

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



2023. Том 27. № 2

***НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ФерПИ***

***SCIENTIFIC –TECHNICAL
JOURNAL of FerPI***

ФАРҒОНА – 2023

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. Сиддиқов Б.М., Prof. of Mathem. – Ferris State University, USA
5. Нуритдинов И., ф.-м.ф.д., проф. – Ўз ФА ЯФИ
6. Юлдашев Н.Х., ф.-м.ф.д., проф. – Фар ПИ

Механика:

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

Қурилиш:

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

Энергетика, электротехника, электрон қурилмалар ва ахборот технологиялар

1. Арипов Н.М., т.ф.д., проф. – Тошкент ТИТМИ
2. Хайридинов Б.Э., т.ф.д., проф. – Қарши ДУ
3. Касымаҳунова А.М., т.ф.д., проф. – Фар ПИ
4. Расулов А.М., т.ф.д. – ТАТУ ФФ
5. Эргашев С.Ф., т.ф.д. – 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., фил.ф.д., проф. – Фар ДУ
4. Исманов И.Н., и.ф.д., проф. – Фар ПИ
5. Кудбиев Д., 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. Касымаҳунова, Д. Кудбиев, Р.А. Муминов, И. Нуритдинов, А.Э. Одилхажаяев, Т.С. Омонов, А.М. Расулов, С.Ж. Раззаков, Б. Сиддиқов, Л.А. Сиваченко, Д.С. Салиханова, С.А. Тарасенко, Р.Ж. Тожиёв, А.А. Тухтақўзиёв, Ш.Н. Файзиматов, Б.Э. Хайридинов, 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, D. Kudbiev, A.M. Mamadjanov, R.A. Muminov, I. Nuritdinov, A.O. Odilxajev, T.S. Omonov, A.M. Rasulov, S.J. Razzakov, B. Siddikov, L.A. Sivachenko, D.S. Salikhanova, S.A. Tarasenko, R.J. Tojiev, A.A. Tuxtakuziev, Sh.N. Fayzimatov, B.E. Hayriddinov, Sh.Sh. Xamdamova, Z.A. Xamroqulov, N.B. Shinkova, S.F. Ergashev, N.Kh.Yuldashev (Executive Editor)

МУНДАРИЖА

ФУНДАМЕНТАЛ ФАНЛАР

Рахмонов Т.И., Саломов У.Р., Юлдашев Н.Х. CdSe _{0.2} S _{0.8} пленкаларнинг вольт-ампер ва люкс-ампер характеристикаларига деформация таъсири	9
Muminov R.A., O'tamurodova Sh.B., Diskin V.G., Tukfatullin O.F., Jumamuratov K.A., Daminov S.A. Fotoelektr modulning isitish vaqtini hisoblash	14
Хасанов У.У. Мамдани норавшан мантикий моделини матрицали ифодалаш	17
Мамадалимов А.Т., Хакимова Н.К., Умарова С.У., Набиев С.В., Ахмаджонов М.З. Ипак толаларининг яримўтказгичли хоссаларига ташқи омилларнинг таъсири	22

МЕХАНИКА

Мухамеджанова С. Дж., Джураев А. Тикув машиналарининг икки конуссимон базавий ва созловчи пружинали игна ипини таранглагичини ҳисоблаш усули	27
Мухаммадсодиқов К.Д., Хўжамов Б., Зайлобиддинов Ф. Газ-суюқлик фазасида масса алмашиниш жараёнини интенсифлаш	31
Нафасов Ж.Х., Зиямухамедов Ж.У., Джумабаев А.Б., Рахматов Э.А., Тургуналиев Э.Т. Полимер композитцион материаллар тўлдирувчиларини механокимёвий ишлов беришнинг математик анализи	36
Мухамедиева Д.Т., Сотволдиев Д. Арилар колонияси алгоритми асосида интеллектуал транспорт тизимини ишлаб чиқиш	42
Yakubov I.D., Shuxratov Sh.Sh., Muradov R.M. Takomillashtirilgan paxta separatori vallarining burchak tezliklari o'zgarishi taxlili	49
Юлдашев К.К. Тўлқинсимон сиртли винтли конвейер машина агрегатининг динамик таҳлили	54
Райимкулов Ж.К., Кулиев Т.М., Росулов Р.Х. Барабан ўқиға нисбатан қия жойлашган қозикларнинг пахта бўлакчаларига таъсирини назарий таҳлили	48

ҚУРИЛИШ

Худайкулов С.И., Жураев Х.А., Абдуллоев Б.Х., Абдуллаева М.А. Ёпиқ тизимли сув участканинг ўтказгичдаги критик чуқурлигини аниқлаш	64
Жалолов Ў.Х., Хабибуллаев А.Ж., Мухамедғалиев Б.А. Ёқилғи омборларини ишончли ва хавфсиз сақлаш учун махсус оловбардош қурилиш ашёларини ишлаб чиқиш	68
Мамажонов А.О., Yunusaliev E.M. Beton – turli tuzilmaviy – kompozit material	73
Abdazimov Sh.X. Temir yo'lda xavfli yuklarni tashishda tabiiy tusdagi favqulodda vaziyatlardan himoya qilish usullari	84
Мадалиев М.Э., Мухаммадқубов Х.Э. Модификацияланган марказдан қочма сиклонни рақамли ўрганиш	89

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Фозилов Ш.Х., Абдиева Х.С. Raqamli mamogrammalardan pektoral mushaklarni segmentatsiyalash chegaralarini aniqlashning turli usullarini tahlil qilish	97
Kuldashov O.X., Komilov A.O., Tillaboyev M.G. Ionizatorning kompyuter modeli	103
Abdukarimov B.A. Quyosh havo isitgich kollektorlarida sodir bo'ladigan gidrodinamik jarayonlarni tadqiq qilish	107
Рустамова М.Б. Кўп ўлчамли дискрет динамик объектни оптимал бошқариш алгоритмининг синтези	112
Abbosov E.S., Umurzakova M.A. Quyoshli havo isitgichining issiqlik quvvatini hisoblash	118
Эсоналиев С.Н. Ахборот коммуникация технологияларидан фойдаланиб содир этиладиган экстремистик (террорчилик) жиноятлар тафсифи	122
Мухамедиева Д.К., Шаазизова М.Э. Маммография таҳлили асосида кўкрак беши саратонига илк босқичда ташхис қўйиш учун сунъий интеллект технологияларини қўллаш	129
Яхшибоев Ш.К., Вардияшвили А.А., Узокова Ю.Ф., Насруллаев Ю.З. Табиий совуқлик тупрок аккумуляторида иссиқлик алмашинув жараёнини экспериментал тадқиқот қилиш	134
Жураев Г.У., Алаев Р.Х., Бозоров О.Н., Мухаммадиев Ф.Р. Конфиденциал маълумотларнинг сизиб чиқишини бартараф этишга мўлжалланган дастурий маҳсулотларнинг таҳлили	139

КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ

Razikov R.S., Erxonboyev N.A., Amirov M.U., Gafurov B.M. Kuchli ta'sir etuvchi zaharli moddalarning xususiyatlari va shaxsiy muhofaza vositalarini qo'llash tartibi	147
Ганиева С.Х. Тишли мойлаш материалларининг турли хил композицияларининг қиёсий физик-кимёвий параметрларини аниқлаш	151

Аноров Р.А., Рахронов О.К., Усмонов С.Б., Салиханова Д.С., Адизов Б.З. Гилли композициялар асосида тайёрланган бурғилаш эритмаси турғулигига электролитлар таъсирини ўрганиш	158
ҚИСҚА ХАБАРЛАР	
Хурмаматов А.М., Хаметов З.М., Мо'минов Ј.А. Наво yordamida sovitish qurilmasi konstruktiv parametrlarining sovitish samaradorligiga ta'siri	162
Икрамов М.Х., Ибадуллаев А., Боборажабов Б.Н. Автомобил йўллари учун модификацияланган полимер-битум композициялари	165
Раджибаев Д.П., Хурмаматов А.М., Умаров Э.С. Нефт ва газ конденсати аралашмасини атмосферали хайдаш жараёнининг тажрибали курилмасида хисоблашнинг технологик параметрлари	169
Мухаммадиев Д.М., Ибрагимов Ф.Х., Абзоиров О.Х., Эргашев И.О. Линтер машинаси арраларо кистирмаларининг радиал тебранишлар амплитудасини хисоби	173
Пазилов Б.П., Супиев М.М., Худайбердиев Х.С., Турахужаев С.А. Резьба уланиш бирикмаларининг мойлаш воситаларининг физик-кимёвий хусусиятларининг хоссалари	177
Ахунбаев А.А., Rajabova N.R. Suyuqliklar va pastalarni qaynovchi qatlam sharoitida quritish	181
Berdiyev D.M., Ibodullayev T.N., Abdullayev A.X., Kamilova G.M. Tishli g'ildiraklarni yeyilishga bardoshlilikini oshirish uchun siklik termik ishlov berish texnologiyasini takomillashtirish	184
Fayzimatov Sh.N., Yakupov A.M. Silindrsimon detallarni pardozlash usullarini tahlil qilish	188
Мадалиев Э.Ў., Абдуллаев Б.Х., Абдуллаева М.А. Канализация тармоқларини тамирлашнинг замонавий усуллари	191
Isoyev Yu.A., Rahimjonov U.R. Seysmik rayonlarda barpo etilgan bino inshootlarning texnik ekspluatatsiyasi	194
Qo'ziboyev Sh.Sh. Gips xomashyosi va gips asosida qurilish materiallarini ishlab chiqarishga qo'yiladigan talablar	197
Норов Н.Н., Мингяшаров А.Х., Худайназарова Ю.Ж. Куёш иситиш тизимини курилиш-иклимий зоналарга мос тарзда қўллаш орқали турар-жой биноларининг энергиясамарадорлигини таъминлаш	200
Арипов Н.М., Мирзаахмедов З.Ф., Джаббаров Ш.Б., Рахронов Б.Б. Микроэлектрон импульс ва код узатгичларни яратиш ҳамда уларнинг функционал схемасини ишлаб чиқариш	204
Райимжонова О.С. Катта тоқларни ва кучли магнит майдонларини оптоэлектрон усулда ўлчаш	209
Зокирова И.З. Саноат корхоналарида электр энергиядан тежамкорлик билан фойдаланиш	212
Махмудов И.А. Мультимедиа алоқа тармоғида қўлланиладиган технологиялар	216
Тургунов Б.А. Ярим ўтказгичли материалларда электрет ҳолати ва уч қатламли фотоэлектрет олиш технологияси	219
Далибеков Л.Р., Нурдинова Р.А., Жўраева Г.Ф. Ёруғликнинг оптоэлектрон модулятори	222
Музафаров Ш.М., Тагаев Б.К., Толипов Ж.Н., Усмонов Ш.Ю. Оптимизация параметров электродной системы электрофильтров	226
Жўраева Г.Ф., Далибеков Л.Р., Исмоилова Д.Д. Яримўтказгичларда фотоэлектрик ҳодисалар таҳлили	229
Abdusamatov D.A., Raximova K.N., Ergashev S., Xusanova S., Tillaboyev M.G. AFE-plyonkalarining fotoelektrik xususiyatlarini o'rganish kumush bilan kadmiy tellurid	233
Пирматов Н.Б., Бердиев У.Т., Иксар Е.В., Усмонов К.К., Бердиев Ў.Н. Ўзгарувчан ток йўловчи электровозларнинг рекуператив тормозланишининг энергетик самарадорлиги	235
Votinov K.A., Pisetskiy Yu.V., Olimova O.S. Raqamli qurilmalarning sxemaviy ishonchliligini aniqlashning grafik-analitik usuli	239
Хамидов Б.Н., Ганиева С.Х., Мирзаева М.М., Сманов Б.А. Ишлатилган мойларга асосланган модификацияланган тишли мойлаш материалларининг ёпишиш хусусиятларини ўрганиш	242
Исақов В.Ю., Юсупова М.А. Қумларнинг экомелиоратив ҳолатига суғориш сувларининг таъсири ..	245
Диёров Х.Г., Акрамов А.А., Росулов Р.Х. Дориланган уруғлик чигитни такомиллаштирилган аралаштиргич барабанини рационал параметрларини тажрибаларни математик режалаштириш орқали аниқлаш	248
Зулунов Р.М., Ахматжонов Ж.М. - КРІ асосида ходимларни рағбатлантириш	250
Муаллифлар диққатига !	255

СОДЕРЖАНИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Рахмонов Т.И., Саломов У.Р., Юлдашев Н.Х. Влияние деформации на вольт-амперные и люкс-амперные характеристики пленок $CdSe_{0.2}S_{0.8}$	9
Мунинов Р.А., Утамурадова Ш.Б., Дыскин В.Г., Тукфатуллин О.Ф., Джумамуратов К.А., Даминов С.А. Оценка времени нагрева фотоэлектрического модуля	14
Хасанов У.У. Матричного представление нечеткой логики мамдани	17
Мамадалимов А.Т., Хакимова Н.К., Умарова С.У., Набиев С.В., Ахмаджонов М.З. Влияние внешних факторов на полупроводниковые свойства шелковых волокон	22

МЕХАНИКА

Мухамеджанова С. Дж., Джураев А. Методика расчета натяжителя игольной нити с двумя коническими основаниями и регулировочной пружиной швейных машин	27
Мухамадсодиков К.Д., Хужамов Б., Зайлобиддинов Ф. Интенсификация процесса массообмена в фазе газ-жидкость	31
Нафасов Ж.Х., Зиямухамедов Ж.У., Джумабаев А.Б., Рахматов Э.А., Тургуналиев Э.Т. Математический анализ механохимической переработки наполнителей из полимерных композиционных материалов	36
Мухамедиева Д.Т., Сотволдиев Д. Разработка интеллектуальной транспортной системы на основе алгоритма пчелиной семьи	42
Якубов И.Д., Шухратов Ш.Ш., Мурадов Р.М. Анализ изменения угловых скоростей усовершенствованных валов сепаратора	49
Юлдашев К.К. Динамический анализ винтового конвейерного машинного узла с вольнообразным профилем	54
Райимкулов Ж.К., Кулиев Т.М., Росулов Р.Х. Теоретический анализ взаимодействия летучки хлопка-сырца с колком, расположенным под углом относительно оси барабана	48

СТРОИТЕЛЬСТВО

Худайкулов С.И., Жураев Х.А., Абдуллев Б.Х., Абдуллаева М.А. Определение критической глубины в водоводе замкнутого сечения	64
Жалолов У.Х., Хабибуллаев А.Ж., Мухамедгалиев Б.А. Разработка специальных огнестойких конструкционных материалов для надежного и безопасного хранения горючехранилищ	68
Мамажонов А.У., Юнусалиев Э.М. Бетон – полиструктурный-композиционный материал	73
Абдазимов Ш.Х. Способы защиты от чрезвычайных ситуации природного характера железнодорожные пути при перевозке опасных грузов	84
Мадалиев М.Э., Мухаммадэкубов Х.Э. Численное исследование модифицированного центробежного цикла	89

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Фазилов Ш.Х., Абдиева Х.С. Анализ различных методов определения границ для сегментации грудной мышцы по цифровым маммограммам	97
Кулдашов О.Х., Комилов А.О., Тиллабоев М.Г. Компьютерная модель ионизатора	103
Абдукаримов Б.А. Исследование гидродинамических процессов, происходящих в солнечных воздухонагревательных коллекторах	107
Рустамова М.Б. Синтез алгоритма оптимального управления многомерным дискретным динамическим объектом	112
Аббасов Е.С., Умурзакова М.А. Расчет тепловой мощности солнечного воздухонагревателя	118
Эсоналиев С.Н. Описание экстремистских (террористических) преступлений, совершаемых с использованием информационно-коммуникационных технологий	122
Мухамедиева Д.К., Шаазизова М.Э. Использование технологий искусственного интеллекта для диагностики рака молочной железы на ранней стадии	129
Яхшибоев Ш.К., Вардияшвили А.А., Узокова Ю.Ф., Насруллаев Ю.З. Экспериментальное исследование процессов теплообмена в грунтовых аккумуляторах естественного холода	134
Жураев Г.У., Алаев Р.Х., Бозоров О.Н., Мухаммадиев Ф.Р. Сравнительный анализ программных продуктов, предназначенных для предотвращения утечек конфиденциальной информации	139

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Разигов Р.С., Эрханбоев Н.А., Амиров М.У., Гафуров Б.М. Характеристики ядовитых веществ и порядок применения средств индивидуальной защиты	147
Ганиева С.Х. Определение сравнительных физико-химических показателей различных композиций редуцированных смазок	151

СОДЕРЖАНИЕ

Аноров Р.А., Рахронов О.К., Усмонов С.Б., Салиханова Д.С., Адизов Б.З. Исследование влияния электролитов на стабильность бурового раствора, приготовленного на основе глинистых композиций	158
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
Хурмаматов А.М., Хаметов З.М., Муминов Ж.А. Влияние конструктивных параметров аппарата воздушного охлаждения на эффективность охлаждения	162
Икрамов М.Х., Ибадуллаев А., Боборажабов Б.Н. Модифицированный полимер-битумный композиций для автомобильных дорог	165
Раджибаев Д.П., Хурмаматов А.М., Умаров Э.С. Расчетное определение технологических показателей процесса перегонки нефтегазоконденсатной смеси опытной установке	169
Мухаммадиев Д.М., Ибрагимов Ф.Х., Абзоиров О.Х., Эргашев И.О. Расчет амплитуды радиальных колебаний междушпильных прокладок линтерной машины	173
Пазилов Б.П., Супиев М.М., Худайбердиев Х.С., Турахужаев С.А. Особенности физико-химических свойств смазочных сред резьбовых соединений	177
Ахунбаев А.А., Раджабова Н.Р. Сушка жидких и пастообразных материалов в условиях кипящего слоя	181
Бердиев Д.М., Ибадуллаев Т.Н., Абдуллаев А.Х., Камилова Г.М. Совершенствование технологии термоциклической обработки для повышения износостойкости зубчатых колес	184
Файзиматов Ш.Н., Якупов А.М. Анализ методов отдельно-упрочняющих обработки цилиндрических деталей	188
Мадалиев Э.Ў., Абдуллаев Б.Х., Абдуллаева М.А. Современные методы ремонта канализационных сетей	191
Исоев Ю.А., Рахимжонов У.Р. Техническая эксплуатация зданий и сооружений в сейсмических районах	194
Кузибоев Ш.Ш. Требования к производству гипсового сырья и строительных материалов на основе гипса	197
Норов Н.Н., Мингяшаров А.Х., Худайназарова Ю.Ж. Обеспечение энергоэффективности жилых зданий за счет использования системы солнечного отопления в соответствии с строительно-климатическими зонами	200
Арипов Н.М., Мирзаахмедов З.Ф., Джаббаров Ш.Б., Рахронов Б.Б. Создание микроэлектронных импульсных и кодовых передатчиков и разработка их функциональной схемы	204
Райимжонова О.С. Оптоэлектронное измерение больших токов и сильных магнитных полей	209
Зокирова И.З. Экономичное использование электроэнергии на промышленных предприятиях	212
Махмудов И.А. Технологии, используемые в сети мультимедийной связи	216
Тургунов Б.А. Электретное состояние в полупроводниковых материалах и технология получения трехслойных фотоэлектретов	219
Далибеков Л.Р., Нурдинова Р.А., Джораева Г.Ф. Оптоэлектронный модулятор света	222
Музафаров Ш.М., Тагаев Б.К., Толипов Ж.Н., Усмонов Ш.Ю. Оптимизация параметров электродной системы электрофильтров	226
Жураева Г.Ф., Далибеков Л.Р., Исмоилова Д.Д. Анализ фотоэлектрических явлений в полупроводниках	229
Абдусаматов Д.А., Рахимова К.Н., Эргашев С., Хусанова С., Тиллабоев М.Г. Исследование фотоэлектрических свойств АФН-пленок теллурида кадмия с серебром	233
Пирматов Н.Б., Бердиев У.Т., Иксар Е.В., Усмонов К.К., Бердиёров У.Н. Энергетическая эффективность рекуперативного торможения пассажирских электровозов переменного тока	235
Вотинов К.А., Писецкий Ю.В., Олимова О.С. Графоаналитический метод определения схемной надежности цифровых устройств	239
Хамидов Б.Н., Ганиева С.Х., Мирзаева М.М., Сманов Б.А. Исследование адгезионных свойств полученных модифицированных редуكتورных смазок на основе отработанных масел	242
Исаков В.Ю., Юсупова М.А. Влияние поливной воды на экомелиоративное состояние песков	245
Диёров Х.Г., Акрамов А.А., Росулов Р.Х. Экспериментальное определение рациональных параметров смешивания опушенных семян протравливающей суспензией методом математического моделирования	248
Зулунов Р.М, Ахматжонов Ж.М - Мотивация сотрудников на основе КРП	250
К сведению авторов !	256

CONTENTS

FUNDAMENTAL SCIENCES

Rakhmonov T.I., Salomov U.R., Yuldashev N.Kh. Influence of Deformation on the Current–Voltage and Lux-ampere Characteristics of CdSe _{0.2} S _{0.8} films	9
Muminov R.A., Utamuradova Sh.B., Dyskin V.G., Tukfatullin O.F., Dzhumamuratov K.A., Daminov S.A. Estimation of the heating time of a photovoltaic module	14
Khasanov U.U. Matrix representation of fuzzy logic mamdani	17
Mamadalimov A.T., Khakimova N.K., Umarova S.U., Nabiev S.V., Akhmadjonov M.Z. . Influence of external factors on the semiconductor properties of silk fibers	22

MECHANICS

Mukhamedjanova S.Dj., Djuraev A. The method of calculating the results of the needle thread with two cone bases and the regulating spring of the sewing machine	27
Mukhamadsodikov K.D., Khojamov B., Zaylobiddinov F. Intensification of the mass exchange process in the gas-liquid phase	31
Nafasov J.H., Ziyamukhamedov J.U., Djumabaev A.B., Rakhmatov E.A., Turgunaliyev E.T., Mathematical Analysis of Mechanochemical Processing of Fillers from Polymer Composite Materials	36
Muxamedieva D.T., Sotvoldiev D. Development of an intelligent transport system based on the bee family algorithm	42
Yakubov I.D., Shukhratov Sh.Sh., Muradov R.M. Analysis of changes in angular velocities of improved cotton separator shafts	49
Yuldashev K.K. Dynamic analysis of a screw conveyor machine assembly with a wave-shaped profile	54
Rayimkulov J.K., Kuliev T.M., Rosulov R.Kh. Teoreticheskiy analiz vzaimodeystviya letuchki hlopka-syrtsa s kolkom, raspolojennym pod uglom otnositelno osi drum	48

BUILDING

Khudaikulov S., Juraev Kh., Abdullayev B.Kh., Abdullayeva M.A. Determination of the critical depth in a closed section line	64
Jalolov U.Kh., Khabibullaev A.J., Mukhamedgaliev B.A. Development of special flammable construction materials for reliable and safe storage of fuel stores	68
Mamajonov A.U., Yunusaliev E.M. Concrete - as a polystructured composite material	73
Abdazimov Sh.X. Methods of protection against natural emergencies railway tracks during the transportation of dangerous goods	84
Madaliev M.E., Muhammadyoqubov X.E. Numerical study of a modified centrifugal cyclone	89

ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Fazilov Sh.Kh., Abdieva Kh.S. Analysis of Various Methods for Boundary Detection to Segment the Pectoral Muscle from Digital Mammograms	97
Kuldashov O.Kh., Komilov A.O., Tillaboyev M.G. Computer model ionizer	103
Abdakarimov B.A.. Research of hydrodynamic processes occurring in solar air heater collectors	107
Rustamova M.B. Synthesis of an optimal control algorithm for a multidimensional discrete dynamic plant .	112
Abbasov E.S., Umurzakova M.A. мавзу инглиз тилида Calculation of the heat output of a solar air heater	118
Esonaliev S.N. Description of extremist (terrorist) crimes committed with the use of information and communication technologies	122
Mukhamedieva D.K., Shaazizova M.E. Mammography basic analysis for breast cancer first step by diagnosis by artificial intelligence technologies	129
Yakhshiboev Sh.K., Vardiyashvili A.A., Uzokova Yu.G., Nasrullaev Yu.Z. Experimental study of heat transfer processes in ground batteries of natural cold	134
Djuraev G.U., Alaev R.H., Bozorov O.N., Mukhammadiyev F.R. Comparative analysis of software products destined to prevent leaks of confidential information	139

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Razikov R.S., Erkhanboev N.A., Amirov M.U., Gafurov B.M. Characteristics of toxic substances and procedure for use of personal protection equipment	147
Ganieva S.Kh. Determination of comparative physical and chemical parameters of various compositions of gear lubricants	151

CONTENTS

Anorov R.A., Rakhmonov O.K., Usmonov S.B., Salikhanova D.S., Adizov B.Z. Investigation of the influence of electrolytes on the stability of drilling fluid prepared on the basis of clay compositions	158
SHORT MESSAGES	
Khurmamatov A.M., Khametov Z.M., Muminov J.A. The influence of the design parameters of the air cooling unit on the cooling efficiency	162
Ikramov M.Kh., Ibadullaev A., Boborozhabov B.N. Modified polymer-bitumen compositions for highways	165
Radjibaev D.P., Khurmamatov A.M., Umarov E.S. Calculated determination of technological parameters of the distillation process of an oil and gas condensate mixture at a pilot plant	169
Muhammadiev D.M., Ibragimov F.Kh., Abzoirov O.Kh., Ergashev I.O. Calculation of amplitudes of radial oscillations of intermediate spacer block saw gin	173
Pazilov B.P., Supiev M.M., Hudoyberdiev H.S., Turahujaev S.A. Features of physico-chemical properties of lubricants of threaded connections	177
Axunbaev A.A., Rajabova N.R. Drying liquid and paste materials under boiling bed conditions	181
Berdiev D.M., Ibadullaev T.N., Abdullaev A.Kh., Kamilova G.M. Improving the technology of thermal cycling to improve the wear resistance of gears	184
Fayzimatov Sh.N., Yakupov A.M. Analysis of methods of finishing-hardening treatment of cylindrical parts	188
Madaliev E.O., Abdullaev B.X. Abdullaeva M.A. Modern methods of repairing sewer networks	191
Isoyev Yu.A., Rahimjonov U.R. Technical operation of buildings and structures in seismic areas	194
Kuziboev Sh.Sh., Requirements for the production of gypsum raw materials and building materials based on gypsum	197
Norov N.N., Mingyasharov A.Kh., Khudaynazarova Yu.J. Ensuring the energy efficiency of residential buildings through the use of a solar heating system in accordance with the building and climatic zones ..	200
Aripov N.M., Mirzaakhmedov Z.F., Djabbarov Sh.B., Rakhmonov B.B. Creation of microelectronic pulse and code transmitters and development of their functional scheme	204
Rayimjonova O.S. Optoelectronic measurement of large currents and strong magnetic fields	209
Zokirova I.Z. Economic use of electricity in industrial enterprises	212
Makhmudov I.A. Technologies used in the multimedia communication network	216
Turgunov B.A. Electret state in semiconductor materials and technology for obtaining three-layer photoelectrets	219
Dalibekov L.R., Nurdinova R.A., Joraeva G.F. The optoelectronic modulator of light	222
Muzafarov Sh.M., Tagaev B.K., Tolipov Zh.N., Usmonov Sh.Yu. Optimizing parameters of the electrode system of electrofilters	226
Jurayeva G.F., Dalibekov L.R., Ismoilova D.D. Analysis of photovoltaic and semiconductor devices	229
Abdusamatov D.A., Rakhimova K.N., Ergashev S., Khusanova S., Tillaboyev M.G. Technological features of manufacturing afn-films and device structures based on them	233
Pirmatov N.B., Berdiyev U.T., Iksar E.V., Usmonov K.K., Berdiyev U.N. Energy efficiency of regenerative braking of AC passenger electric locomotives	235
Votinov K.A., Pisetsky Yu.V. Olimova O.S. Graph-analytical method for determining the circuit reliability of digital devices	239
Ganieva S.Kh., Khamidov B.N., Mirzaeva M.M., Smanov B.A. Study of the adhesion properties of modified gear lubricants based on used oils	242
Isakov V.Yu., Yusupova M.A. Influence of irrigation water on the ecoreclamation state of sands	245
Diyorov Kh.G., Akramov A.A., Rosulov R.Kh. Experimental determination of rational parameters for mixing pubescent seeds with a dressing suspension by mathematical modeling	248
Zulunov R.M., Ahmatjonov J.M. - Employee motivation based on KPI	250
Information to the authors !	257

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ НА ВОЛЬТ-АМПЕРНЫЕ И ЛЮКС-АМПЕРНЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛЕНОК $CdSe_{0.2}S_{0.8}$

Т.И. Рахмонов, У.Р. Саломов, Н.Х. Юлдашев

Ферганский политехнический институт, uzferfizika@mail.ru

(Получена 18.03.2022 г.)

Показано, что плёнки из твердого раствора $CdSe_{0.2}CdS_{0.8}$ имеют достаточно высокой $K \approx 2 \cdot 10^2$ отн. ед. тензочувствительностью и при больших интенсивностях $L \geq 10^4$ лк практически исчезает, что обусловлено подавлением её высокой фотопроводимостью образцов. Такая вариация тензочувствительности под действием освещения из области достаточно высокой спектральной фоточувствительности позволяет сконструировать гибридных фото - тензоэлектрических преобразователей на основе этих пленок.

Ключевые слова: тензочувствительность, спектральной фоточувствительности, фото - тензоэлектрических преобразователей

It is shown that films from the $CdSe_{0.2}CdS_{0.8}$ solid solution have a fairly high $K \approx 2 \cdot 10^2$ rel. units strain sensitivity and at high intensities $L \geq 10^4$ lx practically disappears, due to the suppression of its high photoconductivity of the samples. Such a variation of strain sensitivity under the action of illumination from a region of sufficiently high spectral photosensitivity makes it possible to design hybrid photo- strain-electric convertors based on these films.

Keywords: strain sensitivity, spectral photosensitivity, strain-electric convertors

Ушбу мақолада $CdSe_{0.2}CdS_{0.8}$ қаттиқ эритмасидан олинган пленкалар анча юқори $K \approx 2 \cdot 10^2$ нисб. бирл. тензосезгирликка эга бўлиши ва ёруғликнинг $L \geq 10^4$ лх интенсивликларида эса деярли йўқолиб кетиши кўрсатилган. Етарлича юқори спектрал фотосезгирлик соҳасида тензосезгирликнинг бундай вариацияси ушбу пленкалар асосида гибрид фото-тензоэлектрик ўзгартиргичлар тайёрлаш имконини беради.

Калим сўзлар: тензосезгирлик, спектрал фотосезгирлик, фото-тензоэлектрик ўзгартиргичлар.

Введение. Как [1,2-4], поликристаллические пленки халькогенидов кадмия отличаются высокой фото- и тензочувствительностью, обусловленной наличием специфических точечных дефектов и особыми электронными свойствами межзеренных поверхностей. Поэтому постоянно растет интерес целенаправленного изучения пленочных структур на основе CdS , $CdSe$, $CdTe$, обладающих широкими функциональными возможностями для области микроэлектроники и фотоники [5-6]. Как известно [1,7,8,9], в зависимости от размеров кристаллитов, зарядового состояния межзеренных границ, характера их взаимодействия с фоновыми и легирующими примесями свойства поликристаллических пленок могут сильно различаться. Основная задача современной технологии получения пленок является заранее придать им необходимые свойства путем управления всеми видами дефектов и создания комплексных структур, состоящих обычно из нескольких слоев пространственно разупорядоченных атомов, кластеров и квантовых точек, физические свойства которых в поликристаллических пленках далеко недостаточно изучены. В связи с этим представляет большой интерес комплексные методы исследования свойств поликристаллических пленок. В данной работе рассматривается фото-тензоэлектрические свойства пленочных структур, изготовленных из твердого раствора $CdSe-CdS$. Показано, что тензочувствительность плёнок из твердого раствора $CdSe_{0.2}CdS_{0.8}$ в темноте достаточно высокая $K \sim 10^2-10^3$ отн.ед. и она практически исчезает при больших ($L > 10^4$ лк) интенсивностях освещения, что обусловлено подавлением её высокой фотопроводимостью образцов. Такая вариация тензочувствительности с помощью света из области достаточно высокой спектральной фоточувствительности позволяет сконструировать гибридных тензо-фотоэлектрических приборов.

Технология и методика. Поликристаллические пленки $CdSe_{0.8}S_{0.2}$ размерами $5 \times 20 \text{ мм}^2$ получали методом термовакuumного испарения порошкообразных $CdSe$ и CdS марки «для полупроводников» на нагретую до $\sim 550 \text{ K}$ слюдяную подложку. Для увеличения фоточувствительности пленки термообработывались на воздухе в присутствии паров $CdCl_2$ либо $CuCl_2$ при температуре $700\text{--}750 \text{ K}$ в течение $3\text{--}5$ мин [10]. Затем пленки наклеивались на консольную балку деформирующей установки (рис.1) для пленочных элементов [7,11]. Коэффициент тензочувствительности (КТЧ) пленки по фототоку определяется по формуле

$$K = \frac{\Delta I_{\phi}(\varepsilon)}{I_{\phi}^0 \cdot \varepsilon}, \quad (1)$$

где $\Delta I_{\phi} = I_{\phi}(\varepsilon) - I_{\phi}^0$ - разность фототока через образец при наличии и отсутствии деформации, $I_{\phi}^0 = I_{\phi}(0)$, ε - относительная деформация, которая вычислялась, как и в главе II, по формуле (см. также [7])

$$\varepsilon = \frac{3xd}{\ell^3} \cdot \Delta y. \quad (2)$$

Здесь d - расстояние от нейтральной оси пластинки до плёнки; Δy - прогиб свободного конца пластинки в точке приложения силы; x - расстояние от точки приложения силы до середины пленочного образца; ℓ - длина пластинки между опорой и точкой приложения силы. Заметим, что КТЧ в тензометрии часто определяют по электросопротивлению $K = \Delta R_{\phi}(\varepsilon) / R_{\phi}^0 \varepsilon$.

Экспериментальные результаты и их

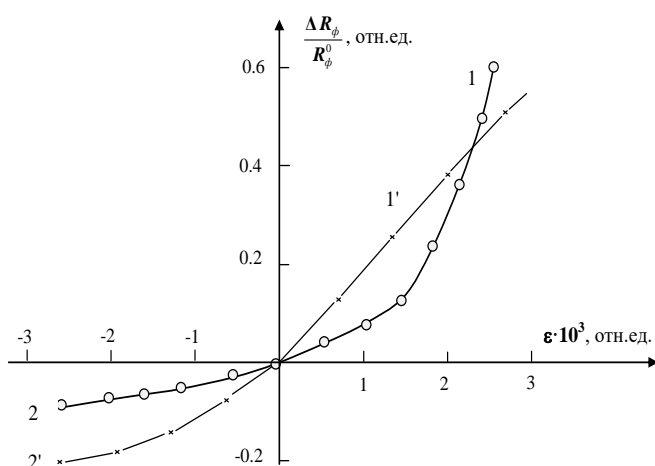


Рис.2. Деформационная характеристика по фототоку $\Delta R_{\phi}(\varepsilon) / R_{\phi}$ пленки из $CdSe_{0.8}S_{0.2}$ в пределах относительной деформации $-3 \cdot 10^{-3} < \varepsilon < +3 \cdot 10^{-3}$ отн. ед. при $L=0$ (кривая 1', 2'), $L \approx 10^2$ лк (1, 2). $T=300 \text{ K}$.

пленки практически исчезает.

На рис.2 показаны деформационные характеристики плёнки $CdSe_{0.8}S_{0.2}$ при $L=0$ (кривая 1') и $L \approx 10^2$ (1) лк. Видно, что КТЧ пленки, как в темноте, так и под освещением, при

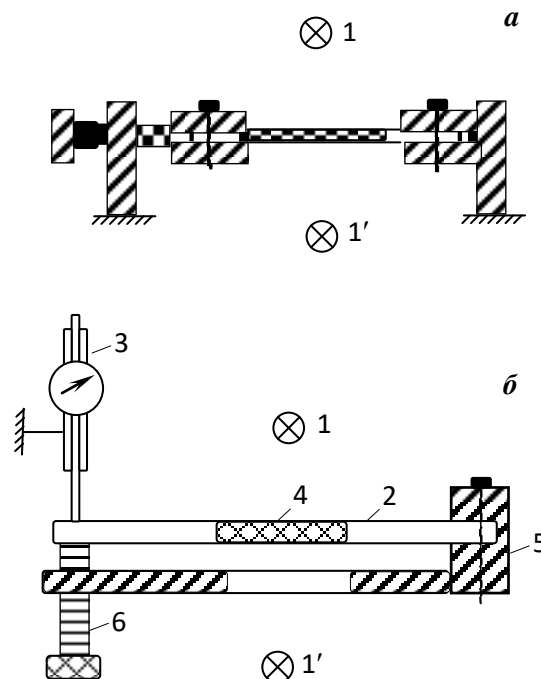


Рис. 1. Схематическое изображение устройства для изучения фото-тензоэлектрических свойств пленочных образцов при деформациях сжатия (а) и растяжения (б). 1,1' - осветители, 2 - пластинка, 3 - микрометр, 4 - пленка с подложкой, 5 - основания, 6 - винт.

обсуждения Наиболее существенное влияние механических деформаций на свойства фоточувствительных образцов обнаружено у плёнок из твердого раствора $CdSe_{0.8}S_{0.2}$ с температурой отжига $T_{отж} \geq 750 \text{ K}$. Поэтому плёнки из $CdSe_{0.8}S_{0.2}$, изготовленные двухстадийной термообработкой и активированные в газовой среде галоидов, подвергали к деформации растяжения и сжатия в диапазоне от $\varepsilon = -3 \cdot 10^{-3}$ до $\varepsilon = +3 \cdot 10^{-3}$ отн. ед. при одновременном действии естественного света лампы накаливания в пределах интенсивности $L=0\text{--}10^3$ лк. Оказалось, что при освещенностях $L \geq 10^4$ лк тензочувствительность

деформации одностороннего растяжения существенно выше ($K \approx 200$), чем при деформации сжатия ($K < 100$), что обусловлено с наличием внутренних механических напряжений сжатия в системе пленка-подложка [12]. Более того, деформационная характеристика фототока при $L < 10^3$ лк в случае деформации сжатия всегда сублинейная ($K_{св} < K_{тем}$), а в случае растяжения сублинейная зависимость в области малых значений $\epsilon < 10^{-3}$ ($K_{св} < K_{тем}$) переходит в суперлинейную зависимость при $\epsilon > 1.5 \cdot 10^{-3}$ отн.ед. Последнее можно объяснить более сильным изменением высоты межкристаллитных (дрейфовых) барьеров за счет перезарядки поверхностных состояний и глубоких уровней в области деформации растяжения $\epsilon \geq 1.5 \cdot 10^{-3}$ отн.ед. при небольших интенсивностях света $L \leq 10^2$ лк.

Исследования ВАХ при различных освещенностях и механических деформациях показали, что во всех случаях при одностороннем растяжении плёнок сила тока через образец уменьшается, а при сжатии растёт, что четко отражаются линиями 2, 3 ($L=0$) и 2', 3' ($L=2,0 \cdot 10^3$ лк) на рис.3. Видно, что темновые ВАХ без деформации (линия 1) и при $\epsilon = \pm 3 \cdot 10^{-3}$ отн. ед. (2, 3) идут параллельно и состоят из двух (линейной и суперлинейной) характерных участков. Очевидно, линейный участок выражает закон Ома ($I \sim V$) для высокоомного состояния пленки при малых внешних напряжениях V , когда сопротивление пленки не меняется. А во втором участке, начиная с некоторого значения $V_{пер}$ внешнего напряжения, наблюдается суперлинейная зависимость

$I \sim V^n$, где $n = \text{const} > 2$ для линий 1-3. Напряжение перехода $V_{пер}$ имеет разные значения для кривых 1-3, что показывает пунктирные вертикальные линии и прямая АВ. Отсюда сделаем вывод, что величина $V_{пер} \sim V_0$ (см. рис. 3, $\lg V/V_0$) по порядку значения совпадает с высотой потенциального барьера ϕ на границе между кристаллическими зёрнами. Действительно, при напряжениях $V < V_{пер}$ высота потенциальных барьеров практически остаются постоянными, а при условии $V > V_{пер}$ внешнее электрическое поле начинает подавлять роль встроенного поля области объемного заряда у поверхности зёрен за счет уменьшения ϕ , как в случае прямого включения p-n - перехода.

Как показывает световые ВАХ на рис. 3, что, во-первых, полученные пленки из твердого раствора $\text{CdSe}_{0.2}\text{S}_{0.8}$ обладают достаточно высокой фоточувствительностью. При $L=2,0 \cdot 10^3$ лк кратность изменения силы тока $I_{ф}/I_{тем}$ составляет $\sim 10^4$. Во-вторых, хотя двухступенчатый характер ВАХ сохраняется, однако механизмы переноса тока через освещенные пленки в областях $V < V_{пер}$ и $V > V_{пер}$ (см. точки пересечения прямой А'В' с кривыми 1'-3') существенно изменяются по сравнению с темновой проводимостью. Из кривых 1'-3' определяем, что при $V < V_{пер}$ ВАХи описываются не омическим законом $I \sim V^{1/2}$, а при $V > V_{пер}$ носят сложный нелинейный характер ($n \neq \text{const}$), обусловленный зависимостью $\phi^{\Phi}(V)$.

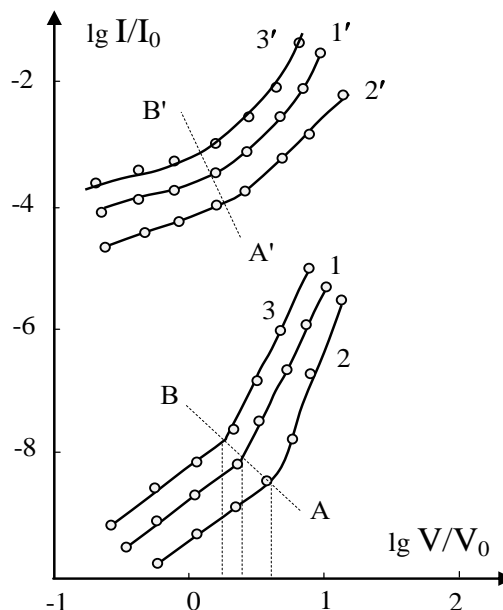


Рис.3. Темновая (кривые 1, 2, 3) и световая (1', 2', 3' при $L=2,0 \cdot 10^3$ лк) ВАХ в двойном логарифмическом масштабе для поликристаллических пленок $\text{CdSe}_{0.2}\text{S}_{0.8}$ без деформации $\epsilon=0$ (1, 1') и при одностороннем растяжении $\epsilon=+3 \cdot 10^{-3}$ отн. ед. (2, 2'), сжатии $\epsilon=-3 \cdot 10^{-3}$ отн. ед. (3, 3'). $T=300$ К.

Люкс-амперные характеристики исследованных образцов в области малых интенсивностях $L \leq 10^2$ лк освещения и при значениях механической деформации $\varepsilon=0$ (кривая 1), $\pm 3 \cdot 10^{-3}$ (2, 3) приведены на рис.3.15. Видно, что при отсутствии деформации ЛАХ носит линейный характер, а при наличии деформации до значения $L \leq 10$ лк линейность практически сохраняется, затем переходят в сублинейные зависимости. Заметим, что в соответствие с рисунками 2 и 3 КТЧ при деформации растяжения больше, чем при сжатии. Эти особенности можно объяснить на основе концентрационного и барьерного механизмов фотопроводимости, а также конкурирующем влиянии освещения и деформации на электропроводности поликристаллических пленок.

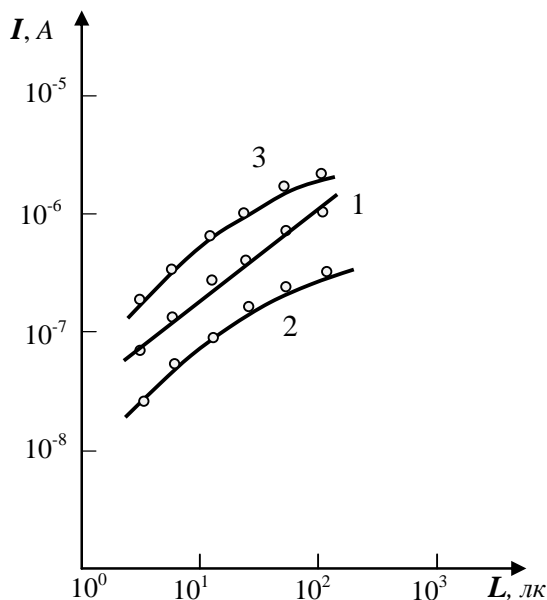


Рис.4. Люкс-амперная характеристика поликристаллической пленки $CdSe_{0,2}S_{0,8}$ в двойном логарифмическом масштабе при значениях относительной деформации: $\varepsilon = -3 \cdot 10^{-3}$ (кривая 3), 0 (1), $+3 \cdot 10^{-3}$ (2) отн.ед.

Теперь попытаемся феноменологически описать полученные выше экспериментальные результаты по исследованию фото-тензоэлектрических свойств пленок $CdSe_{0,2}S_{0,8}$ на основе барьерной модели электропроводности поликристаллических образцов [13. 14]. Допустим, что падение напряжения на каждом потенциальном барьере равно V/N (N -число микро потенциальных барьеров вдоль направления тока), тогда ВАХ образца можно записать в следующем виде [15]

$$I = I_0 \left(\exp(eV / NkT) - 1 \right) \exp[-e\varphi / kT], \quad (3)$$

где $e\varphi$ - высота барьера. Отсюда для сопротивления образца имеем выражение

$$R = R_0 \exp \left[e \left(\varphi - \frac{V}{N} \right) / kT \right], \quad (4)$$

где R_0 - сопротивление массивной сплошной пленки без барьеров.

Естественно, что при деформации растяжения увеличивается высота барьеров и наблюдается уменьшение тока через образец.

Для ВАХ деформированного образца при освещении с интенсивностью L (3) и (4) можно переписать следующим образом:

$$I^\varepsilon(L) = I_0^\varepsilon(L) \left(\exp(eV / NkT) - 1 \right) \exp[-e\varphi^\varepsilon(L) / kT] \quad (5)$$

или

$$R^\varepsilon(L) = R_0^\varepsilon(L) \exp \left[e \left(\varphi^\varepsilon(L) - \frac{V}{N} \right) / kT \right]. \quad (6)$$

На основе (6) можно получить общее выражение для КТЧ поликристаллических пленок при освещении в виде

$$K(L) = K_\sigma(L) + K_0(L), \quad (7)$$

где
$$K_\sigma(L) = \frac{R_0^\varepsilon(L)}{R_0(L) \cdot \varepsilon} \left[\exp \left[e \left(\varphi^\varepsilon(L) - \varphi(L) \right) / kT \right] - 1 \right]. \quad (8)$$

Здесь $R_0(L)$ и $R_0^\varepsilon(L)$ - световые сопротивления массивного сплошного образца при отсутствии и наличии механической деформации, $K_0(L)$ - КТЧ сплошной пленки при освещении.

Из (7) видно, что КТЧ поликристаллической пленки всегда больше, чем у сплошного образца и состоит из двух вкладов, обусловленных потенциальными барьерами (8) и чисто

объемными свойствами $K_0(L)$. Интересно заметить, что согласно (8) при отсутствии деформации $K_0(L) \equiv 0$.

Из выражений (3), (5), (6) и рис 3, можно определить высоту барьеров, как это сделано в работе [15]. Эксперименты и расчёты показали, что высота межкристаллитных барьеров в исследуемых фото- и тензорезистивных $\text{CdSe}_{0,2}\text{S}_{0,8}$ пленках при деформации растяжения $\mathcal{E} = 3 \cdot 10^{-3}$ отн. ед. изменяется от $0,3 \pm 0,03$ эВ до $0,35 \pm 0,03$ эВ.

Вывод. Таким образом, при освещении образцов из твердого раствора $\text{CdSe}_{0,2}\text{CdS}_{0,8}$ наблюдается уменьшение тензочувствительности при деформации сжатия, а в случае растяжения при $L \leq 10^2$ лк - как уменьшение, так и увеличение ($\epsilon \geq 2.3 \cdot 10^{-3}$ отн.ед) КТЧ, что объясняются с изменением свойств микро потенциальных барьеров и перезарядкой глубоких уровней в объеме кристаллитов и на межзеренных границах под действием света. Тензочувствительность плёнок в темноте достаточно высокая $K \approx 2 \cdot 10^2$ отн.ед. и она практически исчезает при больших ($L \geq 10^4$ лк) интенсивностях освещения, что обусловлено подавлением её высокой фотопроводимостью образцов. Такая вариация тензочувствительности под действием освещения из области достаточно высокой спектральной фоточувствительности позволяет сконструировать гибридных тензо-фотоэлектрических приборов на основе фотопроводящих пленок из твердого раствора $\text{CdSe}_{0,2}\text{CdS}_{0,8}$.

Список литературы

- [1]. Каримов М.А., Хайдаров А., Юлдашев Н.Х. Роль границы раздела зерен в люкс-амперной характеристике поликристаллической пленки твердого раствора $\text{CdSe}_x\text{S}_{1-x}$ // «Поверхность». Рентгеновские синхротронные и нейтронные исследования - Москва. 2006. -№ 5. - С.88- 92.
- [2]. Физика соединений $\text{A}^{\text{IV}}\text{B}^{\text{VI}}$. Под. ред. А.Н. Георгобиани, М.К. Шейнкмана -М.: Наука.1986. 320 с. (гл. I-III).
- [3]. Джумаев Б.Р. Роль макродефектов в электронных и ионных процессах, протекающих в широкозонных полупроводниках // ФТП. 1998. Т.32. В.6. С. 641.
- [4]. Маматов О.М., Нурматов О.Р., Рахмонов Т.И., Сулаймонов Х.М., Умаров А.О., Юлдашев Н.Х. Фото- и тензоэлектрические свойства тонких пленок халькогенидов кадмия, полученных методом порционных испарений в вакууме. // Материалы I Международного конгресса тюркского мира по естественным наукам и медицине. Ош, 21-23 апреля 2019. С.331-332
- [5]. Косяченко Л.А. Эффективность фотоэлектрического преобразования в тонкопленочных солнечных элементах / // ФТП. 2006.Т40.В.6. С.730.
- [6]. Каримов М.А., Юлдашев Н.Х. Приемник инфракрасного излучения на основе легированной поликристаллической пленки CdSe // ФарПИ ИТЖ 2005. №6. С.34.
- [7]. Атакулов Б.А., Абдуллаев Э.А., Афузов А.Я., Билялов Э.И., Рахимов А.У. Деформационные эффекты в полупроводниках.- Ташкент, «Фан», 1978. 371 с.
- [8]. Колосов С.А., Клевков Ю.В., Плотников А.Ф. Транспорт носителей заряда в отожженных крупно- и мелкозернистых поликристаллах CdTe // ФТП. 2006. Т. 40. В.9. С. 1028.
- [9]. Сулаймонов Х.М. Влияние циклической деформации на электропроводность пленок $p\text{-(Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ на переменном токе. // Журнал технической физики. – Российская Федерация, 2017. –Т. 87, № 3, С. 471-472. (Springer, IF: 1.02, 01.00.00, №20). <http://dx.doi.org/10.21883/JTF.2017.03.44258.1904>
- [10]. Рахмонов Т.И., Мухаммадякубов Х.Э., Сулаймонов Х.М., Юлдашев Н.Х. Фото- и тензоэлектрические свойства тонких поликристаллических пленок CdTe , CdSe , ZnTe на прозрачных диэлектрических подложках, полученных методом дискретного испарения в вакууме // General question of world science : Collection of scientific papers on materials VII International Scientific Conference, Brussel, 30 марта 2019 года. – Brussel: "Наука России", 2019. – С. 42-47. – DOI 10.18411/gq-30-03-2019-36.
- [11]. Sulaymonov, X M. and Yuldashev, N Kh (2020) "Elektric conductivity and strain sensitivity of semiconductor polycrystalline thin films," Scientific-technical journal: Vol. 3 : Iss. 1 , Article 6.
- [12]. Sulaymonov Kh.M., Yuldashev N.Kh.. Effect of Internal Stresses on the Static Strain Characteristics of $p\text{-(Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ Composite Films // Journal of surface investigation: X-ray, synchrotron and neutron techniques, - 2016. -Vol.10, No. 4, -p.52-56.
- [13]. Бьюб Р. Фотопроводимость твердых тел, М., ИЛ. 1962.
- [14]. Юлдашев Н.Х., Сулаймонов Х.М. Пьезосопротивления кристаллов и поликристаллических пленок узкозонных полупроводников типа PbS . -Фергана: монография. «Classic», 2021. 134 с.
- [15]. Сулаймонов Х.М., Юлдашев Н.Х. Электропроводность и тензочувствительность полупроводниковых поликристаллических пленок // Научно-Технический журнал ФерПИ. - Фергана, 2020. Т.24. №1, с.9-19.

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ НАГРЕВА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ

Р.А. Муминов¹, Ш.Б. Утамурадова², В.Г. Дыскин³,
О.Ф. Тукфатуллин^{2,*}, К.А. Джумамуратов², С.А. Даминов²

¹Физико-технический институт НПО «Физика – Солнце» АН РУз

³НИИ физики полупроводников и микроэлектроники при НУУз им. М. Улугбека

²Институт материаловедения НПО «Физика – Солнце» АН РУз

*e-mail: oskar.tukfatullin@gmail.com

(Получена 4.04.2023 г.)

Yozda O‘zbekistonda fotoelektrik modullar 60–90 °C gacha qiziydi, natijada quyosh nurlanishini elektr energiyasiga aylantirish samaradorligi pasayadi. Adabiyotlarda fotoelektrik modullar qanchalik tez qizishi haqida ma’lumotlar yo‘q. Ushbu maqolada fotoelektrik modullarning isish vaqtini hisoblash usulini taklif etilmoqda, bu katta va o‘rta quvvatli fotoelektrik qurilmalarni loyihalashda foydali bo‘lishi mumkin.

Kalit so‘zlar: fotoelektrik modul, kvazi-muvozanat harorati, samaradorlik, modellashtirish, konvektiv issiqlik uzatish koeffitsienti, isitish vaqti, qoralik darajasi, oqim zichligi.

Летом в Узбекистане фотоэлектрические модули нагреваются до 60–90 °C, вследствие этого уменьшается эффективность преобразования солнечного излучения в электрическую энергию. В литературе отсутствуют данные о том, насколько быстро нагреваются фотоэлектрические модули. В настоящей работе предложен метод оценки времени нагрева фотоэлектрических модулей, который может быть полезен при проектировании фотоэлектрических станций средней и большой мощности.

Ключевые слова: фотоэлектрический модуль, квазиравновесная температура, эффективность, моделирование, коэффициент конвективной теплоотдачи, время нагрева, степень черноты, плотность потока.

In the summer, photovoltaic modules in Uzbekistan can heat up to 60–90 °C and as a result the efficiency of converting solar radiation into electrical energy decreases. There is no data in the literature on how quickly photovoltaic modules heat up. In this paper, we propose a method for estimating the heating time of photovoltaic modules, which can be useful in designing photovoltaic plants of medium and high power.

Keywords: photovoltaic module, quasi-equilibrium temperature, efficiency, simulation, convective heat transfer coefficient, heating time, emissivity, flux density.

Введение.

В странах с аридным климатом, к которым относится и Узбекистан, фотоэлектрические модули (ФЭМ) фотоэлектрических станций (ФЭС) нагреваются до 60–90 °C [1–5]. Повышение температуры ФЭМ, как известно, линейно уменьшает эффективность преобразования солнечного излучения в электрическую энергию. Через некоторое время после восхода Солнца температура ФЭМ увеличивается от температуры окружающей среды до некоторой квазиравновесной температуры. Величина температуры окружающей среды и квазиравновесная температура зависят от множества факторов: влажности и температуры окружающей среды, скорости ветра, конструкции и состояния (чистоты) поверхностей ФЭМ [6]. Все методы определения температуры ФЭМ базируются на законе сохранения энергии и отличаются тем, сколь значимы в модели, указанные выше факторы. В литературе нет данных о том, насколько быстро нагревается ФЭМ. Чтобы прогнозировать затраты на обслуживание (охлаждение) ФЭС нужно знать время, в течение которого ФЭМ нагревается и теряет свою первоначальную эффективность. В настоящей работе предложен метод оценки времени нагрева ФЭМ.

Модель.

С термодинамической точки зрения ФЭМ представляет собой систему равновеликих плоскопараллельных слоев, каждый из которых характеризуется своей удельной

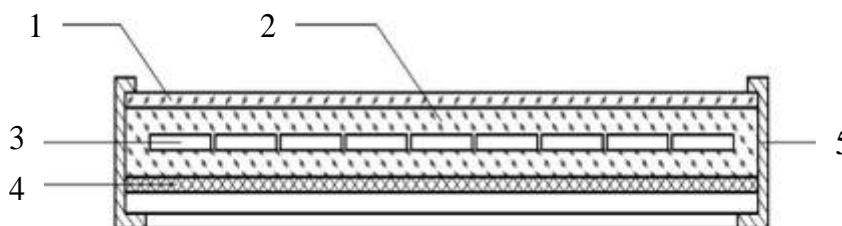


Рис. 1. Поперечное сечение типичного фотоэлектрического модуля: 1—защитное стекло; 2—этиленвинилацетатный слой (ЭВА); 3—кремниевые солнечные элементы; 4—полиэтилентерефталатный слой (Tedlar); 5—металлическое обрамление.

теплоёмкостью и толщиной (рис. 1). Количество энергии Q , затраченной на нагревание ФЭМ от температуры T_0 (температура окружающей среды) до квазиравновесной температуры T_1 , вычисляется по общеизвестной формуле:

$$Q = S(T_1 - T_0) \sum_1^N c_i \rho_i l_i, \quad (1)$$

где S — фронтальная площадь ФЭМ, c_i , ρ_i , l_i — теплоёмкость, удельная плотность и толщина i -го слоя; N — количество слоёв (определяется конструкцией ФЭМ). Через некоторое время с момента начала процесса нагрева (восхода Солнца) наступает квазиравновесное состояние ФЭМ, температура которого определяется интенсивностью собственного теплового излучения и конвективным теплообменом с окружающей средой. При нагревании ФЭМ закон сохранения энергии запишется в виде:

$$E_S S \tau (1 - R) = Q + S(\sigma(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)(T_1^4 - T_0^4) + 2h_c(T_1 - T_0))\tau - P_{PV}\tau, \quad (2)$$

где E_S — средняя плотность потока солнечного излучения, τ — время достижения квазиравновесной температуры, R — коэффициент отражения защитного стекла ФЭМ, σ — постоянная Стефана-Больцмана, ε_1 — степень черноты фронтальной стороны ФЭМ; ε_2 — степень черноты тыльной стороны ФЭМ, $2h_c$ — коэффициент конвективной теплоотдачи и P_{PV} — мощность ФЭМ. Комбинируя (1) и (2) получим формулу для расчёта времени нагрева:

$$\tau = \frac{(T_1 - T_0) \sum_1^N c_i \rho_i l_i}{E_S(1 - R) - \sigma(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)(T_1^4 - T_0^4) - 2h_c(T_1 - T_0) - P_{PV} / S}. \quad (3)$$

Коэффициент конвективной теплоотдачи h_c , наиболее трудно прогнозируемый параметр и, обычно, его рассматривают как подгоночный параметр. Анализ разных аппроксимаций h_c с точки зрения теории пограничного слоя, выполнен в [6]. Была выбрана формула для полностью турбулентного потока [6]:

$$h_c = 5,74V^{0,8}L^{0,2}, \quad (4)$$

где V — скорость ветра, L — длина поверхности в направлении ветра. Средняя плотность потока солнечного излучения E_S рассчитывалась по формуле:

$$E_S = \frac{1}{\tau_1 + \tau_2} \int_{\tau_1}^{\tau_2} I(t) dt, \quad (5)$$

$I(t)$ — количество солнечной инсоляции на поверхности под определенным углом наклона в зависимости от широты и дня года в момент времени τ_2 , τ_1 — время восхода Солнца [7].

За время $\tau_2 - \tau_1$ эффективность ФЭМ уменьшится на величину ΔP равную

$$\Delta P = \frac{P_{PV} - P(T_1)}{P_{PV}} = \beta(T_1 - T_0), \quad (6)$$

где

$$P(T) = P_{PV}(1 - \beta(T_1 - T_0)), \quad (7)$$

а β — температурный коэффициент потери мощности, величина которого определяется конструкцией ФЭМ. Обычно это величина изменяется от 0,3 до 0,8%/°С.

Результаты.

По формулам (3)–(6) были выполнены расчёты, которые сравнивались с результатами эксперимента [8]. Исходные данные термодинамических параметров (табл. 1), входящих в формулу (3), заимствованы из [9]. Степень черноты этиленвинилацетатного (ЭВА) слоя на кремнии измерены ТРМ-И ($\varepsilon_2 = 0,7$) [10]. Степень черноты ФЭМ фронтальной стороны ($\varepsilon_1 = 0,8$) определена экспериментально [8, 11]. Коэффициент отражения стекла $R = 8\%$.

Таблица 1

Элемент ФЭМ	ρ , кг/м ³	c , Дж/(кг·К)	h , мм
mc-Si	2330	677	0,3
ЭВА	1440	1000	0,5
Tedlar	1200	1250	0,5
стекло	3000	500	3,0

Условия проведения эксперимента [8]: оптимальный угол наклона ФЭМ в день проведения измерений (7 мая 2022 г.) равнялся 34,5°; скорость ветра $V = 2,0 \div 2,5$ м/с; эксперимент длился с 11:45 до 12:30. По этим данным была определена зависимость $I(t)$ [6].

В результате нагрева температура ФЭМ увеличилась и оставалась практически постоянной в течение нескольких часов. На рис. 2 приведены результаты ускоренного эксперимента: ФЭМ нагревался до квазиравновесной температуры, а затем переносился в тень. Из графика видно, что за 15 минут температура ФЭМ увеличилась с 32,0 до 62,0 °С. В течение этого времени эффективность ФЭМ уменьшилась на $\Delta P = 9 \div 24\%$.

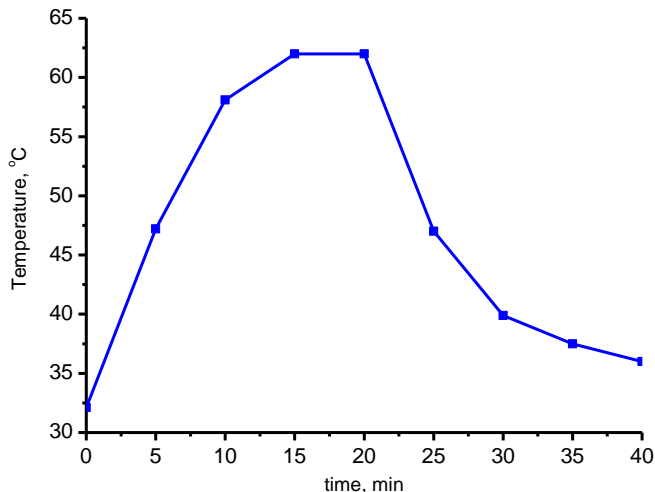


Рис. 2. Зависимость температуры ФЭМ от времени.

Для расчёта времени нагревания ФЭМ была написана программа на языке программирования Visual Fortran, исходными данными для которой служили величины, входящие в выражения (1)–(6). Численное интегрирование (5) выполнялось методом сплайна. Средняя плотность потока солнечного излучения составила $E_s = 830$ Вт/м². Для скорости ветра 2 м/с время достижения квазиравновесной температуры составило 11,2 мин. Для скорости ветра 2,5 м/с время достижения квазиравновесной температуры составило 20,0 мин. Как было отмечено выше, результаты расчёта сильно зависят от величины h_c .

Заключение.

Однако, несмотря на значительное отличие результатов расчетов с результатами эксперимента, можно сделать вывод, что предложенный способ оценки достижения квазиравновесной температуры ФЭМ может быть полезен при проектировании

фотоэлектрических станций большой и средней мощности.

Список литературы

- [1]. В.М. Андреев, В.А. Грихилес, В.Д. Румянцев. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. — Л.: Наука, 1989. — 310 с.
- [2]. E. Kaplani, S. Kaplanis. Thermal modelling and experimental assessment of the dependence of PV module temperature on wind velocity and direction, module orientation and inclination // Solar Energy, 2014, V. 107, pp. 443–460. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2014.05.037>
- [3]. O.F. Tukfatullin, R.A. Muminov, M.N. Tursunov. Thermal Circuit Model to Calculate the Heat Losses from the Frontal Surface of a Photovoltaic-Thermal System // Applied Solar Energy, 2018, V. 54, pp. 354–357. <https://doi.org/10.3103/S0003701X18050183>
- [4]. О.Ф. Тукфатуллин. Разработка эффективных солнечных элементов и фототеплопреобразователей из кристаллического кремния *n*- и *p*-типа проводимости для условий жаркого климата. Автореф. дис. док. фил. (Ph.D.), — Ташкент: 2019, 58 с. <https://library.ziyonet.uz/ru/book/105487>
- [5]. S. Armstrong, W.G. Hurley. A thermal model for photovoltaic panels under varying atmospheric conditions // Applied Thermal Engineering, 2010, V. 30, I. 11–12, pp. 1488–1495. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2010.03.012>
- [6]. E. Sartori. Convection coefficient equations for forced air flow over flat surfaces // Solar Energy, 2006, V. 80, I. 9, pp. 1063–1071. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2005.11.001>
- [7]. С.В. Honsberg, S.G. Bowden. Photovoltaics Education Website, www.pveducation.org, 2019. [Дата обращения: 12 марта 2023 г.]
- [8]. К.А. Джумамуратов, О.Ф. Тукфатуллин, А.И. Мамагов, С.Ш. Мухитдинов. Методика дистанционного измерения температуры фотоэлектрического модуля // В кн. «Сборник трудов II Республиканской научной конференции молодых учёных и студентов-физиков (РНКМУСФ–II)» (Ташкент, Узбекистан, 20–21 мая 2022 г.), 2022, сс. 149–152.
- [9]. A.D. Jones, C.P. Underwood. A thermal model for photovoltaic systems // Solar Energy, 2001, V. 70, I. 4, pp. 349–359. [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00149-3](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00149-3)
- [10]. M.N. Tursunov, V.G. Dyskin, B.M. Turdiev, I.A. Yuldashev. The influence of convective heat exchange on the temperature of a solarvoltaic array // Applied Solar Energy, 2014, V. 50, pp. 236–237. <https://doi.org/10.3103/S0003701X14040173>
- [11]. Р.А. Муминон, Ш.Б. Утамурадова, В.Г. Дыскин, О.Ф. Тукфатуллин, К.А. Джумамуратов. Измерение степени черноты фотоэлектрического модуля // Гелиотехника, 2023, № 1.

519.71(575.1)

МАТРИЧНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ МАМДАНИ

У.У. Хасанов

Научно-исследовательский институт развития цифровой технологии и искусственного интеллекта
dilnoz134@rambler.ru
 (Получена 14.09.2022 г.)

The application of fuzzy logic theory in solving classification problems makes it possible to obtain fundamentally new models and methods for analyzing these systems. Based on the analysis carried out, it is proposed to use the Mamdani algorithm as the main fuzzy inference method for constructing an optimal intelligent control model. The purpose of the presented work is to develop the Mamdani fuzzy model and use the matrix representation of fuzzy logic to solve classification problems. The developed rule base, the developed classification models using the Mamdani fuzzy logic apparatus made it possible to improve the technologies for developing information systems..

Keywords: Artificial intelligence, fuzzy set theory, fuzzy logic, rule base, membership function.

Применение теории нечеткой логики при решении задач классификации дает возможность получить принципиально новые модели и методы анализа данных систем. На основе проведенного анализа в качестве основного метода нечеткого вывода для построения оптимальной модели интеллектуального управления предлагается применить алгоритм Мамдани. Целью представленной работы является разработка нечеткой модели Мамдани и применение матричного представления нечеткой логики для решения задач классификации. Разработанная база правил, разработанные модели классификации с использованием аппарата нечеткой логики Мамдани позволили совершенствовать технологии разработки информационных систем.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, теория нечетких множеств, нечеткая логика, база правил, функция принадлежности.

Классификация масалаларини ечишда норавшан мантиқ назариясини қўллаш ушбу тизимларни таҳлил қилишининг принципиал жиҳатдан янги моделлари ва усулларини олиш имконини беради. Ўтказилган таҳлиллар асосида оптимал ақлли бошқарув моделини яратиш учун асосий норавшан хулоса чиқариш усули сифатида Мамдани алгоритмидан фойдаланиш таклиф этилади. Тақдим этилган ишнинг мақсади Мамдани норавшан моделини ишлаб чиқиш ва таснифлаш масалаларини ҳал қилиш учун норавшан мантиқнинг матрицали ифодалашдан фойдаланишидир. Ишлаб чиқилган қоидалар базаси, Мамдани норавшан мантиқ аппарати ёрдамида ишлаб чиқилган ифодалаш моделлари ахборот тизимларини ишлаб чиқиш технологияларини такомиллаштириш имконини беради.

Калит сўзлар: *Сунъий интеллект, норавшан тўпламлар назарияси, норавшан мантиқ, қоидалар базаси, аъзолик функцияси.*

1. Введение.

Выявлены проблемы, с которыми сталкиваются специалисты при решении задач классификации:

- недостаток информации актуальной в реальном времени;
- ограничение доступа точного анализа;
- отсутствие баз данных документированной информации и как следствие, нет автоматизированной системы поддержки принятия решения;
- отсутствие баз знаний и баз правил для решения классификационных задач;
- отсутствие интегрированных программных комплексов.

Выделяют два вида неопределенности – стохастическую (вероятностную) и лингвистическую (нечеткую). Стохастическая неопределенность проявляется в виде вероятности возникновения конкретного, точно определенного события. Лингвистическая неопределенность заключается в словах высказывания, которые описывают явление «примерно», неточно, нечетко. Другими словами, при вероятностном описании, событие либо полностью наступает, либо не наступает вообще, а при нечетком – событие может наступить «частично» [1].

При решении задач классификации наиболее распространение получили методы: Mamdani, Tsukamoto, Larsen, Takagi-Sugeno. Ниже представлен сравнительный анализ нечетких моделей [2-3]:

1) Модели Мамдани. Модель может быть определена следующим образом [4,5]:

Определение нечеткой базы правил;

Фаззификация входных переменных;

Агрегирование подусловий, для каждого правила выполняется расчет значений степеней принадлежности. Для расчетов используются правила, где значения степеней принадлежности предпосылок не нулевые;

Активизация подзаклучений в нечетких правилах рассчитывается по формуле, учитывая только активные правила;

Аккумуляция заключений нечетких правил продукций, где выполняется объединение нечетких множеств и получают итоговое множество нечеткое для выходных лингвистических переменных;

При дефаззификации результат приводят к четкому представлению, используя метод центра тяжести.

2) Модель Цукамото. Отличие от модели Мамдани:

Алгоритм прост, но не универсален, так как применяется для монотонных функций соответствия выходных параметров.

Точность ниже, чем алгоритм Мамдани.

3) Модель Ларсена. В отличии от модели Мамдани, требует больше операций умножения.

4) Модель Такаги-Сугено. Основное отличие от модели Мамдани, это задание значений входных переменных разными способами, которые образуют базу знаний: в алгоритме Мамдани значения выходных переменных задают термами, а в алгоритме

Такаги-Сугено - линейной комбинацией входных переменных.

На основе проведенного анализа в качестве основного метода нечеткого вывода для построения модели классификации предлагается применить алгоритм Мамдани [6,7].

2. Методы.

Алгоритм Мамдани в системах нечеткого вывода описывается следующим образом:

Предположим, что базу знаний образуют два нечётких правила [5-8]:

Π_1 : если x есть A_1 и y есть B_1 , то z есть C_1 ,

Π_2 : если x есть A_2 и y есть B_2 , то z есть C_2 ,

где x и y – имена входных переменных, z – имя переменной вывода, $A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2$ – некоторые заданные функции принадлежности, при этом чёткое знание z_0 необходимо определить на основании приведённой информации и чётких знаний x_0, y_0 .

Данный алгоритм математически может быть описан следующим образом.

1. Нечёткость: находятся степени истинности для предпосылок каждого правила.

2. Нечёткий вывод: находятся уровни отсечения для предпосылок каждого из правил с использованием операции минимума.

3. Композиция: с использованием операции \max производится объединение найденных усеченных функций, что приводит к получению итогового нечёткого подмножества для переменной выхода с функцией принадлежности

4. Приведение к чёткости производится, например, центроидным методом

Таким образом, создана база правил и с использованием аппарата нечеткой логики Мамдани.

Применение теории нечеткой логики для анализа систем управления бизнес-процессами дает возможность получить принципиально новые модели и методы анализа данных систем [1-7].

1) Нормализация

$$U_{ij} = l \frac{x_{ij} - x_{minj}}{x_{maxj} - x_{minj}}, l = 4.$$

2) Приведение к нечеткости (фазификация процесса)

$$\mu_{ij}^k = \frac{1}{1 + \frac{(U_{ij} - k)^2}{\sigma^2}},$$

$$\mu_{ij}^* = \max_k \mu_{ij}^k, l = 4 \quad k = 0, l.$$

3) Расчет термов базы знаний

$$V_{ij} = \arg \max_k \mu_{ij}^k.$$

4) Нечеткий логический вывод – Модель Мамдани.

5) Расчет адекватности

$$\mu_{ij} = \frac{1}{1 + \frac{(U_{ij} - k)^2}{\sigma^2}}.$$

В матричном представлении [7] для описания степени истинности высказывания A вводится двухмерный вектор x . Если ввести базисные векторы $e^{(0)}$ и $e^{(1)}$, то вектор x может быть представлен в виде

$$x = x_0 e^{(0)} + x_1 e^{(1)}, \quad (1)$$

причем компоненты вектора x – числа x_0, x_1 – удовлетворяют условиям

$$0 \leq x_0, x_1 \leq 1, x_0 + x_1 = 1. \quad (2)$$

Сами базисные векторы $e^{(0)}$ и $e^{(1)}$ описывают высказывания со степенью уверенности 0 и 1 соответственно. Операции отрицания соответствует перестановка компонент вектора $x: \neg x = x_1 e^{(0)} + x_0 e^{(1)}$.

В «классической» нечеткой логике оценка неопределенности высказывания вызывает затруднения [9,10]. Представление нечетких высказываний в векторном виде позволяет вычислять их неопределенность с помощью известной формулы теории информации:

$$S(x) = -x_0 \log_2 x_0 - x_1 \log_2 x_1. \quad (3)$$

Логические операции над векторами – конъюнкцию, дизъюнкцию и импликацию – можно представить в матричном виде. Составим из компонент вектора x конъюнктивную $C(x)$, дизъюнктивную $D(x)$ и имплицативную $I(x)$ матрицы размером 2×2 [7]:

$$C(x) = \begin{pmatrix} 1 & x_0 \\ 0 & x_1 \end{pmatrix}; D(x) = \begin{pmatrix} x_0 & 0 \\ x_1 & 1 \end{pmatrix}; I(x) = \begin{pmatrix} x_1 & 0 \\ x_0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

С помощью этих матриц логические операции над нечеткими векторами могут быть представлены в виде

$$x \wedge y = C(x)y; x \vee y = D(x)y; x \rightarrow y = I(x)y, \quad (5)$$

где вектор y следует мыслить, как матричный столбец 1×2 , составленный из его компонент $y = \begin{pmatrix} y_0 \\ y_1 \end{pmatrix}$, а точка обозначает обычное матричное умножение. Результатом логических операций, сформулированных в таком виде, тоже будет нечеткий вектор. Детальное обоснование сделанного выбора матриц (3) представлено в работе [7].

Нечеткий предикат $x(s)$ – это векторная функция, заданная на множестве определения S , принимающая значения в пространстве нечетких векторов F , элементы которого описываются формулами (1) и (2), то есть

$$x(s) = \begin{pmatrix} x_0(s) \\ x_1(s) \end{pmatrix}; \quad (6)$$

$$0 \leq x_0(s), x_1(s) \leq 1; x_0(s) + x_1(s) = 1. \quad (7)$$

Из определения предиката следует, что в качестве значения $x_1(s)$ используется значение функции принадлежности нечеткой переменной $\mu_x(s)$. В то время как для выполнения условий (2) необходимо $x_0(s) = 1 - \mu_x(s)$. Операции над нечеткими предикатами сводятся к операциям над нечеткими векторами [10-14].

В приложениях нечеткой логики большое распространение получил алгоритм Мамдани, в котором предлагается находить следствие правила y как конъюнкцию предпосылки правила x и некоторой переменной w , заданной на области определения y :

$$y = x \wedge w. \quad (8)$$

В матричном виде это выражение имеет вид:

$$y = C(x)w. \quad (9)$$

Нечеткое правило modusponens может быть записано следующим образом через импликацию:

$$x \rightarrow y = z. \quad (10)$$

В матричном виде это правило выглядит как:

$$I(x)y = z. \quad (11)$$

Из формул (9) и (11) следует связь между переменными w и z :

$$z = C(x)I(x)w. \quad (12)$$

Согласно этой формуле, задавая переменную w , как того требует алгоритм Мамдани, зададим и нечеткость z правила modusponens (10). В этом смысле можно строго считать, что алгоритм Мамдани является логическим выводом, хотя обычно его рассматривают только как модель вывода. При решении конкретных задач во многих случаях бывает легче определить переменную w . Матричный метод позволяет при этом указать степень нечеткости z правила (10).

На основе матричного представления нечеткой логики Мамдани на модельных задачах получены результаты классификации и проведен сравнительный анализ .

Таблица 1

N	Базы взяты для тестирования				Изменения значений L						
	Имя	N	M	Имя класса	3	5	7	9	11	13	15
1	Animal	101	16	7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	Wine	178	13	3	98,33	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3	Iris	150	4	3	67,33	96,00	97,3	98,00	98,67	100,0	100,0
4	Liver	178	10	2	80,34	90,45	96,63	98,88	99,44	99,44	99,44
5	Caesarian	80	5	2	57,50	57,50	57,50	57,50	57,50	57,50	57,50
6	Fire	244	10	2	86,07	93,85	96,72	99,18	99,18	100,0	100,0
7	Ecoli	336	7	8	66,96	87,50	93,45	97,02	98,81	99,70	100,0

Результаты, полученные по простой модели Мамдани (%).

Таблица 2

N	Базы взяты для тестирования				Изменения значений L						
	Имя	N	M	Имя класса	3	5	7	9	11	13	15
1	Animal	101	16	7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	Wine	178	13	3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3	Iris	150	4	3	85,33	98,00	98,67	99,33	99,33	100,0	100,0
4	Liver	178	10	2	86,52	94,94	97,75	98,88	99,44	100,0	99,44
5	Caesarian	80	5	2	57,50	57,50	57,50	57,50	57,50	57,50	57,50
6	Fire	244	10	2	96,31	97,54	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
7	Ecoli	336	7	8	77,38	89,88	94,05	96,43	98,81	100,0	100,0

Результаты, рассчитанные по матричной модели Мамдани (%).

Таблица 3

N	Имя	N	M	Имя класса	3	5	7	9	11	13	15
1	Animal	101	16	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Wine	178	13	3	1,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Iris	150	4	3	18,00	2,00	1,34	1,33	0,66	0,00	0,00
4	Liver	178	10	2	6,18	4,49	1,12	0,00	0,00	0,56	0,00
5	Caesarian	80	5	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Fire	244	10	2	10,24	3,69	3,28	0,82	0,82	0,00	0,00
7	Ecoli	336	7	8	10,42	2,38	0,60	-0,59	0,00	0,30	0,00

Различия в результатах.

Оценка степеней нечеткости предикатов позволяет при решении конкретных задач осуществлять дополнительный выбор правил таким образом, чтобы отбрасывать наименее значимые правила, и оставлять только правила, несущие максимальную информацию. Кроме того, с помощью такой оценки можно осуществлять выбор функций истинности, содержащих максимальное количество информации об исследуемом объекте.

5. Заключение

Таким образом, Каждому правилу записывается степень истинности, так как

число экспертных оценок высокое, каждой оценке можно записать одно правило, при этом некоторые могут являться противоречивыми, либо дублироваться. Чтобы разрешить данную проблему и сократить число правил, каждому правилу запишем степень истинности (вес правила) и выбираем правило, у которого выше степень истинности.

Данный алгоритм описывает несколько последовательно выполняющихся этапов. При этом каждый последующий этап получает на вход значения, полученные на предыдущем шаге.

Алгоритм примечателен тем, что он работает по принципу «черного ящика». На вход поступают количественные значения, на выходе они же. На промежуточных этапах используется аппарат нечеткой логики и теория нечетких множеств. В этом и состоит элегантность использования нечетких систем. Можно манипулировать привычными числовыми данными, но при этом использовать гибкие возможности, которые предоставляют системы нечеткого вывода.

Этапы нечеткого вывода выполняются последовательно. И все значения, полученные на предыдущем этапе, могут использоваться на следующем.

В работе обоснована модель интеллектуального управления бизнес-процессом производства с использованием аппарата нечеткой логики Мамдани, показаны возможности получения количественных оценок в нечеткой модели. Для статистического управления бизнес-процессом эффективным инструментом являются контрольные карты. На основе проведенного анализа в качестве основного метода нечеткого вывода для построения оптимальной модели интеллектуального управления предлагается применить алгоритм Мамдани. Выполнен анализ и обоснование модели классификации с использованием аппарата нечеткой логики Мамдани.

Список литературы

- [1]. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. - М.: Физматлит, 2001.
- [2]. Zagidullin B.I., Nagaev I.A., Zagidullin N.Sh., Zagidullin Sh.Z. A neural network model for the diagnosis of myocardial infarction. // Russian Journal of Cardiology. 2012; (6): 51-54.
- [3]. Круглов В.В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная реализация систем нечеткой логики и нечеткого вывода. - М.: Физматлит, 2002.
- [4]. D T Muhamediyeva. Building and training a fuzzy neural model of data mining tasks // IOP Conf. Series:Journal of Physics: Conference Series, 2182 (2022) 012024. DOI <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2182/1/012024>
- [5]. Andrisevic N., Ejaz Kh., Rios-Gutierrez F., Alba R., Nordehn G., Burns Sh. / Detection of Heart Murmurs Using Wavelet Analysis and Artificial Neural Networks // Journal of biomechanical engineering VL-127, 2005/12/01, 899-904, DOI 10.1115/1.2049327
- [6]. Higuchi K., Sato K, Makuuchi H., Furuse A., Takamoto S., Takeda H./ Automated diagnosis of heart disease in patients with heart murmurs: Application of a neural network technique// Journal of medical engineering & technology 2006/03/01, SP - 61-68 pp, EP - 8, VL - 30, DOI: 10.1080/03091900500131110
- [7]. Марценюк, М.А. Матричное представление нечеткой логики [Текст] / М.А. Марценюк // Нечеткие системы и мягкие вычисления. Научный журнал Российской ассоциации нечетких систем и мягких вычислений. –2007. –Т. 2. –№ 3. –С. 7–35.
- [8]. Круглов, В.В. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода [Текст] / В.В. Круглов, М.И. Дли. –М.: Физматлит, 2002. –256 с.
- [9]. Muhamediyeva D.T. Fuzzy cultural algorithm for solving optimization problems // IOP Conf. Series:Journal of Physics: Conference Series 1441 (2020) 012152.
- [10]. Muhamediyeva D.T. Particle swarm method for solving the global optimization problem using the equilibrium coefficient // IOP Conf. Series:Journal of Physics: Conference Series 1441 (2020) 012153.

ИПАК ТОЛАЛАРИНИНГ ЯРИМУЎТКАЗГИЧЛИ ХОССАЛАРИГА ТАШҚИ ОМИЛЛАРИНИНГ ТАЪСИРИ

¹А.Т. Мамадалимов, ¹Н.К. Хакимова,
²С.У. Умарова, ³С.В. Набиев, ³М.З. Ахмаджонов

¹Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги Яримўтказгичлар физикаси ва микроэлектроника
илмий-тадқиқот институти, ²Қарши Давлат университети, ³Фаргона политехника институти

Khakimova_nilufar@mail.ru

(Қабул қилинди 21.01.2023 й.)

Ушбу мақолада аввал текирилмаган «АГУ-112» навли ипак толаларининг электрўтказувчанлиги температура ортиши билан экспоненциал равишда ортиши аниқланди ва яримўтказгич хусусиятга эга эканлиги намоён этилди. «АГУ-112» навли ипак толалари турли моддалар билан легирлаш технологияси яратилди ва электрўтказувчанлигининг ўзгариши аниқланди. «АГУ-112» навли ипак толаларида 1-мартта ички фотоэффект кузатилди.

Калим сўзлар: Ипак толалари, яримўтказгич, электрўтказувчанлик, серицин, фиброин, легирлаш, ёруғлик, харорат.

В данной статье, которые ранее не исследовались, установлено что электропроводность шелковых волокон сорта «АГУ-112» экспоненциально возрастает с повышением температуры и показано, что шелковые волокна «АГУ-112» обладают полупроводниковыми свойствами. Создана технология легирования шелковых волокон АГУ-112 различными веществами и определено изменение электропроводности. В шелковых волокнах «АГУ-112» впервые наблюдался внутренний фотоэффект.

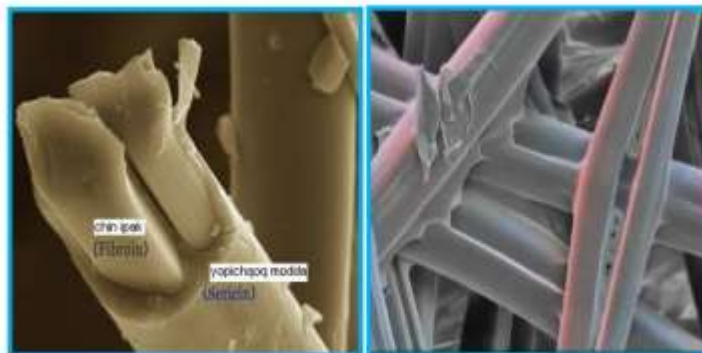
Ключевые слова: Шелковые волокна, полупроводник, электропроводность, серицин, фиброин, легирование, свет, температура.

In this article, which have not been previously studied, it was found that the electrical conductivity of silk fibers of the AGU-112 variety increases exponentially with increasing temperature and shown that AGU-112 silk fibers have semiconductor properties. A technology for doping AGU-112 silk fibers with various substances has been created and a change in electrical conductivity has been determined. For the first time, an internal photoelectric effect was observed in AGU-112 silk fibers.

Keywords: Silk fibers, semiconductor, electrical conductivity, sericin, fibroin, doping, light, temperature.

Бугунги кунда дунёда табиий яримўтказгичлардаги физик жараёнларни тадқиқ қилишга алоҳида эътибор берилмоқда. Бу йўналишда энг муҳим вазифалардан бири, куйидаги мақсадли илмий тадқиқот ишларини олиб бориш: табиий яримўтказгичли толаларнинг фундаментал параметрларини аниқлаш; электрўтказувчанликни температурга боғлиқлик қонунияларини намоён қилиш; легирланган ипак толаларини фотоўтказувчанлик кинетикасини аниқлаш; электрон техникани янги элементларини яратиш; хар хил табиий яримўтказгичли толаларда кечадиган электрон жараёнларнинг механизмларини ўрганиш долзарб илмий муаммолардан ҳисобланади. Бу эса яримўтказгичлар электроникасида дискрет элементлар яратиш имконини беради. Ипак толалари (ИТ) хароратга, ёруғликга ва кимёвий элементлар билан легирлашга сезгирлиги юқори эканлиги маълум. Бундай тадқиқотларни давом эттирилиши табиий толаларнинг янги физикавий хусусиятларини аниқлашга ва электрон асбобларни яратишнинг асоси бўлади [1-7].

Пилла толаси иккита узун ва ингичка бўйламасига ёпишган ипак толалардан (фиброин толалар) ташкил топиб, ялпоқ цилиндр кўринишида бўлади. Ипак толалари одатда параллел равишда жойлашиб, толани нотекис қатлам билан ўраб олган серициннинг ингичка қатлами орқали ажратилган бўлади. Пилла ёйилганда



1-расм. Ипак толасини ташкил этувчи фиброин(чин ипак) ва серицин(ёпишқоқ модда) кўриниши.

толасининг узунлиги бўйлаб ипак толасининг жойлашиш тартиби бузилади, серицин айрим жойларда бўлади, айрим жойларда бўлмайди, ипак толасининг учлари тилинган, ясси жойлар учраб туради. Пилла толаси фибрилляр тузилишда бўлади. Фибрилланинг диаметри 10^{-8} м, узунлиги 35×10^{-8} м гача бўлади. Фибриллани ташкил этувчи фиброин молекулалари чизиқли тузилмага эга бўлиб, кўп маротаба такрорланувчи бўғинлардан иборат бўлади [4].

Табиий ипак 145-150°C температурагача қиздирилишга бардош бера олади. 100-130°C температурада сорбция намлиги йўқолади. Фиброиннинг термоиндукцияси 310-320°C температурада ўзининг максимум даражасига эришади.

Табиий ипакнинг биосинтези жараёнида серицин фиброинли таёқчаларнинг ғовақлари ва бўшлиқларида текис жойлашиб, иккита фиброинли стержень ва пилла толасини бирлаштирилади (1-расм). Серицин ва фиброин нафақат механик жиҳатдан, балки кимёвий жиҳатдан ҳам боғланган.

Фиброиннинг кимёвий формуласи $C_{15}H_{23}N_5O_6$

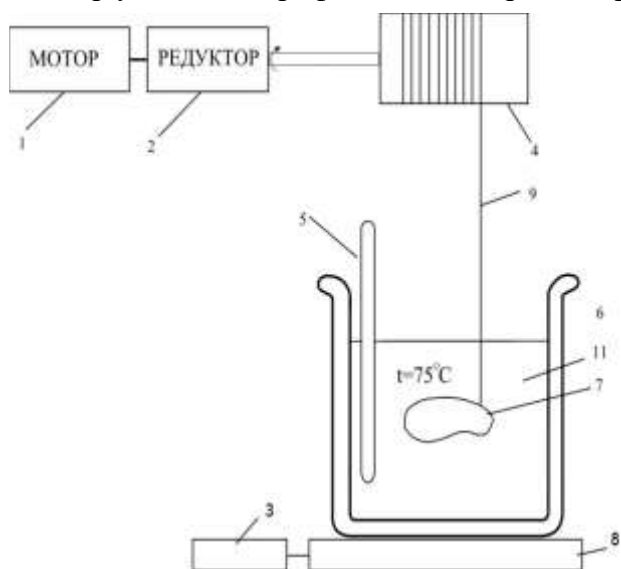
Серициннинг элементли таркиби, %:

1. Углерод - 44,32-46,29.
2. Водород - 5,72-6,42.
3. Азот - 16,44-18,33,
4. Кислород - 30,35-32,5
5. Қўрғошин - 0,15.

Ипак толаларини пилладан ажратиб олиш (чуваб чиқариш) технологияси.

Толаларни ажратиб олишда дастлаб пилла қобиғини 75-80 °C ли сувга солиниб ивитиб олинади. Ивитилган пилла қобиғидан ажралиб чиққан толани йигирувчи қурилма ёрдамида пилла қобиғидан ажратиб олинади (2-расм). Ипак толасини ўраш қурулмасининг барабани 1 секунда 2 марта айланади. Барабан айланаси узунлиги 30 смга тенг. Ажралган ипак толаси дистилланган сувда тозалаб ювилади. Кейин, ипак толаларини ташқи таъсирдан ҳимояланган термо камерада 72 соат ва ундан ортиқ кўп вақт қуриши учун ушлаб турилади.

Кейинги босқичда $Al_2(SO_4)_3$ ва $CuSO_4$ моддаларининг мос равишда 1% ва 5% сувдаги эритмаси олинди. Ипак толалари камида 30 минут (бу эритмалар ичига солиниб) шимдирилди. Эритма билан тўлиқ ҳўлланган толалар термостат ичига жойланиб 75° C ли ҳароратда 5 соат давомида легирланди. Бу жараёнда киритилган модда иссиқ ҳарорат таъсирида толалар ичига диффузияланиб кириб қолади. Толалар таркибига кириб қолган атомлар унинг электрофизик хоссаларини бир неча ўн бараварга оширади.



2- расм. Ипак толаларини пилладан ажратиб олиш қурилмаси. Бунда, 1-мотор; 2-редуктор; 3-ток манбаи; 4-баробан; 5-термометр; 6-идиш; 7-пилла; 8-иситгич печ; 9-ипак толаси ва 10-сувдан иборат.

Омик контактлар олиш учун электрўтказувчи елим ишлатилади. Электрўтказувчан елимлар, биринчи навбатда, электроникада самарали фойдаланиладиган елим ҳисобланади. Унинг электрўтказувчан моддаси одатда умумий таркибнинг 80% ва қолган қисми электрўтказувчан компонент ушлаб турадиган бириктирувчи елимдан иборат. Электрўтказувчи компонентнинг зарралари бир-бирига тегиб туради ва шу билан электр токини ҳосил бўлади. Электрўтказувчи елим таркибидаги компонент қумуш, никел, мис ёки графит бўлиши мумкин. Бошқа кимёвий моддалардан таёрланганлари сифати пастроқ бўлади. Ёпиштирувчи компонент суюқ шиша, синтетик қатрон ёки силикон бўлиши мумкин. Электрўтказувчилар компонент тури ва концентрациясининг ўзгариши

елимнинг қаршилигини ўзгартиради. Кимёвий элементлар билан легирланган ИТнинг молекуляр структурасини ўзгариши натижасида уларнинг электрон ҳолатини ўзгартириши мумкин. Бу ўз навбатида, ИТ да электрофизик хоссаларини ўзгаришига олиб келади.

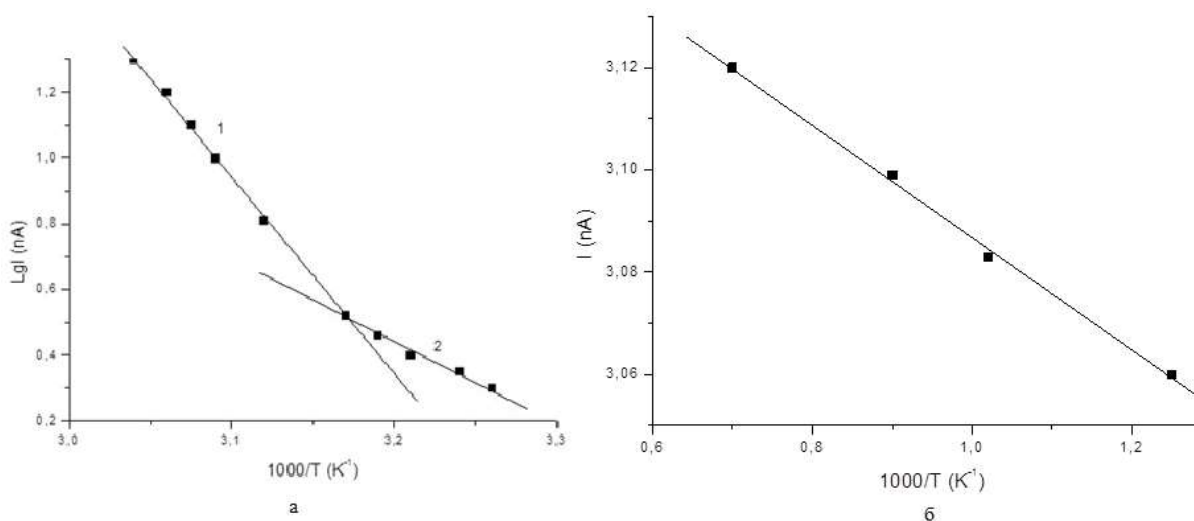
Легирланмаган ва турли моддалар билан легирланган толалар параллел ҳолга келтирилади, толаларни 0,5-0,7 см оралиғида четлари кесиб олинади. Намуналар бир бирига

(8000-10000 та тола) паралелл жипс жойлаштирилган, умумий оғирлиги 1-3 мг. Кукун зарралари каби майдаланган графит суюқ шиша билан куюқ ҳолатга етгунча аралаштирилади. Бундай электрўтказувчи елим 1 см узунликдаги ва 20 мкм қалинликдаги парданинг қаршилиги $3 \cdot 10^2$ Ом га эга. Намуналарнинг ВАХ ни $T = 300\text{K}$ температурада оддий методикадан фойдаланиб ўлчанади. Юқори сифатли натижаларга эга бўлиш учун жуда кичик тоқларини сезувчи ўлчаш шкаласи Рақамли наноамперларда бўлган DMM6500 номли мултиметрдан фойдаланилди. Электр ўлчашлар натижасида намуналарни вольтампер характеристикалари (ВАХ) чизиқли эканлиги маълум бўлди. Бир неча марта қайта ўлчанганда ҳам, ВАХ да ўзгаришлар кузатилмади.

Назорат учун айрим намуналар барокамерада тайёрланди, унда ҳавонинг босими $P = 3 \cdot 10^{-2}$ мм.с.м.уст гача сўриб олиниб ва аргон-инерт гази муҳити ҳосил қилинди. Намуналарни ўлчаш деярли бир хил натижалар берди. Одатда яримўтказгич материаллар электрўтказувчанлиги температурага боғлиқлиги экспоненциал равишда ўзгаради. Ипак толалари ҳам худди шундай физик хусусиятга эгадир. Ипак толаси ҳона температурасида электрўтказувчанлиги нисбатан кам бўлади. Температуранинг ошириб борган сари (тахминан- 35^0 - 100^0 С гача) ипак толаларининг электр ўтказувчанлиги ошиб борганини кузатамиз. Табиий толаларнинг температура таъсирида электрўтказувчанлигининг ўлчашларда $\text{Cu} + \text{Ct}$ махсус термопарадан фойдаланилади. Ўлчашлар оралиғи температураси 0^0 С - 140^0 С бўлади.

«АГУ-112» навли ипак толасининг электрўтказувчанлигининг температурани ошириш натижасида электрўтказувчанлиги экспоненциал $I \sim \frac{i}{RS} = \sigma = \sigma_0 \exp(-\frac{E}{kT})$ қонун бўйича ошади. Агар яримўтказгичда донор ва акцептор аралашмалар бор бўлса, абсолют ноль температурада аралашмалар яримўтказгичда, умуман электрон (ковак)лар бўлмайди. Температуранинг ошиши билан аралашмадаги электронлар эркин ҳолатига ўтади. Чунки, аралашманинг активлаштириш энергияси яримўтказгич атомларининг активлаштириш энергиясидан жуда кичик бўлади. Температуранинг ошириб бориш аралашма атомларининг ионлашишига олиб келади, ҳамда яримўтказгичларда киришмавий электрўтказувчанлик содир бўлади.

«АГУ-112» навли ипак толасининг электрўтказувчанлиги ($\sim \sigma$) температуранинг $0 \div 100^0\text{C}$ оралиғида активлаштириш энергияси экспоненциал қонун бўйича ўсиши кузатилган. Тадқиқотлар натижасида «АГУ-112» навли ИТ дан ўтаётган токнинг қиймати ташқи ҳароратга экспоненциал равишда боғлиқ ҳолда ортиши кузатилди. Намуналарга 75^0C



3-расм. а - 5% ли $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ билан легирилган «АГУ-112» ипак толаларининг активация энергиялари 1. $E_{t1} = 1.2$ эВ, 2. $E_{t2} = 0.49$ эВ б - 5% ли CuSO_4 нинг сувдаги эритмаси билан легирилган «АГУ-112» ипак толаларининг активация энергияси $E_t = 1.85$ эВ.

температурада 5 соат давомида ишлов берилди ва текшириш 100В кучланиш берган ҳолда ўтказилди. Текширишлар натижасида намуналарнинг активация энергиялари аниқланди (3-

расм).

«АГУ-112» навли ипак толаларининг фотоўтказувчанлик кинетикасини тадқиқ қилиш мақсадида ўлчашлар ёритгичсиз ва $h\nu=5\text{эВ}$ ли ультрабинафша (УБ) нур билан ёритишда олиб борилди. Тадқиқот натижаларида «АГУ-112» навли ипак толалари намуналарининг вольт-ампер тавсифи чизикли эканини аниқладик. Бу уларнинг УБ соҳасида фотосезгир (ёруғликга сезгир) элементлар сифатида ишлатишга имкон беради. «АГУ-112» навли ИТда УБ билан ёритилганда фототок органини кўрамиз, кейин ёруғлик ўчирилгандан сўнг фототокда қисқа муддатли релаксацияси кузатилди.

4-расмда «АГУ-112» навли 5% $Al_2(SO_4)_3$ билан легирланган ипак толаларининг электрўтказувчанлигининг УБ нур таъсирида ўзгариши берилган. Бунда намунага УБ нурни туширган пайтимизда фототок ўтиши оша бошлайди. 75°C да ишлов берилган намунага 4 мин давомида УБ туширилди, бунда кучланиш 140 В . УБ нур ўчирилганда намунадан ўтадиган ток кучининг камайишини кузатишимиз мумкин.

Хулоса қилиб айтганда илк бор ҳали физикавий хусусиятлари тадқиқ қилинмаган «АГУ-112» навли ипак толаларининг электрофизикавий хоссалари аниқланди.

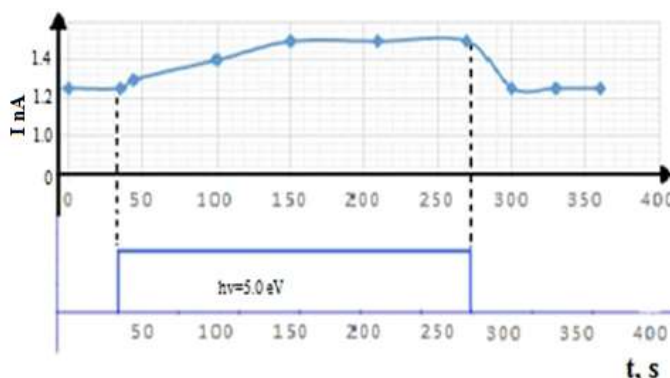
-- Бошланғич (легиранмаган) ва $Al_2(SO_4)_3$, $Cu(SO_4)$ билан легирланган «АГУ-112» навли ипак толаларининг ВАХ лари тадқиқ қилинди. Учала ҳолатда ҳам ВАХси чизикли эканлиги кузатилди.

-- Бошланғич (легиранмаган) ва $Al_2(SO_4)_3$, $Cu(SO_4)$ билан легирланган «АГУ-112» навли ипак толаларининг электрўтказувчанлиги ҳарорат ортиб бориши экспоненциал равишда ортиб бориши кузатилди. Бу эса текширилган намуналар яримўтказгич хоссасига эга эканлигини тасдиқлайди.

-- «АГУ-112» навли ипак толаларини $Al_2(SO_4)_3$ ва $Cu(SO_4)$ билан легирлаганда ички фотоэффект намоён қилинди, яъни ультрабинафша нур билан намуна ёритилганда фототок ҳосил бўлиши кузатилди.

-- $Al_2(SO_4)_3$ ва $Cu(SO_4)$ билан легирланган «АГУ-112» навли ипак толаларида фотоўтказувчанликнинг кинетикаси тадқиқ қилинди.

- УБ нур билан ёритилганда фототок экспоненциал равишда ортиб борди. УБ ўчирилганда фотоўтказувчанликнинг релаксацияси кузатилди.



4-расм. «АГУ-112» навли 5% ли $Al_2(SO_4)_3$ билан легирланган ипак толасининг фотоўтказувчанлик кинетикаси. Намунага 75°C температурада 5 соат давомида ишлов берилган. Кучланиш $U_{\text{const}} = 140\text{ В}$.

