конкретные выводы.

7. Представленные в редакцию статьи направляются для рецензирования членам редакции или другим соответствующим специалистам. Определяются, соответствует ли статья тематике журнала, есть ли в ней четко сформулированные новые научные результаты, достаточно ли надёжно обоснованы выводы, понятно ли изложен материал. При необходимости статья может быть отредактирована.

8. В случае возврата статьи авторам для доработки срок её поступления в редакцию, считается со дня поступления последнего её варианта.

При печати материалов журнала применяется текстовый редактор doc.MS Word 97 (2003). Для своевременного опубликования статьи, авторам необходимо представить электронный вариант статьи, набранный на компьютере с использованием указанной программы.

9. Электронные версии журнала доступны на веб-сайте ФерПИ <http://www.ferpi.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

Статьи, не оформленные согласно вышеуказанным правилам, редакцией не принимаются.

INFORMATION TO THE AUTHORS !

1. On pages “Scientific – Technical Journal Fer.PI” are published articles and short messages in the field of the fundamental and technical science, containing new or more than 50% earlier not published scientific results, in Uzbek, Russian or English languages according to the following sections: fundamental sciences; mechanics; construction; power, electrical equipment, electronic devices and information technologies; chemical technology and ecology; social and economic sciences; short messages.

2. Article is submitted in duplicate on white paper of the standard A4 format with fields: at the left 30 mm, above and below on 20 mm, on the right 1,5 mm; Times New Roman 12 pt font, interlinear distance one interval. The total amount of article shouldn't exceed eight pages, apart from drawings, the short messages, no more than three pages. The second copy of article is submitted with signatures of all authors.

3. To article are applied: the direction of establishment in which work is performed; the expert opinion (for authors from the Republic of Uzbekistan); in Uzbek, Russian and English languages the summary (from 5-6 lines of the identical contents), key words, article name; data on authors (work place, position, phone, e-mail). In case of absence among authors of the doctor of science the recommendation of the doctor of science in the field of this specialty is submitted.

4. For writing of formulas in the text the Word Math Type editors need to use. Formulas are numbered in a through order. For designation of physical, mathematical and chemical quantities, including indexes, exclusively Latin and Greek letters are applied. It is impossible to designate various sizes the same letter the Prepared drawings and charts have to conform to standard requirements and not exceed the sizes more than 10x10 cm, inscriptions, indexes or alphabetic references, it is desirable to specify and explain on pages of article or in annexes to drawings.

5. The list of references is submitted at the end of article in the following order: First name, middle initial, last name authors, the name of the book (journal), year of the edition (for books), the issue of the journal, pages (for Journal). On pages of article of the link to quoted literature are represented as a mention in the Arab figure in square brackets, for example: [1].

6. Consider to the style of the article attentively which has to meet the requirements of high extent of editing as concerning scientific character, and grammar. Avoid long phrases of the superficial contents. For the best perception of big article readers recommend to break the text into sections: for example, 1. Introduction, 2. Experiment technique, 3. Experimental results, 4. Conclusion. It is necessary to specify surely a main objective of work, statement of tasks, relevance and the present of a problem, methods and ways of the decision, the received new scientific results and their analysis, and also concrete conclusions.

7. Articles presented to edition go for reviewing to members of edition or other corresponding experts. Are defined, whether there corresponds article to journal subject, whether there are accurately formulated according to new scientific results in it, whether it is enough reliably valid conclusions, whether the material is clearly stated. If necessary article can be edited.

8. In case of article return to authors for completion, the term of its receipt in edition, is considered from the date of receipt of its last option.

At the press of materials of the journal the text editor of doc.MS Word 97 (2003) is applied. For timely publication of article, authors need to present the electronic version of article gathered on the computer with use of the specified program.

9. The electronic version of the journal is available on the FarPI website, <http://www.ferpi.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

ФарПИ ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ
ТАҲРИРИЯТИ:

Масъул муҳаррир
Мусахҳих
Мусахҳих
Компьютерда саҳифаловчи

Н.Х. Юлдашев
А.Ш. Нигматуллина
Д.Х. Мамажонова
С.Э. Йўлдашева

Таҳририят манзили:
150107. Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86 уй.
Телефон: 241-13-54.
Факс: 241-12-06.
Бизнинг сайт: <http://www.ferpi.uz>
E-mail: jurnalferpi@mail.ru

Ўзбекистон Республикаси Президенти администрацияси ҳузуридаги
Ахборот ва оммавий коммуникациялар агентлиги томонидан
Оммавий ахборот воситаси сифатида давлат рўйхатидан ўтказилиб,
2020 йил 6 августда № 1081 рақамли гувоҳнома олинди.

Босишга рухсат этилди: 28.02.2025 й.
Бичими: А4. Гарнитура Times New Roman.
Босма табоғи: 15,25. Адади 10 нусха. Буюртма № 3.
Баҳоси шартнома асосида.
УП «FARPI ALPHA PRINT» босмахонасида чоп этилди.
Фарғона шаҳар, Фарғона кўчаси 86 -уй.