Адабиётлар

- [1]. «Справочник по шелкосырью и кокономотанию» Под общей редакцией проф Э.Б.Рубинова. Издательства «Легкая индустрия» Москва 1971 г.
- [2]. Н.К.Хакимова. Свойства природных полупроводниковых волокон. Монография. Тошкент “KOLEON PRESS” 2021г. ,112 стр.
- [3]. А.Т. Мамадалимов, Н.К.Хакимова, Б.Э.Тураев, Т.А.Усманов. Изучение полупроводниковых свойств, хлопковых и шелковых волокон. III- Респ.конф. по физической электронике.Сб. тезисов докладов. Ташкент, 2002г. 6-8 ноября, стр.35.
- [4]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Silk> (Ипак толаси ҳақида)
- [5]. А.Т.Мамадалимов, В.Л.Оксегендлер., Ш.О.Отзахжнов, В.Е.Тураев, Т.А.Усманов, Н.К.Хакимова., Zh.A.Kadirov. Features of the photoconductivity of iodine-doped cotton fibers illuminated in the fundamental absorption range. Technical Physics Letters, 2002, Vol.28, №7, 581-583.
- [6]. А.Т.Мамадалимов, Р.К.Хабибullaев, М.Шерматов. Some problems of modification of cotton fibers physical properties. Uzbek Physical Journal, 1999, Vol.1, №6, 465-479.
- [7]. А.Т.Мамадалимов, Г.М.Рузиева, Б.Э.Тураев, М.Шерматов, М.А.Шерматова, Д.Б.Элмуротова. Электрофизические свойства природных полимерных волокон. Тезисы докладов Международной конференции «Фото-,тензо-и термоэлектрические явления в полупроводниковых пленках» Фергана. ФерГУ 17-19 декабря 1999г. стр.8.

ТИКУВ МАШИНАЛАРНИНГ ИККИ КОНУССИМОН БАЗАВИЙ ВА СОЗЛОВЧИ ПРУЖИНАЛИ ИГНА ИПИНИ ТАРАНГЛАГИЧИНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛИ

С. Дж. Мухамеджанова¹, А. Джураев²

¹Бухоро муҳандислик-технология институти, muxamedjanovasabrina@gmail.com

²Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти
(Қабул қилинди 24.08.2022 й.)

Мақолада тикув машиналарнинг икки конуссимон базавий ва созловчи пружинали игна ипини таранглагичини ҳисоблаш усули келтирилган. Тикув машинасинг тавсия этилган икки конуссимон пружинали игна ипи таранглагичи ҳисоб схемаси ва ишлаш принципи кўрсатиб ўтилган.

Калит сўзлар. тикув машинаси, игна ипи, конструкция, пружина, таранглагич, чок, регулятор, бикрлик, частота, ҳаракат тенгласи

В статье приведена методика расчета натяжителя игольной нити с двумя коническими основаниями и регулировочной пружиной швейных машин. Подробно описывается схема и принцип работы рекомендуемой эффективной конструкции тарелчатого нитенатяжителя игольной нити швейной машины.

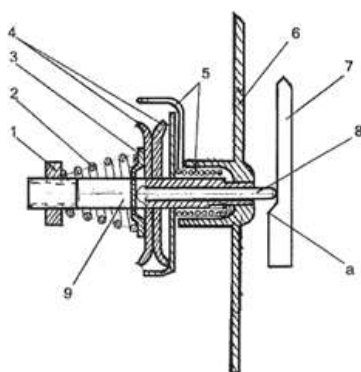
Ключевые слова. швейная машина, игольная нить, конструкция, пружина, натяжение, регулятор, жесткость, колебание, частота, уравнение движения.

The article presents a method for calculating the needle thread tensioner with two conical bases and an adjusting spring for sewing machines. The scheme and principle of operation of the recommended effective design of the dish-shaped thread tensioner of the needle thread of the sewing machine is described in detail.

Keywords. sewing machine, needle thread, design, spring, tension, regulator, stiffness, oscillation, frequency, equation of motion.

Газламани ўртасида тугунли ўралган ипли нормал тортилган чокни олиш учун юқори ва пастки ипларни аниқ таранглигини ҳосил қилиш зарур. Бу таранглик махсус курилмаларда – ипни таранглигини ростловчиларда ишқаланиш кучлари таъсирида ипларни тормозланиши орқали амалга оширилади [1].

Юқори ипни таранглигини ростловчи, одатда тикув машинасининг ён деворига



а)



б)

а – мавжуд таранглагич схемаси; б – таранглагич кўриниши. 1-ростловчи винт, 2 – конуссимон пружина, 3- пружинани марказлаштирувчи тирак шайба, 4- тарелкали шайбалар, 5- қайтарувчи пружина, 6- машина корпуси, 7- тирак, 8- тарелкаларни силжитувчи стержен. 1 – расм. Тикув машинасининг тарелкали таранглагичи курилмаси.

конуссимон пружиналар орқали тарелкалар 4 сиқилади. Ўнг томондаги шайба ва пружина орасида тутуштирувчи шайба ўрнатилган. Бу шайба тепки 8 ни шток билан кўтаришда ипни эркин бўшашига хизмат қилади. Винт 5- компенсацияловчи пружина 5 билан биргаликда машинанинг корпуси каллагига ўрнатилган.

Юқори ипни таранглигини ростлагич шундай бажарилганки, сиқувчи тепки кўтарилганда тарангловчи шайбалар силжиб таранглик сусаяди, бу эса газламани олишда

ўрнатилади ва пастки ип учун эса, шпуля қалпоғини ён деворига ўрнатилган текис пружина хизмат қилади. Уларнинг умумий кўриниши ва кўндаланг қирқими 1- расмда келтирилган.

Таранглагичда ростловчи винт 9 таъсирида кийгизилган кабарик 4 шайбалар орасидан ўтувчи ипни сиқидан иборат. 1 гайка бурчакда спирал

ғалтакдан ипни чиқишига имкон беради.

Тарангловчи қурилмани В.Т.Костицкийни маълум бўлган методидан фойдаланиб сиқиш кучи ҳисобланади. Чокни тортиш учун зарур бўлган Q_1 куч ипни стерженни камрашдаги ишқаланиш кучи ва ипни тарангловчи шайбалар орасидан ўтишидаги ишқаланиш кучлари ҳисобига ҳосил бўлади. Бу кучнинг катталигини қуйидаги формуладан фойдаланиб ҳисоблаш мумкин:

$$Q_1 = Q_2 e^{f_1 \alpha} + \frac{P(f_1 + f_2)}{f_1 \alpha} (e^{f_1 - 1}) \quad (1)$$

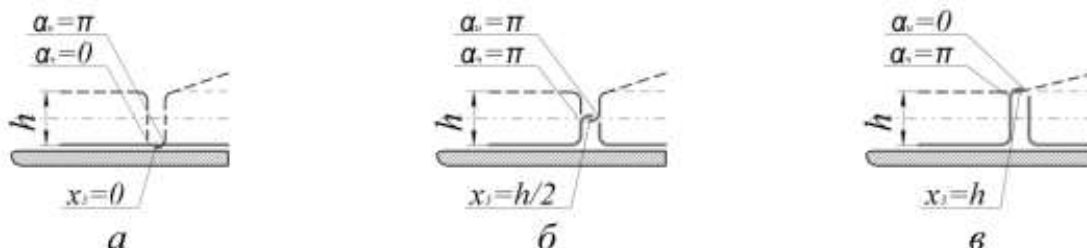
бу ерда Q_1 – ипни ғалтакдан чиқариш учун зарур бўлган куч; P – спирал пружинани босим кучи; f_1 - ипни винтнинг цилиндрик юзасида ишқаланиш коэффициентлари ($f_1 = 0,15 \div 0,20$) f_2 ва f_3 ипни шайбанинг юзасига ишқаланиш коэффициентлари ($f_2 = f_3 = 0,15 \div 0,20$) α - камраш бурчаги ($\alpha = \pi/2$).

Спирал пружина ҳосил қиладиган куч пружинанинг бикрлигига, ўрамларнинг ишчи қисмини энг катта ва энг кичик радиуслари нисбатига ва пружинани чўқишига боғлиқ.

$$P = \frac{C \lambda}{\pi i (r_2^2 + r_1^2) (r_2 + r_1)} \quad (2)$$

бу ерда i - пружиналар ўрамлар сони; r_1 ва r_2 пружинанинг ишчи қисми ўрамларининг энг кичик ва энг катта радиуслари; λ – пружинани чўқиши; C – пружинанинг бикрлиги; $C = G J_p / G$ – II даражали қайишқоқлик модули, пўлат сим учун $G = 8 \cdot 10^5$ кгс/см² J_p - d диаметрли симнинг қирқимини кутб инерция моменти (см⁴).

Ипларнинг турлича таранглигидаги чокларни ҳолати 2 - расмда кўрсатилган. Пастки ипнинг таранглиги винт билан шпуля қалпоғини ён деворга ўрнатилган пластинкали пружина билан ип орасидаги ишқаланиш кучи ҳисобига ҳосил бўлади.



а) пастки ип кўпроқ тортилган, б) ипларнинг таранглиги бир-бирига тенг, в) юқори ип кўпроқ тортилган. 2 – расм. Ипларнинг тарангликларини ўзаро фарқига қараб чокнинг шаклланиши кўрсатилганидек бузилиш белгиловчи схемалар.

Пастки ипнинг таранглик кучини қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$Q_3 = P(\mu_1 + \mu_2) \quad (3)$$

бу ерда P – пружина ҳосил қиладиган куч; μ_1 ва μ_2 – ипни пружина ва шпуля қалпоғи ташқи юзаси орасидаги ишқаланиш коэффициентлари.

Тикув машинасида ҳосил бўладиган чокларни тортиш даврида моки ва игна ипларини талаб қилинган таранглигини таъминлаш зарур, бунда ўралиш тугунчалари тикиладиган материалларини чокларини ўртасига яқинроқ жойлашади. Моки ва игна ипларини таранглигини ростлашни таъминлаш учун тикув машиналарида махсус қурилмалар назарга олинган. Игна ипининг таранглиги кўпроқ тикув машинасининг қаллагига ўрнатилган тарелкали ростлагич билан ростланади. Биз таклиф қилган конструкцияни вариантларидан бири 3.4 - расмда келтирилган.

Қурилма икки конуссимон базавий ва созловчи пружинали тебранувчи тарелкали ростлагич ҳисобланади [2,3].

Таранглагичнинг 4 винтли пружина бир учи билан накаткали чайкага, бошқа учи билан тарангловчи бажарувчи элементга (тарелкага) тиралади. Қарама-қарши томонда

бошқа 2 тарангловчи бажарувчи элемент (тарелка) ва тиралувчи 8 қурилма орасида сиқилган 7 пружина жойлашган.

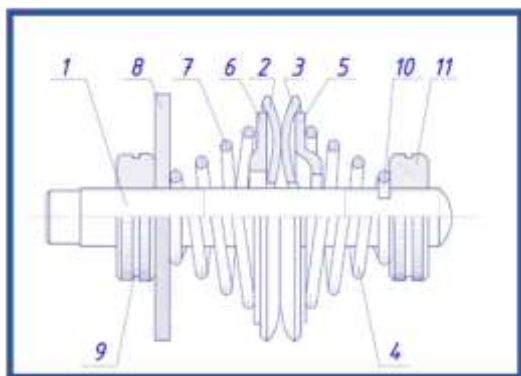
Иккала 4 ва 7 винтли пружиналар 1 йўналтирувчи ўқга нисбатан концентрик ўрнатилган, бунда улар 2 ва 3 тарангловчи элементларни (тарелкаларни) бир бирига сиқиб, уларни марказлаштиради. Агар 4,7 винтли пружиналар нисбатан эгилувчи бўлса, системани 4,7 пружиналар ва тарангловчи 2 ва 3 элементлар системаси резонанс частотаси 8 таянч қурилмасини ғалаён частотасидан жуда кичик, бу масалада ҳам, тарангловчи бажарувчи элементлар амалда тинч ҳолда бўлиб улар секин айланади. Шунинг учун бу мисолда ихтирони амалга оширишда юқорида кўрсатилган, 8 таянч қурилмани аксиал тебраниш шартидан келиб чиқса афзаллик таъминланади.

3. б - расмда таклиф қилинган ипни тарангловчининг конструкцияси расми келтирилган. Бу қурилма конуссимон пружиналарнинг бикрлиги билан фарқ қилади. Ушбу тарангловчининг асосий фарқи тарелкаларни ипнинг таранглиги ва қалинлиги ўзгарганда автоном горизонтал ўқ бўйлаб силжиши мумкинлиги, бу эса узатиладиган ипни тикиш жараёнида таранглигини сақлашга барқарорланишига имкон беради.

Конуссимон спирал пружина ҳосил қиладиган куч к бикрлигига, ўрамларни ишчи қисмларини энг катта ва энг кичик радиусларига ва пружиналарни деформациясига боғлиқ. Бу куч куйидаги формуладан аниқланади [4,5]:

$$Q = \frac{K\lambda}{\pi i(r_2^2 + r_1^2)(r_2 + r_1)} \quad (4)$$

i - пружиналар ишчи ўрамлар сони; r_1 ва r_2 пружинани ишчи қисми ўрамларининг энг кичик ва энг катта радиуслари; λ – пружинани чўкиши;



а



б



в



г

бу ерда, а – таранглагичи схемаси; б – тарелкали икки пружинали таранглагичлар кўринишлар;

в – тавсия қилинган икки базавий ва созловчи пружинали тарелкали таранглагич ишчи ҳолати кўриниши; г – таранглагич алоҳида кўриниши. 3 – расм. Тавсия қилинган икки конуссимон базавий ва созловчи пружинали тебранувчи тарелкалари бўлган игна ипини таранглагичи схемаси ва кўринишлари.

Пружинани деформацияга нисбатан бикрлиги ўзгарувчан ёки ўзгармас катталиқда бўлиши мумкин. Деформацияда бикрлиги ўзгармас қоладиган пружина бикрлиги чизикли деб аталади. Ўрамларни ҳолати ўзгаришига боғлиқ бикрлик коэффициентини “прогрессив” номини олган. Бикрлик катталиқлари қуйидагиларга берилганларга боғлиқ бўлади:

- тайёрлашда фойдаланиладиган хомашё турига;
- металл симнинг ўрамлари диаметрига (D_w);
- пружинанинг диаметрига (ўртача катталиқ ҳисобига олинади) (D_m);
- пружинанинг ўрамлари сонига ($N\alpha$).

Бикрлик коэффициентини ҳисоблаш учун қуйидаги формуладан қўлланилади:

$$k = \frac{G_c \cdot D_w^4}{8 \cdot N\alpha \cdot D_m^3} \quad (5)$$

бу ерда G_c - силжиш модули. Бу катталиқни ҳисобламаса ҳам бўлади, чунки у турли материаллар учун жадвалда келтирилган. Масалан, оддий пўлат учун у 80 ГПа, пружинали пўлат учун 78,5 ГПа га тенг. Формуладан тушунарлики, пружинанинг бикрлик коэффициентига қолган учта катталиқ, диаметр ва ўрамлар сони, шунингдек пружинанинг ўзини диаметри кўпроқ таъсир қилади. Бикрликнинг зарур бўлган кўрсаткичларига эришиш учун бу характеристикаларни керакли қийматларини танлаш керак бўлади. Бикрлик коэффициентини тажриба йўли билан оддий асбоблар ёрдамида аниқлаш мумкин: пружинанинг ўзи, чизгич ва юк орқали тажриба намунасига таъсир қилиб аниқланади.

Бизнинг ҳолатда тебранувчи тарелкалар иккита конуссимон пружиналар билан бириктирилади. Бунда бикрликни аниқлаш қийинроқдир. Бириктириш хусусиятлари орасида қуйидаги келтирилган ҳолатларни белгилаш керак бўлади. Параллел бириктиришда деталлар кетма-кет жойлаштирилади. Бу метод ҳосил қилинадиган системани қайишқоқлиги етарлича ошишига имкон беради.

Кетма-кет усулда бириктириш қайишқоқлик даражасини пасайтиради, аммо максимал узайишни оширишга имкон беради. Баъзи ҳолларда фақат максимал узайиш қиймати талаб қилинади.

Иккала ҳолда улаш хусусиятини аниқловчи, формула қўлланилади. Қайишқоқлик кучини модули конкрет ҳолатга боғлиқ бўлади.

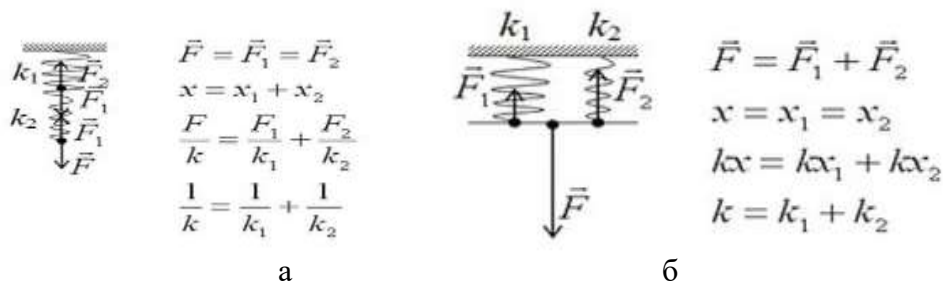
Пружиналарни кетма-кет бириктиришда кўрсаткич қуйидагича ҳисобланади [6]:

$$1/k = 1/k_1 + 1/k_2 + \dots + 1/k_n$$

Кўрилатган кўрсаткич муҳим хусусият ҳисобланади, берилган ҳолда у пасаяди. Пружиналарни параллел бириктиришда кўрсаткич қуйидагича ҳисобланади [6,7]:

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_n$$

Юқорида келтирилган тарелкалар силжитувчи пружиналарни бикрлик коэффициентини кетма-кет бириктиришда бирикманинг характеристикалари аниқланади. Кўп ҳолда пружинанинг узайиши нимага тенглиги аниқланади. Параллел ёки кетма-кет бириктиришнинг хусусиятлари орасида қуйидаги келтирилган моментларни белгилаш мумкин: Параллел улашда иккала пружинали узайиши бир хил бўлади. Унутмаслик керакки, иккала вариант эркин ҳолатда бир хил узунликда характерланиши зарур. Кетма-кет улашда кўрсаткич икки марта ошади.



4 - расм. Бириктириш усуллари.

Умумий бикрлик коэффициентлари пружиналарни бириктиришнинг усулига боғлиқ ўзгаради. Параллел бириктиришда бикрлик икки марта ошади, кетма-кетда эса камаяди.

Пружиналарни параллел ва кетма-кет бириктириш. Пружинани мувозанат ҳолатига қайтарувчи кучни, яъни қайишқоқлик кучини $F_{\text{бикр}}$ деб белгилаб, топиш учун Гук қонунидан фойдаланилади.

Англиялик олим Роберт Гук биринчи марта қайишқоқлик кучи билан пружина деформацияси орасидаги боғлиқликни аниқлади. Бу боғланиш тўғри пропорционалдир пружина деформацияси қанча катта бўлса, қайишқоқлик кучи ҳам шунча катта бўлади. Яъни қайишқоқлик кучи формуласи қуйидагича кўринишда бўлади [8]:

$$F_{\text{бикр}} = k \cdot \Delta l \quad (6)$$

бу ерда Δl – деформация қиймати; k – бикрлик коэффициентлари.

Табиийки, бикрлик коэффициентлари ҳар хил пружиналар учун ҳар хил бўлади. Қайишқоқлик кучи бикрлик коэффициентлари Н/м (Ньютон метр) бирлигида ўлчанади.

Амалда пружина битта эмас, бир нечта бўлиб, улар пружиналар системасини ҳосил қилади. 4- расмда бириктириш усуллари ва ифодалари тасвирланган.

Хулоса. Тикув машиналарнинг икки конуссимон базавий ва созловчи пружинали игна ипини таранглагичининг қайишқоқлик кучи билан пружина деформацияси орасидаги боғлиқликни аниқлади. Бу боғланиш тўғри пропорционалдир пружина деформацияси қанча катта бўлса, қайишқоқлик кучи ҳам шунча катта бўлади.

Адабиётлар

- [1]. Ванг Е.Э. Измерения натяжений нитей, М., 1966.
- [2]. Камке Э. “Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям” М., 1976., 576 стр.
- [3]. Мухамеджанова С.Дж., Джураев А., Мансурова М.А., Ганчини Ш. “Разработка конструкции и математическая модель колебаний тарелок регулятора натяжения игольной нити швейной машины”. “Фан ва технологиялар тараққиёти”. Илмий-техникавий журнал №3/2019 ISSN: 2181-8193
- [4]. Мухамеджанова С.Дж., Мансурова М.А, Ганчинина Ш. “Эффективная конструктивная схема регулятора натяжения челночной нити шпульного колпачка швейной машины” “Машинашуносликнинг долзарб муаммолари ва уларнинг ечими” Академик Х.Х.Усмонхўжаев таваллудининг 100 йиллигига бағишланган Республика илмий-амалий конференцияси мақолалар тўплами 2-қисм 2, 3, 4 - шўбалар 20-21 ноябрь. Тошкент 2019
- [5]. Роганов Л.Л., Карнаух С.Г. - Расчет пружин, рессор и пружинных амортизаторов Учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию по деталям машин для студентов механических специальностей / Краматорск: ДГМА, 2000. - 112 с.
- [6]. Пономарев С.Д., Андреева Л.Е. Расчет упругих элементов машин и приборов. М.: Машиностроение, 1980.-326 с., ил.-(Б-ка расчётчика). А.Джураев и др. Теория механизмов и машин. Изд. Г.Гуляма, Ташкент, 2004, с 592.
- [7]. Соппротивление материалов: Учебник / Г.Д. Межецкий, Г.Г. Загребин, Н.Н. Решетник; под общ. Ред. Г.Д. Межецкого, Г.Г. Загребина.- 5-е изд., - М. 2016.- 432с.
- [8]. Старовойтов Э.И. Соппротивления материалов: Учеб.:для вузов.-М.ФИЗМАТЛИТ, 2008.-384 с.

ГАЗ-СУЮҚЛИК ФАЗАСИДА МАССА АЛМАШИНИШ ЖАРАЁНИНИ ИНТЕНСИВЛАШ

К.Д. Мухамадсодиқов, Б. Хўжамов, Ф. Зайлобиддинов

*Фаргона политехника институти
(Қабул қилинди 25.08.2022 й.)*

Мақолада суюқлик газ фазасида масса алмашиши жараянларини интенсивлаш йўллари, масса алмашиши жараяни умумий тенгламасининг тахлили, ҳамда мавжуд масса алмашиши жараянининг интенсивловчи қурилмалар афзалликлари ва камчиликлари тахлили қилинган. Икки роторли масса алмашиши аппарати афзалликлари кўрсатилган ва кейинги тадқиқотларни шу аппарат устида олиб борилиши таъкидланган.

Калит сўзлар. *Масса алмашиши, жарённи интенсивлаш, фазалар юзаси, диффузион*

қаршилиқ, контакт элемент, сирт плёнка, оқим томчи, бугланиш, дистиллаш, ректификация, ротор, чанглатилган суюқлик.

Abstract. In the article, the ways of intensifying the mass exchange processes in the liquid gas phase, the analysis of the general equation of the mass exchange process, and the advantages and disadvantages of existing mass exchange process intensifying devices are analyzed. The advantages of the two-rotor mass exchange apparatus are shown, and further researches on this apparatus are emphasized.

Keywords. Mass transfer, flame intensification, phase surface, diffusion resistance, contact element, surface film, droplet, evaporation, distillation, rectification, rotor, condensed liquid.

В статье приведены пути интенсификации массообмена в системе газ-жидкость, анализ общего уравнения массообмена, преимущества и недостатки существующих массообменных аппаратов. Указаны преимущества двухроторного аппарата и отмечено ведение дальнейших исследований на этом аппарате.

Ключевые слова. Массоперенос, интенсификация процесса, поверхность фаз, диффузионное сопротивление, контактный элемент, плёнка поверхности, струйная капля, выпаривание, перегонка, ректификация, ротор, пилообразная жидкость

Кимёвий ишлаб чиқаришда кўплаб жараёнлар масса алмашиниш билан амалга ошади. Масса алмашиниш жараёнидаги асосий муаммолардан бири жараёнини интенсификациядир. Жараёнларини интенсификациялаштиришнинг қуйидаги асосий усуллари мавжуд [1]:

-фазалар контакт юзасини максимал даражада ортириш;

-масса алмашиниш коэффициентини кўтариш учун интенсив аралаштиришдан иборат.

Фазалар чегарасида диффузион қаршилиқни камайитириш ва масса алмашиниш коэффициентини ортириш аралаштириш энергиясини ортириш билан, яъни жараёндаги фазалар тезлигини ортириш билан эришилади. Бунинг учун ташқаридан қўшимча энергия киритиш талаб қилинади.

Масса алмашиниш жараёнининг умумий тенгласини ўрганиш натижасида масса алмашиниш жараёнини интенсификациялаш имкониятлари ҳақидаги тасаввурга эга бўлиш мумкин [2].

$$\frac{dM}{d\tau} = k \cdot S_F \cdot \Delta C \quad (1)$$

Бу ерда M - бир фазадан иккинчи фазага ўтган модда миқдори; τ - жараёни бориш вақти; k - масса алмашиниш коэффициенти; S_F - фазалар орасидаги контакт юзаси майдони; ΔC - жараёнининг ҳаракатлантирувчи кучи.

Тенгламани чап томони масса алмашиниш жараёнини тезлигини белгилайди, ўнг томони эса жарёни тезлаштирувчи параметрлардан иборат. Тенгламани ўнг томонидаги уччала параметр ичида масса алмашиниш майдонини ортириш жараёнининг тезлашувига олиб келади. Тенгламадаги икки параметр моддаларнинг физик кимёвий хусусиятларига боғлиқ. Уччинчи параметр – фазаларнинг контакт юзаси бўлиб, у қанча катта бўлса, масса алмашиниш жараёни шунча тез боради. Амалда контакт юзаларни катталаштириш турли усуллар билан олиб борилади:

-контакт элементларни (насадкаларни) юзаларини ортириш ҳисобига;

- қурилмани интенсификациялашган кўпикли ёки томчи - оқимли (вертикаль контакт турли аппарат) иш режимларига ўтказиш орқали;

-қурилмада фазалар ўзаро таъсирини суюқлик ёки қаттиқ моддани контакт майдонини йириклаштириш учун майдаловчи механик аралаштирувчи мослама ўрнатиш ҳисобига.

Охирги усул шуниси билан яхшики, контактлар аро юзани ортириш билан бирга, тизимда жараён интенсификациясини ортирувчи марказдан қочма майдонни ҳосил қилади. Масса алмашинувчи техникаларда ушбу хусусиятлардан оқилана фойдаланиш кичик ҳажмдаги энергия сарфи кам бўлган юқори самарали аппаратларни яратиш имконини беради. Суюқлик ва газ ўртасида масса узатиш жараёнларини амалга ошириш учун

айланадиган роторли аппаратлар конструктив жихатдан оддий бўлиши, шунингдек тайёрлаш ва монтаж ишлари қийинчилик туғдирмаслиги керак.

Мавжуд айланадиган масса узатиш мосламаларини марказдан қочирувчи куч ишлатиш усулидан фарқ қилувчи иккита асосий гуруҳга бўлиш мумкин:

1. Сирт-плёнка қурилмалари;
2. Оқим томчи қурилмалари.

Биринчи гуруҳ қурилмаларида суюқликнинг плёнкали оқимини яратиш учун марказдан қочма кучи қўлланилади ва плёнка юзасида масса алмашинуви содир бўлади.

Иккинчи гуруҳ қурилмаларида марказдан қочма куч фазаларнинг йўналтирилган ҳаракатини ва суюқликнинг кичик томчиларга тарқалишини ташкил қилиш учун ишлатилади.

Биринчи гуруҳ қурилмаларида плёнкали оқим ҳосил бўлиб суюқликнинг газ фаза билан контакти суюқлик оқими плёнкасининг олди ва орқа қисмларида бўлади. Иккинчи гуруҳ қурилмаларида эса марказдан қочма куч таъсирида суюқлик томчиларга парчаланаяди, газ ва томчи контакти бутун томчи юзасида бўлади. Иккинчи гуруҳ қурилмаларида биринчи гуруҳ қурилмаларига нисбатан суюқлик – газ контакти юзаси катта бўлади ва масса алмашинуви жараёни маълум бир чегарада интенсивлашади.

Биринчи гуруҳ аппаратлари саноатда кенг қўлланилади [2,3]. Сирт плёнкали қурилмаларнинг кўп қирралилиги туфайли уларда буғланиш, дистиллаш, ректификация каби бир қатор технологик жараёнларни амалга оширишга имкон беради. Бундай қурилмаларнинг самарали ишлашининг асосий шартли контакт юзасида бир хил суюқлик плёнкасини яратишдир.

Ротор плёнкали ректификаторлар анча кенг тарқалган бўлиб, улар иситувчи кўйлаги билан жиҳозланган вертикал цилиндрсимон корпусдан иборат бўлади. Корпус ичида ташқи томондан пичоқлар билан жиҳозланган ичи бўш цилиндр шаклидаги ротор мавжуд. Бундай қурилмалар катта бўш қисмга эга ва бунинг натижасида паст гидравлик қаршилиқ мавжуд. Улар юқори самарадорликни талаб қилмайдиган ажратиш жараёнлари учун тавсия этилади.

Шунингдек, айланадиган сиртда бир хил суюқлик плёнкаси ҳосил қиладиган аппаратлар ҳам мавжуд. Ушбу қурилмалар маҳсулотнинг иш ҳудудида оз вақт бўлишига қарамай юқори солиштирма унумдорликка эга. Бундай аппаратларнинг асосий қачилиги катта ва мураккаб роторнинг мавжудлигидир.

Кўп цилиндрли колонналар, айланадиган алоқа юзасига эга бўлган аппаратларга туркумига киради. Бу аппаратларнинг бир қанча турлари мавжуд.

Контакт элементи концентрик (умумий марказга эга бўлган) тарзда жойлашган ўзгарувчан цилиндрлар ва конуслар бўлиб, уларнинг ҳар икки учиде катта юқори асоси ва тешиқлар очилган юзадан иборат.

Кўриб чиқиладиган турдаги қурилмаларнинг яна бир конструктив модификацияси - бу қопқоқли спирал лента шаклида тайёрланган роторли қурилмалардир. Кўриб чиқиладиган конструкцияларнинг бошқа модификацияси юза қопқоғи бўлган спирал лента туридаги ротори бўлган аппаратдир.

Юқорида келтирилган конструкцияларнинг афзалликлари - ўзаро таъсир қилувчи фазаларнинг қарши оқимида ишлаши бўлиб, бунинг натижасида бундай қурилмаларнинг юқори самарадорлигига эришилади. Шунга қарамай, улар ректификацион ва абсорбцион колонна сифатида кенг қўлланилмайди, бу қурилма конструкциясининг мураккаблиги, юқори нархи ва паст маҳсулдорлиги билан изоҳланади.

Оқим – томчили аппаратлар ҳам ректификацион ва абсорбцион колонна сифатида кенг қўлланилади. Ўз навбатида уларни шартли равишда икки гуруҳга бўлиш мумкин.

-зарбали -чанглатувчи контакт қурилмали аппаратлар;

-барботажли – чанглатувчи контакт қурилмали аппаратлар.

-зарбали -чанглатувчи контакт қурилмали аппаратларда у ёки бу усул билан чанглатилган суюқлик контакт қурилманинг марказидан четки қисмга учаяди, деворга урилиб кейинги контакт поғонага оқиб тушади ва жараён қайтарилади. Суюқлик ва газ ўртасидаги

контакт газ потрубкадан ўтаётиб суюқлик томчиси пардасини қоплаб олади.

Юқоридаги қурилмаларнинг афзаллиги шундаки, улар юқори ажратиш кучига эга. Бироқ, уларнинг маҳсулдорлиги паст, чунки контакт қурилмасининг кўндаланг кесими аппаратнинг умумий ишчи майдонининг атиги 5-7% ни ташкил қилади.

Ротор - импульсли аппаратларнинг камчиликлари контакт элемент бирлигига 500 Па гача бўлган нисбатан йирик гидравлик қаршилик ва ротор конструкциясининг катталиги. Бу камчиликлар аппаратдан фойдаланишда бир қатор чекловлар қўяди.

Шундай қилиб, айланиш мосламаларининг мавжуд конструкцияларини таҳлил қилишдан шундай хулосага келиш мумкинки, кўп миқдордаги назарий тарелкалар талаб қиладиган масса узатиш жараёнлари учун оқим-томчи контакт мосламалари бўлган қурилмалар мос келади, чунки уларда кўп сонли контакт поғоналарни ташкил қилиш мумкин. Шунинг ҳам таъкидлаш керакки, конструктив ечимларнинг хилма хиллигига қарамадан бу турдаги аппаратларнинг самарадорлиги деярли бир хил ва ҳар бир контакт элементи бирлиги учун 0,5-0,8 назарий тарелкалар оралиғида.

Шунинг учун ротори мураккаб бўлмаган контакт босқичининг баландлиги кичик бўлган конструкциядаги аппаратлар иқтисодий жиҳатдан қулайдир. Бундай аппаратларга контакт элементлари дискли бўлган аппаратларни мисол келтириш мумкин.

Мавжуд роторли аппаратларнинг асосий камчилиги уларнинг секциялардан иборатлигидир. Аппаратларни секцияларга бўлиш суюқ фазани аппарат атрофидан унинг марказига ва ундан контакт поғонага ўтказишдир. Секцияларнинг мавжудлиги қуйидагиларга сабаб бўлади:

- конструкцияни корпусини мураккаблашишига ва контакт қурилмаларни монтажини мураккаблашувига;

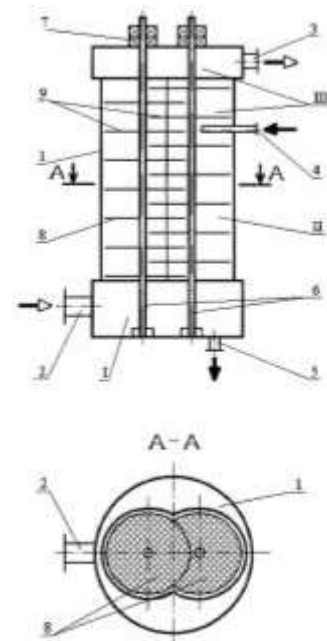
- контакт баландлигини ортиши, аппаратни тайёрлашга харажатларни кўпайишига олиб келади.

Шундай қилиб, суюқлик ва газ ўртасида масса алмашиниш жараёнларини амалга оширувчи аппарат уни тайёрлаш ва монтаж қилишни мураккаблаштирмайдиган оддий конструкцияга эга бўлиши керак.

Суюқликни контакт поғоналаридан ҳаракати ва уни аппарат атрофидан аппарат марказига қайтиши насадка элементларида амалга ошиб қўшимча секцияларни талаб қилмаслиги керак. Ана шундай қурилмалардан бири икки роторли пуркаш аппарат бўлиб, у масса алмашиниш жараёнида фазалар контакт юзасини ва натижада масса алмашиниш интенсивлигини ҳам оширади (1 расм).

Роторли масса алмашиниш аппаратларида газ-суюқлик тизимидаги масса алмашинувининг коэффиценти ва фазалар алоқа юзаси майдонини кўпайтиришга ва натижада масса алмашиниш жараёни тезлашувига ва энергия сарфини камайишига эришилади.

Қурилма қуйидагича ишлайди. Ўзаро таъсирланувчи фазалар аппаратга қарама- қарши йўналишдаги оқим билан узатилади. Суюқлик штуцер 4 орқали II ишчи худуднинг юқоридаги тешилган диски 8 га етказиб берилади ва марказдан қочма кучлар таъсирида юқори контакт элементидан қўшни валда жойлашган пастки қисмга ўтказилади ва шу билан суюқликнинг мажбурий оқимини перифериядан марказга ва аппаратнинг пастга йўналиши бўйича оқимини таъминлайди. Ишлаб чиққан суюқлик пастки зона I - куб худудида йиғилади ва кейин гидравлик затвор билан боғланган штуцер 5 орқали чиқарилади. Газ



1-расм. Роторли масса алмашиниш аппарати схемаси.
I - куб худуди; II - ишчи худуд;
III --сепарацион худуд;
1-корпус; 2,3 -газни келтириш ва олиб кетиш учун қувур;
4,5 - суюқликни олиб келиш ва олиб кетиш учун қувур; 6 – вал;
7-думаланиш подшипниклари;
8,9 -гофрирланган дисклар.

худудидаги штуцер 2 орқали берилади ва контакт элементлари 8, 9 тешикларидан газ ва юқоридан келаётган суюқлик ўтади. Газ тезлигини танлашда контакт элементлар ва корпус аппарати орасидаги тирқишдан суюқликни оқиб чиқиши ва уни тешиклардан тўқилмаслиги ҳисобга олинади. Газ аппаратдан корпус 1 нинг сепарацион худуди III қопқоғида жойлашган штуцер 3 орқали чиқарилади. Оқиб тушаётган суюқ фаза III сепарацион худуднинг перфорацияланган дискларида ажралади. Қурилмада турли гидродинамик режимларни олиш - валлар айланиш тезлигини, шунингдек, етказиб бериладиган фазаларнинг оқим тезлигини ўзгартириш орқали эришилади.

Ушбу қурилмадаги тешилган насадкалардан иборат бўлган контакт элементларда доимий аралашиб турадиган газ - суюқлик қатламида динамик кучайган ва доимий янгиланиб турувчи масса алмашинувчи юза ҳосил бўлади. Газ суюқлик қатламини интенсив аралаштириш, шунингдек суюқликни газ оқимиға қарши ҳаракатида одатдаги аппаратларға қараганда газ тезлигидан самарали фойдаланишға имкон беради. Шу билан бирға аппарат тузилиши оддий, масса алмашилиш аппаратлари габаритлари катта эмас.

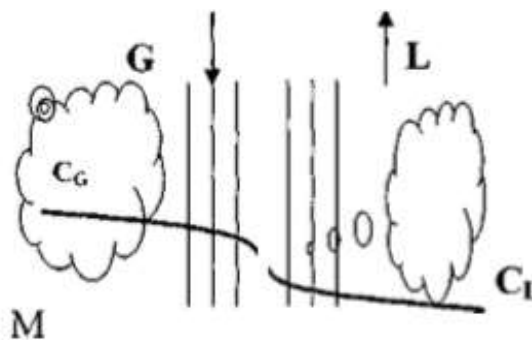
Роторли масса алмашилиш аппаратида масса алмашилиш жараёни тахлил қилишдан олдин икки фазали системада масса алмашилиш жараёни меҳнзимини кўриб ўтамиз.

Иккита контактда бўлган аралашмайдиган фазаларда (газ-суюқлик; суюқлик – суюқлик) масса алмашилиш жараёни қуйидагича амалға ошади. Фазалар орасида тақсимланган модда молекуляр ва конвектив диффузия орқали ҳаракатланувчи оқимларға ўтказилади.

Ҳар бир фазада фазалар ажраладиган чегарада ядро (асосий масса) ва чегара қатлами мавжуд.

Ядрога тақсимланадиган моддаларнинг кўчиши асосан конвектив диффузия ҳисобига содир бўлади ва ядрогаги турбулентлик қанчалик юқори бўлса, конвектив диффузия туфайли материал миқдори шунчалик кўп ўтади ва молекуляр диффузиянинг ўтказишға таъсири шунчалик кам бўлади. Ядрога суюқлик (газ)нинг интенсив аралашилиши туфайли ҳар бир берилган кесимда стационар жараён давомида тарқалган модданинг концентрацияси доимий бўлади деб тахмин қилиш мумкин.

Чегаравий қатламда моддаларнинг кўчиши конвектив ва молекуляр диффузия туфайли содир бўлади ва фазалар чегарасига яқинлашганда конвектив оқимлар пасаяди, бунинг натижасида молекуляр диффузиянинг роли кучаяди ва кўп ҳолларда чегара қатламида моддаларнинг бутун кўчиши молекуляр диффузия ҳисобига амалға оширилади деб ҳисоблаш мумкин. Шунинг учун ҳам чегара қатламда концентрациянинг бирдан ўзгариши амалға ошади.



2-расм. Икки фазада масса алмашилиш схемаси.

2-расмда иккита L ва G фазаларда масса алмашилишда концентрацияларнинг ўзгариши кўрсатилган.

Иккита туташ фазалар ўртасида масса алмашилиш жараёнида модданинг бир фазанинг ядросидан фазалар бўлиниши юзасига ва фазалар бўлиниш юзасидан бошқа фазанинг ядросига ўтиши содир бўлганлиги сабабли, бу жараёни икки босқичға: G ядродан бўлиниш юзасига ва бўлиниш юзасидан ядро L га бўлиш мумкин. Бундай ҳолда, ядрога вақт бирлигида узатиладиган модда миқдорини қуйидагича ифодаланиши мумкин:[3]

$$dM = \beta \cdot dF (C_{gp} - C_f) \quad (2)$$

бу ерда β - масса алмашилиш коэффициенти, dF - фазалар билан алоқа юзаси, C_{gp} , C_f - тақсимланган модданинг фазалар юзасидаги ва ичидаги концентрацияси.

Масса алмашилиш коэффициенти β вақт бирлигида фазалар бўлиниши бирлиги юзасидан фаза ядросига концентрациялар фарқи 1га тенг бўлган қанча модда ўтказилишини кўрсатади.

Тенглама (2) Шукарев қонуни бўлиб, унга кўра фазалар бўлиниш юзасидан фаза ядросига (ёки аксинча, тизимнинг мувозанат ҳолатига қараб) бир вақтнинг ўзида ўтказилган модданинг миқдори масса ўтказувчанлик коэффициентига, фазали алоқа юзаси ва концентрациялар фарқига пропорционалдир.

Модда алмашинув жараёнини фазалар тезлигига қандай боғлиқлигини кўриб ўтамиз: Фазалари жуда паст нисбий тезликда ҳаракатланадиган муҳитда модда кўчиши фақат молекуляр диффузия туфайли содир бўлади. Бундай ҳолда, диффузия молекулаларнинг хаотик ҳаракатининг натижасидир. Бу жараён биринчи яқинлашувда Фик қонуни билан тавсифланади [3].

$$j = -D \cdot \text{grad } C \quad (3)$$

Бу ерда D – молекуляр диффузия коэффициенти; G – кўчаётган моддалар оқими; $\text{grad } C$ – концентрациялар градиенти.

Бу ҳолда молекуляр диффузия коэффициенти модданинг стационар муҳитга кириш қобилиятини тавсифлайди [4] ва фақат термодинамик параметрларга боғлиқ. Уни аниқлаш учун [3,4] да таклиф қилинган ҳисоблаш усулларидадан фойдаланиш мумкин.

Ҳаракатланувчи муҳитда модданинг узатилиши ҳам молекуляр диффузия, ҳам муҳитнинг ўзи (конвектив диффузия) туфайли содир бўлиши мумкин. Умумий ҳолатда, сиқилмайдиган муҳитда доимий диффузия коэффициенти қуйидаги тенглама билан тавсифланади [3]

$$\frac{dC}{dt} = D \Delta^2 C - \bar{U} \text{grad } C - N_k \quad (4)$$

бу ерда C - мақсадли компонентнинг концентрацияси; U - ўртача оқим тезлиги; N_k – вақт бирлиги ичида реакция учун компонентнинг ҳажм бирлигидаги сарфи; Δ^2 -Лаплас оператори. Турбулент ҳаракат пайтида модданинг асосий оқимга перпендикуляр йўналишда ўтиши асосан турбулент пулсациялардан келиб чиққан макроскопик суюқлик элементларининг ҳаракати туфайли содир бўлади.

Ривожланган турбулент оқимлар учун конвектив ва турбулент диффузия туфайли моддаларнинг узатилиши интенсив амалга ошади, бу эса молекуляр диффузияни эътиборсиз қолдиришга имкон беради.

Адабиётлар

- [1]. Н.Р. Юсупбеков, Ҳ.С. Нурмухамедов, С.Г. Зокиров Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалари. Тошкент – 2003 644 бет
- [2]. Николаев Г.И. и др. Массообменные процессы. Учебное пособие. ВСГТУ -2005. 244 стр.
- [3]. Л.Д. Пляцук, В. П. Шапорев и др. Основы гидродинамики и массопереноса в роторных массообменных аппаратах. Монография Сумский государственный университет 2013. 173 стр.
- [4]. Г.И. Николаев, Ю.М. Ханхунов, С.С. Ямпиров и др. Массообменные процессы. Учебное пособие. Улан-Удэ. Издательство ВСГТУ 2005. 238 стр.

УДК 691.175.2

ПОЛИМЕР КОМПОЗИЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ТЎЛДИРУВЧИЛАРИНИ МЕХАНОКИМЁВИЙ ИШЛОВ БЕРИШНИНГ МАТЕМАТИК АНАЛИЗИ

Ж.Ҳ. Нафасов¹, Ж.У. Зиямухамедов¹, А.Б. Джумабаев², Э.А. Рахматов³, Э.Т. Тургуналиев¹

¹Тошкент давлат транспорт университети, ²Беларус-Ўзбекистон қўшма тармоқлараро амалий техник квалификациялар институти, ³Қариши муҳандислик-иқтисодиёт институти,
e-mail: nafasovz@mail.ru
(Қабул қилинди 5.09.2022 й.)

Today, one of the main requirements of modern materials science is the creation of new materials that work in extreme conditions and aggressive environments. Polymer composite materials can be the best solution to this problem. Improving the mechanical properties of polymer composite materials is achieved by introducing reinforcing additives, fillers, binders, accelerators and plasticizers into them.

This article discusses the mechanical, physicochemical properties of polymer composite

materials, the main factor affecting these properties are the processes occurring during the mechanochemical processing of filler materials..

Keywords: polymer, mechanoactivator, corrosion-resistant material, filler, kaolin, inertia force, grinding ball, coriolis acceleration.

Сегодня одним из основных требований современного материаловедения является создание новых материалов, работающих в экстремальных условиях и агрессивных средах. Полимерные композиционные материалы могут стать оптимальным решением этой проблемы. Улучшение механических свойств полимерных композиционных материалов достигается введением в них армирующих добавок, наполнителей, связующих, ускорителей и пластификаторов.

В данной статье рассматриваются механические, физико-химические свойства полимерных композиционных материалов, основным фактором, влияющим на эти свойства, являются процессы, происходящие при механохимической обработке материалов-наполнителей.

Ключевые слова: полимер, механоактиватор, коррозионно-стойкий материал, наполнитель, каолин, сила инерции, мелющих шар, кориолисово ускорение.

Бугунги кунда замонавий материалишуносликнинг асосий талабларидан бири бу экстремал шароитларда ва агрессив муҳитларда ишловчи янги материаллар яратишидир. Бу масалага полимер композицион материаллар оптимал ечим бўла олади. Полимер композицион материалларнинг механик хоссаларини яхшилашга, улар таркибига армирловчилар, тўлдирувчилар, боғловчилар, тезлатгичлар ҳамда пластифаторлар қўйиши орқали эришилади.

Ушбу мақолада полимер композицион материалларнинг механик, физик ва кимёвий хоссалари, бу хоссаларга таъсир этувчи асосий омил ҳисобланган материал тўлдирувчиларининг механохимёвий ишлов бериш жараёнида содир бўладиган жараёнлар ҳақида сўз боради.

Таянч сўзлар: полимер, механик фаоллаштиргич, коррозия бардош материал, тўлдирувчи, каолин, инерция кучи, майдаловчи шар, кориолис тезланиши.

Қириш. Механохимё - бу кимё ва механиканинг чеккасида ривожланаётган фан: у бошқа фан ва техника, физика, айниқса қаттиқ жисмлар физикаси, биофизика, физик кимё, полимер технологияси, ноорганик моддалар кимёси ва технологияси, биокимё, молекуляр биология, бионика билан чамбарчас боғлиқ [1-3]. Механохимё, ушбу барча фан соҳаларидан олинган баъзи фактлар ва қоидаларни танлаш ва қайта ишлаш, ўз навбатида туғилган фанларни ривожлантириш ва бойитишга ҳисса қўшадиган ўз қоидалари ва хулосаларини илгари суради. Энг умумий таърифда механохимёни жисмларда содир бўладиган механик ва кимёвий энергиянинг ўзаро ўзгаришини ўрганадиган фан деб аташ мумкин. Аммо механохимёвий жараённинг барча жиҳатларини ҳар томонлама акс эттирувчи ягона, вакилликни яратиш ўрганилаётган объектнинг мураккаб тузилишини билишга асосланиши керак, бу молекуляр даражалари сонидан келиб чиқади. Механохимёвий ҳодиса иккита асосий компонентни ўз ичига олади: механик энергиянинг кимёвий моддага айланишини белгиладиган механохимёвий ва кимёвий реакциялар жараёни туфайли механик энергияни чиқарадиган механохимёвий жараён.

Амалиётда кукун металлургиясида ишлов берилаётган материалларни тез ва сифатли ишлов бериш мақсадида вибрацион майдалагичлардан кенг фойдаланилади.

Механик фаоллаштириш жараёни кўплаб олимлар томонидан ўрганиб чиқилган, жумладан Рева В.П., Моисеенко Д.В., Воронов Б.А., Ягофаров В.Ю лар томонидан жараённи турларини заррачаларнинг улчамларига таъсири ўрганилган ва Европа олимлари Х. Фурукава, К.Э. Кордова, Ю.Р. Мяо, К.С. Суслик, Н.К. Сингх, М. Харди, В.П. Балема[4-7] кукун металлургиясида кукун заррачаларини бир ўлчамга келтириш мақсадида механик фаоллаштиргичларнинг турларида алоҳида вибрацион ва планетар механизмлар харакати мисолида ўрганилган. Механик фаоллаштириш жараёнини батафсил ўрганишдан мақсад материалларнинг структуравий модификацияси, ва айнан бу жараёнда кечадиган молекулалар аро содир бўладиган иккиламчи боғларнинг фаолланиши деб қараш мумкун [8]. Бундан хулоса қилиш мумкунки механик фаоллаштириш жараёнида ҳосил бўладиган манфий ва мусбат зарядлар структурани шакиллангишида қатламлар орасида содир бўлаётган физик ва кимёвий жараёнларда иштирок этиб материалнинг эксплуатацион параметрларига таъсир кўрсатади.

Аммо, шунни таъкидлаш лозимки бу ишларда механик фаоллаштириш жарайнининг параметрлари, айниқса механик ишлов бериш жараёнидаги, ишлов берилаётган заррачаларнинг тезликлари, тезланишлари ва заррачаларнинг ҳаракат траекторилари ўрганилмаган. Шу сабабли биз, олиб борилаётган тадқиқотларимизда механик фаоллаштириш жараёнида ҳосил бўлаётган зарядлар ва уларнинг структура ҳосил бўлишига таъсирини ўрганишни мақсад қилиб қўйганмиз.

Вибрацион майдалагичларда ишлов берилаётган материалга механокимёвий ишлов беришда фақат илгариланма-қайтма ҳаракатдан ҳосил бўлаётган кучлардан фойдаланган ҳолда ишлов берилса, вибро-планетар механизмларда эса бир вақтнинг ўзида илгариланма қайтма ҳаракатдан ташқари, айланма ҳаракат ҳам мавжуд бўлади [9-10]. Ишлов берилаётган тўлдирувчини бир вақтнинг ўзида икки хил, турли йўналишда таъсир этувчи кучлар билан ишланиши, тўлдирувчи сифатининг яхшиланишига сабаб бўлади. Шунини инобатга олган ҳолда тадқиқотлар учун тўлдирувчиларга ишлов беришда, вибро-планетар майдалагичлардан фойдаланиш тавфсия этилган.

Тадқиқот методологияси.

Вибро-планетар механизмларда илгариланма қайтма ҳаракатни, таянчга маҳкамланган йўналтирувчи ричаг, айланма ҳаракатни эса электродвигвтель валига маҳкамланган айлантирувчи ричаг таъминлайди.

Кориолис тезланиши мураккаб ҳаракатдаги нуқтанинг кўчирма ҳаракат бурчак тезлиги билан нисбий ҳаракат тезлигининг векторли купайтмасининг иккиланганига тенг [14].

$$\vec{\omega}_k = 2 \cdot (\vec{\omega}_e \cdot \vec{\theta}_r) \tag{1}$$

Агар ω_e билан v_r орасидаги бурчак катталигини α билан белгиласак, Кориолис тезланишининг модули

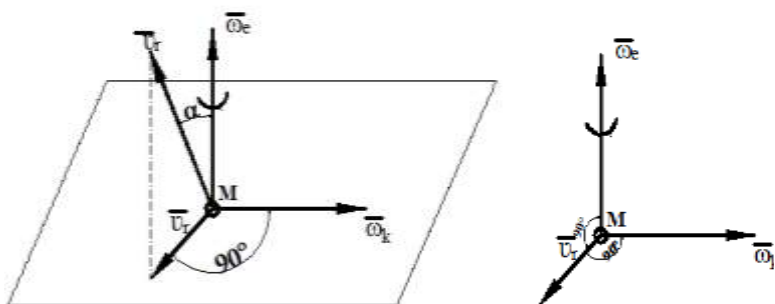
$$\omega_k = 2 \cdot (\omega_e \cdot \theta_r) \cdot \sin \alpha \tag{2}$$

формуладан аниқланади.

Кориолис тезланишининг йўналишини куйидаги Жуковский қоидаси асосида аниқлаш қулайдир [14]. Унга асосан, Кориолис тезланишининг йўналишини аниқлаш учун нуқтанинг нисбий тезлигини кўчирма ҳаракат айланши ўқиға перпендикуляр текисликка проекциялаб, бу проекцияни мазкур текисликда, кўчирма ҳаракат айланши йўналишида 90° бурчакка буриш керак (1.а -расм).

Агар $\omega_e \perp \theta_r$ бўлса (1.в-расм), $\sin \alpha = 1$. У ҳолда

$$\omega_k = 2 \cdot (\omega_e \cdot \theta_r) \tag{3}$$



1-расм. Кориолис тезланишини вектори йўналиши:
 а) $\sin \alpha < 1$; в) $\sin \alpha = 1$.

(2) формулага кўра Кориолис тезланиши нолга тенг бўладиган ҳолларни кўриб чиқамиз:

1) юқорида кўрилганидек, $\omega_e = 0$, яъни, кўчирма ҳаракат илгариланма ҳаракатдан иборат бўлса, $\omega_k = 0$ бўлади;

2) нисбий ҳаракат тезлиги бнрор онда нолга тенг бўлса, шу

онда $\omega_k = 0$ бўлади;

3) $\alpha = 0$ ёки $\alpha = 180^\circ$ бўлса, яъни нисбий ҳаракат кучирма ҳаракат айланши ўқиға параллел равишда содир бўлса ёкн берилган онда нисбий ҳаракат тезлиги мазкур ўққа параллел бўлса, $\omega_k = 0$ бўлади [9].

Тадқиқот натижалари

Тадқиқотлар учун тўлдирувчиларни механокимёвий ишлов бериш учун кулисали механизм ёрдамида Кареолис тезланишини ҳисоблашга имкон берувчи қурилма ишлаб чиқилди (2-расм).

Механизмда айланма ҳаракат электродвигателдан эластик муфта ёрдамида кривошипга узатилади.

Айлантирувчи ричагнинг айланма ҳаракати йўналтирувчи ричагнинг тебраниа ҳаракатини таъминлайди, йўналтирувчи ричаг эса ўз навбатида механик фаоллаштиргич маҳкамланган тошнинг бир вақтнинг ўзида айланма ва илгариланма қайтма ҳаракатини вужудга келтиради. Айлантирувчи ричагнинг айланиш частотаси 750 мин^{-1} , тошнинг тебраниш амплитудаси эса 600 мм ни ташкил этади.

Майдалагич механик фаоллаштиргич деворларидан тез-тез импульслар қабул қилиб турувчи жисмлар мураккаб ҳаракатларни бажаради. Улар сакраб, тўкнашиб, механик фаоллаштиргич ички деворлари бўйлаб силжийди. Механик фаоллаштиргич ички деворларига ишқаланиш натижасида улар айлана бошлайди. Майдаланган материал зарраларига таъсир этувчи, сиқувчи ва ўзгарувчан катталиқдаги кесувчи кучлар таъсир этади. Шу билан бирга, майдалагич механик фаоллаштиргичнинг бирлик ҳажмига кўп миқдордаги майдалаш воситаси ва уларнинг тебранишларининг юқори частотаси қайта ишланган материалнинг интенсив майдаланишини таъминлайди.

Қуйида ишлов берилаётган тўлдирувчига таъсир этаётган кучни аниқлаймиз.

Тадқиқотлар учун айланишлар частотаси $n=1000$ айл/мин бўлган электродвигател танланган. Электродвигател ҳаракатни муфта орқали айлантирувчи ричагнингга узатади, айлантирувчи ричагнинг ва йўналтирувчи ричаглар бир вақтда тош билан бешинчи синф кинематик жуфт ҳосил қилади. Ичида ишлов берилаётган тўлдирувчилар ва майдалагичлар солинган герметик механик фаоллаштиргич тошга маҳкамланган. Тўлдирувчини майдаловчи кучини аниқлаш учун, дастлаб механизмнинг кинематик таҳлини қилиш талаб этилади. Механизмнинг кинематик таҳлилидан фойдаланиб, унинг тезлик ва тезланинг режаларини ҳосил қиламиз. Тезланишлар режасидан фойдаланиб аниқланган кориолис тезланишнинг скаляр қийматини, майдаловчи шар массасига кўпайтириб, тўлдирувчига таъсир этувчи механокимёвий кучни аниқлаш мумкин. Механик фаоллаштиргичнинг тезлигини аниқлаш учун, унинг кинематик схемасини чизиб олиш талаб этилади.

Механизмнинг В нуктасининг тезлигини аниқлаш:

$$V_B = \omega_1 \cdot l_{AB} = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot l_{AB} = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} \cdot 0,3 = 31,4 \text{ м/с} \quad (4)$$

бу ерда, ω_1 -кривошипнинг бурчак тезлиги, рад/с

n- электродвигател валининг айланишлар сони, $n=1000$ айл/мин

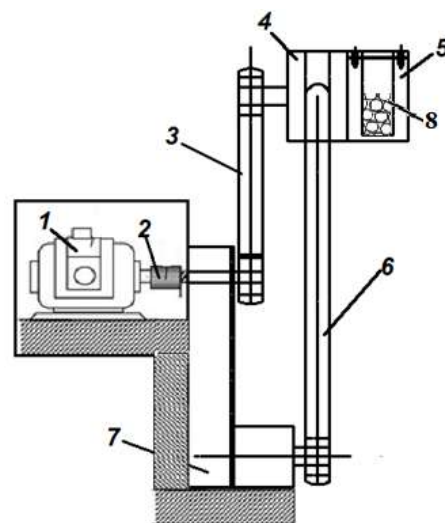
l_{AB} -кривошипнинг ҳақиқий узунлиги, $l_{AB} = 0,3 \text{ м}$

(4) формуладан фойдаланиб тезлик режасининг масштаб коэффициентини аниқлаш:

$$\mu_v = \frac{V_B}{(Pb)} = \frac{31,4}{50} = 0,628 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} \quad (5)$$

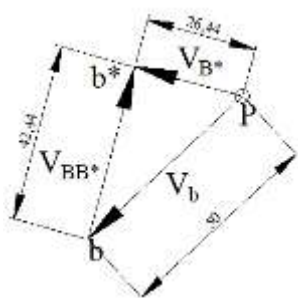
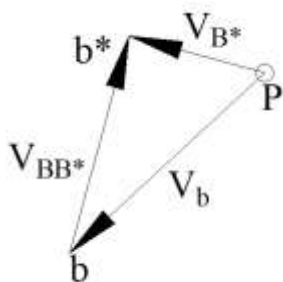
бу ерда: $[Pb]$ - В нуктанинг тезлигини ифодаловчи кесма узунлиги бўлиб, ихтиёрий равишда қабул қилинади, $[Pb]=50 \text{ мм}$.

Кулисанинг В* нуктасининг тезлигини аниқлаш:



2 - расм. Механик фаоллаштиргич схемаси: 1 - электродвигатель; 2 - боғловчи муфта; 3- айлантирувчи ричаг; 4- тош; 5 - механик фаоллаштиргич; 6 - йўналтирувчи ричаг; 7 - корпус; 8 – майдаловчи жисм.

Текис паралел ҳаракат теоримасидан фойдаланиб қуйидаги вектор тенгламани ҳосил қиламиз:



$$\overline{V_{B^*}} = \overline{V_B} + \overline{V_{BB^*}} \quad (6)$$

$$\overline{V_{B^*}} = \overline{V_E} + \overline{V_{EB^*}} \quad (7)$$

Бу ерда: V_{BB^*} - тош ва кулисанинг мос равишда тушувчи нуқталарнинг релятив тезлиги. Ушбу тезликнинг сон қиймати номалум бўлиб, йўналиши эса EB кесмага паралел йўналган бўлади.

V_E - E нуқтанинг абсолют тезлиги бўлиб, E нуқта ҳаракати қўзғалмас таянч

3 – расм. Механик фаоллаштиригич бўғинларининг тезликлар режаси.

бўлганлиги сабабли унинг тезлиги нолга тенг бўлади.

V_{EB^*} - Кулисани B^* нуқтасининг E нуқтасига нисбатан нисбий тезлиги бўлиб, сон қиймати номалум, йўналиши эса EB звенога перпендикуляр бўлади.

(6) ва (7) вектор тенгламадан номалумларни аниқлаш мақсадида тезлик режаси курилади.

$$V_{BB^*} = [bb^*] \cdot \mu_v = 42,44 \cdot 0,628 = 26,65 \text{ м/с} \quad (8)$$

$$V_{B^*} = V_{EB^*} = [pb^*] \cdot \mu_v = 26,44 \cdot 0,628 = 16,6 \text{ м/с} \quad (9)$$

Механизм звеноларининг бурчак тезликларини аниқлаш:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} = 104,67 \text{ рад/сек}; \quad (10)$$

$$\omega_2 = \omega_3 = \frac{V_{B^*}}{l_{EB^*}} = \frac{16,6}{0,316} = 52,53 \text{ рад/сек}. \quad (11)$$

Механизмнинг B нуқтасининг тезланишини аниқлаш:

$$\overline{a_B} = \overline{a_B^n} + \overline{a_B^t}; \quad (12)$$

бу ерда: a_B^n - B нуқтанинг нормал тезланиши бўлиб, унинг сон қиймати қуйидагига тенг.

$$a_B^n = \omega_1^2 \cdot l_{AB} = (104,67)^2 \cdot 0,3 = 3286,74 \text{ м/с}^2 \quad (13)$$

бу ерда: ω_1 – кривошипнинг бурчак тезлиги, рад/с

l_{AB} – кривошипнинг ҳақиқий узунлиги, м

a_B^t – B нуқтанинг уринма тезланиши бўлиб, унинг қиймати қуйидагича аниқланади.

$$a_B^t = \varepsilon_1 \cdot l_{AB} = 0 \quad (14)$$

бу ерда, ε_1 - кривошипнинг бурчак тезланиши, рад/с²

Ушбу механизмда кривошип ўзгармас бурчак тезлик билан ҳаракатланганлиги сабабли қуйидагиларни аниқлаймиз:

$$\varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt} = 0, \text{ чунки } \omega_1 = \text{const}$$

Натижада B нуқтанинг тезланиши қуйидагига тенг бўлади.

$$a_B^n = \omega_1^2 \cdot l_{AB} = 104,67^2 \cdot 0,3 = 3286,74 \text{ м/с}^2 \quad (15)$$

Тезланиш масштаб коэффициентини аниқлаш:

$$\mu_a = \frac{a_B^n}{(PP)} = \frac{3286,74}{100} = 32,87 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}} \quad (16)$$

бу ерда, (pp) - ихтиёрий кесма узунлиги бўлиб, $(pp) = 100$ мм қабул қилинади.

Кулиса B^* нуқтасининг тезланишини аниқлаш.

Текис параллел ҳаракат теоремасидан фойдаланиб, қуйидаги вектор тенгламаларни ҳосил қиламиз:

$$\overline{a_{B^*}} = \overline{a_B^n} + \overline{a_{BB^*}^k} + \overline{a_{BB^*}^r}; \quad (17)$$

$$\overline{a_{B^*}} = \overline{a_E} + \overline{a_{EB^*}^n} + \overline{a_{EB^*}^r}; \quad (18)$$

бу ерда, $a_{BB^*}^k$ - кулиса ва тошнинг каролис тезланиши бўлиб, унинг қиймати қуйидагича аниқланади.

$$a_{BB^*}^k = 2 \cdot \omega_2 \cdot V_{BB^*} = 2 \cdot 52,53 \cdot 26,65 = 2799,85 \text{ м/с}^2 \quad (19)$$

бу ерда, $\omega_2 = \omega_3$ – механизмнинг кулиса звеносининг бурчак тезлиги, rad/s

$a_{BB^*}^k$ - каролис тезланишини йўналиши, кулисанинг бурчак тезлиги йўналиши бўйича V_{BB^*} тезликни 90° бурилган йўналиши бўйича йўналган бўлади.

$a_{BB^*}^r$ - кулиса ва тошнинг мос равишда устма-уст тушувчи В ва В* нуқталарининг релятив тезланишилари бўлиб, механизмнинг ЕВ звеносига параллел равишда йўналган бўлади. Бу векторларнинг сон қиймати нўмалум.

a_E - механизм Е нуқтасининг абсолют тезланиши бўлиб, унинг қиймати Е нуқта кўзгалмас таянч бўлганлиги сабабли нолга тенг.

$a_{EB^*}^n$ - В* нуқтанинг Е нуқтасига нисбатан нормал тезланиши бўлиб, унинг йўналиши В* нуқтадан Е нуқтага қараб йўналган ва ЕВ* звенога параллел йўналган бўлади. Сон қиймати еса қуйидагига тенг бўлади.

$$a_{EB^*}^n = \omega_3^2 \times l_{EB^*} = 52,53^2 \cdot 0,316 = 872 \text{ м/с}^2 \quad (20)$$

бу ерда, ω_3 - механизмнинг кулиса звеносининг бурчак тезлиги, rad/s

l_{EB^*} - механизм ЕВ* кесмасининг ҳақиқий узунлиги, мм

$a_{EB^*}^r$ - механизмнинг В* нуқтасининг Е нуқтасига нисбатан уринма тезланиши, m/s²

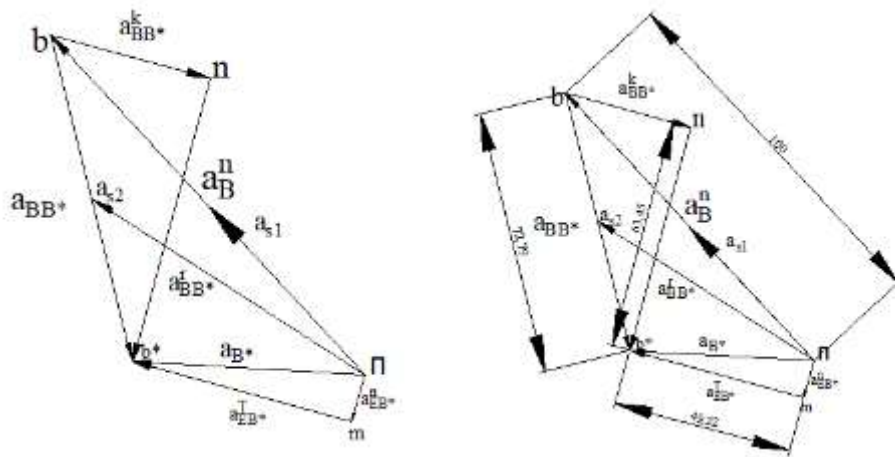
Ушбу

тезланишнинг сон қиймати нўмалум, йўналиши еса ЕВ* звенога перпендикуляр йўналган бўлади.

Юқоридаги

вектор тенгламалардаги номалум векторларни аниқлаш мақсадида тезланиш режаси курилади.

Тезланиш масштаб коэффиценти ёрдамида қуйидагиларни аниқлаймиз:



4 – расм. Механик фаоллаштиргич бўғинларининг тезланишлар режаси.

$$a_{B^*} = (pb^*) \cdot \mu_a = 50,34 \cdot 32,87 = 1654,7 \text{ м/с}^2 \quad (21)$$

$$a_{BB^*} = (bb^*) \cdot \mu_a = 72,79 \cdot 32,87 = 2392,6 \text{ м/с}^2 \quad (22)$$

$$a_{BB^*}^r = (nb^*) \cdot \mu_a = 63,45 \cdot 32,87 = 2085,6 \text{ м/с}^2 \quad (23)$$

$$a_{EB^*}^n = (mb^*) \cdot \mu_a = 49,22 \cdot 32,87 = 1617,9 \text{ м/с}^2 \quad (24)$$

Демак, (22) формуладан маълумки, механик фаоллаштиргич $a_{BB^*} = 2392,6 \text{ м/с}^2$ кариолис тезланиш билан ҳаракат қилади. Механик фаоллаштиргич ичидаги шарларнинг олган тезланиши механик фаоллаштиргичнинг кориолис тезланиши билан бир хил деб қаралиб, тўлдирувчига таъсир этувчи инерция кучини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$F_{\text{ин}} = m_{\text{шар}} \cdot a_{BB^*} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot a_{BB^*} = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (0,5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 2392,6 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \quad (25)$$

бу ерда, $m_{\text{шар}}$ – майдаловчи пўлат шарнинг массаси;

R – пўлат шар радиуси.

Хулоса. Маҳаллий минирал (каолин) тўлдирувчи гетерокомполит полимер материалларда фаол фазалараро структураларишни амалга оширадиган, кориолис кучини мақсадли бошқариб қўллаш билан янги усул таклиф этилган.

Кориолис кучини ташкил қилувчи кулисали механизмни ротацион ҳаракат берувчи планетар механизмлардан афзал жиҳатлари, омил ва факторлари тавфсия этилди.

Тадқиқотларда инерция кучини таъминловчи майдалагич сифатида зичлиги юқори бўлган пулат шарлардан фойдаланиш, ишлов берилаётган тўлдирувчиларнинг таркибида пайдо бўладиган зарарли қўшимчаларнинг микдорини сезиларли даражада камайтиради, майдаланган тўлдирувчининг сифатини оширади.

Адабиётлар

- [1]. ZIYAMUKHAMEDOVA, U., MIRADULLAYEVA, G., RAKHMATOV, E., NAFASOV, J., & INOGAMOVA, M. (2021). Development of The Composition of a Composite Material Based On Thermoreactive Binder Ed-20. Chemistry And Chemical Engineering, 2021(3), 6.
- [2]. Ziyamukhamedova, U., Rakhmatov, E., & Nafasov, J. (2021, April). Optimization of the composition and properties of heterocomposite materials for coatings obtained by the activation-heliotechnological method. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1889, No. 2, p. 022056). IOP Publishing.
- [3]. Ziyamukhamedova, U. A., Miradullaeva, G. B., & Nafasov, J. H. (2022). STUDY OF THE PHASE COMPOSITION OF PRODUCTS OF MECHANOCHEMICAL INTERACTION IN Ta+ C SYSTEMS. Innovative Technologica: Methodical Research Journal, 3(06), 61-67.
- [4]. Рева В.П., Онищенко Д.В., Чаков В.В., Воронов Б.А. Механохимические процессы, сопровождающие диспергирование металла в присутствии высокомолекулярного соединения // Доклады Академии наук. 2012 Т. 445 № 6 С. 653
- [5]. Рева В.П., Моисеенко Д.В., Онищенко Д.В. Влияние полиметилметакрилата на диспергирование металл-полимерной системы //Неорганические материалы. 2012 Т. 48 № 11 С. 1227
- [6]. H. Furukawa, K.E. Cordova, M. O’Keeffe, O.M. Yaghi. The chemistry and applications of metal-organic frameworks, Science, 341 (2013), pp. 974-986
- [7]. Y.R. Miao, K.S. Suslick. Mechanochemical reactions of metal-organic frameworks, Adv. Inorg. Chem., 71 (2018), pp. 403-434
- [8]. Nurkulov, F., Ziyamukhamedova, U., Rakhmatov, E., & Nafasov, J. (2021). Slowing down the corrosion of metal structures using polymeric materials. In E3S Web of Conferences (Vol. 264, p. 02055). EDP Sciences.
- [9]. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. Для втузов/С.М. Тарг. — 20-е изд., стер. — М.: Высш. шк., 2010. — 416 с.
- [10]. № DGU 17730, Ikki komponentli kompozit materiallarning Yung modulini aniqlash, 18.07.2022 y.

УДК 519.71(575.1)

АРИЛАР КОЛОНИЯСИ АЛГОРИТМИ АСОСИДА ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ТРАНСПОРТ ТИЗИМИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Д.Т. Мухамедиева¹, Д. Сотволдиев²

¹Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», dilnoz134@rambler.ru

²Фискальный институт при Государственном налоговом комитете

Республики Узбекистан, sotvoldiyev@umail.uz

(Получена 14.09.2022 г.)

Прогнозли транспорт моделининг асосий вазифаси транспорт оқимларини моделлаштириши ёки транспорт тармогининг юкланишини моделлаштиришидир. Йўл ҳаракати шиширокчилари томонидан амалга ошириладиган барча турдаги ҳаракатлардан транспорт оқимлари шаклланади. Умуман олганда, транспорт оқими тушунчасини индивидуал транспорт оқимлари, йўловчилар оқими, пиёдалар оқими, юк оқимлари ва ҳатто ахборот оқимлари деб тушуниши мумкин. Транспортни моделлаштириши методологияси транспорт тизимини транспорт талаби ва транспорт таклифи баланси нуқтаи назаридан ифодалашга асосланади. Транспорт тизимини аниқ шаклда моделлаштириши босқичлари муайян ҳудудга нисбатан батафсил шаклда транспорт талаби

ва транспорт таклифи моделларини қуришни ўз ичига олади.

Калит сўзлар: алгоритмлар, сунъий нейрон тўрлар, арилар колонияси алгоритми, чумоли алгоритми, интеллектуал тизим, кўп агентли тизим.

Основой предикативного моделирования трафика является моделирование транспортных процессов или моделирование загрузки трафика. Форма транспортных потоков формируется от всех совокупных действий, совершаемых участниками дорожного движения. В целом транспортный поток можно классифицировать как отдельные транспортные потоки, пассажиропотоки, пешеходные потоки, грузовые потоки и даже информационные потоки. Методология транспортного моделирования основана на выражении транспортной системы в терминах спроса на транспорт и баланса предложения транспорта. Этапы моделирования транспортной системы в точной форме включают в себя построение моделей транспортного спроса и транспортного предложения в детализированном виде для конкретной местности.

Ключевые слова: алгоритмы, искусственные нейронные сети, алгоритм пчелиной семьи, муравьиный алгоритм, интеллектуальная система, многоагентная система.

The basis of predictive traffic modeling is transport process modeling or traffic loading modeling. The form of traffic flows is formed from all the cumulative actions performed by road users. In general, the traffic flow can be classified as individual traffic flows, passenger flows, pedestrian flows, freight flows and even information flows. The transport modeling methodology is based on expressing the transport system in terms of transport demand and transport supply balance. The stages of modeling the transport system in a precise form include building models of transport demand and transport supply in a detailed form for a specific area.

Keywords: algorithms, artificial neural networks, bee family algorithm, ant algorithm, intelligent system, multi-agent system.

1. Кириш. Оптималлаштириш масалаларини жумладан, комбинаторли оптималлаштириш масалаларини ечишда кўпгина ҳолларда катта ҳажмли ҳисоблаш жараёнлари, ресурслар ва ҳисоблаш вақти талаб қилиниши мумкин. Бундай ҳолларда интуитив тарзда масала ечимини баҳолаш билан ҳар доим ҳам самарали натижаларга эришиб бўлмайди [1,2]. Ушбу масалани ечишда параллел ҳисоблаш технологиясидан фойдаланиб глобал ечимга яқин ечимга эришиш мумкин.

Қўйилган масалани ечиш учун параллел ҳисоблаш технологияларидан фойдаланиш асосида самарали натижаларга эришиш мумкин. Бунда бир нечта процессорлар ҳисоблаш жараёнида иштирок этиши мумкин. Аниқ бир оптималлаштириш масаласи учун бош процессорда нейрон тўрли тизим яратилади ва у қолган процессорларга параллел тарзда жўнатилади. Барча процессорларда олинган натижалар яна қайтадан бош процессорда тўплангани ва улар орасидан энг оптимал қийматга эга бўлгани ечим сифатида танланади. Кўриниб турибдики, процессорлар сони қанча кўп бўлса оптимал ечимга эришиш эҳтимоллиги юқори бўлиши мумкин. Аммо процессорлар сонини асосиз орттириб бориш ҳар доим ҳам самарали қарор ҳисобланавермайди [3].

Бугунги кунда параллел ҳисоблаш технологияларидан фойдаланиш учун бир қатор дастурлар ва библиотекабар ишлаб чиқилган. Ушбу воситаларда нарх/самарадорлик муносабатлари оптимал даражада йўлга қўйилган. Ишлаб чиқилган алгоритм асосида дастурий восита ишлаб чиқилган ва унда MPI кутубхонасидан фойдаланиш кўзда тутилган.

Ишлаб чиқилган алгоритмлар асосида бир қатор ҳисоблаш тажрибалари ўтказилди. Олинган натижалар таҳлили шуни кўрсатдики, таклиф этилаётган сунъий нейрон тўрли алгоритмларимиз натижалари Хопфилд нейрон тўри асосида қурилган алгоритмларитми натижаларига нисбатан ишлаш тезлиги ва кам ҳисоблаш ресурсларини талаб қилиш хусусиятлари бўйича самаралироқ экан. Аммо, шуни таъкидлаш жоизки, масаланинг ҳажми жуда катта бўлган ҳолларда нейрон тўрли алгоритмлар самараси кўп ҳисоблашлар эвазига пасайиши мумкин. Одатда бундай ҳолларда кўп агентли эвристик алгоритмлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

2. Ечиш усуллари

Бугунги кунда фан ва техникада табиий тизимлар хусусиятларига асосланган

алгоритмлар кенг доирада қўлланилмоқда. Булар сирасига генетик алгоритмлар, эволюцион алгоритмлар, сунъий нейрон тўрлар, арилар колонияси алгоритми, чумоли алгоритми ва шу каби бошқа алгоритмларни қўшишимиз мумкин [4-5].

Классик маълумотларни интеллектуал тахлил қилиш назариясига кўра аниқ бир масала учун тизим қуриш деганда ушбу масала учун шундай интеллектуал тизим қуриш талаб этиладики, қурилатган тизим масалани ечиш учун бевосита зарур бўлган барча ресурсларга эга бўлсин. Кўп агентли тизимлар назариясида ушбу ҳолатга қарама-қарши тамойил амал қилади. Бундай тизимларда бир агент ҳеч қачон глобал ечимни бера олмайди, шунинг учун бир нечта агентлар тўплами ташкил қилинади ва улар орасида самарали муносабат, боғланиш ўрнатилади. Демакки, ихтиёрий масаланинг ечими кўп агентли тизимдаги бир қатор оддий агентларнинг ўзаро ҳамкорликдаги “хизматлари” самараси сифатида олинади. Кўпгина олимлар, жумладан, Р.Брукс, Ж.Денебург, Л.Стиле ва бошқалар ушбу йўналишда қуйидаги ҳолатларга таянганлар [6]:

- Кўп агентли тизим – бу оддий ва бир-бирига узвий боғлиқ бўлган агентлар жамоасидир;
- Ҳар бир агент локал соҳада ўзининг мустақил ечимларини аниқлайди ва бошқа агентлар билан натижаларни алмашинади;
- Агентлар ўртасидаги алоқалар горизонтал тарзда ташкил этилади, яъни бошқа агентларга таъсир кўрсатиши мумкин бўлган етакчи-агент мавжуд бўлмайди;
- Агентнинг глобал хусусиятини аниқловчи аниқ бир қоида мавжуд эмас.

Бугунги кунда амалиётда жамоавий, кўп агентли тизимлар хусусиятларига асосланган алгоритмлар кенг қўлланилмоқда ва самарали натижалар бериб келмоқда. Бундай алгоритмлар сирасига «чумоли» алгоритмлари, «арилар колонияси» алгоритмлари, ва бошқаларни олишимиз мумкин.

Ҳаётнинг турли соҳаларида кўплаб оптималлаштириш масалаларини ечишга дуч келиш мумкин. Аксарият ҳолларда бирор бир қидирув соҳаси доирасида ўзгарувчиларнинг ўрнини алмаштириш, аниқ бир метрика ёки қоидалар тўплами киритиш асосида оптимал ечимга эришиш ҳолларини кузатиш мумкин. Яна шундай бир оптимал ечимни қидириш усули борки, унда ечим чекли тўплалардан олинган уникал компоненталар комбинациясидан танланади. Бунда асосий мақсад компоненталарнинг оптимал комбинациясини қидиришдан иборатдир. Одатда бундай оптималлаштириш масалалари комбинаторли оптимизация масалалари деб аталади.

Комбинаторли оптималлаштириш – бу, амалий математикадаги оптималлаш назариясининг бир қисми ҳисобланади. У амалларни тадқиқ қилиш, алгоритмлар назарияси ва мураккаб ҳисоблашлар назариялари билан узвий боғлиқдир. Комбинаторли оптималлаштириш масаласининг асосий вазифаси чекли сондаги объектлар тўплами орасидан оптимал объектни қидиришдан иборатдир.

Комбинаторли оптималлаштириш масалалари XVIII асрнинг иккинчи ярмидан бошлаб тадқиқ этила бошланган. Комбинаторли оптималлаштириш масалалари сифатида интеллектуал транспорт тизими масаласини, графлар қуриш масаласини, транспорт масаласи каби масалаларни олишимиз мумкин. Одатда бундай масалаларни аниқ ёки тахминий ечимини топиш учун мураккаб алгоритм ишлаб чиқишга тўғри келади.

Шундай мураккабликка эга бўлган масалани ечишда эвристик усуллардан бири бўлган, кўп агентли алгоритмлар сирасига кирувчи – арилар колонияси алгоритмидан фойдаланиш жараёнини кўриб ўтамиз. Ушбу масаласини арилар колонияси алгоритми ёрдамида ечишда глобал оптимум ечимни олиш жараёнини тезлаштириш мақсадида параллел дастурлаш технологиясидан фойдаланилди.

Интеллектуал транспорт тизими масаласи мураккаб, қийин ечилувчи комбинаторли оптималлаштириш масалаларидан бири ҳисобланади. Умумий ҳолда интеллектуал транспорт тизими масаласи (traveling salesman problem, TSP) [7] қуйидагича таснифланиши мумкин: аниқ бир ҳудудда бир нечта (n та) тугунлар ва уларни боғлаб турувчи йўллар берилган. Шу йўллар орқали барча тугунга бориш кетма-катлиги шундай

ташқил этилсинки, босиб ўтилган йўл бошқа вариантдаги кетма-кетликда босиб ўтилган йўлларга нисбатан энг қисқа масофани ташқил этсин. Бутун йўналиш мобайнида ҳар бир тугунга фақат ва фақат бир марта кириш мумкин. Йўналиш якуни албатта дастлабки тугунга қайтиш билан тугалланиши керак.

Интеллектуал транспорт тизими масаласини ечишни арилар колонияси алгоритми асосида ечиш масаласини кўриб ўтамиз. Таъкидлаш жоизки ушбу алгоритм оптимал ечимга эришиш жараёнини сезиларли даражада тезлаштиради. Масалани ечиш натижасида борилиши керак бўлган тугунларнинг кетма-кетлигини тузиш талаб этилади, шунингдек якуний функция эса улар орасидаги масофа, йўлларнинг умумий йиғиндисини ифодаласин.

Одатда арилар колониясида (масалан: *Apis mellifera* маҳаллий асалари) арилар ўз ҳаёти мобайнида турли вазифаларни бижарадилар [8]. Хусусий ҳолда бир ари инида 5000 тадан 20000 тагача ари бўлиши мумкин. Қоидага кўра катта ёшли арилар (20 кунликдан 40 кунлик ёшга эга бўлган) асосий ишчи, захира ғамловчи (фуражирлар – foragers) арилар ҳисобланади. Ушбу ишчи арилар вақти-вақти билан қуйидаги уч вазифадан бирини бажарадилар: фаол ишчилар, кузатувчи ишчилар ва фаол бўлмаган ишчилар. Арилар инидаги умумий ариларнинг фаол, кузатувчи ва фаол бўлмаган ариларнинг миқдори тахминан 75% фаол, 10% фаол бўлмаган ва 15% кузатувчи арилар каби тарзда тақсимланади.

Маълумки арилар колониясида арилар уч гуруҳга бўлинади: фаол арилар, кузатувчи арилар ва фаол бўлмаган арилар. Дастлаб кузатувчи арилар атрофни кузатган ҳолда яқин атрофда жойлашган нектарлар ва уларнинг сифати ҳақидаги маълумотларни фаол ариларга етказилади. Фаол ишчи арилар нектар тўплаш учун манбаъгача учиб борадилар, ён атрофдаги нектарларни ўрганадилар, нектар тўплайдилар ва уяга қайтадилар. Кузатувчилар уя атрофидаги (50 квадрат миль гача ёки 80 км квадратгача бўлган худудни) янги нектарлар манбаини қидириш билан шуғулланадилар.

Исталган вақтда бир қанча ишчи арилар фаол бўлмаслиги мумкин. Улар ин кириши атрофида кутиб турадилар. Сифатли нектар олдида келаётган фаол ёки кузатувчи арилар шу кутиб турган фаол бўлмаган арилар олдида махсус рақсга (waggle dance) тушадилар. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, арилар шу махсус рақси ёрдамида нектар манбаи ва унинг сифати ҳақида фаол бўлмаган арилар билан маълумот алмашинар экан. Фаол бўлмаган арилар шу рақс асосида нектар ҳақида маълумотларни олади ва фаол бўлмаганлик ҳолатини фаоллик ҳолати билан алмаштириши мумкин. Ўз навбатида бир нечта фаол ишчи арилар фаол бўлмаган арилар билан ўрин алмашини мумкин. Махсус рақснинг давомийлигини D_i куйидаги формула асосида ифодалаш мумкин [9]:

$$D_i = d_i A,$$

бу ерда A - масштаблаштириш коэффициентини; d_i - рақс тушаётган i – агент томонидан топилган нектарнинг нисбий фойдалилиги, сифати ва миқдорини кўрсатувчи катталиқ.

Умумий ҳолда интеллектуал транспорт тизими масаласида i – агент томонидан топилган нектарнинг абсолют фойдалилик миқдорини, коэффициентини куйидаги $PA_i = \frac{1}{F_i}$

ифода орқали ҳисоблаш мумкин, бу ерда F_i - i – агент йўлидаги мақсад функцияси.

Арилар инидаги барча ариларнинг абсолют фойдалилик миқдорини билган ҳолда умумий колониянинг ўртача фойдалилик коэффициентини PA_{col} ҳисоблаб топиш мумкин:

$$PA_{col} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n PA_i,$$

бунда n – айна вақтда рақс тушаётган арилар сони.

Рақс тушаётган арилар сони бир нечта бўлиб, улардан ихтиёрий бири бераётган маълумот асосида бошқа ишчи арилар навбатдаги янги йўналишини танлайдилар. i – агент томонидан берилаётган маълумотни бошқа ишчи арилар танлаш эҳтимоллигини куйидагича формула асосида ифодалаш мумкин [10]:

$$P_i = \begin{cases} 0.6, & \text{агар } PA_i < 0.9 \cdot PA_{col}; \\ 0.2, & \text{агар } 0.9 \cdot PA_{col} \leq PA_i < 0.95 \cdot PA_{col}; \\ 0.02, & \text{агар } 0.95 \cdot PA_{col} \leq PA_i < 1.15 \cdot PA_{col}; \\ 0, & \text{агар } 1.15 \cdot PA_{col} \leq PA_i. \end{cases}$$

Керакли нектар танлаб бўлингач, ишчи ари шу нектар тононга учишни бошлайди. Бунда, нектарга олиб борувчи йўл бир нечта ўзелларни ўз ичига олади. i – ўзелда турган фаол арини j – ўзелни танлаш эҳтимоллиги қуйидаги формула асосида ҳисобланади [9]:

$$P_{ij} = \frac{\rho_{ij}^\alpha d_{ij}^{-\beta}}{\sum_{j \in J^k} \rho_{ij}^\alpha d_{ij}^{-\beta}}, \quad (1)$$

бу ерда ρ_{ij} - i ва j ўзеллар орасидаги йўлнинг баҳоси, нархи; d_{ij} - i ва j ўзеллар орасидаги йўлнинг эвристик масофаси; $\alpha, \beta \in [0;1]$ экспериментал танланувчи коэффициентлар; J^k - i ўзелдан ўтилиши мумкин бўлган барча ўзеллар тўплами.

(1) формуладаги ρ_{ij} параметр қийматини қуйидаги формула асосида ҳисоблаб топиш мумкин:

$$\rho_{ij} = \frac{1 - m\alpha}{k - m},$$

бу ерда k – i ўзелдан ўтилиши мумкин бўлган барча ўзеллар сони; m – йўлнинг афзаллик, қулайлик коэффициенти бўлиб, унинг қиймати 0 ёки 1 бўлиши мумкин. Дастлабки итерацияда барча йўллар учун $m=0$ бўлади.

Умуман, фаол ишчи арилар аниқ бир нектар манбаидан токи нектар тамом бўлгунигача қадар нектар ташийди. Шундан сўнг ушбу ари фаол бўлмаган арига айланади.

Арилар колониясидаги арилар ҳаракати хусусиятлари асосида интеллектуал транспорт тизими масаласини ечиш учун “Арилар колонияси” алгоритми ишлаб чиқилди. Ушбу алгоритмни қуйидаги кетма-кетликлар асосида ифодалаш мумкин.

1-қадам. Инициализациялаш. `totalNumberBees` – арилар сони, `numberInactive` – фаол бўлмаган арилар сони, `numberScout` – кузатувчи арилар сони, `maxNumberVisits` – ҳар бир тугунга киришлар сони, `maxNumberCycles` – такрорланишлар сони.

2-қадам. Кузатувчи арилар томонидан дастлабки яқин атрофдаги нектарларни қидириб топиш. Бунда яқин атрофдаги тугунларнинг координаталари аниқланади ва топилган натижалар BS матрицага сақланади.

3-қадам. `Waggle dance` – кузатувчи ариларнинг рақси. Бунда аниқланган тугунлар орасидан энг оптималлари (ёки энг яқин масофадагилари) BS матрицадан `WG` матрицага ўтказилади.

`Waggle dance` давомийлиги $D_i = d_i A$ формула асосида ҳисобланади. Бу ерда A – масштаблаштириш коэффициенти; d_i - рақс тушаётган i – кузатувчи ари томонидан топилган нектарнинг нисбий фойдалилиги, сифати ва миқдорини кўрсатувчи катталиқ.

Ушбу масалада i –кузатувчи ари томонидан топилган тугуннинг абсолют фойдалилик миқдори коэффициенти $PA_i = \frac{1}{F_i}$ ифода орқали ҳисобланади, бу ерда F_i - i – ари йўлидаги мақсад функцияси.

Арилар инидаги барча рақс тушаётган ариларнинг абсолют фойдалилик миқдорини билган ҳолда умумий колониянинг ўртача фойдалилик коэффициенти PA_{col} ҳисобланади:

$$PA_{col} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n PA_j,$$

бунда n – айни вақтда рақс тушаётган арилар сони.

4-қадам. i – кузатувчи ари бераётган маълумотни бошқа ишчи арилар томонидан танланиш эҳтимоллигини қуйидаги формула асосида ҳисоблаш мумкин:

$$P_i = \begin{cases} 0.6, & \text{агар } PA_i < 0.9 \cdot PA_{col}; \\ 0.2, & \text{агар } 0.9 \cdot PA_{col} \leq PA_i < 0.95 \cdot PA_{col}; \\ 0.02, & \text{агар } 0.95 \cdot PA_{col} \leq PA_i < 1.15 \cdot PA_{col}; \\ 0, & \text{агар } 1.15 \cdot PA_{col} \leq PA_i. \end{cases}$$

Керакли тугун танлаб бўлингач, ишчи ари шу тугун томонга учишни бошлайди. Бунда, тугунга олиб борувчи йўл бир нечта тугунлардан ўтишни тақозо этади. i – тугунда турган фаол арини j – тугунга ўтиш йўлини танлаш эҳтимоллиги қуйидаги формула асосида ҳисобланади:

$$P_{ij} = \frac{\rho_{ij}^\alpha d_{ij}^{-\beta}}{\sum_{j \in J^k} \rho_{ij}^\alpha d_{ij}^{-\beta}},$$

бу ерда ρ_{ij} - i ва j тугунлар орасидаги йўлнинг узунлиги; d_{ij} - i ва j тугунлар орасидаги йўлнинг эвристик масофаси; $\alpha, \beta \in [0;1]$ экспериментал танланувчи коэффициентлар; J^k - i тугунлардан ўтилиши мумкин бўлган барча тугунлар тўплами, $\rho_{ij} = \frac{1-m\alpha}{k-m}$ бу ерда k - i

тугундан ўтилиши мумкин бўлган барча тугунлар сони; m – йўлнинг афзаллик, қулайлик коэффициенти бўлиб, унинг қиймати 0 ёки 1 бўлиши мумкин. Дастлабки итерацияда барча йўллар учун $m=0$ бўлади.

Кузатувчи арилардан олинган WG матрица асосида ишчи арилар нектарни ташийди ва шу нектар атрофидаги янги нектарлар (параметрлар қийматлари) қидириб топади. Топилган маълумотлар NW матрицага киритилади.

5-қадам. Кузатувчи арилар WG маълумотлари асосида нектарларни ташийди ва энг оптимал қийматларни берувчи натижани аниқлаб best ўзгарувчига ўзлаштириш. Олинган натижалар NB матрицага сақланади.

6-қадам. Мавжуд NW, NB, WG матрицалар асосида янги WG ечимлар архивини шакллантириш.

7-қадам. АГАР аниқлик E қийматгача етса ёки ўрнатилган maxNumberCycles қадамлар сони бажарилса, у ҳолда WG дан энг яхши, оптимал йўл аниқлаб олинади ва олинган натижа асосида тугунлар кетма-кетлиги босмага чиқарилади,

АКС ҲОЛДА эса алгоритм 2-қадамдан бошлаб яна такрорланади.

Бу ерда BS – кузатувчи ариларнинг тасодифий матрицаси, WG – ечимлар матрицаси, best – энг оптимал ечимлар матрицаси, NW – ечимлар матрицаси асосида ишчи арилар томонидан шакллантирилувчи янги ечимлар матрицаси, NB – кузатувчи арилар томонидан шакллантирилувчи ва best ечимлар асосида шакллантирилувчи ечимлар матрицаси.

Интеллектуал транспорт тизими масаласини арилар колонияси алгоритми асосида ечишда бошланғич A тугун арилар ини ҳисобланади ва қолган тугунлар нектар ёки озуқалар манбаи ҳисобланади. Ушбу алгоритмда ҳар бир нектаргача бўлган энг қисқа йўллар кетма-кет ҳисоблаб борилади ва индан охириги топилган нектаргача бўлган энг қисқа масофа йиғиндиси топилади. Ушбу итерацион жараён токи мавжуд бўлган барча тугунлар, нектарлар манбаълари кўриб чиқилмагунча давом этади. Ушбу шарт интеллектуал транспорт тизими масаласидаги гамилтон циклини топиш масаласи билан тенг кучли ҳисобланади.

Арилар колонияси алгоритми ёрдамида интеллектуал транспорт тизими масаласини параллел алгоритм асосида ечишни таклиф этиш мумкин. Амалий жиҳатдан олганда баъзи ҳолларда параллел ҳисоблаш технологиялари асосида ечилган масалалар натижаларнинг самарадорлиги пастроқ бўлиши мумкин. Жуда катта масалаларни бир нечта мустақил

параллел қисмларга ажратган ҳолда уларни ҳисоблашни турли процессорларга юклаш, масалани ечиш учун сарф бўладиган вақтни камайтириш имконини беради.

3. Олинган натижалар

Арилар колонияси алгоритми ёрдамида комбинаторли оптималлаштириш масаласини ечишни параллел ҳисоблаш технологиялари асосида ечиш катта ҳажмли оптималлаштириш масалаларини ушбу алгоритм ёрдамида ечиш етарлича тез ва самарали натижа беришини кўрсатди.

Юқорида кўриб ўтилган масалада тугунлар сонининг ортиши оптимал ечимга эришиш жараёнини мураккаблаштириши мумкинлиги кўриб ўтдик. Бундай ҳолларда Хопфилд тўридан фойдаланиш етарлича самарали натижаларни бермаслиги, яъни ҳисоблаш учун жуда катта вақт ва ресурс талаб қилиши мумкин. Бундай ҳолларда кўп агентли эвристик алгоритмлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлиши мумкин.

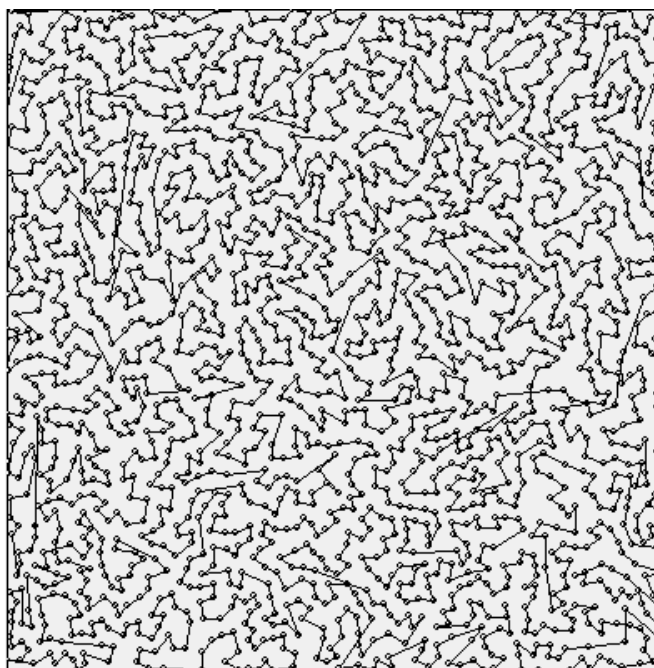
Комбинаторли оптималлаштириш масаласини тугунлар сони жуда катта бўлган ҳолати учун арилар колонияси алгоритмидан фойдаланган мақсадга мувофиқ бўлиши мумкин.

Глобал оптимум қийматга эришиш жараёнини тезлаштириш мақсадида аниқ бир оптималлаштириш масаласи, интеллектуал транспорт тизими масаласини ечиш алгоритминини бир вақтнинг ўзида N та процессорга юклаймиз. Ушбу процессорлар бир-биридан мустақил равишда ўз оптимал (локал) ечимларини оладилар. Олинган барча натижалар бош процессорда тўпланади ва улар орасидан энг кичик (\min) қийматга эга бўлган тугунлар кетма-кетлигини оптимал ечим сифатида танлаймиз. Бунда процессорлар сонининг ортиши оптимал ечимни топилиш эҳтимолини ошириши билан бир қаторда, ҳисоблаш вақтини ошишига ҳам олиб келади.

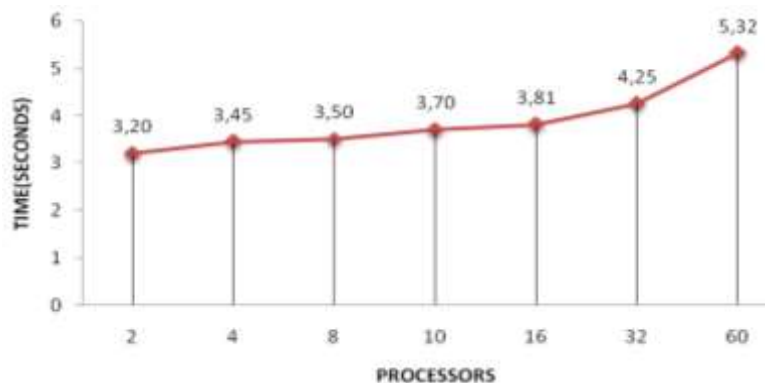
Арилар колонияси алгоритми асосида ҳисоблаш экспериментларини 1000 та тугун (координаталар $X, Y \in [1, 2000]$) ўртасидаги энг қисқа йўлни аниқлаш масаласида олиб борамиз. Бунда тахминан $2000!$ та вариантдаги йўналишлар бўлиб, барча вариантларни кўриб чиқиш ҳолати жуда катта ҳисоблаш вақти ва ресурс талаб қилади. Айтиб ўтганимиздек, ушбу ҳолатда Хопфилд нейрон тўри самара бермайди (1-расм).

Қуйида ҳисоблаш эксперименти натижалари график кўринишида (2,3-расмлар) келтирилган.

Кузатув таҳлиллар натижалари шуни кўрсатдики, ушбу масалани ечишда процессорлар сони ортиб борган сари қидирилаётган ечим яхшиланиб борди. Аммо процессорлар сони 32 та бўлганида ечимдаги минимум қиймат бир оз ортиб бориши



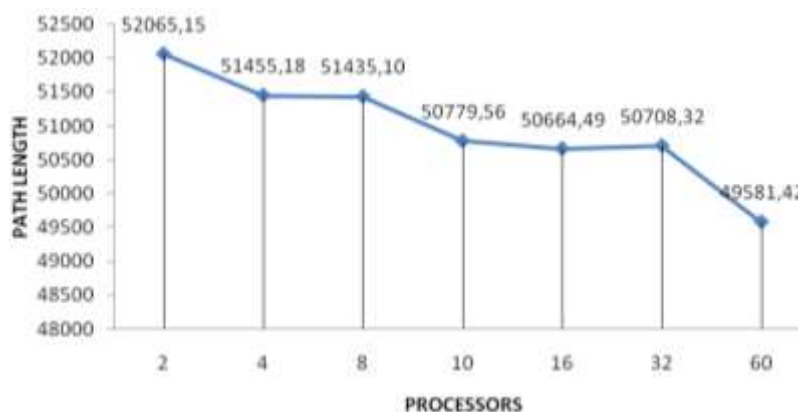
1-расм. Интеллектуал транспорт тизими масалаларини ечиш.



2 – расм. Процессорлар сонини ҳисоблаш вақтига боғлиқлик динамикаси.

кузатилди. Процессорлар (жараёнлар) сони 60 та бўлганда ишлаш вақти 5.32 секунд – максимум қийматга эришганлигига қарамай, бу ҳолатда оптимал йўналишнинг минимал қиймати энг кичик – 49581.42 га тенг бўлган самарали натижага эришди.

4. **Хулоса.** Транспорт моделларини ишлаб чиқишда транспорт тармоғининг асосий тугунларида йўналишларнинг тўлиқ миқёсли тадқиқотлари ўтказилди. Кузатишларнинг бир қисми автотранспорт воситаларини рўйхатга олиш детекторлари ёрдамида автоматик режимда олинган. Кузатишларнинг қолган қисмини тўплаш учун бир неча



3 – расм. Процессорлар сонини оптимал қийматларни топишга боғлиқлик графиги.

вақт оралиғида маълум тармоқ тугунларини (графикнинг чўққилари) видео суратга олиш амалга оширилди. Шундан сўнг, видеолар қўлда қайта ишланди, натижалар "маршрутни кузатиш модели" бўйича олинган. Сўров учун тармоқнинг энг информацион тугунлари танланган. Аниқ чизикли мақсад функцияни максималлаштириш ёки камайтиришдир. Аммо кўп амалий ҳолатларда, қарор қабул қилувчининг мақсади ва ёки чеклаш функцияларини аниқ белгилаш имкони бўлмаслиги мумкин, балки уларни "ноаниқ маънода" кўрсатиши мумкин. Бундай ҳолларда, моделлаштиришнинг ноаниқ чизикли дастурлаш туридан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Бу ноаниқ чизикли дастурлаш муаммосининг турли моделларини ўрганишга мўлжалланган ва бўлимлардан, яъни ноаниқ муҳитда қарор қабул қилиш ва ноаниқ чизикли дастурлаш, ноаниқ тенгсизликлар ва аниқ мақсадли функцияли чизикли дастурлаш муаммоларидан иборат.

Адабиётлар

- [1]. Якимов, М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография. – М.: Логос, 2013. – 188 с.
- [2]. Фальфушинский В.В. Параллельное обработка данных многокомпонентных системах наблюдений. // Кибернетика и системный анализ. Международный научно-теоретический журнал. – Украина. № 2, 2002.
- [3]. Quinn M.J Parallel Programming in C with MPI and OpenMP. — New York: NY: McGraw-Hill, 2004.
- [4]. Курейчик В.М., Кажаров А.А. О некоторых модификациях муравьиного алгоритма// Известия ЮФУ. Технические науки. –2008. –№ 4 (81). –С. 7-12.
- [5]. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы //Математика в приложениях. –2004. –№4(4). –С. 70-75.
- [6]. Ротштейн А. П. Нечеткий многокритериальный выбор альтернатив: метод наилучшего случая // Изв. РАН. Теория и системы управления. 2009. - № 3. - С. 51-55.
- [7]. Костевич Л. С. Математическое программирование: Информ. технологии оптимальных решений: Учеб. пособие / Л. С. Костевич. — Мн.: Новое знание, 2003. ил., стр. 150.
- [8]. James McCaffrey. Use Bee Colony Algorithms to Solve Impossible Problems // MSDN Magazine : сайт. – 2011. – Режим доступа: <http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/gg983491.aspx>.
- [9]. Субботин С.А., Олейник Ал.А. Мультиагентная оптимизация на основе метода пчелиной колонии // Межд. научно-теорет. Журнал «Кибернетика и системный анализ». – Киев, 2009. - №2. - С. 15-25.
- [10]. Nakrani S., Tovey C. On honey bees and dynamic allocation in an internet server colony // Adaptive Behavior. – 2004. - №12. P. 223-240.

TAKOMILLASHTIRILGAN PAXTA SEPARATORI VALLARINING BURCHAK TEZLIKLARI O‘ZGARISHI TAXLILI

I.D. Yakubov¹, Sh.Sh. Shuxratov¹, R.M. Muradov²

¹Farg‘ona davlat universiteti,

²Namangan muxandislik texnologiya instituti

(Qabul qilindi 19.09.2022 y.)

Maqolada yangi taklif etilayotgan paxta separator qurilmasining konstruksiyasi va ishlash usullari, separatorning ajratish kamerasidagi valning notekis aylinishi va yuritish mexanizmi tasmali uzatmasining taranglash roligi eksentritsent qiymatlari tavsiya etilgan. Tavsiya etilgan eksentritsent qiymatda uzatma ishlash qobiliyati, podshipniklardagi zo'riqish, hamda qirg'ichni paxtani qirib olish kuchi ko'payib, qisman jinlash jarayoni vujudga kelishi ko'rsatib berilgan. Vakuum-klapan valining burchak tezligi notekislik koeffitsiyentini yanada kamaytirish uchun uning inersiya momentini ko'paytirish isbotlangan. Bunda tasmali uzatma taranglash roligi eksentritset tavsiya qiymatlari berilgan.

Kalit so'zlar. *Separator, to'rli yuza, sidirg'ich, vakuum-klapan, paxta tolasi, ishchi kamera.*

В статье представлена предлагаемая новая конструкция и работа сепаратора хлопка, неравномерность вращения вала в сепарационной камере сепаратора и значения эксцентриситета натяжного ролика ременной передачи приводного механизма. Было показано, что при рекомендуемом значении эксцентриситета прочность на растяжение, напряжение в подшипниках, а также абразивная способность скребкового хлопка увеличиваются, что приводит к частичному процессу дженирования. Было доказано, что угловая скорость вала вакуумного клапана увеличивает его момент инерции, что еще больше снижает коэффициент неравномерности. При этом приведены рекомендуемые значения эксцентриситета натяжного ролика натяжения ремня.

Ключевые слова. *Сепаратор, сетчатая поверхность, отсос, вакуум-клапан, хлопковое волокно, рабочая камера.*

The article presents the proposed new design and operation of the cotton separator, the uneven rotation of the shaft in the separation chamber of the separator, and the values of the eccentricity of the tension roller of the belt drive of the drive mechanism. It has been shown that at the recommended eccentricity, the tensile strength, stress in the bearings, as well as the abrasion ability of the scraper cotton increase, resulting in a partial ginning process. It has been proven that the angular velocity of a vacuum valve shaft increases its moment of inertia, further reducing the unevenness factor. In this case, the recommended values of the eccentricity of the belt tension roller are given.

Keywords. *Separator, mesh surface, suction, vacuum-valve, cotton fiber, working chamber.*

KIRISH. Ma'lumki, hozirgi kunda respublikamizdagi paxta-to'qimachilik klasterlarining paxta tozalash korxonalaridagi mavjud ishlab chiqarish jarayonida o'rnatilgan separatorlar ishlash prinsipi ventilyator yordamida xavoni so'rilishi tufayli kirish quvuridan paxta xomashyosi ajralish kamerasiga kirib keladi va o'z inersiyasi ta'sirida paxta vakuum klapaniga kelib tushadi. Paxtaning to'rli yuzaga yaqin bo'lgan joyda xarakatlanayotgan qismi to'rli yuzaga yopishadi va to'rli yuzaga yopishgan paxtalarni sidirgich yordamida ajratib olib, pastga vakuum klapani ustiga tushirib yuboriladi. Xavo oqimi to'rli yuzadan o'tib, so'ruvchi qisqa quvur orqali to'g'ri ventilyator tomon xarakatlanadi. Vakuum klapan ishchi kamera ichiga tashqi muxitdan xavo kirib ketishiga yo'l qo'ymaydi va u o'z o'qi atrofida aylanma xarakat qilishi natijasida uning ustki qismiga tushgan paxta bo'lakchalari asta-sekinlik bilan u bilan birga xarakatlanib ishchi kameradan chiqarib yuboriladi va navbatdagi texnologik jarayonga yetkaziladi [1-2].

Paxta sanoati texnologik mashinalariga xom-ashyoni yetkazib berishda havo bilan transportirovka qilinganda qator qiyinchiliklar vujudga keladi. Bunda, paxta havo bilan aralashgan bo'lib, texnologik mashinalarga turli zichlikda uzatiladi, bunda texnologik jarayonlar bir tekisda amalga oshmaydi, chang ko'tariladi, ekologik sharoit buziladi, mashina va mexanizmlar ishdan chiqadi. Shunga asosan paxtani texnologik mashinalarga uzatishdan ilgari uni xavodan ajratish muhimdir. Ishlab chiqarishda SS-15A va CX rusumidagi separatorlar pnevмотransport qurilmasi tizimida xavo yordamida tashilayotgan paxtani xavodan ajratish uchun ishlatiladi [3-4].

Ushbu qurilmaning asosiy kamchiligi foydali to'rli yuzasi xajmining kichikligi va ish unumdorligi bevosita uning to'rli yuzasining o'lchamiga va unga yopishgan paxtani tez sidirib olishga bog'liq [5-6].

Bundan tashqari separatori ishlaganda paxta havo bilan kirish quvuri orqali kirib keladi. Havo quvurdan o'tib silindr shakldagi to'rli yuza orqali chiqish quvuri yordamida so'rib olinadi. Paxta inersiya kuchi ta'sirida havodan ajralib, separatsiya uchastkasi orqali ajratish kamerasiga kiradi. U yerda o'z og'irligi ta'sirida vakuum-klapan seksiyaga tushadi va uning yordamida tashqariga chiqarib yuboriladi [7-8].

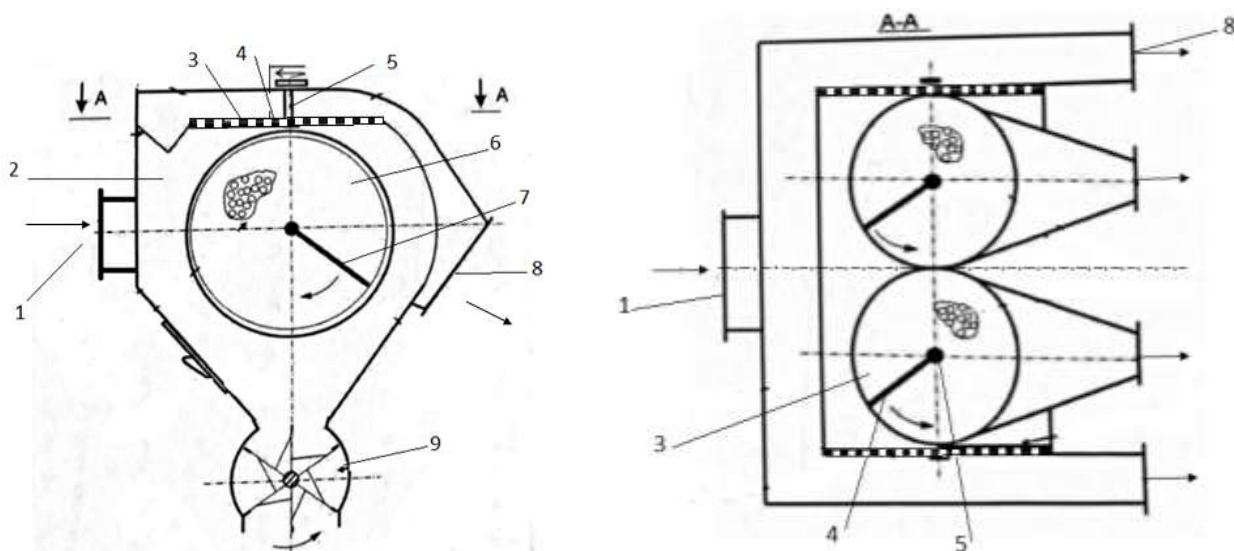
Havo bilan qo‘shilib ketgan ayrim paxta bo‘laklari to‘rli yuzaga yopishib qoladi. To‘rli yuzaga yopishgan paxtani elastik qanotli baraban yordamida ajratib olinadi va ajratish kamerasi yordamida vakuum-klapanga beriladi.

Paxta tozalash zavodlarida quvurlarga xom ashyo bir tekisda uzatilmaydi. Natijada paxta quvurlarda notekis harakatlanib, separatorning ishchi kamerasiga kirib keladi. Shuning uchun pnevmoseparatorlarda paxtani havodan ajralish jarayonida uning ventilyatorga o‘tib ketish hollari kuzatiladi [9-10].

ASOSIY QISM.

Hozirgi kunda paxta tozalash korxonalaridagi mavjud separator qurilmalarida paxtani havodan ajratish jarayonida paxta shikastlanishi va uning sifatiga ta’sirlarini kuzatish mumkin. Taklif etilayotgan separator ishchi kameraning tepa qismiga gorizontalk tekislikda joylashgan kirish quvuri o‘qiga nisbatan simmetrik xolatda bo‘lgan bir juft doira shaklidagi to‘rli yuzalardan tashkil topgan, shuningdek sidirg‘ichni xarakatga keltiruvchi val vertikal tekislikda o‘rnatilgan. Bu o‘z navbatida tola va chigitni shikastlanishini hamda paxtani havodan samarali ajratib olish ta’minlaydi. Bundan tashqari to‘rli yuzani ishchi kameraning yuqori qismiga o‘rnatilganligi paxtani to‘rli yuzaga yopishib qolmasligini qirg‘ich aylanishi natijasida paxta sun’iy jinlanib qolish jarayoni kamayadi o‘z og‘irligi bilan pastga tushadi xavo yuqori tomondan so‘rilishi hisobiga havo bilan tolalar tashqariga chiqib ketishi kamayishiga erishamiz. Paxta separatori qurilmasini paxta tozalash korxonasiga joriy etish yo‘li bilan paxtaning separator ishchi kamerasida paxta shikastlanishini sezilarli kamaytirib, uning ish unumdorligini oshirishi maqsadga muvofiqdir [11-12].

Paxta separatorining ishchi yuzasi samardorligini oshirish xamda paxtani shikastlanish darajasini kamaytirish maqsadida to‘rli yuzani ishchi kameraning yuqori qismiga o‘rnatilganligi havo tarkibiga tola qo‘shilib chiqib ketishini kamaytiradi. Taklif etilayotgan separator qurilmasini quyidagi asosiy elementlar tashkil etadi: 1- ishchi kamera, 2- sidirg‘ich, 3- to‘rli yuza, 4- sidirg‘ich, 5- val, 6-to‘rli yuza, 7-sidirg‘ich, 8-chiqish quvuri, 9-vakuum klapan (1-rasm).



1-rasm. Paxta separatori.

O‘z o‘qi atrofida aylanma harakat qilishi natijasida tashqi tomondan havoni kamera ichiga kirishiga yo‘l qo‘ymay, ishchi kamera ichidagi paxta hom-ashyosini tashqariga chiqaradi va keyingi texnologik jarayonlarga yetkazib beriladi. To‘rli yuzani ko‘paytirish, aynan ishchi kameraning yuqori qismiga o‘rnatilishi, foydali yuza samaradorligini oshiradi separator ish unumdorligini oshiradi. Tola yo‘qolishini kamaytiradi [13-14].

Ma’lumki, vallardagi yuklanish ortishi bilan uning burchak tezligini notekislik koeffitsenti ham ortadi. Separatorning ishlash texnologiyasini o‘ziga hosligi shundaki, ajratish kamerasi valining aylanish chastotasi 150 ayl/s bo‘lsa, vakuum-klapanda aylanish chastotasi 90 ayl/s. Bunda ajratish kamerasi to‘rli yuzaga yopishgan paxtani qirib olish uchun qirg‘ichni notekis aylanishi,

ya'ni tezlanish bilan xarakit qilishi qo'shimcha kuchni xosil qiladi va uning samarasi bir muncha ortadi [15].

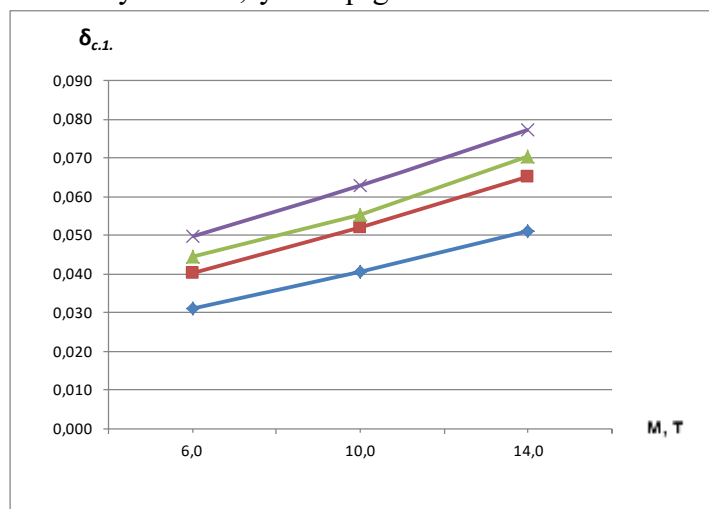
Vakuom-klapani tekis aylanishi muxim xisoblanadi, yani vakuum – klapanidan paxta ta'minlagich shnekiga tushadi. Bunda texnologik mashinalar batareyalarini paxta bilan bir tekisda ta'minlash zarur bo'ladi. Shuning uchun ajratish kamerasi valining va vakuum-klapanini aylanish chastotalarini ish sharoitidagi o'zgarish qonuniyatlarini o'lchash va taxlil qilish muxim hisoblanadi.

Tajribaviy o'lchash natijalariga ko'ra separatorning ish unumi 15 t/s gacha ortib boradi. Ish unumi ortishi bilan ajratish kamerasi valining aylanish chastotasi kamayib boradi. Jumladan ish unumi 6 t/s bo'lganda aylanish chastotasi 132-138 ayl/min oralig'ida o'zgaradi. Ish unumi 14 t/s bo'lganda separatorning ajratish kamerasi valining aylanish chastotasi 122-130 ayl/min oralig'ida o'zgaradi.

Bunda valning burchak tezligi notekislik koeffitsiyenti yuklanish ko'payishi bilan deyarli chiziqli qonuniyatda ortib boradi (2-rasm). Separatorning yuritish mexanizmidagi tasmali uzatma taranglash roligidagi eksentrisitetini ko'paytirish xisobiga ajratish kamerasi valini burchak tezligi notekislik koeffitsiyenti ham ortib boradi. Bunda umumiy qonuniyat diyarli o'zgarmay qoladi. Tasmali uzatmaning taranglash roligi eksentrisiteti $\epsilon=1,0$ mm bo'lganda, ish unumi 6 t/s qilib olinganda, aylanish chastotasi 135-141,5 oralig'ida o'zgaradi va δ esa 0.033-0.049 oralig'ida bo'lar ekan.

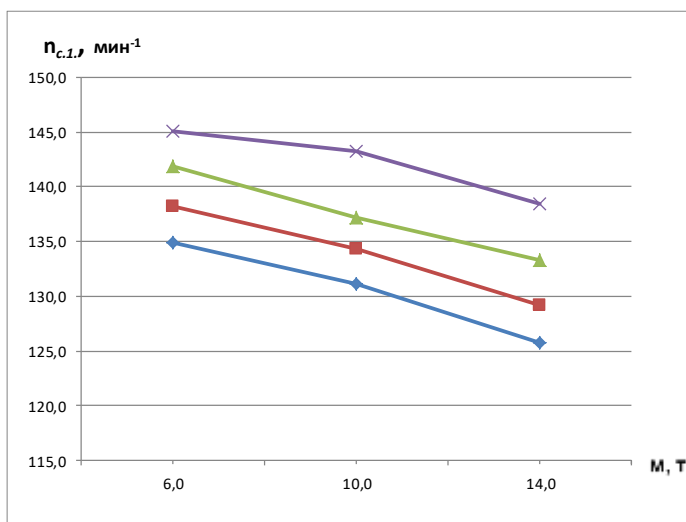
Separatorning vakuum-klapani valining aylanish chastotasini ish unumi va tasmali uzatma taranglash roligi eksentritsentiga qarab o'zgarishini tajriba usulida olingan qiymatlari mos ravishda jadvallarda, hamda olingan qonuniyatlar taxlili ham shu qonuniyatlar asosida mos ravishda keltirilgan.

Agarda taranglash roligi eksentritsenti 3,0 mm qilib olinganda va ish unumi 14t/s bo'lganda aylanish chastotasi 132-144,5 ayl/min oralig'ida, burchak tezligining notekislik koeffitsiyenti 0,045-0,056 oralig'ida o'zgaradi (2-4-rasmlar). Demak, separatorning ajratish kamerasidagi valning notekis aylinishini, ya'ni qirg'ich kurakchalarini samarali ravishda turli yuzadan yopishib qolgan



3-rasm. Takomillashtirilgan separator valining burchak tezligi notekisligi koeffitsiyentini ish unumiga qarab o'zgarishini grafik bog'lanishlari

Bu yerda: $\epsilon=0$ $\epsilon=1$ $\epsilon=2$ $\epsilon=3$



2-rasm. Takomillashtirilgan separator valining aylanish chastotasining ish unumiga qarab o'zgarish grafiklari.

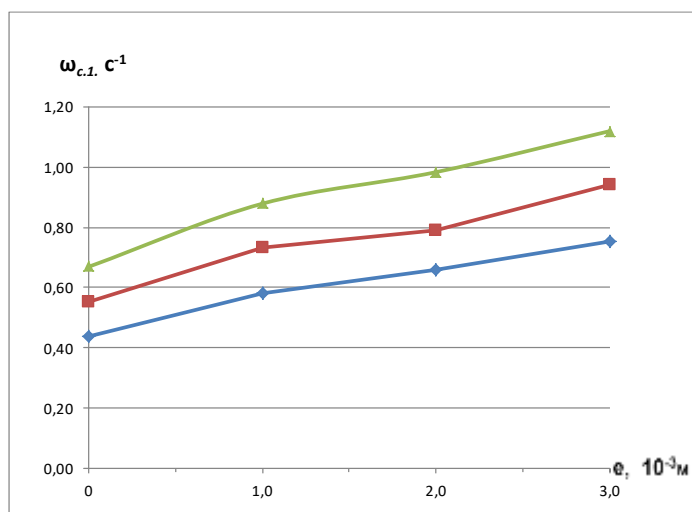
Bu yerda: $\epsilon=0$ $\epsilon=1$ $\epsilon=2$ $\epsilon=3$

paxtani qirib olishini ta'minlash uchun yuritish mexanizmi tasmali uzatmasining taranglash roligi eksentritsenti 3,0 mm qilib olish tavsiya etiladi. Eksentritsenti bu qiymatidan ham katta qilib olinsa, uzatma ishlash qobiliyati pasayadi, podshipniklardagi zo'riqish ko'payadi, hamda qirg'ichni paxtani qirib olish kuchi ko'payib, qisman jinlash jarayoni vujudga kelishi mumkin [16].

Tasmali uzatmaning taranglash roligi eksentritsenti o'zgartiradi. Ajratish kamerasi validagi yuklanishni o'zgarishi, aylanish chastotasini o'zgarishi qisman vakuum-klapan valini aylanishiga ham ta'sir

qiladi. Bu ta'sir sezilarli bo'lmaydi, lekin uni e'tiborga olish maqsadga muvofiqdir.

Chunki vakuum-klapaning notekis aylanishi



4-rasm. Takomillashtirilgan separator valining aylanish chastotasini turli eksentrisitetlardagi o'zgarish grafigi

Bu yerda: \bullet $m=6$ \blacksquare $m=10$ \blacktriangle $m=14$

paxtani ta'minlanishini notekisligiga olib keladi. Olingan natijalar taxlili shuni ko'rsatadiki, yuklanish 6 t/s oralig'ida o'zgaranda eksentrisitet $ye=0$ bo'lganda vakuum-klapaning aylanish chastotasi o'zgarishi 82,1 – 84,3 oralig'ida o'zgarsa, eksentrisitet qiymati 3,0 mm bo'lganda esa, 84,75 -88,65 ayl/min oralig'ida o'zgaradi. Bunda mos ravishda vakuum-klapani valining burchak tezligi notekislik koeffitsiyenti $ye=0$ bo'lganda, ish unimi 6 t/s dan 14 t/s gacha oshganda, 0,020-0,033 oralig'ida o'zgaradi. Xuddi shuningdek, taranglash roligi eksentrisiteti $ye=3,0$ mm bo'lganda esa, vakuum-klapaning burchak tezligining notekislik koeffetsenti 0,34-0,45 oralig'ida o'zgarar ekan.

Vakuum-klapan valining burchak tezligi notekislik koeffitsiyentini yanada

kamaytirish uchun uning inersiya momentini ko'paytirish maqsadga muvofiqdir. Bunda tasmali uzatma taranglash roligi eksentrisitet qiymatini 2,5 – 3,0 qilib olish tavsiya etiladi.

XULOSA. Separator ishchi kameraning tepa qismiga gorizontall tekislikda joylashgan to'rli yuza tola va chigitni shikastlanishini hamda paxtani havodan samarali ajratib olish ta'minlaydi. Bundan tashqari to'rli yuzani ishchi kameranig yuqori qismiga o'rnatilganligi paxtani to'rli yuzaga yopishib qolmasligini qirg'ich aylanishi natijasida paxta sun'iy jinlanib qolish jarayoni kamayadi o'z og'irligi bilan pastga tushadi xavo yuqori tomondan so'rilishi hisobiga havo bilan tolalar tashqariga chiqib ketishi kamayishiga erishildi.

Mavjud paxta sanoati texnologik mashinalarini ishchi organlari, yuritish vallaridagi yuklanish hamda aylanish chastotasini notekisligiga ish unumiga qarab o'zgarish qonuniyatlari tajribalar asosida aniqlandi, taxlil qilindi. Paxta separatori yuritish mexanizmlarini yangi tavsiya qilingan sxemalari asosida o'zgaruvchan uzatish nisbatli tasmali hamda zanjirli uzatmalarni, qayishqoq elementlarni qo'llagan holda ishchi organlardagi vallarni yuklanishlari va aylanish chastotalarini notekisligini ish unumi va uzatmalar parametrlariga qarab o'zgarish qonuniyatlarini tajribaviy tadqiqotlar natijasida aniqlandi. Tavsiya parametrlari asoslab berilgan.

Adabiyotlar

- [1]. F.Ж. Жаббаров, А. Хамидов “Чигитли пахтани дастлабки ишлаш технологияси”, Тошкент “Ўқитувчи” 1987 102-130
- [2]. “Ўзпахтасаноат” акциядорлик уюшмаси “Пахта тозалаш ИЧВ” ОАЖ пахтани дастлабки ишлаш бўйича справочник.
- [3]. Shukhratov Sh, Milašius R, Gafurov K, Maksudov R, Gafurov J, Tojimirzaev S. Improvement in the Design and Methods of Calculation of Parameters of Vibration Multifaceted Gridirons of Natural Fibre Cleaners. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2021; 29, 5(149): 29-33.
- [4]. Ш.Шухратов, И.Якубов, Р.Максудов, А.Джурраев. Development of effective design and substantiation of parameters of the cotton cleaner from large little//НамМТИ илмий-техника журналы 2020 (4).
- [5]. Sh. Shukhratov, R. Makhsudov, A. Djuraev, R. Milašius, I. Yakubov. Determination of Parameters of Grates on Rubber Brackets of Fiber Material Cleaners. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). ISSN: 2249 – 8958, Volume-9 Issue-2, December, 2019 pp. 4263-4270.
- [6]. Djuraev, A., Maksudov, R. X., Shukhratov, S., & Tashpulatov, D. S. (2018). Improvement in design and methods of calculation the characteristics of vibrant diamond bars of cotton cleaners. International journal of advanced research in science, engineering and technology, 5(11), 397-401.

- [7]. Djurayev, A., R. Kh Maksudov, and Sh Sh. "Shukhratov. Improving the Design and Justification of the Parameters of the Saw Section of the Cotton Cleaning Unit." International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology 5.12 (2018): 7549-7555.
- [8]. Shukhratov, S., & Milašius, R. (2019, August). Influence of parameters of gridirons on the cotton fibers cleaning and yarns quality. In Conference: Advanced materials and technologies: book of abstracts of 21st international conference-school (pp. 19-23).
- [9]. Shukhratov, Sh, G. Yusupkhodjaeva, and R. Milašius. "Research of methods to improve properties of blended fibres from waste of natural fibres." Advanced materials and technologies: 22nd international conference-school. 2020.
- [10]. Ш.Шухратов, И.Якубов, Р.Максудов, А.Джураев. Толали материаллар тозалагичининг қайишқоқ таянчларга ўрнатилган колосниклар тебранишларининг таҳлили. ФарДУ илмий хабарлар 2019 (6).

DYNAMIC ANALYSIS OF A SCREW CONVEYOR MACHINE ASSEMBLY WITH A WAVE-SHAPED PROFILE

K.K. Yuldashev

*Andijan Machine-building Institute, doctor of philosophy in technical sciences
(Received on September 27 th, 2022)*

The article presents a new effective structural scheme and the principle of operation of the conveyor with a screw with a zigzag profile. Based on the solution of the problem of system dynamics, taking into account the dynamic mechanical characteristics of the engine, inertial, elastic-dissipative parameters, as well as technological loads from the transported and cleaned cotton lint, regularities of movement of the working body are obtained, the basic parameters of the conveyor are substantiated. Based on production comparative tests of the recommended conveyor, the efficiency of its use in production is substantiated.

Keywords. *Conveyor, screw, zigzag profile, fibrous material, lint, transportation, cleaning, law of motion, moment of inertia, stiffness, dissipation, resistance, swing range.*

В статье приведены новая эффективная конструктивная схема и принцип работы конвейера с винтом зигзагообразного профиля. На основе решения задачи динамики системы с учетом динамической характеристики двигателя, инерционных, упруго-диссипативных параметров, а также технологических нагрузках от транспортируемого и очищаемого хлопкового линта, получены закономерности движения рабочего органа, обоснованы основные параметры конвейера. В результате производственных сравнительных испытаний рекомендуемого конвейера обоснована эффективность использования его на производстве.

Ключевые слова. *Конвейер, винт, зигзагообразный профиль, волокнистый материал, линт, транспортировка, очистка, закон движения, момент инерции, жесткость, диссипация, сопротивление, размах смещения.*

Мақолада янги самарали структуравий схема ва тўлқинсимон профилли винтли конвейернинг ишлаш принципи келтирилган. Тизим динамикаси масаласини ечишга асосланб двигательнинг динамик механик хусусиятларини, инерциал, эластик-диссипатив параметрларни, иунингдек транспортировка қилинган ва тозаланган пахта момигидаги технологик юқларни, ишчи тананинг ҳаракат қонуниятларини ҳисобга олган ҳолда, конвейернинг асосий параметрлари асосланади. Тавсия этилган конвейернинг ишлаб чиқариш қиёсий синовлари асосида уни ишлаб чиқаришда қўллаш самарадорлиги асосланади.

Калит сўзлар. *Конвейер, винт, тўлқинсимон профил, толали материал, линт, ташиш, тозалаш, ҳаракат қонуни, инерция моменти, қаттиқлик, қаришлик, силжииш оралиги.*

Calculation scheme and mathematical model of the chain drive screw conveyor machine unit.

Screw conveyors are widely used in the transportation of various materials, especially loose and fibrous materials. In the technological system of cotton processing, fluff is cleaned from external impurities using a screw cleaner. In an existing screw conveyor with a fixed conveyor, the movement of loads along the conveyor is carried out using rotating screws [1]. In this construction, there is a possibility of jamming of the load in the conveyor during the high energy consumption and the transfer of large quantities of material. The noise will also be high.

In existing screw conveyors, the transportation of fibrous materials, especially fluff, produces less waste due to insufficient material separation. In addition, due to the lack of sufficient friction between the screw surface and the fiber material, it is observed that they stick during transportation, which causes additional mechanical damage to the fiber material, fluff. The interaction of the screw surface with fluff is carried out uniformly in one direction, with a constant driving force, which does not ensure their cleaning efficiency. The design of the screw conveyor was improved by increasing the contact area, increasing the friction force, as well as changing the values of the direction of interaction of the screw with the cotton wool being transported, in order to ensure sufficient vibration and shaking of the transported fibrous material, to increase the cleaning effect and the required transportation efficiency.

In order to eliminate the above shortcomings, a fluff cleaner with a wavy surface was recommended [2]. Also, in order to reduce power consumption, reduce noise, and increase operational resources, a chain transmission conveyor was proposed.

The recommended design of the screw conveyor allows efficient transportation of cotton fluff, increases productivity, and provides the necessary cleaning effect.

The design diagram of the screw conveyor water is adopted in the form of a three-mass system: 1-mass consists of an engine rotor, a driving belt drive pulley; 2-mass from the driven pulley and the reduced masses of the gears of the reducer, as well as the leading part of the coupling; 3-mass includes the leading part of the coupling and the screw. The design scheme is shown in Fig. 1.

The system of differential equations describing the movement of the elements of the screw conveyor has the form [3]:

$$\begin{aligned}
 M_{\partial} &= f(\dot{\varphi}_{\partial}); \\
 J_{\partial}\ddot{\varphi}_{\partial} &= M_{\partial} - \varepsilon_p \Delta \dot{\varphi}_{\partial p} - C_p \Delta \varphi_{\partial p}; \\
 J_{np}\ddot{\varphi}_{p\partial} &= u_{\partial p} (\varepsilon_p \Delta \dot{\varphi}_{\partial p} + c_p \Delta \varphi_{\partial p}) - \varepsilon_m \Delta \dot{\varphi}_{m\partial} - c_m \Delta \varphi_{m\partial} - M_{mp}; \\
 J_{m\partial}\ddot{\varphi}_{\partial} &= u_{p\partial} (\varepsilon_m \Delta \dot{\varphi}_{\partial m} + c_m \Delta \varphi_{\partial m}) - M_{m\partial} - M_c; \\
 \Delta \varphi_{\partial p} &= \varphi_{\partial} - \varphi_{p\partial} u_{\partial p}; \Delta \varphi_{m\partial} = \varphi_{p\partial} - u_{p\partial} \varphi_{\partial}; \\
 M_c &= M_1 + M_0 \sin \omega_c t \pm \delta M_1
 \end{aligned} \tag{1}$$

J_{∂} , J_{np} , $J_{m\partial}$ - reduced moments of inertia of masses on the motors haft, on the input shaft of the gearbox, on the propellers haft; c_p , c_m , b_p , b_m - coefficients of circular stiffness and coefficients of dissipation of the belt drive and clutch; M_1 , M_0 , δM_1 - components of technological load from transported and cleaned cotton linters, $M_{m\partial}$ - frictional moment on the screw shaft, M_{∂} - engine torque; $\dot{\varphi}_{\partial}$ - motor rotor angular speed; p - number of pole pairs; S, S_c - rotor slip and its critical value; T_g - electromagnetic time constant; ψ - auxiliary variable; ω_c - network circular frequency, c , b - circular stiffness coefficient and dissipation coefficient; a - factor taking into account the effect of pre-tension; R - pulley radius; E - elastic modulus; F - cross-sectional area; e_p - belt length; T - oscillation period [4].

The numerical solution of system (1) was carried out on a PC using standard programs with the following parameter values: asynchronous motor Y132S-8, $P = 2.2$ kW; $n = 710$ rpm; $u_{\partial p} = 1,27$; $u_{p\partial} = 20$; $J_{\partial} = 1,12$ kgm²; $J_{np} = 2,89$ kgm²; $J_{m\partial} = 7,14$ kgm²; $c_p = (200 \div 250)$ Nm/rad;

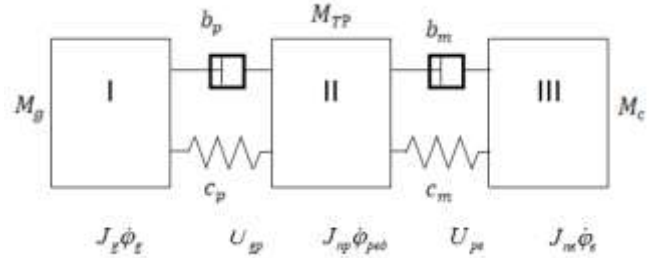


Fig.1. Design diagram of a machine unit with a conveyor screw drive mechanism for transporting and cleaning cotton linters.

$\epsilon_p = (5,0 \div 5,5) \text{ Nm/rad}$; $c_m = (400 \div 420) \text{ Nm/rad}$; $\epsilon_m = (9,5 \div 10,5) \text{ Nm/rad}$; $M_1 = (46 \div 65) \text{ Nm}$; $M_0 = (5,5 \div 10) \text{ Nm}$; $\delta M_1 = (0,05 \div 0,07) \text{ Nm}$; $M_{TB} = (35 \div 45) \text{ Nm}$;

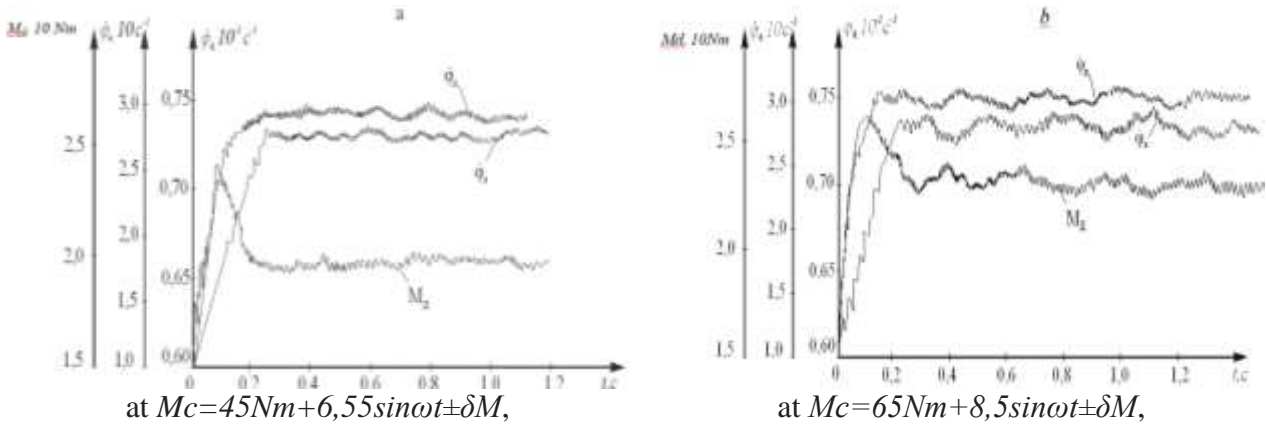
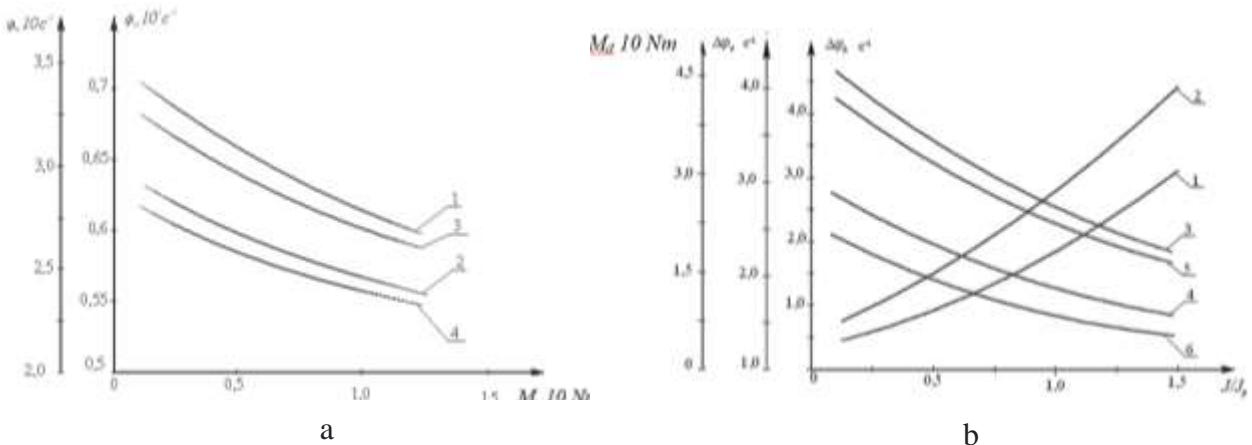


Fig.2. Regularities of changes in the angular speeds of the rotor of the engine, the propeller shaft, as well as the torque on the motor shaft

Based on the solution of the system of differential equations (1) with the following initial conditions, $t = 0$; $\dot{\phi}_g = 0$; $\dot{\phi}_{p\epsilon g} = 0$; $\dot{\phi}_b = 0$; $M_g = 0$; $M_c = 0$. the regularities of changes in the angular speeds of the rotor of an induction motor, screw conveyor, as well as the torque on the motor shaft are obtained.

The obtained patterns of change in M_g , $\dot{\phi}_g$ and $\dot{\phi}_b$ are shown in Fig. 2. The analysis shows that with an increase in the load M_1 from the transported and cleaned linters within $(45 \div 65) \text{ Nm}$, the angular speed of the engine rotor actually remains unchanged, its decrease is insignificant. In addition, the range of fluctuations in the angular speed of the rotor of the engine also varies within insignificant limits. But, the decrease in the angular speed of the screw with a zigzag profile will be noticeable. So, at $M_1 = 45 \text{ Nm}$, $\dot{\phi}_b$ decreases to $27,2 \text{ s}^{-1}$, and at a load of 65 Nm , $\dot{\phi}_b$ decreases to $25,9 \text{ s}^{-1}$. In this case, the swing of oscillations $\Delta \dot{\phi}_b$ increases from $(1,2 \div 1,4) \text{ s}^{-1}$ to $(3,0 \div 3,8) \text{ s}^{-1}$. An increase in the amplitude of oscillations $\Delta \dot{\phi}_b$ has a positive effect on the effect of transportation and cleaning of the linters due to their additional shaking.

Graphical dependences of conveyor parameters were created. Figure 3 a shows the



1,3- $\dot{\phi}_g = f(M_c)$; 2,4- $\dot{\phi}_b = f(M_c)$;
 1,2- $J/J_p = 0,85$; 3,4- $J/J_p = 1,15$;
 $M_{TB} = 35,0 \text{ Nm}$; at $\dot{\phi}_g$ $\delta \dot{\phi}_g \leq (5,0 \div 7,0)\%$; at
 $\dot{\phi}_b$ $\delta \dot{\phi}_b \leq (5,0 \div 7,0)\%$.

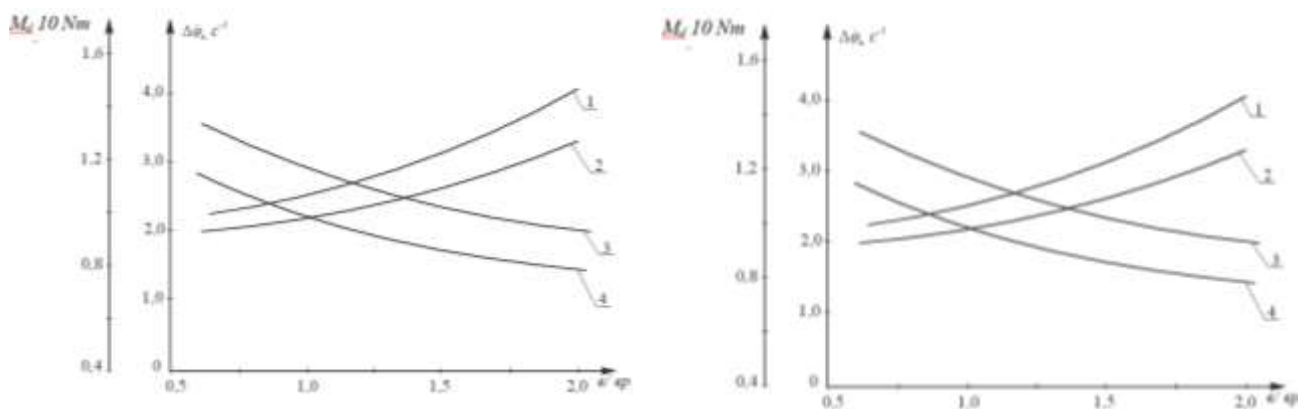
1,3- $M_\delta = f(J/J_p)$; 3,5- $\Delta \dot{\phi}_g = f(J/J_p)$;
 4,6- $\Delta \dot{\phi}_b = f(J/J_p)$;
 At 1,5,6- $M_c = 47,0 \text{ Nm}$ at 2,3,4- $M_c = 81,0 \text{ Nm}$

Fig. 3. a) graphs of the dependence of the angular speeds of the motor rotor and screw conveyor shaft on the technological load change; b) graphs of the dependence of angular velocities of the screw and motor shaft on changes in the values of the moments of inertia of the mass of the rotation torque on the motor shaft and the range of vibrations.

graphical dependence of the change of the angular speed of the motor rotor and the screw conveyor from increasing the load coming from the transported fluff. Dependencies are non-linear.

With the increase of resistance torque to 125 Nm and friction force to 35,0 Nm, the engine angular velocity decreases to $63,1 \text{ c}^{-1}$ at $J_{\delta} / J_{op} = 0,85$, and the rotor angular velocity decreases to $60,3 \text{ c}^{-1}$ when J_{δ} / J_{op} increases to 1,15 decreases. Corresponding graphs were constructed in Figure 3 b to justify the values of rotor and screw moments of inertia. It can be seen from them that increasing J_{δ} / J_{op} from 0,25 to 1,5 leads to an increase in the load on the engine.

In this case, the torque on the motor shaft increases from $M_c = 47,0 \text{ Nm}$ 20,9 Nm, and when the resistance torque of the load increases to 81,0 Nm, the torque on the motor shaft increases to 43,0 Nm. In this case, the range of angular speed fluctuations of the screw decreases to $(1,4 \div 1,6) \text{ c}^{-1}$, which is not enough for the transportation of cotton wool. Taking into account the experimental data, the recommended values for ensuring $\Delta\dot{\phi}_g = (2,0 \div 2,5) \text{ c}^{-1}$ are $J_g / J_{op} = (0,6 \div 0,8)$ [5].



1,3- $\dot{\phi}_\delta = f(c/c_p)$; 2,4- $\dot{\phi}_g = f(c/c_p)$;

1,2- $M_c=45 \text{ Nm}$ 3,4- $M_c=60 \text{ Nm}$

1,2- $M_\delta = f(v/v_p)$; 3,4- $\Delta\dot{\phi}_g = f(v/v_p)$;

1,4- $M_c=55 \text{ Nm}$; 2,3- $M_c=75 \text{ Nm}$;

Fig. 4. a) graphs of dependence of the angular velocities of the conveyor screw and the engine rotor on the change of the relative rotational speeds of the belt transmissions (chains) in the transmission of the cotton wool transport and cleaning machine; b) graphs of dependence of angular speed of the conveyor screw on the relative values of the vibration coverage and the dissipation of the clutch belt element of the load.

It is important to study the parameters of the screw conveyor chain drive and coupling. The resulting correlations are presented in Figure 4 a. An increase in the relative rotational speed of the chain and clutch from 0,60 to 1,2 leads to a decrease in $\dot{\phi}_\delta$ from 73 c^{-1} to $64,8 \text{ c}^{-1}$ at $M_c=45 \text{ Nm}$. In this, $\dot{\phi}_g$ decreases to $23,7 \text{ c}^{-1}$. It should be noted that increasing c/c_p leads to equalization of angular velocities. Therefore, the recommended values are $c/c_p = (0,75 \div 0,85)$, which provide the required unevenness in the rotation of the screw with a wavy profile.

It is known that the dissipative characteristics of the belt elements allow damping of their specific oscillations in transition modes.

Figure 4 b shows the graphical dependence of M_g and $\Delta\dot{\phi}_g$ changes on the increase in v/v_p .

Analysis of the obtained graphs showed that the load on the conveyor shaft increases from 84,1 Nm to 118,3 Nm at $M_c=55 \text{ Nm}$ and $M_{TP}=35 \text{ Nm}$ when b/b_p increases from 0,62 to 2,1. As the technological load increases, the torque on the conveyor shaft increases to $(142 \div 145) \text{ Nm}$. This system leads to an increase in power consumption. At $M_c=55 \text{ Nm}$, $\Delta\dot{\phi}_g$ decreases significantly, from $2,7 \text{ c}^{-1}$ to $1,4 \text{ c}^{-1}$. This is undesirable, because the decrease in $\Delta\dot{\phi}_g$ reduces the efficiency of cotton lint

cleaning. Therefore, the recommended values are $b/b_p = (0.6 \div 0.65)$ [6].

Conclusions. It is offered efficient conveyor with zigzag screw. On the basis of theoretical studies, the laws of motion of the rotor of the engine and the screw of the conveyor were obtained, the parameters and modes of movement of the system were substantiated. Experiments have shown that the recommended conveyor allows a significant increase in the effect of cleaning and transportation of linters.

References

- [1]. Ermatov Q., Djuraev A., Yuldashev K., To'raev Sh. Development of an effective design and justification of the parameters of the screw conveyor for the transportation and cleaning of cotton. Namangan Muhandislik-texnologiya instituti ilmiy texnika jurnali, tom 5 maxsus son, 2020 y.
- [2]. Джураев А., Юлдашев К., Хусанов Я., Махмудов Л. Винтовой конвейер. Патент. Рес. Узб. № IAP 06472, 31.05.2021, Бюл. №5.
- [3]. Джураев А., Юлдашев К. "Dynamics of the Screw Conveyor for Transportation and Cleaning of Fiber Material" International Journal of Advanced Science and Technology. Vol. 29, No. 5, (2020), pp. 8557-8566. ISSN: 2005-4238.
- [4]. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. -М.: Машиностроение, 1987. -638с.
- [5]. Джураев А. Динамика рабочих механизмов хлопка перерабатывающих машин. – Ташкент: Фан, 1987. - 188с.
- [6]. Юлдашев К.К. Момиқни ташувчи ва тозаловчи винтли конвейер конструкциясини такомиллаштириш ва параметрларини асослаш. Техника фанлари бўйича фалсафа доктори диссертацияси. Наманган-2020.42-49 б.

УДК 621.01:677.21

**БАРАБАН ЎҚИГА НИСБАТАН ҚИЯ ЖОЙЛАШГАН ҚОЗИҚЛАРНИНГ ПАХТА
БЎЛАКЧАЛАРИГА ТАЪСИРИНИ НАЗАРИЙ ТАХЛИЛИ**

Ж.Қ. Райимқулов¹, Т.М. Кулиев¹, Р.Х. Росулов²

*“Пахтасаноат илмий маркази” АЖ¹,
Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти²
(Қабул қилинди 27.09.2022 й.)*

Мақолада пахтани майда ифлосликлардан тозалагичнинг қозиқли-планкали барабанининг ўқиға нисбатан қия жойлашган қозиқларининг пахта бўлакчаларига таъсирининг назарий тахлили келтирилган. Шунингдек, ўтказилган назарий тадқиқотлар асосидан пахтани майда ифлосликлардан тозалагичда пахта бўлакчаларига қозиқли барабанининг қия жойлашган қозиқчалари ОХ ўқи бўйлаб ҳаракати дифференциал тенгламаси тузилди, қозиқчали-планкали барабанининг айланиши ўқиға нисбатан қозиқларини қия жойлашиши қозиқча сиртида пахта бўлакчаларининг ҳаракатини турли хил бурчак тезликлардаги, массаларида ва қиялик бурчакларида вақтга боғлиқлик графикларидан тозалагичнинг тозалаши самарадорлигининг ошиши кузатилган.

Калит сўзлар: *пахта, қозиқли-планкали барабан, қиялик бурчаги, чигитли пахтанинг селекцион нави, саноат нави, намлик даражаси, толанинг узунлиги, турли сирт, тозалаши самарадорлиги, нормал босим кучи, бир жинсли тенглама.*

В статье представлен теоретический анализ взаимодействия летучек хлопка-сырца с колками, расположенный под углом к оси колково-планчатого барабана очистителя хлопка-сырца от мелких сорных примесей. Также на основе теоретических исследований было составлено дифференциальное уравнение движения хлопка-сырца колкового барабана, наклоненного к летучкам хлопка, вдоль оси ОХ в очистителе хлопка-сырца от мелких сорных примесей. Из графиков зависимости наблюдалось что эффективность очистки очистителя увеличилась.

Ключевые слова: *хлопок, колково-планчатый барабан, угол наклона, селекционный и промышленный сорт хлопка, степень влажности, длина волокно, сетчатая поверхность, очистительный эффект, нормальная сила давления, однородное уравнение.*

The article presents a theoretical analysis of the interaction of raw cotton bats with pegs located at an angle to the axis of the pegs-slatted drum of a raw cotton cleaner from small weeds. Also, on the basis of theoretical studies, a differential equation was drawn up for the movement of raw cotton of the peg drum, inclined to the cotton bats, along the OX axis in the raw cotton cleaner from small weed impurities. From the dependency graphs, it was observed that the purification efficiency of the purifier increased.

Key words: cotton, peg-and-slat drum, angle of inclination, breeding and industrial grade of cotton, degree of humidity, fiber length, mesh surface, cleaning effect, normal pressure force, homogeneous equation.

Чигитли пахтани ифлосликлардан тозалаш жараёни ишчи қисмларининг ишлаш қобилиятига боғлиқ. Тозалаш машиналари чигитли пахтани майда ва йирик ифлосликлардан тозалайдиган машиналарга бўлинади. Чигитли пахтадан аралашмалами ажратиш жараёни чигитли пахтанинг селекцион нави, саноат нави хусусиятларига, унинг намлик даражасига, толасининг узунлигига, аралашманинг пахтага кўшилиш вақтига ва толаларга ҳашиш характерига боғлиқ.

Чигитли пахтани ифлосликлардан тозалаш самарадорлиги машина иш органларининг чигитли пахтага таъсир этиш усулига: тўрли сирт ёки колосник устида чигитли пахтани силкитиш, тозалаш вақтида ҳаво оқимининг аралашishi, қозикчалар ёки планкаларнинг чигитли пахтага динамик таъсири, аррали барабанларнинг чигитли пахта бўлакчаларининг қандай титкилаб, тарашига боғлиқ. Тозалаш машиналари ишчи органларини чигитли пахтага таъсири ўз навбатида бир қатор сабабларга: тозалаш машинасининг иш унумига, ишчи қисмларининг айланиш тезлигига, ишчи қисмлари орасидаги технологик ораликларга, уларнинг констракциясига, чигитли пахтанинг нечанчи маротаба тозаланишига ва ҳоказоларга боғлиқ [1].

Пахта тозалагичининг қозикларини маҳкамлашнинг қаттиқлигининг тозалаш эффектига таъсирини муаллиф ўз тадқиқотларида аниқлади [2].

Пахтани майда ифлосликлардан тозалашда тозалагичнинг қозикли барабанининг қозикларини эластик асосга бириктирилган қозикли барабаннинг қозикли таклиф қилди [3].

Пахта хомашёсини майда ифлосликларидан тозалашнинг турли усуллари муаллифлар томонидан таклиф қилган [4,5].

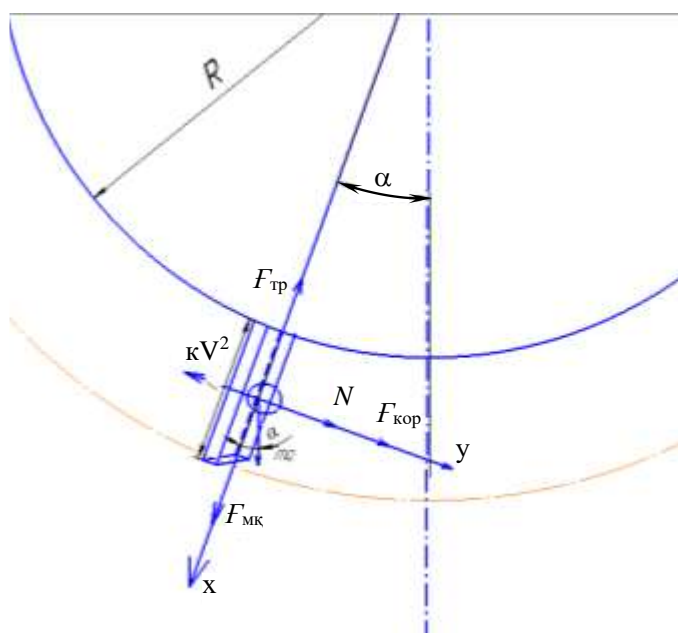
Пахта ифлосликлардан тозалагичнинг асосий параметрлари асослаб берилган ва танланган, шунингдек, технологик тирқишлар муаллифлар томонидан тавсия этилган [6].

Мазкур мақолада панжараларо зонада ҳаво оқимларини ўрганиш тасвирланган ва пахта хомашёсини ифлосликлардан тозалаш машинасини лойиҳалаш тавсия этилади. Пахта тозалаш машинасини машина агрегатининг математик модели келтирилган. Бунинг сабаби, пахта учун аррали барабани юзасининг тўлдириш коэффициентини паст бўлади [7,8].

Пахта тозалаш машиналарининг колосникли панжарасининг самарали конструктив схемаси ва ишлаш принципи келтирилган. Пахтанинг турли радиусли панжаралар билан ўзаро таъсир қилиш вақтини ҳисоблаш учун ифода олинди. Пахтанинг колосникли панжара билан ўзаро таъсир қилиш вақтининг колосник радиусининг ўзгаришига график боғлиқликлари тузилади. Тирқиш параметрлари асосланади, шунингдек, тозалаш зонасида ортиб бораётган радиуслар билан ўрнатилади [9].

Олиб борилган тадқиқотлар пахта хомашёсини ифлосликлардан тозалаш соҳасида муаллифлар [10] томонидан катта қизиқиш уйғотади.

Ҳозирги вақтда пахта-тўқимачилик кластер тасарруфидаги пахта тозалаш корхонларида қозикли барабанларининг диаметри 400 мм, уларнинг айланишлар частотаси 400 мин^{-1} бўлган қозикли-планкали барабанлардан тошқил топган 1ХК тозалагичлари қўлланилиб келмоқда.



1-расм. Пахта бўлакчаларининг қозикча сирти бўйлаб ҳаракат схемаси.

Пахта таркибидаги ифлосликларни камайтириш, яъни тозалаш самарадорлигини оширишда қозикли-планкали барабан юзасида қозикча қия жойлашган бўлиб, пахта бўлакчаларига φ бурчак остида таъсир қилади. Пахта бўлакчаларини қозиклар сирти бўйлаб ҳаракатини таҳлил қиламиз (1-расм).

бу ерда ω – қозикли барабан бурчак тезлиги; kV^2 -хавонинг қаршилиқ кучи; $F_{мқ}$ - пахта бўлакчаларининг марказдан қочма кучи; r – барабан радиуси; l – қозикча узунлиги; $F_{тр}$ - ишқаланиш кучи; N - нормал босим кучи; m – пахта бўлакчасининг массаси; f – қозикча сирти бўйлаб пахта бўлакчасининг ишқаланиш коэффициенти; φ – қозикчанинг оғиш бурчаги.

Пахта бўлакчасининг қия жойлашган қозикча юзаси бўйлаб ҳаракатининг дифференциал тенгламасини тузамиз:

$$\begin{cases} m \frac{d^2x}{dt^2} = F_{мқ} - F_{тр} + mg \cos \alpha \\ m \frac{d^2y}{dt^2} = F_{коп} + N - kV^2 + mg \sin \alpha \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} m\ddot{x} = m\omega^2(R + h) - fN + mg \cos \alpha \\ m\ddot{y} = 2m\omega x + mg \cos \varphi - kV^2 + mg \sin \alpha \end{cases} \quad (2)$$

(1) тенгламадан пахта бўлакчасининг ҳаракат ОУ ўқи бўйлаб текис ҳаракатидан $\ddot{y} = 0$ бўлади. Натижада

$$\begin{aligned} m\ddot{y} &= 2m\omega\dot{x} + N - kV^2 + mg \sin \alpha \\ N &= kV^2 - mg \sin \alpha - 2m\omega\dot{x} \end{aligned} \quad (3)$$

(3) тенглик пахта бўлакчасига қозикча юзаси бўйлаб таъсир қилувчи нормал босим кучи ҳисобланади. Бу тенгламани (1) тенгламага қўйиб, пахта бўлакчасининг ОХ ўқи бўйлаб ҳаракатини таҳлил қиламиз:

$$m\ddot{x} - 2m\omega\dot{x} - m\omega^2x = m\omega^2R - fkV^2 + fmg \sin \alpha + mg \cos \alpha \quad (4)$$

(4) тенгламани m га бўлиб, иккинчи тартибли бир жинсли бўлмаган дифференциал тенгламани ҳосил қиламиз:

$$\ddot{x} - 2f\omega\dot{x} - \omega^2x = \omega^2R - \frac{fkV^2}{m} + fg \sin \alpha + g \cos \alpha \quad (5)$$

(5) тенгламанинг бир жинсли қисмини ҳисоблаймиз:

$$\lambda^2 - 2f\omega\lambda - \omega^2 = 0$$

Тенгламанинг умумий ечимини $x = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t}$ кўринишда излаймиз ва хусусий ечимини аниқлаймиз.

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= f\omega + \sqrt{f^2 + 1} \omega & \lambda_2 &= f\omega - \sqrt{f^2 + 1} \omega \\ x &= C_1 e^{(f\omega + \sqrt{f^2 + 1} \omega)t} + C_2 e^{(f\omega - \sqrt{f^2 + 1} \omega)t} \end{aligned} \quad (6)$$

дифференциал тенгламанинг умумий ечими $x = x_1 + x_2$.

бу ерда $x_2 = a \cos \omega t + b \sin \omega t$ кўринишда излаймиз ва (7) тенгламадан вақт бўйича ҳосила оламиз.

$$\begin{aligned} \dot{x}_2 &= -a\omega \sin \omega t + b\omega \cos \omega t \\ \ddot{x}_2 &= -a\omega^2 \cos \omega t - b\omega^2 \sin \omega t \end{aligned} \quad (7)$$

(7) тенгламани (4) тенгламага қўйиб, a ва b қийматларни топамиз.

$$\begin{aligned} -a\omega^2 \cos \omega t - b\omega^2 \sin \omega t + 2f\omega^2 a \sin \omega t - 2f\omega^2 b \cos \omega t - \omega^2 a \cos \omega t - \omega^2 b \sin \omega t \\ = \omega^2 R - \frac{fkV^2}{m} + g \cos \omega t + fg \sin \omega t \end{aligned}$$

Мос коэффицентларини тенглаштириб, ўзгармас қийматларини аниқлаймиз.

$$a = \frac{g(2f^2 - 1)}{\omega^2(4f^2 - 2f + 2)}$$

$$b = \frac{g(2f^2 - 1)(2f - 1)}{\omega^2(4f^2 - 2f + 2)} - \frac{fg}{\omega^2}$$

аниқланган а ва б ўзгармас қийматларни (6) тенгламага кўямиз.

$$x_2 = \frac{g(2f^2-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)} \cos\omega t + \left(\frac{g(2f^2-1)(2f-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)} - \frac{fg}{\omega^2}\right) \sin\omega t \quad (8)$$

Пахта бўлакчаларига қозикли барабаннинг қия жойлашган қозикчалари ОХ ўқи бўйлаб ҳаракати дифференциал тенгламасининг умумий кўриниши куйидагича бўлади:

$$x = C_1 e^{(f\omega + \sqrt{f^2+1}\omega)t} + C_2 e^{(f\omega - \sqrt{f^2+1}\omega)t} + \frac{g(2f^2-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)} \cos\omega t + \left(\frac{g(2f^2-1)(2f-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)} - \frac{fg}{\omega^2}\right) \sin\omega t + R - \frac{fkV^2}{m\omega^2} \quad (9)$$

(9) тенгламадаги C_1 ва C_2 ўзгармас қийматларини аниқлаш учун бошланғич шартдан фойдаланиб аниқлаймиз:

$$C_1 + C_2 = \frac{g(2f^2-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)} + R - \frac{fkV^2}{m\omega^2}$$

$$(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})C_1 + (f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})C_2 + \left\{\frac{g(2f^2-1)(2f-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)} - \frac{fg}{\omega^2}\right\} = 0$$

$$f\omega + \omega\sqrt{f^2+1} = A; \quad f\omega - \omega\sqrt{f^2+1} = B$$

белгилаш киритамиз.

$$(A - B)C_2 = \frac{fkV^2 A}{m\omega^2} - RA - \frac{g(2f^2-1)A}{\omega^2(4f^2-2f+2)} - \left(\frac{g(2f^2-1)(2f-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)} + \frac{fg}{\omega^2}\right)$$

$$C_2 = \frac{C}{A - B}$$

бу ерда

$$C = \frac{fkV^2 A}{mV^2} - RA - \frac{g(2f^2-1)A}{\omega^2(4f^2-2f+2)} - \left(\frac{g(2f^2-1)(2f-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)} + \frac{fg}{\omega^2}\right)$$

$$(B - A)C_1 = \left(\frac{fkV^2}{mV^2} - R - \frac{g(2f^2-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)}\right)B - \frac{g(2f^2-1)(2f-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)} + \frac{fg}{\omega^2}$$

$$C_1 = \frac{D}{B - A}$$

бу ерда

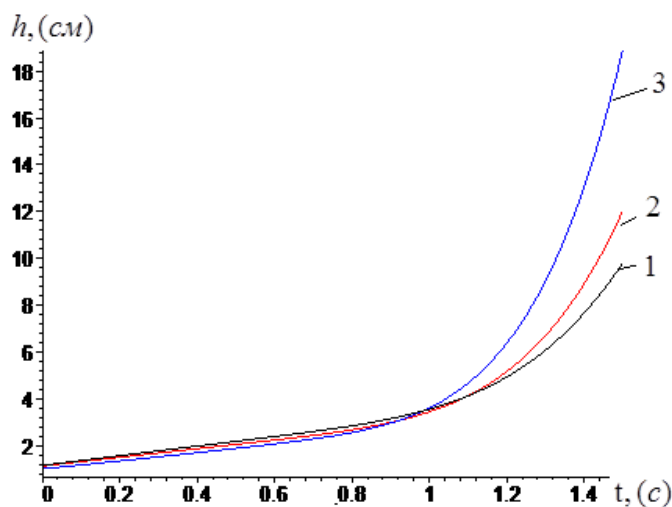
$$D = \left(\frac{fkV^2}{m\omega^2} - R - \frac{g(2f^2-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)}\right)B - \frac{g(2f^2-1)(2f-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)} + \frac{fg}{\omega^2}$$

ўзгармас C_1 ва C_2 қийматларини (9) тенгламага кўямиз:

$$h = \frac{D}{B - A} e^{(f\omega + \sqrt{f^2+1}\omega)t} + \frac{C}{A - B} e^{(f\omega - \sqrt{f^2+1}\omega)t} + \frac{g(2f^2-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)} \cos\omega t + \left(\frac{g(2f^2-1)(2f-1)}{\omega^2(4f^2-2f+2)} + \frac{fg}{\omega^2}\right) \sin\omega t + R - \frac{fkV^2}{m\omega^2} \quad (10)$$

Тадқиқот натижалари

(10) тенгламага қия жойлашган қозикчалар юзасида пахта бўлакчаларининг ҳаракатини ифодалайди. Пахта бўлакчаларидан ифлосликларни ажратишда қозикчали барабаннинг турли хил бурчак тезликларида тозалаш самарадорлигига таъсирини таҳлил қилишда Maple дастурдан фойдаланиб, графикларни курамыз (2-,3-, 4-расм).



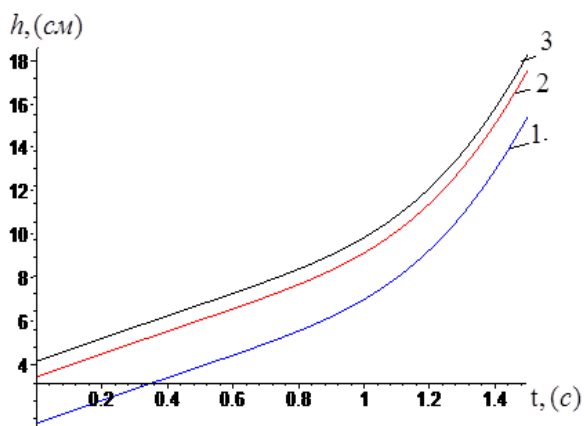
2-расм. Қозикча сиртида пахта бўлакчаларининг ҳаракатини турли хил бурчак тезликлардаги $\omega_1 = 25 \text{ рад/с}$, $\omega_2 = 35 \text{ рад/с}$, $\omega_3 = 45 \text{ рад/с}$ қийматларда вақтга боғлиқ графиги.

белгилашни ҳисобга олиб

$$\dot{y} = A_1 + B_1 \quad y = A_1 \frac{t^2}{2} + B_1 t + C_1$$

бу ерда A_1, B_1, C_1 - ўзгармас қийматларни бошланғич шартларни $f=0, y=0, \dot{y} = 0, B_1=0, C_1=0$ аниқлаймиз, у ҳолда

$$\begin{aligned} \dot{y} &= g \cos \varphi t + (mgs \sin \alpha - kv^2)t \\ y &= \frac{gt^2}{2} \cos \varphi + (mgs \sin \alpha - kv^2) \frac{t^2}{2} \end{aligned} \quad (12)$$



3-расм. Қозикча сиртида пахта бўлакчаларининг ҳаракатини турли хил массасидаги $m_1 = 0.5 \text{ зр}$, $m_2 = 1.5 \text{ зр}$, $m_3 = 2.5 \text{ зр}$ қийматларда вақтга боғлиқ графиги.

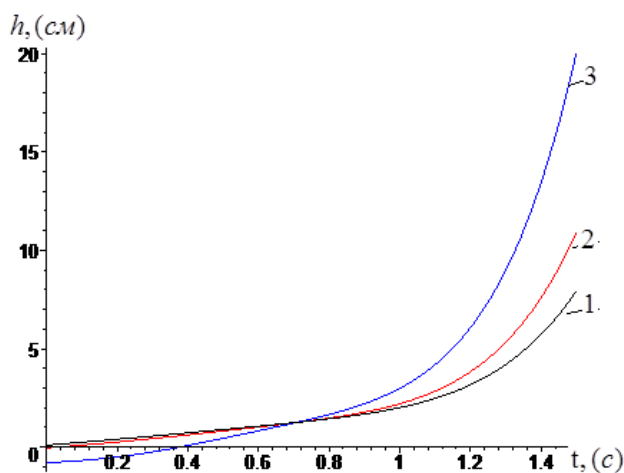
Пахта бўлакчаларининг қия жойлашган қозиклар таъсирида қуйидаги параметрларининг қийматлари келтирилган:

$$f=0,3; g = 9,8 \text{ м/с}; \omega = 5 \text{ с}^{-1}; \alpha = 120^\circ; P = 200 \text{ мм}; k = 0,002; v = 25 \text{ м/с}$$

Ҳаракат қонунидан пахта бўлакчаларини ОУ ўқи бўйлаб қозикча сирти бўйлаб ҳаракат дифференциал тенгласидан фойдаланиб, пахта бўлакчаларини ифлосликлардан ажратишдаги рационал қийматларини аниқлаймиз:

$$m\ddot{y} = mg \cos \varphi - kv^2 + mg \cos \alpha \quad (11)$$

(11) тенгламани ўнг томонини вақт бўйича икки марта интеграллаш орқали



4-расм. Қозикча сиртида пахта бўлакчаларининг ҳаракатини қозикчининг турли хил қиялик бурчаклардаги $\varphi_1 = 5^\circ, \varphi_2 = 10^\circ, \varphi_3 = 15^\circ$ қийматларда вақтга боғлиқ графиги.

Хулоса

Ўтказилган назарий тадқиқотлар асосидан пахтани майда ифлосликлардан тозалагичда пахта бўлакчаларига қозикли барабанинг қия жойлашган қозикчалари ОХ ўқи бўйлаб ҳаракати дифференциал тенгламаси тузилди, қозикчали-планкали барабанининг айланиш ўқиға нисбатан қозикларини қия жойлашиши қозикча сиртида пахта бўлакчаларининг ҳаракатини турли хил бурчак тезликлардаги, массаларида ва қиялик бурчакларида вақтга боғлиқлик графикларидан тозалагичнинг тозалаш самарадорлигининг ошиши кузатилган.

Адабиётлар

- [1]. Пахтани дастлабки қайта ишлаш. Э.З.Зикриёнинг умумий таҳрири остида. Ташкент, «Мехнат», 2002, 407 бет.
- [2]. Р.Х.Росулов. Влияние жесткости крепления колков очистителя хлопка-сырца на очистительный эффект. Журнал Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. Россия, Иваново, 2017, №1 (367), 119-122стр. 5. Р.Х.Росулов. Рыхлительный барабан очистителя волокнистого материала. №ФАП 01318, 30.08.2018г., Бюлл., №8.
- [3]. R. Rosulov, A. Djuraev, H. Diyorov, U. Berdimurodov. Theoretical study of the influence of the length of the spike on the cleaning effect of the fine litter cleaner. E3S Web of Conferences 304, 03038 (2021).
- [4]. A. Djuraev, R. Rosulov, J. Kholmiraev, H. Diyorov, U. Berdimurodov. Development of effective construction and justification of parameters of the cleaner of fibrous material. E3S Web of Conferences 304, 03031 (2021).
- [5]. Р.Х.Росулов. Обоснование и выбор параметров пыльно-колосниковой системы очистителя хлопка-сырца от крупного сора. Дисс...канд.тех.наук. Ташкент, ТИТЛП, 2008, 112 стр.
- [6]. R.X. Rosulov, A. Juraev, D.V.Norbaeva. Study of air flows in the Cross-Wine Zone RH. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. Tom 8, №8, str. 33-39.
- [7]. R.X. Rosulov, A. Juraev, D.V.Norbaeva. Influence of the grate bar radiation on the time of interaction with flying parts in the cleaner of the cotton from the large litter. Textile Journal of Uzbekistan. 2019, Tom 3. №1. Str.35-39.
- [8]. Rosulov R., Saphoyev A. To the Problems of Clearing of Hard-grades Raw Cotton. Journal of Textile Science @Engineering, 2015.
- [9]. Diyorov X.G. Rosulov R. X. Theoretical determination of the grids positioning in the grids line. Scientific and technical journal of NamIET, 2021, №6, pp. 201-205.
- [10]. Rosulov R.X., Diyorov X.G., Egamberdieva N. R., Baxadirov K.G. Effective design of cotton cleaner from fine litter. Scientific and technical journal of NamIET, 2021, №3, pp. 39-45.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ ГЛУБИНЫ В ВОДОВОДЕ ЗАМКНУТОГО СЕЧЕНИЯ

С.И. Худайкулов, Х.А. Жўраев, Б.Х. Абдуллаев, М.А. Абдуллаева

Ферганский политехнический институт
(Получена 9.08.2022 г.)

В данной статье насыщение водного потока воздухом при аэрации происходит через свободную поверхность в результате аэрации аэрируемого потока смесью воды и воздуха равномерным, плавным знакопеременным потоком, а вовлечение воздуха в течение разрушается турбулентными возмущениями. Этот процесс называется самовентиляцией и происходит при удалении капель воды со свободной поверхности под действием поперечной составляющей пульсационной скорости. В этой конструкции широкое распространение получила подача. Безразмерные коэффициенты, характеризующие содержание воздуха или воды в объеме жидкости в определенной точке или в пределах определенного слоя жидкости, используются для количественного описания аэрированного потока.

Ключевые слова: Аэрация воздуха, безразмерные коэффициенты, число Фруда, промышленности искусственная,

In this state, the saturation of the water stream with air during aeration occurs through the free surface and the result of the aeration of the aeriruemogo stream is a mixture of water and air with a uniform, floating znakoperemennym stream, and the movement of air and the flow of the stream are destroyed by turbulent turbulence. This process is called self-ventilating and occurs when removing water from the chapel with a free surface under the action of the transverse composition of the pulsating speed. Dimensionless coefficients characterizing the content of air and water in the volume of liquid in a specified point and in the predelak of a specified layer of liquid, ispolzuyutsya dlya lichestvennogo opisaniya aerirovannogo potoka.

Keywords: Air aeration, dimensionless coefficients, Froude number, artificial industry,

Ушбу мақолада сув оқимининг ҳаво билан тўйинганлиги аерацияда газланган оқими сув ва ҳаво аралашмасидан бо'либ бир текис, силлиқ ўзгарувчан оқим билан ҳавонинг оқимга кириб бориши турбулент бузилишлар билан ёқ қилиниши натижасида еркин сирт орқали содир бўлади. Бу жараён ўз-ўзини шамоллатиши деб аталади ва пулсатсия тезлигининг кўндаланг компоненти таъсирида сув томчилари еркин юзадан чиқарилганда содир бўлади. Ва ниҳоят, сунъий, мажбурий шамоллатиши саноатда ҳавони тешишган туб орқали ёки оқимнинг чуқурлигига у ёки бу дизайнда етказиб бериши орқали кенг тарқалди. Газланган оқимни миқдорий тавсифлаш учун маълум бир нуқтада ёки маълум бир суюқлик қатлами ичидаги суюқлик ҳажмидаги ҳаво ёки сув таркибини тавсифловчи ўлчовсиз коэффициентлар қўлланилади.

Таянч сўзлар: Ҳаво аерацияси, ўлчамсиз коэффициентлар, Фроуде сони, сунъий саноат.

Введение. Насыщение потока воды воздухом называется аэрацией. Аэрированный поток состоит из смеси воды и воздуха. При равномерном, плавно изменяющемся течении проникновение воздуха в поток происходит через свободную поверхность в результате ее разрушения турбулентными возмущениями. Этот процесс называется самоаэрацией. При резко изменяющемся течении поток аэрируется: за счет действия поверхностных водоворотов (во время гидравлического прыжка, водоворотов при отрыве от поверхностей конструкции); благодаря захвату воздуха свободно отброшенной или падающей струей; вследствие защемления воздуха при распаде струи; в результате потери устойчивости волн на ее поверхности. При этом первоначально по внешнему контуру струи образуются воздушные полости с последующим разрушением и потерей сплошности струи.

Постановка вопроса. Захват потоком воздуха происходит при выбросе со свободной поверхности капель воды под влиянием поперечной составляющей пульсационной скорости, что сопровождается защемлением воздуха в образующихся на поверхности воды кавернах. Это возможно тогда, когда кинетическая энергия выбрасываемой капли воды становится больше работы сил поверхностного натяжения и тяжести на некотором пути. Но это же, т.е. захват потоком воздуха, возможно при разрушении под влиянием воздушной среды волн на

свободной поверхности потока. Чаще всего наблюдаем комплексное течение всех процессов самоаэрации. И, наконец, широко распространена в промышленности искусственная, принудительная аэрация подачей воздуха через дырчатое дно или в глубину потока в той или иной конструкции. Для количественной характеристики аэрированного потока используют безразмерные коэффициенты, характеризующие воздухо- или водосодержание в объеме жидкости в данной точке или в пределах определенного слоя жидкости.

Широко распространена в промышленности искусственная, принудительная аэрация подачей воздуха через дырчатое дно или в глубину потока в той или иной конструкции. Для количественной характеристики аэрированного потока используют безразмерные коэффициенты, характеризующие воздухо- или водосодержание в объеме жидкости в данной точке или в пределах определенного слоя жидкости. Следует иметь в виду, что при наличии больших скоростей воды в быстротоке может происходить аэрация потока, т. е. насыщение.

Вопросы моделирования потока также значительно усложняются, когда приходится учитывать размыв русла и движение наносов, аэрацию потока, образование вакуума в потоке. При входе потока знать критическую глубину в водоводе замкнутого сечения требуется для того, чтобы установить, перейдет ли движение за гидравлическим прыжком в напорное.

Критическая глубина в водоводе замкнутого сечения не может быть больше высоты водовода. Действительно, условие, определяющее состояние, при котором поток обладает минимальной удельной энергией, или, что то же, имеет критическую глубину, выражается равенством

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{\omega^3}{B} \quad (1)$$

где ω и B - площадь и ширина сечения по свободной поверхности, отвечающие критической глубине.

Для открытых русел отношение $\frac{\omega^3}{B} \rightarrow \infty$ при $h \rightarrow \infty$. Для водовода замкнутого сечения с постепенным изменением по мере заполнения сечения ширины свободной поверхности кривая $\frac{\omega^3}{B} = f(h)$, определяющая критическую глубину $h = h_{кр}$, асимптотически приближается в горизонтальной прямой с ординатой, равной высоте водовода $h_{вод}$. Для водовода замкнутого прямоугольного сечения или сечения, у которого

ширина B внезапно изменяется от некоторого конечного значения до

нуля, кривая $\frac{\omega^3}{B} = f(h)$ терпит при

$h = h_{вод}$ разрыв: $\frac{\omega^3}{B} \rightarrow \infty$

принимает значение ∞ . Если в замкнутом водоводе

устанавливается глубина $h'' < h_{вод}$, то параметры гидравлического прыжка будут такими же, как и в открытом русле. Если $h_{кр} \leq h_{вод}$ и

$h'' > h_{вод}$ (рис.1,а), то развитие прыжка по высоте ограничивается

потолком водовода (рис.1,б).

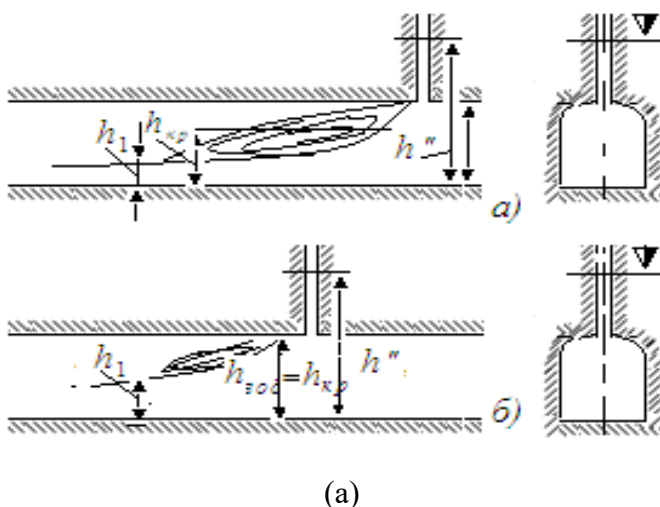


Рис.1. (а) Переход движения в напорное. а-с образованием гидравлического прыжка; б-без образования прыжка.

На рис.2. показано изменение критической глубины $h_{кр}$ для водовода высотой 2 м с увеличением $\frac{\omega^3}{B}$. Для открытого водовода $h_{кр}$ может увеличиваться беспрестанно, для замкнутого - глубина $h_{кр}$ асимптотически приближается к высоте водовода $h_{вод}$.

Аэрация в водоводе замкнутого сечения возможна при безнапорном течении, если при этом число Фруда достигает некоторого критического значения.

Вопросу определения расчетом расхода воздуха, захватываемого потоком в водоводах замкнутого сечения, посвящено большое число работ. Имеются соответствующие натурные наблюдения, проведенные на гидроузлах США, Японии, Норвегии, Италии, Индии, Россия [1,6,8]

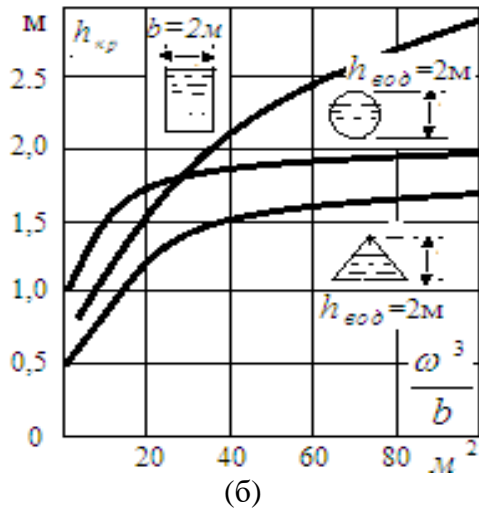


Рис.2. (б) Изменение критической глубины $h_{кр}$ в зависимости от $\frac{\omega^3}{b} = Q$ для открытого и замкнутого водоводов.

При свободной поверхности воды без гидравлического прыжка и числе Фруда, меньшем критического (по началу аэрации), воздух вовлекается в водовод только за счет трения на поверхности раздела вода-воздух и аэрации потока не происходит.

Расход воздуха, захватываемого распыленной струей при истечении из-под затвора при малых открытиях (рис.2), может быть в долях от расхода воды Q - получена по формуле [2,5,9]

$$\beta = 0,2\sqrt{Fr_1} \quad (2)$$

Где $\beta = \frac{Q_a}{Q}$. Число Фруда вычисляется по глубине в сжатом сечении за затвором.

Формула (2) получена по результатам лабораторных исследований на модели водоводов прямоугольных сечений при отношениях ширины отверстия, к ширине водовода за затвором $\frac{b}{B} = 1,0; 0,7; 0,35$ и $Fr = 400 \leftrightarrow 10000$

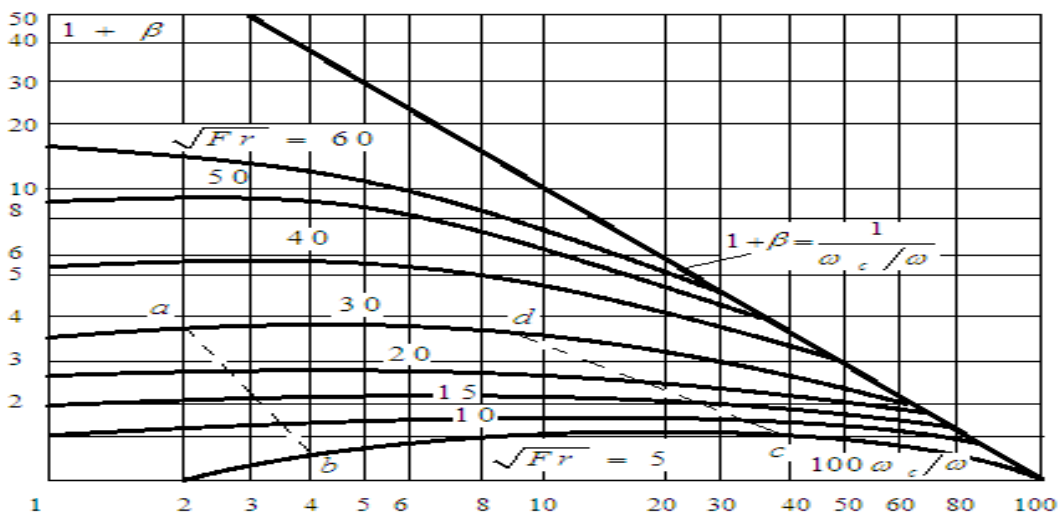


Рис.3. График для определения расхода воздуха, поступающего в водовод замкнутого сечения при бурном безнапорном течении в водоводе. -----границы применения (3).

Столь большие значения числа Фруда могут быть при открытии затвора на несколько сантиметров. При напоре 200 м и открытии затвора на 0,5 м $Fr \approx 600, \ll 10000$

При $Fr < 400$ распыление струи, не происходит при любых малых открытиях затвора.

При отсутствии гидравлического прыжка в безнапорном течении по всей длине водовода (рис.3) и при числах Фруда, больших критического по аэрации, воздух, вовлекаемый в водовод, частично захватывается потоком воды, за счет самоаэрации, частично транзитом через водовод.

Расход воздуха в этом случае можно определить по графику Г. Шарма (рис.3.) [1,3,5], построенному по результатам лабораторных данных и натурных наблюдений на 9 объектах.

График учитывает влияние $\frac{\omega_c}{\omega}$ - отношения площади потока в сжатом сечении к площади водовода. Кроме того, для рассматриваемого случая движения получена формула [2,4,10]

$$\beta = 0,09\sqrt{Fr_1} \quad (3)$$

Сопоставление формулы (2) с графиком на рис.3. показывает, что она дает результаты расчета, близкие к полученным по графику при $\sqrt{Fr} \leq 30$ и значениях $\frac{\omega_c}{\omega}$ в пределах области *abcd*.

Вывод. Для расчета расхода воздуха, $Q_a = \beta Q$, захватываемого прыжком, за которым движение напорное, имеется большое число зависимостей; наибольшее распространение получила эмпирическая формула, предложенная Калински и Робертсоном:

$$\beta = \psi(\sqrt{Fr_1} - 1)^n \quad (4).$$

где $\psi = 0,0066$, $n = 1,4$ - экспериментальные константы.

Список литературы

- [1]. Delnoij, E., Lammers, F. A., Kuipers, J. A. M. and van Swaaij, W. P. M. (1997) Dynamic simulation of dispersed gas-liquid two-phase flow using a discrete bubble model. Chem. Engng Sci. 52 (9), 1429-1458
- [2]. Fine pore aeration systems. Design manual. - U.S. Environmental Protection Agency. (EPA/625/1-89/023). - Cincinnati, OH 45268. - 1989. - P. 306.
- [3]. Hayes W.B., Hardy B.W., Holland C.D. Formation of gas bubbles at submerged orifices. AIChE J. 1959;5(3):319-324. DOI: 10.1002/aic.690050314.
- [4]. Higbe.B. The rate of absorption of pure gas into a still liquid during short period of exposure Trans. Am.inst.chen.Enq. 1935. - V.31. - p.365.
- [5]. Hirt C. W. and Nichols B. D.. Volume of Fluid (VOF) method for the dynamics of free boundaries. Journal of Computational Physics, 39:201-225, 1981.
- [6]. Худайкулов С.И., Муминов О.А. Моделирование максимальной скорости потока вызывающей кавитацию и резкой перестройки потока // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022. 2(95). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13.12.6>
- [7]. Худайкулов С.И., Утбосаров Ш.Р. Модели двухслойных течений разно- плотностных потоков. Фаргона политехника институти, илмий – техника журнали.scientific-technicaljournal (stjferpi, Фарпи итж, нтж ферпи, 2022, t.26, спец. №1) С63-66.
- [8]. Худайкулов С.И. Муминов О.А., Хайруллаев Р.С. Моделирование процессов вибрации на поворотах инженерных гидросооружений. Фаргона политехника институти, илмий – техника журнали.scientific-technicaljournal (stjferpi, Фарпи итж, нтж ферпи, 2022, t.26, спец. №1) С66-72.
- [9]. Худайкулов С.И. Муминов О.А. Моделирование движения жидкости в вибрирующем водовыпускном трубопроводе. Фаргона политехника институти, илмий – техника журнали. scientific-technicaljournal (stjferpi, Фарпи итж, нтж ферпи, 2022, t.26, спец. №1) С 72- 77.
- [10]. Худайкулов С.И. Муминов О.А., Усмонова Н.А. Моделирование динамики бурного потока при большом уклоне в русле с вертикальными стенками. Фаргона политехника институти, илмий – техника журнали. scientific-technicaljournal (stjferpi, Фарпи итж, нтж ферпи, 2022, t.26, спец. №1) С 118- 122.

**ЁҚИЛҒИ ОМБОРЛАРИНИ ИШОНЧЛИ ВА ХАВФСИЗ САҚЛАШ УЧУН
МАХСУС ОЛОВБАРДОШ ҚУРИЛИШ АШЁЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

Ў.Х. Жалолов, А.Ж. Хабибуллаев, Б.А. Мухамедғалиев

*Тошкент архитектура-қурилиш институти
(Қабул қилинди 19.09.2022 й.)*

Олиб борилган тадқиқотлар асосида ёқилғи қуйиш шохобчалари ва омборлари учун, ёнғиндан ҳимоя қилувчи тўсиқларнинг сиртини олов ва зарбали тўлқиндан, шунингдек кислотали ёмғирлар, атмосфера ҳавоси ва қуёш радиациясидан сақловчи янги мукаммаллаштирилган ҳимоя қопламаси ишлаб чиқилган. Ишлаб чиқарилган тўсиқларнинг стационар ва мобил вариантларини амалиётда қўллаш орқали хавфли объектларнинг талаб этилган даражадаги хавфсизлигини таъминлаш, келтириладиган зарарнинг миқдорини сезиларли даражада камайтиришга эришилган.

Калит сўзлар: ёнғин, портлаш, ёқилғи омбори, нефтмаҳсулоти, зарбали тўлқин, ҳимоя тўсиги.

На основании исследований разработаны новые усовершенствованные стационарные и мобильные конструкции противопожарной преграды, путем нанесения защитного асбестобазальтоцементно-полимерной композиции для автозаправочных станций и складов нефтепродуктов. Применение на практике разработанных противопожарных преград, обеспечивает защиту от огня и ударной волны, а также от кислотных дождей, солнечной радиации и атмосферного воздуха, что в значительной степени повышает уровень надежности защиты опасных объектов, снижается размер ущерба.

Ключевые слова: горение, взрыв, горючехранилище, нефтепродукт, ударная волна, защитная преграда.

Based on the research, a new improved protective coating has been developed for gas stations and warehouses, which protects the surface of fire barriers from fire and shock waves, as well as acid rain, atmospheric air and solar radiation. By using stationary and mobile versions of manufactured barriers in practice, it has been achieved to ensure the required level of safety of dangerous objects, to significantly reduce the amount of damage caused.

Key words: fire, explosion, fuel storage, oil product, shock wave, protective barrier.

Сўнги йилларда нефт омборларини авриясиз, ишончли ва хавфсиз сақлаш энг долзарб муаммолардан бири ҳисобланади [1]. Бутун дунёда қазиб олинadиган нефт ва нефт маҳсулотларини сақлаш, қайта ишлаш асосан резервуар паркларда амалга оширилади. Шундай экан хавфли ишлаб чиқриш объектлари орасида минглаб нефт ва нефт маҳсулотларини сақлаш омборлари давлат реестрида ўрин эгаллаган.

Шунунгдек Ўзбекистон Республикасининг 2006 йил 21 июлдаги қабул қилинган №39 “Хавфли ишлаб чиқариш объектларининг саноат хавфсизлиги” тўғрисидаги қонунига биноан нефт омборлари ва резервуар парклари хавфли саноат объектларига киртилганди. Нефт омборлари ва резервуар паркларининг саноат хавфсизлиги муаммоси, бу дунёдаги янги иқтисодий шароитларнинг пайдо бўлиши ва бир қанча бошқа ҳолатларнинг вужудга келиши билан тавсифланади. Ҳозирги кунда кўпгина мамлакатларда, шу жумладан бизнинг республикамиздаги 90 % дан ортиқ резервуар парклари ўрнатилган меъёрий муддатни (40 йилдан ортиқ) ўтаб бўлган. Ёқилғи қуйиш шохобчалари, нефт омборларидаги ёнғин ва портлаш ҳолатларини таҳлили шуни кўрсатдики, юқорида номи келтирилган объектларнинг ёнғин ва портлаш хавфсизлигини таъминлаш бугунги кундаги саноат ва ёнғин хавфсизлиги хизмати олдида турган энг долзарб муаммолардан бири эканлигини кўрсатди. [2].

Углеводородли газлар (метан, этан, пропан, бутан, ацетилен, этилен) пластмасса, синтетик каучук, кимёвий толалар ва шу кабиларни ишлаб чиқаришда қўлланилади.

Водород, хлорли водород, углерод оксиди ва бошқалар органик синтез маҳсулотларини олишда кенг фойдаланиш билан бирга аммиак совутгич техникасида, ўғит ишлаб чиқаришда ва шу кабиларда қўлланилади [3]. Бу газлардан саноатда фойдаланишдан ташқари, маиший хизматда ҳам пропан ва бутан ишлатилади. Юқорида айтиб ўтилган барча газлар ёнувчан газлар (ЁГ) ҳисобланади. Уларнинг ёнғин хавфлилиги бўйича маълумотлар адабиётларда [4] келтирилган. Айтиб ўтилган индивидуал газлардан ташқари кўп компонентли ёнувчан газлар яъни, нефт, кокс, генератор, табиий газлар, қайсики уларнинг алангаланиш чегара концентрацияси 1,2-9 %, 5,6-31%, 20,7-73,7 %, 5-15% га тенг [5].

Ҳар қандай газ учун аниқ ҳарорат мавжуд, шу ҳароратдан юқори бўлганда ҳар қандай босимини қўллашга карамасдан газ суюқлик ҳолига келмайди. Бу ҳарорат критик ҳарорат деб аталади, бу ҳароратда газларни сақлаш сиғимлари жойлашган бино ва иншоотлар ўта ишончли даражада лойиҳаланиши, қурилиши ва албатта эксплуатация қилиниши керак.

Махсус тоифаланган объектлар орасида, ёқилғи омборлари, шунингдек нефт ва нефт маҳсулотларини сақлаш иншоотлари асосий ўрин тутди. Улар алоҳида ўрнатилган резервуарлар (резервуарлар парки)да сақланадиган омборлар, бино ва иншоотлардир [6]. Нефт ва нефт маҳсулотларининг сақлаш иншоотлари ер устида ва ер остида жойлашиши мумкин. Ер остида сақланганда омбордаги суюқликларнинг энг юқори сатҳи, яқин атрофдаги майдоннинг энг паст юза сатҳида 0,2 м дан кам бўлмаган ҳолда паст бўлиши шарт. Шу сабабли, нефт-газ омборларини хавфсизлигини таъминлашда, юқорида тавсифланган салбий ҳолатларнинг вужудга келиши ва уларнинг олдини олишга катта эътибор беришимиз керак.

Келтирилган фактларга асосланган ҳолда, биз тадқиқотларимизда қурилиш материаллари ва конструкцияларининг иссиққа чидамлилиги ва оловбардошлигини ошириш муаммосидан ташқари, портлаш жараёнида вужудга келадиган кучли зарбали тўлқин, гидродинамик оқим тўлқини, аланга ва кучли босимни ҳам ҳисобга олиш кераклигига эътибор бердик.

Биз юқорида таъкидлаганимиздек, ёқилғи омборларини лойиҳалашда, қуришда ва эксплуатация қилишда ишлатиладиган қурилиш ашёларига жуда юқори талаблар қўйилади. Сабаби, турли фавқулудда вазиятлар содир бўлганда, танлаб олинган қурилиш ашёлари ва улардан барпо этилган иншоот ва қурилмалар ўта ишончли даражада бўлгандагида, турли фожеа ва йўқотишларни олди олинади.

Дахлаб асбест толалари билан кучайтирилган цемент асосида олинган композицион материалларни хоссаларини такомиллаштириш масаласини ўргандик. Маълумки, цемент тоши сиқилишга яхши ишлайди, лекин чўзилишга ёмон ишлайди, бу эса зарбали тўлқин таъсирида шиддат билан парчаланиб кетишига олиб келади. 3% асбест 5% базальт толаси қўшилса цемент тошини физик-механик хоссалари ошиб боради, чунки асбест толаси чўзилишга яхши ишлайди. Асбестбазальтцемент чўзилишга мустаҳкамлиги юқори, ўтга чидамлилиги, юқори бўлиб, узоқ хизмат қилиши мумкин. Бироқ, унинг сув ўтказувчанлиги юқоридир. Бу муаммони бартараф этиш учун, биз асбестбазальтцемент қоришмаси таркибига янги “ХАЖ”-русумидаги полимерни бир неча нисбатда (0,05 дан то 5,0 масса миқдоригача миқдорда) қўшиб, унинг амалий хоссаларини ўргандик.

Асосан хризотил асбестдан фойдаландик, негаки бу хом ашёнинг заҳиралари бизнинг республикамизда кўпдир. Унинг 3-6 навлари узунлиги 10 мм дан кўп, диаметри 4000 мм. булар 50-54% бўлади, қолгани 50-76% эса чангсимон ва бошқа қўшимчалардан иборат. Асбест толасининг сирти юзаси (15-30 г/м³) жуда катта бўлгани учун кўп сув талаб қилади. Тайёрланган асбестоцемент бўтқасида асбест бир меъёрда тарқалиши таъминланди. “ХАЖ”-русумидаги полимерни қоришма таркибига киритишимиз билан, сувга бўлган талаб кескин камайиши, олиб борилган тадқиқотларимиз давомида маълум бўлди.

Цемент қотиш жараёнида ундан ажралиб чиқаётган яхши қотувчи компонентни асбест ютиб-шилиб олиш жараёни, таркибда “ХАЖ”-полимерининг миқдорини ортиб бориши билан тезлашиши аниқланди. Шуни ҳисобига цементни қотиши тезлашади ва асбест билан яхши ёпишиб жипслашади. Бунинг натижасида ишлаб чиқарилаётган буюм, ўзининг технологик кўрсаткичларига регламентда белгаланган вақтдан аввал эришади.

“ХАЖ”-русумидаги полимер билан модификацияланган асбестбазальт-цемент қоришмаси билан қуйидаги оловбардош ва иссиқлик таъсирига чидамли бўлган буюмлар олиш мумкинлиги аниқланди:

- томбоп шифер, деворбоп шифер;
- қувурлар, муфтлар;
- вентиляция қоробкалари, санитар-техник буюмлари;
- оловдан муҳофаза қиладиган тўсиқлар, буюмлар, зонтлар.

Хоссалари такомиллаштирилган асбестбазальт-цемент маҳсулотининг чўзилишга мустаҳкамлиги 1400 МПа, яъни арматурани кўрсаткичига тенглашар экан. Асбестбазальтцемент таркибида 0,5% “ХАЖ”-полимери бўлганда цемент тошига қараганда $R_{чўз} = 3-5$ марта, $R_{эги л} = 2-3$ марта юқори бўлиши аниқланди.

Совуққа чидамлилиқ:

- $p = 1,57$ г/см³ да 25 цикл;
- $p = 1,65$ г/см³ да 50 цикл;
- $p = 1,8$ г/см³ да 100 цикл.

Иссиқ ўтказувчанлиги $p = 1,9$ г/см³ да 0,35 Вт/(м⁰С) 850⁰С ҳароратгача ишлатиш мумкин. “ХАЖ”-русумидаги полимернинг миқдорини 2,5-3,0 масса миқдорига ортиши, маҳсулотнинг иссиққа чидамлигини 1680⁰С гача ошириш мумкинлиги исботланди.

Бетонга олов таъсирини ўрганиш бино ва иншоотларга юқори ҳарорат таъсир этганда ҳосил бўладиган ўзгаришларни аввалдан ҳисобга олиш учун муҳимдир. Бетон умуман ёнмайдиган материал ҳисоблансада, юқори ҳарорат таъсирида парчаланadi [7].

Биноларга ўт тушганда оловнинг қисқа муддатли таъсирида бетон хоссалари ўзгармаслиги мумкин. Аммо 160-200⁰С ҳарорат узоқ муддат таъсир этса бетоннинг мустаҳкамлиги 25-30% пасаяди. Ҳарорат 500⁰С ошиб кетса, цемент-тоши гидроминераллари ва кальций гидроксидига парчаланadi, натижада бетоннинг мустаҳкамлиги кескин камаяди ва конструкция парчаланadi бошлайди. Бетон узоқ муддат 200⁰С ортиқ ҳароратда ишлатилиши мўлжалланган бўлса, бетонни иссиқлик изоляцияси материаллари билан ҳимоялаш ёки конструкцияларни оловбардош бетондан тайёрлаш зарур. Ўт тушиш эҳтимоли кўп бўлган қурилиш объектларида бетон ишлатилганда юзасини ҳарорат таъсирида тезликда кўчиб ғовак иссиқлик изоляцияси материали ҳосил қилувчи махсус полимер композициялардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир [8].

Бетон юқори ҳарорат таъсирида сувсизланади, мустаҳкамлиги пасаяди, $Ca(OH)_2$ ва кристаллогидратларга парчаланadi, ёриқлар ҳосил бўлади. Бу ҳолат бетоннинг бузилишига сабаб бўлади. Юқори ҳароратда эркин ҳолда ҳосил бўлган CaO бириктириш учун бетон таркибига нозик кукунланган кремнезем SiO_2 киритилади, натижада 700-900⁰С ҳароратда $nCaO \cdot SiO_2$ сингари қаттиқ минераллар ҳосил бўлади.

Бетон маҳсулотларининг юқорида санаб ўтилган камчиликларини бартараф этиш мақсадида, биз кейинги тадқиқотларимизда, ёқилғи сақлаш омларлари, АЁҚШ ва хавфли тоифаланган объектларда ишлатиладиган тўсиқларнинг сиртқи деворини, янги ишлаб чиқилган “ХАЖ”-русумидаги асбестбазальтцемент қоришмаси билан 1-3 см қалинликда (шпаклевка кўринишида) ишлов бериб, унинг технологик ва амалий хоссаларини ўрганишни мақсад қилиб олдик. Бу муаммонинг долзарблиги шундан иборатки, Қорақалпоғистон Республикасида иқлим ўта мўтадил бўлиб, ёзнинг иссиқ кунларида об-ҳаво 40-60⁰С гача кўтарилади, кузги ва баҳорги ёғингарчилик даврида ҳавонинг таркибида туз, минераллар кўп бўлганлиги сабабли кислотали ёмғирлар кўп ёғади, қиш мавсумида қор ва ёмғирларнинг меъёри жуда паст, бундан ҳолатда, атмосфера ҳавосида агрессив, тажовузкор унсурлар миқдори меъеридан ортиқ бўлиб, ҳар қандай мустаҳкам иншоот, қурилма, ҳаттоки темир-бетон қурилиш конструкциясини ҳам эрозиясини, коррозиясини тезлаштириб, уларни яроқсиз ахволга келтиради.

Вужудга келган бундай салбий ҳолат, мантиқан барча ижтмоий, маданий, тарихий объектлар қатори, ёқилғи омборлари девор, тўсиқ ва қурилмаларига салбий таъсир кўрсатиб келмоқда.

Шу сабабли, биз кейинги тадқиқотларимизда, Тахиятош ёқилғи омбори ташқи тўсиқ-деворларини “ХАЖ”-русумидаги полимер билан такомиллаштирилган асбестбазальтцемент қоришмасини пардозбоп сурткич (шпаклевка) билан ишлов бериб, деворнинг ташқи деворида, махсус химоя қатламини ҳосил қилиб, унинг амалий хоссаларини ўргандик (1- расм).

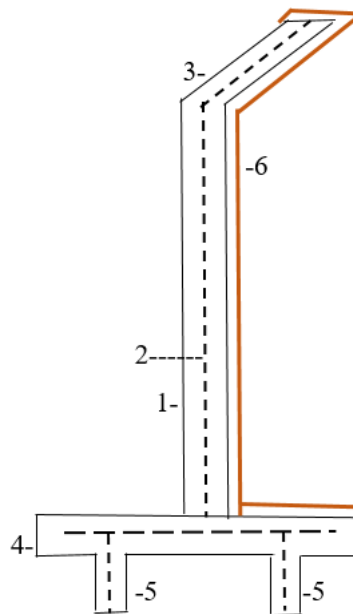
Дастлабки алангали тажриба-синовларда, “ХАЖ”-русумидаги полимер қўшилган асбестбазальтцемент билан қопланган бетон тўсиқ, Тахиятош ёқилғи омборхонасида мавжуд бўлган бетон тўсиқларга нисбатан юқори ҳароратга бардошлиги ва олов таъсирида жуда секин, ҳамда бир текис кенгайиш хусусиятига эга эканлигини намоён этди, ёқилғи омборхонаси тўсиғи намунасининг ташқи кўринишида эса нотекис кенгайиши ва тартибсиз равишда ёриқлар ҳосил бўлиши кузатилди.

Олиб борилган аланга таъсирини ўрганиш йўналишидаги синовлар шуни кўрсатдики, “ХАЖ”-русумидаги полимер қўшилган асбестбазальтцемент билан қопланган бетон тўсиқ таркибида, юқори ҳарорат ва аланга таъсирида ҳосил бўлаётган ёриқлар, ажралиб чиқаётган кристаллогидратларни ўзида ютиб, полимер (золь-гель) қатлами эса, шу гидроксил гуруҳ намлигини ютиб, шишади ва ёриқларни тўлдиради. Бунинг натижасида, ёриқларнинг хаотик ҳосил бўлиши камаяди ва бетон намунасининг иссиққа ва оловга бардошлиги ортади.

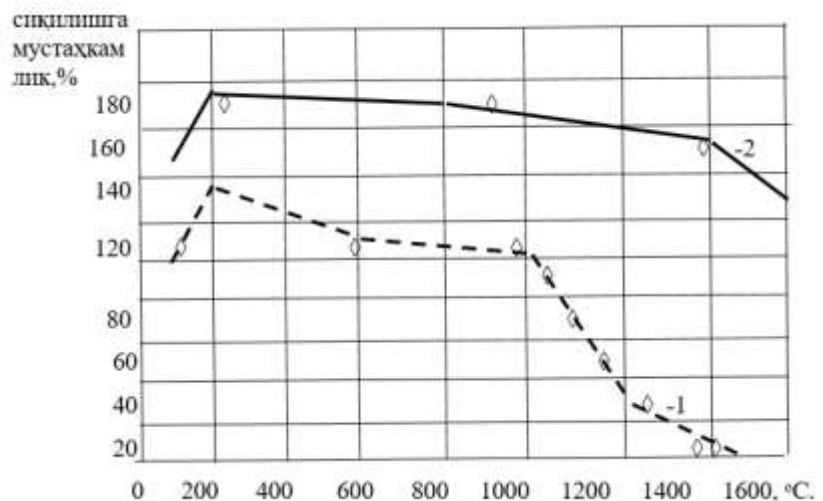
Экспериментларнинг кейинги босқичида, оловбардошлик кўрсаткичинини аниқлашга тайёрланган намуналарнинг бир вақтнинг ўзида юқори ҳарорат ва сиқилиш кучланиши таъсир эттирганда деформацияга бардошлигини аниқлаш бўйича тажрибаларни олиб бордик (2- расм).

Олиб борилган тажриба синовлари шуни кўрсатдики, “ХАЖ”-русумидаги полимер қўшилган асбестбазальтцемент билан қопланган бетон намуналари, юқори ҳарорат ва сиқилиш кучланиши таъсир эттирганда, деформацияга қаршилиги юқори бўлар экан. Бунинг асосий сабаби шундан иборатки, саноатда кенг қўлланиладиган қўшимчалар киритилган бетон намуналари, юқори ҳарорат ва сиқилиш кучланиши таъсир этганида тартибсиз равишда ва шиддат

билан кенгайди ва когломератнинг кристалл панжарасини бузилиши натижасида деструкцияга учрайди. Бизнинг ишланма асосида тайёрланган бетон намуналари эса, юқори



1-расм. Алангани ва зарбали тўлқинни қайтарувчи темир-бетон тўсиқнинг “ХАЖ”-русумидаги полимер билан такомиллаштирилган асбестоцемент қоришмаси билан ишлов берилган кўриниши: 1-темир-бетон тўсиқ девори, 2- пўлат арматура, 3-тўлқинни қайтарувчи қош (зонт), 4-деворни барқарорлигини таъминловчи қисми (фундамент), 5-деворни ерга илашишини кучайтирувчи тиш-тирговичлар, 6-“ХАЖ”-русумидаги полимер билан такомиллаштирилган асбестбазальтцемент қоришмаси қатлами.



2-расм.Тажриба-синов намуналарининг юқори ҳарорат таъсирида сиқилишга мустаҳкамлиги кўрсаткичининг ўзгариш динамикаси: 1-саноат бетон намунаси, 2-“ХАЖ”-русумидаги полимер қўшилган асбестбазальтцемент билан қопланган бетон намунаси.

харорат ва кучланш таъсирида, юқори даражада кристалл панжаранинг мустаҳкамлиги, унинг ташқи қаватини полимер қатлами қоплаб олганлиги натижасида, мустаҳкам тизимни ҳосил қилади ва ҳароратнинг 1500 - 1800°C га етканида ҳам юқори барқарорликни намоён этади. Иссиқлик ўтказувчанлик (λ) материалнинг ғоваклиги ва тузилишига боғлиқлигини юқорида олиб борилган эксперимент натижалари кўрсатди.

Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, саноат стандарти бўйича тайёрланган намуналарда иссиқлик ўтказувчанлик (λ) ортиши кузатилди, биз томондан ишлаб чиқарилган қўшимчали бетон намуналарида бу кўрсаткич камайди.

Иссиқлик ўтказувчанликни аниқлаш бўйича олиб борилган эксперимент натижалари 1- жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Тажриба синов намуналарининг иссиқлик ўтказувчанлик ва ютувчанлик
коэффициентлари

№	Намуналар	Ўртача зичлик, кг/м ³	λ , Вт/м ⁰ С	C, кЖ/кг ⁰ С
1	Саноат намунасидаги бетон	2750	2,95	2,6
2	“ХАЖ”-русумидаги полимер қўшилган асбестбазальтцемент билан қопланган бетон	2550	2,65	2,35

Намуналарнинг термик чидамлилиги аниқлаш бўйича олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, “ХАЖ”-русумидаги полимер қўшилган асбестбазальтцемент қопламаси билан қопланиб ишлов берилган бетон ҳароратни цикли кўп марта ўзгаришида, кислотали ёмғирлар, атмосферанинг иссиқ ҳавоси ва қуёш радиацияси узоқ вақт давомида (5 йил давомида) таъсир этканда ҳам парчаланмасдан бардошлик хусусияти юқорилигини кўрсатди. Маълумки, термик чидамlilik материалнинг таркибига, ҳароратдан кенгайиш коэффициенти га ҳам боғлиқ бўлади. Иссиқ ҳарорат ва аланга таъсирини ўрганиш бўйича олиб борилган экспериментлар натижасида олинган натижалар, “ХАЖ”-русумидаги полимер қўшилган асбестбазальтцемент билан қопланган бетон намуналарини махсус тоифаланган объектларда қўллаш мумкинлигини кўрсатди.

Адабиётлар

- [1]. Юлдашев О.Р., Эркинов Ф.Ф., Низамова Д. О. Обеспечение пожарной безопасности в нефтехимической промышленности //Нефть и газ Узбекистана 2015. №3. –С.63-66.
- [2]. Юсупов Д., Икрамов А. Пути решения проблем производства неэтилированных бензинов //Нефть и газ Узбекистана 2008. №1. –С.27-29.
- [3]. Яковлев В.С. «Хранение нефтепродуктов. Проблемы пожарной безопасности»/- М., «Химия», 1997 г.- 230 с.
- [4]. Якуш, С.Е. Анализ пожарных рисков. Часть II: Проблемы применения /С.Е. Якуш, Р.К.Эсманский // Проблемы анализа риска, 2009. – т. 6. – №3. – С. 26-46.
- [5]. Clarke, F. B. FRAME works. Fire Risk Assessment Method: Final Report. Nat. Fire Protection Research Foundation /F.B. Clarke, R.W. Bukowski, S.W. Stiefel, J.R. Hall, S.A. Steele – 1990. P.34-36.
- [6]. Gayle B. Books for Teaching Fire Safety / Scholastic Inc. Allrights Reserved//Great Britain. 2016. -pp.131-134, 148-152.
- [7]. Seaton, W.H. Group contribution method for predicting the lower and upper flammable limits of vapors in air // Journal of Hazardous Materials. – 1991. – Vol. 27, № 2. – P. 169-185. DOI: 10.1016/0304-3894(91)80028 – М.
- [8]. Timothy E. The Big Burn: Teddy Roosevelt and the Fire That Saved America/Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company/USA-2011. -P. 42-45.

БЕТОН – ПОЛИСТРУКТУРНЫЙ-КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

А.У. Мамажонов, Э.М. Юнусалиев

*Ферганский политехнический институт
(Получена 25.11.2022 г.)*

Бетоны на неорганическом и органическом связующем представляют собой композиционные материалы с многоуровневой организацией структуры. Исходя из этого, структурообразование цементного камня происходит по-разному в его объеме и на границе с заполнителем. Теоретические представления о разрушении структуры бетона под действием внешних нагрузок базируются на закономерностях, учитывающих свойства всех компонентов структуры бетона, какими являются заполнители, гелиевые и кристаллические образования с наличием пор, капилляров и других микродефектов, а также жидких фаз в различных состояниях. Опытами установлено, что применение наполнителей в сочетании химической добавкой АЦФ-3М цементную систему упрочняет камен (матрицу) и адгезию заполнителей матрицей. Это и улучшает организацию микро- и макроструктуру бетона, который увеличивает трещиностойкость бетона.

Ключевые слова: *Механика твердого тела, бетон, микро- и макроструктуры, наполнитель, пористость, трещина, деформация, кристаллизация, матрица + заполнитель*

Noorganik va organik bog'lovchilar asosida olingan beton - kompozit materiallar hisoblanib, turli tuzililmaviy o'lchamlarga ega. Shunga ko'ra, sement toshining strukturasi shakllanishi uning hajmida va to'ldiruvchi chegarasida turlicha bo'ladi. Tashqi kuchlar ta'sirida beton tuzilishining nazariy tomondan buzilish qonuniyati, beton tuzilishini hosil qiluvchi barcha komponentlarning hususiyatlarini qaysiki to'ldiruvchi, gel va kristallarni g'ovaklari bilan suyuq hamda qattiq holatda hosil bo'lishida turlicha bo'lishini ko'rsatadi. Tajribalar asosida aniqlandiki, to'ldirgichlarni АЦФ-3М ximik qo'shimcha bilan birgalikda sement tuzilmasida qo'llanilishi, sement toshi (matritsa) ning mustaxkamligini oshiradi va to'ldiruvchilarni matritsa bilan yopishqoqligini yahshilaydi. Bu esa betonning mikro- va makro tuzilishini tashkillanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatib, betonda yoriqlar hosil bo'lishini oldini oladi.

Kalit so'zlar: *Qattiq jismlar mexanikasi, beton, mikro- va makro tuzilishlar, to'ldirgich, g'ovaklik, yoriq, deformatsiya, kristallanish, matritsa + to'ldiruvchi.*

Concrete is a composite material obtained based on inorganic and organic binders and has different structural dimensions. Accordingly, the structure formation of cement stone varies in its size and the boundary of the aggregate. The law of theoretical deformation of the concrete structure under the influence of external forces shows that the properties of all the components that make up the concrete structure differ in the formation of gels and crystals with pores in liquid and solid-state. Experiments have shown that the use of fillers in combination with the chemical additive ASF-3M in the cement structure increases the strength of the cement stone (matrix) and improves the adhesion of fillers to the matrix. This has a positive effect on the micro-and macro-structure of the concrete and prevents the formation of cracks in the concrete.

Keywords: *Mechanics of solids, concrete, micro-and macro-structures, filler, porosity, cracking, deformation, crystallization, matrix + filler.*

Широкое использование бетона и железобетона в качестве основного строительного материала диктует необходимость его теоретического изучения как сложного комплексного материала, свойства которого находятся в прямой связи с его структурой. Многие важные вопросы проектирования и расчета бетонных и железобетонных конструкций из-за трудностей создания законченной теории их деформирования и разрушения решаются приближенно, с использованием эмпирических и полуэмпирических зависимостей. Эти трудности во многом объясняются тем, что бетон является многокомпонентным материалом, причем его основной компонент - цементный камень - обладает сложной структурой. Вследствие этого механика разрушения бетона существенно отличается от сравнительно хорошо изученной механики разрушения стекол, металлов и других однородных или квазиоднородных материалов.

В наиболее разработанной к настоящему времени общей теории прочности и деформативности бетона принято исходить из его средней структуры и уравнений механики сплошных сред. Однако истинные связи между реальной структурой бетона и его

свойствами изучены больше в феноменологическом плане, чем в аналитическом. Экспериментально изучаемые явления и зависимости имеют характер частных специфических закономерностей, обусловленных чаще всего определенными условиями опыта, исходными материалами и т. п. Поэтому, имея положительное практическое значение при решении многих задач, связанных с улучшением свойств бетонов и железобетонных конструкций, они все же не могут быть положены в основу оптимизации и прогнозирования свойств и поведения бетонов в реальных конструкциях, особенно в случае трудновоспроизводимых условий или использования новых видов бетонов.

Чрезвычайная сложность структуры свежего и затвердевшего цементного теста, раствора и бетона позволяет осуществить бесчисленный ряд сочетаний, составляющих цемента, воды, типов и характера распределения заполнителей, соотношений по объемам цементной пасты и заполнителей. Более того, исследования усложняются не только из-за субмикроскопического и коллоидального размера частиц твердеющего цементного теста, обладающего к тому же свойствами изменчивости, но и термодинамического равновесия между его отдельными составляющими, а также между бетоном в целом и окружающей средой. Однако имеются определенные характеристики, общие для структур всех конгломератов типа растворов и бетонов, на основе которых можно строить реальные модели, служащие базой для создания физических и механических теорий их поведения.

Физико-химические и механические предпосылки к построению теории прочности бетона основаны на представлении его в виде анизотропной, многокомпонентной, капиллярно-пористой неоднородной системы, имеющей в своем составе все три фазы: твердую, жидкую и газообразную. При этом опыт исследований структуры, прочностных и деформативных свойств бетона показывает, что состояние бетона без нагрузки и под нагрузкой существенно отличается от подобного состояния других материалов. С этих позиций общая связь между структурными особенностями и техническими свойствами бетона представляет нерешенную задачу и разрабатывается в двух аспектах.

Во-первых, вследствие значительного влияния качества и количества составляющих бетона на его плотность, однородность, прочность, деформативность, водонепроницаемость, коррозионную стойкость, теплопроводность и т. д. представляется возможным путем выбора состава бетона и методов его обработки регулировать эти свойства.

Во-вторых, анализом напряженно-деформируемого состояния бетона выявляется степень возможности использования (с известным приближением) существующих теорий прочности материалов для объяснения механизма разрушения структуры бетона и проектирования конструкции с наибольшей несущей способностью.

В результате взаимодействия портландцемента и цементов, получаемых на основе его клинкера, с водой образуются аморфные новообразования гидрата окиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, гидросиликата кальция $2\text{CaOSiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$, гидроалюмината кальция $4\text{CaOAl}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$ и гидроферрита кальция $4\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$. Они выделяются в виде коллоидных гелеобразных масс, постепенно принимающих кристаллическую структуру.

Явления кристаллизации цементного камня, сопровождаемые конструктивными объемными сокращениями, изменяют, напряженное состояние бетона во времени и существенно влияют на его прочность и деформативность. Структурное взаимодействие частиц, характер разрушения и процесс деформирования цементного камня под нагрузкой зависят от степени жесткости и прочности структурных связей, обладающих свойствами, присущими вязким упругопластичным телам. Эти связи проявляются в процессе гидратации (вследствие отсоса воды из геля) наружных слоев цементных зерен, играющих роль микрозаполнителя в цементном камне. При этом происходит образование реакционных каемок, связывающих отдельные цементные зерна в монолитную структуру. При длительном твердении, по мере увеличения жесткости цементной оболочки зерен и структурных связей, упругость системы возрастает, а пластические свойства снижаются.

Таким образом, в зависимости от структурных особенностей бетон претерпевает целую гамму промежуточных состояний, свойства которых изменяются от вязкопластичных

до упругохрупких.

Поскольку цементный камень (матрица) и заполнитель имеют совершенно различные характеристики, контактная зона должна играть определенную роль во всей бетонной структуре и во многом определять поведение бетона под нагрузкой. В связи с этим важно знать процесс ее формирования и свойства, которые резко отличаются от свойств компонентов, составляющих бетонную систему.

При изучении природы сцепления следует различать механический, геометрический и химический аспекты взаимодействия цементного камня с заполнителем. Механическое сцепление происходит при зацеплении мелкими кристаллами неровностей на поверхности заполнителя цементного камня. Геометрическое сцепление создается изоморфной кристаллизацией веществ с близкими параметрами кристаллической решетки, при которой кристаллы гидратированного цемента являются продолжением кристаллов вещества заполнителей. Сцепление такого типа встречается редко и характерно для известковых заполнителей. Сцепление третьего типа начинается первоначально со смачивания жидкой фазой геля поверхности заполнителей, что обусловлено адгезионными силами сцепления Ван-дер-Ваальса, и дополняется более значительными силами химической связи, появившимися в результате поверхностных химических реакций между продуктами гидратации цемента и веществом заполнителя. При этом слой контактной зоны из новообразований толщиной до 0,5 мм отличается повышенной плотностью и прочностью.

Зона контакта цементного камня с заполнителем подвержена также действию напряжений, возникающих вокруг зерен крупного заполнителя при усадке цементного камня. Объемные изменения цементного камня в этом случае встречают сопротивление со стороны заполнителей из твердых пород и зачастую вызывают появление трещин контактной зоны, что отражается на поведении бетона при воздействии на него внешней нагрузки.

В строительстве всегда ставился, задача повышение качества строительных материалов и конструкций, совершенствование существующих и создание новых технологических процессов их изготовления при снижении материальных, энергетических и трудовых затрат. Бетон продолжает оставаться основным строительным материалом. Сложное строение бетонов на неорганическом и органическом связующем позволяет их отнести к композиционным материалам. Закономерности структурообразования, которых, изучается основами полиструктурной теории композиционных материалов развиваемой проф. Соломатовым В.И. и его научной школой. Композиционными считают материалы, состоящие как минимум из двух компонентов, взаимодействующих через поверхности раздела [1-4]. Целенаправленное использование свойств исходных составляющих позволяет получать улучшенные композиции [5,6]. Исходя из этого можно сделать вывод, что бетон не раскрыл еще всех возможностей. Известно [6,7], что прочность материалов определяется видом, ориентированием и количеством структурных дефектов, которые, как показывает опыт, зарождаются в материале еще при его получении [8]. Изучением развития трещин в твердых телах занимается механика разрушения, являющаяся основным научным звеном, связывающим инженерное конструирование и материаловедение с фундаментальными дисциплинами: физикой и механикой твердого тела [9].

В механике твердого тела вместо сил взаимодействия отдельных атомов или молекул вещества вводится некоторая интегральная характеристика - напряжение, представляющее собой среднюю интенсивность указанных сил для элементов, содержащих большое число атомов. При больших градиентах или вблизи сингулярных точек поля эти напряжения (например, в области, примыкающей к устью трещины) являются ответственными за процесс развития трещин в структуре материала, приводящий к последовательному выключению все новых и новых атомов из взаимодействия со своими соседями.

Наряду с напряжением на достаточно малой площадке (в материальной точке), являющимся интегральной характеристикой сил атомного взаимодействия, необходимо рассмотреть среднее напряжение на достаточно большой площадке, размер которой

существенно (в 4-5 раз) превышает размер неоднородностей реального материала. Эти напряжения являются интегральной характеристикой сил взаимодействия, возникающих в различных компонентах структуры материала.

Понятие о средних напряжениях не может быть использовано для детального рассмотрения достаточно тонких процессов развития трещины. Вместе с тем оно часто применяется для оценки прочности какого-либо тела или конструктивного элемента в целом. Так, нормируемые методы расчета, основанные на использовании треугольных (прямоугольных) эпюр напряжений в бетоне железобетонного элемента, служат примером использования именно такого понятия напряжений. «Проектная марка бетона» также представляет собой величину средних напряжений, достигаемых в момент разрушения в некотором стандартном образце при определенных условиях.

Наличие в бетоне дефектов и неоднородностей самых различных размеров свидетельствует о том, что структура бетона является системой со сложным иерархическим строением, элементы которой относятся к разным уровням. В результате определенной автономности элементов в каждом из них могут протекать процессы разрушения без тесной связи с тем или иным поведением других элементов того же порядка.

На основании приведенных выше кратких сведений о структуре цементного камня и бетона иерархическую схему структуры бетона вместе с характерными неоднородностями и дефектами можно представить следующим образом:

1. Макроструктура - структура объемов бетона, включающая в себя в качестве основного типа неоднородностей зерна крупного заполнителя. Характерный размер элемента макроструктуры в зависимости от крупности зерен щебня (гравия) 10^2 мм и более. Напряжения и деформации, усредненные в пределах такого элемента, называются соответственно макронапряжениями и макродеформациями. Они характеризуют целостные свойства, присущие бетону как системе. В свою очередь установление зависимости между макронапряжениями и макродеформациями необходимо для описания свойств более широкой системы (например, железобетонной конструкции). Этому уровню соответствуют макронеоднородности и макродефекты, проявляющиеся, в частности, в существовании масштабного фактора при механических испытаниях бетона.

Связь между макронапряжениями и макродеформациями считается существенно нелинейной. Эта нелинейность в основном объясняется развитием различных дефектов структуры в процессе нагружения. Основным начальным дефектом структуры на уровне макроструктуры выступают трещины контактной зоны (цементный камень — крупный заполнитель), возникающие еще в процессе усадки. Для описания поведения этих дефектов под нагрузкой нужно пользоваться понятиями напряжений и деформаций для более тонкого уровня, т. е. мезонапряжениями и мезодеформациями.

2. Мезоструктура - структура объемов цементного камня или цементно-песчаного раствора, находящаяся между зернами крупного заполнителя и включающая в себя в качестве основных неоднородностей зерна мелкого заполнителя. Если размер этих неоднородностей 2-3 мм, то размер элемента мезоструктуры составит 10 мм. Напряжения и деформации, усредненные в пределах такого элемента, называются мезонапряжениями и мезодеформациями. Усадочные трещины в зоне контакта цементного камня с заполнителем характерны лишь для крупного заполнителя, и появление их на рассматриваемом уровне маловероятно. Поэтому в дальнейшем воспользуемся обычным для механики сплошной среды приемом: «размажем» зерна мелкого заполнителя по объему элемента мезоструктуры, заменив их влияние на поведение материала влиянием теперь уже однородного тела с некоторыми усредненными (эффективными) характеристиками.

Связь между мезонапряжениями и мезодеформациями условно считается линейной, оценивающей в некоторых случаях влияние возможной физической нелинейности на поведение бетона на этом уровне и тем самым на поведение отдельных дефектов более высокого (макро) уровня.

3. Микроструктура — структура объемов цементного камня, находящаяся между зёрнами мелкого заполнителя и включающая в себя поры цементного камня, которые соответствуют правому максимуму кривой распределения пор по размерам. Максимальный размер этих пор около 0,1 мм, характерный размер элемента микроструктуры 0,5 мм. Напряжения и деформации, усредненные в пределах этого элемента, называются соответственно микронапряжениями и микродеформациями. Размеры частиц твердой фазы цементного камня на этом уровне определяются в зависимости от размера крупных фракций некоторых новообразований.

Поведение чистого цементного камня под нагрузкой, как правило, оказывается близким к линейному.

Рассматриваемые поры цементного камня имеют случайную форму, часто близкую по форме к дефектам в виде остrokонечных отверстий, приводящим к сильной концентрации напряжений и деформаций. На контуре этих пор еще до приложения внешней нагрузки могут образоваться начальные трещины усадочного происхождения. Поэтому в качестве начальных основных дефектов структуры на этом уровне целесообразно рассматривать поры случайной формы с выходящими на их контур трещинами. Для описания поведения этих дефектов под нагрузкой пользуются характеристиками более тонкого уровня — субмикронапряжениями и субмикродеформациями.

4. Субмикроструктура — структура объемов цементного камня, находящаяся между сравнительно крупными порами и включающая в себя поры и капилляры, которые соответствуют левому максимуму кривой распределения. Характерный размер этих пор 10^{-4} мм, а характерный размер элемента субмикроструктуры $5 \cdot 10^{-4}$ мм. В этот уровень попадает основная масса гидратных новообразований, слагающих структуру цементного камня, а также отдельные, не полностью прогидратированные зёрна в цементном камне, обладающие такой же дисперсностью. Именно на этом уровне в полной мере проявляются особенности коагуляционной и кристаллизационной структуры, а также формируется поровое пространство цементного камня. Напряжения и деформации, усредненные в пределах такого элемента, являются соответственно субмикронапряжениями и субмикродеформациями. Связь между субмикронапряжениями и субмикродеформациями будем принимать линейной всюду, кроме сильно деформированной области, непосредственно примыкающей к устью трещин. Поры, входящие в состав элемента субмикроструктуры, будем считать «размазанными» по объему этого элемента.

Пористость бетонов на плотных заполнителях в основном обуславливается пористостью цементного камня, которую можно распределить на три группы пор:

а) поры геля, представляющие собой промежутки между его частицами; они имеют размер от 15-25 Å до 1000 Å (0,1 мк) в диаметре (лишь на один порядок больше размера молекул воды) и составляют около 28% общего объема геля. Это приблизительно равно объему адсорбционно связанной воды;

б) в процессе гидратации с увеличением содержания твердой фазы в уже затвердевшем, плотном цементном камне капилляры могут блокироваться гелем и разделяться на части, превращаясь в капиллярные поры, соединенные между собой порами геля. Капиллярные поры размером 0,1-20 мк представляют собой часть общего объема цементного камня, которая не заполнена продуктами гидратации. Вода в них удерживается силами поверхностного натяжения, причем поверхность мениска имеет вогнутую форму. Пустоты в цементном камне размерами более 20 мк не являются капиллярными и заполняются водой под действием гидростатического давления;

в) контракционные поры образуются вследствие контракции, т. е. уменьшения абсолютного объема системы «цемент - вода». При образовании контракционных пор в системе возникает вакуум, способствующий заполнению их водой или воздухом в зависимости от условий твердения. Общий объем этих, пор через 28 суток твердения составляет 1-7% объема цементного камня. По своим размерам они занимают промежуточное положение между порами геля и капиллярными порами.

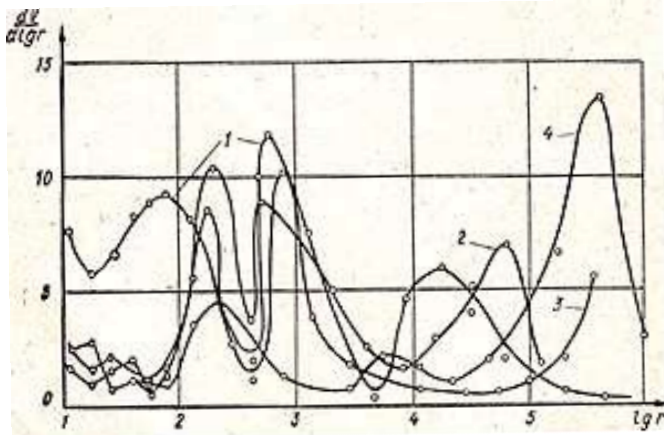


Рис. 1. Дифференциальная кривая распределения пор цементного камня по размерам: 1 - после хранения в естественных условиях в течение 28 суток; 2 - после пропаривания; 3 -- быстро твердеющие цементы; 4 - глиноземистые цементы.

Распределение пор по размерам устанавливают методами капиллярной конденсации паров воды, ртутной порометрии при высоких (до 1300 ат) и низких (до 1 ат) давлениях, вытеснения газом жидкости из капилляров, оптической микроскопии и т. д.

По данным Пауэрса, на дифференциальной кривой распределения пор по размерам отмечается наличие характерных максимумов, которые отвечают каждой из отмеченных групп пор (рис. 1).

Таким образом, в дальнейшем бетон следует рассматривать как двухкомпонентную среду (матрица + включения на уровне макроструктуры), имеющую на различных уровнях ряд

дефектов структуры. Все эти дефекты в зависимости от их «остроконечности» (являющейся основным источником концентрации напряжений и деформаций) могут быть разбиты на две группы:

1. дефекты I рода - округлые дефекты типа полостей (поры микро - и субмикроструктуры);
2. дефекты II рода - остроконечные дефекты типа трещин. Эти трещины возникают в самой структуре цементного камня (микроструктуре) или на контакте заполнителя с матрицей (макроструктура).

Кроме того, возможно сочетание обоих видов дефектов (например, капиллярная пора с выходящими за ее контур трещинами).

Для гетерогенных материалов к опасным относят дефекты, размер которых превышает самые крупные структурные неоднородности. Следовательно, для материалов, состоящих из полидисперсных компонентов, существует набор опасных дефектов, способных прорасти с одного в другой масштабный уровень материала. В связи с этим особое внимание следует уделять генезису структуры, так как заложенные в ней дефекты определяют в большинстве случаев начало и последующую интенсивность разрушения бетонов под действием эксплуатационных нагрузок. Направленное структурообразование бетонов как композиционных материалов позволит получать материалы повышенных механических характеристик, которых проявятся потенциальные возможности его компонентов.

Отличительная особенность бетонов как композиционных материалов - их ярко выраженная гетерогенность с различием размеров отдельных компонентов более чем на четыре десятичных порядка. Это позволяет представить бетон как полиструктурный материал, в котором структура нижнего произвольно выбранного масштабного уровня является элементом структуры более высокого уровня. Количество уровней можно определять через характерные структурные неоднородности, под которыми понимают различные или одинаковые фазы материала, взаимодействующие через поверхности раздела - области изменения свойств материала и перераспределения в нем технологических и эксплуатационных деформаций и напряжений. Механизм взаимодействий отдельных структурных элементов в материале изучает микромеханика композиционных материалов, [10,11]. Внутренние поверхности раздела должны сохранять химическую стабильность и заданный уровень физико-технических характеристик на весь период эксплуатации.

Выделяют три типа поверхностей раздела:

- компоненты взаимно растворимы с образованием переходного слоя из продуктов растворения;
- при взаимодействии компонентов в результате химических реакций образуется промежуточный слой, свойства которого отличаются от свойств исходных компонентов;
- компоненты не образуют переходного слоя и взаимодействуют через непосредственный контакт [1,3,4].

Для бетонов характерно наличие всех типов на различных уровнях структурных неоднородностей, от зерна цемента до уровня "растворная часть - заполнитель". Такая многоуровневая организация структуры бетона затрудняет его анализ как системы типа "структура в структуре". Поэтому для инженерного описания системы по мнению профессор В.И. Соломатова, целесообразно выделить в бетон два масштабных уровня - микро- и макроструктуры [5,12,13,14]. При этом предполагается, что механизм структурообразования на выделенных уровнях различен, и каждый уровень состоит из своих структурных подуровней [13-15].

Степень влияния структурообразующих факторов на разных уровнях неодинакова. В микроструктуре доминирует степень наполнения, дисперсность и активность наполнителя, т.е.

$$R_{MC} = f\left(\frac{(1-d)Ц + H}{\alpha Ц + \beta B}, S_n, \gamma_n, k, p\right), \quad (1)$$

где $Ц$ - расход цемента; H - количество наполнителя; α - степень гидратации цемента; β - количество связанной воды; S_n - удельная поверхность наполнителя; γ_n - активность наполнителя; k - концентрация вяжущего (разбавленность водой); p - пористость; B - водопотребность цемента.

Для макроструктуры бетонов определяющими факторами являются плотность упаковки, количественные соотношения матрицы и заполнителей, отношение их механических характеристик, интенсивность сцепления в контакте

$$R_{макс} = f(V_{MC} / V_3, E_{MC} / E_3, V_3 \dots), \quad (2)$$

где V_{MC}, V_3 - объемные содержания матрицы (микроструктуры) и заполнителей; E_{MC}, E_3 - упругие характеристики затвердевшего материала микроструктуры и заполнителей; V_3 показатель адгезии матрицы к заполнителю.

Характерная структурная неоднородность на микроуровне - неоднородность типа "вяжущее - наполнитель", что справедливо для бетонов на плотных и пористых заполнителях на неорганическом и органическом связующих. При этом под наполнителями понимают частички произвольных формы и поверхностной активности, размер которых не позволяет им создавать в окружающем вяжущем поля деформаций и напряжений и вызывает их участие в процессах организации структуры матричного материала. Механические характеристики наполнителей могут быть различны. Количество наполнителя разной дисперсности колеблется в широких пределах, вид его целесообразно подбирать в зависимости от вяжущего и от требуемых характеристик готового материала. Так как на уровне структурной неоднородности "вяжущее - наполнитель" необходимо исследовать микрореконтактные взаимодействия, вяжущее следует представить, как основной структурообразующий компонент - элементарный структурный элемент (ЭСЭ). Под ЭСЭ вяжущего понимают способные взаимодействовать молекулярные или надмолекулярные структуры (например, отдельное зерно цемента, полимерная молекула для органических вяжущих).

Макроструктура бетона представлена структурной неоднородностью "растворная часть - заполнитель". К заполнителям можно отнести дискретные частицы произвольной

формы и поверхностной активности, плотные и пористые такого размера, что при взаимодействии с окружающей растворной частью в системе возникают собственные поля деформаций и напряжений. При анализе макроструктуры бетонов растворную часть целесообразно представить, как достаточно однородную и изотропную матрицу.

Структурный анализ бетона как композиционного материала предполагает, что при достаточно большом объеме структурные неоднородности нивелируются и определяют механические характеристики, изучать которые целесообразно с позиций феноменологических подходов [11,16]. При этом следует понимать, что масштабные уровни бетона складываются не аддитивно, а прорастают друг в друга, обеспечивая структурное единство материала (рис.2а).

Известно [1-3,6,7], что под действием внешних напряжений σ в материале на границе с дефектом длиной a и радиусом устья ρ происходит концентрация напряжений σ_k , характеризуемая коэффициентом

$$K = \sigma_k / \sigma = 2\sqrt{a / \rho}$$

Для трещин радиус кривизны ρ может быть одного порядка с межмолекулярным расстоянием, что при достаточной длине a резко снижает прочность материала. Трещина характеризуется также фронтом L (линия, перпендикулярная направлению движения трещины), шириной раскрытия v , фактурой и морфологией образующих плоскостей - берегов (рис.2б).

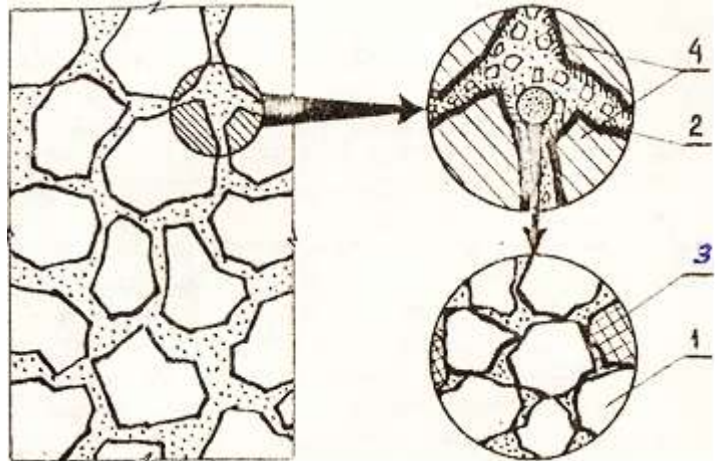


Рис.2а. Полиструктурное строение бетона: 1 - ЭСЭ вяжущего; 2 - внутренние поверхности раздела; 3 - наполнитель; 4 - наполнитель.

В общем случае к опасным можно отнести трещины для каждого уровня структурной неоднородности m_i , отношение длины которых к характерному размеру неоднородности меньше единицы. Поэтому при проектировании оптимальных структур бетонов как композиционных материалов необходимо с одной стороны не дать трещинам е нижнего масштабного уровня прорасти в более высокий, а с другой - трещины, возникшие на более высоком масштабном уровне, должны тормозиться на более низком. Это позволит ограничить рост трещин до опасных размеров и повысить механические характеристики и эксплуатационную надежность бетонов.

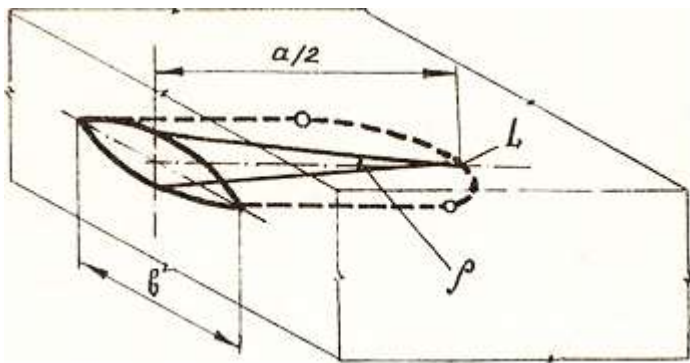


Рис.2б. Геометрические параметры трещины.

К этому можно достичь наполнением бетона минеральными наполнителями.

Применение наполнителей для бетона диктуется теоретическими предпосылками и практической необходимостью. Теоретические предпосылки наполнения цементного теста базируются на представлениях о неполной гидратации клинкерных минералов и длительной сохранности в цементном камне оставшихся ядер цементных зерен (30% и выше), выполняющих в результате роль наполнителей [17]. В связи с этим возникает целесообразность замены активной клинкерной части цемента более дешевыми и менее энергоемкими минеральными веществами-наполнителями более грубой дисперсностью чем клинкерные частицы, что может обеспечить условие более глубокой гидратации цемента, улучшение реологических свойств цементного теста, микроструктуры цементного камня и свойств бетона.

Дисперсный наполнитель с момента затворения оказывает в цементном тесте пептизирующее и структурообразующее действие, ускоряя тем самым процессы гидратации и твердения цементного камня. Такое действие дисперсных наполнителей объясняется тем, что частицы наполнителя располагаясь между отдельными зернами цемента, раздвигают их и увеличивают к ним доступ воды. Образующиеся продукты гидратации распределяются в большом объеме, так как осуществляется отвод их из зоны реакции к поверхностям частиц наполнителя.

Выполненными в МИИТ, ТашИИТ, Одесском ИСИ, ФерПИ работах и других разработках установлено, что для каждого вида минерального вещества существует своя оптимальная дисперсность наполнителя, и что нет необходимости совместного измельчения минерального вещества и клинкера при получении цемента. Напротив, минеральное вещество следует размалывать отдельно до оптимальной дисперсности и вводит его при приготовлении бетонной смеси или при получении наполненного цемента, раздельным помолом цементного клинкера и минерального наполнителя с последующем перемешиванием в потоке. Смешивание происходит в потоке при подачи глиежа и цемента в силос. Укрупнение частиц минеральных добавок цемента не может в полной мере обеспечить достижение поставленной цели, так как чрезмерное увеличение наполнителя должно привести к эффекту разбавления вяжущего и снижению его активности. Компенсирование этого фактора может быть достигнуто за счет введения в цементную систему пластифицирующих химических добавок, а требуемая интенсивность набора прочности обеспечена ускорителями твердения бетона.[18]

В качестве добавки в наполненные цементные системы обосновано применение водорастворимой ацетеноформальдегидной смолы АЦФ-3М, являющейся ПАВ неионогенного типа и оказывающей пластифицирующее и ускоряющее действие.

Учитывая большие запасы, технико - экономическую возможность, а также экологическую необходимость использования в качестве наполнителей бетона обосновано применение глиежа и электротермофосфорного шлака [19].

Экспериментами установлено, что в рациональных пределах дозировок добавки АЦФ-3М (0,1-0,2 % от веса цемента на пересчете сухое вещества) водопотребность обычного пуццолонового портландцемента снижается всего на 6%, и наибольшие показатели прочности цементного камня наблюдаются при 0,15% добавки. Поэтому в дальнейшем в исследованиях было принято количества вводимой добавки АЦФ-3М в цементные системы принято 0,15 % [20].

При введении глиежа и шлака ЭТФ в качестве наполнителя экстремальный характер сопротивления сдвигу наблюдается при дисперсности $\sim 1500 \text{ см}^2/\text{г}$ и содержанием наполнителей 25% при одинаковом содержании наполнителей до 50 % (рис.3а и 3б).

Водопотребность пуццолонового цементного теста нормальной густоты в наших экспериментах составила 106 мл. Эту величину приняли за 100%.

При совместном введении 0,15% добавки АЦФ-3М и минерального наполнителя в портландцементное тесто ее водопотребность снижается в зависимости от вида, дисперсности и количества наполнителя [21,22].

Грубодисперсные наполнители положительно влияет на уменьшения водопотребности цементного камня, экстремальный характер имеет при дисперсности $1500 \text{ см}^2/\text{г}$ и содержании 45% наполнителей (рис.3в-3г).

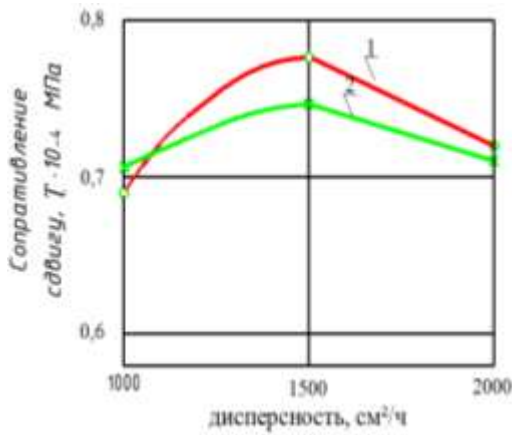
Так водопотребность цементного теста с глиежем и электротермофосфорным шлаком (ЭТФСШ) в пределах дисперсности наполнителей $1000-2500 \text{ см}^2/\text{г}$ снизилась на 10-12 и 16-20% соответственно. Наибольшая степень снижения водопотребности 12 и 20% наблюдается при дисперсности наполнителей 1000 и $1500 \text{ см}^2/\text{г}$. Отсюда следует ожидать повышения показателя прочности при этих величинах дисперсности [21].

Действительно, как показали эксперименты (рис. 3д) прочность образцов цементного камня, твердевших в воде с увеличением дисперсности экстремальна при дисперсности

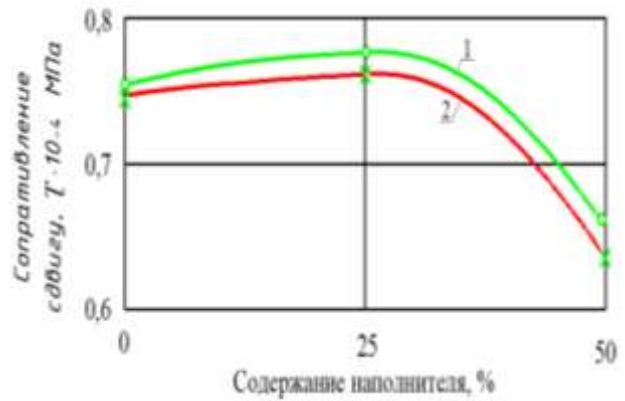
~1500 см²/г с повышением показателя на 35-40%. При дальнейшем повышении дисперсности показатели прочности снижаются. Прочность образцов с наполнителем глиежем несколько выше прочности образцов с ЭТФСШ, что объясняется меньшей активностью последнего.

Для определения влияния количества наполнителя в портландцементе были выполнены эксперименты с варьированием содержания глиежа и ЭТФСШ дисперсностью ~1500 см²/г от 25 до 55% массы портландцемента. Результаты выполненных исследований (рис. 3е) показывают, что прочность образцов цементного камня с увеличением содержания глиежа и ЭТФСШ экстремально при 25% количеством наполнителей. Дальнейшее увеличение наполнителя до 35 и 45% приводит к показателям прочности, сопоставляемый соответственно с прочностью цементного камня только с добавкой АЦФ-3М или обычного пуццеланового портландцемента [21].

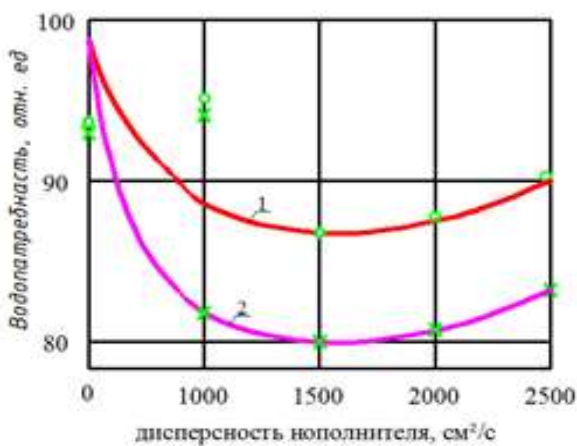
Введение грубодисперсного наполнителя уменьшает общую контактируемую с водой поверхность, что в сочетании добавкой АЦФ-3М положительно влияет и на снижение водопотребности цементного теста, сроки схватывания, кинетику структурообразования и прочность цементного камня.



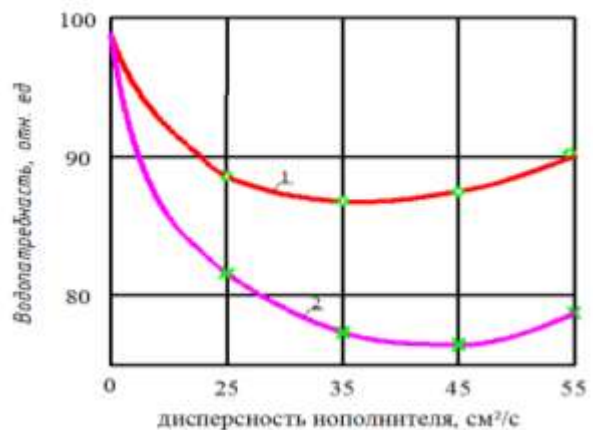
Зависимость величины сопротивления сдвигу наполнителя от дисперсности 1-глиеж; 2-шлак. Рисунок-3а.



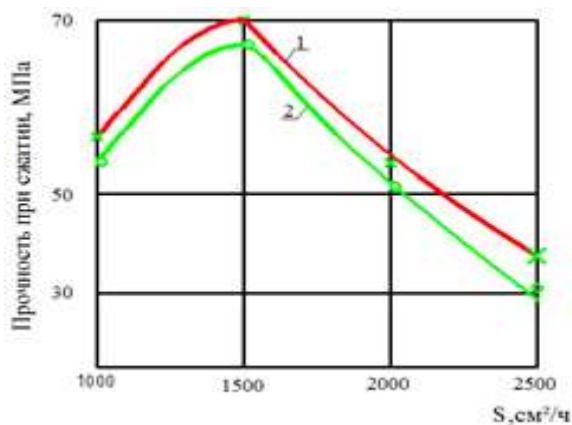
Зависимость величины сопротивления сдвигу наполнителя от его содержание. 1-глиеж; 2-шлак. Рисунок-3б.



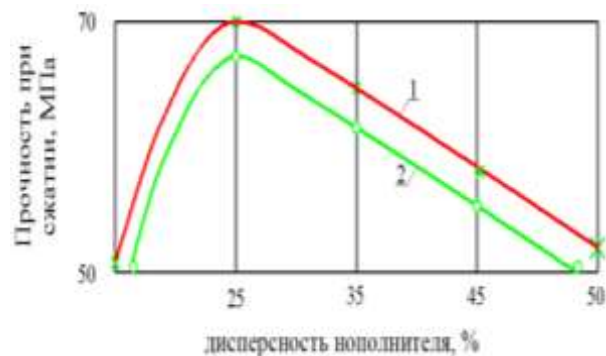
Зависимость водопотребности цементного теста от дисперсности наполнителя. 1-глиеж; 2-шлак. Рисунок-3в.



Изменение водопотребности цементного теста от содержания наполнителя. 1-глиеж; 2-шлак. Рисунок-3г.



Изменение прочности цементного камня в зависимости от дисперсности наполнителя. 1-глиеж; 2-шлак.. Рисунок-3д



Изменение прочности цементного камня в зависимости от содержания наполнителя. 1-глиеж; 2-шлак. Рисунок-3е

Вывод:

Бетоны относятся к типичным композиционным поли- структурным материалам. Поэтому необходимо проанализировать организацию структур на микро- и макроуровнях, определить условия зарождения и развития в них трещин с последующим синтезом этих структур в бетон.

Впервые обоснована эффективность применения в цементных системах грубодисперсных наполнителей- глиежа и электротермофосфорного шлака в количестве 50 % в сочетании с добавкой смолы АЦФ-3М-ПАВ неиногенного типа.

Установлена оптимальная дисперсность наполнителей глиежа и шлака ($\sim 1500 \text{см}^2/\text{г}$) и рациональные пределы количественного их содержания. (25-50%).

При введении в цементное тесто с добавкой АЦФ-3М 0,15 %, 25% наполнителей глиежа и шлака дисперсностью $1500 \text{см}^2/\text{г}$ прочность цементного камня выше на 40-60%, а при 45% наполнения обеспечиваются показатели, сопоставимые с прочностью камня на обычном цементе.

Список литературы

- [1]. Композиционные материалы. - М.: Мир, 1978, т.1. - 438 с., т.2. 564 с., т.5. - 404 с., т.6. - 294 с.; - М.: Машиностроение, 1978, т.3. - 510 с., т.4. - 504 с.
- [2]. Черепенов Г.П. Механика разрушения композиционных материалов. - М.: Наука, 1983. - 296 с.
- [3]. Тамуж В.П., Куксенко В.С. Микромеханика разрушения полимерных материалов. - Рига: Зинатне, 1978. - 294 с.
- [4]. Болотин В.В. Механика композитных материалов и конструкций из них. - Б кн.: Строительная механика. Современное состояние и перспективы развития. М., Стройиздат, 1972, с.65-98.
- [5]. Соломатов В.И., Тохиров М.К., Хокин В.К. «Ресурсо с берегающая технология бетона». Ташкент. изд-во «Мехнат»-1990-32, 48-80 с.
- [6]. O'rag'ovich, MA, Maxammatyakubovich, Y.E, Numanovich, AI, & ... (2021). Features of the properties of cement systems in the presence of mineral fillers and additives of acetone-formaldehyde resin. Scientific and technical journal of NamIET. Vol.6, Iss.1. 99-108.
- [7]. Мамажонов А.У. Бетон с минеральным наполнителем и добавкой ацетоноформальдегидной смолы. Автореферат кандидатской диссертации. Ташкент, 1986, стр.5.
- [8]. Рекомендации по применению ацетоноформальдегидных смол в качества добавки к бетону. Госстрой Уз. Ташкент 1982.
- [9]. Мамажонов А. У., Юнусалиев Э. М., Давлятов Ш. М. Бетон с минеральным наполнителем-глиежем, электротермофосфорным шлаком и добавкой АЦФ-3М //Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях. – 2020. – С. 220-226.
- [10]. Rasul Tojiev, Elmurad Yunusaliev, and Ibrahim Abdullaev, Comparability of estimates of the impact of gunpowder and gas-dynamic explosions on the stability of buildings and structures. E3S Web of Conferences 264, 02044 (2021) CONMECHYDRO – 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126402044>.

СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИИ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПУТЫ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

Ш.Х. Абдазимов

«Ташкентского Государственного Транспортного Университета»

E-mail: Abdazimov sovkat @ gmail.com

(Получена 25.11.2022 г.)

В данной статье даётся информация по вопросам укрепления транспортной безопасности за последние годы. Транспортная безопасность вошла в число самых актуальных проблем во всем мире. Особенно железнодорожные транспортные коммуникации всегда были и будут зоной повышенного риска. Сегодня создание все более разветвленной и сложной транспортной инфраструктуры требует решения проблем безопасности и приобретает особое значение, поскольку является важнейшим элементом современной цивилизации в целом

Ключевые слова: Транспортная безопасность, проблема транспортной безопасности, актуальность проблемы безопасности.

This article provides information on strengthening transport security in recent years. Transport safety has become one of the most pressing problems worldwide. Especially railway transport communications have always been and will be a zone of increased risk. Today, the creation of an increasingly ramified and complex transport infrastructure requires solving security problems and acquires special significance, since it is an essential element of modern civilization as a whole

Key words: Transport security, the problem of transport security, the relevance of the security problem.

Ushbu maqolada so'nggi yillarda transport xavfsizligini mustahkamlash haqida ma'lumot berilgan. Transport xavfsizligi butun dunyodagi eng dolzarb muammolardan biriga aylandi. Ayniqsa, temir yo'l transporti kommunikatsiyalari har doim yuqori xavfli soha bo'lgan va shunday bo'lib qoladi. Bugungi kunda tobora kengayib borayotgan va murakkab transport infratuzilmasini yaratish xavfsizlik muammolarini hal qilishni talab qiladi va alohida ahamiyatga ega, chunki u butun zamonaviy tsivilizatsiyaning muhim elementi hisoblanadi.

Kalit so'zlar: Transport xavfsizligi, transport xavfsizligi muammosi, xavfsizlik muammosining dolzarbligi.

К опасным грузам относятся вещества и жидкости, представляющие опасность для здоровья людей и окружающей среды. Поэтому в ходе их перевозки соблюдаются особые требования. Рисунок 1.



Рис. № 1. Перевозка опасных грузов.

Железнодорожная перевозка осуществляется в соответствии с правилами, установленными на государственном и международном уровне. К емкостям, транспорту и персоналу, участвующему в процессе, предъявляются особые требования. Персонал,

который участвует в перевозке опасных грузов, специально обучается. Он сопровождает транспортировку и выполняет ряд важнейших задач. Так, бригада должна обслуживать вагоны, перевозящие груз, и локомотив. При этом возраст сотрудников не может быть меньше 21 года. Каждый человек проходит медицинскую проверку, профессиональную аттестацию, после которой получает удостоверение, подтверждающее его право участвовать в процессе доставки опасного груза железнодорожным транспортом.

На современном этапе развития общества и экономики характерна возрастающая роль транспортной сферы. Являясь системо-образующим фактором развития, транспорт оказывает активное влияние на состояние экономической, политической, социальной, военной, технологической и других составляющих национальной безопасности. От обеспечения транспортной безопасности существенно зависит национальная безопасность Республики Узбекистан. Вопросы укрепления транспортной безопасности в последние годы вошли в число самых актуальных проблем во всем мире. Транспортные коммуникации всегда были и будут зоной повышенного риска. Сегодня создание все более разветвленной и сложной транспортной инфраструктуры требует решения проблем безопасности и приобретает особое значение, поскольку является важнейшим элементом современной цивилизации в целом.

Проблема транспортной безопасности неразрывно связана с проблемой безопасности жизнедеятельности и выживания мирового сообщества, поскольку они являются главной причиной существования человечества.

Безопасность, как таковая, должна рассматриваться как сложная система, куда входят составляющие из разных сфер деятельности человека, общества, государства и всего мирового сообщества.

По мнению представителей науки, политики, образования изучающих экономическую, медицинскую, продовольственную, биологическую, военную безопасность - все это в научном понимании должно трактоваться как системная безопасность. Транспортная безопасность не является исключением и к ее исследованию должен быть разработан научно-методический подход на формализованной основе, позволяющий давать и прогнозировать количественную оценку опасности-безопасности. Должна быть единая методология, научно-методический и аналитический аппарат, которые бы являлись основой для использования в различных сферах и отраслях деятельности исследователей, инженеров, технологов и практиков.

В последние два десятилетия появились публикации по проблемам безопасности в нашей стране и за рубежом, свидетельствующие о том, что к этой области науки учеными и практиками проявляется интерес к идеям процессов создания и становления теории безопасности, и прежде всего на математической фундаментальной основе. Происходит смещение акцентов в изучении методов оценки влияния внешних факторов на причины катастроф, происшествий и инцидентов.

Предлагается производить прогноз опасности происшествий заранее. Поэтому одним из главных направлений в последнее время стало использование метода управляемых рисков. На транспорте понятие «управление рисками» еще не достаточно изучено и исследовано. В этой области вели свои исследования видные ученые Республики.

Активные меры обеспечения безопасности железной дороги в пригодных и горных районах состоят в создании системы управления безопасностью, назначением которой является поддержание системы защиты. Создаваемая система поддержания безопасности должна контролировать состояние объекта и среды, окружающей объект, и таким образом будет реализовываться принцип защиты.

Актуальность проблемы безопасности железной дороги от ЧС состоит в том, что технологическое пространство в настоящее время слабо структурировано, ибо управлять процессом технологий не всегда удается из-за сильного воздействия на него получения прибыли в производстве продукции, конкурентной борьбой и др.

В связи с этим технологическое пространство является слабо организованным. Своим созданным технологическим потенциалом человек не в силах оказывать влияние на развитие природных и техногенных катаклизмов, а следовательно и управлять ими. Неуправляемое технологическое пространство является опасным, так как его не структурированность снижает возможности прогнозирования его развития, а значит, и управления. Из этого следует, что технологическое развитие необходимо ввести в управляемый коридор.

О том, что безопасности и особенно системная безопасность является особенно важной и актуальной, говорит принятие в Законе Республики Узбекистан названного однозначно «О безопасности». В законе безопасность определена: «как защищенность жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз». В законе оптимально представлены объекты защиты - от индивидуума через социум до политической системы. Угрозы расцениваются как факторы, создающие опасность жизненным интересам человека, государству, обществу. В целом закон содержит методологические формулировки, позволяющие построить государственный правовой механизм обеспечения безопасности. Тем не менее, закон является декларативным документом, оставляя широкое поле деятельности для конкретизации и научного обоснования выдвинутых предложений или постулатов.

Сохранение пространства безопасности, отраженное в законе, требует определения понятия «системной безопасности», в которую должны входить все виды опасности, такие как государственная, военная, экономическая, социальная, финансовая, экологическая, правовая, научно-образовательная, личная, сельскохозяйственная, медико-биологическая и конечно же транспортная.

Каждая из перечисленных опасностей имеет в основе собственную функциональную модель, отражающую профессиональную сторону функционирования системы, и должна быть выстроена по иерархическому принципу от большого масштаба до личного.

Несмотря на различную содержательность (профессиональную) перечисленных опасностей, составляющих системную безопасность, их формализованное описание можно осуществить с единого методологического подхода. Использование такого подхода при анализе опасностей позволяет установить общие закономерности возникновения опасностей независимо от их функциональной принадлежности. Свойство безопасности позволяет объекту быть надежно защищенным от опасных для него воздействий.

Хотелось бы подчеркнуть, что мнение об эквивалентности безопасности и надежности работы системы не совсем правильно. Надежность определяется вероятностными показателями, характеризующими реакцию системы на отказ, т.е. событие, которое заключается в нарушении работоспособности системы из-за изменения ее параметров, внезапных или постепенных отказов.

Известно, что механизм теории надежности состоит в следующем. По статистическим характеристикам выхода из строя элементов определяется показатель надежности системы в виде функции, описывающей работоспособность системы при отказах. Эта зависимость позволяет пересчитать исходные данные в результирующий критерий.

В основе теории надежности лежит событие как некоторый одноразовый акт, позволяющий в случае многократных повторений определить вероятность его последствий.

Принципиальное начало теории безопасности - недопустимо исходить только из многократности явлений, имеющих опасные последствия. Для гибели системы достаточно одной катастрофы. В основе безопасности систем лежит необходимость наблюдения за динамическими процессами, а не только контроль отдельных событий.

Из изложенного следует, что методологически теория безопасности шире теории надежности, поэтому она будет использоваться для исследования отдельных сторон безопасности.

В теории безопасности систем, при исследовании рисков крушений, аварий, катастроф возникает необходимость в поиске других методов оценивания опасности или безопасности за пределами рамок надежности.

Вместе с тем, понятие риска как вероятности опасности с ущербом было принято несколько десятилетий назад в теории надежности. В настоящее время трактовка рисков, особенно управляемых базируется на понятиях цепочек событий и их различных мер, не только вероятностны.

Для обеспечения безопасности железной дороги селеопасных и оползны опасных районах Республики необходимо обосновать эффективных методов и средств повышения безопасности и устойчивости функционирования железнодорожного транспорта в чрезвычайных ситуациях (селях и оползнях селеопасных районах).

Активные мероприятия по предупреждению оползней предусматривают строительство инженерных и гидротехнических сооружений.

Для предотвращения оползневых процессов сооружаются подпорные стенки, контрбанкеты, свайные ряды и другие сооружения. Наиболее эффективными противооползневыми сооружениями являются контрбанкеты. Они устраиваются у подошвы потенциального оползня и, создавая упор, препятствуют смещению грунта.

К активным мероприятиям относятся и достаточно простые, не требующие для своего осуществления значительных ресурсов и расхода строительных материалов, а именно:

- для снижения напряженного состояния откосов часто проводится срезка земельных масс в верхней части и укладка их у подножия;
- подземные воды выше возможного оползня отводят устройством дренажной системы;
- защита берегов рек и морей достигается завозом песка и гальки, а склонов - посевом трав, насаждением деревьев и кустарников.

Гидротехнические сооружения применяются и для защиты от селей. Эти сооружения по характеру воздействия на селевые потоки подразделяются на селерегулирующие, селеделительные, селезадерживающие и селетрансформирующие.

К селерегулирующим гидротехническим сооружениям относят селепропускные (лотки, селедуки, селеотводы), селенаправляющие (дамбы, подпорные стенки, опояски), селесбрасывающие (запруды, пороги, перепады) и селеотбойные (полузапруды, шпоры, бумы) устройства, сооружаемые перед дамбами, опоясками и подпорными стенками. Рисунок 2

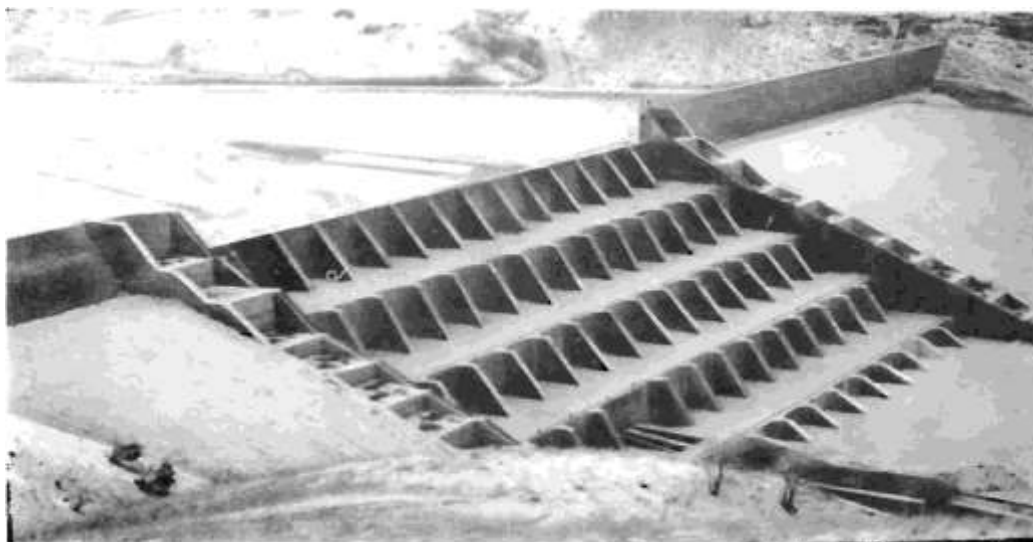


Рис.2. Селезащитные сооружение.

Селеделительными являются тросовые селерезы, селеоградители и селевые запруды. Они устраиваются для задержания крупных обломков материала и пропуска мелких частей селевого потока.

К селезадерживающим гидротехническим сооружениям относят плотины и котлованы. Плотины могут быть глухого типа и с отверстиями. Сооружения глухого типа используются для задержания всех видов горных стоков, а с отверстиями - для задержания твердой массы селевых потоков и пропуска воды.

Селетрансформирующие гидротехнические сооружения (водохранилища) используются для перевода селевого потока в паводок путем его пополнения водой из водохранилищ.

Сель эффективнее не задерживать, а направлять мимо населенных пунктов, сооружений с помощью селеотводных каналов, селеотводных мостов и селеспусков.

В обвалоопасных местах могут осуществляться мероприятия по переносу отдельных участков дорог, линий электропередачи и объектов в безопасное место, а также активные меры по устройству инженерных сооружений - направляющих стенок, предназначенных для изменения направления движения обваленных пород.

Наряду с мерами предупредительного и защитного характера важную роль в профилактике возникновения этих стихийных бедствий и в снижении ущерба от них играет наблюдение за оползне-, селе- и обвалоопасными направлениями, предвестниками этих явлений и прогнозирование возникновения оползней, селей и обвалов.

Системы наблюдения и прогнозирования организуются на основе учреждений гидрометеослужбы и базируются на тщательных инженерно-геологических и инженерно-гидрологических исследованиях. Наблюдения осуществляются специализированными оползневыми и селевыми станциями, селевыми партиями и постами. Объектами наблюдений являются перемещения грунтов и оползневые подвижки, изменения уровней воды в колодцах, дренажных сооружениях, буровых скважинах, реках и водоемах, режимы подземных вод. Полученные данные, характеризующие предпосылки оползневых перемещений, селевых потоков и обвальных явлений, обрабатываются и представляются в виде долгосрочных (на года), краткосрочных (месяцы, недели) и экстренных (часы, минуты) прогнозов.

Список литературы

- [1]. П.А. Маккамбаев., Р.С. Розиков “ Чрезвычайные ситуации и гражданская защита в железнодорожном транспорте” Т.Таш ИИТ 2018 й.
- [2]. Ш.Х.Абдазимов., Х.М.Нурматов., Х.М.Камилов “ Фавкулудда вазиятлар ва фуқаро муҳофазаси” Т.ТТЙМИ 2019 й.
- [3]. Ананьев В. П. Методические основы комплексной системы инженерно-технических мероприятий предупреждения и ликвидации ЧС на железнодорожном транспорте. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, М.: РГОТУПС, 2001г.
- [4]. Ананьев В. П., Безик Ю. П. Повышение оперативности ликвидации последствий ЧС на железнодорожном транспорте. // Учебно-методическое пособие. -М.: ВАЛИ ВСРФ, 2000г., 70 с.
- [5]. Ананьев В. П. Направления разработки инженерно-технических средств для ликвидации последствий ЧС на железнодорожном транспорте. — М.: РГОТУПС, 1997г., 17 с.
- [6]. Костров А.В., Мардюк А.М. К определению риска инициирования чрезвычайных ситуаций на объектах и территориях. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1995. -Вып. 11.-С. 36-54.
- [7]. Елохин А.Н., Бодриков О.В., Ульянов С.В. и др. Методология комплексной оценки природных и техногенных рисков для населения регионов России. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1996. -Вып. 3.-С. 3-10.
- [8]. Маршалл В. Основные опасности химических производств. / Пер. с англ.- М.: Мир, 1989- 671 с.
- [9]. Потехин Г.С., Прохоров Н.с., Терещенко Г.Ф. Управление риском в химической промышленности. //Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева, 1990- № 4.-С. 421-424.
- [10]. Управление риском в социально-экономических ситуациях: концепция и методы ее реализации. // Проблема138мы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1995. -Вып. 11.- С. 3-35.
- [11]. Тесленко И.О. Оценка риска как один из критериев совершенствования Системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте (ЖТСЧС). //Сборник трудов молодых ученых СГУПСа. Вып.2.- С. 95-100.
- [12]. Медведев В.И., Островский А.М. Определение параметров зоны аварии с опасными грузами при их перевозках.// Вестник СГУПС, 2000, № 3, С. 45-53.
- [13]. Рудановский В.М. Безопасность перевозок опасных грузов и ее информационное обеспечение. //В сб.: "Проблемы железнодорожного транспорта и строительства Сибири" Новосибирск, 1997.- С. 233-234.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЦИКЛОНА

М.Э. Мадалиев, Х.Э. Мухаммадёкубов

Ферганский политехнический институт, madaliev.me2019@mail.ru

(Получена 4.02.2023 г.)

Циклон сепаратор - это оборудование, которое отделяет частицы, содержащиеся в жидкости или газа без использования фильтры. Частицы пыли в дымовых газах могут быть разделены с использованием центробежных сил и разных плотностями частиц, так что выхлопные газы должны быть очистительными перед выгрузкой в окружающую среду. Подбор оптимальных геометрических размеров и параметров работы промышленного оборудования всегда является актуальным вопросом. В работе проводится численное моделирование и исследование модифицированного центробежного циклона пылеуловителя. Модифицированный центробежный циклон был разработан одним из авторов статьи в Института механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз, который имеет высокую эффективность не мене 98%. Исследование производилось в инженерном программном комплексе Comsol Multiphysics 5.6 с помощью добавления Flow Simulation, предназначенного для моделирования гидродинамических процессов. Была обозначена актуальность выбранной тематики исследования. В качестве модели турбулентности выбрана стандартный модель $k-\epsilon$ который очень часто используется в инженерных задачах. Вычислительный эксперимент проводился при трех скоростях потока входи центробежного циклона. На основе полученных численных данных показано, что эффективность у модифицированного циклона существенно больше, чем у классического циклона.

Ключевые слова: Пылеуловитель, математическое моделирование, модели турбулентности, осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса, Comsol Multiphysics 5.6.

Сиклон ажратгич - бу суюқлик ёки газ таркибидаги заррачаларни филтрларсиз ажратувчи ускуна. Тутун газларидаги чанг зарраларини марказдан қочирувчи кучлар ва турли заррачалар зичлиги ёрдамида ажратиши мумкин, шунинг учун чиқинди газларни атроф-муҳитга чиқаришдан олдин тозалаш керак. Саноат ускуналарининг оптимал геометрик ўлчамлари ва ишлаш параметрларини танлаш доимо долзарб масала ҳисобланади. Ишда модификацияланган марказдан қочма сиклон чанг йиғувчини рақамли моделлаштириши ва тадқиқ қилиши ишлари олиб борилмоқда. Мақола муаллифларидан бири томонидан Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Механика ва иншоотларнинг сейсмик чидамлилиги институтида модификацияланган марказдан қочма сиклон ишлаб чиқилган бўлиб, унинг юқори самарадорлиги камида 98 фоизни ташкил этади. Тадқиқот Comsol Multiphysics 5.6. муҳандислик дастурлари пакетида гидродинамик жараёнларни симуляция қилиши учун мўлжалланган Flow Simulation, қўшимчасидан фойдаланган ҳолда амалга оширилди. Танланган тадқиқот мавзусининг долзарблиги кўрсатилган. Турбулентлик модели сифатида стандарт $k-\epsilon$ модели танланади, у кўпинча муҳандислик муаммоларида қўлланилади. Ҳисоблаш тажрибаси марказдан қочма сиклонда учта оқим тезлигида ўтказилди. Олинган рақамли маълумотларга асосланиб, модификацияланган сиклоннинг самарадорлиги классик сиклонниқидан сезиларли даражада юқори еканлиги кўрсатилган.

Таянч сўзлар: Chang yig'uvchi, matematik modellashirish, turbulentlik modellari, Reynolds o'rtacha Navier-Stokes tenglamalari, Comsol Multiphysics 5.6.

A cyclone separator is an equipment that separates particles contained in a liquid or gas without the use of filters. Dust particles in flue gases can be separated using centrifugal forces and different particle densities, so that the exhaust gases must be cleaned before being discharged into the environment. The selection of optimal geometric dimensions and operation parameters of industrial equipment is always a topical issue. In the work, numerical modeling and research of a modified centrifugal cyclone dust collector is carried out. A modified centrifugal cyclone was developed by one of the authors of the article at the Institute of Mechanics and Seismic Resistance of Structures of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, which has a high efficiency of at least 98%. The study was carried out in the Comsol Multiphysics 5.6 engineering software package using the Flow Simulation add-on, designed to simulate hydrodynamic processes. The relevance of the chosen research topic was indicated. As a turbulence model, the standard $k-\epsilon$ model is chosen, which is very often used in engineering problems. The computational experiment was carried out at three flow rates in the centrifugal cyclone. Based on the obtained numerical

data, it is shown that the efficiency of the modified cyclone is significantly higher than that of the classical cyclone.

Keywords: *Dust collector, mathematical modeling, turbulence models, Reynolds-averaged Navier-Stokes equations, Comsol Multiphysics 5.6.*

Введение

Загрязнение атмосферы выбросами предприятий химической, строительной, машиностроительной и других отраслей промышленности стало поистине международной проблемой. Одними из наиболее распространенных техногенных загрязнителей атмосферного воздуха являются взвешенные частицы пыли, содержащиеся в отходящих газах промышленных предприятий. Очевидно, что решение задачи снижения выбросов пыли в окружающую среду лежит в области усовершенствования существующих, а также разработки и внедрении новых газоочистных сооружений. При этом, в некоторых производствах (таких как, производство красящих пигментов, цемента, технического углерода) требуется решить не только задачу эффективного выделения пыли из газового потока, но и ее классификации и возврата в производство, так как частицы определенного размера являются целевым продуктом. Очистка необходима не только для промышленных газов, но и для воздуха, поступающего в двигатели внутреннего сгорания. Известно, что добыча полезных ископаемых производится либо в карьерах, либо в шахтах. В тех и других случаях, транспортные и технические средства эксплуатируются в условиях высокой запыленности, что является вредной средой для их двигателей и силовых установок. Поэтому, срок бесперебойного функционирования эксплуатируемой техники в подобных условиях, существенно меньше, чем в обычных условиях [1-4].

Наибольшее распространение в промышленных предприятиях получили инерционные пылеуловители «сухого» типа, поскольку они просты в изготовлении и эксплуатации, надежны, обладают небольшим гидравлическим сопротивлением, а также способны работать при повышенной температуре и большой начальной запыленности. Однако существующие конструкции инерционных аппаратов не всегда способны эффективно улавливать мелкодисперсную пыль [5,6].

Необходимо отметить, что развитие инерционных пылеуловителей нужно не только для уменьшения пылевых выбросов в окружающую среду или для защиты ДВС техники, но и стимулирует развитию других технологий. Например, инерционных пылеуловителей можно использовать в качестве сепаратора для разделения порошковых материалов по фракциям, а также как гидроциклон для извлечения твердых включений от жидкости и т.д.

Несмотря на множества различных конструкций инерционных пылеуловителей, используемые для промышленности проблема удержания мелкой пыли еще далека от своего решения. Потому, что эффективность инерционных пылеуловителей для стандартной пыли как правило не превышает 85%. Несмотря на разработку различных инерционных пылеуловителей, все еще они уступают по эффективности рукавным фильтрам. Однако известно, что рукавных фильтров не везде можно использовать. Поэтому разработка еще более эффективных инерционных пылеуловителей является важной проблемой, т.к. они долговечны и их можно использовать фактически во всех технологических процессах.

Во многих случаях для повышения эффективности устройства является не разработка принципиально нового, а модификация существующего. Поэтому в настоящей работе проводится исследование модифицированного циклона. Исследование носит в основном сравнительный характер, т.е. сравниваются эффективности классического циклона с модифицированным. На рисунке 1 представлена принципиальная схема классического центробежного пылеуловителя (циклон).

Устройство работает в результате всасывания воздуха вентилятором разрежения через трубу для отвода 5. Следовательно, пылевой поток воздуха всасывается в спиральный воздухозаборник 1, где приобретает вращательное движение и движется вниз между цилиндрическим корпусом 2 и трубой для отвода воздуха 5. В данной зоне за счет центробежной силы частицы пыли будут смещаться к внутренней поверхности

цилиндрического корпуса 2. В зоне, где начинается конусная часть корпуса происходит разделение потока воздуха от пыли, т.к. воздух будет стремиться во вход отводной трубы 5, а частицы пыли прижимаясь к внутренней поверхности конуса по инерции движутся в бункер, где они и оседают.

Выше было сказано, что эффективность пылеулавливания такого устройства для стандартной пыли не высока. Поэтому для повышения эффективности одним из авторов настоящей статьи была разработана конструкция высокоэффективного центробежного пылеуловителя [7], принципиальная схема которого показана на рисунке 2. Как видно из рисунка особенностью модифицированного центробежного пылеуловителя состоит в том, что в нем присутствуют такие элементы как стабилизатор потока 7 и внутренний конус. Из рисунка видно, что стабилизатор потока это патрубок который вставляется во вход отводящей трубы. Поэтому определенная часть воздуха поступает в отводную трубу через коаксиальное пространство между патрубком и отводной трубой, а остальная часть через сечения патрубка. Таким образом, патрубок распределяет поступающий поток воздуха в отводную трубу по высоте, что приводит к уменьшению возникающих вредных обратных вихрей (рис.1). Это в свою очередь приводит и к уменьшению уноса мелких частиц пыли.

Анализ классического центробежного пылеуловителя (рис.1) показывает, что пыль собираясь на внутренней поверхности конуса образует слой определенной толщины. Ясно, что с увеличением толщины этого слоя будет увеличиваться и унос частиц в отводящую трубу. Следовательно, одним из способов увеличения эффективности пылеуловителя является уменьшения толщины пылевого слоя. Внутренний конус в модифицированном пылеуловителе как раз и служит для этой цели (рис.1) [7,17]. Потому, что крупные частицы пыли собираясь около стенки поступают в пространство между конусами, а мелкие частицы накапливаются на поверхности внутреннего конуса. При этом мелкие частицы образуют существенно меньший слой. Поэтому унос частиц пыли также существенно уменьшится.

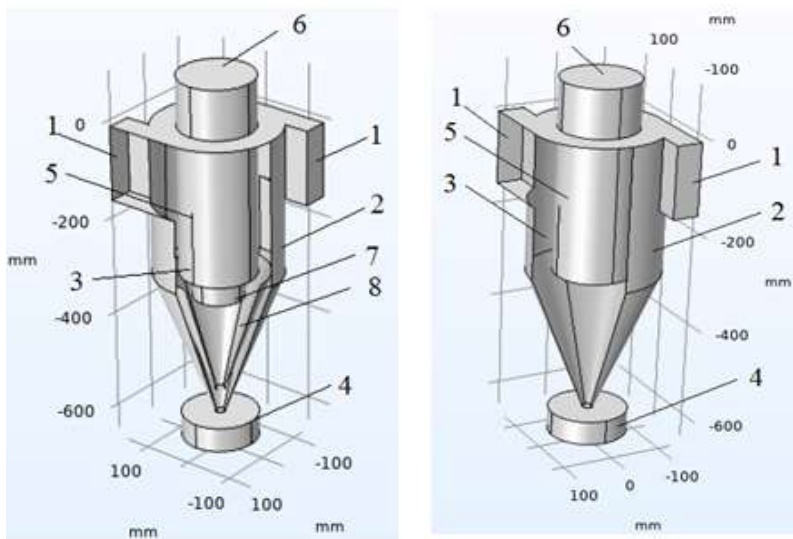


Рис. 1. Модифицированный центробежный пылеуловитель. 1- вход в спиральный воздухозаборник, 2- цилиндрический корпус пылеуловителя, 3- конусный корпус пылеуловителя, 4-бункер, 5- труба для отвода очищенного воздуха, 6-выход очищенного воздуха, 7-стабилизатор потока, 8-внутренний конус.

Классический центробежный пылеуловитель. 1-вход в спиральный воздухозаборник, 2- цилиндрический корпус пылеуловителя, 3- конусный корпус пылеуловителя, 4-бункер, 5- труба для отвода очищенного воздуха, 6-выход очищенного воздуха.

от аэродинамического сопротивления. Поэтому, при конструировании пылеуловителей расчет и опытный замер сопротивления является необходимым процессом. Аэродинамическое сопротивление циклонов определяется по формуле.

Целью настоящей работы является моделирование двухфазного течения в центробежных пылеуловителях и сравнение эффективностей пылеулавливания классического и модифицированного циклонов. Моделирования аэродинамических процессов двухфазного потока внутри пылеуловителей проведены на основе пакета программ Comsol Multiphysics 5.6, где была использована модель турбулентности $k-\epsilon$.

Любое аэродинамическое оборудование характеризуется таким важным параметром, как сопротивление.

Важность данного параметра заключается в том, что расход подаваемой энергии извне напрямую зависит от аэродинамического сопротивления.

Поэтому, при конструировании пылеуловителей расчет и опытный замер сопротивления является необходимым процессом.

$$\Delta P = \xi \frac{\rho v^2}{2}. \quad (1)$$

где $\xi = 20D$ – коэффициент сопротивления, D – диаметр трубы. Расчет аэродинамическое сопротивление подробно было показано в диссертационной работе [7].

Физическая и математическая постановки задачи.

Для исследования динамики потока рассмотрим систему уравнений гидродинамики. При этом сделаем предположение, что объемная плотность частиц в основной зоне потока пренебрежимо мала по сравнению с плотностью потока газа. Действительно, в реальных пылеуловителях плотность пыли не превосходит 10 г/м^3 , а плотность воздуха $1,29 \text{ кг/м}^3$. Однако плотность пыли около стенки за счет скопления может намного превосходить данный показатель. Но это происходит довольно в узком слое, размером которого по сравнению с характерными параметрами пылеуловителя можно пренебречь.

Силы, действующие на пылевые частицы в центробежных пылеуловителях. Из внешних сил, действующих на частицу в центробежных пылеуловителях, главной силой является центробежная сила. Проведем оценку ускорения частицы, получаемое в результате действия этой силы

$$a_{ц.б.} = \frac{V_\phi^2}{R}, \quad (2)$$

где V_ϕ – окружная скорость, R – радиус окружности в траектории частицы. Рассмотрим характерные значения для этих параметров, если $V_\phi = 13 \text{ м/с}$, $R = 0.1 \text{ м}$, то для ускорения получим

$$a_{ц.б.} = 1690 \text{ м/с}^2 \quad (3)$$

Как мы видим, центробежное ускорение, более чем ускорение свободного падения. Помимо этих сил в пылеуловителях возникают и другие силы различной природы. Ниже рассматриваются эти силы и даются их оценки. Для оценки этих сил, их ускорения сравниваются с ускорением центробежной силы. Это необходимо для того, чтобы выявить которые из них являются важными для построения математической модели переноса частиц и аэрозолей.

Силы Магнуса и Сефмена, действующие на пылевые частицы. Наличие градиентов осредненной и пульсационной составляющих скорости продольного движения газа имеет своим результатом появление особой формы поперечного движения частиц, называемой в литературе подъемной миграцией частиц. В основе этой формы движения частиц лежит так называемый эффект Магнуса – возникновение поперечной силы, действующей на обтекаемое тело в случае его вращения вокруг перпендикулярной к движению оси. Причиной возникновения поперечной силы является падение давления со стороны, где сумма тангенциальных составляющих скоростей обтекания и вращения тела достигает максимума. Поперечная сила всегда направлена в сторону этого максимума.

В сдвиговом турбулентном потоке газа обтекание частиц возникает не только благодаря их оседанию под действием силы тяжести, но и явлению продольного скольжения частиц, а также пульсирующему характеру течения газа. Вращения же частиц обусловлено сдвигом скорости их относительного движения либо, что реже, соударением со стенками, сопровождающимися в случае твердых частиц своеобразным «юзом».

Это означает, что явление подъемной миграции частиц свойственно как вертикальным, так и горизонтальным турбулентным потокам. При этом вектор скорости подъемной миграции частиц в одних случаях направлен в сторону оси потока, а в других, наоборот, в сторону стенки.

Для определения численного значения поперечной силы, действующей на аэрозольную частицу во внутритрубном турбулентном потоке газа, в теоретических работах

обычно используются решения Рубинова и Келлера [18] или Сефмена [19], что не вполне корректно.

Рубинов и Келлер [18] дали решение для поперечной силы, действующей на малую самостоятельно вращающуюся сферическую частицу, движущуюся в безграничном вязком потоке со сдвигом:

$$F_L = \frac{\pi}{8} \rho d^3 [\Omega \times U_{pm}] \quad (4)$$

где Ω - угловая скорость вращения частицы, а U_{pm} - относительная скорость ее поступательного движения (скорость скольжения).

Однако для случая течения аэрозоля в трубе этот результат, как показали Кокс и Бреннер [20], непосредственно применять нельзя, так как здесь вращение частицы не накладывается извне, а вытекает из сдвигового движения самого газа.

Это обстоятельство учтено Сефменом [19] и он дал следующее решение для поперечной силы, действующей на свободно вращающуюся сферическую частицу, движущуюся в вязком потоке с линейным сдвигом скорости (течение Куэтта):

$$F_{сэф} = 1.6 \rho d^2 \left[\frac{\nu}{\Gamma} \right]^{1/2} [\Gamma \times U_{pm}] \quad (5)$$

где $\Gamma = \vec{k} \frac{dU}{dy}$ - градиент скорости газа (\vec{k} - единичный вектор).

Чтобы выяснить, насколько интенсивна подъемная миграция частиц, найдем ускорение частицы, испытывающая подъемную силу. Если m_q - масса, ρ_q - плотность, а $a_{сэф}$ - ускорение частицы вызванное силой Сефмена, то ускорение равно

$$a_{сэф} = \frac{F_{сэф}}{m_q} = \frac{9.6 \rho \Delta U_{pm}}{\pi \rho_q d} \sqrt{\nu \frac{dU}{dy}} \quad (6)$$

Градиент скорости имеет максимум в вязком подслое и имеет значение

$$\frac{dU}{dy} = \frac{U_*^2}{\nu} \quad (7)$$

а для нахождения скорости скольжения воспользуемся формулой

$$\frac{\Delta U_{pm}}{U_m} = 1220 C_m d U_m^{0.4} \quad (8)$$

подставляя эти выражения в формулу (3.2.4) получим

$$a_{сэф} = 3730 \frac{\rho C_m U_*}{\rho_q} U_m^{1.4} \quad (9)$$

Как и в предыдущем разделе проведем оценку этого выражения при характерных параметрах для воздухоочистителя $U_m = 10 \text{ м/с}$, $D_s = 0.06 \text{ м}$, для них получим $Re_D \approx 4 \cdot 10^4$ и $U_* \approx 0.53 \text{ м/с}$. Коэффициент Кеннингема для крупных частиц равен единице. Поэтому для основных частиц с плотностью $\rho_q = 2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ имеем оценку для диапазона ускорения

$$a_{сэф} \approx 7 - 40 \text{ м/с}^2$$

Таким образом, ускорение, вызванное подъемной силой существенно меньше, чем основное ускорение – центробежное.

Для численного исследования поставленной задачи используется система уравнений Навье-Стокса осредненные по Рейнольдсу [8, 9]. В системе уравнений не учитываются силы,

обусловленные эффектами турбулентной миграции, Сэфмена, Магнуса (подъемная сила) и Кориолиса. Потому, что они существенно меньше чем центробежная сила. Таким образом, для математического моделирования процессов переноса пылевых частиц и аэрозолей в пылеуловителях является достаточным учет центробежной, гравитационной \bar{G} , Архимодный \bar{F}_A и Стоксовой силы \bar{F} .

$$\begin{cases} \frac{\partial \bar{U}_i}{\partial t} + \bar{U}_j \frac{\partial \bar{U}_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \bar{G} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(v + v_t) \left(\frac{\partial \bar{U}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{U}_j}{\partial x_i} \right) \right], \\ \frac{\partial \bar{U}_{pi}}{\partial t} + \bar{U}_j \frac{\partial \bar{U}_{pi}}{\partial x_j} = \sum_{k=1}^n F_k = \bar{G} + \bar{F}_A + \bar{F}, \\ \frac{\partial \rho_m}{\partial t} + \bar{U}_{pi} \frac{\partial \rho_m}{\partial x_j} = D \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\frac{\partial \rho_m}{\partial x_j} + \frac{\partial \rho_m}{\partial x_i} \right], \quad \frac{\partial \bar{U}_j}{\partial x_j} = 0. \end{cases} \quad (10)$$

здесь \bar{U}_i – соответственно аксиальная, радиальная и тангенциальная составляющие скорости воздушного потока; \bar{U}_{pi} – аналогичные составляющие скорости для m -ой фракции пыли; \bar{p} – гидростатическое давление; ρ – плотность газа; v, v_t – молекулярная и турбулентная вязкостей; ρ_m – массовая плотность пыли; m -число фракций пыли; $D = \frac{\rho}{S_c(\rho + \rho_p)}(v + v_t)$ – коэффициент диффузии для твердой фазы, $S_c = 0.8$ – коэффициент Шмидта.

Сила гравитации определяется следующим образом.

$$\bar{G} = m_{\text{ч}} g = \frac{1}{6} \pi d_{\text{э}}^3 \rho_{\text{ч}} g. \quad (11)$$

где $m_{\text{ч}}$ – масса частицы, g – ускорение свободного падения, $d_{\text{э}}$ – эквивалентный диаметр частицы, $\rho_{\text{ч}}$ – плотность частицы.

$$\bar{F}_A = V_{\text{ч}} \rho g = \frac{1}{6} \pi d_{\text{э}}^3 \rho g. \quad (12)$$

Аэродинамическая сила \bar{F} определялся через параметр Стокса для турбулентного потока:

$$\bar{F} = \frac{1}{2} C_D S \rho (\bar{U} - \bar{U}_{pi}) |\bar{U} - \bar{U}_{pi}|. \quad (13)$$

где C_D – коэффициент сопротивления, определяемый через критерий Рейнольдса, т.е. $C_D = C_D(\text{Re})$; S – площадь миделева сечения частицы, $S = \frac{\pi d_{\text{э}}^2}{4}$.

В том случае, если частица отстает от потока ($\bar{U} < \bar{U}_{pi}$), аэродинамическая сила будет ускорять частицу и способствовать выравниванию скоростей \bar{U} и \bar{U}_{pi} . В противном случае – сила \bar{F} замедляет частицу.

В работе [10] подробно было описана модель турбулентности k - ε . Модель турбулентности k - ε в тензорном виде имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho k}{\partial t} + \bar{U}_j \frac{\partial \rho k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k - \varepsilon \rho, \\ \frac{\partial \rho \varepsilon}{\partial t} + \bar{U}_j \frac{\partial \rho \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + C_1 \frac{\varepsilon}{k} P_k - C_2 \rho \frac{\varepsilon^2}{k}. \end{cases} \quad (14)$$

где P_k — генерация энергии турбулентных пульсаций, турбулентная вязкость вычисляется как

$$\mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}, \quad \nu_t = C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}$$

По моделированию кинематики движения частиц в турбулентном двухфазном потоке отсутствует единое представление, которое позволило бы правильно описать объект [11]. Модель, основанная на концепции «траекторных частиц», считается некорректной из-за отсутствия учета фактора взаимодействия рейнольдсовых напряжений и частиц. С другой стороны, неоспоримы преимущества лагранжева подхода, более близкого к реальным процессам и позволяющего получить необходимую информацию о траекториях частиц, времени нахождения частиц в аппарате, минимальном размере улавливаемых частиц [12–15]. В связи с этим в настоящей работе для моделирования эффективности центробежного пылеуловителя использован Лагранжевой подход.

Численное решение представленных систем уравнений проводилось в физических переменных скорость–давление путем физического расщепления полей скорости и давления [16]. Численное решение уравнения переноса проводится на гибридной, шахматной разностной сетке методом контрольного объема. При численном решении систем уравнений (10-14) использован одинаковый метод.

Вычислительный эксперимент проводился при трех скоростях потока 1) $U_0 = 7 \text{ м/с}$, $U_0 = 10 \text{ м/с}$, 2) 3) $U_0 = 13 \text{ м/с}$. Суммарная плотность твердой фазы на входе была равна $\rho_m = 10 \text{ г/м}^3$ и распределена по сечению однородно.

Результаты расчетов и их обсуждение

Основными факторами, влияющими на эффективность работы пылеуловителя, являются скорость газового потока во входном патрубке, размеры и плотность частиц пыли [17-20]. Поэтому в работе проведены сравнения при скоростях на входе 1) $U_0 = 7 \text{ м/с}$, 2) $U_0 = 10 \text{ м/с}$, 3) $U_0 = 13 \text{ м/с}$. На рис. 2 представлены изолинии и векторы поля скоростей в пылеуловителях.

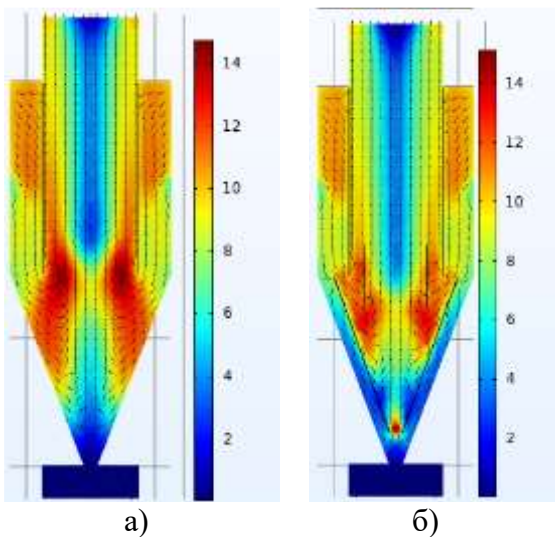


Рис.2. Изолинии и векторы поля скорости в пылеуловителях при $U_0 = 7 \text{ м/с}$. а) Классический центробежный пылеуловитель, б) Модифицированный центробежный пылеуловитель

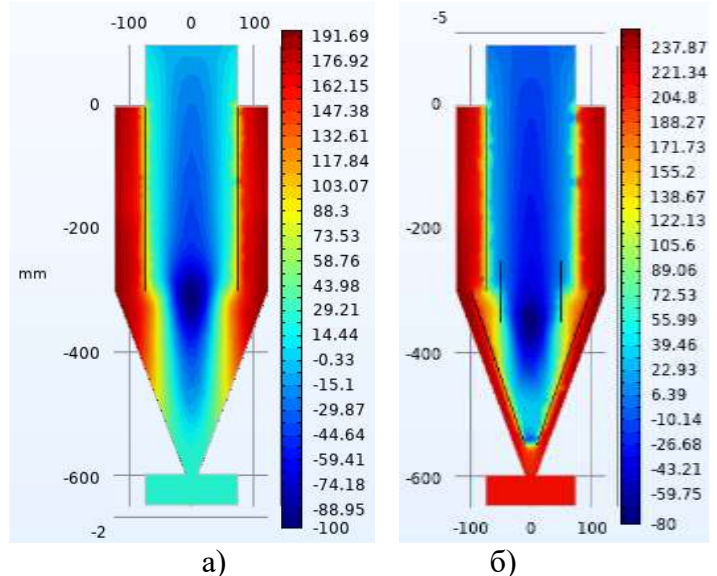


Рис.3. Изолинии давления центральной части пылеуловителя при $U_0 = 7 \text{ м/с}$, а) Классический центробежный пылеуловитель, б) Модифицированный центробежный пылеуловитель

В рис. 3 представлены изолинии давления в пылеуловителях.

В рис. 5 представлены траектории движения частиц (окрашенные в соответствии с их размерами) в верхней части пылеуловителей при скорости на входе в аппарат $U_0 = 7 \text{ м/с}$.

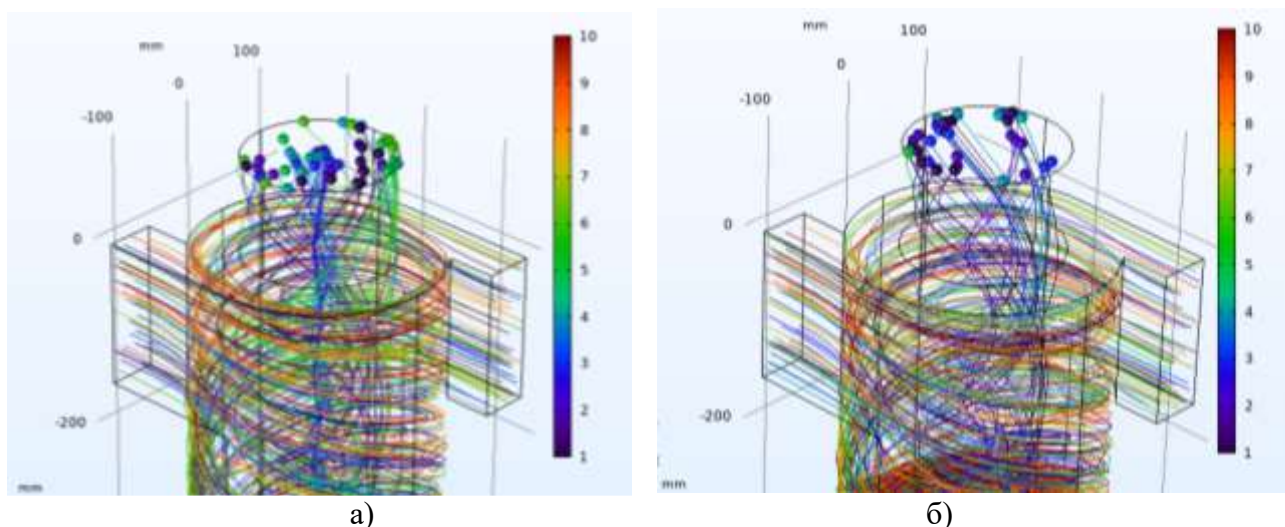


Рис. 4. Траектории движения частиц (окрашенные в соответствии с их размерами) в верхней части пылеуловителя при скорости на входе в аппарат $U_0 = 7 \text{ м/с}$. а) Классический центробежный пылеуловитель, б) Разработанный центробежный пылеуловитель.

Из рис. 4 видно сопротивление разработанный центробежный пылеуловителя 18 % больше чем классический центробежный пылеуловителя. Это не влияет эффективность разработанного центробежного пылеуловителя.

Выводы

В работе использован пакет программ Comsol Multiphysics 5.6 для моделирования аэродинамических процессов двухфазного потока внутри классического и модифицированного центробежных пылеуловителей. При этом использована модель турбулентности $k-\varepsilon$. Полученные результаты подтверждают, что модифицированный центробежный пылеуловитель эффективнее, чем классический циклон. Таким образом, можно утверждать, что моделирование аэродинамических процессов с помощью современных пакетов программ является эффективным инструментом для проектирования различных пылеуловителей.

Список литературы

- [1]. Кузнецов С.И., Михайлик В.Д., Русанов С.А. Моделирование работы высокоэффективного циклонноротационного пылеуловителя // *Вестник ХНТУ*, 2009, № 3(36), с. 81–85.
- [2]. Тарасова Л.А. Повышение технологической эффективности аппаратов вихревого типа в системах газоочистки. Дисс. ... д-ра техн. наук. Москва, 2010. 34 с.
- [3]. Безик Д.А. Автоматизация расчета параметров циклона на основе математического моделирования процесса пылеулавливания. Дисс. ... канд. техн. наук. Брянск, 2000. 150 с.
- [4]. Асламова В.С. Процесс сепарации в высокопроизводительных прямоточных циклонах и методы их расчета. Дисс. ... д-ра техн. наук. Томск, 2009. 377 с.
- [5]. Л.В.Чекалова, Экотехника. Защита атмосферного воздуха от выбросов пыли, аэрозолей и туманов/ под ред. Ярославль: Русь, Кондор-Эко, 2004.
- [6]. Н.И. Володин [и др.], Пылеуловители инерционно-центробежного типа // *Экология и промышленность России*. 2002. № 7. С. 13-14.
- Маликов З.М. Разработка высокоэффективных центробежных пылеуловителей на основе теории аэродинамических процессов: Дисс.. д-ра тех. наук, Ташкент, 2016. 211 с.
- [7]. M.E. Madaliev. Numerical Calculation of an Air Centrifugal Separator Based on the SARC Turbulence Model // *Journal of Applied and Computational Mechanics*. 6(SI), 2020, – P.1133-1140. ISSN: 2383-4536, DOI: 10.22055/JACM.2020.31423.1871.
- [8]. Z. M. Malikov, M. E. Madaliev. Numerical Simulation of Two-Phase Flow in a Centrifugal Separator. *Fluid Dynamics*, 2020, Vol. 55, No. 8, pp. 1012–1028. © Pleiades Publishing, Ltd., 2020.

ANALYSIS OF VARIOUS METHODS FOR BOUNDARY DETECTION TO SEGMENT
THE PECTORAL MUSCLE FROM DIGITAL MAMMOGRAMS

Sh.Kh. Fazilov^I, Kh.S. Abdieva^{II}

^I Research Institute for Development of Digital Technologies and Artificial Intelligence,
Tashkent, Uzbekistan, e-mail: sh.fazilov@mail.ru.

^{II}Samarkand State University, Samarkand, Uzbekistan, e-mail: orif.habiba1994@gmail.com.

(Received on 23 August 2022)

It is important to develop diagnostic assistance systems to limit tumor growth with extremely high precision and to administer more effective treatments matched to the pathological stage of the tumor in the context of breast cancer prevention and early diagnosis. It is necessary to begin with the pretreatment stage, which improves the quality of boundaries and structures, in order to build such a system. Second, the pretreatment pictures that contain the pectoral muscle (PM), which is situated in the top corner of the mammography in the Medio-Lateral-Oblique (MLO) view, must be segmented. In this article, we suggest a method for removing PM from mammography MLO observations. The various methods for boundary detection to segment the pectoral muscle from digital mammograms are analyzed in this paper.

Keywords: digital mammogram, pectoral muscle, thresholding, breast cancer, CAD systems.

Важно разработать вспомогательные диагностические системы для ограничения роста опухоли с чрезвычайно высокой точностью и назначения более эффективных методов лечения, соответствующих патологической стадии опухоли, в контексте профилактики и ранней диагностики рака молочной железы. Необходимо, начиная с этапа предварительной обработки, улучшающего качество границ и конструкций, построить такую систему. Во-вторых, изображения до лечения, содержащие грудную мышцу (ГМ), расположенную в верхнем углу маммограммы в медиолатерально-косой проекции (МКП), должны быть сегментированы. В этой статье мы предлагаем метод удаления ГМ из маммографических наблюдений МКП. В этой статье анализируются различные методы определения границ для сегментации грудной мышцы на цифровых маммограммах.

Ключевые слова: цифровая маммограмма, грудная мышца, пороговая обработка, рак молочной железы, CAD-системы.

Ko'krak bezi saratonining oldini olish va erta tashxislashda o'simta o'sishini o'ta yuqori aniqlik bilan tekshirish va o'simtaning patologik bosqichiga mos keladigan yanada samarali davolash usullarini belgilash uchun yordamchi diagnostika tizimlarini ishlab chiqish muhimdir. Bunday tizimni qurish uchun tibbiy tasvirda chegaralar va tuzilmalarning sifatini yaxshilaydigan dastlabki ishlov berish bosqichidan boshlab zarur. Ikkinchidan, mediolateral oblique ko'rinishida (MLO) mammogrammaning yuqori burchagida joylashgan pektoral mushakni (PM) o'z ichiga olgan tasvirlarda ushbu mushaklar belgilangan bo'lishi kerak. Ushbu maqolada biz MLO turdagi mammogrammalardan pektoral mushakni olib tashlash usulini taklif qilamiz. Ushbu maqola raqamli mamogrammalarda pektoral mushaklar segmentatsiyasining turli xil o'chirish usullarini tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: raqamli mammogramma, ko'krak mushaklari, chegara, ko'krak saratoni, CAD tizimlari.

INTRODUCTION

Breast cells give rise to the malignant tumor known as breast cancer [1]. The term "malignant" refers to a tumor that has the potential to metastasis (spread to other organs). The most prevalent and aggressive type of cancer in women is breast cancer. Early detection and prevention are crucial for the efficacy of treatment in order to lower the mortality rate [4]. Mammography is a radiography technique that is especially suited for assessing women's breasts [1,3,4,5,6,10]. It is a crucial step in the process of investigating and identifying breast disease symptoms. There are many different types of disease symptoms, such as swelling, changes to the skin, palpable nodules, drainage, and others. Before they result in clinical symptoms, abnormalities should be found by mammography as soon as feasible[2]. Breast cancer is identified using the mammography image (mammogram). Mammograms show the breasts' intricate anatomy. The opaque radio zones in a mammography are extremely visible. Due to opaque radio zones, the fibro glandular tissue and

calcium, which are crucial components of breast lesions [1,2,4,5], are visible. Mammography is typically performed in a variety of planes and angles; each mammography is referred to as an incident. If the breast tissue can be seen by the widest spread possible on the X-ray plate, an incidence would be an excellent candidate for further processing. Then, depending on the breast part to be inspected, other implications can be used. The most frequently utilized ones are the profile, face, and oblique external occurrences. During screening, there are two common orientations for the mammography pictures. One is called a medial-lateral-oblique (MLO) view, while the other is called a craniocaudal (CC) view [3, 5, 10]. The Craniocaudal view should show the whole breast parenchyma. The pectoral muscle, which is fat tissue that can be seen close to the chest wall during a mammography, should appear as a dark strip on the top right or top left of the image. The MLO view should be obtained such that the pectoral muscle may be seen in its entirety. The MLO view has been created with 450 angles to help with this. On the mammography employing MLO view, a portion of the pectoral muscles is also visible. The CC and MLO projection, which also depicts the top-down perspective of the breast, is depicted in (Figure 1). Because the MLO (Figure 1) projection makes it possible to depict the majority of the breast tissue, MLO images are always preferable.

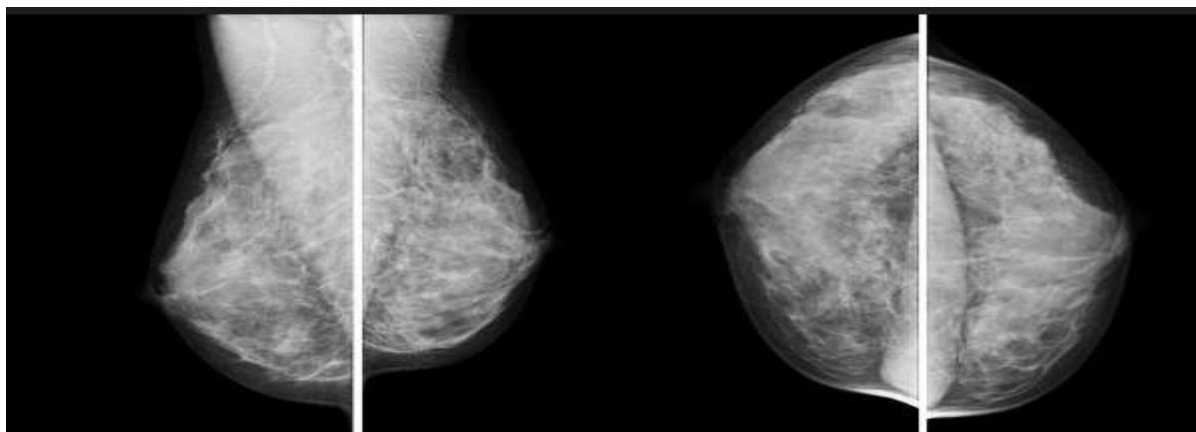


Fig. 1. Left and right breast medial-lateral-oblique (MLO) and caudal (CC) projections.

Due to the breast parenchyma and pectoral muscle's striking similarity, pectoral muscle is the area of density that predominates in most mammograms, which might complicate diagnosis. This resemblance could cause cancer to be misdiagnosed. To avoid misleading results that could be harmful to humans, such as false positives or false negatives. Therefore, clearly and concisely segmenting the pectoral muscle remains a difficult task. The incorrect assessment of the density level that is included in the mammography data is one of the concerns in addition to the issues outlined above. Pre-processing is required in order to eliminate noise when using CAD to assist in the detection of breast cancer. Multiple options for image augmentation, automatic segmentation and registration, and, in the ideal case, automatic detection algorithms for numerous potential features that might signal an anomaly, should all be included in CAD systems. Choosing the appropriate region of interest, which necessitates some form of image segmentation and object detection, is the primary preprocessing approach used in CAD applications. The user of a CAD system can launch all additional automatic detection and diagnosis tools after segmentation in order to provide a trustworthy and prompt diagnosis.

Mammograms can be recorded and stored using either full-field digital mammography (FFDM) or analog screen-film mammography (SFM) (FFDM). Although each of these approaches has its benefits, there is little to no difference between them in terms of diagnostic precision [7,8,9]. As a result of the ease of digital storage and the cheaper operational costs for each examination, FFDM is being employed more frequently these days. Although DICOM [4], a standard for image storage for use with numerous medical imaging modalities, exists, different equipment manufacturers offer various storage solutions due to the equipment's various capabilities. We discuss image processing

methods in this study for separating breast tissue from background in FFDM and digitized SFM pictures as well as for separating the pectoral muscle from mediolateral oblique (MLO) mammograms. For automatic detection and registration methods as well as for identifying the breast tissue boundaries for correct image display without manual modification, it is crucial to separate the breast tissue from the backdrop. A portion of the pectoral muscle is visible in MLO mammograms, and determining its borders provides useful details regarding the location and direction of the breast as well as the overall intensity of the gray levels in the image. These factors led to numerous automatic approaches for the detection of the pectoral muscle and its masking being presented. These methods have since been incorporated into industry-standard CAD systems. We evaluate current developments in segmentation techniques in this study, focusing on the most popular methods that have produced the greatest outcomes. Because image attributes can vary and some strategies can produce superior results when specific types of photos are utilized for testing, it can be difficult to compare the performance of various methods when they were tested on images from various sources in the first studies. A set of photos with a wide variety of photographs of various quality and from various image capturing sources would be great for comparing all of the methods. The Mammographic Image Analysis Society (MIAS) database [7,10], which contains 322 MLO mammograms, and the Digital Database of Screening Mammograms (DDSM), which contains 2620 cases and over 10,000 CC and MLO mammograms, are the two most popular public mammographic image datasets. These two databases are out of date because they only contain digitized SFM images.

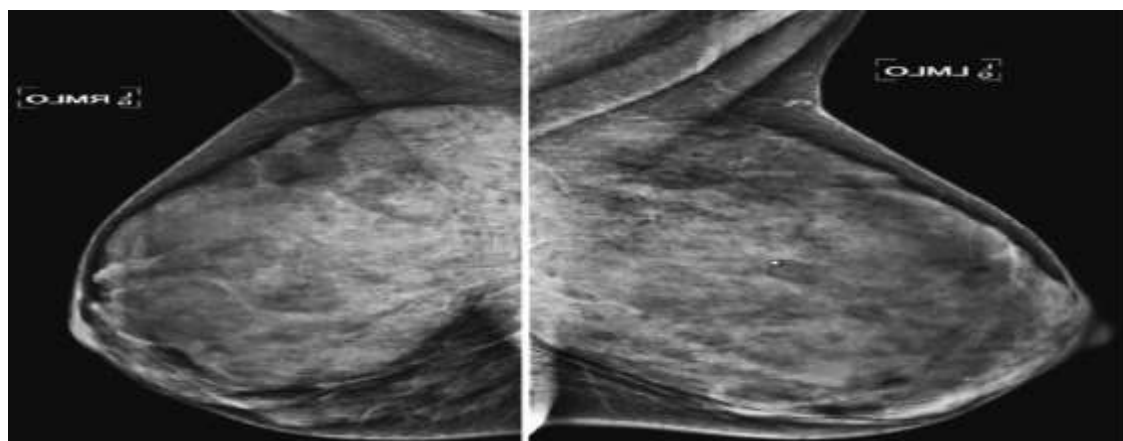


Fig. 2.MLO view mammographic image.

Mammograms can show tumors as micro-calcifications, masses, distortions, or masses [5]; hence, it may partially hide the dense tissues in individuals with dense breast tissues, masking effects, and less vulnerability to mammography. In standard mammographic testing, the pectoral muscle is a noticeable dominant location in MLO opinions, lying either on the right or left top corner as indicated in Figure 2. It is a dense area near the chest that could affect the accuracy of the detection. Up to 30% of breast cancers may be undiagnosed by doctors due to the dense or very complicated breast tissues [6]. In the CC view, the pectoral muscle seems to be semi-elliptical along the breast wall. The MLO image is located in the upper corner of the mammography and covers a larger area; it resembles a triangle with a right angle in shape. the pectoral muscles, which dominate the MLO's perspective on screening mammography. By blending pre-existing fibro-glandular breast tissues with pectoral tissues, the overlap produces more diverse regions. Breast parenchyma can be efficiently separated because the pectoral regions are frequently denser and have a higher contrast with the surrounding tissues. However, the pectorals frequently lack contrast compared to the thick tissues that surround them, which results in lesser border discrepancies. There are also instances where the muscles are joined to the fibro-glandular tissues and share the same density as the parenchyma of the nearby breast. Therefore, false positive results from automatic lesion detection may be problematic [7][8][10]. If the MLO perspective is accurately depicted, the pectoral muscle

should always be seen as an enhanced intensity over the upper back boundary of the image with the triangle area. The pectoral muscle must be clearly visible as a high-intensity triangular area across the upper posterior boundary of the image in the MLO view. The pectoral muscle is only visible in 30 to 40 percent of images, which is why the craniocaudal view (CC) is not taken into consideration for analysis. Pectoral muscle segmentation is beneficial in a variety of mammographic analytic fields [5]. Radiologists specifically examine the area around the pectoral muscle because it is prone to cancer development and to reducing the number of false negatives. Therefore, before identifying lesions, the pectoral muscle must be segmented [3]. Similar to this, segmenting the pectoral muscles is required for an automatic study of breast tissue density. The appearance of the various forms of parenchyma varies significantly, in part because of variations in image acquisition [4]. The pectoral edge is one of the primary landmarks in mammography for analysis and comparison [4] and is used from various mammographic angles as a critical point in 3-dimensional reconstructions[5]. Additionally, radiologists advise considering the pectoral muscle at or below the level of the nipple for a high-quality MLO mammography [3,5,10]. Convex pectoral margin was also suggested by researchers [4,7]. The algorithm's inaccuracy and computing load will be reduced by eliminating the right pectoral muscle. The precise separation of pectoral muscles and tissues from the breast mass is essential for effective CAD procedures. The use of computerized mammographic examination is thought to make a significant contribution to reduce the mounting workload and aid in the early detection of breast cancer. The literature on hand makes it obvious that removing the pectoral muscle is not difficult, but it is quite complex and needs the assistance of a skilled radiologist to discern between the pectoral muscle and tissues as the breast tissues are frequently opaque. The pectoral muscle is occasionally seen to be entirely missing. This random fluctuation in pectoral muscle location, combined with its density resemblance to breast tissues, makes segmentation challenging. As a result, many of the strategies outlined in the literature [8] [9] [10] are not entirely automatic. The Pectoral Border is not a straight line, as some people might assume [10], but rather has a concave or convective margin on the upper side of the nipple, or a combination of the two for the lower section of the Margin. There is no single geometrical or mathematical explanation for the fluctuation of the margin between mammograms [7]. In recent years, many methods have been proposed to address this problem.

BACKGROUND STUDY

For the purpose of segmenting the pectoral muscles on mammography, numerous methods have been devised. The most widely applied techniques include straight line estimation, region expansion, threshold for edge detection, and polynomial fit, according to current study in this field by[4]. Only a few methods examine every mammogram in the small MIAS database, which is the most popular database. Thus, linear estimation is a highly logical method. After estimating a straight line, the area of interest's change in gray intensity or gradient is used to fine-tune the line's boundary (ROI). However, the authors frequently made the assumption that the pectoral muscle's borders were straight lines. Thus [10] was one of the first authors to use a straight line to identify the pectoral muscle. N. Karssemeijer used the Hough transform to detect the pectoral edge and this method is a popular technique. This approach makes the assumption that the pectoral edge is roughly a straight line that faces a specific direction. The gradient magnitude and orientation, projected line length, and associated pectoral area were all taken into consideration to make sure the correct peak was chosen in the Hough space. The results were said to be quite strong and dependable due to the meticulous selection process. [5] presented a straight line method to estimate the edge of the pectoral muscle and refined the edge detected by cliff detection and surface smoothing. About 94% of the images were considered to be segmented in an acceptable manner. D. Raba, A.Olivier and other scientists[3] reviewed a lot of relevant work that has been presented from 80's to these days. And, an automated technique for segmenting a mammogram image into breast region and background with pectoral muscle suppression is performed. Adaptive contrast enhancement method for breast skin-air interface detection which

combines usage of adaptive histogram equalization method is presented in M.Mustra and M.Grgic[4-8]. Their method makes segmentation of very low contrast pectoral muscle areas. Another approach is one-shot segmentation of breast pectoral and background in mammograms. A.Oliver and others[6] tackled this problem using a supervised single strategy. This approach requires a training step, and this allows a fast and a reliable segmentation of new mammograms. They obtained results using 149 digital mammograms of the MIAS database. C.K.Feudjio and others[7] introduces an automated two step approach for pectoral muscle extraction. In[10], authors segment pectoral muscle region from the Mediolateral Oblique view of mammograms. Their algorithm uses the active contour and intensity based thresholding approach to identify boundary existing between the pectoral muscle region.

Table1.

Various methods and their results

Author/Year	Method	Results	Advantages
Ma et al.(2007)	i)Adaptive Pyramids ii)Minimum spanning Tress iii)Active Contours	Average error for AP and MST less than 2 mm for 80% And less than 5 mm for 97% of pictures for AP.	The boundaries discovered by AP and MST are sufficiently precise to serve as the original reliable.
Kwok et al.(2004)	Estimated by a straight line further refined by cliff detection	The Expert mammographic radiologists, assesses results by rating curve segmentations with 83.9% which is adequate or better.	The algorithm adapts to differences in the size, density and curvature of the pectoral muscle.
Cardoso et al. (2010)	Shortest Path Method	Hausdorff Distance was 0.1387/ 0.1426 and Mean Distance was 0.0545/ 0.0387	
Chakraborty, Jayasree, et al.	Using Average Gradient and Shape Based Feature	Average FP and FN pixel percentages are 4.22%, 3.93%, 18.81%, and 6.71%, 6.28%, 5.12% for mini-MIAS, DR, and CR images, respectively.	Method outperforms the other two algorithms in terms of total mismatched pixel percentage, Housdorff distance, and MDCP.
Taghanaki et al.(2017)	Geometry based Model and adaptive RG	95%, 94%, 96%	Result tested on all BI-RADS tissue density classes. Techniques help all manner of pectoral muscles like (Concave, Convex or their combination)
Shen et al.(2018)	Genetic Algorithm and Morphological Selection	96.89%	Pectoral muscle segmentation has been effective in 291 mammograms and 21

			images have been found appropriate. The 10 images were unacceptable.
Gardezi et al.(2018)	Adaptive gamma corrections	98.45% with the 92.79% Jaccard average similarity index.	Segmentation of pectoral muscle was successful with the interpolation equations.

CONCLUSION AND FUTURE WORK

Due to a variety of patterns that make its automatic segmentation difficult, identifying the pectoral muscle in the MLO image of mammograms is a difficult task. The key challenges are the fluctuations in the pectoral muscle region's shape, size, and texture from one image to the next, the variances in image quality, and the overlap between thick glandular tissue and pectoral muscle. According to the debate in the aforementioned chapters, there isn't a single strategy that completely solves the problem of pectoral muscle segmentation. The proposed answer typically focuses more on a particular set of data or the current problem at hand. There aren't many generic options for pectoral muscle detection. As a result, it is highly challenging to quantify the conclusions drawn from easily accessible study publications.

References

- [1]. O.R.Yusupov, Kh.S.Abdiyeva, A.Primov. "Preprocessing and segmentation of digital mammogram images for early detection of breast cancer".IJARSET, vol.8, issue 9, 2021.
- [2]. World Health Organization. www.who.org
- [3]. D. Raba, A. Oliver, J. Mart'ı, M. Peracaula, and J. Espunya, "Breast Segmentation with Pectoral Muscle Suppression on Digital Mammograms," in Lect. Not. Comp. Sc., 2005, vol. 3523, pp. 471–478.
- [4]. M. Mustra and M. Grgic, "Robust automatic breast and pectoral muscle segmentation from scanned mammograms," Signal Proc., vol. 93, no. 10, pp. 2817–2827, 2013.
- [5]. Kwok, S.M., Chandrasekhar, R., Attikiouzel, Y., Rickard, M.T. (2004). Automatic Pectoral Muscle Segmentation on Mediolateral Oblique View Mammograms. IEEE Transactions on Medical Imaging. 23(9):1129 – 1140. DOI: 10.1109/TMI.2004.830529
- [6]. A.Oliver, X.Llado, A. Torrent, J. Marti'. "One-shot segmentation of breast, pectoral muscle, and background in digitized mammograms". ICIP 2014.
- [7]. C. K. Feudjio, J.Klein , A.Tiedeu, and O.Colot." Automatic Extraction of Pectoral Muscle in MLO View of Mammograms".
- [8]. Mario Mustra, Mislav Grgic, Rangaraj M. Rangayyan." Review of recent advances in segmentation of the breast boundary and the pectoral muscle in mammograms". International Federation for Medical and Biological Engineering ,2015.
- [9]. Khouli I, Idrissi N, Sarfraz M. "Segmentation of Pectoral Muscle in Mammogram Images using K-means and Region Growing". Information Sciences Letters: Vol. 10 : Iss. 1 , Article 7. Available at: <https://digitalcommons.aaru.edu.jo/isl/vol10/iss1/7>.
- [10.] N. Karssemeijer, "Automated classification of parenchymal patterns in mammograms." Phys. Med. Biol. 43(2), pp. 365–378 (1998).

ИОНИЗАТОРНИНГ КОМПЬЮТЕР МОДЕЛИ

О.Х. Кулдашов¹, А.О. Комилов², М.Г. Тиллабоев²

¹Яримўтказгичлар физикаси ва микроэлектроника илмий-тадқиқот институти,
²Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети
Фарғона филиали
(Қабул қилинди 25.08.2022 й.)

Мақолада Зараркунанда ҳаширотларга қарши курашишга мўлжалланган ионизаторнинг яримўтказгичли оптоэлектрон асбоблар ҳамда n-p-n тузилмали транзисторлар комбинацияси асосида компьютер модели келтирилган.

Калит сўзлар: оптоэлектроника, транзистор, ионизатор, компьютер модели, биофизик қурилма, схема.

В статье представлена компьютерная модель ионизатора на основе комбинации полупроводниковых оптоэлектронных приборов и транзисторов структуры n-p-n, предназначенная для борьбы с вредителями.

Ключевые слова: оптоэлектроника, транзистор, ионизатор, компьютерная модель, биофизическое устройство, схема.

The article presents a computer model of an ionizer based on a combination of semiconductor optoelectronic devices and n-p-n structure transistors, designed for pest control.

Key words: optoelectronics, transistor, ionizer, computer model, biophysical device, circuit.

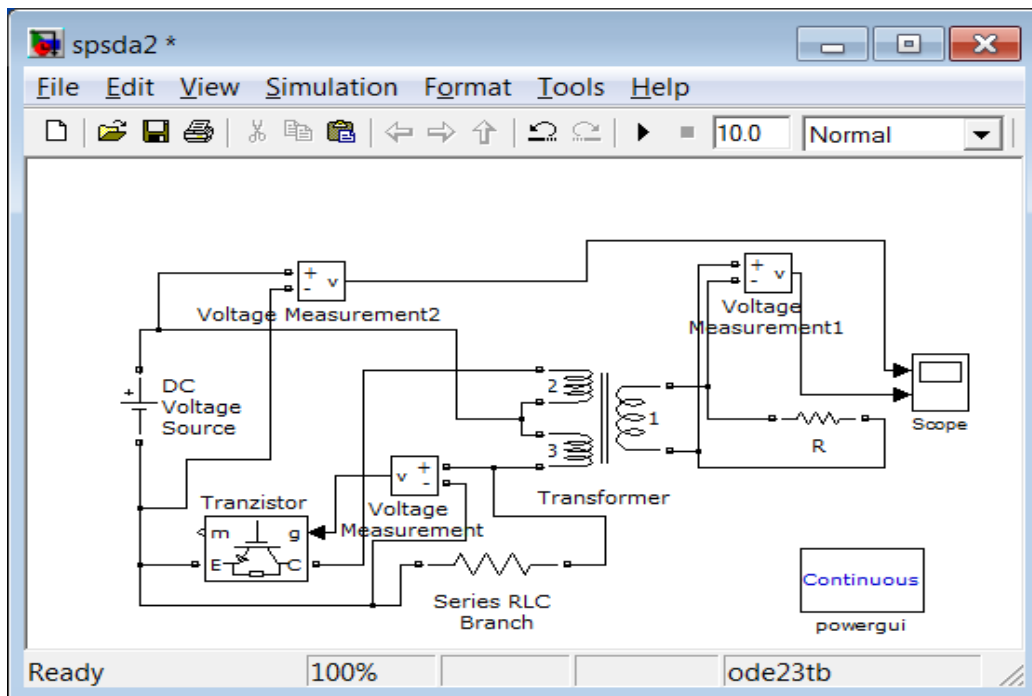
Кириш

Кейинги йилларда турли иқтисодий соҳаларда фойдаланиладиган юқори кучланишлар ҳосил қилиш технологияларига қўлланилиш соҳаси ва моҳиятига қараб бир нечта талаблар ҳусусан, ишлаш муддати, атроф муҳитга ҳавфсизлиги, иш самарадорлиги ва энергия тежамкорлиги каби талаблар қўйилади [1,2]. Жумладан, бугунги кунда қўлланилиб келинаётган оптик нурланишли биофизик қурилмаларда зараркунанда ҳашоратларни шикастлаш воситасининг энергия манбаи инсон учун ҳавфсиз бўлган ~3000 В дан юқори кучланишлар талаб этилади. Бундай турдаги қурилмаларда юқори кучланиш ҳосил қилиш учун ўзгарувчан 220 вольт кучланишли электр манбаи талаб қилинади. Бу энергия сарфини оширибгина қолмасдан улардан фойдаланишда ҳам ноқулайликлар келтириб чиқаради. Масалан, биофизик қурилмалар дала шароитида фойдаланишини ҳисобга олинса, уларни тармоққа улаш учун таъсир доирасига тенг бўлган улаш симларидан фойдаланиш талаб қилинади. Бу эса ўз навбатида юқори энергия сарфи ҳамда ноқулайликлар келтириб чиқаради.

Яримўтказгичли электр сигналларини кучайтиришга мўлжалланган транзисторларнинг яратилиши бундай муаммоларни ҳал қилиш имконини берди. Бугунги кунда бундай транзисторлар турли соҳаларда электр сигналларини кучайтиришда кенг қўлланилиб, энергия тежамкорлиги, таннарҳининг арзонлиги, ишлаш аниқлиги ва бошқа жиҳатлари билан ажралиб туради [3,4]. Ушбу ишда, яримўтказгичли электр сигналларини кучайтиришга мўлжалланган транзисторлар ёрдамида инсон учун ҳавфсиз бўлган юқори кучланишлар ҳосил қилиш компьютер модели баён қилинади.

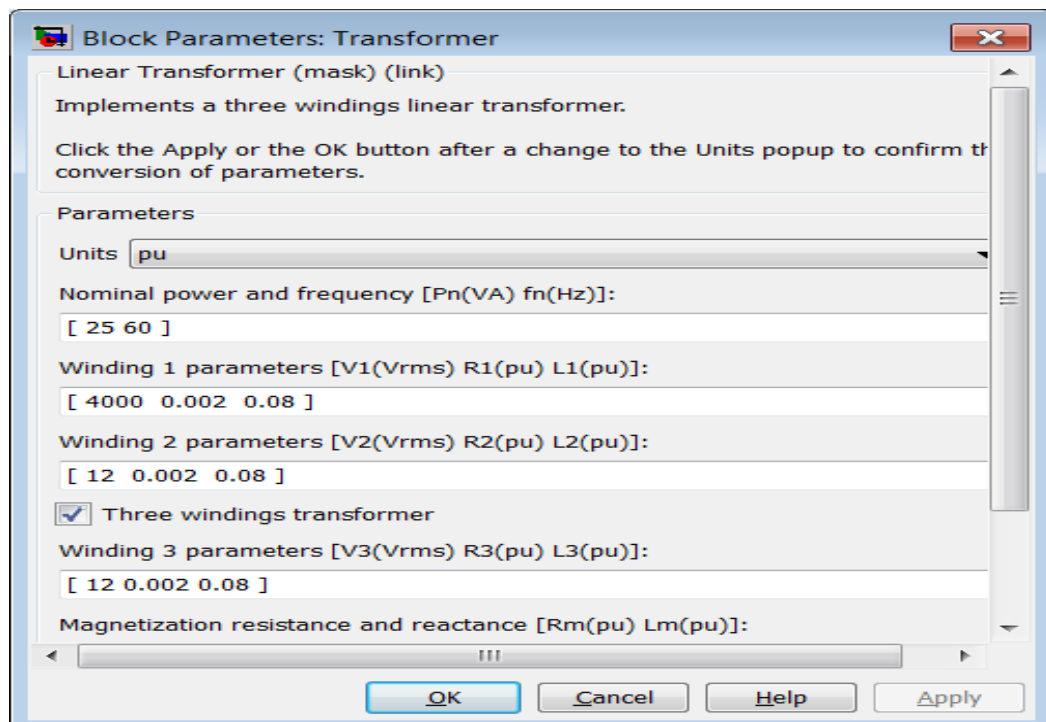
Юқори кучланишлар ҳосил қилиш электр схемасининг MATLAB (SPS) тизимидаги математик модели

1-расмда электр сигналларини кучайтириш яримўтказгич транзистори ёрдамида юқори кучланишлар ҳосил қилиш электр схемасининг MATLAB (SPS) тизимидаги математик модели келтирилган.



1-расм. Электр сигналларини кучайтириш яримўтказгич транзистори ёрдамида юқори кучланишлар ҳосил қилиш электр схемасининг MATLAB (SPS) тизимидаги математик модели.

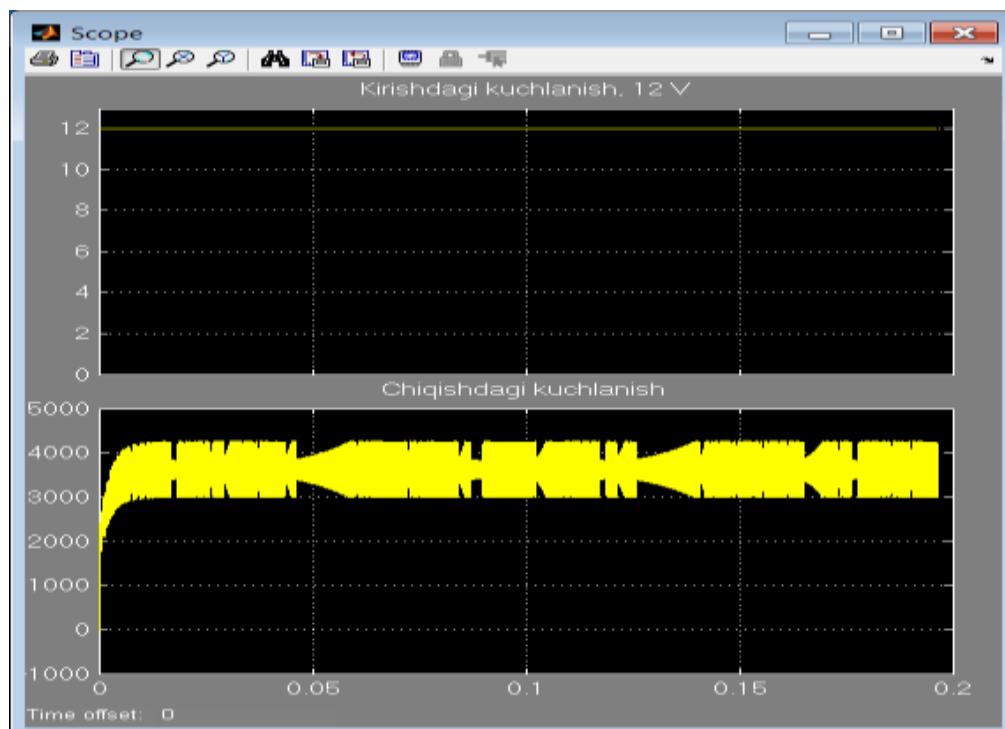
2-расмда юқори кучланиш ҳосил қилиш электр схемасида ишлатилган ферритли трансформаторнинг каталоги келтирилган. Кўришимиз мумкинки, трансформаторнинг параметрига кўра бирламчи чулғам икки қисмга ажратилиб $W_{11}=50$ ва $W_{12}=50$ та ўрамдан олинган, ҳамда 12 В ўзгармас кучланиш берилган. Трансформаторнинг иккинчи чулғами $W_2=17000$ ўрамдан иборат бўлиб, 4000 В кучланишга мўлжалланган.



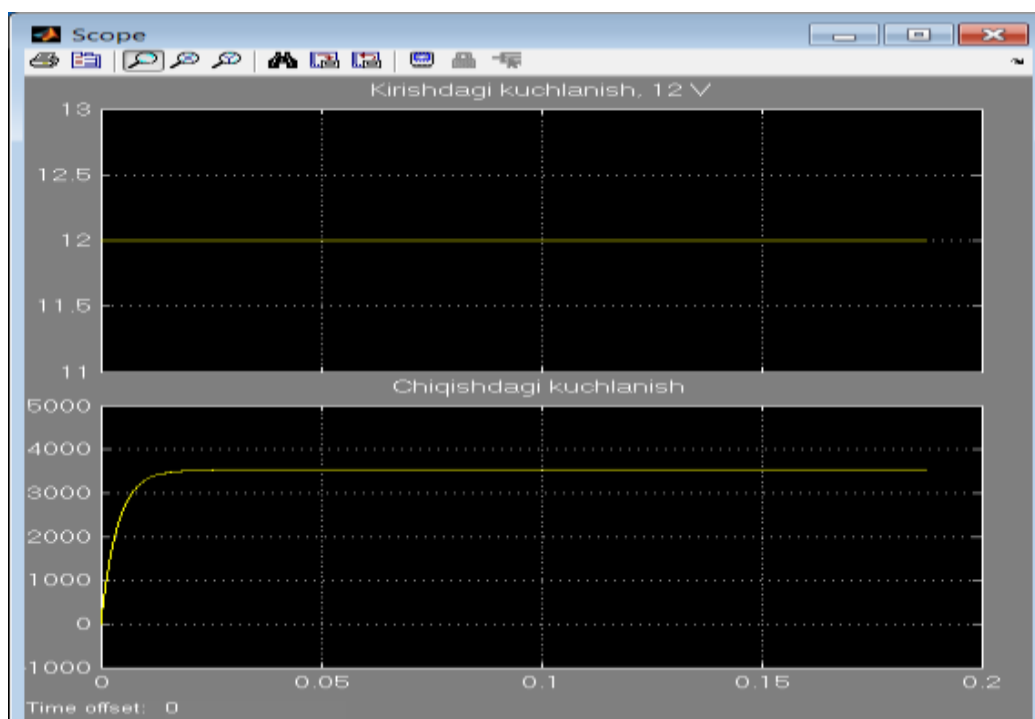
2-расм. Юқори кучланиш ҳосил қилиш электр схемасида ишлатилган ферритли трансформаторнинг параметрлари.

Ионизаторнинг кириш ва чиқишда ҳосил бўлган кучланишларининг оцилограммаларини 3-расмда кўришимиз мумкин.

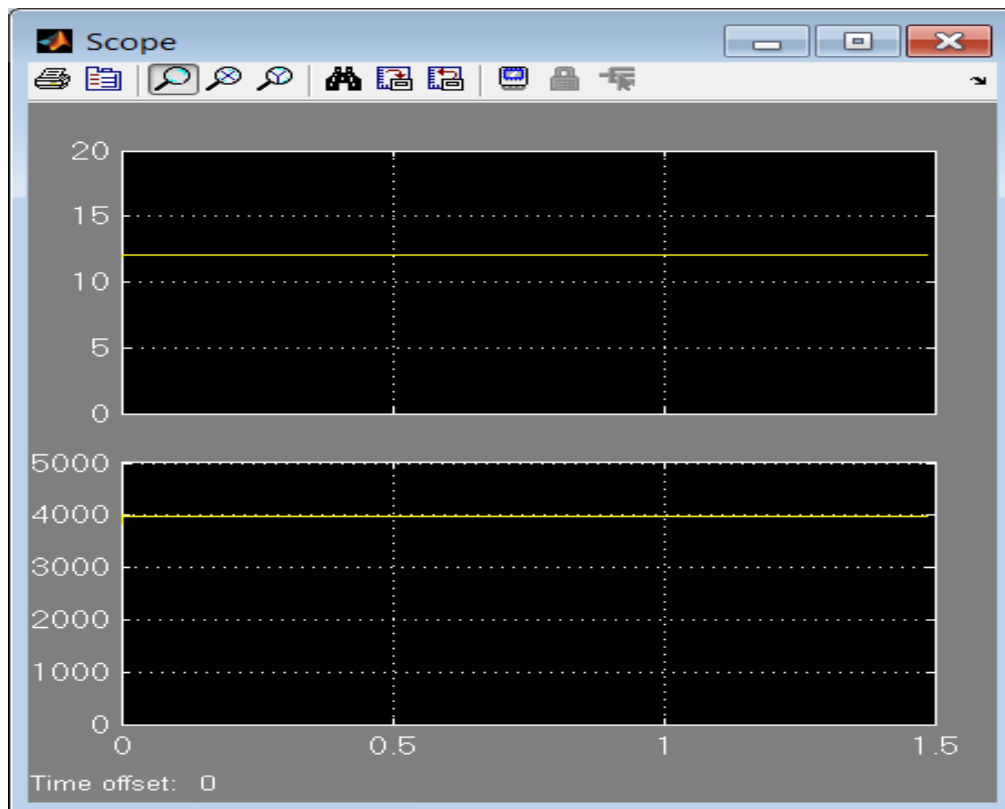
3 ва 4 - расмларда ионизаторнинг кириш ва чиқишда ҳосил бўлган кучланишларнинг оцилограммалари келтирилган, (қаршилик $R=10^5 \Omega$ бўлган ҳолатида).



3-расм. Ионизаторнинг кириш ва чиқишда ҳосил бўлган кучланишларнинг оцилограммалари.



4-расм. Ионизаторнинг кириш ва чиқишда ҳосил бўлган кучланишларнинг оцилограммалари ($R=10^5 \Omega$).



5-расм. Ионизаторнинг MATLAB Simscape дастуридаги кириш ва чиқишда ҳосил бўлган кучланишларининг оцилограммалари.

Ушбу моделни MATLAB Simscape дастури ёрдамида олинган натижаларини 5-расмда кўришимиз мумкин.

Хулоса

Ушбу компьютер модели асосида p-n тузилмали транзисторлар иш ҳолатида тўғри ўтиш режимида транзистор p-n ўтишлари токи ва унинг ҳарорат коэффиценти ўзгариш табиати уни тебранишларни ҳосил қилиш ва кучайтиришда, шунингдек ўзгарувчан схемаларда фойдаланиш имконини бериши аниқланди, яримўтказгичли оптоэлектрон асбоблар ҳамда транзистор комбинацияси асосида қишлоқ хўжалиги зарарқунанда ҳашоратларга қарши кураш қурилмаситаклиф этилди, яримўтказгичли оптоэлектрон асбоблар ҳамда транзистор комбинацияси асосида балиқчилик ёритиш қурилмаси ишлаб чиқиш имкониятлари кўрсатиб берилди.

Адабиётлар

- [1]. М.К.Самохвалов, Оптоэлектроника и индикаторная техника. Ульяновск, УлГТУ 2016. С 9-16.
- [2]. Y. Shao, Y. Fang, T. Li, Q. Wang, Q. Dong, Y. Deng, Y. Yuan, H. Wei, M. Wang, A. Gruverman, Shilda J., Huang J. Grain boundary dominated ion migration in polycrystalline organic – inorganic halide perovskite films. // *Energy Environ. Sci.* 9, (2016) P.1752 – 1759.
- [3]. V. Degiorgio and I. Cristiani, Photonics, Undergraduate Lecture Notes in Physics // Springer International Publishing Switzerland 2016. DOI 10.1007/978-3-319-20627-1_5. pp. 145-167.
- [4]. Badih El-Kareh, Silicon Devices and Process Integration // Deep Submicron and Nano-Scale Technologies. 2009 – Springer. DOI: 10.1007/978-0-387-69010-0. pp. 16-46.

QUYOSH HAVO ISITGICH KOLLEKTORLARIDA SODIR BO'LADIGAN
GIDRODINAMIK JARAYONLARNI TADQIQ QILISH

B.A. Abdukarimov

Farg'ona politexnika instituti
(Qabul qilindi 5.09.2022y.)

Ushbu maqolada quyosh energiyasidan issiqlik energiyasini olish uchun mo'ljallangan yangi turdagi, shu jumladan havo harakati rejimi, quvurlarda havo oqimining chegara qatlamlarini shakllantirish, quyosh energiyasidan issiqlik energiyasini olish uchun mo'ljallangan yangi turdagi quyosh havo isitgichining ish kamerasida sodir bo'ladigan gidrodinamik jarayonlar tadqiq qilindi. Qurilmaning isitish yuzasi tuzilmalari, asosiy fizik hisoblash usullari. Shuningdek, laminar yoki turbulent oqim sharoitida yuzaga keladigan havo oqimining chegara qatlamlarini shakllantirish, chegara qatlamlarining uzilish nuqtasini aniqlash va havo harakatining shakllanishi masalalari havo oqimi harakati o'zgarishi natijasida aniqlanadi. Ushbu issiqlik va gidrodinamik jarayonlarning Reynolds soni (Re) 1000-5000 oralig'ida bevosita olingan natijalar asosida matematik va imitatsion model ishlab chiqildi. Tadqiqot ishida t ning eng maqbul ko'rsatkichlarini tanlashda havo oqimi harakatlarining shakllanishi va chegara qatlamlarining uzilish nuqtalarini hisobga olgan holda, havo quvurining botiqlik o'lchamlari, shu jumladan botiqlik qadamining uzunligi t va botiqlik balandligi h o'rtasidagi t/h munosabatlar aniqlandi.

Tayanch so'zlar: *Quyosh nuri, konvektiv issiqlik almashinuvi, absorber, havo oqimi, laminar, turbulent, issiqlik sig'imi, bosim, chegara qatlami.*

In this article analyzes the hydrodynamic processes occurring in the working Chamber of the solar air heater collector with a submersible air pipe absorber, developed in a new type designed to obtain thermal energy from solar energy, including the mode of movement of air, the formation of boundary layers of air flow in pipes, heating surface structures, methods for calculating basic physical. Also the issues of air flow boundary layers formation, boundary layers discontinuity detection, and air movement formation that occur under laminar or turbulent flow conditions are revealed as a result of changes in air flow movement patterns. Based on the results obtained directly in the Reynolds number (Re) 1000-5000 range of these thermal and hydrodynamic processes, a mathematical and immersion model was developed. In the research work, the concave dimensions of the air pipe including the relationship between the length of the concave step t and the height of the concave h were determined in general, taking into account the formation of air flow movements and the break points of the boundary layers when choosing the most optimal indicators of t/h .

Keywords: *Sunlight, convective heat exchange, absorber, air flow, laminar, turbulent, heat capacity, pressure, boundary layer.*

В данной статье анализируются гидродинамические процессы, происходящие в рабочей камере солнечного воздухонагревательного коллектора с погружным воздуховодным поглотителем, разработанного в новом типе, предназначенном для получения тепловой энергии из солнечной энергии, включая режим движения воздуха, формирование пограничных слоев воздушного потока в трубах, нагрев поверхности структуры, методы расчета основных физических. Также проблемы формирования пограничных слоев воздушного потока, обнаружения разрывов пограничных слоев и формирования движения воздуха, которые возникают в условиях ламинарного или турбулентного потока, выявляются в результате изменений в характере движения воздушного потока. На основе результатов, полученных непосредственно в диапазоне чисел Рейнольдса (Re) 1000-5000 для этих тепловых и гидродинамических процессов, была разработана математическая и иммерсионная модель. В исследовательской работе вогнутые размеры воздуховода, включая соотношение между длиной вогнутого шага t и высотой вогнутого h , были определены в целом с учетом формирования движений воздушного потока и точек разрыва пограничных слоев при выборе наиболее оптимальных показателей t/h .

Ключевые слова: *Солнечный радиация, конвективный теплообмен, абсорбер, воздушный поток, ламинарный, турбулентный, теплоемкость, давление, пограничный слой.*

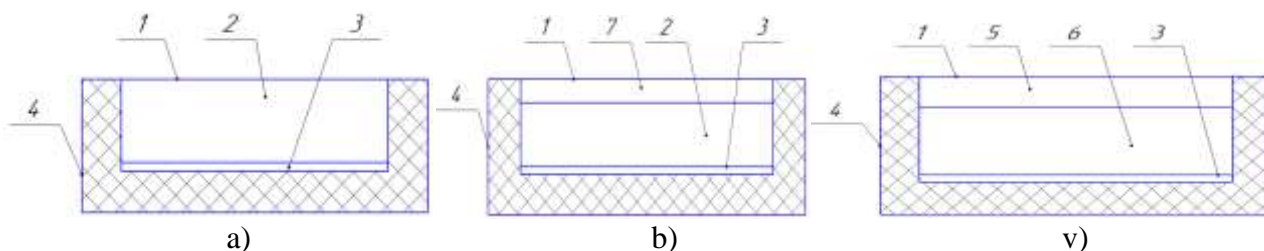
Jahonda yoqilg'i-energetika resurslaridan foydalanishda energiyani tejash muammolari va atrof-muhitga ekologik salbiy ta'sirning kuchayishi tufayli ayniqsa dolzarb bo'lib qolmoqda. Shuning uchun energiyani tejash va noan'anaviy qayta tiklanadigan energiya manbalaridan

foydalanishni rivojlantirish muammolarini hal qilish bo'yicha kompleks chora-tadbirlarni amalga oshirish juda ham dolzarb hisoblanadi. Keskin kontinental iqlim sharoitida yiliga jami energiya iste'molining 49,6 % qishloq xo'jaligini qayta ishlash tizimlariga to'g'ri keladi. Qishloq xo'jaligida har yili birlamchi energiyaning 50 % dan ko'proq qismi iste'mol qilinadi [1].

Bugungi kunda O'zbekiston Respublikasidagi bir qator muhim milliy iqtisodiy muammolarga yoqilg'i-energetika kompleksini rivojlantirish va ekologik muammolarni hal qilish bilan bog'liq muammolar ham kiradi. Zudlik bilan hal etilishini talab etadigan ushbu vazifalarning bajarilishida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishni salmog'ini kengaytirishni talab etiladi. Quyosh energiyasidan boshqa energiya manbalari bilan oqilona uyg'unlikda foydalanish ko'p holatlarda yoqilg'i-energetika resurslarini sezilarli darajada tejashga yordam beradi [2].

Quyosh - bu ekologik toza energiyaning eng maqbul manbai. Dunyo miqyosida energiyaga talab doimiy ravishda o'sib bormoqda, bu esa muqobil energiya manbalaridan foydalanish salmog'ini oshirishga turtki beradi. Shu ma'noda, quyosh eng boy energiya manbalaridan biridir. Energiya samaradorligi va quyosh texnologiyalari binolar va sanoat obyektlarini har qanday energiya bilan ta'minlashda muhim element hisoblanadi [5]. Radiatsiya shaklida olingan quyosh energiyasini to'g'ridan-to'g'ri yoki bilvosita energiyaga masalan, issiqlik va elektr energiyasi kabi boshqa turdagi energiyaga aylantirilishi mumkin.

Quyosh havo isitgich kollektorida (1.c-rasm) havo oqimi ajratilgan bo'ladi yoki oldindan qizdirish uchun havo tashqi kanalga yetkazib beriladi va ichki kanal orqali o'tadi. Ushbu turdagi quyosh havo isitgich kollektorlarining asosiy kamchiliklari shundan iboratki, issiqlik almashinuv jarayoni pastligi hisoblanadi.



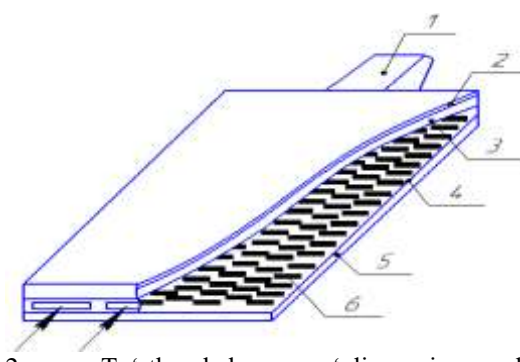
1-rasm. Sodda konstruksiyaviy tuzilishga ega quyosh havo isitgich kollektori. 1-shaffof jism; 2-havo kanali; 3-absorber; 4-korpus (izolyatsiya); 5-tashqi havo kanali; 6-ichki havo kanali; 7- izolyatsiyalangan havo qatlami.

Qurilma faqat janubga yo'naltirilgan va kollektorning burchagi har oyda maqbul qiyalikda o'rnatilib boriladi. Quyosh havo isitgich kollektori har qanday tashqi havo haroratida ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ da) ham samarali ishlaydi.

Maqbul qiyalikda o'rnatilgan havo kollektorlaridan o'tadigan havo haroratining kunlik o'zgarishi, yil davomida $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha o'zgarib turadi.

Quyosh havo kollektorlarining o'rtacha kunlik FIK ko'rsatkichiga asosanib qurilmaning o'rtacha oylik FIK qiymati aniqlanadi: iyun - 0,49; may-iyul - 0,56; aprel-avgust - 0,59; mart, sentabr, oktabr, fevral 0,6 dan 0,7 gacha. Shunday qilib, o'rtacha yillik FIK qiymati 0,5 ga teng.

Quyosh havo isitgich kollektorlarining prinsipial sxemalari. (1.a-rasm) eng oddiy turdagi quyosh havo isitgich kollektorlarining sxematik ko'rinishi. Yuqorida keltirilgan turdagi quyosh havo kollektorlari sxematik ko'rinishi soddaligi bilan bir qatorda issiqlik berish qobiliyati ham bir muncha past hisoblanadi. (1.a rasm) 1-issiqlik izolyatsiyasi, 2-absorber, 3-shaffof oyna 4-issiqlikni yig'ish uchun korpus, 5-havo oqimi.



2-rasm. To'rtburchak qovurg'ali yassi quyosh havo isitgich kollektori. 1-qizigan havo chiqish kanali, 2-shaffof yuza, 3-ustki absorber, 4-ostki absorber, 5-izolyatsion qatlam, 6-havo qovurg'asi.

O'rganilgan [6] tadqiqot ishida quyosh kollektorining havo oqimiga perpendikulyar ravishda to'rtburchak qovurg'alar shaxmatsimon usulda o'rnatilgan. Tadqiqotning maqsadi quyosh nurini yutuvchi absorber va ostki yog'och qatlami orasida to'rtburchak qovurg'alar yordamida turbulent oqim hosil qilish orqali quyosh havo kollektorining issiqlik berish qobiliyatini oshirishga erishilgan. Buning uchun uzunligi 1,6 m, kengligi 0,8 m bo'lgan quyosh kollektori ishlab chiqilgan (2-rasm). Kollektorning 10 mm qalinlikdagi shaffof yuzasi va absorber orasidagi masofa 25 mm ni tashkil etadi.

Kollektorda ikki turdagi absorberlar ishlatilgan: qora rangga bo'yalgan alyuminiy absorber va mayda qavariqli absorberlar. Kollektorda qo'llanilgan to'rtburchak qovurg'alar absorberning issiqlik berish qobiliyatini oshirishga xizmat qilgan.

Quyosh havo isitgichi sihchi kamerasida sodir bo'ladigan gidrodinamik jarayonlarda havo oqimining laminar chegaraviy qatlam quyidagicha ifodalanadi [23].

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho V) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho V) = 0 \quad (1)$$

$$\rho U \frac{\partial U}{\partial x} + \rho V \frac{\partial U}{\partial y} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \mu \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \quad (2)$$

$$\rho U s_p \frac{\partial T}{\partial x} + \rho V s_p \frac{\partial T}{\partial y} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \quad (3)$$

$$U_\omega = 0, T = T_\omega (y = 0) \quad (4)$$

$$U = U_\infty, T = T_\infty (y = \infty) \quad (5)$$

Bu yerda quyidagi belgilar qabul qilinadi: ρ issiqlik tashuvchi (havo) ning zichligi; U , V oqim tezligining bo'ylama va ko'ndalang tashkil etuvchilari; U_ω , U_∞ Devordagi va undan ma'lum masofadagi oqimi hosil bo'lishi;

Ushbu tengladan A va B profillash kanalining botiqlik balandligi va kengligi. Havo kanalining diffuzor-qulaylikka o'xshashligini hisobga olib va u orqali kanalning ochilish burchagini belgilab quyidagilarga ega bo'lamiz [7].

$$\frac{x \partial U_\infty}{U_\infty \partial x} = \frac{x dS}{S dS} = \frac{x d(a - b^*) b}{(a - b^*) b dx} = \frac{x}{(a - b^*) b dx} \left[\frac{da}{dx} - \frac{d\delta^*}{dx} \right] \quad (10)$$

$$a = a_0 + x \operatorname{tg} \gamma \quad (11)$$

$$\frac{x \partial U_\infty}{U_\infty \partial x} = \frac{x}{a - b^*} \left(\operatorname{tg} \gamma - \frac{d\delta^*}{dx} \right) \quad (12)$$

$$\frac{x \partial U_\infty}{U_\infty \partial x} = \frac{x}{\partial x (a - b^*)} = \frac{x \operatorname{tg} \gamma}{a - \delta^*} \quad (13)$$

Havo oqimining qatlam δ siqishni qalinligi o'zgaruvchilar uchun η orqali ifoda etiladi:

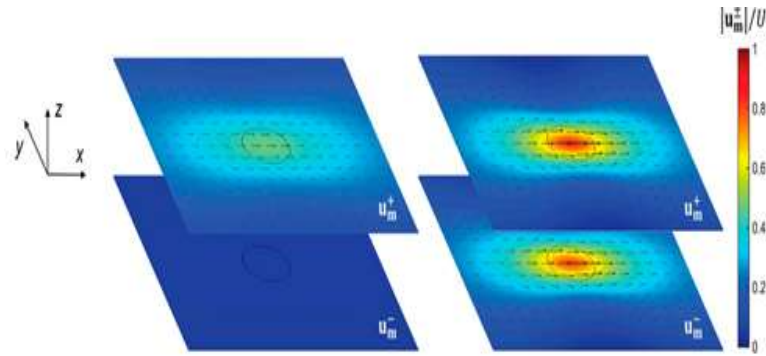
$$\delta^* = \eta \frac{x}{\sqrt{Re}} \quad (14)$$

$$\eta \frac{x \sqrt{Re}}{x} \int_0^y \left(1 - \frac{\rho U}{(\rho U)_\infty} \right) dy \quad (15)$$

$$d\delta^* = \eta \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{Re}} \quad (16)$$

$$\frac{dP}{dx} = - \left(\frac{x dU_\infty}{U_\infty dx} \right) = \frac{x \eta \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{Re}}}{a - \eta \frac{x}{\sqrt{Re}}} = \frac{x \operatorname{tg} \gamma}{(a - \eta) \frac{x}{\sqrt{Re}}} \frac{\frac{1}{2} \eta}{\frac{1}{2} \eta} \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\frac{a \sqrt{Re}}{x} - \eta} \quad (17)$$

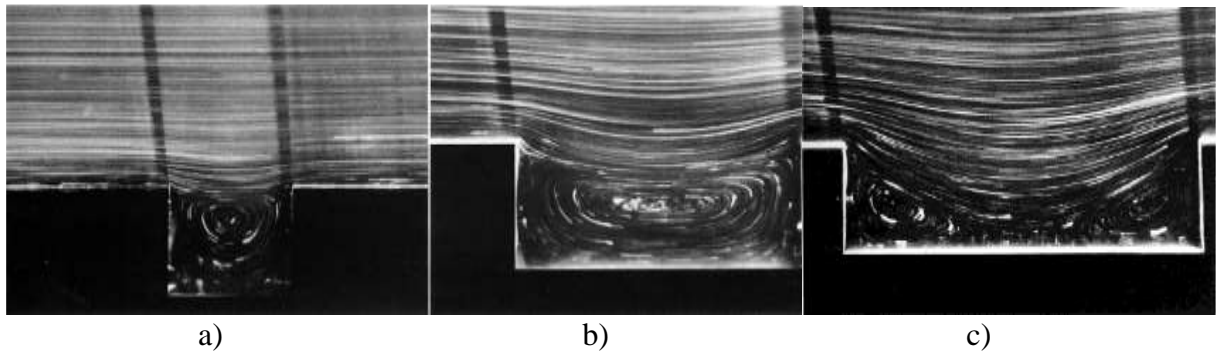
Issiqlik almashinuvi va kanallardagi ishqalanish kuchlanishlarini kamayib borishi uchun havoquvurining botiqligi hamda undagi bosimga ham bog'liq holda kechadi [8].



3-рasm. Havo oqimining harakatlanish tartibiga qarab bo‘ylama tezlikning o‘zgarishi.

Botiqlik chegaralari yaqin joylashganda turbulent uyurma harakatdagi havo ma’lum vaqt oralig‘ida asosiy havo oqimiga qo‘shilib boradi, shuningdek uyurmaning ustki chegarasida yuqori tezlik gradiyentlari turbulent kuchlanish natijasida paydo bo‘ladi. Botiqlik balandligi va uzunligi t/h nisbatini 4 martagacha oshirish bilan B havo uyurmasi harakati beqarorlashadi. Muallaq A havo uyurmasi hajmi kattalashadi (4.b-

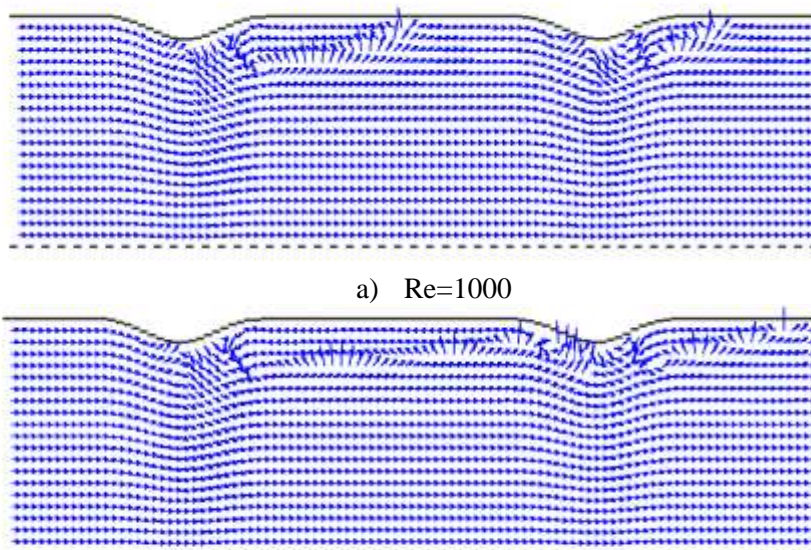
rasm). Turbulizatorning yuqori chetki qismida uncha katta bo‘lmagan ajralgan havo oqimi paydo bo‘ladi, t/h nisbatini 8...96 martagacha ortishi bilan, quvurdagi havo oqimining dastlabki qismida hosil bo‘lgan uyurma harakati oqim bo‘ylab keyingi chegara qismida hosil bo‘ladigan uyurmaga qarama-qarshi oqim hosil qilishi natijasida asosiy havo oqimiga qo‘shilishi kuzatiladi (4.c-rasm) [9-10].

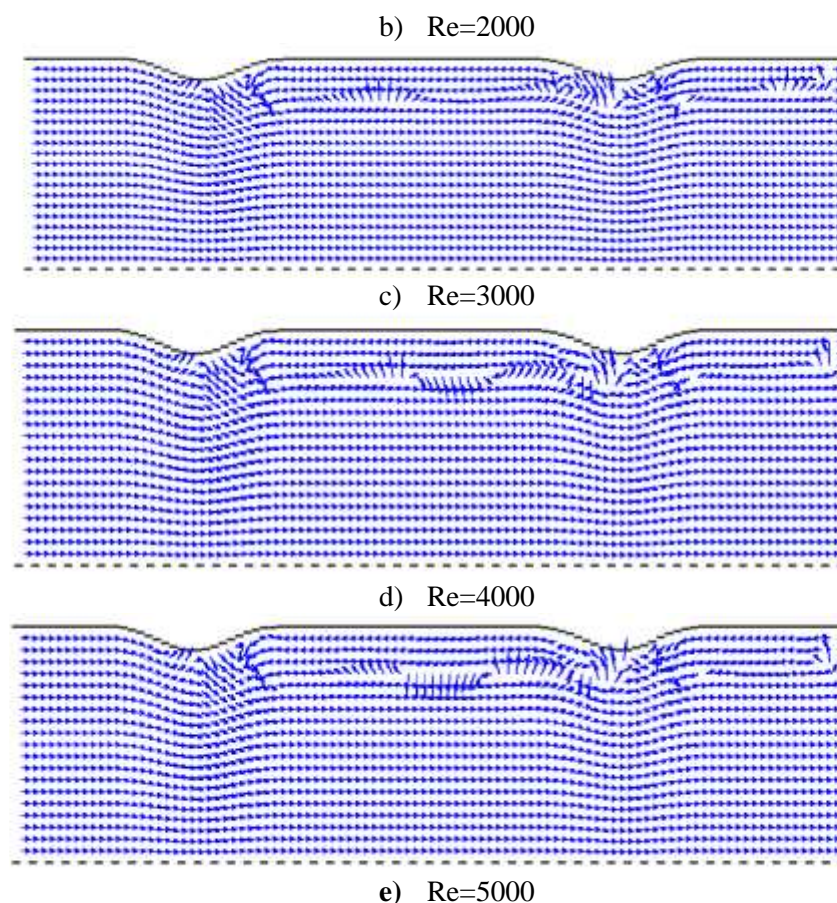


a) muallaq uyurma hosil bo‘lishi, b) havo oqimiga qo‘shilib ketuvchi uyurma; c) muallaq uyurmali notekis havo oqimi. ($a-t/h=1$; $b-t/h=2$; $c-t/h=3$)

4-rasm. Havo oqimlarining vizual ko‘rinishi.

Issiqlik berishni ortishi har bir botiqlik chegaralari orasidagi uyurmaning asosiy havo oqimiga qo‘shilishi natijasida kuzatiladi. Uyurma botiqlikning ikki chegarasi orasida hosil bo‘ladi va issiqlik berish koeffitsienti asosiy havo oqimiga qo‘shilish nuqtasi bilan xarakterlanadi.





5-rasm. Havo oqimining chegara qatlamlari uzilishining Reynolds soniga bog'liqligi

Ushbu maqolada quyosh havo isitgichining ish kamerasiga o'rnatilgan botiq havo quvurlarining botiqlik qismning geometrik joylashishini kollektorning ishlash jarayoniga bog'liqligi matematik modellashtirish amalga oshirildi. Simulyatsiya natijasida absorber yuzasida botiq havo quvurlarini joylashtirish masalalari shaxmatsimon tartibda, havo oqimiga perpendikulyar, havo oqimiga parallel ravishda hisoblab chiqilgan. Natijada, optimal geometrik joylashtirish ko'rsatkichi bo'lgan Reynolds raqami (Re) 2000 qiymatida eng past bosim yo'qotishlariga ega bo'lgan geometrik joylashuv tanlab olindi.

Adabiyotlar

- [1]. Uzbekov M.O. Sharipov M. S. Methods of discharging the heat from the surface of the heat receiver and improving the efficiency of solar air heater // XXXIV International Scientific Conference "Scientific Research: Key Problems of III Tsyacheletiya" Moscow, May 5-6. 2019– p. 12-15
- [2]. Takaev B.V. Razrabotka i issledovanie solnechnyh sistem s prozrachnoj teplovoj izolyaciej kapillyarnogo tipa dlya nuzhd teplosnabzheniya. // 8-ya mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. studentov i aspirantov: Tez. dokl. — M.: MEI, 2002. - T. 3.-S. 318-319.
- [3]. Bisht VS, Patil AK, Gupta A. Review and performance evaluation of roughened solar air heaters. *Renew Sustain Energy Rev* 2018;81:954–77. doi:10.1016/j.rser.2017.08.036.
- [4]. G. Tanda, Heat transfer in rectangular channels with transverse and V-shaped broken ribs, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 47 (2) (2004) 229–243.
- [5]. Abdukarimov B.A., Quchqarov A.A. Research of the hydraulic resistance coefficient of sunny air heaters with bent pipes during turbulent air flow // *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies* 2022 15(1): pp.14–23.
- [6]. O'tbosarov Sh.R., Abdurazakov A.A. (2021). Investigation of the use of new solar air heaters for drying agricultural products.// *In E3S Web of Conferences* (Vol. 264, p. 01031). EDP Sciences. pp.2-10.

- [7]. P.R. Spalart “Editorial: RANS modeling into a second century”, *Special issue of International J. of CFD*, Vol. 23, no.4, pp.291-293, 2009.
- [8]. Abdukarimov B.A., Kuchkarov A.A. Numerical Solution of the Mathematical Model of Air Flow Movement in a Solar Air Heater with a Concave Tube. // *Geliotekhnika*, 2022, Vol. 58, No. 1, pp. 36-44.
- [9]. M.G. Anuchin, V.E. Neuvazhaev, I.E. Parshukov. *Primenenie kε-modeli dlya opisaniya prizemnogo sloya atmosfery*. VANT ser. Matematicheskoe modelirovanie fizicheskikh processov, vyp. 2, str. 11-27, 2001.
- [10]. Z.M. Malikov, M.E. Madaliev, Mathematical modeling of a turbulent flow in a centrifugal separator. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Matematika i mekhanika, Tomsk State University Journal of Mathematics and Mechanics*, Vol. 71.pp. 121–138, 2021.
- [11]. Mirzoev, A. A., Madaliev, M.E., Sultanbayevich, D. Y. (2020, November). Numerical modeling of non-stationary turbulent flow with double barrier based on two liquid turbulence model. In *2020 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)* (pp. 1-7). IEEE.

УДК.681.511

СИНТЕЗ АЛГОРИТМА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ МНОГОМЕРНЫМ ДИСКРЕТНЫМ ДИНАМИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ

М.Б. Рустамова

¹*Каршинский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми* e-mail: malixonbonu@mail.ru
(Получена 5.09.2022 г.)

Рассматриваются вопросы синтеза алгоритма оптимального управления, ориентированный на синтез управляющих воздействий, модулированных по амплитуде и позволяющий перевести объект управления в заданное установившееся состояние за минимально возможное время и обеспечивающий стабильное и устойчивое нахождение объекта в окрестностях. Предложен эффективный алгоритм поиска управляющих воздействий, основанный на использовании прогнозирования значений ошибок.

Ключевые слова: алгоритм; оптимальное управление; синтез; прогнозирование значений ошибок; управляющее воздействие; переменные состояния; дискретная передаточная функция; регулятор.

The issues of synthesis of an optimal control algorithm, focused on the synthesis of control actions modulated in amplitude and allowing to transfer the control object to a given steady state in the minimum possible time and ensuring a stable and stable location of the object in the vicinity, are considered. An efficient algorithm for searching for control actions based on the use of predicting error values is proposed.

Keywords: algorithm; optimal control; synthesis; prediction of error values; control action; state variables; discrete transfer function; regulator.

Optimal boshqarish algoritmini sintez qilish masalalari amplituda modulyatsiyalangan boshqaruv harakatlarini sintez qilishga qaratilgan va boshqaruv ob'ektini minimal vaqt ichida ma'lum bir barqaror holatga o'tkazishga imkon beradi va ob'ektning yaqin joyda barqaror va barqaror joylashishini ta'minlaydi. hisobga olinadi. Xato qiymatlarini bashorat qilishdan foydalanishga asoslangan boshqaruv harakatlarini qidirishning samarali algoritmi taklif etiladi.

Kalit so'zlar: algoritmi; optimal nazorat; sintez; xato qiymatlarini bashorat qilish; nazorat harakati; davlat o'zgaruvchilari; diskret uzatish funksiyasi; regulyator.

1. Введение

В настоящее время для управления многомерными дискретными динамическими объектами разработано большое количество различных методов и схем [1,3, 5]. При этом их использование осложняется большой трудоемкостью и громоздкостью вычислительных процедур, а также необходимостью выполнения различного рода упрощающих предположений и условий [6]. Например, при использовании компенсационных регуляторов очень часто получаемая в результате синтеза структура регулятора оказывается физически-нереализуемой. Аналогичные результаты можно получить и при использовании различных методов развязки каналов передачи многомерного объекта управления с помощью вспомогательных перекрестных регуляторов [3]. Многомерные

полиномиальные апериодические регуляторы [2] часто дают неприемлемые результаты управления, как по получаемой величине перерегулирования, так и по нереализуемым физическим причинам расчетным значениям управляющих воздействий.

Методы исследования.

В работе описывается разработанный авторами алгоритм оптимального управления, ориентированный на синтез дискретных управляющих воздействий, модулированных по амплитуде, и позволяющий рассчитывать значения управляющих импульсов с постоянным периодом, переводящих объект управления в новое, требуемое, установившееся состояние, и обеспечивающий стабильное и устойчивое нахождение объекта в его окрестностях.

Известно, что в основу базового алгоритма синтеза алгоритма управления положено положение о том, что по истечении необходимого числа тактов управления N , состояние объекта должно удовлетворять условиям:

$$\begin{aligned} y_i(N_U) &= Z_i, & i &= \overline{1, N}, \\ y_i(N_U) &= 0, & i &= \overline{1, N_U - 1} \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь N_U - число выходных переменных объекта управления;

$y_i(N_U)$ - значения i -ой выходной переменной по окончанию N_U -го такта;

$y_i^{(k)}(N)$ - значение k -ой производной i -ой выходной переменной;

Z_i - требуемое значение (уставка) i -ой выходной переменной.

Минимально возможное число тактов управления для многомерного объекта управления определяется, но формуле:

$$N_n = \max\{\sum_{i=1}^M n_{ij}\}, \quad j = \overline{1, M},$$

где M - число входных переменных ОУ

n_{ij} - порядок передаточной функции канала j -тый вход i -тый выход.

Условия (1), по-другому, можно интерпретировать следующим образом:

$$\begin{aligned} y_i(N_U) &= Z_i, & i &= \overline{1, N}, \\ y_i(N_U) &= 0, & i &= \overline{1, N_U - 1}, \end{aligned}$$

т.е. требуется по истечении N_U тактов управления достичь требуемого необходимого задающего воздействия и затем в течение N_U тактов выходная переменная должна находиться на заданном уровне.

В отличие от базового, в предлагаемом алгоритме синтеза, математическая постановка задачи управления имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} y_i(L + N_u) &= E_i(L + N_u) = Z_i - y_i(L + N_u), & i &= \overline{1, N}, \\ U_k(L + j) &= const, & j &= \overline{1, N_u - 1}, \quad k = \overline{1, M}. \end{aligned} \quad (2)$$

В последнем выражении: L - текущий момент времени (такт квантования);

M - число входных управляющих воздействий; $y_i(L + N_u)$ - прогнозируемое значение i -ой входной переменной на N_U тактов вперед от текущего момента времени, E - сигнал ошибки в $L + N_n$ -такте управления.

Анализ условий (2) позволяет сделать вывод о том, что при реализации данного алгоритма система управления не стремится к тому, чтобы объект управления по истечении выбранного числа тактов управления N_U перевелся в новое установившееся состояние, характеризующееся постоянными и неизменными значениями выходных переменных. Алгоритм лишь позволяет рассчитывать значения управляющих воздействий, исходя из условия равенства выходных переменных по истечении N_U тактов управления их требуемым значениям. При этом в текущем такте квантования предполагается, что значения управляющих воздействий в течение последующего интервала управления меняться не будут [3]. На самом деле, в каждом новом такте осуществляется пересчет значений управляющих воздействий по каждой входной переменной. Такой подход обеспечивает устойчивое, асимптотическое движение объекта управления к новому установившемуся состоянию и стабильное нахождение переменных, характеризующих его поведение в заданном диапазоне

регулирования. Такое плавное изменение выходных переменных осуществляется вследствие того, что в каждом последующем такте амплитуда изменения управляющих импульсов при условии неизменности требуемых значений (уставок) и незначительных колебаний условий функционирования меняется на относительно малую величину, не вызывающую резких движений объекта и системы управления.

Результаты и обсуждение.

В условии (2) для определения значений, $y_i(L + N_u)$ можно используется выражение:

$$y_i(L + N_u) = \sum_{j=i}^M \sum_{l=0}^{N_u-1} U_j(l) = \omega_{ij}^k (N_u - l), \quad k = \overline{0, N_u - 1}$$

Здесь $U_j(l)$ - искомое значение j -го управляющего воздействия в l -ом такте;

ω_{ij}^k - значение k -ой производной весовой функции канала j -й вход i -й выход в n -ом такте.

Причем весовая функция определяется как реакция на единичный импульс длительности, равной величине такта квантования

$$\omega_{ij}^k(n) = h_{ij}^k(n) - h_{ij}^k(n-1)$$

где h_{ij}^k - значение k -ой производной переходной функции канала j -й вход i -й выход в n -м такте квантования.

Нахождению $U_{ij}(l), j = \overline{1, M}$ должно предшествовать определение значений вектора ошибки E в соответствии с фактическим состоянием объекта управления. Это обусловлено тем, - что фактическое, состояние объекта управления в силу неточности математической модели, ошибок в реализации рассчитанных управляющих воздействий, наличия различных возмущающих факторов, действующих на реальный объект, практически никогда не совпадает с состоянием, рассчитанным только по модели.

Для определения прогнозируемых значений вектора E , в предположении, что в течение последующего интервала управления управляющие воздействия не меняются, можно воспользоваться моделью объекта управления в пространстве переменных состояния:

$$\begin{aligned} X(N_u \times T_0) &= \Phi(N_u \times T_0) \times X(N_u \times T_0) \\ Y(N_u \times T_0) &= C \times X(N_u \times T_0) \end{aligned} \tag{3}$$

где: $X(N_u \times T_0)$ - значение вектора состояния объекта управления в момент времени

$t = N_u \times T_0$;

$\Phi(N_u \times T_0)$ - значение фундаментальной (переходной) матрицы объекта управления, для значения аргумента $t = N_u \times T_0$;

C - матрица выхода;

Y - вектор выходных переменных объекта управления.

Для реализации выражения (3) при прогнозировании выходных переменных объекта необходимо количество тактов требуется, во-первых, использовать еще один вид модели - модель объекта управления, представленную в пространстве переменных состояния и, во-вторых, для определения значений переменных состояния по известным значениям выходных переменных необходимо использовать наблюдатель состояния, например фильтр Калмана. Два этих обстоятельства значительно увеличивают громоздкость алгоритма и влекут за собой дополнительные погрешности.

Поэтому для определения прогнозируемых значений ошибок, или, что, то же самое, прогнозируемых значений выходных переменных предлагается подход, основанный на использовании дискретных передаточных функций объекта управления [2, 4, 5]. Обозначим через

$$W_{ij}(z) \frac{B_{ij}(z)}{A_{ij}(z)}$$

дискретную передаточную функцию канала

j -ый вход - i -ый выход, где

$B_{ij}(z)$ и $A_{ij}(z)$ - полиномы по степеням соответственно степеней n_{ij}^+ и n_{ij}^-

Тогда Z -преобразование выходной переменной можно представить в виде:

$$y_i(z) = \sum_{j=1}^M \frac{B_{ij}(z)}{A_{ij}(z)} \times u_j(z). \quad (4)$$

Приведя правую часть выражения (4) к общему знаменателю, получим:

$$y_{ij}(z) \times \prod_{j=1}^M A_{ij}(z) = \sum_{j=1}^M ((B_{ij}(z) \times \prod_{k=1; k \neq j}^M A_{ik}(z)) \times u_j(z)$$

или в другом виде:

$$y_{ij}(z) \times C_i(z) = \sum_{j=1}^M D_{ij}(z) \times u_j(z) \quad (5)$$

Где

$$C_i(z) = \prod_{j=1}^M A_{ij}(z)$$

$$D_{ij}(z) = B_{ij}(z) \times \prod_{j=1, k \neq j}^M A_{ik}(z)$$

Разделив левую и правую части (5) на $c_i(0)z^{n_s}$ получим:

$$y_i(z) \times R_i(z^{-1}) = \sum_{j=1}^M P_{ij}(z^{-1}) \times u_j(z) \quad (6)$$

где $R_i(z^{-1})$ $P_{ij}(z^{-1})$ - полиномы по обратным степеням оператора Z вида:

$$R_i(z^{-1}) = 1 + \sum_{k=1}^{n_s} r_i(k) \times z^{-k} \quad (7)$$

$$P_{ij}(z^{-1}) = 1 + \sum_{k=0}^{n_s} P_{ij}(k) \times z^{-k}$$

где: $r_i(k) = \frac{c_i(k)}{c_i(0)}$; $P_{ij}(k) = \frac{d_{ij}(k)}{c_i(0)}$;

На основе выражения (6) с учетом (7) легко получается рекуррентная формула для прогнозирования выходных значений объекта управления:

$$y_i(L+1) = \sum_{k=1}^{n_s} r_i(k) \times y_i(L+1-k) + \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^{n_s} P_{ij}(k) \times u_j(L+1-k) \quad (8)$$

Здесь n_s - суммарный порядок передаточных функций, связанных с i -ой выходной переменной.

Проведя процедуру (8) N_u раз и учитывая, что $u_j(L) = u_j(L+1) \dots = u_j(L+N-1) = const$, можно получить выражение для расчета прогнозируемого значения выходной переменной в $(L+N_u)$ -ом такте.

Что бы получить требуемое количество прогнозируемых значений выходных переменных, формулой (8) необходимо пользоваться $(N_u + n_i)$ для каждой i -той выходной переменной. При этом достоинством формулы (8) является возможность использования в процессе прогнозирования фактических значений выходных переменных. Что бы пояснить это обстоятельство, формулу (8) можно представить в виде:

$$y_i^n(L-1) = - \sum_{k=1}^{l-1} r_i * y_i^n(L+1-k) - \sum_{k=1}^{n_s} r_i * y_i^0(L+1-k) +$$

$$+ \sum_{j=1}^M \left(\sum_{k=0}^{n_s} p_{ij}(p) * u_j(L+1-k) + S_{ij}(l) \right)$$

Где $y_i^0(l)$, $y_i^n(l)$ - фактическое и расчетное (прогнозируемое) значения i -той выходной переменной в l -том такте:

$S_{ij}(l)$ - член, содержащий неизвестные к текущему моменту времени значения управляющих воздействий: $u_j(L), u_j(L+1), \dots, u_j(L+m_j)$

Для входной переменной, связанной с выходными переменными хотя бы одним астатическим каналом передачи, эти значения принимаются равными нулю и соответствующие члены $S_{ij}(l)$ так же будут нулевыми. Если же порядок астатизма всех каналов передачи какой-либо входной переменной равен нулю, то необходимо принять:

$$u_j(L) = u_j(L+1) = \dots = u_j(L+2 * N_u) = u_j(\infty),$$

то есть предполагается, что начиная с текущего момента времени значения всех управляющих воздействий по рассмотренному входу принимаются равными величине, обеспечивающей требуемое установившееся состояние объекта управления, и именно в этом предположении рассчитывают прогнозируемые значения выходных переменных.

Основной недостаток предложенного подхода заключается в предварительном определении установившихся значений переменных. Причем решать эту задачу необходимо каждый раз, когда меняется вектор требуемых значений Выходных переменных, что приводит к увеличению количества переходов предлагаемого алгоритма. А метод, основанный на использовании производных от весовых функций, не имеет указанного недостатка, но и ему присуще свои более существенные и неустранимые трудности вычислений.

Объединить достоинства и устранить недостатки этих двух подходов можно, если для формирования системы линейных уравнений использовать выражение

$$y_i(L+K) = \sum_{j=1}^M \sum_{l=0}^{N_i} \Delta u_j(l) * h_{ij}(L+K-l) \quad (9)$$

где: $\Delta u_j(l)$ - приращение j -го входного управляющего воздействия на l -м такте относительно его полного значения на $(l-1)$ -м такте, т. е:

$$\Delta u_j(l) = u_i(l) - u_i(l-1)$$

Использование выражения (9) для формирования системы линейных уравнений приводит к необходимости увеличения размерности последней на величину M вследствие того, что по каждой входной переменной автоматически увеличивается на один число искомых параметров, характеризующих управляющую импульсную последовательность. При этом длительность, интервала управления остается той же самой, то есть равной N_u тактов. Последнее полное значение управляющего воздействия:

$$u_j(k_t - m_j) = u_i(k_t - 1) - \Delta u_i(k_t + k)$$

автоматически получается равным величине, обеспечивающей требуемое установившееся состояние объекта управления.

Непосредственное использование базового алгоритма для управления многомерным объектом, особенно в случаях, когда его каналы передачи обладают явно выраженной асимметричностью в коэффициентах усиления и процессов, может привести к неприемлемым результатам. Это может выражаться как в получении недопустимо больших величин перерегулирования в процессе перехода из исходного состояния в требуемое конечное установившееся состояние за минимально возможное число тактов управления, так и в получении нереализуемых по техническим причинам величин управляющих воздействий. В случае одномерного объекта управления обычно переходят к использованию аperiodических регуляторов повышенной размерности, что, в принципе, так же однозначно не гарантирует получение приемлемых результатов: управления. При использовании таких регуляторов просто принимается, что начальное управляющее воздействие должно быть равным своему максимально возможному значению с соответствующим знаком. Для многомерного

объекта управления такой подход заведомо является неприемлемым, так как зачастую невозможно заранее определить не только величину, но и знак начального управляющего воздействия.

В разработанной схеме для устранения этих недостатков предлагается увеличить величину интервала управления сверх минимально необходимого числа тактов управления по каким-либо из выходных переменных или по всем сразу. Но при этом увеличение происходит за счет включения дополнительных управляющих воздействий, осуществляющих перевод объекта в такое исходное состояние, из которого задача, решаемая на нижнем уровне системы управления, удовлетворяет минимум одному из следующих критерий качества:

$$I_1 = \min \left\{ \sum_{k \in M_1} \sum_{i=1}^{m_k^d + m_k} \alpha_k(i) * (u_k(i))^2 \right\}, \quad (10)$$

где M_1 - множество индексов управляющих воздействий;

$\alpha_k(i)$ - весовой коэффициент, учитывающий значимость k -го управляющего воздействия

i -том такте;

m_k^d - число добавленных (оптимизирующих) тактов управления по k -тому входу;

$$I_2 = \min \left\{ \sum_{k \in N_1} \sum_{i=1}^{m_k^d + N_u} \beta_k(i) * e_k^2(i) \right\},$$

где N_1 - множество индексов выходных переменных, сумму квадратов ошибок по которым необходимо минимизировать;

$\beta_k(i)$ - весовой коэффициент, учитывающий значимость квадратичной ошибки k -той выходной переменной в i -том такте.

$e_k(i)$ - величина ошибки по k -той выходной переменной в i -том такте. Возможно использование других видов критериев, в частности, минимум суммы квадратов приращений управляющих воздействий или комбинации критериев (10) и (11).

Для решения оптимизационных задач (10), (11) или им аналогичных необходимо выразить минимизируемый функционал через искомые, добавленные управляющие воздействия. При этом функционал получается в виде квадратичной зависимости от добавленных управляющих воздействий. Минимизация такого функционала осуществляется элементарно методом наименьших квадратов.

Выводы

1. Для решения задачи управления многомерным технологическим объектом предлагается двухуровневая схема синтеза дискретных управляющих воздействий.
2. Решение задачи нижнего уровня позволяет перевести объект управления из произвольного начального состояния в требуемое установившееся конечное состояние за минимально возможное число тактов управления и обеспечить стабильное и устойчивое нахождение объекта в заданных окрестностях.
3. За счет увеличения числа тактов управления на верхнем уровне решается оптимизационная задача, позволяющая осуществить перевод объекта с минимальным значением выбранного критерия качества управления.

Список литературы

- [1]. Unbehauen, H. Control Engineering. 3 Vols. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft. German. 2001. - 1273 p.
- [2]. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. – М.: Изд-во МЭИ, 2004, 400 с.
- [3]. Benjamin C. Kuo, Farid Golnaraghi. Automatic Control Systems. New York, John Wiley; 8 edition. 2002. 624 p.
- [4]. Методы классической и современной теории автоматического управления / Под ред. К.А.Пупкова. Том 1-4. – М.: МГТУ им. Баумана, 2004.
- [5]. Katsuhiko Ogata. Modern Control Engineering. Pearson Higher Ed USA. 5 edition. 2009. -912 p.
- [6]. Richard C. Dorf, Robert H. Bisho. Modern Control Systems. Pearson Higher Ed USA; 12 edition, 2010. -1104 p.
- [7]. Automation Control - Theory and Practice. Edited by A.D.Rodić, Tech, 2009. - 360 p.

- [8]. Astrom K.J. (2006) Advanced PID control/ K. J. Astrom, T. Hagglund – ISA (The instrumentation, Systems, and Automation Society), 2006 – 460 p.
- [9]. Demchenko V.A. (2001) Automation and modeling of technological processes at nuclear power plants and thermal power plants / V. A. Demchenko. - Odessa: Astroprint, - 308 p.
- [10]. Kulakov G.T., Kravchenko V.V., Makosko Yu.V. (2012, 2013) Economical Efficiency Evaluation Technique of Implementing Innovation Systems in the TPP Automatic Control Systems. Part 1. Nauka i Tekhnika [Science & Technique], 5, 92–97, 2, 77–82 (in Russian).

РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЯ

Е.С. Аббасов, М.А. Умурзакова

*Ферганский политехнический институт
(Получена 19.09.2022 г.)*

В статье представлены модель развития свободно конвективного пограничного слоя на стенке абсорбера плоского солнечного воздухонагревателя, установленного вертикально. Авторами статьи получены аналитические формулы расчета расхода нагретого воздуха из коллектора и его тепловой мощности. Полученные данные экспериментов и расчета температуры выходящего воздуха из коллектора показали их хорошее совпадение.

Ключевые слова *Плоский солнечный воздухонагреватель, свободно конвективный пограничный слой, толщина пограничного слоя, участок гидродинамической стабилизации, средняя температура пограничного слоя, тепловая мощность коллектора.*

A Maqolada vertikal ravishda o'rnatilgan tekis quyoshli havo isitgichining absorber devorida erkin konvektiv chegara qatlamini ishlab chiqish modeli keltirilgan. Maqola mualliflari kollektordan isitiladigan havo oqimini va uning issiqlik quvvatini hisoblash uchun analitik formulalarni olishdi. Olingan tajriba ma'lumotlari va kollektordan chiqadigan havo haroratini hisoblash ularning yaxshi kelishuvini ko'rsatdi.

Tayanch so'zlar *Yassi quyosh havo isitgichi, erkin konvektiv chegara qatlami, chegara qatlami qalinligi, gidrodinamik stabilizatsiya bo'limi, chegara qatlamining o'rtacha harorati, kollektor issiqlik quvvati*

The article presents a model for the development of a freely convective boundary layer on the absorber wall of a flat solar air heater installed vertically. The authors of the article obtained analytical formulas for calculating the flow of heated air from the collector and its thermal power. The obtained data of experiments and calculation of the temperature of the outgoing air from the collector showed their good agreement.

Keywords *Flat solar air heater, freely convective boundary layer, boundary layer thickness, hydrodynamic stabilization section, mean boundary layer temperature, collector thermal power*

Плоские солнечные воздухонагреватели (ПСВН) являются одними из перспективных устройств с помощью которых можно обеспечивать тепловой энергией системы воздушного отопления и сушильные установки [1-5]. Очевидно, что применение таких нагревателей как в промышленных установках, так и в быту позволит сэкономить в течении года значительный объем традиционного топливного ресурса.

Наиболее мало затратным способом эксплуатации такого коллектора является условия при которых нагретый воздух поступает с помощью свободной конвекции. Для этого коллектор устанавливается вертикально или под углом, но практически перпендикулярно к направлению солнечных лучей.

Следует сказать, что математического доказательства существования пограничного слоя в задачах такого типа нет, однако эта гипотеза подтверждается многочисленными экспериментальными наблюдениями, а также частными решениями полных уравнений движения. Например, Б. Рэю (Ray B.V. Free and forced convection from heated cylinder in air, Proc. Ind. Assoc. Culit Sci., 1920 – 1921 Vol 6, p. 95 – 105) удалось сфотографировать устойчивый пограничный слой вблизи твердой поверхности, помещенной в жидкость. Вблизи поверхности отмечен градиент температуры, тогда как в остальном объеме жидкости

температура жидкости остается практически постоянной. Другие исследования доказали наличие пристенной области, толщина которой определяется числом Грасгофа и теплофизическими характеристиками среды [6-10]. Основной движущей силой при свободно-конвективном движении является разность температур между стенкой и окружающей средой. Причем эта сила сосредоточена в тепловом слое. В расчетах нас интересуют параметры воздушного потока на выходе из нагревателя, поэтому в расчетах принималась общая длина ПСВН. Переменность плотности воздуха учитывалась формулой (9).



Рис. 1 Вид солнечного воздухонагревателя.

При рассмотрении явления теплообмена в канале ПСВН нужно учесть, что вне зоны тепловой циркуляции, т.е. в ядре потока, воздух также стремится медленно вверх под действием разности плотностей воздуха на входе и выходе из нагревателя (вынужденное течение отсутствует).

Примем следующую модель развития течения в канале (рис. 2.).

Будем считать, что общий расход теплоносителя в канале ПСВН равен:

$$G = G_{п.с} + G_{\infty}, \quad (1)$$

где G - суммарный расход теплоносителя кг/с; $G_{п.с}$ - расход теплоносителя в зоне пограничного слоя, кг/с; G_{∞} - расход теплоносителя в ядре потока, кг/с.

$$G_{\infty} = a \cdot (h - \delta) \cdot v_{\infty} \cdot \rho_{\infty} \quad (2)$$

$$G_{п.с} = \rho_{п.с} \cdot v_{п.с} \cdot S_{п.с} \quad (3)$$

где a, h - ширина и высота канала коллектора, м; v_{∞} - средняя скорость теплоносителя в канале, м; δ - толщина пограничного слоя, м.

$v_{п.с}$ - средняя скорость теплоносителя в пограничном слое, м/с;

$S_{п.с}$ - сечение занятое пограничным слоем, м².

Считая, что на рассматриваемом участке канала ПСВН не наблюдается гидродинамической стабилизации течения ($\delta < h$), получим:

$$G_{п.с} = \rho_{п.с} \cdot v_{п.с} \cdot S_{п.с} = \rho_{п.с} \cdot \delta \cdot a \cdot \sqrt{g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot L} = \rho_{п.с} \cdot \delta \cdot a \cdot \sqrt{Gr} \cdot \left(\frac{v}{L}\right) \quad (4)$$

$$G_{\infty} = a \cdot (h - \delta) \cdot v_{\infty} \cdot \rho_{\infty} = \rho_{\infty} \cdot a \cdot (h - \delta) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (\rho' - \rho'') \cdot g \cdot L}{\bar{\rho}}}, \quad (5)$$

где ρ', ρ'' - плотность воздуха на входе и выходе из ПСВН, кг/м³.

Выражение для расчета расхода воздуха из ПСВН имеет вид:

$$G = \rho_{п.с} \cdot \delta \cdot a \cdot \sqrt{Gr} \cdot \left(\frac{v}{L}\right) + \rho_{\infty} \cdot a \cdot (h - \delta) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (\rho' - \rho'') \cdot g \cdot L}{\bar{\rho}}} \quad (6)$$

Если, в рамках принятой модели течения положить, что развивающийся пограничный слой является ламинарным и заменить толщину пограничного слоя δ в уравнении (6) на формулу $\delta = 5 \cdot L / Gr^{0,25}$, то получим:

$$G = \rho_{п.с} \cdot \delta \cdot a \cdot \sqrt{Gr} \cdot \left(\frac{v}{L}\right) + \rho_{\infty} \cdot a \cdot (h - \delta) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (\rho' - \rho'') \cdot g \cdot L}{\bar{\rho}}} =$$

$$\rho_{п.с} \cdot 5 \cdot \frac{L}{Gr^{0,25}} \cdot a \cdot \sqrt{Gr} \cdot \left(\frac{v}{L}\right) + \rho_{\infty} \cdot a \cdot \left(h - 5 \cdot \frac{L}{Gr^{0,25}}\right) \cdot$$

$$\sqrt{\frac{2 \cdot (\rho' - \rho'') \cdot g \cdot L}{\bar{\rho}}} = \rho_{\infty} \cdot a \cdot \left[\left(\frac{\rho_{п.с}}{\rho_{\infty}}\right) \cdot 5 \cdot v \cdot Gr^{0,25} + \left(h - 5 \cdot \frac{L}{Gr^{0,25}}\right) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (\rho' - \rho'') \cdot g \cdot L}{\bar{\rho}}} \right] \quad (7)$$

тепловая производительность ПСВН равна:

$$Q = \rho_{\infty} \cdot a \cdot \left[\left(\frac{\rho_{п.с}}{\rho_{\infty}}\right) \cdot 5 \cdot v \cdot Gr^{0,25} + \left(h - 5 \cdot \frac{L}{Gr^{0,25}}\right) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (\rho' - \rho'') \cdot g \cdot L}{\bar{\rho}}} \right] \cdot c_p \cdot (t'' - t'), \text{ Вт} \quad (8)$$

Для расчета физических свойств воздуха использовались следующие формулы:

$$\rho_{\infty} = \frac{3,4839 \cdot 100}{t + 273}, \mu = 0,544(t + 273)^{0,62} \cdot 10^{-6}, \nu = \frac{\mu}{\rho_{\infty}} \quad (9)$$

Для вычисления средней температуры воздуха, по сечению канала гелиоприемника, используем следующее соотношение:

$$t_{ср} (M_{п} + M_{я}) = M_{п} t + M_{я} t_{\infty}, \quad (10)$$

$$t_{ср} = (M_{п} t + M_{я} t_{\infty}) / (M_{п} + M_{я}), \quad (11)$$

где $M_{п}$, $M_{я}$, - соответственно, текущая масса элементарного объема, выделенного в данном сечении канала для пограничного слоя и для ядра потока:

$$M_{п} = \rho \cdot dx \cdot \delta \cdot a, M_{я} = \rho \cdot dx \cdot (a - \delta) \cdot a \quad (12)$$

Подставив в формулу (12) соотношения (11) получим:

$$t_{ср} = \frac{[t \cdot \rho \cdot dx \cdot \delta \cdot h + t_{\infty} \rho \cdot dx \cdot (h - \delta) \cdot h]}{[\rho \cdot dx \cdot \delta \cdot h + \rho \cdot dx \cdot (h - \delta) \cdot h]} = \frac{[t \cdot \delta + (h - \delta) \cdot t]}{\delta + h - \delta} =$$

$$t \cdot \delta + (h - \delta) \cdot \frac{t_{\infty}}{h} = t \cdot \frac{\delta}{h} + \left[\frac{(h - \delta)}{h} \right] \cdot t_{\infty} \quad (13)$$

где t – температура пограничного слоя, °С.

Для окончательного вывода формулы средней по сечению температуры теплоносителя учитываем, что:

$$(t - t_{\infty}) = (t_{ср} - t_{\infty})/3$$

Кроме этого, учитывая, что толщина гидродинамического слоя зависит от режима течения, преобразуем зависимость (13) для случая ламинарного режима течения. Считаем, что при вязкостно-гравитационном режиме справедлива формула:

$$Re = \sqrt{Gr} \quad (14)$$

Учитывая, что в этом случае толщина пограничного слоя равна:

$$\delta = 5 \cdot L / Gr^{1/4} \quad \text{получим:} \quad (t - t_{\infty}) = \frac{(t_{ср} - t_{\infty})}{3},$$

$$t = t_{\infty} + \frac{t_{ср} - t_{\infty}}{3} = \frac{t_{ср}}{3} + \frac{2 \cdot t_{\infty}}{3},$$

$$t_{ср} = t \cdot \frac{\delta}{h} + (h - \delta) \cdot \frac{t_{\infty}}{h} = \frac{\delta}{a} \cdot \left[\frac{t_{ср}}{3} + \frac{2 \cdot t_{\infty}}{3} \right] + (h - \delta) \cdot \frac{t_{\infty}}{h} = \frac{\delta}{h} \cdot \frac{t_{ср}}{3} +$$

$$\begin{aligned}
 + \delta \cdot \frac{2 \cdot t_{\infty}}{3 \cdot h} + (h - \delta) \cdot \frac{t_{\infty}}{h} &= \frac{\delta}{h} \cdot \frac{t_{ст}}{3} + t_{\infty} \left[\delta \cdot \frac{2}{3 \cdot h} + \frac{(h - \delta)}{h} \right] = \\
 &= \frac{\delta}{h} \cdot \frac{t_{ст}}{3} + t_{\infty} \left[1 - \frac{\delta}{3} \cdot h \right] = \left[\left(5 \cdot \frac{L}{3 \cdot h} \right) \cdot t_{ст} \right] / Gr^{\frac{1}{4}} + t_{\infty} \left[1 - \left(5 \cdot \frac{L}{3 \cdot h} \right) / Gr^{\frac{1}{4}} \right] \quad (15)
 \end{aligned}$$

В расчетной формуле (15) не входит плотность падающего на абсорбер потока излучения, ее влияние учтено через изменение температуры стенки $t_{ст}$.

Полученная формула расчета средней температуры теплоносителя по поперечному сечению канала коллектора позволит оценивать тепловую производительность коллектора и рассчитать температуру теплоносителя в каждом сечении. Последнее утверждение означает, что эта модель позволяет также определить теплоотдачу по длине коллектора.

Для проверки справедливости полученной формулы расчета среднemasсовой температуры воздуха на выходе из нагревателя, автором диссертации были проведены сопоставления расчетной среднemasсовой температуры воздуха и температуры воздуха, измеренной на выходе из плоского нагревателя, работающего в условиях естественной конвекции. Эксперименты проводились 27 августа 2018г. с 9⁰⁰ по 14⁰⁰. Длина коллектора составляла $L = 1$ м, ширина $a = 0,5$ м, высота канала $h = 0,025$ м.

Нагреватель был установлен под углом 45° к горизонту. В таблице № 2.9 представлены данные экспериментов и расчета среднemasсовой температуры воздуха на выходе из коллектора.

Таблица № 1
Данные экспериментов и расчета температуры выходящего воздуха из коллектора (27.08 2018 г.).

№	Время	$q_{пад}$, Вт/м ²	t' , °С	t'' , °С	$t_{ст}$, °С	$Gr \cdot 10^9$	$t''_{ср.р}$, °С	$\Delta\%$
1	910	750	26	36	41	1	33	8,3
2	1000	790	30	44	58	2,1	38,7	12
3	1030	870	31	50	64	2,3	44,7	10
4	1100	900	32	64	78	2,9	57,7	9,8
5	1120	930	31	68	82	2,9	63,4	6,7
6	1200	940	31	68	82	2,9	63,4	6,7
7	1320	950	31	70	84	3,0	67,6	3,4

В таблице № 2 представлены расчеты расхода воздуха, проходящего через ПСВН при свободно – конвективном течении, и тепловой мощности нагревателя, полученных на основании формул (7) и (8).

Таблица № 2
Расход воздуха и тепловая мощность ПСВН при свободно – конвективном течении.

№	Время	$q_{пад}$, Вт/м ²	t' , °С	t'' , °С	$t_{ст}$, °С	$Gr \cdot 10^9$	$G \cdot 10^{-2}$ кг/с	Q , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	9 ¹⁰	750	26	36	41	1	1,7	170
2	10 ⁰⁰	790	30	44	58	2,1	2,2	308
3	10 ³⁰	870	31	50	64	2,3	2,4	456
4	11 ⁰⁰	900	32	64	78	2,9	2,9	928
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	11 ²⁰	930	31	68	82	2,9	3,0	1110
6	12 ⁰⁰	940	31	68	82	2,9	3,1	1190
7	13 ²⁰	950	31	70	84	3,0	3,2	1248

Выводы:

1. Разработана модель развития свободно – конвективного пограничного слоя на стенке абсорбера, вертикально установленного плоского солнечного воздухонагревателя
2. Получены аналитические формулы для расчета температуры нагретого воздуха из коллектора, расхода и его тепловой мощности.
3. Расчетная температура воздуха из коллектора имеет хорошее совпадение с данными экспериментов, проведенных на солнечном воздухонагревателе.

Список литературы

- [1]. Brian Norton Solar Energy Thermal Technology Springer – Verlag 1991 pp. 275
- [2]. Solar Engineering of Thermal Processes. John A. Duffie, William A. Beckman. 2006. JOHN WILEY pp. 877.
- [3]. PRINCIPLES OF SOLAR ENGINEERING. D. Yogi Goswami. 2015. By Francis Group, LLC pp. 763.
- [4]. Foued Chabane, Nouredine Moummi, Said Benramache, Djamel Bensahal, and Okba Belahssen. Collector Efficiency by Single Pass of Solar Air Heaters with and without Using Fins. ENGINEERING Journal. Volume 17. Issue 3. Received 31. December 2012. pp. 43 - 54.
- [5]. R. P. Saini, Jutendra Verma. Heat transfer and friction factor correlations for a duct having dimple – shape artificial roughness for solar air heaters. Energy Journal received 26. June 2007. pp. 1278 – 1287.
- [6]. Задачник по тепломассообмену Ф.Ф. Цветков, Р.В. Керимов, В.И.Величко; Под ред. Ф.Ф. Цветков. – М.: Издательство МЭИ, 1997- 136с.
- [7]. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. - М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.
- [8]. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. - М.: Энергия, 1980. – 288 с.
- [9]. Михеев М.А. Основы теплопередачи. - М. - Л.: ГЭИ, 1956. - 390 с.
- [10]. Галин Н.М., Кириллов Л.П. Тепломассообмен (в ядерной энергетике). – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 376 с.

**АХБОРОТ КОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИДАН ФЙДАЛАНИБ СОДИР
ЭТИЛАДИГАН ЭКСТРЕМИСТИК (ТЕРРОРЧИЛИК) ЖИНОЯТЛАР ТАФСИФИ**

С.Н. Эсоналиев

*Андижон вилояти прокуратураси, E-mail: sadriddinesanaliyev@gmail.com
(Қабул қилинди 22.09.2022 й.)*

Мақолада экстремистик ва террорчилик мақсадларда ахборот коммуникация технологияларидан фойдаланиб содир этиладиган жиноятларнинг ҳуқуқий тавсифи ва улар билан боғлиқ ижтимоий муносабатлар аҳамияти таҳлил этилган. Таҳлил якунида хориж амалиёти ва ушбу соҳадани такомиллаштиришга оид таклифлар ишлаб чиқилган.

Калит сўзлар: кибертерроризм, киберэкстремизм, жиноят таркиби, махсус ваколатли идора.

В статье проанализирована правовая характеристика преступлений, совершаемых с использованием информационно-коммуникационных технологий в экстремистских и террористических целях, и значение связанных с ними общественных отношений. По итогам анализа была разработана зарубежная практика и предложения по совершенствованию данной сферы.

Ключевые слова: кибертерроризм, кибер-экстремизм, состав преступления, специально уполномоченный орган.

The article analyzes the legal characteristics of crimes committed with the use of information and communication technologies for extremist and terrorist purposes and the significance of the public relations associated with them. As a result of the analysis, foreign practice and proposals for improving this area were developed.

Keywords: cyberterrorism, cyber extremism, criminal structure, specially authorized body.

Тан олиб айтиш мумкинки, бугунги кунга келиб айнан экстремистик ва террористик ҳаракатлар содир этилиш механизми янгича кўринишларда тус олмоқда. Бунга бевосита ахборот технологияларидан фойдаланиб содир этилаётган экстремистик ва террористик ҳаракатларни мисол тариқасида келтириб ўтиш мумкин.

Ҳозирда, сиёсий, иқтисодий, диний ва маънавий-мафкуравий кўринишларда содир

этилаётган террорчилик ҳаракатларини амалга ошириш меҳанизининг янги кўринишлари ривожланиб бораётганлиги, ахборот технологияларидан фойдаланиб содир этиладиган экстремистик ва террористик ҳаракатларга қарши кураш меҳанизини ишлаб чиқишда қонунчилик базасини такомиллаштиришни тақозо этади албатта. Масалан, Ўзбекистон Республикасининг “Терроризмга қарши кураш тўғрисида”ги, “Экстремизмга қарши кураш

тўғрисида”ги ҳамда жиноят ва соҳага оид бошқа қонун ҳужжатларида айнан кибертерроризм ҳамда киберэкстремизм билан боғлиқ асосий қоидаларни белгилаш мақсадга мувофиқдир.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ–60-сон Фармони билан тасдиқланган 2022—2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг таррақиёт стратегиясида «Экстремизм ва терроризмга қарши курашишнинг самарали механизмларини шакллантириш» мақсади устувор вазифа сифатида белгиланди. Яъни экстремизм ва терроризмга қарши курашишга қаратилган халқаро ва минтақавий ташкилотларда фаол иштирок этиш, Марказий Осиёда БМТнинг Глобал аксилтеррор стратегиясини амалга ошириш бўйича ҳамкорликдаги саъй-ҳаракатларни биргаликдаги ҳаракатлар режаси доирасида мувофиқлаштириш, кибержиноятчиликнинг олдини олиш тизимини яратиш каби муҳим вазифалар келтириб ўтилди. Бугунги глобаллашув жараёнида ахборот технологияларидан фойдаланиш бир қанча имкониятларни яратиш билан бирга, айнан ушбу маконда жиноят содир этишнинг асосий қуролига айланиб қолмоқда.

Ўзбекистон Республикасининг “Терроризмга қарши кураш тўғрисида”ги қонунига кўра “терроризм — сиёсий, диний, мафкуравий ва бошқа мақсадларга эришиш учун шахснинг ҳаёти, соғлиғига хавф туғдирувчи, мол-мулк ва бошқа моддий объектларнинг йўқ қилиниши (шикастлантирилиши) хавфини келтириб чиқарувчи ҳамда давлатни, халқаро ташкилотни, жисмоний ёки юридик шахсни бирон-бир ҳаракатлар содир этишга ёки содир этишдан тийилишга мажбур қилишга, халқаро муносабатларни мураккаблаштиришга, давлатнинг суверенитетини, ҳудудий яхлитлигини бузишга, хавфсизлигига путур етказишга, қуроли можаролар чиқаришни кўзлаб ифвогарликлар қилишга, аҳолини қўрқитишга, ижтимоий-сиёсий вазиятни беқарорлаштиришга қаратилган, Ўзбекистон Республикасининг Жиноят кодексига жавобгарлик назарда тутилган зўрлик, зўрлик ишлатиш билан қўрқитиш ёки бошқа жиноий қилмишлар”дир¹. Қонунда террорчи тушунчасига — террорчилик фаолиятини амалга оширишда иштирок этаётган, шунингдек террорчилик фаолиятида иштирок этиш учун хорижга чиқиб кетишни ёхуд Ўзбекистон Республикаси ҳудуди орқали ҳаракатланишни амалга оширган шахс деб таъриф бериб ўтилган.

Ўзбекистон Республикасининг Жиноят кодексининг 155-моддасида терроризм — халқаро муносабатларни мураккаблаштириш, давлатнинг суверенитетини, ҳудудий яхлитлигини бузиш, хавфсизлигига путур етказиш, уруш ва қуроли можаролар чиқариш, ижтимоий-сиёсий вазиятни беқарорлаштириш, аҳолини қўрқитиш мақсадида давлат органини, халқаро ташкилотни, уларнинг мансабдор шахсларини, жисмоний ёки юридик шахсни бирон бир фаолиятни амалга оширишга ёки амалга оширишдан тийилишга мажбур қилиш учун зўрлик, қуч ишлатиш, шахс ёки мол-мулкка хавф туғдирувчи бошқа қилмишлар ёхуд уларни амалга ошириш таҳдиди учун жавобгарлик белгиланган. Шунини алоҳида назарда тутиш керакки ҳозирда айнан терроризм тушунчасига мукамал, яқдил таъриф берилмаган.

Ёки, Ўзбекистон Республикасининг “Экстремизмга қарши курашиш тўғрисида”ги қонунига кўра, “экстремизм бу — ижтимоий-сиёсий вазиятни беқарорлаштиришга, Ўзбекистон Республикасининг конституциявий тузумини зўрлик билан ўзгартиришга, ҳокимиятни зўрлик ишлатиб эгаллашга ва унинг ваколатларини ўзлаштириб олишга,

¹ Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлисининг Ахборотномаси, 2001 й., 1-2-сон, 15-модда; Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2004 й., 25-сон, 287-модда; 2015 й., 32-сон, 425-модда; 2016 й., 17-сон, 173-модда; Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси, 16.01.2019 й., 03/19/516/2484-сон, 2019 й., 2-сон, 47-модда, 05.09.2019 й., 03/19/564/3690-сон; Қонунчилик маълумотлари миллий базаси, 21.04.2021 й., 03/21/683/0375-сон.

миллий, ирқий, этник ёки диний адоват қўзғатишга қаратилган ҳаракатларнинг ашаддий шакллари ифодаси”² деб тарифланган. Қонунга асосан, экстремистик фаолият Ўзбекистон Республикасининг конституциявий тузуми асосларини зўрлик билан ўзгартиришга, ҳудудий яхлитлиги ва суверенитетини бузишга, ҳокимият ваколатларини эгаллашга ёки ўзлаштиришга, қонунга хилоф қуролли тузилмалар тузишга ёки уларда иштирок этишга, террорчилик фаолиятини амалга оширишга, зўрлик ёки зўрлик ишлатишга ошқора даъват қилиш билан боғлиқ ҳолда миллий, ирқий, этник ёки диний адоват қўзғатишга, жамоат хавфсизлиги ва жамоат тартибига таҳдид солувчи материалларни тайёрлаш, сақлаш, тарқатиш ёки намойиш этишга, шунингдек экстремистик ташкилотларнинг атрибутларини ёки рамзий белгиларини тайёрлаш, сақлаш, тарқатиш ёки намойиш этишга, бирор-бир ижтимоий гуруҳга нисбатан сиёсий, мафқуравий, ирқий, миллий, этник ёки диний адоват ёхуд душманлик сабабли оммавий тартибсизликларни амалга оширишга доир фаолиятдир. Хусусан, диний экстремизм, сепаратизм ва ақидапарастлик ғоялари билан йўғрилган, қирғин солишга ёки фуқароларни зўрлик билан кўчириб юборишга даъват этадиган ёхуд аҳоли орасида ваҳима чиқаришга қаратилган материалларни тайёрлаш ёки уларни тарқатиш мақсадида сақлаш, шунингдек диний-экстремистик, террорчилик ташкилотларининг атрибутларини ёки рамзий белгиларини тарқатиш ёхуд намойиш этиш мақсадида тайёрлаш, сақлаш ҳамда диний экстремистик, сепаратистик, фундаменталистик ёки бошқа тақиқланган ташкилотлар тузиш, уларга раҳбарлик қилиш, уларда иштирок этиш учун жавобгарлик белгиланган. Экстремист эса экстремистик фаолиятни амалга оширишда иштирок этаётган, шунингдек экстремистик фаолиятда иштирок этиш учун хорижга чиқиб кетишни ёхуд Ўзбекистон Республикаси ҳудуди орқали ҳаракатланишни амалга оширган шахсдир.

Кибертерроризм тушунчаси, тавсифи, турлари миллий қонунчилик ҳужжатлари билан тартибга солинмаган бўлсада, ҳуқуқшунос олимларнинг қарашлари орқали шарҳлайман.

Ҳуқуқшунос А.Б. Хикматовнинг фикрича кибертерроризм – ахборот технологиялари ички фаолиятига ноқонуний аралashiш, компьютерда мавжуд дастурлар ёки маълумотларни мақсадли равишда йўқ қилиш, зарар келтириш, давлат органларининг муҳим қисмлари фаолиятини издан чиқариш билан бирга, инсонлар ҳаётига хавф солиш, моддий зарар келтириш ёки оммавий қўрқитиш, ҳарбий низолар каби турли зарарли оқибатларни келтириб чиқаришга қаратилган ҳаракатдир³.

Олим М.Гуркенинг фикрича, компьютер тизими, тармоғи, уларга уланадиган бошқа воситалар орқали ёки уларнинг ёрдамида компьютер тизими, тармоғи ёки компьютер ахборотига қарши кибермуҳитда содир этиладиган жиноятлар мажмуи кибержиноятдир⁴.

Ёки, Европа Кенгашининг 2001 йилдаги “Кибержиноят ҳақида”ги Конвенциясига асосан, кибержиноят кибермуҳитда содир этиладиган ҳар қандай жиноятдир.

Ёхуд, Олимлар К.Е. Зинченко, Л.Ю. Исмаилова, А.Н. Караханьян, Б.В. Киселев, В.В.Крылов, Я.М. Мاستинский. Н.С. Полевой, Ю.Н. Соловьев, В.В. Хургин, С.И. Цветков олимларнинг фикрича, бу каби жиноятлар электрон ҳисоблаш машиналари орқали содир этилган жиноятдир⁵.

Олимлар Н.Салаев ва Р.Рўзиев ахборот хавфсизлигига таҳдид солувчи, бевосита компьютер воситалари орқали ёки ахборот технологиялари воситасида содир этиладиган

² Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси, 31.07.2018 й., 03/18/489/1593-сон; Қонунчилик маълумотлари миллий базаси, 21.04.2021 й., 03/21/683/0375-сон

³ А.Б.Хикматов, “Терроризмга қарши курашиш: интернетдан фойдаланиб содир этиладиган жиноятлар”. Юридик фанлар бўйича докторлик диссертация автореферати. – Т.: 2022 й., – 5 б.

⁴ M.Gurcke. Understanding Cybercrime: A Guide for Developing Countries. ITU. 2009.

⁵ К.Е.Зинченко, Л.Ю.Исмаилова, А.Н.Караханьян, Б.В.Киселев, В.В.Крылов, Я.М.Мастинский. Н.С.Полевой, Ю.Н.Соловьев, В.В.Хургин, С.И.Цветков. Компьютерные технологии в юридической деятельности. Учебное и практическое пособие. –М.: издательство “БЕК”. 1994 г., –с. 304,

қонунга хилоф ижтимоий хавфли қилмишни ахборот технологиялари соҳасидаги жинойтлардир деб атаб, унга компьютер жинойтчилиги синоним эканлигини таъкидлашади⁶.

Л.Бўрановнинг фикрича, кибержинойтчилик ахборот-коммуникация технологиялари соҳасидаги кўплаб турдаги жинойтларни ўзида бирлаштирган жинойтлар мажмуидир². Ҳақиқатан ҳам, кибержинойтчилик умумий маънода кибертерроризм ҳамда киберэкстремизмни ҳам қамраб олади.

Олим А.Темуров кибертерроризмни электрон усул, халқаро интернет тармоғи орқали амалга ошириладиган террористик жинойт деб атаса, Л.Буранов кибертерроризмга террористик мақсадлар йўлида компьютер ва телекоммуникация технологиялари (асосан Интернет)дан фойдаланиш деб таъриф беради⁷, бу борада В.С.Овчинский янада кенгрок тушунтириш беришга ҳаракат қилган, жумладан, у кибертерроризм ва киберэкстремизм хусусида аниқроқ фактлар беришга ҳаракат қилган.

Олимларнинг фикр ва мулоҳазаларидан келиб чиққан ҳолда бу каби ҳуқуқбузарликларга қуйидагича таъриф бериш мумкин.

Кибертерроризм бу - ахборот технологияларидан фойдаланган ҳолда сиёсий, диний, мафкуравий ва бошқа мақсадларга эришиш учун шахс, давлат, халқаро ташкилот, жисмоний ёки юридик шахсни бирон-бир ҳаракатлар содир этишга ёки содир этишдан тийилишга мажбур қилиш, ижтимоий-сиёсий вазиятни беқарорлаштиришга қаратилган, Ўзбекистон Республикасининг Жинойт кодексига жавобгарлик назарда тутилган зўрликдир.

Киберэкстремизм – ахборот технологиялари ички фаолиятига ноқонуний аралаштириш орқали ижтимоий-сиёсий вазиятни беқарорлаштиришга, Ўзбекистон Республикасининг конституциявий тузумини зўрлик билан ўзгартиришга, ҳокимиятни зўрлик ишлатиб эгаллашга ва унинг ваколатларини ўзлаштириб олишга, миллий, ирқий, этник ёки диний адоват қўзғатишга қаратилган киберфазода содир этилган ҳаракатларнинг ашаддий шакллари ифодасидир.

Юқорида келтириб ўтилган таърифларни салбий жиҳатларини асослайдиган бўлсак.

Биринчидан, кибертерроризм ҳамда киберэкстремизм ахборот-коммуникация технологиялари орқали муҳофаза қилинадиган ёки мазкур технологиялар орқали бошқа ижтимоий муносабатларга таҳдид солади;

Иккинчидан, кибертерроризм кибермуҳитда содир этилишини инobatга олган ҳолда давлат ва жамият хавфсизлигига, компьютер маълумотлари ва тизимларининг конфиденциаллигига, мулкка қарши, иқтисодий фаолият асосларига, давлат ҳокимиятига, давлат хизматини ва маҳаллий бошқарувдаги хизматга қарши, маълумотлар махфийлигини бузиш, жисмоний хавфсизликка, ҳаёт ва инсон соғлиғига зарар етказувчи зўравон ёки бошқа хавфли кўринишида содир этилади;

Учинчидан, диний, сепаратиск, кўпоровчилик, экстремистик, миллий, ирқий ва бошқа амалдаги қонунчилик билан тақиқланган муносабатларни келтириб чиқариши, шунингдек давлатлар ва халқлар ўртасида низолар пайдо бўлишини таъминлайди.

Кибертерроризм тарихига назар ташлайдиган бўлсак, ўтган асрнинг 60 йилларида интернет тармоғининг яратилиши билан чамбарчас боғлиқ бўлиб, 1983 йилда, дастлабки кибертеррористлар гуруҳи ушланган. Шу орқали 1983 йилда “Военные игры” (“WarGames”) номли дастлабки хаккерлар тўғрисидаги фильм яратилган. Кибержинойтчиликнинг ривожланиши натижасида кибертерроризм вужудга келган бўлиб, аслида, кибертерроризм 1970 йилларда бошланган ва уни фанга В.Колин 1980 йилларда олиб кирган.

⁶ Ўзбекистон Республикаси Миллий Гвардияси Ҳарбий-техник институти. Монография: У.А.Анорбоев “Кибержинойтчилик, унга қарши қарши курашиш муаммолари ва киберхавфсизликни таъминлаш истикболлари”.

⁷ Л.Буранов Кибержинойтчиликка қарши курашишда Интернет-маданиятнинг аҳамияти. <https://blog.xabar.uz/post/kiberjinoatchilikka-qarshi-kurashishda-internet-madaniyatning-a>.

Хусусан, кибертерроризм ўзининг салбий оқибатлари билан характерланади, яъни, 1993 йил Лондонда кибертеррористлар брокерлик фирмалари, банклар ва бошқа фирмалардан 10 млн. фунт стерлингдан 12 млн. фунт стерлинггача бўлган пул маблағларини талаб қилишган. 1994 йилда “Владимир Левин иши” бутун дунёда “компьютер жиноятларининг трансмиллий тармоғи мақомини олган. Ушбу жиноят россиялик кибержиноятчилар томонидан 12 кишидан иборат халқаро уюшган гуруҳ томонидан АҚШ, Финландия, Исроил, Швейцария, Германия, Россия, Голландиядаги банклардан 10 млн. 700 минг. 952 АҚШ доллари миқдоридagi 40 та пул ўтказмаларига нисбатан амалга оширилган кибержиноят бўлиб, кибержиноятчилар 400 минг АҚШ доллари миқдоридagi пул маблағларини ўзлаштириш вақтида қўлга туширилган иш эди⁸.

Кибертерроризм аҳолига, давлатга, юридик шахсларга хатто алоҳида дахлсизлик ҳуқуқига эга бўлган шахсларга нисбатан ҳам амалга оширилиши билан ўзига хос аҳамиятга эга. Мисол учун, 1996 йилда “Тамил-Илама йўлбарсларини озод қилиш” террористик уюшма Шри-Ланка дипломатик вакилининг телекоммуникация тармоқларига нисбатан амалга оширилган. 1997 йил сентябр ойида эса, кибертеррористлар НАСА ва “Атлантик” космик кемасига кибертеррористик ҳужум уюштиришган. Натижада, 1998 йилнинг ўзидаёқ АҚШда 30 га яқин террористлар кибертеррорист сифатида рўйхатга олинган. 2004 йилда эса, Жанубий Кореянинг муҳофаа вазирлигига нисбатан киберҳужум уюштирилган ва ўнлаб вазирлик компьютерлари ишламай қолган.

Энг ачинарлиси, кибержиноят ёки кибертерроризм жиноят содир этиш ёши яъни жиноят субъекти масаласи ҳам мунозаралидир. Масалан, Ўзбекистон Жиноят кодексининг 17-моддасида жиний жавобгарлик ёшининг миқдори 14, 15, 16, 18 ёш деб эътироф этилган.

Хорижий мамлакат амалиёти сифатида 1998 йилда 12 ёшли бола АҚШнинг Аризона шаҳридаги тўғонни бошқарадиган компьютер тизимига ноқонуний кириши оқибатида жиноят содир этган. Агар 12 ёшли боланинг қилмиши Ўзбекистонда содир этиладиган бўлса, бу билан боғлиқ жиноят иши ЖПКнинг 333-моддасига асосан жиноят ишини қўзғатишдан рад этилган бўларди⁹.

Хусусан, ахборот технологияларидан фойдаланиб содир этиладиган жиноятларга нисбатан қўлланиладиган жазо ва бошқа ҳуқуқий таъсир чоралари кучайтирилиши мақсадга мувофиқдир. Чунки, айнан кибертерроризм ҳамда киберэкстремизмнинг келтириб чиқарадиган салбий оқибатлари терроризм ҳамда экстремизм жинояти келтириб чиқарадиган оқибатлардан юқори бўлиши мумкин. Чунончи, айнан киберфазода жиноят содир этадиган шахсларнинг аудиторияси кенг ҳамда ҳуқуқий таъсир кўрсатиш имкониятлари юқори бўлади.

Киберэкстремизм ҳамда кибертерроризм профилактикасида асосий кўзланган мақсад сифатида қуйидагиларни келтириб ўтишимиз мумкин.

Биринчидан, давлатнинг конституцион тузумини, жамият ҳамда шахснинг ҳуқуқлари, эркинликлари ва қонуний манфаатлари ҳимоя қилинишини таъминлаш;

Иккинчидан, кибертерроризм ҳамда киберэкстремизм ҳақида жамиятда ҳуқуқий онг ва ҳуқуқий маданиятни юксалтириш, қонунийликни мустаҳкамлаш, шунингдек киберэкстремизмга нисбатан мурасасиз муносабатни шакллантириш;

Учинчидан, кибертерроризм ҳамда киберэкстремизм соҳасидаги ҳуқуқбузарликларнинг содир этилиши сабабларини ва уларга имкон бераётган шарт-шароитларни аниқлаш, ўрганиш, бартараф этиш чора-тадбирларини кўриш;

⁸ МСЭ публикует данные по ИКТ за 2015 год Революция в ИКТ последних 15 лет подтверждается статистическими данными. URL:http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2015/pdf/17-ru.pdf. ³ <http://www.myshared.ru/slide/439133/>.

⁹ Ўзбекистон Республикаси Миллий Гвардияси Ҳарбий-техник институти. Монография: У.А.Анорбоев “Кибержиноятчилик, унга қарши қарши курашиш муаммолари ва киберҳавфсизликни таъминлаш истиқболлари”.

Тўртинчидан, кибертерроризм ҳамда киберэкстремизм соҳасидаги ҳуқуқбузарликлар содир этишга мойил бўлган, ҳуқуқбузарлик содир этган, шу жумладан илгари судланган ва озодликдан маҳрум этиш жойларидан озод қилинган шахсларни ижтимоий реабилитация қилиш ва ижтимоий мослаштириш, жисмоний шахсларнинг ҳуқуқбузарликдан жабрланувчига айланиши хавфини камайтириш, ҳуқуқбузарликлар профилактикасини бевосита амалга оширувчи ва унда иштирок этувчи органлар ҳамда муассасалар фаолиятининг ўзаро ҳамкорлигини таъминлаш ва уларнинг фаолиятини мувофиқлаштиришдан иборат.

Кибертерроризм ҳамда киберэкстремизм тушунчаларини қонунчиликда акс этириш, жазо ва бошқа ҳуқуқий таъсир чораларини қўллаш келажақда содир этилиши мумкин бўлган бу каби ҳуқуқбузарликларнинг олди олинишига хизмат қилади.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, мамлакатимизда террорчилик ва экстремистик мақсадларда ахборот коммуникация воситаларидан фойдаланиб содир этиладиган жиноятлар, “кибертерроризм”, “киберэкстремизм” каби тушунчалар кўп ўрганилмаганлиги, илмий тадқиқотлар етарлича олиб борилмаганлиги, шунингдек миллий қонунчиликда ҳам бу тушунчаларга аниқ бир тарифлар берилмаганлиги, ушбу қилмишларни келгусида миллий қонунчиликда малакалашга оид нормаларни киритиш юзасидан таҳлилий ишлар ва тадқиқотлар олиб бориш лозимлигини кўрсатмоқда.

Мамлакатимизнинг диний экстремизм, терроризмга қарши курашдаги ҳаракатлари Ўзбекистон Республикаси Президенти Ш.М. Мирзиёев БМТ бош Ассамблеясининг 75-сессиясида сўзлаган нутқида Марказий Осиёда хавфсизликни таъминлаш соҳасида самарали ҳамкорлик олиб борилаётганлиги, БМТнинг аксилтеррор стратегияси тўлақонли амалга оширилаётганини таъкидлаб, Минтақавий қўшма режанинг 10 йиллик натижалари ва келгуси истиқболларига бағишланган халқаро конференцияни ўтказиш ташаббуси билан чиқди.

Ушбу ташаббус халқаро ҳамжамият томонидан қўллаб-қувватланиб, 2022 йилнинг 3-4 март кунлари Тошкент шаҳрида “Бирлашган Миллатлар Ташкилоти Глобал аксилтеррор стратегияси: Марказий Осиёда минтақавий қўшма ҳаракатлар режасининг 10 йиллик натижалари ва истиқболлари” мавзусидаги халқаро конференция ўтказилиши фикримизнинг яққол исботидир.

Жумладан, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2021-йил 1-июлдаги ПФ-6255-сон қарори билан тасдиқланган “2021-2026-йилларда Ўзбекистон Республикасининг экстремизм ва терроризмга қарши курашиш бўйича Миллий стратегияси”га кўра, экстремизм ва терроризм ғоялари тарқалишининг олдини олиш мақсадида ватанпарварлик, анъанавий қадриятлар ва бағрикенглик мафқурасини тарғиб қилиш, вояга етмаганлар ва ёшлар орасида экстремизм ва терроризм ғоялари тарқалишининг олдини олиш, аёллар ҳуқуқларини ҳимоя қилиш ҳамда уларнинг экстремизм ва терроризмга қарши курашишдаги ролини кучайтириш, узоқ муддат хорижда бўлган фуқароларни экстремизм ва терроризм ғоялари таъсиридан ҳимоя қилиш, интернет жаҳон ахборот тармоғидан экстремистик ва террорчилик мақсадларда фойдаланишга қарши курашиш, фуқаролик жамияти институтлари ва оммавий ахборот воситаларининг экстремизм ва терроризмга қарши курашишга кенг жалб қилиш, экстремистик ва террорчилик ҳаракатларини содир этганлик ҳамда уларни молиялаштирганлик учун ҳуқуқий таъкиб ва жавобгарликка тортиш чораларини ва экстремизм ва терроризмга қарши курашиш соҳасидаги норматив-ҳуқуқий базани такомиллаштириш устувор вазифа сифатида белгиланган.

Хусусан, бу борада қонунчиликни такомиллаштиришга қаратилган қуйидаги таклифларни илгари суриш мумкин.

Биринчидан, Ўзбекистон Республикасининг Жиноят кодекси, “Терроризмга қарши кураш тўғрисида”ги, “Экстремизмга қарши кураш тўғрисида”ги қонунларига кибертерроризм, киберэкстремизм билан боғлиқ қоидаларни киритиш мақсадга мувофиқдир.

Иккинчидан, Ўзбекистон Республикаси ички ишлар органлари тизимида кибертерроризмга қарши кураш бошқармаси ҳамда Бош прокуратура тизимида кибертерроризмга қарши кураш устидан назорат бошқармаси ташкил этилиши мақсадга мувофиқдир;

Учинчидан, кибертерроризм ҳамда киберэкстремизмга қарши курашда аҳолининг ҳуқуқий онги ва ҳуқуқий маданиятини оширишнинг янгича тартиб таомилларини жорий этиш мақсадга мувофиқдир;

Тўртинчидан, кибертерроризм, киберэкстремизм профилактикасини ташкил этиш борасидаги ишларни тизимлаштириш мақсадида Ўзбекистон Республикасининг “Кибертерроризм тўғрисида”, “Киберэкстремизм тўғрисида”ги қонунларини қабул қилиш лозимдир;

Бешинчидан, ахборот-коммуникация технологиялари соҳасидаги кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан ислоҳ қилиш мақсадга мувофиқ. Масалан, кибертерроризм ҳамда киберэкстремизмга қарши кураш бўйича махсус дастурлар орақали кадрлар тайёрлаш ва кадрлар малакасини ошириш бўйича тизимли ишларни ривожлантириш лозим;

Олтинчидан, кибертерроризм ҳамда киберэкстремизмга қарши кураш, уларни тергов қилиш ҳақидаги тартиб таомилларни қайта кўриб чиқиш, мазкур тоифадаги ижтимоий муносабатларга оид Ўзбекистон Республикаси Олий суди Пленумини қабул қилиш мақсадга мувофиқ.

Еттинчидан, Ўзбекистон Республикаси Жиноят кодексининг XX¹ боби яъни Ахборот технологиялари соҳасидаги жиноятларни қайта кўриб чиқиш мақсадга мувофиқдир. Бу каби ҳуқуқбузарликлар содир этилиши оқибатида шахс, жамият, давлат манфаатларига етказилган зарар ушбу жиноятларга нисбатан қўлланиладиган жазо ва бошқа ҳуқуқий таъсир чоралар билан ўзаро мувофиқ келмайди.

Иқтибослар/Сноски/References:

- [1]. Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлисининг Ахборотномаси, 2001 й., 1-2-сон, 15-модда; Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2004 й., 25-сон, 287-модда; 2015 й., 32-сон, 425-модда; 2016 й., 17-сон, 173-модда; Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси, 16.01.2019 й., 03/19/516/2484-сон, 2019 й., 2-сон, 47-модда, 05.09.2019 й., 03/19/564/3690-сон; Қонунчилик маълумотлари миллий базаси, 21.04.2021 й., 03/21/683/0375-сон.
- [2]. Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси, 31.07.2018 й., 03/18/489/1593-сон; Қонунчилик маълумотлари миллий базаси, 21.04.2021 й., 03/21/683/0375-сон
- [3]. А.Б.Хикматов, “Терроризмга қарши курашиш: интернетдан фойдаланиб содир этиладиган жиноятлар”. Юридик фанлар бўйича докторлик диссертация автореферати. – Т.: 2022 й., – 5 б.
- [4]. M.Gurcke. Understanding Cybercrime: A Guide for Developing Countries. ITU. 2009.
- [5]. К.Е.Зинченко, Л.Ю.Исмаилова, А.Н.Караханьян, Б.В.Киселев, В.В.Крылов, Я.М.Мастинский. Н.С.Полевой, Ю.Н.Соловьев, В.В.Хургин, С.И.Цветков. Компьютерные технологии в юридической деятельности. Учебное и практическое пособие. –М.: издательство “БЕК”. 1994 г., –с. 304,
- [6]. Ўзбекистон Республикаси Миллий Гвардияси Ҳарбий-техник институти. Монография: У.А.Анорбоев “Кибержиноятчилик, унга қарши қарши курашиш муаммолари ва киберхавфсизликни таъминлаш истиқболлари”.
- [7]. Л.Буранов. Кибержиноятчиликка қарши курашишда Интернет-маданиятнинг аҳамияти. <https://blog.xabar.uz/post/kiberjinoatchilikka-qarshi-kurashishda-internet-madaniyatning-a>.
- [8]. МСЭ публикует данные по ИКТ за 2015 год Революция в ИКТ последних 15 лет подтверждается статистическими данными. [URL:http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2015/pdf/17-ru.pdf](http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2015/pdf/17-ru.pdf).
- [9]. Ўзбекистон Республикаси Миллий Гвардияси Ҳарбий-техник институти. Монография: У.А.Анорбоев “Кибержиноятчилик, унга қарши қарши курашиш муаммолари ва киберхавфсизликни таъминлаш истиқболлари”.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

I. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар:

II.

- [1]. Ўзбекистон Республикасининг 1994 йил 22 сентябрда қабул қилинган ЎРҚ-2012-ХII-сонли Қонуни билан тасдиқланган Ўзбекистон Республикасининг Жиноят кодекси // lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
- [2]. Ўзбекистон Республикасининг 2000 йил 15 декабрда қабул қилинган “Терроризмга қарши кураш тўғрисида”ги 167-II-сонли Қонуни // lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари

миллий базаси.

- [3]. Ўзбекистон Республикасининг “Жиноий жазоларнинг либераллаштирилиши муносабати билан Ўзбекистон Республикасининг Жиноят, Жиноят-процессуал кодекслари ҳамда Маъмурий жавобгарлик тўғрисидаги кодексига ўзгартишлар ва қўшимчалар киритиш ҳақида” 2001 йил 29 августдаги 254-П-сон Қонуни // lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
- [4]. Ўзбекистон Республикасининг 2002 йил 12 декабрда қабул қилинган “Ахборот эркинлиги принциплари ва кафолатлари тўғрисида”ги 439-П-сонли Қонуни // lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
- [5]. Ўзбекистон Республикасининг 2003 йил 11 декабрда қабул қилинган “Ахборотлаштириш тўғрисида”ги 560-П-сонли Қонуни // lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
- [6]. Ўзбекистон Республикасининг “Ўзбекистон Республикаси Давлат хавфсизлик хизмати тўғрисида” 2018 йил 5 апрелдаги ЎРҚ-471-сон Қонуни // lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
- [7]. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Жиноят ва жиноятпроцессуал қонунчилиги тизимини тубдан такомиллаштириш чоратадбирлари тўғрисида” 2018 йил 14 майдаги ПҚ-3723-сон қарори // lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
- [8]. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Ахборот технологиялари ва коммуникацияларининг жорий этилишини назорат қилиш, уларни ҳимоя қилиш тизимини такомиллаштиришга оид қўшимча чоратадбирлар тўғрисида” 2019 йил 14 сентябрдаги ПҚ-4452-сон қарори // lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.

Адабиётлар

- [1]. А.Расулев. Ахборот технологиялари ва хавфсизлиги соҳасидаги жиноятларга қарши курашишнинг жиноятхуқуқий ва криминологик чораларини такомиллаштириш. Юридик фанлар бўйича докторлик диссертация автореферати. – Т.: 2018 й., – 5 б.
- [2]. К.Е.Зинченко, Л.Ю.Исмаилова, А.Н.Караханьян, Б.В.Киселев, В.В.Крылов, Я.М.Мастинский, Н.С.Полевой, Ю.Н.Соловьев, В.В.Хургин, С.И.Цветков. Компьютерные технологии в юридической деятельности. Учебное и практическое пособие. –М.: издательство “БЕК”. 1994 г., –с. 304,
- [3]. Ўзбекистон Республикаси Миллий Гвардияси Ҳарбий-техник институти. Монография: У.А.Анорбоев “Кибержиноятчилик, унга қарши қарши курашиш муаммолари ва киберхавфсизликни таъминлаш истикболлари”. – Т.: 2020 й., - 324 б.
- [4]. Т.Н.Бородкина, А.В.Павлюк. Киберпреступления: понятие, содержание и меры противодействия. Социально-политические науки. № 1. 2018. –135- 137 с. И.М.Расолов. Право и Интернет. Теоретические проблемы. –М.: Изд-во НОРМА, 2003. –251-253 с. Ш.Толмасов.
- [5]. В.А.Дуленко. Использование высоких технологий криминальной средой. Борьба с преступлениями в сфере компьютерной информации: учебное пособие. Уфа, 2007. – с. 27.
- [6]. И.Г.Чекунов. Киберпреступность: понятие и классификация // Российский следователь. 2012. № 2. – 37-44 с.
- [7]. Тропина Т.Л. Киберпреступность: понятие, состояние, уголовно-правовые меры борьбы: дис...канд. юрид. наук: 12.00.08. Владивосток, 2005.–36-38 с.

УДК 519.71(575.1)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НА РАННЕЙ СТАДИИ

Д.К. Мухамедиева, М.Э. Шаазизова

Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразмий
matematikha@inbox.ru
(Получена 14.09.2022 г.)

The purpose of the research presented in the article is to develop methods and algorithms for classifying signs of cancer based on digital mammography analysis for early detection of breast cancer, to create software and to develop a medical diagnosis system. One of the effective directions in this field is the use of artificial intelligence, which is an integral part of information technology. To carry out this research, the following tasks were assigned: development of software for primary processing of digital mammography images and intelligent identification of damaged parts; development of cancer detection algorithms based on

the analysis of digital mammography of the breast, creation of software; making system design simple, understandable and adapting functions for cardiologists; create a section to develop the software knowledge base and discuss problematic situations.

Keywords: *artificial intelligence, knowledge base, deep neural networks, early diagnosis, model, algorithm, instruction, calculation experiment.*

Целью исследования, представленного в статье, является разработка методов и алгоритмов классификации признаков рака при раннем выявлении рака молочной железы на основе анализа цифровой маммографии, создание программного обеспечения и разработка системы медицинской диагностики. Одним из эффективных направлений в этой области является использование искусственного интеллекта, который является неотъемлемой частью информационных технологий. Для проведения данного исследования были поставлены следующие задачи: разработка программного обеспечения для первичной обработки цифровых маммографических изображений и интеллектуальной идентификации поврежденных участков; разработка алгоритмов выявления рака на основе анализа цифровой маммографии молочной железы, создание программного обеспечения; сделать конструкцию системы простой, понятной и адаптировать функции для кардиологов; создание раздела для развития базы знаний по программному обеспечению и обсуждения проблемных ситуаций.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, база знаний, глубокие нейронные сети, ранняя диагностика, модель, алгоритм, программа, вычислительный эксперимент.*

Мақолада кўрилатган тадқиқот мақсади кўкрак беги саратони касаллигини эрта аниқлашда рақамли маммография тахлили асосида саратонни аниқлашда белгиларини синфлаштиришининг усул ва алгоритмларини ишлаб чиқиши, дастурий таъминотини яратиши ва тиббий таххислаш тизимини ишлаб чиқишдан иборат. Ушбу соҳадаги самарали йўналишлардан бири бу ахборот технологияларининг ажралмас қисми бўлган сунъий тафаккурдан фойдаланишидир. Ушбу тадқиқотни амалга ошириши учун қуйидаги вазифалар берилган: рақамли маммографиядаги тасвирларга бирламчи ишлов берувчи ва зарарланган қисмларни интеллектуал аниқловчи дастурий таъминотини ишлаб чиқиши; кўкрак безининг рақамли маммографияси тахлили асосида саратонни аниқлаш алгоритмларини ишлаб чиқиши, дастурий таъминотини яратиши; кариолог врачлар учун тизим дизайнини содда, тушунарли қилиши ва функцияларни мослаштириши; дастурий мажмуани билимлар базасини ривожлантириши ва муаммоли холатларни муҳокама қилиши учун бўлим ҳосил қилиши.

Калит сўзлар: *сунъий интеллект, билимлар базаси, чуқур нейрон тўрлар, эрта таххислаш, модел, алгоритм, дастур, ҳисоблаш эксперименти.*

1 Введение

Искусственный интеллект можно рассматривать в широком смысле как выполнение задач, которые требуется выполнять человеческому разуму в компьютерных системах. Он состоит из трех типов: алгоритмы, разработанные человеком, машинное обучение и глубокое обучение [1-5].

Машинное обучение, как и глубокое обучение, основано на искусственных нейронных сетях. Однако в глубоком обучении между входом и выходом есть разные скрытые слои. Каждый слой нейронной сети может работать как независимо, так и вместе. Глубокое обучение имеет большие перспективы для диагностических задач, поскольку оно может точно анализировать сердечно-сосудистые заболевания, онкологию, диабет, патологию, дерматологию, офтальмологию и рентгенографию. Фактически, глубокое обучение в настоящее время на 5-10% точнее, чем у среднего врача, и ожидается, что этот разрыв улучшится. В то же время перспективные вопросы синтеза интегрированных мягких моделей, в том числе моделей нечетких нейронов с использованием эволюционных алгоритмов создания систем искусственного интеллекта для ранней диагностики, недостаточно изучены [3-4].

После обретения независимости нашей республикой особое внимание уделяется повышению удобства и качества медицинских услуг населению с использованием возможностей информационных и коммуникационных технологий. В связи с этим достигнуты значительные результаты в совершенствовании компьютерных диагностических

систем раннего выявления медицинских заболеваний и повышении качества качественного лечения [1-2].

Интеллектуальный анализ медицинских данных, разработка методов и алгоритмов классификации признаков рака на основе анализа цифровой маммографии молочной железы, создание программного обеспечения и лечебно-диагностических процессов с использованием медицинских диагностических систем являются одной из актуальных задач [6-9].

Полностью автоматическая диагностика заболеваний могла казаться непрактичной всего несколько лет назад, но большие достижения в области искусственного интеллекта изменили это. В этой работе мы предлагаем алгоритм, основанный на последовательном процессе, заключающемся в обнаружении аномалий на медицинских изображениях, их характеристике, а иногда и количественной оценке их эволюции [10].

Сверточной нейронной сети, которые в последние годы были чрезвычайно успешны, выиграли множество испытаний в статистическом обучении и решили многие учебные задачи, которые ранее считались непосильными [9].

Системы компьютерной диагностики для обнаружения и диагностики рака груди с использованием маммограмм могут помочь снизить нагрузку на специалистов, помогая им классифицировать маммограммы на нормальные и аномальные [3-4].

Поскольку мы имеем дело с огромным набором данных о пациентах по всему миру, применение обычных алгоритмов машинного обучения не является хорошей рекомендацией.

Хуанг и др [1]. предложили многомодальное исследование прогнозирования тяжести заболевания на основе изображений с использованием обширного изучения и прогнозирования аналитики.

Сейчас наблюдается тенденция в обработке медицинских изображений с помощью глубоких нейронных сетей, которые все время совершенствуются.

Например Пушпанджали М., Балдев П., [2] предложили гистопатологическое обнаружение изображения рака молочной железы с помощью глубокого обучения.

В настоящее время алгоритмы машинного обучения и распознавания реализуются в основном на языке Python с помощью соответствующих библиотек. Одной из таких библиотек является библиотека Keras. Эта библиотека с открытым исходным кодом, предоставляет собой интерфейс Python для искусственных нейронных сетей. Keras действует как интерфейс для библиотеки TensorFlow. Здесь он играет ключевую роль. Глубокое обучение отлично справляется с огромными наборами данных, а также может извлекать высокоуровневые функции без какого-либо вмешательства домена или жесткого извлечения функций. Глубокое обучение занимает много времени, но этап тестирования проходит быстрее, чем при использовании алгоритма машинного обучения [2].

Данные тренировочных изображений можно дополнить, слегка изменив их, а затем подавать в сеть для обучения. Эта техника помогает нейронной сети иметь возможность правильно классифицировать невидимые изображения во время теста [4-5].

2 Методы

Гистопатологические изображения имеют общие черты, такие как линии, края и цвета, с изображениями из набора данных ImageNet. Таким образом, CNN, ранее изученные в ImageNet, могут быть использованы для определения особенностей гистопатологических изображений [3]. Недавнее исследование [4] демонстрирует, что предварительно изученные CNN являются хорошей заменой CNN, изученным с нуля для диагностики рака груди с использованием гистопатологии.

Снижение размерности - широко используемый подход для повышения вычислительной сложности классификатора за счет небольшого ущерба общей производительности классификатора. Есть два способа уменьшить размерность [7-8]:

1. Выбор основных элементов из исходных размеров.

В этом методе различные комбинации функций формируются и оцениваются для получения наилучшей комбинации.

Среди используемых схем выбора функций можно выделить генетический алгоритм, моделирование отжига, усиление, прививку и оптимизацию роя частиц.

2. Создание новых измерений.

Этот метод отображает исходное пространство признаков в новом пространстве признаков уменьшенных размеров. Обычно используемые методы уменьшения размерности - это анализ главных компонентов, линейный дискриминантный анализ, анализ независимых компонентов и изучение многообразия [10].

Хотя уменьшение размерности улучшает вычислительную сложность классификатора, оно может привести к потере важных функций, которые могут помочь в прогнозировании. Таким образом, общая производительность классификатора может быть снижена из-за уменьшения размеров. Модели, основанные на тщательном изучении, имеют несколько уровней объединения для уменьшения размеров карт функций изображений [3-4].

Самый простой способ решить задачу детектирования – свести её к задаче классификации. Чтобы обнаружить объект, необходимо взять специфический для него классификатор и применить его к участкам изображения [1].

Одним из способов извлечения таких участков является метод скользящего окна, представляющий собой прямоугольную область с фиксированной шириной и высотой, которая «скользит» по изображению. Для каждого из участков применяется классификатор, чтобы определить, имеет ли окно искомым объект [2].

Важно не упускать информацию с маммографических изображений, так как это может привести к неправильной классификации злокачественных новообразований. В предлагаемом разделе мы представили новый метод сегментации входного изображения. На первом этапе мы выполняем сегментацию груди [1-4].

Для сегментации в качестве входных данных используются маммографические изображения. Изображение разделяется в отдельности на красный, зеленый и синий каналы. Затем разделенные каналы снова разрезают на пять слоев.

На входном изображении слишком много несущественной информации, которая не требуется для классификации. Поэтому первым шагом в классификации изображений является упрощение изображения путем извлечения важной информации, содержащейся в изображении, и исключения остального [7].

Каждый пиксел представляется числом, в случае чёрно-белого изображения, или тройкой чисел, в случае цветного. В данном формате удобно воспринимать изображение, но для решения задачи распознавания, такого количества информации оказывается слишком много [5-6].

При обработке изображений наиболее универсальными характерными признаками являются: форма, яркость (или цвет), текстура и др. Менее различимые для восприятия человеком - это спектральные, гистограммные, корреляционные и другие характеристики [4].

Операция свертки является самой основной частью сверточной нейронной сети, использующей обнаружение границ в качестве примера входа. Математическое объяснение этого заключается в том, что если у нас есть изображение размера $n \times n$. Из изображений, используя фильтр размера $f \times f$, тогда выходное измерение будет [7-9]

$$(n-f+1) \times (n-f+1).$$

Для того, чтобы после заполнения выходной размер совпадает с входным размером. формула становится

$$(n+2p-f+1) \times (n+2p-f+1),$$

где

$$p=(f-1)/2 \quad p=(f-1)/2.$$

В языке Python 3.7 Keras действует как интерфейс для библиотеки TensorFlow. Здесь он играет ключевую роль. Глубокое обучение отлично справляется с огромными наборами данных, а также может извлекать высокоуровневые функции без какого-либо вмешательства домена или жесткого извлечения функций. Глубокое обучение занимает много времени, но этап тестирования проходит быстрее, чем при использовании алгоритма машинного обучения. К особенностям Tensor Flow относятся:

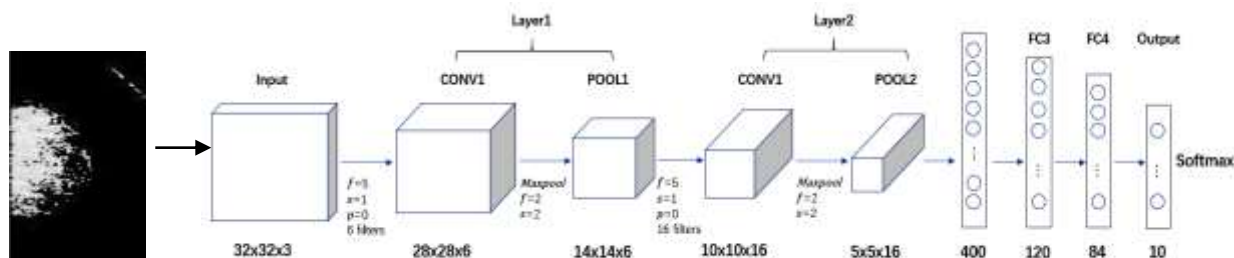
– простая архитектура, позволяющая быстро обучиться программированию и созданию моделей машинного обучения;

- имеется возможность перемещения созданных моделей обучения на какие угодно устройства, облачные хранилища;
- наличие опции активного выполнения, которая дает возможность создавать модели для машинного обучения, отлаживать и манипулировать последними.

Tensor Flow обладает всеми решениями для отладки, запуска и прочих задач, проблем относительно машинного обучения.

3 Результаты

Реализация была проведена с использованием языка Python 3.7.



Первый слой в CNN всегда свёрточный. Вводное изображение — это матрица 32 x 32 x 3 с пиксельными значениями. Фильтр — это матрица (такую матрицу ещё называют матрицей весов или матрицей параметров). Заметьте, что глубина у фильтра должна быть такой же, как и глубина вводного изображения (тогда есть гарантия математической верности), и размеры этого фильтра — 5 x 5 x 3.. Поскольку фильтр производит свёртку, то есть передвигается по вводному изображению, он умножает значения фильтра на исходные значения пикселей изображения (поэлементное умножение). Все эти умножения суммируются (всего 75 умножений). И в итоге получается одно число.

Второй слой после свертчного — это объединяющий слой. Слой объединения обычно применяется к созданным картам объектов для уменьшения количества карт объектов и параметров сети путем применения соответствующих математических вычислений. В этой работе использованы максимальный пул и глобальный средний пул. В процессе максимального пула выбираются только максимальное значение, используя размер матрицы, указанный в каждой карте характеристик, что приводит к уменьшению выходных нейронов. Там есть также слой глобального среднего пула, который использовался только до полносвязного слоя, сокращающий данные до одного измерения. Слой глобального среднего пула подключается к полносвязному слою [7-9].

Полносвязный слой - последний и самый важный слой CNN. Этот слой функционирует как многослойный перцептрон. Вход для полностью подключенного слоя — это выход из последнего объединенного или свертчного слоя, который сглаживается и затем передается в полносвязный. Этот сглаженный вектор затем соединяется с несколькими полносвязными слоями, которые аналогичны искусственным нейронным сетям и выполняют те же математические операции.

В итоге получаем выходы нейронов скрытого слоя. Эти промежуточные выходы могут считаться нелинейными преобразованиями и комбинациями первоначальных входов. Они становятся входами выходного слоя. Снова вычисляем взвешенную сумму входов, применяем функцию активации и получаем итоговые значения целевой переменной. Функции активации relu и tanh. Relu отсекает значения ниже нуля, в то время как tanh принимает значения от -1 до 1 (соответственно для минимального и максимального значений входов). Любая из этих двух нелинейных функций позволяет нейронной сети в отличие от линейной модели вычислять гораздо более сложные зависимости.

Далее тренировали сеть, после чего полученные показания сравнили с данными из тестового набора. В результате получилось, что чем больше модель нейросети обучается, тем результат становится ближе к 100%. Исходя из всего можем сказать, что чем больше входной набор, тем меньше модель сети делает ошибок.

4 Заключение

Очень важно точное распознавание медицинского изображения для своевременного лечения. Это исследование предложило разработку системы обнаружения раковой опухоли груди как стандартную процедуру при диагностированном раке груди. Цифровая маммография в настоящее время входит в стандартный набор диагностики.

Различные методики используются для классификации в области постановки диагнозов. Извлечение признаков изображения - важный шаг в классификации маммограмм. Эти функции извлечены с использованием методов обработки изображений. Предложенная нейронная сеть классифицирует изображения маммограммы на 3 категории: нормальные, доброкачественные и злокачественные с точностью более чем 90%. Такая система может помочь и пациенту, и врачу.

Список литературы

- [1]. J. Anitha and J. D. Peter, "Mammogram segmentation using maximal cell strength updation in cellular automata," *Medical & Biological Engineering & Computing*, vol. 53, no. 8, pp. 737–749, 2015.
- [2]. M. Dong, X. Lu, Y. Ma, Y. Guo, Y. Ma, and K. Wang, "An efficient approach for automated mass segmentation and classification in mammograms," *Journal of Digital Imaging*, vol. 28, no. 5, pp. 2017–2024, 2015.
- [3]. H. D. Cheng, J. Shan, W. Ju, Y. Guo and L. Zhang, "Automated breast cancer detection and classification using ultrasound images", *Pattern Recognition* No 43, pp. 299–317, 2010.
- [4]. Mahendra G. Kanojia, Siby Abraham, "Breast Cancer Detection Using RBF Neural Network", 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I), IEEE, 363978-1-5090-5256-1/16, 2016.
- [5]. V. V. Kruglov, M. I. Dli, and R. Yu. Fuzzy logic and artificial neural networks. - M.: Fizmatlit, 2001.
- [6]. Zagidullin BI, Nagaev IA, Zagidullin N. Sh., Zagidullin Sh. Z. _ A neural network model for the diagnosis of myocardial infarction. // *Russian Journal of Cardiology*. 2012; (6): 51-54.
- [7]. Krizhevsky, Alex, et al. "ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks." *Communications of the ACM*, vol. 60, no. 6, 2017, pp. 84–90., doi:10.1145/3065386.
- [8]. He, Kaiming, et al. "Delving Deep into Rectifiers: Surpassing Human-Level Performance on ImageNet Classification." 2015 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2015, doi:10.1109/iccv.2015.123.
- [9]. Андреев В.В., Минаев Н.Ю., "Сверточная Нейронная Сеть для Распознавания рака легких на медицинских снимках", 2019 год, 500 стр.
- [10]. Стюарт Рассел, Питер Норвиг, "Artificial Intelligence: A Modern Approach" (Искусственный интеллект: современный подход), 2007 год, 640 стр.

УДК 621.324÷536.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА В ГРУНТОВЫХ АККУМУЛЯТОРАХ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОЛОДА

Ш.К. Яхшибоев¹, А.А. Вардияшвили², Ю.Г. Узокова², Ю.З. Насруллаев²

¹*Каршинский инженерно-экономический институт,*

²*Каршинский Государственный университет*

E-mail: vardi41@mail.ru

(Получена 25.11.2023 г.)

В данной статье приведены результаты моделирования процессов нестационарного теплообмена в грунтовых аккумуляторах естественного холода при охлаждении грунта холодным наружным воздухом. Разработана экспериментальная установка для исследования температурного поля грунтового аккумулятора естественного холода, получены кривые изменения температуры охлажденного грунта и поверхности трубы аккумулятора. Получены значения коэффициента теплоотдачи для грунтового аккумулятора диаметром $d=50$ мм при охлаждении воздухом на физической модели и для натурального объекта диаметром $d=300$ мм.

Ключевые слова: *грунтовой массив, термопары, грунтовой аккумулятор естественного холода, критерий подобия, коэффициент теплоотдачи, естественного холод.*

Ушбу мақолада ер ости табиий совуқлик тупроқ аккумулятори таиқи ҳаво табиий совуқлиги билан совутилганда, ностационар режимда иссиқлик алмашинув жараёнларини моделлаштириши натижалари келтирилган. Табиий совуқлик тупроқ аккумулятори ҳарорат майдонини ўрганиши учун экспериментал қурилма ишлаб чиқилган, совутилган тупроқ ҳарорати ва аккумулятор қувури сиртининг ҳарорати ўзгариши эгри чизиқлар олинган. Диаметри $d=50$ мм бўлган тупроқ аккумулятор учун иссиқлик узатиши коэффициентининг қийматлари, физик моделда ҳаво билан совутилганда диаметри $d=300$ мм бўлган тўлиқ ўлчовли объект учун олинган.

Калим сўзлар: тупроқ массиви, терможуфтлар, табиий совуқлик тупроқ аккумулятори, ўхшашилик мезони, иссиқлик бериши коэффициенти, табиий совуқлик.

This article presents the results of modeling the processes of unsteady heat transfer in ground accumulators of natural cold when the ground is cooled by cold outside air. An experimental setup for studying the temperature field of a natural cold ground accumulator has been developed, and curves for changing the temperature of the cooled soil and the surface of the accumulator pipe have been obtained. The values of the heat transfer coefficient for a ground accumulator with a diameter of $d=50$ mm were obtained when air-cooled on a physical model and for a full-scale object with a diameter of $d=300$ mm.

Keywords: soil array, thermocouples, natural cold ground accumulator, similarity criterion, heat transfer coefficient, natural cold.

В мире проводятся научные исследования по усовершенствованию холодильных установок и повышению энергоэффективности систем тепло-хладоснабжения зданий и сооружений, разработке способов снижения энергоемкости с применением возобновляемых источников энергии. Традиционное парокомпрессионное холодильное оборудование, используемое в системах холодоснабжения, является дорогостоящим, энергоемким и требует больших эксплуатационных затрат[1]. Анализ работ парокомпрессионных холодильных установок при выработке искусственного холода в системах холодоснабжения показывает, что для получения 2,5-3,5 кВт холодильной мощности затрачивается 1 кВт электрической энергии[2]. В связи с этим разработка и внедрение энергоэффективных систем холодоснабжения с использованием источников естественного холода является актуальной научно-технической проблемой. В нашей Республике осуществляются широкомасштабные мероприятия по экономии традиционных топливно-энергетических ресурсов, разработке энергоэффективных систем охлаждения на основе использования возобновляемых источников энергии и внедрению энергосберегающих технологий на плодоовощехранилищах. В стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы отмечены задачи «.....повышения энергоэффективности зданий и сооружений, широкое внедрение возобновляемых источников энергии в отраслях экономики, сокращению объема выброса вредных газов в атмосферу.....»[3]. Поэтому выполнение вышеуказанных задач в системах холодоснабжения, в частности, по повышению энергоэффективности систем холодоснабжения плодоовощехранилищ с использованием естественного холода считается одной из востребованных задач в рассматриваемой отрасли экономики. В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований процессов теплообмена в грунтовых аккумулятора естественного холода(ГАЕХ).

Приведены описания экспериментальной установки ГАЕХ, методика экспериментального исследования температурного режима и теплообмена в физической модели и результаты исследований по теплообмену и температурному режиму ГАЕХ в различных физических условиях. Разработан экспериментальный стенд (рис.1), измерительная схема которого приведена на рис.1. Стенд состоит из грунтового (песчаного) аккумулятора 1, находящегося в пенопластовой термостатированной ёмкости 2. Экспериментальная установка для моделирования процесса теплообмена в грунтовом массиве, вмещающем в себя канал грунтового аккумулятора, рассчитана с соблюдением теории подобия и размерностей. Она состоит из термоизолированного короба с песком, моделирующего грунтовой массив, внутри которого расположена стальная труба $d=20$ мм грунтового аккумулятора холода, с размещёнными вокруг неё термopарами, пакетных переключателей на 20 цепей, измерительного моста и водосчётчика [4].

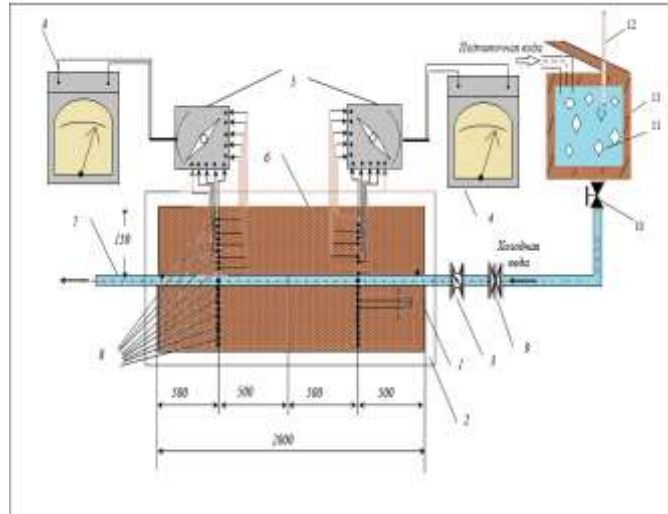


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для исследования изменения температурного поля грунта вблизи поверхности ГАЕХ. 1– грунтовый аккумулятор; 2- термостатированная ёмкость 3 – счётчик воды; 4- Потенциометр КСП-4; 5– переключатель на 10 цепей; 6– слой материала, моделирующий грунтовый массив; 7– стальная труба $d=20\text{мм}$; 8– термопары (на схеме показаны термопары, размещённые в первом и последнем сечениях температурного поля), 9- регулирующий вентиль, 10-вентиль для регулирования расхода воды, 11- куски льда, 12-контрольный термометр, 13-емкость для холодной воды.

Целью исследования является экспериментально определить закономерности изменения температурного поля в процессе аккумуляции холода в ГАЕХ с учетом нестационарного теплообмена. Проведено экспериментальное исследование с применением метода теории подобия и моделирования теплообменных процессов. Определены значения критерия Nu и коэффициента теплоотдачи α для грунтового аккумулятора холода с диаметром трубы $d=300\text{мм}$ и физической модели, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты моделирования и расчета теплообмена в ГАЕХ.

Грунтовый аккумулятор, $d=300\text{мм}$ (воздух)			Физическая модель $d=50\text{мм}$ (воздух)			Физическая модель $d=20\text{мм}$ (вода)		
W_1 , м/с .	Nu_1	α_1 , $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$	W_2 , м/с .	Nu_2	α_2 , $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$	W_3 , м/с .	Nu_3	α_3 , $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$
2	103,88	8,04	0,32	103,25	47,908	0,64	103,25	2845,57
4	180,87	14,01	0,64	180,90	83,93	1,29	180,90	4985,60
6	250,18	19,38	0,97	250,73	116,338	1,94	250,73	6910,11
8	314,92	24,41	1,29	314,96	146,14	2,58	314,96	8680,29
10	376,47	29,17	1,61	376,99	174,92	3,22	376,05	10363,93

Анализ таблицы 1. показывает, что подобие процессов теплоотдачи для натурального образца (движение воздуха по подземному воздуховоду $d=300\text{мм}$.) и физической модели (движение воды по трубе $d=20\text{мм}$, расположенной в песке) выполняется в следующем диапазоне скоростей: для воды 0,64 до 3,22 м/с. Таким образом, для моделирования процесса теплообмена, происходящего при движении воздуха с температурой $t=0^\circ\text{C}$ по подземному воздуховоду $d=300\text{мм}$ в природе и со скоростями 2,4,6,8,10 м/с, необходимо обеспечить в физической модели движение воды с $t=0^\circ\text{C} \div +4^\circ\text{C}$ в трубе $d=20\text{мм}$, со скоростями 0,64; 1,29; 1,94; 2,58; 3,22 м/с соответственно. Подобные процессы теплообмена для воздуха в

физической модели при $t=0^{\circ}\text{C}$ необходимо обеспечить в трубе диаметром $d=50\text{мм}$ со скоростью 0,32 до 1,61 м/с. Эксперименты были проведены в физической модели для воды и воздуха отдельно и результаты представлены в табл 1. Температура охлаждающей воды устанавливалась равной $+4^{\circ}\text{C}$, скорость движения жидкости фиксировалась в диапазоне, указанном в таблице 1.

В результате серии последовательных экспериментов, были получены графики распределения температуры $t(x,\tau)$ в грунте, вблизи трубы $d=20\text{мм}$ для различной продолжительности работы установки в 1 и 2 режимах, а также кривые изменения температуры поверхности трубы в зависимости от времени $t(0,\tau)$ (рис.2,3 и 4)[5].

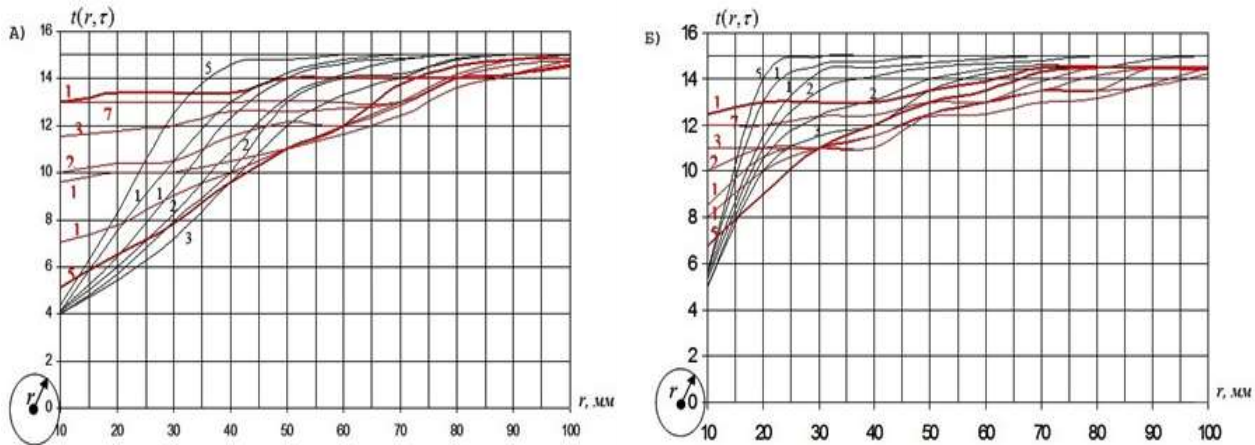


Рис.2. Изменение температурного поля в песке вблизи трубы $d=20\text{мм}$. Числа у кривых обозначают интервалы времени τ между замерами в минутах.

А – в первом сечении, Б – во втором сечении.

— Работа установки в первом режиме.
— Работа установки во втором режиме.

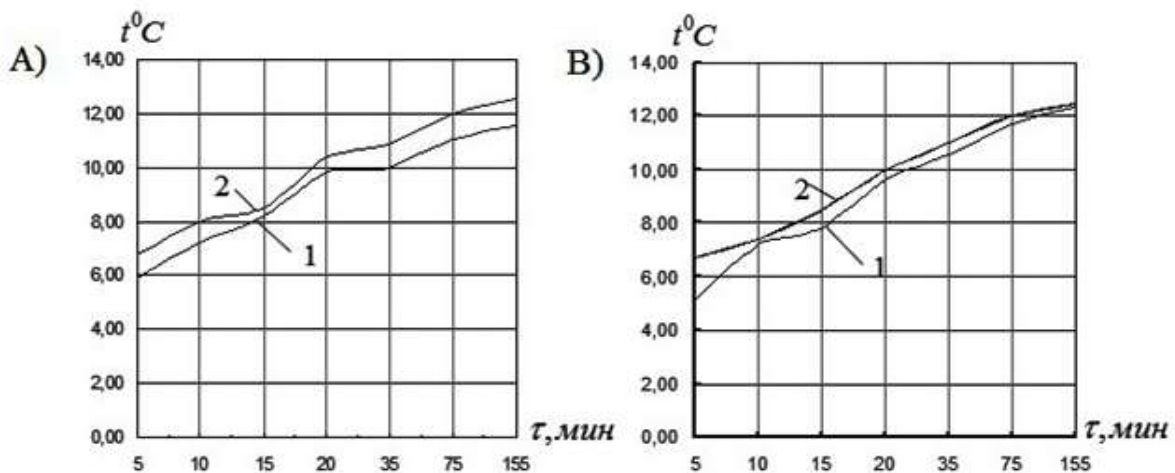


Рис.3. Изменение температуры поверхности трубы за счёт кондуктивного теплообмена, по данным эксперимента. 1,2-температуры поверхности в первом и втором сечениях.

А-длительность режима аккумуляции холода 5 мин. ($Fo=3$).

Б-длительность режима аккумуляции холода 30 мин. ($Fo=10$).

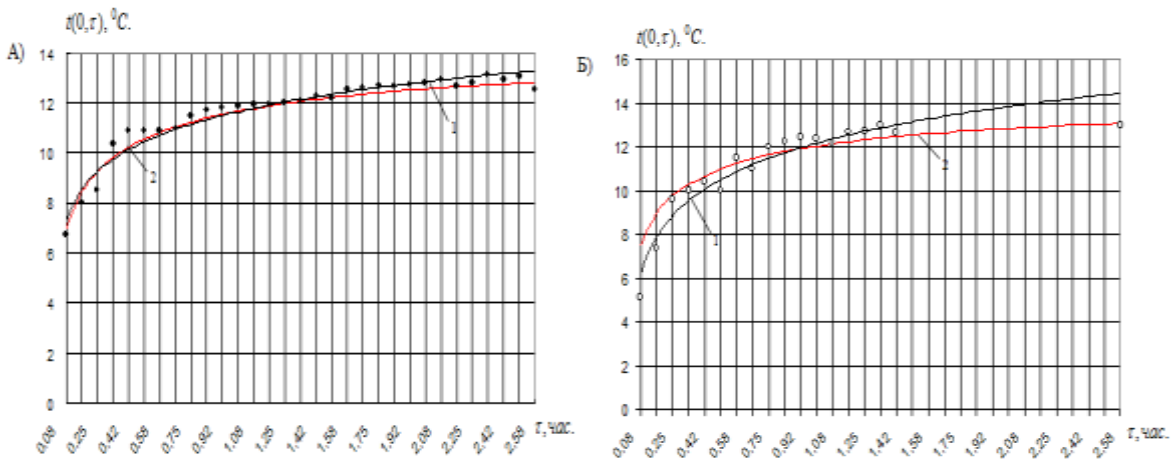


Рис.4. График изменения температуры поверхности трубы.
А) - $Fo=3$, Б) – $Fo=10$. 1 – по данным эксперимента. 2 – по данным расчета.

Кривые изменения температуры охлаждённого грунта за счет кондуктивного теплообмена, построенные для натурального объекта по данным эксперимента, проведённого на физической модели, в режимах охлаждения и хранения запасённого холода представлены на рис.5а и 5б. На рис.6 показаны кривые изменения температуры поверхности трубы $d=300\text{мм}$, за счёт кондуктивного теплообмена.

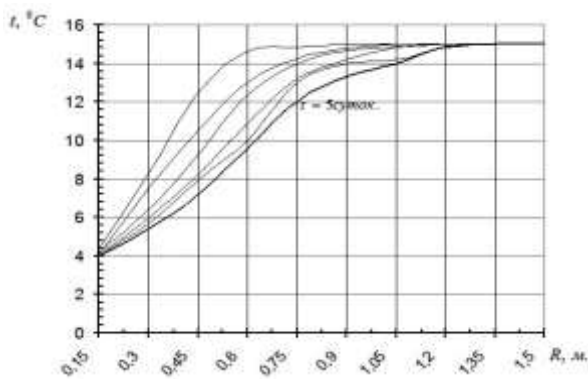


Рис.5а. Температура грунта вблизи трубы $d=300\text{мм}$ (охлаждение).

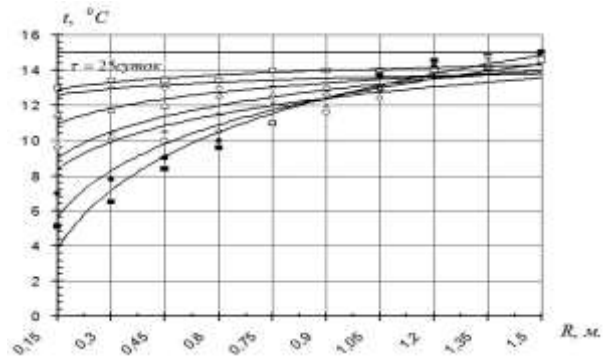


Рис.5б. Изменение температуры грунта вблизи трубы $d=300\text{мм}$ (режим хранения запасённого холода).

Анализ полученных результатов исследований, показывает, что расхождение экспериментальных и расчетных данных составляет 7-10 %. Таким образом, предложенные аналитические зависимости можно рекомендовать для инженерных расчетов ГАЕХ [5,6,7].

Выводы.

По результатам исследований установлено, что процессы теплообмена между естественными грунтовыми аккумуляторами холода и наружным воздухом зависят от геометрических размеров аккумулятора, коэффициента теплопередачи, расхода наружного воздуха и продолжительности аккумулятора.

На основе моделирования и экспериментального исследования

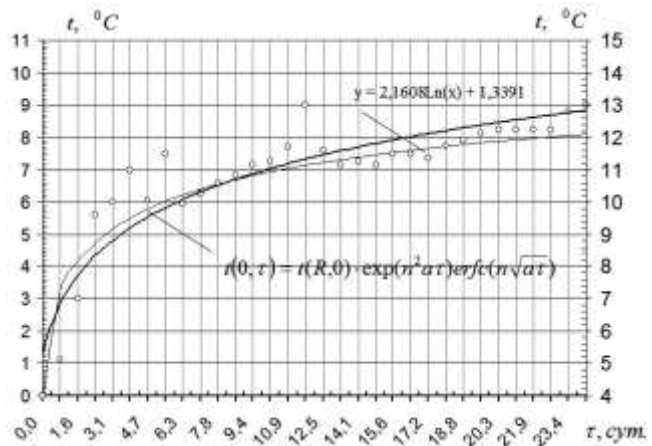


Рис.6. Изменение температуры поверхности стенки трубы $d=300\text{мм}$ за счёт кондуктивного теплообмена.

процесса нестационарного теплообмена на физической модели ГАЕХ определены коэффициент теплоотдачи, который составил в пределах $8,0 \div 29,1 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Получены кривые изменения температуры охлажденного грунта, за счет кондуктивного теплообмена, настроенные для натурального объекта, по данным эксперимента, проведенного на физической модели ГАЕХ для различной продолжительности периода хранения аккумулированного холода. Определена продолжительность режима аккумулирования естественного холода в грунтовом аккумуляторе естественного холода диаметром теплообменной трубы $d=300 \text{ мм}$, расположенного в песчаном грунте на натурном объекте.

Список литературы

- [1]. Цой Д.А. Анализ эффективности холодильных систем с радиационным охлаждением в зависимости от климатических условий// Автореферат дис.на соискание ученой степени к.т.н., Москва, 2020.-26 с.
- [2]. Зейгарник Ю. А., Попель О. С., Низовский В.Л., Низовский Л.В. Сезонного аккумулирование природного холода// Ползуновский вестник № 4 2012. С.-190-195.
- [3]. Указ Президента Республики Узбекистан от 28января 2022 года №УП-60 “О стратегии развития Нового Узбекистана” но 2022-2026 годы.
- [4]. Uzokov G.N., Yakshiboyev Sh.K., Ruzikulov G.Yu., Khusunov Sh. Kh. Modeling and Research of heat Transfer Process in Soil Accumulators of Natural Cold// International Journal Of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol.7, Issue-7, July 2020 pp.
- [5]. Узаков Г.Н., Яхшибоев Ш.К. Научные основы аккумулирования естественного холода в подземных плодощехранилищах/ Монография. – Карши: “Интеллект” 2021. 124 с.
- [6]. Яхшибоев Ш. К. и др. АККУМУЛЯЦИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОЛОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАССИВНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ //Молодежь. Наука. Инновации. – 2021. – С. 174-178.
- [7]. Файзиев Т. А. и др. Использование естественного холода для хранения сельскохозяйственной продукции : дис. – БарГУ, 2021.

КОНФИДЕНЦИАЛ МАЪЛУМОТЛАРНИНГ СИЗИБ ЧИҚИШИНИ БАРТАРАФ ЭТИШГА МЎЛЖАЛЛАНГАН ДАСТУРИЙ МАҲСУЛОТЛАРНИНГ ТАҲЛИЛИ

Г.У. Жураев, Р.Х. Алаев, О.Н. Бозоров, Ф.Р. Мухаммадиев

*Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети
(Қабул қилинди 25.11.2022 й.)*

*Ушбу мақолада конфиденциал маълумотларни чиқиб кетишини олдини оладиган
дастурларнинг қиёсий таҳлили келтирилган. Қиёсий таҳлил қуйидаги талаблар бўйича*

шакиллантирилди: тизимнинг ўрнатилиши жараёни, дастурни бошқариши қулайлиги, йўриқномаси мавжудлиги, қурулмаларни хавф туғулганда блоклаш, тармоқ каналларини блоклаш, модуллар сони, маълумотларни нухасини сақлаш, ахрив модули, қурилмаларни блоклаш, пассив ва актив кузатув ва ҳ.к. Таҳлил натижалари орқали ташилотлар ўзларига мос DLP тизимини танлашлари мумкин.

Калит сўзлар: *Конфиденциал маълумот, ички хужум, қиёсий таҳлил, хавф, тармоқ каналлари, пассив ва актив кузатув, модуллар, антивирус, тизим мониторинги.*

В данной статье представлен сравнительный анализ программ, предотвращающих утечку конфиденциальной информации. Сравнительный анализ был сформирован по следующим требованиям: процесс установки системы, простота управления программой, наличие инструкций, блокировка установок в случае опасности, блокировка сетевых каналов, количество модулей, резервное копирование данных, модуль архив, блокировка устройств, пассивный и активный мониторинг и т.д. По результатам анализ, организации могут выбрать подходящую им DLP-систему.

Ключевые слова: *конфиденциальная информация, внутренняя атака, сравнительный анализ, риск, сетевые каналы, пассивное и активное наблюдение, модули, антивирус, системный мониторинг.*

This article presents a comparative analysis of programs that prevent the leakage of confidential information. The comparative analysis was accelerated according to the following requirements: system

installation process, ease of program management, availability of instructions, blocking of installations in case of danger, blocking of network channels, number of modules, data backup, akhriv module, blocking of devices, passive and active monitoring, etc. Through the results of the analysis, organizations can choose the DLP system that suits them.

Keywords: Confidential information, internal attack, comparative analysis, risk, network channels, passive and active surveillance, modules, antivirus, system monitoring.

Ахборот технологияларининг жаъдал суратлар билан ўсиши, билан бир қаторда, уларнинг хавфсизлигига бўлган таълаб ҳам ошиб бормоқда. Зарарли дастурларнинг муракаблашиб бориши ҳамоя тизимларининг ҳам сифат жиҳатидан ўсишига туртки бўлмоқда. Бунинг натижасида ташкилотлар ташқи ва ички хужумлардан ҳамоя қилинади. Ташқи ҳамоя учун дастурий таъминотлар йилдан йилга ўсиб бормоқда ва янги алгоритмлар яратилмоқда. Ички ҳамоя учун асосан DLP тизимларидан фойдаланилади. Ҳозирги DLP тизимлари архитектураси объектни ички хужумдан тўлиқ ҳамоя қилишга йўналтирилган [1,2]. Мазкур мақолада ҳозирги кунда долзарб ҳисобланган бир қанча DLP тизимлар тадқиқ қилинди. Уларни йўриқномасида келтириган вазибалар қай ҳолатда бажарилиши текшириб кўрилди.

Таҳлил натижалари жадвал кўринишида шакиллантирилди. Қиёсий таҳлил жараёнида тизимлар қуйидаги талаблар бўйича тадқиқ қилинди: тизимни кросплатформалиги (турли операцион тизимларга ўрнатилиши), ўрнатилиш жараёни, дастурни бошқариш қулайлиги, йўриқномаси мавжудлиги, қурулмаларни хавф туғулганда блоклаш, тармоқ каналларини блоклаш, модулар сони, маълумотларни нусхасини сақлаш, архив модули, қурилмаларни блоклаш, пассив ва актив кузатув ва х.к. Дастурларни ишлатиб кўриш, интернет тармоғида улар ҳақидаги изоҳлар (фойдаланувчи ва ташкилотларнинг дастурлар бўйича берган фикрлари), вебинарлар, экспертлар берган хулосалар, шунингдек сўровномалар хулосалари асосида натижалар шакиллантирилди. Шунингдек, дастурлар (тизимлар) қуйидаги асосий талаблар бўйича текширилди: шубҳали фойдаланувчилар фойдаланадиган қурулма ва тармоқ каналларини блоклаш; [3] OCR модулининг мавжудлиги; узатилаётган маълумотларнинг захира нусхасини базада сақлаш; ножўя ҳаракатлар топилганда ахборот хавфсизлиги ходимларини огоҳлантириш.

Айрим қийинчиликлар ёки дастурлар бўйича маълумотлар очик ҳолда мавжуд бўлмаганлиги сабабли қуйидаги DLP тизимларини тест қилиб кўришни имкони бўлмади.

1. **Solar Dozor.** Тизим ишлатиш учун жуда мураккаб ҳисобланади. Тизимни ишга тушуриш учун катта ҳажмдаги ресурслар талаб қилинади. Хусусан, йўриқномада келтирилишича, тизимни минимал модуллари билан ишга тушуриш учун 8 оқимли просесорлар, камида 16 ГБ тезкор хотирадан фойдаланиш лозим бўлади. Тизимнинг бошқа модуллари ҳам ишга тушириш учун компютерни ресурсларини янада ошириш зарур.

2. **Simantec DLP.** Дастурнинг веб саҳифасига кирилганда юклаб олиш учун фойдаланувчи тизимнинг бир қанча саволларига жавоб бериш керак бўлади. Натижада айрим саволлар бўйича фойдаланувчиларда эътирозлар пайдо бўлиши мумкин [4].

3. **Forcepoint DLP.** Ушбу дастурнинг ҳам триал версияси мавжуд эмас, лекин унинг веб саҳифасида тизимнинг қандай имкониятларга эга эканлиги тўғрисида яхши тушунтирилган видео ролик мавжуд.

4. **Zecurion DLP.** Ушбу дастурда ҳам демо (триал) версияси мавжуд эмас. Бу тизим бўйича интернетда экспертлар томонидан берилган баҳолар ҳам унчалик кўп эмас.

5. **Digital DLP.** Дастурнинг триал версияси мавжуд, аммо уни олишни имкони бўлмади.

Юқорида текшириш учун қўйилган таълаблар қуйидаги оддий кичик қисмларга бўлинди:

- флеш-дискга ёзиш;
- ҳужжатларни принтерда чоп этиш;
- SMTP ва MAPI га юбориш;
- веб-почтага юбориш;

- ижтимоий тармоқларга юбориш;
- булутли тизимларга юклаш;
- HTTP форма орқали файлларни юбориш;
- FTP серверига юклаш;
- терминал сеансида назорат қилиш.

Тизимлар юқоридаги параметрлар бўйича текширгандан сўнг, яна бир кичик текширув ўтказилди:

1. Жуда катта матнлардан иборат архив файл танлаб олинди. Ушбу файл ичида конфиденциал маълумотлар яширилди. Архив файл формати ўзгартирилиб, текширилган канал орқали ушбу файл ташқарига чиқиб кетиш учун (чиқиб кетишнинг турли усулларида бири орқали) жўнатилади.

2. Тескари ҳолатда конфиденциал маълумотларни ўз ичида сақлаган скан файл ташқарига чиқиб кетиш учун текширилган канал орқали жўнатилади.

3. Белгиси бор конфиденциал файл канал орқали ташқарига чиқиб кетиш учун жўнатилади.

Қиёсий таҳлил учун қуйидаги DLP тизимлари танлаб олинди: McAfee DLP, Sophos Endpoint Protection, InfoWatch Traffic Monitor, DeviceLock DLP, SyorchInform, Falcongaze SecureTower.

McAfee DLP

Дастурни юклаб олишда муаммолар мавжуд, шу боис, юклаб олиш бирмунча қийинроқ кечади [5]. Тизимни ўрнатиш ва керакли созуламаларини тўғрилаш учун ҳам вақт талаб этилади. Дастурни ўрнатишдан олдин McAfee ePolicy Orchestrator номли бошқариш платформасини ўрнатиш зарур. Ўрнатиш давомида йўриқномадан фойдаланиш мумкин [6]. Йўриқнома тушунадиган қилиб, содда тилда шакиллантирилган, ўрнатиш кетма-кетлиги кўрсатилган. Инсталлятор зарурий ташқи компоненталарни ўзи ўрнатади (1-расм).

Ижобий томони: фойдаланувчилар ўртасида ваколатларни белгилаш қондасини яратишда тизимни ўзи белгилаши, яни қондани яратаётганда нималарга этибор бериш керак ёки нималарга этибор бермаслик кераклигини дастурни ўзи белгилайди. Шунингдек, ушбу ваколатлардан ходисаларни филтрлашда параметр сифатида фойдаланиш ҳам мумкин. Филтрлаш жараёни ҳам анча тушунарли ва қулай қилинган. Файлни жўнатишга таъқиқ бор фойдаланувчиларга файлни жўнатишга рухсат бериш мавжуд. Фақат жўнатишдан олдин фойдаланувчи жўнатилиш мақсадини ифодалаб бериши керак. Ушбу хусусият *user-justification* дейилади.

Салбий томони: тизимда Active Directory вазифасини бажарувчи ўзининг шахсий McAfee ePolicy Orchestrator платформасини ўрнатиш талаб этилади. Дастурда OCR (яъни, расмлар, сканер қилинган ҳужжатларда конфиденциал маълумотларни излаш) модули мавжуд эмас. Ушбу тизим почта агентларидан фақатгина Microsoft Outlook орқали жўнатилган хабарларни назорат қилади, қолганларини назорат қила олмайди.

Хулоса. Юқоридаги камчиликларга қарамадан, McAfee DLP тизими қўйилган талабларга қисман мос келади. Лекин, ушбу тизимдаги энг асосий муаммо деярли барча назоратлар тизим модуллари орқали дастурларни назорат қилиш билан боғлиқ. Асосан бу турдаги тизимларда назорат драйвер ёки протокол даражасида амалга оширилиши зарур.

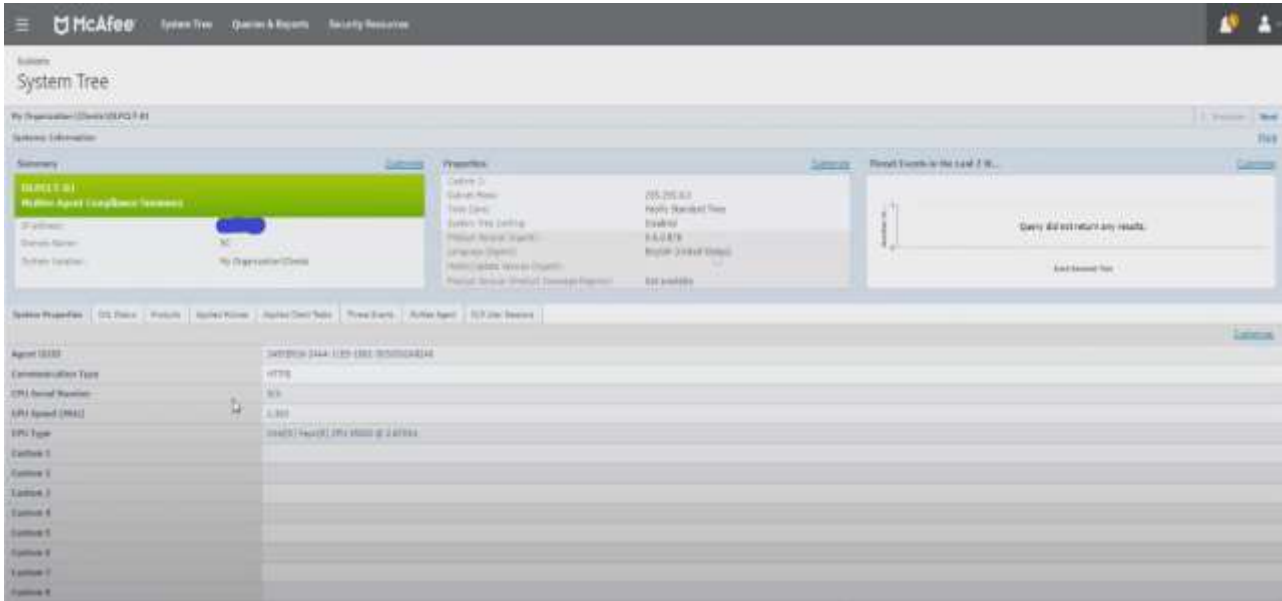
Sophos Endpoint Protection

Синаб кўриш учун ушбу тизимнинг Sophos Endpoint Protection 10 талқини танлаб олинди. Ушбу дастур вазифаси DLP тизимидан кўра антивирус вазифасини кўпроқ бажаради. Ўрнатиш учун кўпроқ вақт талаб этилади. Ўрнатиш бўйича йўриқнома мавжуд, лекин уни тушуниш бироз қийинлик қилади [7]. Дастур ишга тушиши учун минимал талаблар ҳам кўрсатилмаган.

Ижобий томони: Худди McAfee сингари тақиқ қўйилган фойдаланувчи ҳам айрим ҳолларда файл жўнатиши учун тизимда файл жўнатиш функцияси мавжуд.

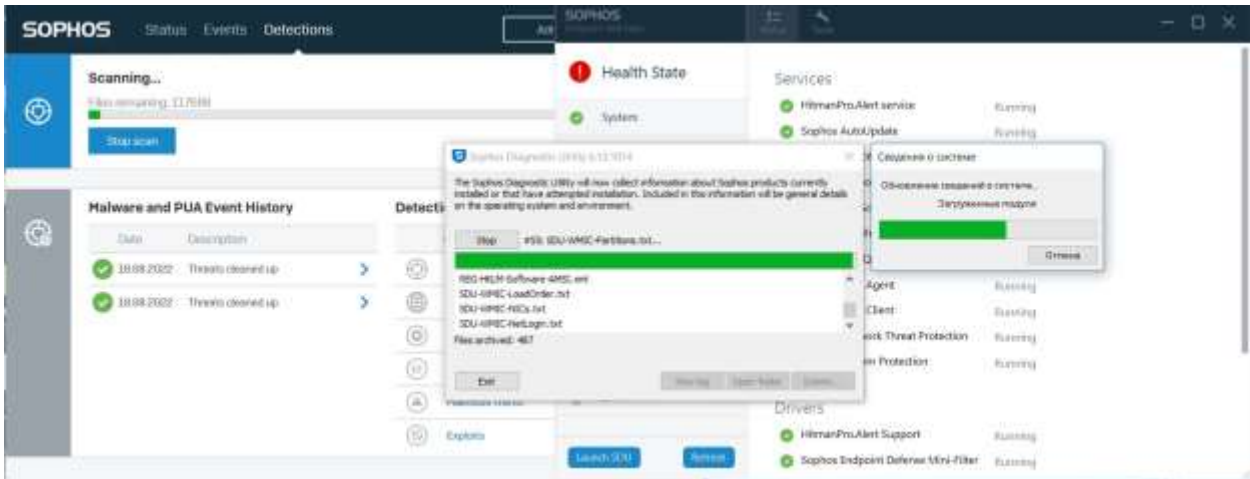
Салбий томони: Ўрнатилган тақиқларни айнаиб ўтиш, яни тақиқларни четлаб ўтиш учун имкониятлар кўп. Масалан, агент томонидан Sophos дастурини ўчириб, сўнгра Device Manager га кириб, қурилма драйверини ёқиш етарли. Маълумотларни таҳлил қилиш яхши шакиллантирилмаган. Маълумотларни архивда сақлаш модули мавжуд эмас. Фойдаланувчига

огохлантиришлар юбориш антивирус дастури ичида «созламалар» қисмида амалга оширилади (масалан, e-mail alerting ёки SNMP messaging хабарлари учун). Назорат қилинадиган ташқи курилмалар сони чегараланган. Веб сайтлар назорати тармоқлар аро экран каби назорат қилинади. Бунда ҳам OCR модул мавжуд эмас.



1-расм. DLP Incident Manager интерфейси.

Хулоса. Юқорида таъкидланганидек, ушбу тизим DLP дан кўра антивирус дастурига яқинроқ (2-расм). Архив модулининг мавжуд эмаслиги маълумотларни чиқиб кетиши билан боғлиқ жиноятларни исботлаш имконини камайтиради. Шунингдек, хавфсизлик сиёсати фойдаланувчиларга нисбатан эмас, балки ишчи станциялар, яъни компьютерларга қўлланилади.



2-расм. Sophos Endpoint Protection дастури кўринишлари.

InfoWatch Traffic Monitor

InfoWatch Traffic Monitor тизими Россия федерациясида энг машхур DLP тизимлардан бири ҳисобланади. Айнан ушбу дастур давлат ташкилоти томонидан ишлаб чиқилган. Ушбу дастурнинг демо версиясини олиш имкони мавжуд, бироқ бунинг учун фойдаланувчи бир қанча маълумотларни тақдим этиши зарур. Маслаҳат олиш учун, албатта фойдаланувчи ройхатдан ўтган бўлиши лозим. Ушбу тизимни кўплаб соҳаларга қўллаш мумкин. Лекин,

унда асосий эътибор банк соҳасига қаратилган. Ишлатиб кўриш ва созламаларини амалга ошириш учун йўриқнома мавжуд [8].

Ижобий томони. Сифатли, структураланган интерфейсга эга. Дашбордлар келтирилган ва улар орқали керакли трафикни сўров бериш орқали олиш ва уни таҳлил қилиш мумкин. Агент модулидан туриб, қурилмани ўқиш учун рухсат сўраш мумкин. Фойдаланувчиларни группаларга қўшиш ва шу орқали уларни бошқариш, уларга ўзларига тегишли бўлган маълумотларни жўнатиш, ишчи станциялардан скриинлар олиш имконияти мавжуд. Архив модули мавжуд ва архивдаги маълумотлар билан ишлаш учун бир қанча қулай имкониятлар келтирилган. Дастур хулосаларни қулай ҳисобот кўринишида тақдим этади.

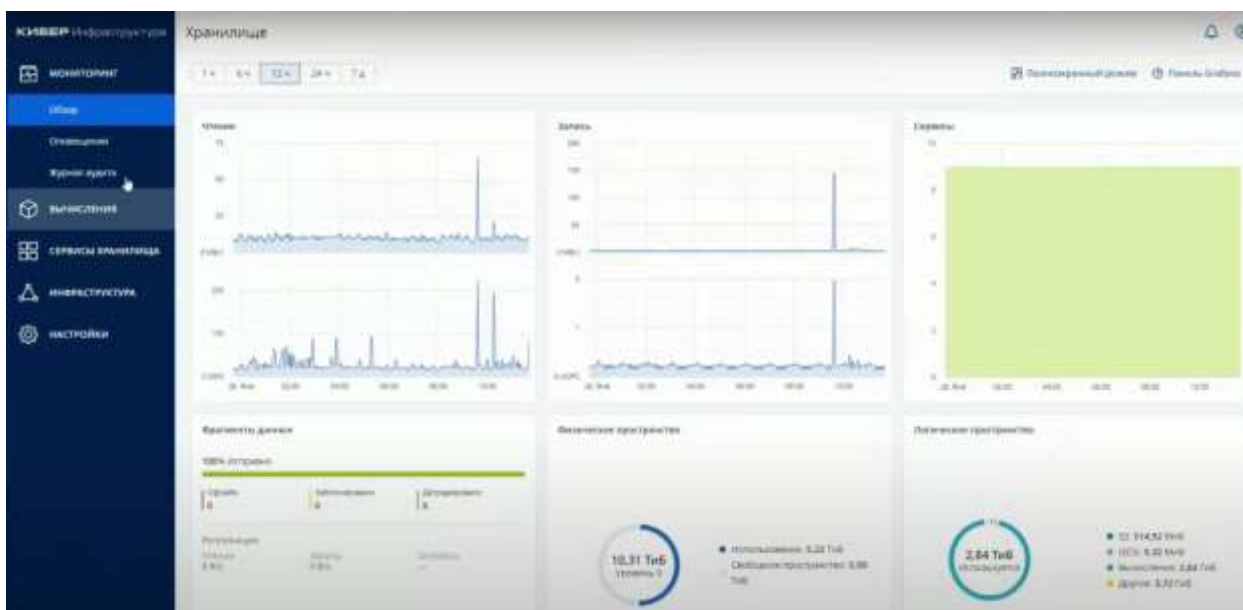
Салбий томони. Ушбу DLP тизими комплекс ҳолатда ишлаши учун Infowatch Traffic Monitor, Infowatch Vision, Infowatch Prediction ва Infowatch Person Monitor дастурларини ўрнатиш зарур. Тизим кросплатформали эмас, яъни фақат Windows ва Linux нинг Red Hat дистрибутивларига мос келади. Қурулмалар ичидаги маълумотларни таҳлил қилиш имконияти мавжуд эмас, «оқ» рўйхатга қурилмаларни кўшимча тарзда қўшиш мумкин, лекин уларнинг ичида қанақа маълумотлар сақланаётганлиги қоронғу бўлиб қолади. Ушбу тизим тармоқ протоколларидан фақат HTTP ва SMTP билан ишлай олади. Бу эса ҳозирги давр учун етарли эмас, чунки месенжерларнинг ривожланиб бориши ахборот бозорида маълумот алмашишни янада қулай йўллари тақдир қилмоқда.

Хулоса. Тизимнинг интерфейси жуда зўр. Қурулмаларни назорат қилиш, тармоқ каналларини мониторинг қилиш имкони яхши, лекин канални блоклаш бўйича камчиликлар мавжуд.

Cyber Protego

Синов учун тизимнинг Cyber Protego 9.3 версияси олинди. Ушбу тизим топ қамровли тизим бўлиб, фақат конфиденциал маълумотларни чиқиб кетишини назорат қилишга мўлжалланган. Тизимни ўрнатиш осон. Ёриқномада жуда кенг тушунтириш берилган, унинг ҳажми 952 бетни ташкил қилади [9]. Дастур билан ишлашда фойдаланувчи тизим ва тармоқ администратори вазибалари билан яхши таниш бўлиш зарур. Улар билан таниш бўлмаган фойдаланувчилар тизимдан фойдаланиши бир мунча қийин бўлади.

Ижобий томони. Тизимдаги бошқарув созламалари деталлаштирилган, яъни, масалан, Skype дастури учун ҳодиса, бошқарув, маълумотларни захира нусхаси, алертлар, маълумотни таҳлил қилишлар алоҳида қисмларга бўлинган. Бошқариладиган қурилмалар ва



3-расм. Cyber Protego дастури марказий бошқариш панели интерфейси.

каналлар билан ишлаш имконияти кенг. Дастурда OCR модули мавжуд. Агентлар тўлик серверга боғланиб қолмаган, ўзлари ҳам мустақил ишлаши мумкин. Алертлар компьютер экранда дарҳол пайдо бўлади. Агентлар бир нечта режимда ишлаш имконияти мавжуд, бу жуда яхши, хусусан, фойдаланувчи ноутбуки билан уйда ҳам ушби тизимдан фойдаланиб, ишлаши мумкин. Режимлар ўзгариши автоматик равишда амалга оширилади. Мониторинг ва блоклаш алоҳида ойналарда кўрсатилади (3-расм).

Салбий томони. Тизим бўйича сиёсатни белгилаш учун алоҳида ойналарга ўтиб, ҳар бир фойдаланувчи учун керакли қоидани танлаш керак, бунақа қоидалар эса жуда кўп. Сиёсатни мукамал даражада белгилаш учун, албатта йўриқнома бўйича ишлаш зарур. Архивда керакли файлни кидириш аъло даражада эмас, масалан, шаблон ёки луғат бўйича кидириш имкони йўқ.

Хулоса. Cyber Protego тизими конфиденциал маълумотларни чиқиб кетишини олдини олиш учун имкониятларга жуда бой ва фойдаланишга жуда қулай. Тизимда ҳар бир фойдаланувчи учун алоҳида сиёсат юритилади. Янги фойдаланувчиларни ажратилган группаларга қўшиш мумкин. Консол режимида ишлаганда фойдаланувчида фақат ўқиш ҳуқуқи берилган. Буферда жойлашган маълумотларни қурилмаларга жўнатиш таҳлили мавжуд. Архивлаш модули ҳам мавжуд.

Searchinform

Searchinform тизимини расмий веб сайтдан тўлик функциялари билан юклаб олиб, 30 кун ичида фойдаланиш мумкин. Тизимни яхлит бир тизим дейиш мушкул, чунки у 5 та кичик алоҳида тизимлардан иборат ва улар ичида энг асосийси searchinform КІВ тизими ҳисобланади. Веб саҳифада таъкидланишича, Searchinform дастури жамиятнинг турли соҳаларига мос келадиган хавфсизлик тизимларини таклиф қилади. Йўриқномасиз тизимни ўрнатиш ва унинг соғламаларини амалга ошириш амалда жуда мушкул [10]. Ҳар бир модул алоҳида консолларда (ойналарда) кўрсатилган. Каналлардан узатилаётган маълумотларни таҳлил қилиш уларнинг нусхалари орқали амалга оширилади.



4-расм. SearchInform дастури интерфейси.

Ижобий томони. Searchinform тизимини архив билан ишлаш имконияти кенг. Барча маълумотни топса бўлади. Қидирув тизими ҳам яхши шакиллантирилган, масалан, луғат бўйича, иборалар бўйича ва ҳ.к. кидириш (4-расм). Танишилган маълумотга “кўрилган” ёрлигини қўйиш мумкин.

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Салбий томони. Консоллар сони кўп. Тармоқ каналларини блоклаш хусусияти мавжуд эмас.

Хулоса. Юқорида таъкидланганидек, Searchinform тизимига блоклаш масаласи устида тузатишлар ва қўшимча имкониятлар киритиш зарур. Умуман ушбу тизим олдинроқ бўлиб ўтган ҳодисаларни қидиришга мўлжалланган. Шунинг учун мониторинг ва архивлар билан ишлашга катта урғу берилган.

Юқорида келтирилган DLP тизимларини бир-бири билан яққол қиёслаш мақсадида таҳлил қилиш натижалари 1-жадвалда жамланган.

1-жадвал

Таҳлил қилинган дастурлар натижалари.

	McAfee DLP	Sophos Endpoint Protection	InfoWatch Traffic Monitor	Kiber Protego	Searchinform
Ўрнатилиш жараёни	Қониқарли	Қониқарли	Қониқарли	Яхши	Қониқарсиз
Бошқариш қулайлиги	Яхши	Қониқарли	Яхши	Қониқарли	Қониқарли
Йўриқнома	Яхши	Қониқарсиз	Яхши	Яхши	Қониқарсиз
Нусхалар билан ишлаш	Қурилмалар учун: яхши тармоқ каналлари учун: фақат маълум бир браузер ва почта клиентлари учун	Йўқ	Қониқарли, фақат мессенджерлар учун мавжуд эмас	Қониқарли, фақат мессенджерлар учун мавжуд эмас	Қониқарли, бир оз камчиликлари мавжуд
Қурилмаларни блоклаш	Яхши	Қисман, ҳар бир ПК га алоҳида	Яхши	Яхши	Яхши
Тармоқ каналларини блоклаш	Қониқарли, дастур назорати орқали	Қониқарсиз	Қисман	Яхши, агент орқали	Йетарлича мукамал эмас
Сканланган ҳужжатни блоклаш	ОСР модули мавжуд эмас	ОСР модули мавжуд эмас	Фақат SMTP НТТР бўйича контент филтратсия мавжуд	Яхши	Фақат SMTP НТТР бўйича контент филтратсия мавжуд
Архив билан ишлаш	Қисман	Қисман	Яхши	Қисман	Яхши
Ҳисобот ва статистика	Қисман	Қисман	Яхши	Қисман	Яхши
Катта ҳажмдаги архивларни блоклаш	Яхши	Контентни филтрлаш фақат қурилмалар ва айрим дастурлар учун	Контентни филтрлаш фақат SMTP ва НТТР учун	Яхши	Контентни филтрлаш фақат SMTP ва НТТР учун

1-жадвалдан кўриниб турибдики, ҳар бир дастур ўзининг камчилик ва афзалликларига эга. Дастурлар ичидан яққол биттасини энг зўр дейиш бироз мушкул. Чунки, ривожланиб

бораётган ахборот технологиялари даврида янги хавф хатарларнинг пайдо бўлиш натижасида бугун яхши деб ҳисобланган дастурлар эртага маълум бир камчиликларга эга бўлиб қолиши мумкин. Шу сабабли, ташкилот ўз мақсадларидан келиб чиққан ҳолда ўзига қулай DLP тизимини танлагани мақсадга мувофиқ бўлади.

Адабиётлар

- [1]. Bozorov O.N. Problems of ensuring the confidentiality of data objects of informatization // Abstracts of the Uzbekistan-Malaysia international online conference Computational models and technologies. –Т., -2020. p.104.
- [2]. Bozorov O.N., Sharofov D.O. Protection of System from an Unauthorized Leak of Confidential Information. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6 November 2019. R.11795- 11798.
- [3]. Bozorov O.N. Chastotali tahlil usulidan foydalangan holda ochiq matnlarning o‘xshashligini tahlil qilish // Ilm sarchashmalari. 2021. Vol. 8, № 1. P. 12–17.
- [4]. <https://www.softwaretestinghelp.com/data-loss-prevention-software/>
- [5]. <https://www.anti-malware.ru/reviews/McAfee-DLP>
- [6]. <https://www.mcafee.com/enterprise/en-us/assets/data-sheets/ds-dlp-endpoint.pdf>
- [7]. <https://www.sophos.com/en-us/support/documentation/>
- [8]. [https://www.infowatch.ru/sites/default/files/partners_docs/infowatch_traffic_monitor_enterprise_3_5_release_no
tes.pdf](https://www.infowatch.ru/sites/default/files/partners_docs/infowatch_traffic_monitor_enterprise_3_5_release_notes.pdf)
- [9]. <https://cyberprotect.ru/documentation>
- [10]. <https://searchinform.ru/practice-and-analytics/>
- [11]. <https://habr.com/ru/post/479068/>

KUCHLI TA'SIR ETUVCHI ZAHARLI MODDALARNING XUSUSIYATLARI VA SHAXSIY MUHOFAZA VOSITALARINI QO'LLASH TARTIBI

R.S. Razikov, N.A. Erxonboyev, M.U. Amirov, B.M. Gafurov

Toshkent davlat transport universiteti
nodirbekerxonboyev@gmail.com tel: 93-401-14-32
(Qabul qilindi 25.11.2022 y.)

Ushbu maqola kuchli ta'sir etuvchi zaharli moddalar hamda ba'zi suyuqliklarning xususiyatlari, reaksiyaga kirishish qobiliyatlari, xossalari, inson organizmiga ta'siri hamda shaxsiy muhofaza vositalaridan foydalanishga bag'ishlanadi.

Kalit so'zlar: *Kuchli ta'sir etuvchi zaharli modda, xavf, avariya, muhofaza, ishchilarni himoya qilish.*

Данная статья посвящена характеристике, реакционной способности, свойствам, воздействию на организм человека и использованию средств индивидуальной защиты сильно действующих ядовитых веществ и некоторых жидкостей.

Ключевые слова: *высокоэффективное отравляющее вещество, опасность, авария, защита, защита работающих.*

This article is devoted to the characteristics, reactivity, properties, effects on the human body and the use of personal protective equipment of strongly acting toxic substances and some liquids.

Key words: *highly effective toxic substance, danger, accident, protection, protection of workers.*

KIRISH.

Texnogen favqulodda vaziyatlar ichida kimyoviy xavfli obyektlardagi avariya o'zining keltiradigan talofatlari yuqoriligi bilan ajralib turadi. Bunday obyektlarda avariya sodir bo'lgan taqdirda, faqat obyekt ishchilarining salomatligiga xavf tug'dirmasdan, balki uning atrofida joylashgan hudud aholisiga, toifalangan obyektlarning xavfi doirasiga tushadigan yashash sektori aholisiga qo'shni obyekt ishchilarining salomatligiga ham xavf soladi.

Kuchli ta'sir etuvchi zaharli moddalarning ko'pchiligi avtotransportlar yordamida korxonalariga tashib yetkaziladi. Tashish jarayonida ularning to'kilishi kuzatilsa yoki kimyoviy xavfli obyektlarda avariya sodir bo'lgan taqdirda zudlik bilan tarqalgan moddaning qanday modda ekanligi, uning xususiyatlarini aniqlash, shunga asosan muhofazalanish usullarini qo'llash muhim ahamiyatga ega [4].

MUHOQAMA.

Hozirgi kunda respublikamizda ko'plab kimyoviy xavfli obyektlar mavjudligi sababli, kuchli ta'sir etuvchi zaharli moddalar ishlab chiqariladi, tashiladi va saqlanadi. Shunday obyektlarda ishlayotgan ishchi xodimlar, obyekt atrofida yashaydigan barcha aholi, Fuqaro muhofazasi tuzilma a'zolari zaharli moddalarning xususiyatlari, ta'siri va ulardan muhofazalanish usullari haqida tushunchaga ega bo'lishlari zarur.

Shu maqsadda ushbu maqolada kuchli ta'sir etuvchi zaharli moddalar hamda ba'zi suyuqliklarning xususiyatlari, reaksiyaga kirishish qobiliyatlari, xossalari, inson organizmiga ta'siri ochib berilmoqda.

Ishchi xodimlarni kimyoviy zaharlanishdan muhofaza tadbirlari korxonadagi xizmat tuzilmalari, qutqaruv tuzilmalariga kiruvchi qutqaruvchilar tomonidan amalga oshiriladi. Shu sababli har bir qutqaruvchi zaharli moddalarning xossalari xabardor bo'lishi kerak. Bundan tashqari zaharli moddalar bilan ishlaydigan ishchi va xodimlar ham zaharli moddalarning inson organizmiga ko'rsatadigan ta'sirini, ulardan muhofazalanish usullarini bilishlari lozim. Ushbu maqolada ba'zi zaharli moddalarning xossalari ochib berilmoqda. Misol uchun bir necha moddalarni keltirib o'tamiz:

Ammiak. *Fizikaviy xossalari.* Ammiak NH_3 –rangsiz bo'g'uvchi xususiyatga ega bo'lgan, o'tkir hidli (nashatir spirti hidini eslatuvchi) zaharli gazdir. Oddiy bosimda $-78\text{ }^\circ\text{C}$ da qattiq holatga, $-34\text{ }^\circ\text{C}$ da esa suyuq holatga o'tadi. Gaz ko'rinishidagi ammiakning normal sharoitda zichligi

taxminan 0,6 ga teng bo'lib, havodan yengil hisoblanadi. Havo bilan esa 15-28 hajmiy nisbatlarda portlovchi aralashma hosil qiladi.

Boshqa gazlarga nisbatan suvda juda yaxshi eriydi, 20 °C haroratda bir hajm suvda 700 hajm ammiak yutiladi. Uning 10% li suvdagi eritmasi "nashatir spirti" deb ataladi, tibbiyotda, oqartiruvchi modda sifatida xonadonlarda ishlatiladi. 18-20 % li eritmasi ammiakli suv deb nomlanib, qishloq xo'jaligida mineral o'g'it sifatida foydalaniladi [3].

Suyuq ammiak organik va noorganik birikmalarning yaxshi erituvchisi hisoblanadi. Ammiak tabiatda azot saqlovchi organik birikmalarning parchalanishi natijasida hosil bo'ladi. Sanoatda esa azot va vodorodning katalizatorlar ishtirokida yuqori bosim va harorat ostida ta'sirlashi natijasi olinadi.

Dunyo bo'yicha ammiak 90 mln. tonnaga yaqin miqdorda ishlab chiqariladi.

U sinil va azot kislotalari, soda, mochevina, o'g'itlar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Suyuq ammiak sovutkichlarda sovutuvchi agent sifatida ham ishlatiladi.

Odatda ammiak suyultirilgan holda tashiladi va saqlanadi. Shu sababli atmosferaga tarqala boshlaganda tutun hosil qiladi, suv manbalariga tushsa, tezda suvni zaharlaydi.

Ishlab chiqarish korxonalarida havodagi chegaraviy yo'l qo'yiladigan konsentratsiyasi 20 mg/m³ ga teng. 40 mg/m³ konsentratsiyasida insonlar hididan sezishlari mumkin. Agar havodagi miqdori 500 mg/m³ ni tashkil qilsa, insonlarda nafas olgan zaxoti o'lim holati kuzatiladi [3].

Zaharlanish belgilari. Ammiak avvalo nafas olish a'zolariga ta'sir etib, burun bitishi, yo'tal, nafas olishning qiyinlashishi, bo'g'ilish, yurakning tez-tez urishi, puls urishining tezlashishi kuzatiladi. Ammiakning bug'i terini va shilliq qavatlarining ta'sirchangligini oshishiga, qichishish, terining qizarishi, ko'zning achishishi va yoshlanishiga olib keladi. Agar suyuq ammiak teriga to'kilsa, achishish, kuyish belgilari kuzatiladi.

Shaxsiy muhofaza vositalari. Nafas olish a'zolarini muhofaza qilishda sanoat gazniqoblaridan KD (kul rang rangli korobkasidan), K (och yashil rangli karobkasidan) rusumlilaridan foydalanishimiz mumkin. Sanoat filtrlovchi gazniqoblari 750 PDK miqdorgacha muhofaza qila oladi, agar konsentratsiya undan yuqori bo'ladigan bo'lsa, faqat izolyatsiyalovchi gazniqoblardan foydalanish lozim. Terini ammiakdan muhofazalash maqsadida rezina qoplangan kostyum, rezina qo'lqop va etiklardan foydalanish zarur.

Havodagi ammiak gazining miqdorini kamaytirishda suv to'siqlaridan foydalaniladi. Suyuq holdagi ammiak to'kilgan taqdirda shu joy tuproq bilan o'raladi (to'siladi) va 10% li sulfat kislota yoki xlorid kislotasi yordamida neytrallanadi. So'ngra esa ko'p miqdorda suv bilan yuviladi.

Xlor. *Fizikaviy hossalari.* Xlor - Cl₂ yashil- sariq tusli o'tkir bo'g'uvchi hidli zaharli gaz hisoblanadi. Oddiy bosimda -34 °C da suyuladi va 101 °C da qotadi. Normal sharoitda gaz holatida zichligi 3,21 kg/m³ ga teng bo'lib, havodan 2,5 marta og'irligi sababli havoga tarqalganda yerto'lalarda, tonnelerde, quduqlarda to'planib qoladi.

Xlor bir hajm suvda ikki hajm miqdorda eriydi. Hosil bo'lgan sarg'ish eritma "xlorli suv" deb yuritilib, kimyoviy aktivligi yuqori bo'lganligi sababli, deyarli barcha kimyoviy elementlar bilan reaksiyaga kirishadi.

Dunyo bo'yicha xlor moddasi bir yilda o'n million tonnaga yaqin ishlab chiqariladi.

Xlor dixloretnan, vinilxlorid, kauchuklar kabi xlororganik moddalar, su'niy plenklar, matolarni, qog'ozni oqartirish jarayonida, suvni zararsizlantirish, dezinfeksiyalovchi modda sifatida ishlatib kelinmoqda.

Xlor oddiy haroratda yuqori bosim ostida suyultiriladi va po'lat ballonlarda, temir yo'l sisternalarida tashiladi va saqlanadi. Shu sababli atrof muxitga tarqalganda tez bug'lanadi, suv xavzalarini ham zaharlaydi.

Zaharlanish belgilari. Xlor bilan zaharlanish sodir bo'lgandagi birinchi belgilari- ko'krakda og'riq paydo bo'lishi, ko'z yoshlanishi, quruq yo'tal, ko'ngil aynash, qayt qilish, muvozanatni yo'qotish, nafas yetishmaslik holatlari kuzatiladi. Xlorning bug'lari bilan ta'sirlanganda ko'zning, nafas olish a'zolarining shilliq qavatlari va terining kuyishi kuzatiladi.

Xlorning *ishlab chiqarish korxonalarida havodagi chegaraviy yo'l qo'yiladigan konsentratsiyasi 1mg/m³ ga teng. Xlorning minimal seziladigan miqdori 2mg/m³, 10 mg/m³*

konsentratsiyasi esa inson organizmiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Agar uning havodagi miqdori 100-200 mg/m³ ga teng bo'lsa 30-60 daqiqa shu joyda bo'lgan inson uchun xavfli hisoblanadi, konsentratsiya undan ortsa, keskin o'lim sodir bo'ladi.

Shaxsiy muhofaza vositalari. Xloridan muhofazalanishda filtlovchi va izolyatsiyalovchi gazniqoblardan foydalaniladi. Sanoat gazniqoblaridan A markali (jigarrang rangli korobka), BKF va MKF larning (himoyaviy), V (sariq), E (qora), G (qora va sariq) va fuqaro gazniqoblari GP-5, GP-7 lardan foydalaniladi.

Agar obyektida xlor moddasi tarqalgan va konsentratsiyasi noma'lum bo'lib, yuqori deb hisoblanayotgan bo'lsa, faqat izolyatsiyalovchi gazniqoblardan IP-4, IP-5 foydalaniladi. Terini himoyalash maqsadida rezina qoplangan kostyumlar, rezina qo'lqop va etiklardan foydalaniladi. Shuni ham unutmaslik kerakki suyuq xlor rezina qoplangan matolarni, gazniqobning rezina qismini shikastlanishiga olib keladi, shu sababli unga tegish mumkin emas.

Agar xlor moddasi katta miqdorda atrofga tarqalayotgan bo'lsa, uning konsentratsiyasini kamaytirish uchun kalsiylangan sodaning eritmasi yoki suv sepiladi. Agar suyuq holdagi xlor biror joyga to'kilgan bo'lsa, to'kilgan yuzaning ustiga ammiakli suv, oxaktosh eritmasi, kalsinatsiyalangan soda yoki kaustik sodaning eritmalari quyib neytrallanadi [4].

MUAMMOLAR.

Ilmiy izlanishlarimiz natijasida KTEZM ishlab chiqarishda foydalanish, tashilishi, saqlanishida ko'plab muammoli masalalar mavjudligini aniqladik.

Birinchiidan, KTEZM bilan ishlaydigan ishchi hodimlar tashilishiga ma'sul hodimlar (xaydovchilar, mashinist birigadalar) muntazam ravishda KTEZM bilan ishlash chog'ida xavfsizlik choralari, keltiradigan xavfli omillari, avariya sodir bo'lganda harakatlanish tartibi kabi oddiy masalalarda yetarli bilimga ega emasligi.

Ikkinchiidan, bu moddalarni tashishda yuklash va tushirishda turli xavf xatarlar mavjud. Bu xavflar ko'pincha inson omili bilan bog'liq bazida esa moddalarning xavfli ekanligiga ham bog'liq holda avariyalarga sabab bo'lmoqda. Avariya sodir bo'lganda issonlar hayoti sog'ligi asrab qolish bazida kuch vositalar yetishmasligi mumkin.

Avariya va halokatlar sodir bo'lganda zararli moddalar xavfini kamaytirish maqsadida turli tadbirlar o'tkaziladi. Masalan: hududni lokalizatsiya qilish, turli moddalar bilan neytrallash, suv bilan yuvish vahokazo.

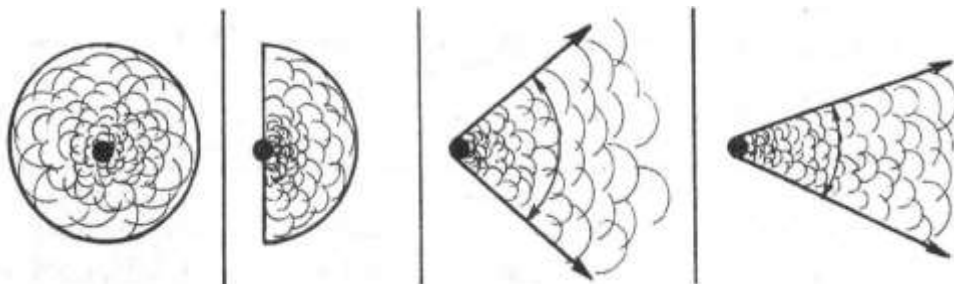
KTEZM larni neytrallashda foydalaniladigan moddalar va ularning miqdori

№	KTEZM nomi	Neytrallovchi eritma	1 tonna KTEZM uchun ishlatiladigan modda miqdori	Yordamchi neytrallovchi modda
1	Xlor CL ₂	Suv to'sig'i Ishqoriy eritmalar	10% li eritmadan 10 t.	1-20 % li ishlatib bo'lingan ishqorlar, gips va oxak ishlab chiqarish chiqindilari
2	Ammiak NH ₃	Suv to'sig'i Xlorid va sulfat kislota eritmasi	10 % li eritmadan 20 (30) t;	1-20 % li shavel kislota-si eritmasi, Shavel kislota-si ishlab chiqarishdagi kimyoviy chiqindilar
3	Sinil kislotasi HCN	Gipoxlorit eritmasi Ishqor va temir sulfat aralashmasi Formaldegid eritmasi	10% lidan 45t 10% lidan 10t 40% lidan 3 t.	Temir sulfat eritmalari 1-20%; titan ikki oksidlari chiqindilari

4	Fosgen $COCl_2$	Suv to'sig'i Ammiakli suv Ishqor eritmalari	25% lidan 3 t. 10% lidan 10t.	Gips va oxaklarning ishqoriy chiqindilari
5	Nitril akril kislotalasi	Ishqor eritmalari (soda) Ammiakli suv	10% lidan 8 t. 25% lidan 3 t	Temir sulfat eritmalari 1-20%
6	Sulfid angidrid	Suv Ishqor eritmalari (soda)	10t 10% lidan 13 t	Ishlatilgan ishqor
7	Ftorid kislotalasi	Ishqor eritmalari (soda)	10% li eritmasidan 20 t	Ishlatilgan ishqor
8	Aktilonitril	Ishqor eritmalari (soda)	10 % li eritmasidan 8 tonna	Ishlatilgan ishqor
9	Azot to'rt oksidi	Ishqor eritmalari (soda)	10 % li eritmasidan 10 tonna	Ishlatilgan ishqor
10	Etilen oksidi	Ammiakli suv suv	25% e-ma 1,6 tonna 2 tonna	

Degazatsiya qilish jarayonida o't o'chirish mashinalaridan, motopompalardan foydalanish mumkin.

KTEZM atrof muhitga tarqalishi kuzatilsa, uning tarqalishi shamolning tezligiga bog'liq bo'ladi. Agar shamolning tezligi 0,5 m/s dan kam bo'lsa doira ko'rinishida, agar 0,6-1 m/s tashkil etsa yarim doira shaklida, 1,1-2 m/s tezlikda 90 gradus burchak ostida, agar 2 m/s dan ortiq bo'lsa 45 gradus burchak ostida tarqalishi kuzatiladi.



1-rasm. Zaxarli gazlarning tarqalish yo'nalishi.

Qutqaruvchilar uchun sisternalarda taxminan qancha miqdorda modda borligini bilish ham muxim ahamiyatga ega. Temir yo'ldagi sisternalarda xlor 47, 55, 57 tonna, ammiak-30,45 tonna, xlorid kislotalasi 52, 59 tonna, ftor-20, 25 tonna miqdorda tashiladi. Avtomobillarda kislotalar tashish uchun ingibirlangan "kamaz" shassisida 8,10 metr kub, benzin, dizel, moy tashashda "isuzu", "kamaz" shassisida 4-12 metr kub miqdorda tashiladi.



2-rasm. KTEZM to'kilganda avariyanı bartarak qilish.

ТАКЛИФ ВА МУЛОHAZALAR.

KTEZM bilan ishlaydigan ishchi hodimlar tashilishiga ma'sul hodimlar (xaydovchilar, mashinist birigadalar) muntazam ravishda KTEZM bilan ishlash chog'ida xavfsizlik choralari, keltiradigan xavfli omillari, avariya sodir bo'lganda harakatlanish tartibi kabi mavzularda muntazam yo'riqnomalardan o'tkazilishini yo'lga qo'yish, ish joylarida moddalarning xavflilik darajalari avariya sodir bo'lganda harakatlanish tartiblari berilgan plakatlar osib qo'yish, ishchi va xizmatchilarga himoya vositalaridan to'g'ri foydalanishni o'rgatish.

O'quv mashqi o'tkazilganda aholini ham KTEZM bilan bog'liq avariyalarda harakat qilish tartibini o'rgatish.

Bu turdagi favqulodda vaziyatlar sodir bo'lganda zamonaviy vosita va usullardan foydalanish dronlardan atmosferaga ko'tarilgan xavfli moddalarni suv bilan yerga tushirish va yuvishda foydalanishni taklif etamiz.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2011 yil 16 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasida xavfli yuklarni avtomobil transportida tashish qoidalarini tasdiqlash to'g'risida" gi 35 sonli Qarori.
- [2]. 2.Silnodeystvuyushchiye yadovitye veshchestva. Texnicheskiye jidkosti. Rtut. Moskva. 1997 g.
- [3]. Gigiyenicheskiye normativy. Predelno-dopustimyye konsentratsii (PDK) vrednykh veshchestv v vozduxe rabochey zony. SanPiN № 0046-95.
- [4]. F.A. Abidova A.B. Abidov "Kuchli ta'sir etuvchi zaharli moddalarning xususiyatlari" uslubiy qo'llanma Toshkent-2018.
- [5]. Nabiyev A.B., & Abdullajonov O.S. (2022). FAVQULODDA VAZIYATLARDI ZAHARLI MODDALAR TA'SIRIDA JABRLANGANLARGA TIBBIY YORDAM KO'RSATISH. ISSN: 2181-3337 SCIENCE AND INNOVATION INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL, 46-49
- [6]. 1.Butunov, D. B., & Uktamovich, A. M. (2021). POYEZDLAR HARAKATI XAVFSIZLIGI BUZILISHLARINI TADQIQ ETISH. Academic research in educational sciences, 2(11), 339-347.
- [7]. Gafurov, N. N., Erxonboyev, N. A. O. G. L., & Payzullayev, U. P. O. G. L. (2022). AHOLI ORASIDA TABIIY GAZ SIZIB CHIQISHI VA IS GAZI HOSIL BO'LISHI BILAN BOG'LIQ FAVQULODDA VAZIYATLARNING OLDINI OLIHNING ZAMONAVIY USULLARI. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(Special Issue 4-2), 1018-1023.

УДК 665.765

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ РЕДУКТОРНЫХ СМАЗОК

С.Х. Ганиева

Институт общей и неорганической химии Академии Наук Республики Узбекистан

e-mail: khimiyanefti@mail.ru

(Получена 25.11.2022 г.)

В статье приведены сравнительные результаты физико-химических и эксплуатационных характеристик полученных редукторных смазок (ОСп-Уз-И и ОСп-Уз-КП) на основе регенерированных отработанных масел.

Установлено, что экспериментальный образец редукторной смазки ОСп-Уз-И по своим эксплуатационным характеристикам не уступает смазке ОСп-Уз и товарной смазке Нигрол, а в некоторых случаях превосходит. Это свидетельствует о том, что опытный образец способен более рационально удерживаться в узле трения, имея более длительный срок службы и способен снижать износ поверхностей трения.

Ключевые слова. *Редукторная смазка, регенерация, адсорбент, очищенное масло, смазочный материал, адгезия, теплоемкость, сельскохозяйственная техника.*

Мақолада регенерацияланган чиқинди мойлари асосида олинган тишли мойлаш материалларининг (Осп-Уз-И ва Осп-Уз-КП) физик-кимёвий ва эксплуатацион тавсифларининг қиёсий натижалари келтирилган.

Таянч so'zlar. *Tishli moylash, regeneratsiya, adsorbent, tozalangan moy, moylash, yopishish, issiqlik sig'imi, qishloq xo'jaligi mashinalari.*

Осп-Уз-И тишли мойлаш материалларининг экспериментал намунаси унинг ишлаш хусусиятлари бўйича Осп-Уз мойлаш ва Нигрол тижорат мойлаш материалларидан кам эмаслиги ва

баъзи ҳолларда ошиб кетиши аниқланди. Бу прототипи узоқ хизмат муддатига эга, ишқаланиши бирлиги янада оқилона бўлиб ва ишқаланиши юзалар кийиши камайтираши имкониятига эга бўлиши мумкин эканлигини кўрсатади.

The article presents comparative results of the physicochemical and operational characteristics of the obtained gear lubricants (OSp-Uz-I and OSp-Uz-KP) based on regenerated waste oils.

It has been established that the experimental sample of the OSp-Uz-I gear lubricant is not inferior to the OSp-Uz lubricant and Nigrol commercial lubricant in terms of its performance characteristics, and in some cases surpasses it. This indicates that the prototype is able to be more rationally retained in the friction unit, having a longer service life and is able to reduce the wear of friction surfaces.

Keywords. Gear lubrication, regeneration, adsorbent, purified oil, lubricant, adhesion, heat capacity, agricultural machinery.

Введение. В настоящее время рациональное использование вторичных ресурсов совместно с новыми синтезируемыми материалами с целью получения нефтепродуктов - дизельных топлив и смазочных материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками и решение при этом проблем импортозамещения определяет эффективность разрабатываемых новых инновационных технологий.

31.01.2020г. Президентом Республики Узбекистан Мирзиёевым Ш.М. на встрече с учеными, молодыми исследователями, руководителями научных учреждений и представителей производства обсудил важнейшие задачи, стоящие перед отечественной наукой, где подчеркнута важность повышения практической эффективности научных разработок, адаптации исследований под нужды предприятий отрасли.

По итогам встречи составлена дорожная карта по поддержке со стороны потребителей-предприятий Института общей и неорганической химии при АН РУз (ИОНХ АН РУз), в которой определено обеспечение развития научно, практической и инновационной деятельности, а также проектов коммерциализации между предприятиями АО «Узбекнефтегаз» и ИОНХ АН РУз. При этом в разделе I подпунктом 6 определена тема “Разработка рецептуры высококачественных смазочных материалов на основе синтетических и минеральных базовых масел на нефтеперерабатывающих заводах республики”, а также внесена в пункт 9 Дорожной карты приложения 1 к протоколу выездной встречи Академии наук и ИОНХ АНРУз по “Развитию повышения эффективности научной деятельности и перспективному осуществлению совместного сотрудничества Министерства инновационного развития РУз и ИОНХ АНРУз” от 16 марта 2022года под названием “Разработка технологии получения нового состава модифицированной редукторной смазки ОСп-Уз-Э”.

Материалы и методики исследования. На основании этого с использованием коллоидно-химических подходов к решению вопросов и использования принципов нанотехнологий, нами проведены работы по разработке и внедрению различных составов модифицированной редукторной смазки ОСп-Уз-Э для сельскохозяйственной технике.

В последнее десятилетие в плане решения вопросов ресурсосбережения (нефти) все больший научный интерес вызывает использование в качестве дисперсионной среды отработанных масел.

Все виды загрязнений присутствующие в отработанных маслах в конечном результате оказывают отрицательное влияние на свойства смазки, её работоспособность и увеличение износа поверхностей трения, поэтому нами была проведена регенерация объектов исследования. Регенерация отработанного компрессорного (КП-8С) и индустриального масла (И-50) отходов АО «Навоийазот» производилась в лабораторных условиях ИОНХ АН РУз с помощью местного адсорбента опоквидных глин Кермининского месторождения находящегося в пределах Навоийского района Бухарской области [2].

Масла И-50 и КП-8С в лабораторных условиях исследовались на предмет их очистки и регенерации несколькими физико-химическими методами [3].

Изучение возможности модификации редукторной смазки ОСп-Уз TSh 39.3-225:2012, проводилось добавлением регенерированных отработанных масел в состав смазки.

Для этого были приготовлены два образца композиции редукторной смазки ОСп-Уз на основе нефтяного гудрона с добавлением депарафинизированного масла, очищенных отработанных масел и функциональных присадок (ОСП-Уз-И, ОСп-Уз-КП) [2].

Результаты исследования и обсуждение. Были проведены лабораторные испытания опытных образцов модифицированной редукторной смазки (ОСП-Уз-И, ОСп-Уз-КП) по определению их физико-химических характеристик с целью выбора оптимального варианта по составу редукторной смазки и износостойкость по диаметру пятна износа определялась на четырехшариковой машине трения при нагрузках 392Н и времени испытаний 30 мин. Результаты сравнительных испытаний сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Сравнительные физико-химические показатели опытной композиции редукторной смазки (относительно ОСп-Уз)

№	Наименование показателя	Смазка ОСп-Уз	Опытный образец №1	Опытный образец №2	Метод испытания
1	Внешний вид	Однородная мазь от темно-коричневого до темного цвета	Однородная мазь темного цвета		
2	Коррозионное воздействие на медную пластинку	Выдерж.	Выдерж.	Выдерж.	ГОСТ 9.080
3	Массовая доля воды, не более %	0,5	0,1	0,2	ГОСТ 2477
4	Массовая доля мех. примесей, %	0,1	0,1	0,1	ГОСТ 6370
5	Массовая доля свободной щелочи в пересчете на NaOH, не более %	0,3	Отс.	Отс.	ГОСТ 6707-76
6	Вязкость условная при 100°С, условных градусах	7-12	8,60	9,0	ГОСТ 6558
7	Температура застывания, не выше °С	0	-9	-5	ГОСТ 20287
8	Диаметр пятна износа при осевой нагрузке 392 Н на 4-х шариковой машине трения, мм	0,70	0,55	0,60	ГОСТ 9490-75

В результате испытаний установлено, что опытные образцы нового состава экологически модифицированной редукторной смазки, разработанные ИОНХ АН РУз соответствует требованиям технических условий ОСп-Уз TSh 39.3-225:2012 и при определении эксплуатационных характеристик, по диаметру пятна износа, на 4-х шариковой машине трения показали лучший результат, чем у редукторной смазки ОСп, и составили соответственно 0,60 и 0,55 мм.

Установлено, что опытные образцы №1 и №2 композиции редукторной смазки по сравнению со смазкой ОСп-Уз, обладает высокими физико-химическими и трибологическими характеристиками, показатель условной вязкости составили 8,60 и 9,0 мм²/с при 100°С, более высокая температура застывания – минус 9°С и 5°С, меньше диаметр

пятна износа – 0,55 и 0,65 мм соответственно и выдерживают коррозионное воздействие на металл.

Таким образом, разработанные композиции редукторной смазки на основе гудрона добавлением присадок, особенно образец №1 обеспечивает эффективное их использование в более широком интервале температур (-9 – +100°C) при обеспечении надежной работы узлов трения машин и механизмов сельскохозяйственной техники.

Основные показатели смазок, по которым судят об эксплуатационных показателях при выборе для конкретных условий или узлов, устанавливаются ГОСТом 4.23-71. Выделяют следующие основные характеристики смазок: предел прочности, коррозионная стойкость, температура каплепадения, коллоидная стабильность, адгезия, теплоемкость, сдвиг, испаряемость, противоизносные и противозадирные показатели, внешний вид [1].

Исследования контактного взаимодействия тех или иных поверхностей трения всегда связаны с выбором определенной модели. Наиболее распространенное моделирование в виде тел правильной геометрической формы. Распределение может быть подобрано с помощью детерминированных или эмпирических функций, или на основе законов теории вероятности [4].

Кроме механического сопротивления в процессе трения необходимо преодолеть молекулярное взаимодействие между участками поверхностей. То есть, фрикционная связь имеет молекулярно-механическую природу [4].

При статическом контакте двух твердых тел адгезия обычно невелика, а на поверхностях практически всегда имеется адсорбированная пленка, уменьшающая адгезию.

Адгезионные свойства пластичных смазок зависят от ряда известных факторов, это в первую очередь их состав (дисперсная фаза) и условия использования.

Эксплуатационные испытания опытных образцов редукторной смазки (ОСп-Уз-И, ОСп-Уз-КП) проводились в узле редуктора заднего моста трактора ЮМЗ-6. Испытания проводились в течение всего периода работы агрегата. Результаты замеров анализа смазок заносились в журнал наблюдений. В ходе испытаний контролировалась температура узлов трения, содержание железа в смазке, содержание примесей.

Исследования проводились по специально разработанной методике. В процессе проведения исследования оценивалось усилие отделения «отрыва» поверхностей металлов соприкасаемых между собой через слой смазки.

Как установлено исследованиями, усилие на разрыв P пластин с нанесением на них редукторной смазкой ОСп-Уз толщиной 1 мм составляло 0,39 кН, что соответствует высоким адгезионным свойствам смазочного материала.

Аналог ОСп-Уз-И, приготовленного на основе индустриального очищенного отработанного масла с вышеуказанной дисперсной фазой, имел значение на разрыв равное 0,26 кН, а ОСп-Уз-КП, приготовленный на основе очищенного отработанного компрессорного масла с той же дисперсной фазой, 0,3 кН.

Увеличение толщины слоя смазки до 2 мм снизило адгезионные характеристики испытуемых смазок на 3-6 %, что в принципе закономерно, так как процесс «склеивания», липкости в целом не изменяется, а большая толщина слоя смазки только незначительно снижает усилие на разрыв.

При этом следует отметить, что в условиях работы подшипников толщина смазки между трущимися поверхностями редко когда превышает 1 мм.

Среди исследованных опытных образцов смазок более высокими адгезионными свойствами обладали смазки аналоги ОСп-Уз, приготовленные на основе дисперсионной среды, состоящей из отработанного очищенного индустриального масла.

Данный факт можно объяснить, прежде всего, свойством основы - индустриального масла обеспечивающего более эффективные связи.

Исследования адгезионных свойств пластичных смазок аналогов ОСп-Уз на индустриальной и компрессорной основе (отработанных моторных индустриальных и компрессорных маслах) показали, что смазки аналог ОСп-Уз-И на индустриальной основе

имели нагрузку на отрыв на 10 % больше, чем у смазки аналога ОСп-Уз-КП на компрессорной основе.

В данном случае имеет место разница дисперсионных сред смазок аналогов ОСп-Уз-И и ОСп-Уз-КП.

Как и в случае испытания аналогов смазок ОСп-Уз-И при испытаниях смазок аналогов ОСп-Уз-КП на индустриальной и компрессорной основе отмечается снижение усилия отрыва пластин при увеличении слоя смазки между ними.

В процессе испытания контролировалась температура нагрева подшипников, потеря массы смазки за период испытаний, износ дорожек качения - под микроскопом, содержание железа в смазке, в зависимости от нагрузки на подшипниках.

В результате стендовых испытаний установлено, что в зависимости от времени работы температура нагрева обоих подшипников увеличивалась. Анализируя характер изменения температуры, установлено, что все исследуемые образцы смазок в зависимости от времени работы имели температуру на подшипниках не превышающую 50 °С.

Исследования проводились в режиме сравнительных испытаний товарной смазки Нигрол и их аналогов на компрессорной и индустриальной основе, в качестве которой использовалось очищенное отработанное масло.

Лучшее значение имела товарная смазка Нигрол по сравнению с экспериментальными аналогами, образец смазки на индустриальной основе показал более низкую температуру нагрева обоймы подшипника после 3 часов испытаний по сравнению с товарной смазкой. Увеличение нагрузки на подшипниках привело к значительному изменению температуры нагрева обоймы подшипников.

Следует отметить, что увеличение нагрузки с 10 Н до 20 Н, привело к резкому росту температуры во времени. А смазка на компрессорной основе после 2 часов работы привела к нагреву обоймы подшипника до 120 °С.

Повышение нагрузки до критических значений 30 Н делает смазки Нигрол практически малопригодными к использованию и в случае со смазкой ОСп-Э-КП произошло заклинивание подшипников. Подшипник, работающий на смазке ОСп-Э-И (на индустриальной основе) продолжал вращение, т.е. оставался работоспособным.

Исследования свойств Нигрола и экспериментальных аналогов показали, что данные смазки, имеющие более высокие трибологические характеристики и эксплуатационные свойства, в подшипниках, работающих под нагрузкой, обеспечивают более высокую работоспособность узлов трения.

Установлено, что экспериментальные смазки способны более длительно работать при высоких нагрузках. При этом температура нагрева подшипника при максимальной нагрузке 30 Нм не превышала 100 °С, за исключением образца ОСп-Э-КП, а экспериментальный образец ОСп-Э-И на 5... 10 °С снижает нагрев, соответственно изменяет характер трения и износа деталей подшипников по сравнению с товарным Нигролом.

При температурах 20-30°С и незначительных нагрузках смазки сохраняют приданную им «форму», не выбрасываются при вращении подшипников из открытых узлов трения и не сползают с наклонных и вертикальных поверхностей. При повышении нагрузки, и увеличении температуры, смазки деформируются, могут становиться текучими. При этом естественным образом изменяется толщина пленки между объектами трения, что приводит к повышенному износу трущихся деталей [5].

В результате проведенных исследований на стенде моделирующим работу подшипника, частота вращения подшипников на валу составила 1380 об/мин, что создает условия к центробежному уносу смазки при повышении температуры.

Для установления эффективности работы смазок и определения структурных изменений определялись потери массы смазки во времени в зависимости от температуры нагрева смазки при постоянной частоте вращения подшипника и постоянной нагрузке.

Установлено, что потеря масс смазки в подшипниках зависит от температуры нагрева смазки, обеспечиваемой увеличением нагрузки на подшипник и увеличением времени

испытаний (работы подшипника).

Наименьшие потери в процессе вращения подшипников зафиксированы при испытании смазки ОСп-Э-И и товарного Нигрола -1,2г. Данные факты можно объяснить более высокими вязкостно - температурными характеристиками смазки ОСп-Э-И по сравнению с ОСп-Э-КП.

Полученные результаты коррелируются и с более высокими адгезионными свойствами Нигрола.

В процессе проведения стендовых испытаний наиболее важной и информативной характеристикой работы смазки является способность смазки снижать износ. Для наших условий износ определялся по характеру изменения поверхностей дорожек качения контролируемых под микроскопом с проведением микрофотосъемки. На рисунке 1 а, б, в, г, д, е показаны следы износа дорожек качения неподвижных обойм подшипников до и после их испытаний в течение 3 часов.

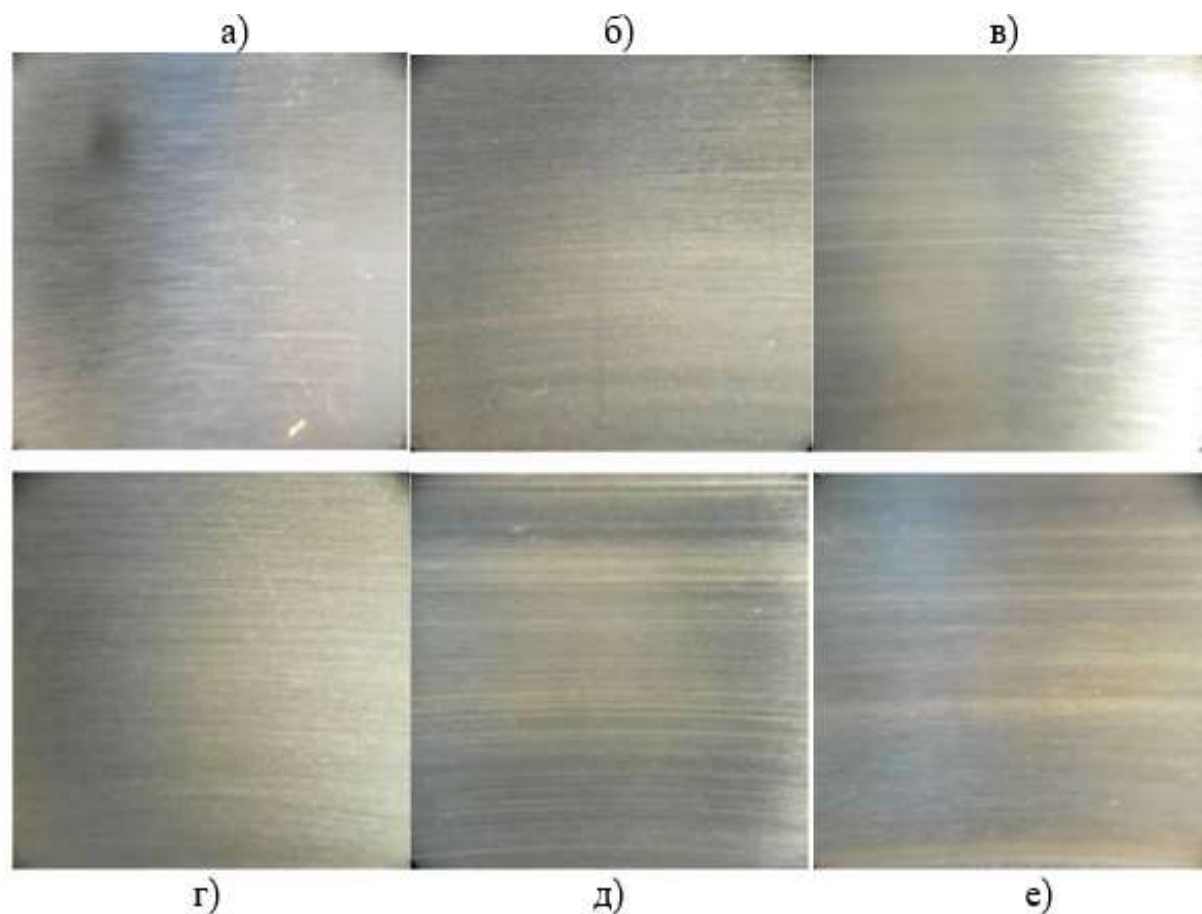


Рис.1. Микрофотографии поверхностей износа подшипников а, г - фотография исходной поверхности; б - фотография поверхности после 3 часов испытаний на смазке Нигрол; в - фотография поверхности после 3 часов испытаний на экспериментальной смазке ОСп-Э-КП; д - фотография поверхности после 3 часов испытаний на смазке Нигрол; е - фотография поверхности после 3 часов испытаний на экспериментальной смазке ОСп-Э-И.

Анализируя микрофотоснимки установлено, что наибольший износ поверхности качения наблюдался у товарного Нигрола, при равных условиях испытаний с экспериментальными образцами - частота вращения -1380 об/ мин, время испытаний 3 часа, нагрузка 20 Н.

Однако результаты микрофотосъемки следов износа не дают количественной характеристики, что послужило основанием проведения анализа содержания железа в смазке до и после проведения испытаний таблица 1.

Содержания железа в смазке до и после проведения испытаний

Наименование образца смазки	Содержание железа в смазке, г/ кг		
	Время, час		
	1	2	3
Нигрол	0,0006	0,0008	0,0009
Экспериментальный образец ОСп-Э-КП	0,0003	0,0004	0,0008
Экспериментальный образец ОСп-Э-И	0,0005	0,0006	0,0007

В результате анализа содержания железа в смазке установлено, что по мере увеличения продолжительности испытания содержание железа в смазках увеличивалось.

Сравнивая образцы товарной смазки Нигрол с экспериментальной смазкой ОСп-Э-КП установлено, что в товарной смазке за 1 час испытаний содержание железа увеличилось с 0,0006 до 0,0009, а экспериментального образца смазки с 0,0003 до 0,0008.

Аналогичные значения получены в ходе испытаний экспериментальной смазки ОСп-Э-И, при этом содержание железа в смазке выросло незначительно до 0,0007 г/кг, что характеризует высокие трибологические и эксплуатационные свойства экспериментального образца смазки ОСп-Э-И.

Заключение. Обобщая полученные сравнительные результаты исследования, можно сделать вывод о более высоких адгезионных свойствах смазки, полученной на основе дисперсионной среды, состоящей из очищенных отработанных промышленных масел (ОСП-Уз-И), по сравнению со смазкой на основе отработанных компрессорных масел (ОСП-Уз-КП).

Помимо всего прочего в нашем случае исследования адгезионных свойств смазок проводились в режиме сравнительных испытаний при температуре + 20°C, при более высоких температурах адгезия в силу специфических химических превращений под действием остаточных присадок в отработанных маслах может только усиливаться, соответственно полученные данные являются достоверными, а полученные составы экспериментальных смазок обладают достаточными адгезионными свойствами.

Проведенными испытаниями установлено, что экспериментальный образец редукторной смазки ОСп-Уз-И по своим эксплуатационным характеристикам не уступает смазке ОСп-Уз и товарной смазке Нигрол, а в некоторых случаях превосходит. Это свидетельствует о том, что опытный образец способен более рационально удерживаться в узле трения, имея более длительный срок службы и способен снижать износ поверхностей трения.

Список литературы

- [1]. Бадышкова К.М., Берштадт Я.А., Богданов Ш.К., др. и. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справ, изд. Москва: Химия, 1989. 432 с.
- [2]. Ганиева С.Х., Хамидов Б.Н., Мирзаева М.М., Сманов Б.А. Восстановление отработанных нефтяных масел для использования их в качестве дисперсионной среды в редукторных смазках. Узбекский журнал нефти и газа. 2022, № 2, С.77-82.
- [3]. Ищюк Ю.Л. Технология пластичных смазок. Москва: Наукова думка, 1986. -147 с.
- [4]. Чичинадзе А.В., Браун Э.Д., Буше Н.А., др. и. Основы трибологии. 2-е изд. Москва: Машиностроение, 2001. 664 с.
- [5]. Остриков В.В., Белогорский В.В. Смазочные масла и контроль их качества // Техника в сельском хозяйстве. 2007. Т. №2. С. 40-41.

ГИЛЛИ КОМПОЗИЦИЯЛАР АСОСИДА ТАЙЁРЛАНГАН БУРҒИЛАШ ЭРИТМАСИ
ТУРҒУНЛИГИГА ЭЛЕКТРОЛИТЛАР ТАЪСИРИНИ ЎРГАНИШ

Р.А. Аноров¹, О.К. Рахмонов², С.Б. Усмонов³, Д.С. Салиханова⁴, Б.З. Адизов⁴

¹Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети Кўқон филиали,

²Фаргона политехника институти, E-mail: orahmonov@ferpi.uz Тел: (99891) 662 98 03.

³Бухоро нефт ва газ саноати касб хунар коллежи,

⁴Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Умумий ва ноорганик кимё Институти
(Қабул қилинди 24.01.2023 й.)

Ушбу мақолада асосан гиллар композицияси асосида олинган эритмаларнинг электролитлар таъсирини ўрганишда юқори эластиклик деформацияланиши бўлганда юқори турғун суспензиялар ҳосил бўлиши мумкинлигини асосланган. Бу асосан мустаҳкам контактларнинг ҳосил бўлиши ва туз таъсирига мустаҳкамлиги ортишига боғлиқлиги кўриб чиқилди. тажриба натижаларда нефтни қайта ишлаш заводларида мой ва ёқилги маҳсулотларини тозалашда қўлланилган бентонитлардан углеводородлар ажратиб олингандан сўнг уларни бурғилаш эритмаси тайёрланганлиги ёритиб берилган.

Калит сўзлар: нефт, бурғулаш, тозалаш, юттириш, модда, композиция, эритма, тўйинтириш, кон.

В данной статье он основан на том, что при изучении электролитного действия растворов, полученных на основе состава глин, могут образовываться высокоустойчивые суспензии при деформации высокой упругости. Считалось, что это в основном связано с образованием более прочных контактов и повышенной солеустойчивостью. в результатах эксперимента поясняется, что после извлечения углеводородов из бентонитов, используемых при очистке нефти и топливных продуктов на нефтеперерабатывающих заводах, готовят их буровой раствор.

Ключевые слова: нефть, бурение, переработка, глотание, вещество, состав, раствор, насыщение, рудник.

In this article, it is based on the fact that when studying the electrolyte action of solutions obtained on the basis of the composition of clays, highly stable suspensions can be formed during high elasticity deformation. It was believed that this was mainly due to the formation of stronger contacts and increased salt tolerance. in the results of the experiment it is explained that after the extraction of hydrocarbons from bentonites used in the purification of oil and fuel products in oil refineries, their drilling fluid is prepared.

Key words: oil, drilling, processing, ingestion, substance, composition, solution, saturation, mine.

Барчамизга маълумки ҳозирги кунда нефт ва газ конларини топишда янгидан янги худудларнинг ўрганилиши айниқса ушбу худудларда геологик қидирув ишларини амалга оширишда тузли қатламлар жуда кўплаб учрамоқда. Ушбу қатламларни қазиб ўтишда маҳсус яъни тузга чидамли бурғилаш эритмаларидан фойдаланиш талаб этилади.

Шунинг учун биз тадқиқот ишларимизда ўрганилаётган гилларимиз асосида тузга чидамли бурғилаш эритмасини тайёрлаш жараёнини ўргандик [1, 2].

Олинган гилли композициялар асосида тайёрланган бурғилаш эритмаларининг тузга чидамлилиги дистилланган сувни қўллаш орқали аниқланади. Бунда натрий хлоридни 5,0 ва 10% ли гилли бурғилаш эритмаларининг тузилмали-механик хусусиятига таъсири ва тузга чидамлилигини баҳолаш мақсадида амалга оширилган [3, 4].

Намуна гиллар асосида олинган бурғулаш эритмаларининг тузилмали-механик хусусиятларига NaCl нинг миқдори таъсирини ўраниш натижалари 1.1 ва 1.2-жадвалларда келтирилган.

1.1-жадвал

Намуна гиллар асосида олинган бурғилаш эритмаларига NaCl и CaCl₂ нинг миқдорига боғлиқ холда уларнинг тузилмали-мустваккамлик хусусиятларига таъсири

Гил концентрацияси (C) ₃ %	NaCl	CaCl ₂	$E \cdot 10^{-3}$, дин/см ²	$E_{\epsilon} \cdot 10^{-2}$, эгр/см ³	$\eta \cdot 10^{-5}$, нЗ
Гиллар композицияси НК ИБ:НК КП:ИСБ:ИПБ=25:25:25:25;					
7	-	-	4,21	17,5	40
7	20	-	10,4	27,5	41
7	20	1	7,7	19,8	33
12	-	-	5,0	33	74
12	20	-	13,0	55	78
12	20	1	8,5	37	54
Гиллар композицияси НК ИЕБ:НК КП:ИСБ:ИПБ=25:25:25:25;					
5	-	-	3,8	15,7	36
5	20	-	10,1	24,3	34
5	20	1	5,3	17,0	27
10	-	-	4,8	30,0	69
10	20	-	12,3	51,5	76
10	20	1	8,4	33,4	49

1.2-жадвал

Намуна гиллар асосида олинган бурғилаш эритмаларига NaCl и CaCl₂ нинг миқдорига боғлиқ холда уларнинг технологик хусусиятларига таъсири

Гил концентрацияси (C) ₃ %	NaCl	CaCl ₂	T, сек	V, см ³	K, мм	Ky
Гиллар композицияси НК ИБ:НК КП:ИСБ:ИПБ=25:25:25:25;						
7	-	-	3,8	38	2,2	1,43
7	20	-	4,2	60	2,3	1,47
7	20	1	3,9	58	2,4	1,40
12	-	-	4,4	24	2,7	3,19
12	20	-	4,1	43	3,2	2,77
12	20	1	4,0	40	3,2	2,29
Гиллар композицияси НК ИЕБ:НК КП:ИСБ:ИПБ=25:25:25:25;						
7	-	-	3,6	40	2,3	1,63
7	20	-	3,9	60	2,8	1,44
7	20	1	3,8	55	2,8	1,30
12	-	-	4,3	21	3,5	3,01
12	20	-	4,1	42	3,6	2,79
12	20	1	3,9	41	3,5	2,58

Ушбу жадваллардан кўриш мумкинки ушбу композициялар ёрдамида олинган бурғилаш эритмаларига NaCl и CaCl₂ ларни аралаштириш уларнинг тузга чидамлилигини анчага оширади. Айниқса НК ИБ:НК КП:ИСБ:ИПБ композиция аралашмасига 20% NaCl кўшилишида турғунлик коэффитциентини кузатиш мукин. Бунда ушбу эритманинг сувбераолиш қобилияти 1,5-2 марта га ортади.

NaCl (20%) и CaCl₂(1%) аралаштириб тайёрланган бурғилаш эритмаларининг коагуляцион структуралари ўрганилганда, ўрганилаётган гил композитиялари тузли катламларни қазиб ўтиш учун турғун дисперс структуралар ҳосил килади.

НК ИБ:НК КП:ИСБ:ИПБ ва НК ИЕБ:НК КП:ИСБ:ИПБ композицияларини NaCl билан ишлов бериш орқали тайёрланган бурғилаш эритмалари натрий ионлари таъсирида бентонит минералларини жуда яхши дисперсияланиши натижасида тузилма-мустаҳкамлик константаси юқори бўлган коагуляцион тузилма ҳосил қилади. Натижада коагуляцияланган структура юқори турғунлиги ва тузилма-мустаҳкамлиги таснифига кўра юқори кўрсаткичга эга бўлади.

Шуни таъкидлаш лозимки юқорида айтиб ўтилган композициялар асосида тузга чидамли бурғилаш эритмаси тайёрлашда бентонит заррачалари ва палигорскит кристаллари орасида агрегатланиш жараёни боради, натижада пластик қовушқоқликнинг кескин камайиши кузатилади. Улар коагуляцион структура ҳосил қилиши натижасида ушбу суспензия пластик оқимда ҳаракатланишига олиб келади. Бунда тез эластик деформацияланиш камайиб, оралиқ сеткаларни мустаҳкамлик коэффициенти камайишига олиб келишини технологик кўрсаткичларнинг ўзгаришларидан ҳам кўришимиз мукин [5, 6, 7].

1.3-жадвал

Олинган намуна гиллар композициялари асосида тайёрланган бурғилаш эритмалари технологик кўрсаткичларига NaCl и CaCl₂ миқдорининг таъсири

Гил концентрацияси (C) ₃ %	NaCl, %	CaCl ₂ , %	T, сек	B, см ³	K, мм	Ky
НК ИБ: НК ИЕБ: СБ: ПБ:НК КП:ШК ГГ гиллари композициялари = 10:10:10:10:40:20;						
7	-	-	5,4	38	2,6	1,58
	20	-	5,5	59	2,8	1,35
	20	1,0	5,1	57	2,8	1,21
15	-	-	5,6	23	2,9	3,22
	20	-	5,4	45	3,3	3,02
	20	1,0	5,3	41	3,2	2,77
НК ИБ: НК ИЕБ: СБ: ПБ:НК КП:ШК ГГ гиллари композициялари = 10:10:10:10:30:30;						
7	-	-	5,0	38	2,3	1,45
	20	-	4,8	55	2,5	1,36
	20	1,0	4,9	54	2,5	1,25
15	-	-	5,3	25	2,7	3,07
	20	-	5,2	45	3,1	2,82
	20	1,0	5,0	40	2,9	2,61

1.4-жадвал

Олинган намуна гиллар композициялари асосида тайёрланган бурғилаш эритмаларининг структура-мустаҳкамлик кўрсаткичига NaCl и CaCl₂ миқдорининг кўрсаткичларига таъсири

Гиллар концентрацияси, %	NaCl	CaCl ₂	$E \cdot 10^{-3}$, дин/см ²	$E_{\varepsilon} \cdot 10^{-2}$, эгр/см ³	$\eta \cdot 10^{-5}$, нЗ
НК ИБ: НК ИЕБ: СБ: ПБ:НК КП:ШК ГГ гиллар композициялари = 10:10:10:10:40:20;					
5	-	-	4,5	21,0	45
5	25	-	12,1	27,8	42
5	25	1,0	7,3	20,0	33
10	-	-	5,8	34,5	76
10	25	-	13,6	56	85
10	25	1,0	9,4	41	57
НК ИБ: НК ИЕБ: СБ: ПБ:НК КП:ШК ГГ гиллар композициялари = 10:10:10:10:30:30;					

5	-	-	4,3	19,8	42
5	25	-	11,8	26,5	40
5	25	1,0	7,0	19,6	31
10	-	-	5,6	32,0	71
10	25	-	12,2	53,1	82
10	25	1,0	8,9	39,2	55

Бурғилаш эритмаси таркибига карбонатли полигортскит ва гидрослюдали гилларнинг кўпрок миқдорда қўшилиши мустаҳкамлиги юқори бўлган коагуляцион структура ҳосил қилиши мумкин эканлигини 1.3 ва 1.4 жадваллардан кўришимиз мумкин. Бентонитлар композициясида палигортскит ва гидрослюда гиллар бўлиши анча мустаҳкамлиги юқори бўлган контакт юзали сетка шаклини ҳосил қилади ва натижада ҳажм бирлигида дисперс фаза концентрациясининг камайиши кузатилади. Гилларнинг бундай композициялари модулларнинг паст кўрсаткичилиги ва эластик деформацияланиш тезлашувини таъминлайди. Бундай композицияли бурғилаш эритмаларига натрий хлорнинг аралаштирилиши структура-механик хусусиятларни кескин ортишига олиб келади. Олинган гил композицияларнинг структураларининг коагуляцион мустаҳкамланиши деформацияланишнинг шартли модулини ортишига олиб келади [8].

Шундай қилиб, юқорида таъкидлаб ўтилган гиллар композицияси асосида олинган эритмаларнинг электролитлар таъсирини ўрганишда юқори эластиклик деформацияланиш бўлганда юқори турғун суспензиялар ҳосил бўлиши мумкинлигини кўришимиз мумкин. Бу асосан мустаҳкам контактларнинг ҳосил бўлиши ва туз таъсирини мустаҳкамлиги ортишига боғлиқ.

Олинган натижалардан кўришимиз мумкинки нефтни қайта ишлаш заводларида мой ва ёқилги маҳсулотларини тозалашда қўлланилган бентонитлардан углеводородлар ажратиб олингандан сўнг уларни бурғилаш эритмаси тайёрлашда қўллашимиз мумкин. Ушбу намуна бентонитларни тозаламасдан ҳам тўлиқ қўллаш мумкинлигин кейинги ишларда куриб ўтамыз.

Адабиётлар

- [1]. Кожина Т.В., Разработка систем буровых растворов для вскрытия терриганно-хемогенных отложений большой толщины при бурении сверхглубоких скважин // Автореферат дисс. на соис. к.т.н., Москва – 2015. С. 124.
- [2]. Макарьев О.В. Совершенствование технологии бурения и ремонта скважин в условиях залегания неустойчивых горных пород // авт на соис к.т.н., Москва – 2022. С. 26.
- [3]. Зозуля В.П., Зозуля Н.Е., Магруппов А.М. Промывка скважин. Учебное пособие. –Ташкент: Филиал НИУ нефти и газа имени И.М. Губкина в городе Ташкенте, 2021. - 621с.
- [4]. Конесев Г.В. и др. Исследование влияния формиата натрия на термостойкость крахмалсодержащего глинистого бурового раствора // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2020. Т. 331. № 8. С. 112–122
- [5]. Базаров Г.Р. Рациональное использование отработанных жирных глин при получении буровых растворов // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 11(68). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8133>
- [6]. Тошев Ш.О. Абдурахимов С.А., Адизов Б.З., Базаров Г.Р. Изучение термостойкости буровых растворов, получаемых из разработанных композиций навбахорских глин // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 2(59). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6990>
- [7]. Федусенко И.В. Коллоидная химия буровых растворов // Учебное пособие для студентов, аспирантов и научных сотрудников, Саратов – 2018. С. 54.
- [8]. Ермолаева Л. В. Механика буровых растворов: учеб. пособ. / Л.В. Ермолаева. - Самара; Самар. гос. техн. ун-т, 2012. - 47 с.

UDK: 66.045.5

**HAVO YORDAMIDA SOVITISH QURILMASI KONSTRUKTIV PARAMETRLARINING
SOVITISH SAMARADORLIGIGA TA'SIRI**

A.M. Xurmamatov¹, Z.M. Xametov², J.A. Mo'minov¹

¹ O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi, Umumiy va noorganik kimyo instituti. Toshkent shahri.

² Farg'ona politexnika instituti

[\(Qabul qilindi 30.06.2022 y.\)](#)

Maqolada havo yordamida sovitish qurilmasi konstruktiv parametrlari, hususan, ventilyator aylanish soni hamda parrak va seksiya orasidagi masofa o'zgarishining sovitish samaradorligiga ta'sirini o'rganish, qurilma konstruktiv parametrlarining optimal qiymati aniqlash va shu bilan birga eng yuqori sovitish samaradorligini topishga doir tajriba natijalari va nazariy tahlil xulosalari berilgan.

Kalit so'zlar: *Benzin fraksiyasi, havo yordamida sovitish, konstruktiv parametrlar, ventilyator aylanish soni, sovitish samaradorligi.*

В статье исследуется влияние изменения конструктивных параметров аппарата с воздушным охлаждением, в частности числа оборотов вентилятора и расстояния между лопаткой и сечением, на эффективность охлаждения, определяется оптимальное значение конструктивных параметров аппарата и нахождение максимальной эффективности охлаждения, приведены выводы теоретического анализа.

Ключевые слова: *Бензиновая фракция, охлаждения, конструктивные параметры, частота вращения вентилятора, эффективность охлаждения.*

The article examines the design parameters of the air-cooled cooling device, in particular, the effect of changes in the fan speed and the distance between the blade and the section on the cooling efficiency, determining the optimal value of the design parameters of the device and finding the maximum cooling efficiency. the conclusions of the theoretical analysis are given.

Keywords: *Gasoline fraction, air cooling, design parameters, fan speed, cooling efficiency.*

Havo yordamida sovitish jarayon va qurilmalari kimyo, oziq ovqat sanoati, neft va gazni qayta ishlash korxonalarida xomashyo va tayyor mahsulotlarni sovitish uchun keng qo'llaniladi. Ayrim hollarda foydalanish sharoitidan kelib chiqib havo oqimini qizdirish maqsadida ham qo'llaniladi. Havo yordamida sovitish jarayoni suyuqlik va gazlarni sovitishda, ayniqsa, bug'larni kondensatsiya qilishda birlamchi usul hisoblanadi. Shu sababli, havo yordamida sovitish qurilmalarini sovitgich-kondensatorlar deb ham ataladi. Bunday qurilmalarda sovituvchi agent sifatida havodan foydalanilganligi sababli, suv bilan sovitiladigan boshqa qurilmalarga qaraganda bir qancha afzallik va kamchiliklari mavjud [1,2,3].

Havo yordamida sovitishning iqtisodiy arzonligi, foydalanish osonligi, energiya tejamkorligi uning afzalligi bo'lsa, sovitish samaradorligining nisbatan pastligi asosiy kamchiligi sanaladi. Lekin bu kamchilikni bartaraf etishning bir qancha yo'llari bo'lib, shulardan biri qurilma konstruktiv parametrlari o'zgarishining sovitish samaradorligiga ta'sirini o'rganish asnosida, optimal qiymatlarni joriy etishdir [4,5,6]

Havo yordamida sovitish qurilmasi konstruktiv parametrlariga qurilmaning gaparit o'lchamlari, seksiyalarning joylashuvi, ventilyator aylanish soni, parraklar soni va qiyalik burchagi, ventilyator va seksiya orasidagi masofa hamda qurilmaga konstruktiv jihatdan bog'liq bo'lgan shu kabi ko'rsatkichlar kiradi. Konstruktiv parametrlarning qurilma ish jarayoniga ta'sir etishi ko'p adabiyotlar [1,4,7] da keltirib o'tilgan. Lekin, hususiy holatda ularning qay darajada ta'sir ko'rsatishi alohida tajribalar o'tkazish va hisoblash ishlarini olib borishni talab etadi. Shuni e'tiborga olgan holda, havo yordamida sovitish qurilmasi konstruktiv parametrlarining sovitish samaradorligiga ta'sirini o'rganish maqsadida laboratoriya sharoitida nazariy va amaliy izlanishlar olib borildi.

Havo yordamida sovitish apparatining asosiy konstruktiv parametrlari, ya'ni, ventilyator parragining aylanish chastotasi hamda parrak va seksiya orasidagi masofani o'zgartirish orqali uni

sovitish jarayoniga ta'sirini o'rganish maqsadida tajriba qurilmasi tayyorlandi. Uning tuzilishi, konstruktiv parametrlari va foydalanish sharoitlari sanoat qurilmasi bilan mos kelishi taqqoslandi.

1-jadval

Tajriba o'tkazish uchun tanlangan asosiy qiymatlar

№	Parametr nomi	Belgisi (birligi)	Tanlangan o'zgaruvchan qiymatlar		
1	Ventilyator aylanish soni	n (ayl/min)	1500	2500	3800
2	Ventilyator va seksiya orasidagi masofa	h (m)	0,22	0,26	0,30

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, ventilyator aylanish soni hamda parrak va seksiya orasidagi masofaning bir nechta qiymati tanlab olindi. Har bir tajriba aynan shu qiymatlarni o'zgartirish orqali amalga oshirildi.

Tajribani o'tkazish davomida jarayonining ayrim rejim parametrlarini o'zgarimas qiymatlari belgilab olindi. Havo yordamida sovitish jarayoniga ta'sir etuvchi omillar ko'p bo'lib, tajriba maqsadiga aniq erishish uchun ularni shartli ravishda bir me'yor va qiymatga keltirib olish lozim (2-jadval).

2-jadval

Tajriba o'tkazish uchun qo'shimcha parametrlar qiymati

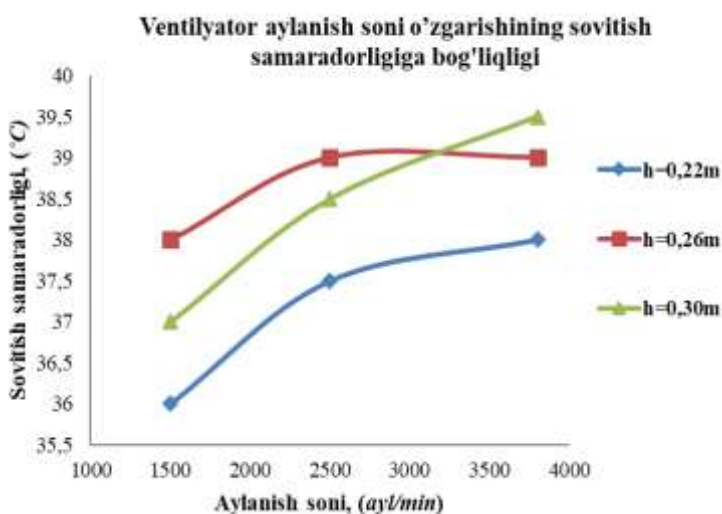
№	Qo'shimcha parametrlar	Belgisi (birligi)	Son qiymati
1	Qurilmaga kirishdagi harorat (benzin fraksiyasi)	T' (°C)	80
2	Sovitiladigan muhit (benzin fraksiyasi) ning hajmiy sarfi	V (l/min)	6,5 - 7
3	Parrak qiyalik burchagi	φ	17

Havo yordamida sovitish jarayoni tajribalari uchun benzin fraksiyasidan foydalanildi. Benzinning fizik-kimyoviy xususiyatlari o'rganib chiqildi. Jarayonning sovitish samaradorligi benzin fraksiyasining qurilmaga kirishdagi va chiqishdagi haroratlari ayirmasi sifatida belgilandi: $\Delta T = T' - T''$.

Tajribalar bir necha bosqichlarda o'tkazildi va aniqlangan ko'rsatkichlar yozib borildi.

Tajribaning birinchi bosqichida ventilyator aylanishlar sonini 3 xil qiymatga o'zgartirish orqali sovitish samaradorligining o'zgarishi kuzatildi. Bunda, 1-jadvalga ko'ra, avval $n=1500$ ayl/min bo'lgan aylanishlar soni tanlandi va dastlabki tajriba ko'rsatkichlari olindi (1-grafik). Navbatdagi tajribalarda ventilyator aylanishlar soni $n=2500$ ayl/min va $n=3800$ ayl/min bo'lgandagi tajriba natijalari tahlil qilindi.

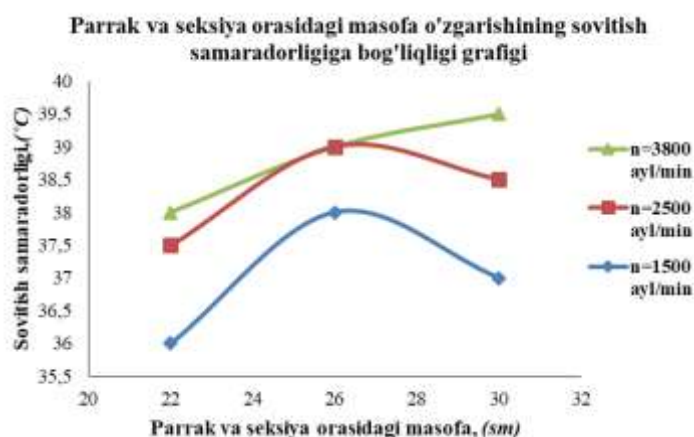
1-grafikdan shuni ko'rish mumkinki ($h=0.22m$), ventilyator



1-grafik. Ventilyator aylanish soni o'zgarishining sovitish samaradorligiga bog'liqligi.

aylanishlar soni $n=1500 \text{ ayl/min}$ bo'lganda sovitish samadorligi $\Delta T_1=36^\circ\text{C}$ ni tashkil etdi. Shundan so'ng ventilyator aylanishlar soni $n=2500 \text{ ayl/min}$ ga yetkazildi, bunda sovitish samadorligi $\Delta T_1=37.5^\circ\text{C}$ gacha ortdi. Ventilyator aylanish soni $n=3800 \text{ ayl/min}$ bo'lganda, sovitish samadorligi $\Delta T_1=38^\circ\text{C}$ ni tashkil etdi.

Umuman olganda, ventilyator aylanishlar sonining ortishi bilan sovitish samadorligi ham nisbatan ortishini ko'rish mumkin. Lekin bu ortish chiziqli emasligi grafikdan ham yaqqol aks etmoqda. Buni ilmiy jihatdan izohlaganda, ventilyator aylanish sonini ortishi hisobiga uzatilayotgan havo miqdor jihatdan ko'payadi, ya'ni, qisqa vaqt ichidagi havo oqimining hajmiy sarfi sezilarli ortadi. Ma'lumki, hajmiy sarfning ortishiga proporsional tarzda havoning oniy tezligi ham ko'tariladi. Ushbu holatni issiqlik almashinish jarayoni bilan bog'lagan holda tahlil qilinsa, sovituvchi agent, ya'ni, havo oqimining tezligi me'yordan ortishi issiqlik almashinish vaqtini qisqartiradi. Natijada hajm birligiga to'g'ri keladigan issiqlik miqdori ($\Delta Q/\Delta V$) nisbatan kamayib boradi. Shuningdek, aylanish sonining ortishi aerodinamik qarshilikning ortishiga sabab bo'lib, ventilyatorning ortiqcha energiya sarfiga olib keladi. Lekin bu nisbiy kamchiliklarni qurilmaning boshqa konstruktiv parametrini o'zgartirish orqali ham nazorat qilish va boshqarish mumkin.



2-grafik. Parrak va seksiya orasidagi masofa o'zgarishining sovitish samadorligiga bog'liqligi.

Shundan kelib chiqib, parrak va seksiya orasidagi masofa o'zgarishining sovitish samadorligiga ta'siri o'rganildi.

Parrak va seksiya orasidagi masofa o'zgarishining sovitish samadorligiga ta'sirini o'rganish uchun dastlab $h=0.22m$ sharoitda, so'ng ketma ket ravishda $h=0.26m$ va $h=0.30m$ bo'lganda tajriba o'rkazilib, olingan ko'rsatkichlar asosida jadval va grafiklar shakllantirildi. (2-grafik).

2-grafikdan shuni ko'rish mumkinki ($n=1500 \text{ ayl/min}$), parrak va seksiya orasidagi masofa $h=0.22m$

bo'lgan dastlabki tajribada sovitish samadorligi $\Delta T_1=36^\circ\text{C}$ ni tashkil etdi. Shundan so'ng parrak va seksiya orasidagi masofa $h=0.26m$ ga uzoqlashtirildi, bunda sovitish samadorligi $\Delta T_1=38^\circ\text{C}$ gacha ortdi. parrak va seksiya orasidagi masofa $h=0.30m$ bo'lganda, sovitish samadorligi $\Delta T_1=37^\circ\text{C}$ ni tashkil etib, avvalgi holatga nisbatan pasaydi. Ventilyator aylanish soni $n=2500 \text{ ayl/min}$ va $n=3800 \text{ ayl/min}$ bo'lgan holatdagi tajribalarda esa chiziqlarning egrilik radiusi nisbatan ortib, so'ngi natijalarda deyarli to'g'ri chiziq shakliga keldi.

Tajriba natijalari asosida shuni aytish mumkinki, parrak va seksiya orasidagi masofaning ortishi orqali sovitish samadorligi ham ortmoqda. Buning sababi parrak va seksiya orasidagi masofaning ortishi havo oqimining seksiya ko'ndalang kesim yuzasiga nisbatan aktiv yuzaning ortishi hisoblanadi. Lekin bu o'zgarish chiziqli emas, ya'ni, oraliq masofaning davomiy tarzda ortishi ma'lum me'yordan o'tsa, sovitish samadorligi kamayadi.

Umuman olganda, parrak va seksiya orasidagi masofa ortishi sovitish samadorligini avval ma'lum qiymatgacha oshirib, so'ng nisbatan pastlashini ko'rish mumkin. lekin bu qiymat ventilyator aylanish soniga bog'liq ravishda o'zgarishi ham kuzatildi. Parrak va seksiya orasidagi masofa kichik bo'lganda past aylanish soni ham qanoatlantiradi, lekin masofa katta qiymatida havo oqimining tezligi jarayonni qanoatlantirmay, ventilyator aylanish sonini oshirishni taqazo etadi. Shu sababli o'rganilgan konstruktiv parametrlarning optimal variantini topish orqali jarayon uchun sovitish samadorligining eng optimal qiymatini aytish mumkin.

Jadval va grafiklarni chuqur tahlil qilish orqali o'tkazilgan tajribalar uchun qurilma konstruktiv parametrlarining optimal qiymati tanlandi. Unga ko'ra , parrak va seksiya orasidagi masofa $h=0.26 m$ va ventilyator aylanish soni $n=2500 \text{ ayl/min}$ bo'lganda sovitish samadorligi eng yuqori va shu bilan birga energiya tejamkor sharoitni yuzaga keltirdi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan konstruktiv parametrlarga qo'shimcha ravishda havo oqimining tezligi ham jarayonga ta'sir etuvchi muhim omillardan sanaladi. Havo oqimini majburiy harakati ventilyator yordamida amalga oshiriladi va ventilyator parraginging aylanish sonini o'zgartirish orqali uning tezligini ham o'zgartirish imkoniyati yaratiladi. Shuning uchun havo oqimi tezligining sovitish jarayoni samaradorligiga ta'siri ham o'rganilgan deb qarash mumkin.

Xulosa qilib aytganda, havo yordamida sovitish qurilmasi konstruktiv parametrlari o'zgarishing sovitish samaradorligiga ta'siri sezilarli bo'lib, bir parametrlarning o'zgarishi boshqa parametrlar o'zgarishi bilan sozlanishi yoki kompensatsiyalanishi mumkin. Buning uchun qurilmaning har qaysi parametri optimal qiymatlari aniqlanib, jarayon maqsadi va sharoitidan kelib chiqib kerakli yo'nalishga olib kelish mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. Z. Salimov "Neft va gazni qayta ishlash jarayonlari va uskunalari" Toshkent-2010. 508 b
- [2]. Salimov Z. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari. Tom. 1. – T.: «O'zbekiston», 1994. – 366b.
- [3]. Xurmamatov A. M., Mo'minov J. A. Benzin fraksiyasini havo yordamida sovitish jarayonining tadqiqot natijalari //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2021. – T. 1. – №. 9. – С. 619-624.
- [4]. N.R. Yusupbekov, H.S. Nurmuhamedov, S.G. Zokirov. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. Toshkent-2015. 838b
- [5]. Salimov Z. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari. Tom. 2. – T.: «O'zbekiston», 1995. – 237b.
- [6]. Mo'minov J.A., Xurmamatov A.M. Neft maxsulotlarini havo yordamida sovitishda tashqi omillar ta'siri. Innovations in the oil and gas industry, modern power engineering and actual problem. Toshkent -2021. –с 91-93.
- [7]. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. – М.: Недра, 2000. – 677 с.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ПОЛИМЕР-БИТУМНЫЙ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

М.Х. Икрамов, А. Ибадуллаев, Б.Н. Боборажабов

*Кокандский филиал Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова, ibadullaev1957@bk.ru
(Получена 29.09.2022 г.)*

Мақолада БНД 40/60 и БНД 50/70 битумларини газни қайта ишла ва резина саноатлари чиқиндилари, суюқ каучуклар билан модификация қилиши мумкинлиги кўрсатилган. Бу модификаторлар битумларни ишчи температурасини, эластиклигини ошириши ва пенетрациясини камайтириши аниқланди, шу билан битумларни маркасини ўзгартиради.

Таянч сўзлар: битум, каучук, модификатор, ҳарорат, зичлиг, эластиклик, пенетрация, резина.

В данной статье установлено возможное использование отходов газоперерабатывающей, резиновой промышленности и жидкого каучука в качестве модифицирующих добавок битума БНД 40/60 и БНД 50/70. Эти модификаторы позволяют увеличить рабочий температурный интервал битума, а также его эластичность, но понижают показатель пенетрации, тем самым изменяя марку исходного битума.

Ключевые слова: битум, каучук, модификатор, температура, плотность, эластичность, пенетрация, резина.

This article establishes the possible use of waste from gas processing, rubber industries and liquid rubber as modifying additives for BND 40/60 and BND 50/70 bitumen. These modifiers make it possible to increase the working temperature range of bitumen, as well as its elasticity, but lower the penetration rate, thereby changing the grade of the original bitumen.

Key words: bitumen, rubber, modifier, temperature, density, elasticity, penetration, rubber.

Введение. Рост требований к транспортно-эксплуатационным характеристикам автомобильной дороги, связанный с ростом скоростей движения и увеличением количества тяжелых и сверхтяжелых грузовиков на магистральных дорогах, отчетливо выявляет недостаточность существующего в настоящее время уровня качества дорожных покрытий. В связи с чем срок службы дорожных асфальтобетонных покрытий сокращается из-за преждевременного выхода асфальтобетонных покрытий из строя, вследствие интенсивного развития повреждений в виде колеи, пластических деформаций, трещин, выбоин и др. [1,2]. Реальные сроки службы асфальтобетонных покрытий в условиях интенсивного движения автотранспорта составляют во многих случаях не более 4–5 лет, а нередко 2–3 года. Столь малые сроки службы покрытий вынуждают дорожные организации проводить многократные ремонтные работы в процессе эксплуатации дороги, тратить значительные материальные, трудовые и финансовые ресурсы не на развитие дорожной сети и строительство новых дорог, а на поддержание требуемых транспортно-эксплуатационных показателей уже существующих. Продление сроков службы асфальтобетонных покрытий за счет повышения качества битумов позволит существенно снизить затраты на ремонтные работы и высвободить сотни миллионов денег на улучшение состояния дороги в целом [3,4].

Методы и материалы. В работе [3-5] была исследована возможность использования газопиролизной смолы (ГПС), резиновой крошки (РК) и модифицированного углерода (МУ), являющегося вторичным сырьём производства ацетилена в составе битумных композиций. Был использован битум нефтяной дорожный (БНД) пенетрационных марок 40/60 и 50/70.

Температура размягчения определялась методом «кольцо и шар» (КиШ) по ГОСТ 33142-2014, пенетрация при 25°C и при 0°C по ГОСТ 33136-2014, температура хрупкости по ГОСТ ГОСТ 33143-2014, изменение массы битума после прогрева по ГОСТ 18180-2017, растяжимость (дуктильность) по ГОСТ ГОСТ 33138-2014, условную вязкость по ГОСТ 18659-2016, температура вспышки определялась по ГОСТ 33141-2014, предел прочности при сжатии по ГОСТ 31015-2012, трещиностойкость по ГОСТ 31015-2012.

Результаты и обсуждение. Модификация битумов различными добавками позволяет изменить их структуру таким образом, чтобы увеличить интервал пластичности, т.е. температурный интервал, в котором вяжущее сохраняет вязкость, необходимую для обеспечения устойчивости асфальтобетона как к дефектам и разрушениям хрупкого характера типа трещин, выбоин, выкрашиваний, так и к дефектам пластическим, в первую очередь – колеи. Последняя из-за резкого изменения характера воздействия транспорта на дорогу становится во всех странах основной проблемой дорожников.

Введение модифицирующих добавок в дорожные битумы позволило расширить интервал пластичности стандартных битумов до +60 - 40°C, однако и это не дает до настоящего времени полной гарантии увеличения межремонтных сроков службы дорог с асфальтобетонными покрытиями. Возникает, в частности, проблема модификации структуры не только битума, но и асфальтобетона. В этом направлении исследовательские работы проводились в течение многих лет [1-5]. Было установлено, что резиноподобные модификаторы, вводимые в состав асфальтобетонной смеси, обладают свойствами демпферов, снижающих уровень растягивающих и сжимающих напряжений в асфальтобетонном покрытии при циклических воздействиях проходящего транспорта в условиях переменных температур. Эти исследования не нашли широкого применения в дорожной отрасли, все заканчивалось, как правило, устройством опытных участков, на которых в результате наблюдений было отмечено снижение уровня образования трещин на покрытиях, в том числе и отраженных.

Применение кубового остатка газопиролизной смолы, девулканизованной резиновой крошки и модифицированного углерода для модифицирования, битумного вяжущего и композиции на его основе показали перспективность их применения. Проблема переработки изношенных автомобильных шин и вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий, кубового остатка газопиролизной смолы (КОГПС) и модифицированного углерода (МУ), являющегося вторичным сырьём производства переработки природного газа, имеет большое

экологическое и экономическое значение. Невосполнимость природного нефтяного сырья диктует необходимость использования вторичных ресурсов с максимальной эффективностью.

Исследование показали, что кубового остатка газопиролизной смолы – это густая вещество черного цвета без запаха молекулярная масса около 1000, состав не стабилен и зависит от сырья пиролиза (табл.1).

Резиновая крошка – представляет собой сильно измельченную резину, фракции которой в процессе переработки могут различаться по форме и размерам частиц. Однако, в конечном результате все эти фракции сохраняют основные характеристики исходного материала эластичность, молекулярную структуру. В качестве сырья для получения резиновой крошки используются автомобильные покрышки, пришедшие в негодность.

Таблица 1.

Химический состав кубового остатка газопиролизной смолы

Число углерода	Алканы	Диены	Олефины	Циклоалканы	Арены	Всего
5	0,8	0,89	4,91	0,19	0	6,79
6	0,22	0,41	3,87	0,41	32,94	37,85
7	0,25	0,14	0,84	0,45	11,23	12,91
8	0,12	0,08	0,18	0,48	9,75	10,61
9	0,04	0,1	0,04	0,15	7,56	7,89
10	0,03	0,11	9,07	0,4	5,23	14,84
11	0,18	0,69	2,95	0	0,47	4,29
12	0	0,15	1,84	0	0	1,99
Всего	1,64	2,57	23,7	2,08	67,18	97,17

Модифицированный углерод – углеродсодержащее вторичное сырье свидетельствуют отличие его химического состава от известных марок низко структурных технических углеродов, Т 900, Т 701, Т 705, П 803 (табл. 2), а именно повышенным содержанием кислорода и водорода.

Таблица 2.

Элементный состав МУ и некоторых марок техуглеродов

Наименование показателей	Содержание, %				
	МУ	Т 900	Т 701	Т 705	П 803
Углерод	88-90	96-99	96-98	96-98	97-99
Водород	3-4	0,3-0,5	0,4-0,6	0,6-0,8	0,4-0,6
Кислород	6-7	0,1-0,2	0,3-0,5	0,3-0,5	0,1-0,2
Сера	-	0,1	0,3	0,3	0,2
Зольность	0,8-0,9	0,1-0,2	0,4-0,6	0,4-0,5	0,4-0,5

Изучение продуктов экстракции углеродсодержащего вторичного сырья свидетельствует о наличии до 12 % органических соединений, аппретированных на поверхности углеродных частиц. Был установлен элементный состав: С-92,11 %, Н-5,70% и О-2,19%. Брутто формула экстракта $C_{54}H_{40}O$, среднечисленная молекулярная масса по данным гель-хроматографии составляет ≈ 700 . ИК-спектроскопические исследования показывают, что продукты экстракции представляют собой комбинации конденсированных ароматических и парафинонафтеновых углеводородов, а также кислородсодержащих карбонильных соединений. На это, в частности, указывает появление характеристических полос поглощения в области 3050см^{-1} (валентные колебания С-Н-связей ароматического кольца), 2860 , 2930 и 2975 см^{-1} (валентные колебания С-Н-связей метиленовых и метильных групп). Обнаруживаются также полосы поглощения при 1710 см^{-1} (карбонильной группы С=О) в углеродной цепи, а в смолах асфальтенов при 1730 см^{-1} ; в области $1500\text{-}1600\text{ см}^{-1}$ соответствуют валентным колебаниям С=С – связей, являющихся продуктами термической циклизации и олигомеризации ацетилена. ПМР-спектры в свою очередь указывают на

наличие протонов при $d=6,70$, $d=6,85$, и $d=7,10$ м.д., характерных для ароматических структур и их производных. Экстрагированный продукт дает узкий одиночный сигнал ЭПР с концентрацией ПМЦ $1 \cdot 10^{14}$ спин/г. Следует указать, что результаты масс-спектрометрического исследования также подтвердили предложенный состав продуктов экстракта. Проведенные исследования показали, что углеродсодержащее вторичное сырье представляет собой модифицированный углерод, поверхность которого микрокапсулирована олигомерными кислородсодержащими соединениями. Толщина олигомерного покрова, рассчитанная по значению удельной геометрической поверхности, составила величину порядка 50-60 Е. МУ характеризуется повышенным значением маслянистых и йодистых чисел, что связано с шероховатостью поверхности ($S_{ш}=25-30$ м²/г) и наличием полисопряженных систем. Кроме того, отметим, что для него свойственна высокая степень дисперсности.

Проведенные исследования позволяют предположить, что структура МУ представляется как бы промежуточной стадией процесса формирования сажевых структур. Можно полагать, что использование углеродного наполнителя, аппретированного олигомерным покровом, состоящего из системы сопряжения, позволяет сформулировать принципиально новый подход для создания полимер-битумных композиций с улучшенными свойствами.

Были приготовлены образцы модифицированного битумного вяжущего, определены основные характеристики битума и на основании оптимальных значений показателей качества битума были отобраны по два образца битумных композиций (табл.3), из которых видно, что модифицирующие добавки улучшают основной показатель теплостойкости – температуру размягчения.

Таблица 3.

Основные свойства модифицированных образцов битумов

Образец	Температура размягчения, °С	Температура хрупкости по Фраасу, °С	Пенетрация при 0°С	Пенетрация при 25°С	Дуктильность при 0°С, см	Дуктильность при 25°С, см	Эластичность при 0°С, %	Эластичность при 25°С, %
БНД 40/60+3% КОГПС+3% жидкий каучук	61,05	-26,3	12	23	6,7	16	11,76	42,18
БНД 50/70+20% Резиновая крошка	60,85	-19,3	25	36	6,6	14	10,6	21,7
БНД 50/70+7% МУ	60,2	-21,4	27	38	6,1	12	8,3	21

Введение модификаторов понижает показатель пенетрации как при 25°С, 0°С, вследствие чего происходит изменение марки исходного битума. Один из важных показателей низкотемпературных свойств – температура хрупкости. Установлено, что только у первого образца (3% КОГПС+5% жидкий каучук) наблюдается улучшение данного показателя, что объясняется присутствием полимера совместно с КОГПС в модифицирующей добавке. Показатель растяжимости у всех образцов ниже, чем у исходного битума, что можно объяснить повышением вязкости битумной композиции при введении добавок. Наблюдается улучшение показателя эластичности при 25° и 0°С у всех образцов, однако наилучший показатель эластичности отмечается при использовании КОГПС, жидкого каучука совместно с КОГПС и МУ в модифицирующей добавке.

Также в работе было проведено определение адгезии методом «пассивного сцепления». Исследования показали, что композиции с модифицирующими добавками

отвечают ГОСТу полному покрытию поверхности минерального материала пленкой битума после выдерживания образца в кипящей дистиллированной воде в течение 30 мин и все образцы битумного вяжущего прошли испытание на сцепление с минеральным материалом.

Проведенные исследования подтвердили достаточную тепло-морозостойкость асфальтобетона на основе резинобитумных композитов следующего состава БНД 40/60 (БНД 50/70) – 7%, КОГПС- 1-3% от битума, жидкий каучук – 1-3% от битума, резиновая крошка – 20-25% от общего объема и минеральные добавки.

Заключение. Таким образом, в работе установлено возможное использование отходов газоперерабатывающей, резиновой промышленности и жидкого каучука в качестве модифицирующих добавок битума БНД 40/60 и БНД 50/70. Эти модификаторы позволяют увеличить рабочий температурный интервал битума, а также его эластичность, но понижают показатель пенетрации, тем самым изменяя марку исходного битума. Согласно исследованиям, разработан оптимальный состав резинобитумных композитов для автомобильных дорог резко-континентального климата.

Список литературы

- [1]. Печеный, Б.Г. Битумы и битумные композиции / Б.Г.Печеный.-М.:Химия, 2000.–226 с.
- [2]. Dooley J.E. Analyzing heavy end of crude. Comparisons of heavy distillates from different crude oils./ J.E. Dooley, D.E. Hirsch, C.J. Thompson, C.C. Ward // Hydrocarbon Processing. – 2001. - V.53. - № 11. – P.187 – 194.
- [3]. Vapaev M.D, Boborazhabov B.N., Teshabaeva E.U., Ibadullaev A.S. Road compositions based on modified bitumens // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences № 9-10 2018. 34-37 с.
- [4]. Боборажабов Б.Н., Вапаев М.Д., Ахмаджонов С.А., Ибадуллаев А.С. Исследование свойств дорожных битумов, модифицированных комбинированными добавками // ТошДТУ хабарлари Илмий-техникавий ва амалий журнал №3, Тошкент – 2018 г. С. 167-172.
- [5]. Boborazhabov B.N., Vapaev M.D, Akhmadzhonov S.A., Ibadullaev A.S. Research of the properties of road asphalt with modified additives // European science review № 9-10 2018. P.163 – 166.

УДК 665.6: 665.6/.7

РАСЧЕТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ПЕРЕГОНКИ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОЙ СМЕСИ ОПЫТНОЙ УСТАНОВКЕ

Д.П. Раджибаев¹, А.М. Хурмамаев¹, Э.С. Умаров²

¹Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан

²Ферганский политехнический институт. E-mail: e.umarov@ferpi.uz

(Получена 30.06.2022 г.)

При введены результаты тепловой расчет ректификационной колонны нефтегазоконденсатной смеси 30%Н+70%ГК. В колонне атмосферной перегонки показано, что при работе с нефтегазоконденсатном смеси, способа перегонки и температуры процесса ректификации. Достоверность выполненных расчетов подтверждена результатами опытов тепловой масса клапанной тарелки, для изучения процессов перегонки нефтегазоконденсатных смесей нами разработана экспериментальная ректификационная колонна. Отвод тепла в данной колонне осуществляется холодным острым испаряющимся орошением. При этом пары с верха колонны поступают в холодильник, где происходит их конденсация и охлаждение дистиллята до 30÷40 °С. Часть охлажденного дистиллята возвращается на верхнюю тарелку как орошение, а его остальная отводится в виде верхнего продукта колонны.

Ключевые слова: теплообмен, нефтегазоконденсатная смесь, температура, давление, плотность, температура кипения, паровая фаза, жидкая фаза.

30% Н+70% ГК нефт ва газ конденсати аралашмасининг технологик параметрларини ҳисоблаш натижалари келтирилган. Атмосферали ҳайдаш колоннасида нефт ва газ конденсати аралашмаси билан ишлашда суюқликларни ҳайдаш усули ва ректификация жараёнининг ҳарорати кўрсатилган. Амалга оширилган ҳисоб-китобларнинг ишончлилиги тарелкали ректификация колонналарининг иссиқлик массаси бўйича тажрибалар натижалари билан тасдиқланади, нефт ва

газ конденсати аралашмаларини ҳайдаш жараёнларини ўрганиш учун биз экспериментал ҳайдаш колоннасини ишлаб чиқдик. Ушбу колоннадаги иссиқликни тежаши мақсадида, қуйидаги сугориши ишлари қуйидагича амалга оширилади. Шу билан бирга колоннанинг юқори қисмидаги буғлар совутгичга кириб, у ерда дистиллят 30-40°C гача ҳарорат пасайтирилади ва совутилади. Совутилган дистиллятнинг бир қисми сугориши сифатида юқори тарелкага қайтарилади, қолган қисми колоннанинг маҳсулоти сифатида махсус идишларга олинади.

Калим сўзлар: иссиқлик алмашинуви, нефт ва газ конденсати аралашмаси, ҳарорат, босим, зичлик, қайнаш ҳарорати, буғ фазаси, суюқ фаза.

The results of the thermal calculation of the distillation column of the oil and gas condensate mixture of 30%N+70%GC are presented. In the atmospheric distillation column, it is shown that when working with an oil and gas condensate mixture, the distillation method and the temperature of the rectification process. The reliability of the calculations performed is confirmed by the results of experiments on the thermal mass of the valve plate, for the study of the processes of distillation of oil and gas condensate mixtures, we have developed an experimental distillation column. Heat removal in this column is carried out by cold, sharp evaporating irrigation. At the same time, vapors from the top of the column enter the refrigerator, where they condense and cool the distillate to 30-40 ° C. Part of the cooled distillate is returned to the upper plate as irrigation, and the rest is discharged as the upper product of the column.

Keywords: heat exchange, oil and gas condensate mixture, temperature, pressure, density, boiling point, steam phase, liquid phase.

Ректификация - процесс тепло и массопереноса, посредством которого происходит разделение бинарных или многокомпонентных смесей на составляющие. Непременным условием протекания ректификационных процессов является наличие контакта паровой и жидкой фазы, находящихся в неравновесном состоянии. Т.к. давление фаз в процессе ректификации остается постоянным, температуры варьируются в зависимости от той или иной фазы. В результате контакта фаз и протекающего при этом тепло и массообмена пар, имеющий более высокую температуру, конденсируется жидкостью с более низкой температурой, отдавая тем самым часть тепла жидкости, которая в результате теплообмена испаряется. Итогом процесса ректификации и двустороннего массо и теплообмена является обогащение пара легколетучим (низкокипящим) компонентом, и обогащение жидкости высококипящим компонентом. Поскольку любая изолированная система стремится к равновесию, температура системы с течением времени выравнивается.

При проведении процесса, ректификации происходит обмен тепловой энергией между контактирующими паровой и жидкой фазами. Приходными статьями теплового баланса колонны являются тепло, вносимое сырьём Q_F , и тепло, подводимое в низ колонны через кипятильник Q_B , расходными, расходными статьями являются тепло, отводимое из колонны парами ректификата Q_D , остатком Q_W , и тепло, отнимаемое потоком хладагента на верху колонны $Q_{от}$ для образование флегмы[1].

Важнейшим этапом технологического расчета аппарата является составление теплового баланса.

Ректификационные колонны тщательно изолируют, по этому потери тепла в окружающую среду малы и ими при составлении теплового баланса можно пренебречь. Для всей ректификационной колонны уравнение теплового баланса [2].

Расчет теплового баланса колонны. Тепло в колонне отводится холодным острым испаряющимся орошением. При этом пары с верха колонны поступают в холодильник, где происходит их конденсация и охлаждение дистиллята до 30÷40 °С. Часть охлажденного дистиллята подаётся на верхнюю тарелку как орошение, а остальное количество отводится в виде верхнего продукта колонны [3].

Уравнение теплового баланса колонны имеет вид [4]:

$$Q_F + Q_B = Q_D + Q_W + Q_{KH} + Q_{пот}, \quad (1)$$

где Q_F - тепло, поступающее в колонну с сырьём; Q_B - тепло, подводимое в низ колонны; $Q_D = D_{iD}$ - тепло, отводимое из колонны с дистиллятом; $Q_W = W_{iW}$ - тепло, отводимое из колонны с кубовым остатком; Q_{KH} - тепло отводи-мое в холодильнике; $Q_{пот}$ - потери тепла в

окружающую среду; D - массовый расход охлажденного в холодильнике дистиллята, кг/ч; W - массовый расход кубового остатка, кг/ч; i_D - энтальпия дистиллята при температуре конденсации, кДж/кг. i_W - энтальпия жидкого остатка при температуре низа колонны, кДж/кг.

Из теплового баланса определяют количества тепла, необходимого для подвода в низ колонны.

$$Q_F = F_{ж} i_F + F_{п} I_F = F (1 - e) i_F + Fe I_F, \quad (2)$$

и отводимого тепла в холодильнике $Q_{хол}$ -;

$$Q_{хол} = (D + L_{op}) \cdot (I_D - i_D), \text{к} \quad (3)$$

где F , $F_{ж}$ и $F_{п}$ - массовые расходы сырья, его жидкой и паровой фаз, кг/ч; i_F - энтальпия жидкой фазы сырья, кДж/кг; I_F - энтальпия паровой фазы сырья, кДж/кг; e - массовая доля отгона сырья; L_{op} - количество холодного орошения, подаваемого на верхнюю тарелку, кг/ч; I_D - энтальпия паров дистиллята при температуре верха колонны, кДж/кг.

Количество холодного орошения L_{op} , подаваемого на верхнюю тарелку (кг/ч) определяется по выражению

$$L_{op} = R_{opt} \cdot D \cdot \frac{I_D - i_{кн}}{I_D - i_D} = R_{opt} \cdot D \cdot \frac{Q_{кн}}{I_D - i_D}, \quad (4)$$

где R_{opt} - оптимальное флегмовое число; $i_{кн}$ - энтальпия жидкого дистиллята при температуре конденсации, кДж/кг; $Q_{кн}$ - теплота конденсации паров дистиллята, определяют по формулам плотности дистиллята ρ_{15D}^{15} и его температуры кипения $T_{ср.мол}$, кДж/кг.

Средняя молекулярная температура кипения смеси рассчитывается по формуле:

$$T_{ср.мол} = \sum (T_i \cdot X'_{Di}), \quad (5)$$

где T_i - средняя арифметическая температура кипения узкой фракции в смеси, К; X'_{Di} - мольная доля узкой фракции в дистилляте.

Согласно расчетам $T_{ср.мол} = 346,533$ К, $Q_{кн} = 339,42$ кДж/кг. Температура дистиллята после холодильника равна температуре подачи орошения $t_{хол} = 35$ °С.

Энтальпию жидких нефтепродуктов рассчитывают по уравнению Крега, а энтальпию их паров определяют по уравнению Уэйра и Итона. Плотность жидкой фазы сырья: Плотность жидкой фазы сырья:

$$\rho_{15ж}^{15} = \frac{1}{\sum \left(\frac{y_{Fi}}{\rho_{15i}^{15}} \right)} = \frac{1}{\frac{0,002897}{0,6781} + \frac{0,034184}{0,71045} + \dots + \frac{0,110087}{0,8581} + \frac{0,4087}{0,9551}} = 0,865577$$

Плотность паровой фазы сырья:

$$\rho_{15n}^{15} = \frac{1}{\sum \left(\frac{y_{Fi}}{\rho_{15i}^{15}} \right)} = \frac{1}{\frac{0,07427}{0,6781} + \frac{0,173259}{0,71045} + \dots + \frac{0,007519}{0,8581} + \frac{0,003304}{0,9551}} = 0,7526$$

Результаты расчетов мольной и массовой доли фаз компонентов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Состав жидкой и паровой фаз сырья

№	Предела вскипания фракции	ρ_{15}^{15}	M_i	доля жидкой фазы		доля паровой фазы	
				мольная X'_{Fi}	массовая X_{Fi}	мольная y'_{Fi}	массовая y_{Fi}

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

1	Газ до С ₄	0.6781	51	0,010581	0,002897	0,160333	0,074271
2	28-60	0.7105	89	0,034184	0,016334	0,214329	0,173259
3	60-144	0.7524	109	0,101754	0,059546	0,497238	0,492283
4	144-184	0.7974	134	0,160074	0,11516	0,120617	0,146804
5	184-220	0.8157	155	0,150045	0,124862	0,050044	0,070454
6	220-244	0.8302	179	0,066626	0,064029	0,010884	0,017696
7	244-274	0.8418	202	0,091549	0,099285	0,007855	0,014412
8	274-300	0.851	225	0,091133	0,110087	0,003679	0,007519
9	>300	0.9551	357	0,212766	0,407800	0,001019	0,003304
Σ	-	-	-	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Учитывая, что отбензинивающая колонна работает под давлением, относительно плотность компонента «газ до С₄» определяется как среднее арифметическая расчетам плотность будет равна $\rho_{15}^{15} = 0,6781 \text{ кг/м}^3$, жидкая фаза молярной доли $x'_{Fi} = 0,010581$, паровой фазы молярная доля $y'_{Fi} = 0,160333$. Во время вскипания фракции температуры от 28 до 60°C, плотность этих фракции повышается $\rho_{15}^{15} = 0,71045 \text{ кг/м}^3$, жидкая фаза молярной доли увеличивается $x'_{Fi} = 0,034184$ и паровая фаза тоже параллельно под растёт до $y'_{Fi} = 0,214329$ и те тоже третьи показатели которые предела вскипания указанных фракции повышается от 60 до 144°C плотность фракции $\rho_{15}^{15} = 0,7524 \text{ кг/м}^3$. Состав жидкой и паровой фаз сырья молярная доля равна $x'_{Fi} = 0,101754$ и $y'_{Fi} = 0,492283$.

Результаты расчета теплового баланса колонны сведены в табл. 2.

Таблица 2

Тепловой баланс колонны

Поток	Температура, °С	Энтальпия, кДж/кг	Массовый расход, кг/ч	Тепловой поток, кВт
Приход тепла:				
С сырьём:				
Паровая фаза	220	792,01	1,6960	0,3732
Жидкая фаза	220	488,68	13,6643	1,8386
В низ колонны				1,30744
Σ				3,57774
Расход тепла				
С дистиллятом Q_D	35	76,10	3,3224	0,07023
С остатком Q_W	256	579,50	12,0400	1,9382
В конденсаторе $Q_{хол}$				1,3341
Потери				0,1759
Σ				3,51843

По данным табл. 2, паровая фаза при температуре 220 °С составляет энтальпия сырья 792,01 кДж/кг, а его массовый расход 1,6960 кг/ч и тепловой поток 0,3732 кВт. Также так же при температуре 220 °С теплоты, в жидком потоке энтальпия сырья 488,68 кДж/кг, а его массовый расход 13,6643 кг/ч и тепловой поток 1,8386 кВт, для обеспечения нормальной работы низа колонны составляет 1,307 кВт прихода тепла.

Расчет расхода тепла с дистиллятом $Q_D = 0,07023$ кВт, при температуре 35 °С, а остатком $Q_W = 1,9382$ кВт, при температуре выше 256 °С. По данному математической значений энтальпия дистиллята равно 76,10 кДж/кг и массовой расход 3,3224 кг/ч. В

остатком энтальпия 579,50 кДж/кг и расход тепла 12,0400 кг/ч.

Таким образом, расчетно-экспериментальным и математическим путем выявлен характер плотности паров и жидкости нефтегазоконденсатного смесей фракций при температурах разных (бензина, керосина и дизельного топлива) в зависимости от повышения температуры и давления в опытной ректификационной колонне. Расчеты показывают что, с повышением температуры от 20 до 350 °С плотность паров топливных фракций тоже увеличивается с повышением температуры. Состав жидкой и паровой фазы энтальпия нефтегазоконденсатной смесей выходящих на паровой фазы $I_F=792,01$ (кДж/кг), энтальпия фазовой дистиллята паров в колонне $I_D=572,06$ (кДж/кг), но паровом этапе энтальпия остаток не рассчитывается и жидкость фазы выходящих $i_F=488,68$ (кДж/кг), энтальпия фазовой дистиллята $i_D=76,1$ (кДж/кг) а, остаток энтальпия жидких фазах $i_W=579,5$ (кДж/кг). Из расчета, было выяснена что при паровом фазе энтальпия паров, из выходящим в дистиллятом фазе снижается и на жидком фазе снижается но, из дистиллятной в исходном положение фазовый энтальпия увеличивается.

Потери тепла в окружающее среду составляет 5 % от суммарного полезного расхода тепла в колонне:

$$Q_{\text{пот}} = \Sigma Q_{\text{расх}} 5/95 = 3.51843 (5/95) = 0,176 \text{ кВт.}$$

Необходимый расход тепла для обеспечения нормальной работы низа колонны составляет:

$$Q_B = (Q_D + Q_W + Q_{\text{кн}} + Q_{\text{пот}}) - Q_F = 1,307 \text{ кВт.}$$

Таким образом, расчетно-экспериментальным и математическим путем выявлен характер плотности паров и жидкости нефтегазоконденсатного смесей фракций при температурах разных (бензина, керосина и дизельного топлива) в зависимости от повышения температуры и давления в опытной ректификационной колонне. Расчеты показывают что, с повышением температуры от 20 до 350 °С плотность паров топливных фракций тоже увеличивается с повышением температуры. Состав жидкой и паровой фазы энтальпия нефтегазоконденсатной смесей выходящих на паровой фазы $I_F=792,01$ (кДж/кг), энтальпия фазовой дистиллята паров в колонне $I_D=572,06$ (кДж/кг), но паровом этапе энтальпия остаток не рассчитывается и жидкость фазы выходящих $i_F=488,68$ (кДж/кг), энтальпия фазовой дистиллята $i_D=76,1$ (кДж/кг) а, остаток энтальпия жидких фазах $i_W=579,5$ (кДж/кг). Из расчета, было выяснена что при паровом фазе энтальпия паров, из выходящим в дистиллятом фазе снижается и на жидком фазе снижается но, из дистиллятной в исходном положение фазовый энтальпия увеличивается.

Список литературы

- [1]. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И. и др. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 2000. – 677 с.
- [2]. Глаголева О.Ф., Капустин В.М., Гюльмисарян Т.Г. и др. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть I. Первичная переработка нефти / Под ред. О.Ф. Глаголевой и В.М. Капустина. - М.: Химия, КолосС, 2006. – 400 с.
- [3]. Савченков А.Л. Технологический расчёт ректификационной колонны: учебное пособие / А.Л. Савченков. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. С. 3-55.
- [4]. Раджибаев Д.П., Кучкарова Д.И., Худайбердиев А.А. Методика рас-чета теплового баланса колонны для перегонки нефтегазоконденсатной смеси// Материалы республ. НПК: Актуальные проблемы развития производ-ств промышленных отрасли в Республике Каракалпакстан. - Нукус, 26 апреля 2021 г. - С.136-138.

УДК 621.01

РАСЧЕТ АМПЛИТУДЫ РАДИАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ МЕЖДУПИЛЬНЫХ ПРОКЛАДOK ЛИНТЕРНОЙ МАШИНЫ

Д.М. Мухаммадиев¹, Ф.Х. Ибрагимов¹, О.Х. Абзоиров¹, И.О. Эргашев²

¹Академия наук Республики Узбекистан Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева. e-mail: davlat_mm@mail.ru

²Ферганский политехнический институт. e-mail: ilxomergashev@mail.ru
(Получена 1.07.2022 г.)

Calculation results of radial oscillations amplitude of interblade spacer of 5LP linter machine are presented in the paper. The amplitude of radial oscillations of interblade spacer is established for serial one made of aluminum AK5M2 and the proposed one made of steel 3. Calculations made it possible to establish the difference in amplitude of radial oscillations of the interblade spacer made of steel 3 and aluminum AK5M2, which is 8.7 times. Calculation results of radial oscillations amplitude have shown the possibility of using steel interblade spacer when assembling the saw cylinders of 5LP linter machine.

Key words: Linter machine, saw cylinder, seeds, working chamber, gasket, vibrations, amplitude, shaft, saw blade, cross section, area.

В статье приведены результаты расчета амплитуды радиальных колебаний междупильной прокладки линтерной машины 5ЛП. Установлена амплитуда радиальных колебаний междупильной прокладки как для серийной из алюминия АК5М2, так и предложенной стальной из Ст.3. Расчеты позволили установить разницу значений амплитуды радиальных колебаний междупильных прокладок линтерной машины из стали ст.3 и алюминия АК5М2, который составляет 8.7 раза. Результаты расчетов амплитуды радиальных колебаний показали возможность использования стальной междупильной прокладки при сборке пильных цилиндров линтерной машины 5ЛП.

Ключевые слова: Линтерная машина, пильный цилиндр, семена, рабочая камера, прокладка, колебания, амплитуда, вал, пильный диск, поперечная сечения, площадь.

Мақолада 5ЛП линтер машинаси аралараро қистирмасининг радиал тебраниши амплитудасини ҳисоблаш натижалари келтирилган. Сериялаб ишлаб чиқарилаётган АК5М2 алюмин ва таклиф этилаётган Ст3. нўлатдан тайёрланган аралараро қистирмаларнинг радиал тебранишлар амплитудалари аниқланган. Ҳисоблашлар АК5М2 алюмин ва Ст3. нўлатдан тайёрланган аралараро қистирмаларнинг радиал тебраниши амплитудалари орасидаги фарқни аниқлашга имкон берган ва у 8.7 мартага тенглиги топилган. Аралараро қистирманинг радиал тебраниши амплитудасини ҳисоблаш натижалари нўлатдан тайёрланган аралараро қистирмаларни 5ЛП линтер машинаси аралли цилиндрини йиғишида фойдаланиши имкониятини кўрсатди.

Калим сўзлар: Линтер машинаси, арра цилиндр, чигит, ишчи камера, қистирма, тебраниши, амплитуда, вал, аррали диск, кўндаланг кесим, юза.

Пильный цилиндр линтерной машины предназначен для захвата зубьями пильных дисков линта, отрыва их от семян и выноса через щелевые зазоры в колосниковой решетке к воздухоподъемному аппарату. Одновременно с отрывом линта пильный цилиндр, вступая в контакт с семенным валиком на дуге захвата линта в рабочую камеру, вращает их, что создает условия для постоянной подачи на пильные диски свежих опушенных семян.

В рабочей камере линтерной машины под значительным силовым воздействием от внешних нагрузок находятся детали пильного цилиндра и, главным образом, ее основной узел – междупильная прокладка.

Для проектирования междупильной прокладки пильного цилиндра линтерной машины необходимо установить его основные динамические характеристики и параметры [1].

Диаметр пильных дисков - 320 мм, между дисками устанавливаются колебруемые междупильные прокладки с наружным диаметром 160 мм, которые повышают жесткость пил и устанавливают заданное между пилами точное расстояние 8.75 мм.

Междупильные прокладки линтерной машины являются массовой деталью хлопкоочистительных заводов. С целью многократного использования материалов, уменьшения веса и упрощения технологии изготовления их отливают из алюминиевого сплава методом центробежного литья в форму с последующей механической обработкой торцевых поверхностей цилиндрических поясков с обеспечением точности по толщине несколько сотых долей миллиметра.

Недостатком существующей конструкции междупильной прокладки является использование дефицитного цветного металла – алюминия, деформация алюминиевых прокладок, излишний вес и дороговизна. Данная прокладка не обеспечивает точной

координации пил в межколосниковых зазорах колосниковой решетки и придание необходимой жесткости пильному цилиндру.

Для устранения указанных недостатков предложена новая конструкция междупильных прокладок хлопкоочистительных машин (Рис. 1), в которой диск с отверстием под размер вала и концентрически расположенный пояс выполнены из прочного листового металла, причём наружный диаметр диска в виде прямобочной шлицы, а концентрически расположенный пояс выполнен в виде кольца с отверстиями по периметру для соединения диска и кольца. При этом во внутреннее отверстие диска установлен второй пояс с отверстиями. [2].

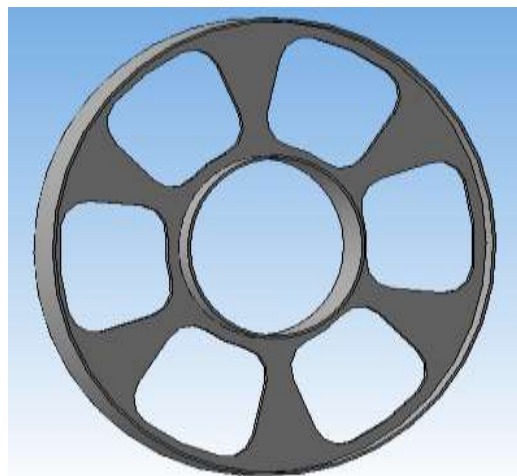


Рис. 1 - Новая конструкция междупильной прокладки линтерной машины.

Недостаточная точность и жесткость деталей пильного цилиндра могут привести к ухудшению процесса линтерования и повреждению линта, поэтому междупильную прокладку следует при проектировании подвергать необходимым силовым расчетам. Важным параметром динамической системы привода линтерной машины является собственная частота крутильных колебаний пильного цилиндра [3].

Однако, если частота радиальных колебания междупильной прокладки линтерной машины становится равной собственной частоте колебаний системы двигатель – пильный цилиндр, наступает явление резонанса, сопровождающееся сильным шумом и вибрациями, а в ряде случаев и механическими повреждениями. В этих случаях критическое число оборотов определяется собственной частотой крутильных колебаний вращающейся системы [1, 4, 5]. Значения частот собственных колебаний нужны для определения резонансных зон, оценки характера затухания колебаний и определения амплитуд вынужденных крутильных колебаний привода.

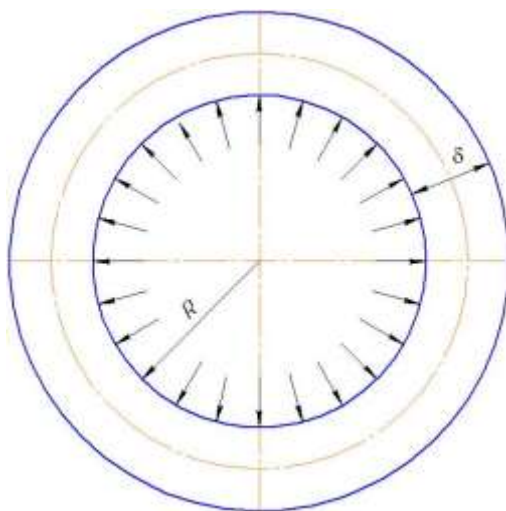


Рис. 2 - Расчетная схема междупильной прокладки линтерной машины

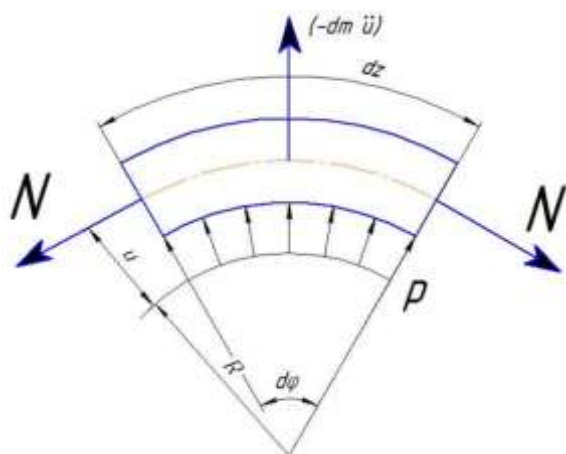
Амплитуду установившихся радиальных колебаний междупильной прокладки линтерной машины можно определять как расчетным путем, так и экспериментально на специально оборудованных стендах [6, 7].

Нами были экспериментально определены технологическая нагрузка, действующая на вращающийся вал пильного цилиндра линтерной машины марки 5ЛП $M=M_0+M_1 \cdot \cos(\omega t)$ (где $M_0=208,12 \text{ Н}\cdot\text{м}$; $M_1=19,43 \text{ Н}\cdot\text{м}$; $\omega=76,969 \text{ рад/с}$; t – время).

Если технологическую нагрузку, действующую на вращающийся вал пильного цилиндра линтерной машины можно определить через давление на междупильной прокладке, то тогда $p=M/(S \cdot D/2)$, где $S=\pi \cdot r \cdot l=3,14 \cdot 0,0309 \cdot 1,5423=0,1497 \text{ м}^2$, $r=0,0309 \text{ м}$ – радиус пильного вала, $l=1,5423 \text{ м}$ – длина вала, $D=0,320 \text{ м}$ – диаметр пильного диска [8].

Однако, междупильная прокладка линтерной машины находится под воздействием внутреннего давления $p_0=M_0/(S \cdot D/2)=8687,94 \text{ Н/м}^2$ и $p_1=M_1/(S \cdot D/2)=811,10 \text{ Н/м}^2$ (от вала пильного цилиндра переменного во времени $p=p_0+p_1 \cdot \cos(\omega t)$) (рис. 2). Масса единицы стальной междупильной прокладки линтерной машины $m_0=0,11673 \text{ кг}/0,3606 \text{ м}=0,3237 \text{ кг/м}$, площадь поперечного сечения $F=0,00006305 \text{ м}^2$, модуль упругости $E=8 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$, ширина кольца $h=0,00875 \text{ м}$ (толщина кольца $\delta=0,0015 \text{ м}$ намного меньше радиуса $R=0,08 \text{ м}$).

Рассмотрим элемент междупильной прокладки линтерной машины (рис.3). Проектируя все силы на радиус, получаем ($dm_o=dSm_o$)



$$\ddot{u} + \frac{EF}{m_o R^2} u = \frac{p_o}{m_o} + \frac{p_1}{m_o} \cos \omega t$$

Постоянное давление p_o создает статическую составляющую радиального перемещения междупильной прокладки линтерной машины. Амплитуда установившихся колебаний междупильной прокладки линтерной машины

$$u_1 = \frac{p_1}{m_o \left(\frac{EF}{m_o R^2} - \omega^2 \right)}$$

Рис. 3 - Расчетная схема междупильной прокладки линтерной машины.

$N=E \cdot F \cdot u/R$ – упругая сила в поперечном сечении междупильной прокладки линтерной машины при растяжении-сжатии. Где u –

радиальная деформация междупильной прокладки линтерной машины (положительные значения u и N соответствуют растяжению междупильной прокладки).

Если материал междупильной прокладки линтерной машины выполнен из стали Ст3, а $E=2 \cdot 10^{11}$ Н/м²; $F=0.00006305$ м²; $EF=12.61$ МН; $m_o=0.11673$ кг/0.3606м=0.3237 кг/м; $R=0.05739$ м, тогда $u=5.296 \cdot 10^{-8}$ м.

Если материал междупильной прокладки изготовлен из алюминия АК5М2, а $E=7 \cdot 10^{10}$ Н/м²; $F=0.000107493$ м²; $EF=7.52$ МН; $m_o=0.12617$ кг/0.4125м=0.3058 кг/м; $R=0.06565$ м, тогда $u=4.646 \cdot 10^{-7}$ м.

При этом установлено, что с увеличением поперечного сечения междупильной прокладки с 10^{-5} до 10^{-4} м² (Рис. 4) снижается амплитуда радиальных колебаний прокладки (для ст.3 – с $3.34 \cdot 10^{-7}$ до $3.34 \cdot 10^{-8}$ м, для АК5М2 – с $4.99 \cdot 10^{-6}$ до $4.99 \cdot 10^{-7}$ м), а с увеличением распределенной массы по длине прокладки с 0,05 до 0,5 кг/м (Рис. 5) амплитуда увеличивается незначительно (для ст.3 – от $5.296305 \cdot 10^{-8}$ до $5.2963059 \cdot 10^{-8}$ м, для АК5М2 – от $4.6458686 \cdot 10^{-7}$ до $4.6458756 \cdot 10^{-7}$ м).

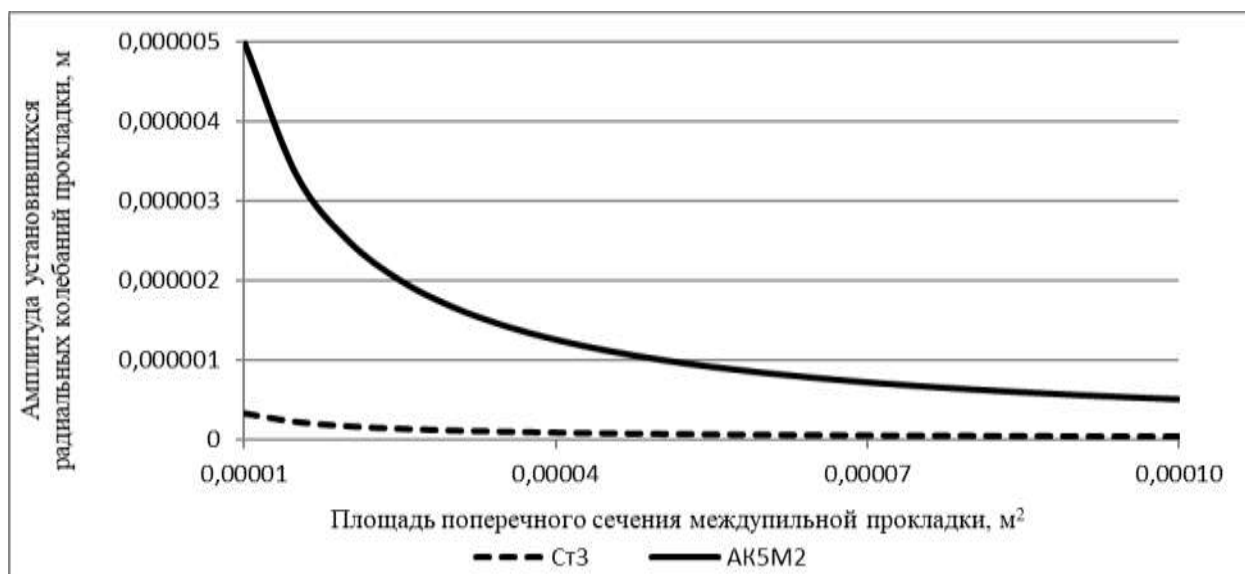


Рис. 4 - Изменение амплитуды установившихся радиальных колебаний междупильной прокладки в зависимости от площади поперечного сечения.

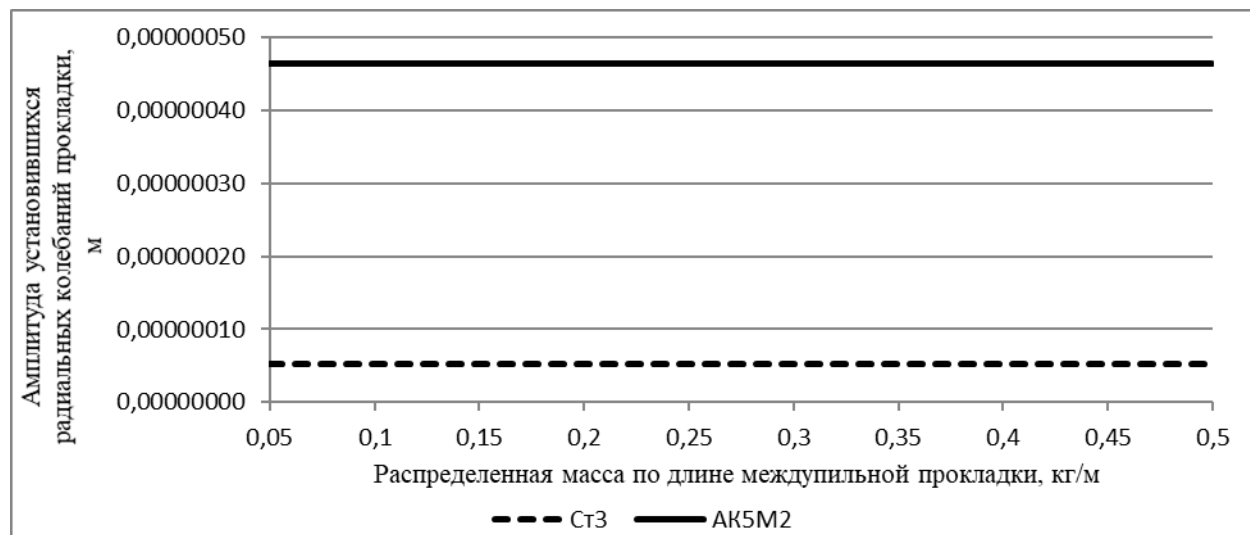


Рис. 5 - Изменение амплитуды установившихся радиальных колебаний междупильной прокладки в зависимости от распределенной массы по длине междупильной прокладки.

Таким образом, расчет амплитуды радиальных колебаний междупильной прокладки линтерной машины позволил установить уменьшение амплитуды в 8,7 раза из стали Ст3 ($5,296 \cdot 10^{-8}$ м) относительно алюминиевой АК5М2 ($4,646 \cdot 10^{-7}$ м). Результаты расчетов амплитуды радиальных колебаний междупильных прокладок линтерной машины из стали ст.3 и алюминия АК5М2 показали возможность использования стальной междупильной прокладки взамен алюминиевой АК5М2 при сборке пильных цилиндров для серийных линтерных машин.

Список литературы

- [1]. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. М.: Машиностроение, 1972. – 486 с.
- [2]. Мухаммадиев Д.М., Ибрагимов Ф.Х. и др. Патент РУз № IAP 06691. - 2021. - №3. Междупильная прокладка для хлопкоочистительных машин. 29.12.2021.
- [3]. Мухаммадиев Д.М. Амплитудно-частотные характеристики крутильных колебаний пильного цилиндра джина // Проблемы механики. – Ташкент, 2014. -№3-4.- С. 107-110.
- [4]. Бабаков И.М. Теория колебания. М.: Наука, 1968. – 560 с.
- [5]. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. М.: Высшая школа, 1990. – 607 с.
- [6]. Мухаммадиев Д.М. Динамика машинных агрегатов пильного джина с семяотводящим устройством и конденсора с пульсирующим потоком: Дис. ... докт. техн. наук. – Ташкент: ТИТЛП, 2014. – 211 с.
- [7] Мухаммадиев Д.М., Ибрагимов Ф.Х., Росулов Р.Х. Исследование амплитуды радиальных колебаний междупильных прокладок пильного цилиндра // Проблемы механики. – Ташкент, 2018. -№3.- С. 96-99.
- [8]. Паспорт пильного линтера 5ЛП.-Ташкент: ТГСКБ по хлопкоочистке, 1981.-18 с.

УДК: 622.24.053.6:621.89

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНЫХ СРЕД РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Б.П. Пазиров¹, М.М. Супиев¹, Х.С. Худайбердиев², С.А. Турахужаев³

¹Государственное учреждение “Институт геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений”

²Государственный комитет Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам

³[Общество с ограниченной ответственностью "BASIS OIL", basisoil@mail.ru,](mailto:basisoil@mail.ru)

pazilov.bahodir@yandex.com

(Получена 9.08.2022 г.)

The article studies the field data of works of high wear resistance and durability of threaded connections of drilling tools, tubing, downhole motors, ball valves of pipelines, weapons and supports of ball bits.

Keywords: Development and application of tools, increasing the wear resistance and durability of threaded connections of drilling tools, interaction with the surface of steel, the formation of a boundary film, the level of the effect of plasticization, the effectiveness of lubrication.

В статье изучены промышленные данные работ высокой износостойкости и долговечности резьбовых соединений бурильного инструмента, насосно-компрессорных труб, забойных двигателей, шаровых кранов трубопроводов, вооружения и опор шарошечных долот.

Ключевые слова: разработка и применение качественных смазных средств, повышение износостойкости и долговечности резьбовых соединений бурильного инструмента при помощи смазки, взаимодействие с поверхностью стали, образование граничной пленки, уровень эффекта пластифицирования, эффективность смазки.

Мақолада бургилаш асбоблари, насос ва компрессор қувурлари, пастки двигателлар, қувурларнинг шаровой кранлари, қурол-аслаҳа ва конуснинг таянч шарошкали бургиловчи ускунаси, юқори эскириш қаршилиги ва бургилаш қувурлари РЕЗЬБАЛАРИ ЧИДАМЛИЛИГИНИ ОШИРИШ бўйича дала маълумотлари ўрганилади.

Калит сўзлар: Юқори сифатли мойлаш воситаларини ишлаб чиқиш ва қўллаш, бургилаш қувурлари РЕЗЬБАЛАРИ, юқори эскириш қаршилиги ЧИДАМЛИЛИГИНИ МОЙ ЁРДАМИДА ОШИРИШ, пўлат юзаси билан ўзаро таъсири, чегара плёнкасини шакллантириш, пластиклаш эффекти даражаси, мойлаш самарадорлиги.

В настоящее время смазочное действие сред характеризуется чрезвычайной сложностью многогранностью проявлений, происходящих в зоне трения контактирующих поверхностей.

Основными особенностями триботехники в области бурения на нефть и газ, являются разработка и применение средств, повышающие износостойкость и долговечность резьбовых соединений бурильного инструмента, насосно-компрессорных труб, забойных двигателей, шаровых кранов трубопроводов, вооружения и опор шарошечных долот. При этом большое внимание уделяется адсорбционной защите, пластифицированию, химическому модифицированию поверхностей трения и подавлению коррозии [1].

Изучению этих явлений посвящены работам советских ученых таких как А.С. Ахматова, Г.М. Бартенова, В.А. Белого, Г.В. Виноградова, И.Э. Виноградовой, Д.Н. Гаркунова, В.В. Дерягина, Г.И. Епифанова, Ю.Л. Ищука, Г.В. Карпенко, Б.И. Костецкого, И.В. Крагельского, В.Д. Кузнецова, А.Д. Курициной, В.И. Лихтмана, И.М. Любарского, Р.М. Матвеевского, Н.М. Михина, С.Н. Постникова, П. А. Ребиндера, А.А. Силина, В.В. Синицина, Г.И. Фукса, М.М. Хрущева, А.В. Чичинадзе, Ю.Н. Шехтера, Е.Д. Щукина, а также зарубежных ученых В.П. Боудена, Е.Э. Брейтуэйт, В. Гарди, Д. Тейбора, М. Финка.

Основные методы и средства реализации смазочного действия сред приведены в табл. I.I.

Таблица I.I.

Основные методы и средства реализации смазочного действия сред.

Реализуемый механизм смазочного действия.	Методы реализации	Средства реализации
1	2	3
I. Снижение тепло-напряжения	1.Улучшение теплоотдачи 2.Предупреждение теплообразования	1.Маловязкие смазочные материалы 2.Антифрикционные добавки
II. Экранирование граничными слоями	1.Адсорбция хемосорбция 2.Металлоплакирование 3.Трибополимеризация	1.ПАВ 2.Соединения меди и др. 3.Полимеры
III. Поверхностное пластифицированные	1.Текстурирование 2.Уменьшение работы выхода электронов	1.Добавки плакирующие, облегчающие выход

		дислокаций 2.ПАВ, образующие ЭДА - комплексы
IV. Модифицирование поверхностей	Гетерогенные реакции	Соединения серы, хлора фосфора, азота и др.
V. Подавление коррозии	1.Экранирование пленками 2.Нейтрализация химической активности	1.Полимерные соединения 2.Ингибиторы коррозии

Известно, что в результате взаимодействия силовых полей, молекулы смазочной среды адсорбируются на поверхности твёрдых тел. Скорость адсорбции зависит от полярности и подвижности молекул смазочной среды. На процессы адсорбции существенное влияние оказывает температура. При этом активные молекулы смазочной среды взаимодействуют с поверхностью стали, пластифицируют поверхностные слои, снижая при этом силу трения между контактирующими поверхностями, предел текучести и коэффициент упрочения. Уровень эффекта пластифицирования зависит от состава и структуры молекул смазочной среды, определяющих глубину развития и величину адсорбционного пластифицирования металла [2].

Исходя из вышесказанного, пластифицированный слой стали обладает более высокой пластичностью и выдерживает дополнительные деформации.

В результате адсорбционных и других физико-химических процессов в зоне взаимодействия контактирующих поверхностей образуется граничная пленка, и толщина ее в 1...2 молекулярных слоев обеспечивает граничную смазку. Как правило, толстая смазочная пленка обеспечивает лучшую защиту изнашиваемой поверхности. Например, пленка, состоящая из 53 молекулярных слоев, едва заметно изнашивается после 50 и даже 100 проходов по дорожке, в то время как мономолекулярный слой изнашивается очень быстро.

В процессе образования пленки ее молекулы вначале физически адсорбируются на поверхности металла, а затем во многих случаях вступают в химическую реакцию, образуя хемосорбированную пленку, обладающую высокой энергией связи с подложкой. При этом температура зоны контакта поверхностей играет определяющую роль, т.к. с увеличением температуры смазочной среды связь физически адсорбированных пленок уменьшается, а скорость образования химически связанных пленок увеличивается.

Работоспособность и эффективность смазок значительно снижается по мере возрастания температуры и, в связи с этим большое значение имеют наряду с адгезией, и скорость образования, такие свойства пленки как температура плавления, прочность на срез и твердость.

Температура плавления и прочность являются доминирующими свойствами граничной пленки в условиях работы резьб нефтепромысловых труб при высоком значении температуры и нагрузки. Поверхностные пленки могут быть по природе своего образования различными. Окисные пленки, образуются на чистых поверхностях при их изнашивании под действием кислорода, и они предохраняют от схватывания и глубинного вырывания. Пленки окислов металлов имеют толщину порядка 10^{-8} м и находятся в твердом состоянии. Поверхность металла покрывается также пленками химических соединений в результате взаимодействия с химически активными веществами-компонентами смазочной среды [3; 4].

С целью образования пленок химических соединений смазочные среды должны содержать в своем составе органические соединения серы, фосфора, хлора и др. Эти соединения в условиях высоких температур, возникающих в микроконтактах, взаимодействуют с металлической поверхностью, образуя пленки сульфида железа, хлористого железа, фосфита и фосфата железа, окисленных хлоридов и др. Такие пленки устраняют прямой контакт ювенильных металлических поверхностей, понижают сопротивления трению и препятствуют повышению температуры. Пленки химических

соединений температуростойки так, например, работоспособность пленок хлорированных углеводов достигает 573 ... 672 К, а смазывающая способность пленок сульфидов сохраняется до температуры 1073 К. Наряду с этими, из свободных радикалов органических веществ, возникающих в процессе трибодеструкции смазочного материала, могут образоваться полимерные пленки. С целью образования при трении таких пленок, в смазочный материал вводят смесь метилового эфира многоосновной кислоты, полиаминов и др. Эти материалы при трении полимеризуются и создают на поверхности трения дополнительный защитный слой. Образование таких слоев при определенных режимах трения приводит к образованию двухслойной пленки, пленки мягкого металла, либо соответствующего полимера и полимолекулярных слоев поверхностно-активных веществ. Образующиеся граничные пленки, примыкающие к окисным пленкам, имеют толщину $3/10^{-9}$ м. Среди всех образующихся металлических пленок минимальную толщину имеет пленка хемисорбированного мыла, максимальную-сульфид железа, толщиной 1.10^{-7} м. Прочность смазывающей пленки зависит от наличия в смазочной среде активных молекул, качества, количества и степени химического взаимодействия их с поверхностью стали и при этом ведущая роль принадлежит адсорбции молекул поверхностно-активных веществ смазочной среды [3; 5]. Этот вопрос решается введением в смазку высокоэффективных присадок и наполнителей.

Особенностью присадок, по мнению авторов является полная растворимость их в дисперсионной среде и высокая поверхностная активность на границе раздела фаз” загуститель-жидкая среда”, существенно влияющая на формирование структуры и свойства смазок. При подборе присадок к смазкам, помимо свойств самой присадки, важно учитывать химический состав и свойства дисперсионной среды, совместимость с другими функциональными компонентами и условиями эксплуатации смазки.

Заключение

Как нам известно, соединения является очень серьёзным инженерным сооружением и при её бурении следует не допускать разных осложнений при свинчивании и развенчивании резьбовых соединений.

Наиболее часто встречающиеся сложными, осложнениями являются: износостойкость и долговечность резьбовых соединений бурильного инструмента, насосно-компрессорных труб, забойных двигателей, шаровых кранов трубопроводов, вооружения и опор шарошечных долот.

А также, необходимо брать во внимания то - что, при свинчивании и развенчивании резьбовых соединений колонн необходимо применять качественные смазочные вещества, исключаящие прилипания и коррозию резьбовых соединений всех типов труб.

Список литературы

- [1]. Юнусов З.И., Султанов Б.З., Ягофарова Г.Г. Повышение эффективности антикоррозионных свойств реагента Т-80 // Современ. пробл. бурения и нефтепромысл. мех. / Уфим. нефт. ин-т. - Уфа. - 1990. - С.42-45.
- [2]. Шакиров А.А., Мукольянц А.А. Теория эксперимента и статистическая обработка результатов измерений// - Ташкент: ТашГТУ, 2014. - 160 с.
- [3]. Буяновский И.А. Исследование температур химической модификации поверхностей трения // Всесоюз. конф. “Физико-химические основы смазочного действия”: Тез. докл. - Кишинев. – Штиница, - 1979. - С. 27 -28.
- [4]. Межколонное проявление газа, возникающее в скважинах // М. Ю. Матякубов, Ш. Х. Умедов, Ш. Х. Мирсаатова, Б. П. Пазиллов, А. Б. Матякубов / Технологии нефти и газа. Научно-технологический журнал. №5 Москва-2021. – С 30-34.
- [5]. Матякубов М.Ю. Исследование состава молекул и ингибирующих свойств долотных смазок / Техника и технология строительства газовых и газоконденсатных скважин. Труды ВНИИ.

SUYUQLIKLAR VA PASTALARNI QAYNOVCHI QATLAM SHAROITIDA QURITISH

A.A. Axunbaev, N.R. Rajabova

*Farg'ona politexnika instituti
(Qabul qilindi 12.09.2022 y.)*

Maqolada suyuq va pastasimon materiallarni, ya'ni yuqori namlikka ega materiallarni qaynovchi qatlam sharoitida quritish usullari va apparatlari tahlil qilingan. Yuqori namlikdagi materiallarni quritish texnologiyalari tahlili asosida ularning afzalliklari va kamchiliklari tahlil qilinib, buning asosida yangi materiallar uchun quritishning optimal usuli va qurilmasini tanlash yuzasidan tegishli tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: *suyuq materiallarni suvsizlantirish, quritish apparatlari, pastasimon material, quritish sharoitlari, qaynovchi qatlamli quritgich, sochib beruvchi quritgich.*

В статье анализируются способы и аппараты для сушки жидких и пастообразных материалов, т.е. материалов с повышенной влажностью в условиях кипящего слоя. На основе анализа технологий сушки высоковлажных материалов проанализированы их достоинства и недостатки, на основании чего даны соответствующие рекомендации по выбору оптимального способа и устройства сушки новых материалов.

Ключевые слова: *обезвоживание жидких материалов, сушильный аппарат, пастообразный материал, условия сушки, сушилка кипящего слоя, распылительная сушилка.*

The article analyzes methods and apparatus for drying liquid and pasty materials, i.e. materials with high humidity. Based on the analysis of technologies for drying high-moisture materials, their advantages and disadvantages are analyzed, on the basis of which recommendations are given for choosing the optimal method and drying device for new materials.

Key words: *dehydration of liquid materials, dryer, pasty material, drying conditions, fluidized bed dryer, spray dryer.*

KIRISH

Yuqori namlikka ega materiallarni quritish juda ko'p energiya talab qiladigan jarayon bo'lib, deyarli barcha sanoat tarmoqlarida keng tarqalgan. Bunday materiallarni namsizlashtirish bir qator texnologik muammolarni hal qilish imkonini beradi: materialni quruq va sochiluvchan holatga keltirish, bu esa tashish va saqlash vaqtida materialning hajmini va uning massasini kamaytirishga imkon beradi; saqlash muddatlarini oshiradi; donador materiallarni eruvchanligini oshirish va boshqalar. Shuning uchun yuqori samarali, energiyani tejaydigan quritish rejimlarini yaratish va quritish apparatlari eng avvalo issiqlik almashinish jarayonlarini tartibga solish va optimallashtirish yo'li bilan hal qilinishi dolzarb vazifa bo'lib qolmoqda [1]. Yuqori samarali, energiyani tejaydigan quritish rejimlari va quritish apparatlarini yaratish eng avvalo issiqlik almashinish jarayonlarini tartibga solish va optimallashtirish yo'li bilan hal qilinadi. Quritish qurilmalarning eng ko'p tarqalgan turi bu konvektiv quritish usuli bo'lib, bu jarayonda qo'llaniladigan barabanli quritgichlar konstruksiyasining oddiyligi, yuqori ish unumdorlik va universalligi bilan alohida o'rin tutadi. Shu sababli, ushbu quritish agregatlaridan xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida foydalanish ko'lami kengayib bormoqda.

Analitik tadqiqot usuli

Quritish jarayonida suyuq, pastasimon va donador materiallarga qaynovchi qatlam sharoitida ishlov beriladi. Quritish jarayonida erituvchini chiqarib tashlash natijasida qayta ishlangan material o'z tuzilishini, mexanik, texnologik va biokimyoviy xususiyatlarini sezilarli darajada o'zgartirishi mumkin. Quritish jarayoni konvektiv va diffuziya uzatish, deformatsiya, o'lcham qisqarishi, shaklning parchalanishi va boshqa turli jarayonlarni o'z ichiga olgan issiqlik va massa almashinish jarayonlarining kombinatsiyasi hisoblanadi.

Quritish sharoitlari tayyor mahsulot strukturasi shakllanishiga, uning yakuniy xususiyatlariga, keyingi texnologik qayta ishlash imkoniyatlariga va saqlash barqarorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ko'p komponentli materiallarni quritish jarayonini mukammal o'rganishni talab qiladigan murakkab quritish ob'ektlari hisoblanadi.

Quriq mahsulotning granulometrik tarkibiga bo‘lgan talablarga va asosiy nam materialning xususiyatlariga qarab, uni quritilishi material o‘zidan bo‘lgan granularining yoki boshqa inert materiallarining qaynovchi qatlamida amalga oshiriladi. Jumladan, agar quritilgan mahsulotni granula shaklida olish zarur bo‘lsa, dastlabki suyuq yoki pasta sifatidagi material dispergiranadi va shu materialning qaynovchi qatlamdagi granulasiga beriladi.

Bunda nam materiali qaynovchi qatlam granular yuzasi bo‘yicha yupqa plenka sifatida sohib taqsimlanadi; bunda materialning plyonka qatlami issiqlikni quritish agentidan ham, issiq granularining o‘zidan ham namlikni quritish uchun issiqlik oladi. Qaynovchi qatlam (QQ)da jadal aralashish jarayonida granular boshlang‘ich nam materialini berish zonasiga turli holda kirib, ularda namlanab, granularning o‘zi hajmda ko‘payib boradi. Uzlüksiz jarayonda apparatdan tushiriladigan mahsulot zarralarning maxsus separatsiyasi yo‘qligidan quritilayotgan material polidispers tarkibga ega bo‘ladi. Quritilgan materialni poroshok ko‘rinishida olish zarur bo‘lganda, quritish ishlari QQ inert material qatlamida amalga oshiriladi. Inert zarralar sirtidagi nam mahsulot plyonkasidan namlik bug‘langach, plyonkaning o‘zi quruq mahsulotning qattiq qobig‘iga aylanadi, u asta-sekin inert materialning mavxum qaynash zarralarini bir-biriga va apparat devorlariga urish jarayonida inert qatlamdan ajraydi va apparatdan chiqariladi. Quritilgan mahsulotning nisbatan yirik kukuni quritish agenti oqimi bilan apparatdan chiqariladi. Inert qatlamli mavxum qaynash quritish asosan issiqlikka sezgir materiallar quritiladi, ular boshlang‘ich nam holatida inert zarralar materialiga nisbatan yaxshi adgezion xossalarga ega. Quritish uchun bir xil o‘lchamdagi inert zarralaridan foydalanish QQ ning turg‘unligini ta‘minlaydi.

O‘z granularida quritishda yakuniy mahsulotning teng o‘lchamli granulometrik tarkibini olish apparatdan chiqishda granularning gidrodinamik separatsiya qilish bilan amalga oshiriladi. Bunda ko‘tariladigan gaz oqimi bilan ajratilgan kichik zarralar apparatning ish hajmiga qaytariladi va ular yirik granularning shakllanish manbalari bo‘lib xizmat qiladi. Ularning uzluksiz apparatdan chiqarilishi natijasida QQ da granularning umumiy sonining kamayishi qatlamga qo‘shimcha mayda granular kiritish bilan kompensatsiyalanadi. Materialni separatsiya qilish va mayda narsalarni qatlamga qaytarish yo‘qligida, yirik granular urilishida hosil bo‘ladigan parchalar mayda zarrachalarning qo‘shimcha (ayrim hollarda va yagona) manbai bo‘lib xizmat qiladi.

Boshlang‘ich suyuq mahsulotni bevosita QQ ga sohib berilgan holda, ularning mayda tomchilarining qurishi oqibatida o‘zidan kelajakdagi granula shakllantirish markazlariga aylanadi. Dastlabki suyuq mahsulot to‘g‘ridan-to‘g‘ri QQ ga yemas, balki uning sirtidan purkalganda, ularning qatlamga uchib o‘tish vaqtida dastlabki materialning eng kichik tomchilari qurishi tufayli bo‘lajak granulyatsiya markazlarini hosil qilish mumkin.

QQ da suyuqlik va pasta materiallarni quritish va granullash jarayonlarini tahlil qilishning nazariy asoslari zarracha soni muvozanatining differensial tenglamasi orqali belgilanadi. QQ da suyuq va pasta sifatidagi materiallarni quritish va granullash jarayonlarini tahlil qilishning nazariy asosi quyidagilar:

$$\frac{\partial p(r,t)}{\partial t} + \frac{\partial (Ap(r,t))}{\partial r} = k_E p(r,t) + N_1 \mathcal{G}(r) \quad (1)$$

bu yerda: $r(r,t)$ – granularning radiusi r bo‘yicha taqsimlanish zichligi, o‘tish jarayonining t vaqt bo‘yicha umumiy, turg‘un bo‘lmagan holatiga qarab belgilanadi; $A = \frac{dr}{dt}$ – granularning chiziqli

o‘sish tezligi; (r) – QQ ga kiritilgan boshlang‘ich materialining granulometrik tarkibi; $k_E = \frac{\bar{N}}{N_{c\pi}}$ – chiqish konstantasi; N va N_I – vaqt birligiga chiqish va kirish zarrachalari soni; N_{sl} – bir vaqtning o‘zida QQ dagi zarrachalar soni.

Tenglama (1) ning fizikaviy ma‘nosiga ko‘ra, joriy radiusdagi zarralar sonining umumiy o‘zgarish tezligi (tenglikning chap zarraning birinchi qo‘shimchasi) oldingi, kichik o‘lchamdagi (chap zarraning ikkinchi qo‘shimchasi) granular o‘sishi hisobiga, joriy hajmdagi granular qatlamidan hajmi r va shu miqdorining kirishi natijasida sodir bo‘ladi.

Tenglama (1) KS da barcha granularni to'liq aralashtirishni va apparatdan chiqishda zarralar separatsiyasining yo'qligini ko'zda tutadi. Bundan tashqari, bu erda chiziqish, uyg'unlash va aglomeratsiya effektlari hisobga olinmaydi. Statsionar ish rejimida QQ granular soni o'zgartirilmaydi $\left(\frac{\partial p}{\partial t} = 0\right)$ va QQ hajmi va ularning umumiy hajmi V_{sl} o'zgartirilmaydi.

$$(N_{sl} = const \text{ va } V_{cr} = \frac{4}{3} \int_0^{\infty} \pi_r^3 p(r) dr = const)$$

Granulaning chiziqli o'sish tezligi uning sirtini sug'orish oqibatida, umumiy holatda, zarrachaning radiusiga, uning sirtiga suyuq mahsulot tushish xususiyatiga va boshqa samaralarga bog'liq bo'lgan statistik o'rtacha kattalikdir. $\pi(r)$ ga bog'lanishning aniq ko'rinishi, odatda, berilgan mahsulotni real QQ sharoitlarida granullash bo'yicha maxsus kinetik tajribalarda topiladi.

Statsionar, eng oddiy holat uchun π ning r ga bog'liq bo'lmasligi uchun (1) tengligi kvadraturalarda integratsiyalanishi mumkin:

$$p(r) = \frac{N_1}{A} \exp\left(\frac{-k_e r}{A}\right) \int_0^r \varphi(r) \exp\left(\frac{k_e r}{A}\right) dr. \quad (2)$$

QQ hajmi $r(r)$ dan kam bo'lgan zarralarni aniq qaytaradigan ajratuvchi uskunalar yuklashda mavjud bo'lganda, (1) tenglamaning o'ng qismining birinchi qo'shimchasi ko'rinishga ega bo'ladi.

Adabiyotlarda QQ da granullashda $\pi(r)$ va $p(r)$ ning turli turdagi funksional bog'lanishlarda (1) tenglamaning ayrim yechimlari keltirilgan [2-5]. O'z granulari qatlamida granullash bilan uzluksiz quritish jarayonini hisoblash uzluksiz jarayonning moddiy va issiqlik balanslari tenglamalari $r(r)$ uchun olingan fikrlarni birgalikda hal etishdan iborat.

Bunda asosiy qiyinchiliklar suvsizlantirish jarayonining ko'plab parametrlarining QQ temperaturasiga, jarayonning o'zida o'rnatiladigan granulyatorning xossalriga va foydalaniladigan granulyatorning konstruktiv xususiyatlariga bog'liqligini aks ettiradi.

Siklsiz jarayonlarda ($N_l=0$) granulyatsiya markazlarining manbalari granularni maydalash vaqtida hosil bo'ladigan mayda bo'lakchalar bo'lib, ular maydalashning mumkin bo'lgan mexanizmlariga qarab tegishli integral ifodalar bilan tasvirlanadi [6].

Maydalashning eng oddiy holatlari uchun (1) tenglamaning ayrim yechimlari granularning o'lchami bo'yicha bimodal taqsimot beradi, bu QQ da granullash va quritish bo'yicha eksperimental ma'lumotlarga mos keladi. Bundan tashqari, tajriba ma'lumotlari va ayrim eritmalar apparatga kirishda qurituvchi agent haroratining oshishi QQ dagi granularning o'rtacha kattaligining kamayishiga olib kelishini ko'rsatadi.

Zarralarning termik maydalanib chiqarilishining jadalligiga quritish agentining apparatga kirish va sug'orish zonasidagi temperaturalarining farqi asosiy ta'sir ko'rsatadi. Boshlang'ich mahsulotda moddaning konsentratsiyasini oshirish va QQ yangi mahsulot bilan sug'orishni oshirish hosil bo'layotgan granularni o'lchamlarini oshiradi.

Jarayonning umumiy temperaturasi oshgach, undirilayotgan quritish agenti tezligining oshishi granulanadigan mahsulotning o'rtacha o'lchamining o'sishiga olib keladi. Umumiy nisbat asosida (1) jarayonni fizik-matematik tahlil qilish bilan bir qatorda, va shunga o'xshash tajriba ma'lumotlarini korrelyatsiya qilishning natijasida, masalan, granularning o'rtacha hajmini o'z granularining QQ dagi asosiy parametrlariga qarab hisoblashga imkon beradi [7, 8].

Xulosa

Quritish apparatlarda suyuq pastasimon materialni quritish muammolarini yoritish holatidan kelib chiqib quyidagi xulosani qilish mumkin: suyuq pastasimon materiallarni quritish uchun tez aylanuvchi barabanli apparatlardan foydalanish perspektiv hisoblanadi. Lekin hozirgi kunda adabiyotlarda dispers oqimning tez aylanuvchi kurakchalari bilan o'zaro ta'sirining gidromexanik nazariya va eksperimental ma'lumotlar bir-biriga mos kelishi va kuzatilayotgan xodisalarga zid bo'lmagan ma'lumotlar yo'q. Issiqlik almashinishda esa paketli

nazariya asosida barabanli kontakt quritgichlar Mikley va Feyrbenx tomonidan to'liq va batafsil o'rganilgan. Lekin bu nazariyadan tez aylanuvchi rotorli apparatlarda issiqlik almashinish jarayonlarni tadqiqot qilish yuqorida ko'rsatilgan sabablarga ko'ra mushkul.

Bundan tashqari, ta'kidlash joizki, dispers materialning to'xtovsiz quritish rejimida harakatlanishi amalda o'rganilmagan. Bizningcha, siyraklashtirilgan qatlam uchun ishlab chiqilgan to'xtovsiz quritishning matematik modelini to'xtovsiz quritishning nazariy taxlili asosi sifatida ko'rish mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. Тожиев, Р.Ж., Ахунбаев, А.А., Миршарипов, Р.Х., Ражабова, Н.Р. (2018). Сушка тонкодисперсных материалов в безуносной роторно-барабанном аппарате. *Научно-технический журнал FerPI,-Fergana*,(2), 116-119.
- [2]. Тожиев, Р.Ж., Ахунбаев, А.А., Миршарипов, Р.Х., Ражабова, Н.Р. (2021). Исследование гидродинамических процессов при сушке минеральных удобрений в барабанных сушилках. *Научно-технический журнал FerPI,-Fergana*. (4), 116-119.
- [3]. Tojiev, R.J., Rajabova, N.R., Mirsharipov, R.X. (2020) Ammoniy-nitratni kristallanish jarayoniga ta'sir qiluvchi omillar. Scientific-technical journal STJ ferpi, farpi ITJ, NTJ ferpi (24) 31-36
- [4]. Tojiev, R.J., Rajabova, N.R., Tuchiaeva, Sh.Sh. (2020) Konusli maydalagichlarda parallel yuza uzunliklarining ish unumdorligiga ta'siri Scientific-technical journal STJ ferpi, farpi ITJ, NTJ ferpi (24) 173-175
- [5]. Tojiev, R.J., Rajabova, N.R., Tuchiaeva, Sh.Sh. (2020) Konus nuqtalari traektoriyasi va o'qidagi koordinatalar proeksiyalar tenglamalarini tuzish. Scientific-technical journal STJ ferpi, farpi ITJ, NTJ ferpi (24) 126-129
- [6]. Красников, В.В. Кондуктивная сушка / В.В. Красников. – М.: Энергия, 1973. – 288 с.
- [7]. Фролов В.Ф. Моделирование сушки дисперсных материалов. // Л., Химия, 1987, 208 с.

УДК 621.78

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС**

Д.М. Бердиев, Т.Н. Ибодуллаев, А.Х. Абдуллаев, Г.М. Камилова

*Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова
(Получена 25.11.2022 г.)*

Усовершенствована технология термоциклической обработки мелко модульных зубчатых колес, позволяющая повысить их износостойкость на 30÷40 %. Зубчатые колеса подвергали предварительному циклическому нагреванию и последующей импульсной закалке.

Ключевые слова: термоциклическая обработка, плотность дислокаций, износостойкость, импульсная закалка, кристаллическая структура.

Ushbu maqolada mayda modulli tishli g'ildiraklarni siklik termik ishlov berish texnologiyasi takomillashtirilgan, natijada yeyilishga bardoshliligi 30÷40 % ga oshgan. Tishli g'ildiraklar dastlab siklik qizdirish va tugallangan impulsli toblash termik ishlov berish tartiblaridan o'tkazilgan.

Tayanch iboralar: siklik termik ishlov berish, dislokatsiya zichligi, yeyilishga bardoshlilik, impulsli toblash, kristall struktura.

The technology of thermocyclic treatment of fine-module gears has been improved, which makes it possible to increase their wear resistance by 30–40%. Gears were subjected to preliminary cyclic heating and subsequent impulse hardening.

Key words: thermal cycling, dislocation density, wear resistance, impulse hardening, crystal structure.

Анализ публикаций по термической обработке [1–3] показал, что в настоящее время для улучшения структуры и свойств сталей широко используют циклическую термическую обработку (ЦТО), которая эффективнее улучшает механические свойства сталей по сравнению с традиционными термическими обработками [2].

В настоящей работе исследования направлены на повышение износостойкости зубьев мелкозубчатых зубчатых колес из низколегированной стали 65Г применением ЦТО без изменения химического состава материала зубчатых колес. Положительные результаты достигнуты изменениями структуры материала в результате физических и химических процессов.

При ЦТО интенсифицируются диффузионные превращения в результате повторного ускоренного нагревания и охлаждения в стадии незаконченной перекристаллизации аустенита и еще несформированного роста зерен. Данный способ обработки основан на получении устойчивого аустенита путем размельчения структурных зерен и перераспределения дислокаций при высоких температурах, достигаемых индукционным нагреванием (ИН). В результате накопления структурных преобразований и фазовых превращений получали структуру стали, которую нельзя получить традиционными способами термообработки.

Эффективность ЦТО зависит от последовательности операций, числа циклов, скорости нагревания и охлаждения, химического состава стали. Применения ЦТО с полиморфными превращениями и в условиях их отсутствия показали, что при нагревании и охлаждении сталей имеют место фазовые превращения. Для повышения износостойкости низколегированных сталей необходимо оптимизировать режимы ЦТО. Для этих целей исследовали структуры сталей и определяли износостойкость в условиях трения после предварительной ЦТО и последующей ИН образцов.

При ЦТО образцы диаметром 20 мм и высотой 7 мм нагревали высокочастотным током продолжительность от нескольких до 20 с. Для нагревания использовали устройство ЛЗ107, для определения температуры –термопары. Образцы нагревали до температур $T = 450, 550$ и 700 °С, после чего их охлаждали. Для этого подавали охлажденный воздух. Повторная фазовая перекристаллизация сталей достигалась нагреванием до температуры $A_{c3} + (30 \div 50)$ °С. Окончательное нагревание осуществляли при температуре $T = 900$ °С. Далее сталь охлаждали в масле и нагревали до температуры $T = 180$ °С, затем охлаждали подачей воздуха. Окончательное охлаждение стали обеспечивает формирование пластинчатой структуры [7]. Лучший результат был получен ЦТО при $T = 450$ °С.

Металлографический анализ выполняли на ионном хроматографе Metrohm 850 Professional IC (SEM-EDX) и растровом электронном микроскопе Zeiss EVO MA 10 [5]. Структуру стали изучали с помощью спектрального рентгеновского анализатора Shimadzu [6]. Для получения рентгенограмм использовали излучение железного анода. Ширину рентгеновских линий определяли по графикам, скорректированным аппроксимацией.

Для определения износостойкости измеряли износ при трении образцов стали по неприкрепленным абразивным материалам и по металлу [6].

Важным при ЦТО является обеспечение закалки стали на требуемую глубину и исключение появления окалины на поверхности изделия. Преимуществами данной обработки являются высокая производительность, получение изделия с высокими механическими свойствами, возможность обработки изделий любой формы.

Анализ состояния структуры предварительно термически обработанной стали 65Г с помощью ИН при разных температурах (в пределах докритической) после ЦТО показал, что дефектность кристаллической структуры стали мало зависит от температуры и числа циклов [7]. Установлено, что при нагревании выше критической температуры A_{c1} и при охлаждении подачей воздуха формировались примерно одинаковые структуры, при этом дефектности были разные.

В табл. 1 приведены значения показателя дефектности β , среднее значение $\beta_{ср}$ и твердость HRC образцов из стали 65Г после ЦТО, индукционной закалки и отпуска при $T = 180$ °С. Лучшие результаты получены при температуре 450 °С и числе циклов нагревания $N = 3 \div 5$. При других температурах (550 и 700 °С) дефектность кристаллического строения была неустойчивой или низкой. Хорошие результаты при $T = 450$ °С можно объяснить микропластической деформацией в результате быстрого теплообмена при циклическом

нагревании. Образование второй фазы обусловлено микропластической деформацией зерен. В результате имело место интенсификация возникновения дислокаций, при этом высокая температура приводит к полигонизации структуры, что обеспечивает ее стабильность, в результате кристаллическая структура материала имеет невысокую дефектность.

Таблица 1

Показатель дефектности β и твердость стали 65Г после ЦТО, индукционной закалки и отпуска при $T = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T, \text{ }^{\circ}\text{C}$	Число циклов	$\beta, 10^{-3}$ рад	$\beta_{\text{ср}}, 10^{-3}$ рад	HRC
450	1	63,40; 64,45; 64,43	66,42	59,5
	3	64,50; 71,68; 70,36	68,91	60,0
	5	73,90; 69,00; 69,50	70,80	59,5
550	1	73,40; 63,90; 62,17	66,49	58,5
	3	67,57; 65,73; 64,98	66,09	59,5
	5	69,48; 64,45; 64,47	69,46	59,0
700	1	71,69; 69,00; 70,45	70,00	59,5
	3	63,66; 64,00; 63,80	63,82	60,0
	5	63,00; 63,00; 63,20;	63,70	59,0
800	1	60,50; 60,66; 60,42;	60,52	59,0
	3	63,90; 63,94; 63,90;	63,91	59,0
	5	60,76; 62,99; 62,90;	61,90	59,5
Индукционная закалка $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ + отпуск при $180\text{ }^{\circ}\text{C}$		64,98; 65,12; 64,92;	65,01	59,5

Повторное нагревание выше температуры образования одноразовой полигонной структуры при высокой плотности дислокаций обеспечивает образование требуемой структуры. При ЦТО сталей при температуре до $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходит интенсивная перекристаллизация структуры, при этом полигонная структура не образуется.

Сравнение результатов после ЦТО при температуре $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ и окончательной закалке ИН с результатами традиционной закалки ИН показало, что плотности дислокаций в первом случае повышаются незначительно. При одинаковой твердости ($59\div 60\text{ }HRC$) разница ширины рентгеновских линий составила $\Delta\beta_{\text{ср}} = 5 \cdot 10^{-3}$ рад [8].

Испытания на износостойкость образцов, прошедших разные режимы обработки, показали аналогичные результаты, что и выводы исследований микроструктур и тонких структур образцов. При ЦТО и ИН в образцах образовалась одинаковая микроструктура, зерна одинаковых размеров, образцы имели одинаковые твердости, отличие заключалось в дефектности кристаллической решетки.

В табл. 2 представлены результаты испытания на износостойкость образцов из стали 65Г после термических обработок на разных режимах.

Установлено, что после трех циклов ЦТО при $T = 450\text{ }^{\circ}\text{C}$, охлаждении воздухом, ИН при $T = 900\text{ }^{\circ}\text{C}$ и отпуске при $T = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 60 мин износостойкость стали 65Г на $25\div 30\%$ выше по сравнению с износостойкостью образцов, подвергнутых другими видами термической обработки.

Структурный анализ сталей показал, что во всех случаях ЦТО и ИН образуется мартенситная структура, обеспечивающая высокую жесткость материала. Размеры мартенситных пластинок зависят от температуры нагревания при закалке. При ЦТО до температуры $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ размеры аустенитных зерен и мартенситных пластинок не зависели от температуры.

Установлено, что изменение размеров аустенитных зерен оказывает большое влияние на результаты закалки.

Рентгеноструктурный анализ образцов сталей, обработанных ИН при разных температурах, показал, что степень дефектности кристаллической структуры после закалки стали зависит от продолжительности нагревания (рисунок). Самая высокий показатель дефектности β структуры наблюдался при продолжительности нагревания $t = 4 \div 5$ с. Однако эта закономерность может измениться при других размера изделия.

Таблица 2

Результаты испытания на износостойкость стали 65Г после термообработки на разных режимах

Термообработка (T , °С)	$\Delta m_{\text{в}}$, мг	$\Delta m_{\text{н}}$, мг	HRC	$m_{\text{ср}}$, мг
Индукционная закалка (900), отпуск (180)	59,07	29,06	53,5÷60	89,37
	65,00	28,86	53,5	
	61,53	28,78	58÷69	
	58,36	27,34	59	
Три цикла нагревания (450), индукционная закалка (900), отпуск (180)	46,09	22,14	59	66,78
	49,30	23,09	59	
	40,02	24,49	58	
	38,00	24,01	59	
Три цикла нагревания (550), индукционная закалка (900), отпуск (180)	60,33	22,05	59	82,14
	36,01	24,15		
	54,26	25,13		
	59,12	27,02		
Примечание. Обозначения: $\Delta m_{\text{в}}$ и $\Delta m_{\text{н}}$ – износы соответственно верхнего и нижнего образцов; $m_{\text{ср}} = (\Delta m_{\text{в}} + \Delta m_{\text{н}})/2$.				

Полученные результаты сравнивали с показателями образцов из стали 18ХГТ, прошедших нитроцементацию и термообработку.

Экспериментально был определен оптимальный режим термической обработки зубцов мелкозубчатых колес из стали 65Г:

1. Циклическое нагревание (число циклов $N = 3$) при $T = 400 \div 500$ °С, охлаждение подачей воздуха до температуры $80 \div 100$ °С; при напряжении на аноде $V_a = 6,5$ кВ и силе тока $I_a = 5,5$ А сила тока составила $I = 0,55$ А, зубья нагрелись до $T = 450$ °С, время нагревания составило $t = 3 \div 4$ с; время охлаждения воздухом до температуры $T = 80 \div 100$ °С составляло 140 с.

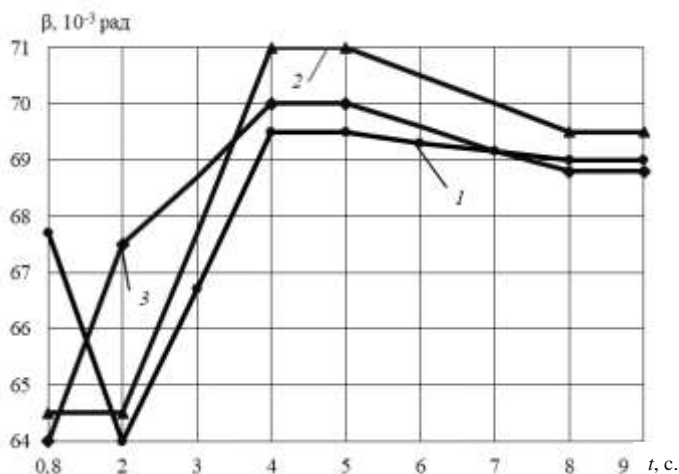


Рис. Зависимости показателя дефектности β стали от времени t термической обработки при $T = 870$ (1); 900 (2); 950 (3) °С.

2. Закалка при напряжении на аноде $V_a = 9$ кВ и силе тока $I_a = 8,5$ А сила тока составила $I = 0,8 \div 1,8$ А, зубья нагрелись до $T = 900$ °С, время нагревания 7 с, охлаждающая среда – масло.

3. Нагревание в селитровой ванне до $180 \div 200$ °С в течение 60 мин, отпуск на воздухе.

При данной обработке средний диаметр аустенитного зерна в середине структуры зубьев зубчатого колеса из стали 65Г составил $d_{\text{ср}} = 0,055$ мм (5, 6 баллов), в вершине зубьев – $d_{\text{ср}} = 0,0927 \div 0,0729$ мм (4, 5 баллов), в тонком слое на поверхности зубьев образовалось

покрытие с закаленной мартенситной структурой.

Зубья зубчатых колес из стали 65Г, прошедшие ЦТО и ИН, имели износостойкость в 1,3–1,4 раза выше износостойкостью зубчатых колес с термообработкой традиционным ИН и в 1,2–1,3 раз выше износостойкости зубцов из нитроцементированной стали 18ХГТ.

Список литературы

- [1]. Structural heredity in the U-6Nb Alloy and Conditions for its Elimination / V. V. Sagaradze, Yu.N. Zuev, S. V. Bondarchuk, et. al. // The Physics of Materials and Metallography. 2013. Vol. 114. N. 4. P. 299–307.
- [2]. Structural heredity in low-carbon martensitic steels / S. S. Yugai, L. M. Kleiner, A. A. Shatsov, N. N. Mitrokhovich // MetallSciens and teat treatment. 2004. Vol. 46. N. 11, 12. P. 539–542.
- [3]. Бердиев Д. М., Юсупов А. А. Повышение износостойкости зубьев зубчатых колес циклической закалкой с индукционным нагреванием // Вестник машиностроения. 2020. № 3. С. 50–53.
- [4]. Батаев В. А., Батаев А. А., Алхимов А. П. Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей. М.: Наука, 2007. 224 с.
- [5]. Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: МИСИС, 1994. 328 с.
- [6]. Гаркунов Д. Н. Триботехника. М.: МСХА, 2005. 356 с.
- [7]. Бердиев Д. М., Юсупов А. А. Повышение износостойкости стальных изделий методом нестандартных режимов термической обработки // Литье и металлургия. 2021. № 2. С. 100–104.
- [8]. Бердиев Д. М., Тошматов Р. К. Особенности фазовых и структурных превращений конструкционных сталей при нетрадиционных режимах термической обработки // Вестник машиностроения. 2020. № 10. С. 63–65.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОТДЕЛНО-УПРОЧНЯЮЩИХ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Ш.Н. Файзиматов, А.М. Якупов

Ферганский политехнический институт
(Получена 11.10. 2022 г.)

В настоящее время к технологическому оборудованию предъявляют высокие требования по производительности и надежности. Однако разработка и проектирование их с применением нетрадиционных методов происходит не на должном уровне. Одним из путей решения поставленной задачи является применение прогрессивных методов, которые, наряду с автоматизацией процесса, позволяют упростить конструкции элементов устройств. Анализ процессов аэродинамического действия показал, что потенциально возможным является метод с применением энергии закрученных воздушных потоков. Однако до настоящего времени в известных разработках не исследованы вопросы, связанные с применением энергии аэродинамических потоков для автоматизации технологических процессов.

Ключевые слова: *выглаживания, природный алмаз, синтетический алмаз, шероховатость.*

Hozirgi vaqtda texnologik uskunalar ishlab chiqish va ishonchlik uchun yuqori talablar qo'yiladi. Biroq, ularni noan'anaviy usullardan foydalangan holda ishlab chiqish va loyihalash talab darajasida emas. Ushbu muammoni hal qilish usullaridan biri jarayonni avtomatlashtirish bilan bir qatorda qurilma elementlarini loyihalashni soddalashtirish imkonini beradigan progressiv usullardan foydalanishdir. Aerodinamik ta'sir jarayonlarini tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, aylanma havo oqimlarining energiyasidan foydalanish usuli potentsial mumkin. Biroq, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish uchun aerodinamik oqimlarning energiyasidan foydalanish bilan bog'liq masalalar hozirgacha ma'lum ishlanmalarda o'rganilmagan.

Kalit so'zlar: *silliqlash, tabiiy olmos, sintetik olmos, g'adir-budurlik.*

Currently, technological equipment is subject to high requirements for performance and reliability. However, their development and design using non-traditional methods is not up to par. One of the ways to solve this problem is the use of progressive methods, which, along with the automation of the process, make it possible to simplify the design of device elements. An analysis of the processes of aerodynamic action showed that a method using the energy of swirling air flows is potentially possible. However, to date, known developments have not investigated issues related to the use of the energy of aerodynamic flows for the automation of technological processes.

Keywords: smoothing, natural diamond, synthetic diamond, roughness.

В настоящее время расширение промышленного производства Узбекистана невозможно без решения проблем повышения качества и конкурентоспособности выпускаемых машин. Одной из главных задач при обеспечении качества машины является повышение эксплуатационных показателей их деталей, которые в свою очередь определяются параметрами качества поверхностного слоя. Проведенные исследования показывают, что до 70% причин выхода из строя машин и механизмов связано с износом узлов трения. Таким образом, одним из направлений обеспечения качества машин является повышение износостойкости этих деталей, которое может быть достигнуто путем включения периода приработки на стадию изготовления за счет применения соответствующих технологических процессов изготовления. Качество поверхностного слоя зависит от многих параметров, поэтому важно знать возможности управления комплексом этих параметров в процессе обработки, включая геометрические, механические, физические и химические структурные свойства.

Наиболее широкое применение в условиях непрерывного контакта инструмента с поверхностью нашли роликовые и шариковые методы раскатывания, особенно в крупносерийном и массовом производстве.

Весьма перспективными считаются методы, где процесс обработки происходит в условиях вибрационного контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью. Дополнительное колебание инструмента по нормали и вдоль обрабатываемой поверхности реализуются с помощью ультразвуковых пневматических и электромагнитных вибраторов, эксцентриковых масс, центробежных сил и т.д. [1]. Колебательное движение деформирующих элементов во всех случаях приводит к интенсификации процесса обработки и улучшению качественных характеристик обрабатываемой поверхности.

Из методов выглаживания наиболее широкое применение в промышленности получили алмазное выглаживание.

Сущность процесса алмазного выглаживания заключается во вдавливании под определенной нагрузкой в поверхность обрабатываемой детали скользящего по ней инструмента-выглаживателя. В качестве инструмента наиболее широко используются наконечники с кристаллом природного или синтетического алмаза.

Преимущества метода обусловлены физико-механическими свойствами алмаза: твердостью и следовательно, возможностью полировки его поверхности до $R_z=0,025\div 0,063$ мкм, высокой теплопроводностью и низким коэффициентом трения по металлу. Применение алмаза в качестве выглаживающего инструмента позволяет обрабатывать заготовки из высокопрочных материалов с поверхностной твердостью 58 HRC, которые практически не поддаются обработке методами раскатывания шариковым и роликовым инструментом, поверхностным дорнованием и др.

Кроме того, алмазное выглаживание осуществляется при значительно меньших радиальных усилиях на инструменте (50-350 Н), что позволяет обрабатывать маложесткие и неравно жесткие детали. При этом обеспечивается уменьшение шероховатости поверхности в 2-6 раза, увеличение несущей способности поверхности в 2-10 раз. Микротвердость повышается на глубине до 0,4 мм, а степень упрочнения достигается 35% и более.

Основными параметрами процесса выглаживания, влияющими на шероховатость поверхности являются сила выглаживания, подача и радиус рабочей части инструмента.

Деформирующие усилия (P , H) при выглаживании определяется по следующим формулам:

а) для деталей из закаленных сталей

$$P = 0,13HV \left(\frac{D \cdot R}{D + R} \right)^2 \quad (1.1)$$

б) для материалов невысокой и средней твердости

$$P = 0,008 HV \left(\frac{D \cdot R}{D + R} \right)^2 \quad (1.2)$$

где HV -твердость обрабатываемой поверхности по Виккерсу $\frac{H}{M^2} \cdot 10^7$;

D -диаметр обрабатываемой поверхности, в мм;

R - радиус рабочей части алмаза, в мм.

Величина радиуса алмазного наконечника выбирается в зависимости от твердости обрабатываемого материала. Так, например, для сталей с твердости HRC 50÷65, радиус алмазного наконечника составляет $R=0,8 \div 1,3$ мм, для сталей с HRC 45÷50, $R=1,5 \div 2,5$ мм, а для мягких и цветных сплавов $R=2,5 \div 3,5$ мм.

Значительное влияние на качество шероховатости поверхности оказывает подача. В зависимости от материала оптимальная величина подачи лежит в пределах 0,02÷0,08 мм/об.

Исследованиями установлено, что для закаленных сталей оптимальная подача равна 0,02÷0,05 мм/об, для более мягких материалов 0,03÷0,08 мм/об.

Немаловажное значение имеет также исходная поверхность обрабатываемой детали. При обработке заготовок из сталей и сплавов средней твердости и цветных металлов исходная шероховатость должна быть не более $R_{исх}=2,5 \div 3,0$ мкм, закаленные стали целесообразно выглаживать при $R_{исх}=0,8 \div 1,2$ мкм.

При обработке деталей переменной жесткости алмазному инструменту придают колебательное движение с помощью ультразвукового вибратора, который при прочих равных условиях позволяет снизить силы выглаживания до 70-100Н, т.е. в 2,5-3 раза, что приводит к облегчению процесса деформирования.

Несмотря на высокое качество поверхностного слоя, получаемого методами выглаживания, широкого применения в электронной промышленности они не получили. Это связано с невысокой производительностью метода и невозможностью проводить обработку деталей из сплавов циркония, ниобия, титана и др., которые широко применяются при изготовлении электровакуумных приборов.

Применение метода для обработки тонкостенных цилиндрических деталей приводит к нарушению их геометрии, образованию некруглой поверхности.

Среди методов второй группы наиболее широкое применение получила обработка роликовыми раскатками вследствие ее высокой производительности. Практика показывает, что роликовые раскатки в 6-10 раз производительнее, чем шариковые [2].

В качестве предварительной обработки перед раскатыванием применяют протягивание и развертывание отверстий диаметром до 20 мм, и чистовые и тонкое растачивание отверстий большего диаметра.

После раскатывания твердость поверхностного слоя увеличивается на 20-50% при глубине наклепа до 5 мм. Точность размеров соответствует 1-2 классу качества, а микронеровности поверхности 9-11 классу шероховатости. Раскатывание отверстий, в зависимости от типоразмеров обрабатываемой детали, производят как на универсальных (токарных, сверлильных, фрезерных и др.), так и на специальных станках.

Величина усилия раскатывания рассчитывается по формуле

$$P = \left[\frac{D \cdot d}{0,54 \cdot E \left(\frac{D}{R} - 1 \right)} \right]^2 \cdot q \quad (1.3)$$

где, q -максимальное значение давления раскатывания, в кг/мм²; d -диаметр ролика или шарика, в мм; E -модуль упругости обрабатываемого материала, в кг/мм²; D -диаметр обрабатываемой детали, в мм.

Наряду с простотой и сравнительно высокой производительностью роликовые раскатки имеют ряд недостатков. Основным недостатком является то, что работа сопровождается высокими усилиями раскатывания, приходящимися на микро выступы обрабатываемой поверхности.

Так, например, при обработке цилиндрической втулки внутренним диаметром 60 мм, толщиной стенки 15 мм при натяге $i = 200$ мкм, величина радиального усилия для стали Ст.3 составляет 1,4 кН, а для стали 40Х-17 кН. Осевое усилие имеет значение соответственно 1050 Н и 510 Н. Уменьшение толщины стенки цилиндрической втулки с 15 мм до 7,5 мм увеличивает шероховатость обрабатываемой поверхности на один класс. Это свидетельствует о том, что значительное осевое и радиальное усилия, необходимые при обработке роликовыми раскатками, не позволяют применять их для обработки деталей высокой степени точности, а также маложестких и тонкостенных деталей.

Таким образом, в настоящее время имеется целый ряд методов и оснастки для отделочно-упрочняющей обработки внутренних поверхностей цилиндрических деталей.

Однако эти методы и оснастки не обеспечивают требуемое сочетание высокой производительности и качества изделий при отделочно-упрочняющей обработке тонкостенных цилиндрических деталей (например, подложек холодных катодов) с повышенными требованиями и шероховатости поверхности и некруглости отверстия. Необходимы новые идеи, новые методы и процессы, в том числе с отсутствием кинематической связи между шариками и источником их энергии.

Список литературы

- [1]. Суслов В.Ю., В.В. Плешаков, В.П. Фёдоров Технология и инструменты отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием в двух томах. –М: «Машиностроение», 2014.-617 с.
- [2]. Отений, Я.Н. Технологическое обеспечение качества деталей машин при обработке поверхностным пластическим деформированием роликами. Автореферат дисс. На соискание уч.ст. д.т.н. Ростов-на-Дону, 2007.-36 с.

КАНАЛИЗАЦИЯ ТАРМОҚЛАРИНИ ТАМИРЛАШНИНГ ЗАМОНАВИЙ УСУЛЛАРИ

Э.Ў. Мадалиев, Б.Х. Абдуллаев, М.А. Абдуллаева

Фаргона политехника институти, b.abdullayev@ferpi.uz
(Қабул қилинди 26.04.2022 й.)

Атроф муҳитни экологик жихатдан муҳофаза қилиш ва аҳоли турмуш тарзини яхшилаш инсон саломатлигига хаф тўғдирувчи ва касалиklar тарқатилишини олдини олиш мақсадида канализация тармоқларини лойиҳалаш асосий муҳандистлик тизимларидан бири ҳисобланади. Тизимни тўғри режалаштириш ва ишончлий ишлашини таминаш канализация тизимининг тўғри талланганлигида ва замонави лойиҳаланганлигида деб ҳисобланади.

Таянч сўзлар: герметик, телевизион текширув, полимер, пневматик, композит, стеклопластик, спираль ўраш, дюкерлар.

Одной из основных инженерных систем является проектирование канализационных сетей с целью защиты окружающей среды и повышения качества жизни населения с целью предупреждения распространения болезней, представляющих угрозу для здоровья человека и болезней. Надлежащее планирование и надежная работа системы считается залогом того, что канализационная система спроектирована правильно и современно.

Ключевые слова: герметичность, телевизионная инспекция, полимер, пневматический, композит, стеклопластик, спиральная накрутка, дюкерн.

One of the main engineering systems is the design of sewer networks in order to protect the environment and improve the quality of life of the population in order to prevent the spread of diseases that pose a threat to human health and disease. Proper planning and reliable operation of the system is considered a guarantee that the sewer system is designed correctly and modernly.

Keywords: tightness, television inspection, polymer, pneumatic, composite, fiberglass, spiral winding, dux.

Шахар канализацияси – мураккаб муҳандислик тизимларидир, унинг вазифаси аҳоли турар жойларидан, саноат корхоналаридан ва атмосфера натижаси орқали ҳосил бўлган чиқинди оқава сувларни йиғиб, тозалаш иншоотига етказиб беришдан иборатдир. Шахар канализация тармоғи маъмурий бинолардан, турар-жой аҳолиснинг кварталлари ёки шахсий уйлардан бошланади. Бинодан чиқишда биринчи канализация қудуғи оралик масофаси 3 ёки 5 м да фавқулудда вазиятларда (тизимни тикилиб қолишини) бартараф қилиш мақсадида кескин чоралар кўриши учун лойиҳаланган бўлади. Айнан шу қудуққа бинодан чиқаётган энг катта оқава сувларни миқдори тушади. Шахар аҳолиси кўпинча санитария-техник қурилмалар орқали канализация тармоқларига турли хил чиқиндиларни ва моддаларни ташлайдилар.

Канализация қудуғлари тизимнинг энг муҳим бўғинлари ҳисобланади. Фақат ушбу қудуқлар орқали шахар канализация қувурлари бир-бири билан уланади.

Шахар канализация тармоқларида қўлланиладиган материаллар.

Шахар канализация тизимларига энг катта талаблар қўйилади. Чунки улар доимо агрессив муҳит билан тасирланади. Одатда канализация қувурлари қуйдаги материаллардан тайёрланади.

- Полипропилен;
- Чўян;
- Полиэтилен;
- Поливинилхлорид;
- Темир-бетон (диаметри 150 мм дан ортиқ ва катта кесимли коллекторларда ишлатилади)

Базан аъбест-цемент, керамик, шиша толалаи қувурлар ҳам ишлатилади.

Турли функцияларга эга бўлган канализация қудуқлари мустахам плястмассалардан ёки монолит темир-бетондан тайёрланади.

Канализация тармоқларини бузилиш сабаблари:

Ҳозирда канализация тармоқларини ҳолатини баҳолаш мезонлари мавжуд эмас. Канализация тармоқларининг ҳолати ҳақида турлича маълумотларга эга бўлиш учун шахар режаларига киритилган хоналар коллекторлар ва бинолар учун коммунал дренаж иншоатларининг имкониятларини баҳолаш ва башорат қилиш имконини берадиган ҳужжатларни олиш керак.

Шахар канализацияларида авариянинг максимал частотаси канализация тармоғининг тўртдан бир қисмини ташкил этувчи темир-бетон қувурларга тўғри келади ва улар асосан диаметр 600-1200 мм бўлган коллектор қувурлардир.

Бундай қувурлардаги авариялар, қоида тариқасида биринчи тоифага киради ва катта меҳнат ҳамда моддий харажатларни талаб қилади. Темир-бетон қувурларни ишлатилиш хусусиятларини ўрганиш шуни кўрсатадики, қувур (53%) ва қудуқларнинг деворлари коррозияга (21%) дучор бўлади, уланиш жойлари (19%) ва лотоклар (7%) емирилишга учрайди.

Ҳозирги вақтда канализация тармоқларининг **герметиклиги** бузилишини аниқлаш ва олдини олиш учун **телевизион текширувдан** фойдаланилади.

Телевизор текшируви қувурлар ҳолатини аниқловчи энг аниқ усул ҳисобланади. Бундай диагностика асосида қайта тиклаш ва тамирлашнинг у ёки бу усули таҳлил қилилинади, шунингдек бажарилган ишларнинг диагностик сифати назорат қилинади. Телевизор текширув жараёни қуйдагиларга имкон беради;

- тўлдирилган ва асфальтланган қудуқ жойини аниқлаш;
- хатто кичик ёриқлар ва оқишларни аниқлаш;
- бегона жисмларни ва тўсиқларни аниқлаш;
- қувурларни деформациясини, герметиклигини, чокларнинг силжишини аниқлаш;

- каналлар ва коллекторларнинг конструкциялари ва иншоотларига газ коррозиясининг таъмир даражасини аниқлаш;
- чуқурликларни қияликларни аниқлаш;
- янги қурилган ва таъмирланган тармоқлар сифатини назорат қилиш;
- тармоқ профилини қуриш, қияликларини ўлчаш;
- диаметри 50 дан 3000 мм гача бўлган қувурларни диагностика қилиш;
- тизимнинг ички қисмларини кўриб чиқиш;

Канализация тармоғининг тиклашни замонавий усуллари:

Хозирги вақтда замонавий технологияларнинг ёрдамида канализация тизимларини тиклашнинг кўплаб усуллари мавжуд.

Ушбу усулларнинг асосийларига қуйидагилар киради:

“Полимер енг” усули.

Диаметри 200 мм дан 1200 мм гача бўлган хар қандай материаллардан қурилган ўзи оқар қувурларни тиклаш учун ишлатилади. Диаметри 600 мм гача бўлган қувурларни реконструкция қилишда бошланғич чуқурларни тартибга солиш талаб этилмайди, иш мавжуд канализация қудуқлари ёрдамида амалга оширилади.

“Пневматик” усули.

Диаметри 150 мм дан 400 мм гача бўлган керамик, чўян ва асбест-цемент қувурлардан қурилган ўзи оқар қувурларни тиклаш учун ишлатилади.

Ушбу технология бошланғич қувурларини ўзгартиришни талаб қилмайди, иш мавжуд канализация қувурлари ёрдамида амалга оширилади.

Полиэтилен қувурлар ёрдамида **“Қувур ичидаги қувур”** усули.

Бу усул ўзи оқар ва босимли қувурларни реконструкция қилишда шунингдек хар қандай материаллардан тайёрланган диаметри 2000 мм гача бўлган **дюкерларда** ишлатилади.

Ушбу усул билан қайта қайта қуришда қувурнинг кесими камаяди, лекин материалнинг (полиэтилен) ғадир-будурлик коэффиценти паст бўлгани туфайли қувурнинг суюқликни ўтказиш хусусияти компенсация қилинади.

“Композит шишатолали элементлардан” фойдаланиш.

Ушбу усул диаметри 3000 ммю. гача бўлган турли материаллардан тайёрланган ўзи оқар каналлар ва коллекторларни реконструкция қилишда қўлланилади. Ушбу усул билан реконструкция қилиш жараёнида қувурнинг кесими камаяди, аммо материалнинг (**стеклопластик**) ғадир-будурлик коэффиценти пастлиги туфайли қувурнинг ўтказувчанлик хусусияти компенсация қилинади.

Ушбу технологиянинг ўзига хос хусусияти оқава сувларни олиб ташламасдан участкаларни тиклаш мумкин.

“Мак-Пайч” технологияси-каналларнинг ички юзасини поликварцит модуллари билан қоплаш.

Ушбу усул газ коррозиясига учраган катта диаметрли ўзи оқар каналларни реконструкция қилишда қўлланилади. Ушбу усул билан реконструкция қилиш жараёнида қувур кесими бироз камаяди, бу катта диаметрли каналларнинг ўтказувчанлигига таъсир қилмайди.

Ушбу усул хар қандай участканинг канализация каналларини тиклаш имконини беради, материалнинг емирилишига карши 50 йиллик кафолатдир.

“Per Arsleff” технологияси бўйича композит енг усули.

Бу усулда диаметри 1400 мм гача бўлган ва турли материаллардан қурилган босимли қувурлар ва дюкерларнинг реконструкция қилиш учун ишлатилади.

Қувур ички юзасига цемент-қум қопламасини қоплаш.

Қолдиқ девор қалинлиги камида 60% бўлган босимли пўлат қувурларни реконструкция қилиш учун ишлатилади. Ушбу усул босимли қувурларнинг реконструкция қилишнинг дастлабки усуллари билан биридир. Қоплама хусусиятларини тиклаш нуктаи назаридан ушбу усул юқоридаги барча реконструкция усуллари билан пастдир.

Спемраль ўраш SPR технологияси.

Ушбу технология эски қувур линиясида махсус ўраш машинаси ёрдамида ПВХ ёки полиэтилен профилни қоплашга асосланган. Диаметри 5500 мм гача бўлган қувурларни реконструкция қилишда қўлланилади.

Ушбу технология қувурларни реконструкция қилиш жараёнида бошланғич чуқурларни талаб қилмайди, ишлар мавжуд канализация қудуқлари ёрдамида амалга оширилади.

Хандақсиз реконструкция усулларидадан фойдаланиш шаҳардаги тупроқ ишларини магистрал йўллари катнов қисмида қазилган ишларини сезиларли даражада камайтиради.

Замонавий полимер материаллари қувурларда газ коррозияси жараёнларнинг ривожланишини, шунингдек биоген коррозиясининг қувурга келтираётган таъсирини олдини олади. Қувурларнинг гидравлик хусусиятларини яхшилайти ва канализация тармоқларини ишлатиш харажатларини камайтиради.

Адабиётлар

- [1]. Яковлев С.В. Канализация –М: строиздат, 1975, 632 с.
- [2]. Павлинова И.И Водоснабжение и водоотведение,- М: Юройт .2016, 310с.
- [3]. Ленский В.А. Водоснабжение и канализация –М: Высша школа, 1991, 432С
- [4]. Abdullayev B. X., Xudayqulov S. I., Sattorov S. M. SIMULATION OF COLLECTOR WATER DISCHARGES INTO THE WATERCOURSE OF THE FERGHANA VALLEY //Scientific-technical journal. – 2020. – Т. 24. – №. 3. – С. 36-41.
- [5]. Abdullayev B. X., Xudayqulov S. I., Sattorov S. M. VARIABLE FLOW RATE FLOW ALONG A PATH IN A CLOSED INCLINED PIPELINE //Scientific-technical journal. – 2020. – Т. 24. – №. 4. – С. 23-28.

SEYSMIK RAYONLARDA BARPO ETILGAN BINO INSHOOTLARNING TEXNIK EKSPLUATATSIYASI

Yu.A. Isoyev, U.R. Rahimjonov

*Farg'ona politexnika instituti, isoevu81@gmail.com
(Qabul qilindi 6.06.2022 y.)*

Maqolada ekspluatatsiya yaralanishida qurilish binolari va inshootlaridagi bir konstruktiv elementlarni yaratish asosida kuchayishi, bino va inshootlarni loyihalash va qurish ishlarini ishlab chiqarishdan foydalanish sifatini oldingidan belgilab beradi.

Tayanch so'zlar: *Seysmika, rama, infratuzilma, ekspluatatsiya, fazoviy birklik.*

В статье каждый конструктивный элемент здания или сооружения, возводимого в процессе эксплуатации, армируется на основе отдельных расчетов, процессы проектирования и строительства зданий и сооружений определяют качество их использования.

Ключевые слова: *Сейсмика, каркас, инфраструктура, эксплуатация, пространственная девственность.*

In the article, each structural element of a building or structure constructed during operation is reinforced on the basis of separate calculations, the design and construction processes of buildings and structures predetermine the quality of their use.

Keywords: *Seismic, frame, infrastructure, operation, space virginity.*

Har qanday barpo etilayotgan bino inshootlar mustahkam va turg'un holatini hamma vaqt o'zgartirmay saqlashi, shuningdek shakl o'zgarishi jihatidan unga qo'yiladigan talablarga javob berishi kerak. Aks holda ular zamindagi gruntда yuz beradigan o'zgarishlar ntijasida buzilishi, egilishi, buralishi, cho'kishi va shunga o'xshash nuqsonlarga olib kelishi mumkin.

Ekspluatatsiya jarayonida binolarning ishonchliligi pasayishi mumkin, zero tabiiy ta'sirlar ostida, asosan tashqi tarafdан атмосфера omillari va ichki tarafdан turli tajovuzkor texnologik chiqindilar ta'sirida konstruktsiya eskiradi va sekin-asta yemiriladi [1].

Seysmik rayonlarda qurilishi mo'ljallangan yangi binolarni loyihalashda va ekspluatatsiya qilinaётgan turar joylarni kapital remont qilishda, ular qanday konstruktiv va hisobiy yechimga ega

bo'lishlaridan va qo'llanilgan qurilish materiallardan qat'iy nazar, quyidagi asosiy tamoyillarga rioya qilinishi lozim:

Binoni umumiy tuzilishida simmetriyani, og'irlik va bikrlikni tekis taqsimlashni ta'minlovchi seysmik kuchlarni bir maromda tarqatilishi kerak. Bu tamoyildan kelib chikib binoning rejaviy shakli oddiy va kompakt bo'lishi kerak.

Binodagi ichki kuchlar, rama, diafragmalar bir tekis va simmetrik joylashishlari kerak, hamda ekspluatatsiya jarayonida ular rekonstruksiya qilinmaydilar [2].

Maxsus loyihalar bo'lmasa mahalliy kuchlanish berishdan saqlanish lozim, chunki bu bika konstruksiyani bino uchun zilzila sharoitida xavfli bo'lgan burama momentlarni keltirib chiqaruvchi bir tomonlama va mahalliy kuchlar tuplanishiga olib keladi. Tegishli hisoblarsiz ichki va o'rta devorda keng deraza o'rni qoldirishga yo'l quyilmaydi, chunki bunda zo'riqishlar paydo bo'lib va devor konstruksiyalarni buzulishga olib keladi.

Rejaviy shakli murakkab bo'lgan binolarni ekspluatatsiya qilishda binoning oddiy shaklga ajratuvchi zilzilaga qarshi choklarni yo'qotishga ruxsat berilmaydi. Bu choklarni me'yoriy kengligini ta'minlash zarur: - balandligi 5 m gacha bo'lgan binolar uchun kamida 5 sm; balandligi 5 m dan ortiq bo'lgan binolarning zilzilaga qarshi choklarini kengligi har 5 m balandalikda 2 sm dan ortib boradi.

Binoning xususiy og'irligining kamayishi hisobiga hamda vertikal yuk ko'taruvchi konstruksiyalarning qayishqoqligini oshirish yo'li bilan zilzila kuchi qiymatini pasaytirish. Agar bino qattiq konstruktiv sxemali yechimga ega bo'lsa, u holda vertikal yuk ko'taruvchi elementlar juda kichik deformatsiyaga ega bo'ladi. Binoga seysmik kuch ta'sir etganda ko'proq siljishga ishlaydi va qayishqoq konstruktiv sxemalikda esa ko'proq egilish deformatsiyasi o'rin oladi.

To'la yig'ma beton binolar uchun seysmika ta'sirini kamayishi asosan konstruksiya og'irligini pasayish hisobiga erishiladi. Seysmik rayonlarda ekspluatatsiya qilinadigan g'ishtli binolar uchun muhimroq bo'lgan talab termaning yaxlitligini va birinchi tamoyil talablariga rioya qilingan holda termaning orayopma bilan ishonchli bog'lanishni ta'minlash hisoblanadi. Qayishqoq konstruktiv sxemali binolarga karkasli binolar kiradi. Ularda ko'proq vertikal elementlar egiluvchi deformatsiyaga duchor bo'ladi. Ekspluatatsiya davrida panellari boshqa konstruktiv elementlar bilan birikuvning qattiqqligini oshirishga yo'l quyilmaydi, chunki aynan shu nuqtalarda seysmik kuchlar to'planib qolishi mumkin [3-4].

Seysmik ta'sirlarda binoni yuk ko'taruvchi elementlarini birgalikda fazoviy ishlashini va konstruksiyaning birikuv joylardagi va ayrim kesimlardagi plastik deformatsiya hisobiga eng katta yuklarni qabul qilib olishni ta'minlaydi. Rama karkasli binolarda bir xil elementlarning bir xil bikrlikka ega bo'lgan bir xil masofaga (shagga) ega bo'ladi, bu esa karkasning fazoviy o'zgarma tizimda bo'lishiga olib keladi. Karkasli konstruksiyalar ko'p marta statik noaniq tizim hisoblanadi, Shuni hisobiga karkasdagi unchalik katta bo'lmagan mahalliy deformatsiyalar binoni buzulishga va uning yuk ko'taruvchi elementlarini jiddiy shikastlanishga olib kelmaydi. Seysmik rayonlarda joylashgan binolarni navbatdagi bahor va kuzgi ko'riklarida bino elementlarining zilzilabardoshligini belgilab beruvchi asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalarni holatiga alohida e'tiborni qaratish lozim. Devor termasidagi, devor panellardagi, tashqi to'siq bloklardagi ayrim darzlar yoki korroziyaga qarshi himoyani buzilishi, to'la yig'ma beton binolardan qo'yilma elementlarni beton bilan yaxshi ishlov berilmaganligi keyingi rejaviy va tanlov remontlarini o'tkazish ro'yxatlarida aks ettirilishi lozim. Binoning yuk ko'taruvchi elementlarini texnik holati va mustahkamligini aniqlash uchun loyiha institutlarini ixtisoslashgan xodimlarini jalb etish kerak [5-6].

Zilzila yuz berganda turar joy ekspluatatsiya tashkiloti zudlik bilan quyidagi ogohlantirish choralarini ko'rish lozim: uydagi gaz ta'minoti tizimini o'chirish, issiq, sovuq suv elektr ta'minoti tizimini tekshirish va avariya holatida o'chirish shart; yong'inga qarshi xavfsizlik choralarini qo'llash va yong'in chiqish holatida Shu holatni yo'qotish choralarini ko'rish kerak.

Binodan odamlarni evakuatsiya qilish yo'llari holatiga alohida e'tibor qaratish kerak.

Zilziladan keyin zudlik bilan binoni qayta tiklash bo'yicha remont ishlari tavsifini va hajmini aniqlashi, agar buzilish darajasi bo'yicha binoni qayta tiklash iqtisodiy maqsadga muvofiq bo'lmasa yoki texnik jihatdan mumkin bo'lmasa uni buzish kerak [7].

Beqaror grunt qatlamlardan iborat asoslarda binolarni ekspluatatsiya qilishda qator talablarni bajarilmaslik yuk ko'taruvchi konstruktsiya elementlarini jiddiy deformatsiyalanishga olib keladi.

Bino asosini tashkil etuvchi beqaror strukturali gruntlarga ma'lum ekspluatatsiyaviy talablar bajarilmaganda va tashqi muhitning qo'shimcha ta'siri ostida jiddiy maxalliy o'tiruvchanlikka olib boruvchi o'zining fizik-mexanik tavsiflarini keskin o'zgartiruvchi gruntlar aloqadordir. Shunday o'tiruvchanlikka olib boruvchi qo'shimcha tashqi ta'sirlarga mexanik va fizik ta'sirlar kiradi. Mexanik ta'sirlar iashqi yuklarning kattaligi va o'sish tezligi bilan o'lchanadi. o'tiruvchan gruntlarga bo'lgan fizik ta'sirlar ichida asosning namlanishi xavfliroq hisoblanadi. O'tiruvchan gruntlarda mexanik va fizik ta'sirlarning bir vaqtda yuz berishi salbiy oqibatlar ko'proq bo'ladi. Masalan: sof tuproqlarni erkin namlanishidan ko'pincha qo'shimcha o'tiruvchanlik hosil bo'lmaydi.

Bunday gruntlarni yuk ta'siri bilan birgalikda namlanganda esa keskin o'tiruvchanlikka olib keladi. Poydevor asosidagi zo'riqish holatidagi o'tiruvchan gruntlarda vertikal yuk ta'siridagi odatdagi cho'kishdan tashqari, grunt namlanishidan qo'shimcha cho'kish hosil bo'lishi mumkin. Bunday qo'shimcha cho'kish o'tiruvchanlik deb ataladi, gruntlar esa o'tiruvchan deb ataladi. Ularni shu bilan birga yirik g'ovakli deb ham ataladi, chunki ularni g'ovaklilarini oddiy ko'z bilan ajratish mumkin [8].

Ekspluatatsiya sharoitlarida gruntlarga doimiy ravishda oz miqdordagi suv ta'sir qilsa va injener kommunikatsiyalarni ishdan chiqish (avariya) holda asosni cho'kishga olib keladi.

Birinchi holda binoni o'tiruvchanlik kichik tezlikda boradi (oyiga -12mm gacha) ikkinchi holda o'tiruvchanlik tezligi katta miqdorda va u binoning yuk ko'taruvchi elementlarni jiddiy deformatsiyalanishiga sabab bo'lishi mumkin.

Ikkinchi holda o'tiruvchanlik tezligi 50 mmsut, tog' oldi rayonlarda esa 250 mm sut gacha bo'ladi.

Gruntlarni o'tiruvchanligini boshlanishini o'z vaqtida aniqlash uchun binolarga o'rnatilgan reperlarning geometrik holatini doimiy nazoratda tutish kerak. o'tiruvchanlini binoni ekspluatatsiyasining birinchi ikki yilida kamida 3 oyda 1 marta o'lchash shart. Agarda suv oqimi ma'lum bo'lsa har kuni grunt o'tiruvchanligi o'lchanadi.

Doimiy muzlovchi tuproqlarda qurilgan binolar texnik ekspluatatsiyasi.

Doimiy muzlovchi gruntli xududlarda ekspluatatsiya qilinuvchi binolar konstruktiv yechimi va to'sin konstruktsiyalar uchun qo'llaniladigan ashyolarga ko'ra shartli ravishda quyidagi guruhlarga bo'linadi.

O'zining qurilish industriyasi hususiy ishlab chiqarish bazasiga ega bo'lgan yoki dengiz, daryo, temiryo'l transport kommunikatsiyalariga yaqin joylashgan aholi punktlarida barpo qilinuvchi, uzoq muddatga ekspluatatsiyaga mo'ljallangan (umrboqiyiligi I-II daraja) g'ishtdan, yirik blok va panellardan iborat kapital binolar.

Ayrim rayonlarda qurilish uchun mo'ljallangan, xizmat muddati 15 yilgacha bo'lgan yig'ma-ajratma binolar.

Ishlari doimiy ko'chish bilan bog'liq bo'lgan kichik guruh odamlar uchun ko'chma binolar. Bunday hajmiy blok- konteynerlar yoki konteynerlarda tashishi uchun yig'iluvchan ko'rinishda tayyorlanadi.

Binolarni doimiy muzlash sharoitida texnik ekspluatatsiya qilish quyidagi talablarga rioya qilishini ko'zda tutish kerak:

-bino qurilganidan keyin uning asosiga asos gruntining muzlash xolatining o'zgarishi keltirib chiqaradigan deformatsiyalar, birinchi davr mobaynida yuz beradi;

-yuklanish ta'siri keltirib chiqaruvchi me'yoriy cho'kish deformatsiyalari to'xtaganidan keyingi ekspluatatsiya davrida sovutuvchi qurilmalarning yaxshi, hamda ularning me'yoriy ishlanishi ta'minlash lozim:

binoning poydevori asosida kerakli harorat rejimini yaratish uchun ekspluatatsiya jarayonida quyidagi sharoitlarga rioya qilish lozim:

bino qurilishida chuqurlik bo'yicha t_{\max} egri chizig'ining holatining barqarorligiga; ekspluatatsiya jarayonining butun davrida asosdagi kerakli $t_{o'r}$ qiymatli temperatura rejimini saqlab turishni kafolatlovchi hisobiy choralarni ta'minlash. Faqatgina t_{\max} va $t_{o'r}$ qiymatlarini birga yo'l qo'yiluvchi qiymatlar chegarasida tutib turishgina binoni yahshi holatini kafolatlashi mumkin[9].

Xullosa

Ushbu maqolada zilzilla ta'sirlarda binoni yuk ko'taruvchi elementlarini birgalikda fazoviy ishlashini va konstruktsiyaning birikuv joylardagi va ayrim kesimlardagi plastik deformatsiya hisobiga eng katta yuklarni qabul qilib olishni ta'minlaydi. Shuningdek, binoga seysmik kuch ta'sir etganda ko'proq siljishga ishlaydi va qayishqoq konstruktiv sxemalikda esa ko'proq egilish deformatsiyasi o'rin oladi.

Adabiyotlar

- [1]. Рахимов Б.Х., Қосимова С.Т., Шоджалилов С.Т., Бадер О.А. “Бино ва иншоотлар реконструкцияси” Ўқув қўлланма Тошкент 2008. -216 б.
- [2]. Б.Х., Қосимова С.Т., Шоджалилов С.Т. “Биноларни техник эксплуатациясига хос хусусиятлари. Ўқув қўлланма I-Қисм. Тошкент, 2004й.
- [3]. Асқаров Б.А. Низомов Ш.Р. Дарслик. Темир-бетон ва тош ғишт конструкциялари. Ўзбекистон Т.,2008й.
- [4]. Мирахмедов М.М, Қосимова С.Т., Шоджалилов С.Т., “Бино ва иншоотларни техник эксплуатацияси”. Дарслик, тошкент 2013 й.
- [5]. ҚМҚ 2.01.03-96 «Зилзилавий хуудларда қурилиш» ЎЗР Давархитектқурилишқўм.1995 - 59 бет.
- [6]. Николаев И.И. Проектирование железобетонных конструкций зданий для строительства в сейсмических районах.Ташкент. Укитувчи, 1990-232 с.
- [7]. В.К. Егупов, ТА. Командрина, В.Н. Голобородько. Пространственные расчеты зданий. Киев, «Будівельник», 1976 -264 с.
- [8]. Абдужаббаров А.Х. Сейсмостойкость автомобильных районах. Минтранса России от 23.05.2003 № ОС-462-р.
- [9]. Б.С. Рахмонов. Иншоотлар динамикаси ва зилзилабардошлиги асослари. Ўқув қўлланма. Урганч. 2012 й. 275 бет.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ ГИПСОВОГО СЫРЬЯ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГИПСА

Ш.Ш. Кузибаев

Ферганский политехнический институт
(Получена [27.08.2022 г.](#))

Gips Gipsli bog'lovchilar - mineral havo moddalari - faqat havoda qattiqlashadigan, uzoq vaqt saqlaydigan va kuchini oshiradigan moddalar. Ishlab chiqarish usuliga ko'ra gipsli bog'lovchilar uchta asosiy guruhga bo'linadi: I. Xom ashyoni issiqlik bilan ishlov berish natijasida olinadigan bog'lovchilar: - kam yonadigan gipsli bog'lovchilar ikki suvli gipsni 150 ... haroratgacha qizdirish orqali olinadi.

Tayanch so'zlar: *Gips asosida qurilish materiallarini ishlab chiqish.*

Гипсовые вяжущие относятся к минеральным воздушным веществам – вещества, которые твердеют, долго сохраняют и повышают свою прочность только на воздухе. В зависимости от способа получения гипсовые вяжущие вещества делятся на три основные группы: I. Вяжущие, получаемые термической обработкой сырья:

Низкообжиговые гипсовые вяжущие вещества получают при нагревании двухводного гипса до температуры 150...160 с

Ключевые слова: *Разработка строительных материалов на основе гипса.*

Gypsum binders are mineral air substances - substances that harden, retain for a long time and increase their strength only in air. Depending on the method of production, gypsum binders are divided into three main groups: I. Binders obtained by heat treatment of raw materials: - Low-burning gypsum binders are obtained by heating two-water gypsum to a temperature of 150 ..160 с

Keywords: *Development of building materials based on gypsum.*

Гипс Гипсовые вяжущие относятся к минеральным воздушным веществам – вещества, которые твердеют, долго сохраняют и повышают свою прочность только на

воздухе. В зависимости от способа получения гипсовые вяжущие вещества делятся на три основные группы: I. Вяжущие, получаемые термической обработкой сырья: - Низкообжиговые гипсовые вяжущие вещества получают при нагревании двухводного гипса до температуры 150...160 с

частичной дегидратацией двухводного гипса и переводом его в полуводный гипс - Высокообжиговые (ангидритовые) вяжущие получают обжигом двухводного гипса при более высокой температуре до 700...1000 с полной потерей химически связанной воды и образованием безводного сульфата кальция – ангидрита . II. Вяжущие, получаемые без термической обработки (безобжиговые) -на основе природного двуводрата сульфата кальция -на основе

природного ангидрита со специальными добавками для активации твердения III. Вяжущие, получаемые смешиванием гипсовых вяжущих I или II групп с различными компонентами (минеральными и химическими: известь, портландцемент, добавки) Вяжущие I и II групп являются неводостойкими, вяжущие III группы относятся к водостойким вяжущим. Гипсовым вяжущим называют воздушное вяжущее вещество, состоящее преимущественно из полуводного гипса и получаемое путем тепловой обработки гипсового камня при температуре 150...160. При этом двухводный гипс , содержащийся в гипсовом камне, дегидратирует по уравнению В этих условиях образуются мелкие кристаллы полуводного сернокислого кальция -модификации; такой гипс обладает повышенной водопотребностью (60...65% воды). Избыточная вода, т.е сверхпотребная на гидратацию гипса (15%) , испаряется,

образуя поры, вследствие чего затвердевший гипс имеет высокую пористость (до 40%) и соответственно небольшую прочность. Для приготовления высокопрочного гипса используют полуводный гипс -модификации, имеющий меньшую водопотребность гипса (40...45% воды)и, следовательно, большую плотность и прочность. Модификационный состав обожженногсущественно влиять на качество конечного продукта. Содержание той или иной модификации в гипсовом вяжущем во многом определяется режимом обжига гипса, регулируя который можно получать вяжущие с требуемыми свойствами. Таблица 1 Модификационный состав гипсовых вяжущих Количественное содержание фазового состава вяжущего в зависимости от способа обжига, % Гипсоварочный котел Вращающаяся печь Мельница «Кладиус Петерс»

Автоклав 83-85 70-75 30.6 - - - 81.2 -растворимый ангидрит 10-13 11.6-14.0 7.5-15 10.7 –нерастворимый ангидрит+минеральные примеси 1-3 9-11.5 46.4 1.8 2-4 2-8 4-11 5.6 Количество гидратной воды 6.0-6.2 6.0-6.5 4.6 6.1 Производство гипса складывается из дробления, помола и тепловой обработки (дегидратации) гипсового камня. Сырьем для производства гипсовых вяжущих служат природный гипсовый или ангидритовый камень; гипсосодержащие отходы различных отраслей

промышленности (фосфогипс, сажа, глиногипс). Природное гипсовое минеральное сырье и гипсосодержащие отходы используются не только в гипсовой промышленности, но и в цементной, химической, бумажной промышленности, сельском хозяйстве. Существует несколько технологических схем производства гипсового вяжущего: в одних помол предшествует обжигу, в других помол производится после обжига, а в третьих помол и обжиг

совмещаются в одном аппарате. Тепловую обработку гипсового камня производят в варочных котлах, сушильных барабанах, шахтных или других мельницах (I). Полуводный гипс -модификации получают путем запаривания гипсового щебня в автоклаве, самозапарочных аппаратах, демпферах. Высокопрочный гипс получают в котлах(реакторах) 1. Производство гипса с применением варочных котлов. Гипсовый камень, поступающий на завод в

крупных кусках, сначала дробят, затем измельчают в мельнице, одновременно подсушивая его. В порошкообразном виде камень направляют в варочный котел периодического или непрерывного действия. Варка происходит за счет обогрева днища и

стенок котла, а также жаровых труб внутри котла, которые в охлажденном состоянии удаляются по дымовой трубе. Продолжительность варки 90...180 мин. При варке в котле гипс не соприкасается с

топочными газами, что позволяет получать чистую продукцию, не загрязненную золой топлива. о гипса заметно различается, в зависимости от качества сырья и способа обжига, что может существенно влиять на качество конечного продукта. Содержание той или иной модификации в гипсовом вяжущем во многом определяется режимом обжига гипса, регулируя который можно получать вяжущие с требуемыми свойствами. Таблица 1 Модификационный состав гипсовых вяжущих Количественное содержание фазового состава вяжущего в зависимости от способа обжига, % Гипсоварочный котел Вращающаяся печь Мельница «Кладиус Петерс»

Автоклав 83-85 70-75 30.6 - - - 81.2 -растворимый ангидрит 10-13 11.6-14.0 7.5-15 10.7 –нерастворимый ангидрит+минеральные примеси 1-3 9-11.5 46.4 1.8 2-4 2-8 4-11 5.6 Количество гидратной воды 6.0-6.2 6.0-6.5 4.6 6.1 Производство гипса складывается из дробления, помола и тепловой обработки (дегидратации) гипсового камня. Сырьем для производства гипсовых вяжущих служат природный гипсовый или ангидритовый камень; гипсосодержащие отходы различных отраслей

промышленности (фосфогипс, сажа, глиногипс). Природное гипсовое минеральное сырье и гипсосодержащие отходы используются не только в гипсовой промышленности, но и в цементной, химической, бумажной промышленности, сельском хозяйстве. Существует несколько технологических схем производства гипсового вяжущего: в одних помол предшествует обжигу, в других помол производится после обжига, а в третьих помол и обжиг

совмещаются в одном аппарате. Тепловую обработку гипсового камня производят в варочных котлах, сушильных барабанах, шахтных или других мельницах (I). Полуводный гипс -модификации получают путем запаривания гипсового щебня в автоклаве, самозапарочных аппаратах, демпферах. Высокопрочный гипс получают в котлах(реакторах) 1. Производство гипса с применением варочных котлов. Гипсовый камень, поступающий на завод в

крупных кусках, сначала дробят, затем измельчают в мельнице, одновременно подсушивая его. В порошкообразном виде камень направляют в варочный котел периодического или непрерывного действия. Варка происходит за счет обогрева днища и стенок котла, а также жаровых труб внутри котла, которые в охлажденном состоянии удаляются по дымовой трубе. Продолжительность варки 90...180 мин. При варке в котле гипс не соприкасается с

топочными газами, что позволяет получать чистую продукцию, не загрязненную золой топлива.

Выводы. Результаты проведенных исследований показали, что использования для повышения теплоизоляции в энергоэффективном строительстве отходов производства плит из травертина (взамен искусственных пористых заполнителей - относительно дорогих) в состав гипса, позволили получить теплоизоляционный композиционный материал, обладающий достаточно низкими показателями теплопроводности и теплоёмкости.

Отделочные плиты на основе композиционного гипса рекомендуется использовать в энергоэффективном строительстве в виде плит для отделки внутренних стен зданий, с целью обеспечения теплоизоляции внутри помещения, а также при обработке водостойкими составами и для внешней отделки фасадов.

Список литературы

- [1]. Melg'nichenko L.G., Saxarov B.P., Sidorov N.A. *Texnologiya silikatov /Pod red. Matveeva M.A.-M.:Vqsshaya shkola, 1969.-360 s.*
- [2]. Mirzajanov Mimirjon Alimovich, Otakulov Bakhromjon Adhamovich, Kuziboev Shoirjon Shavkat O'Gli, & Khamidov Adkhamjon Inomjonovich (2022). Importance of sulphate-resistant Portland cement in construction. *Ta'lim fidoyilari, 22 (7), 65-68.*

- [3]. Mirzajanov Mampirjon Alimovich, Otakulov Bakhromjon Adhamovich, Kuziboev Shoirjon Shavkat O'Gli, & Khamidov Adkhamjon Inomjonovich (2022). The effect of high temperatures on Portland cement stone. Ta'lim fidoyilari, 22 (7), 62-64.
- [4]. Mirzajanov Mampirjon Alimovich, Khamidov Adkhamjon Inomjonovich, Otakulov Bakhromjon Adhamovich, Kuziboev Shoirjon Shavkat O'Gli (2022). Use of plasticized Portland cement. Ta'lim fidoyilari, 22 (7), 69-72
- [5]. Voljenskiy A.V. Mineralgpnqe vyajuopie veshstva. M., Stroyizdat. 1979.

УДК 728.6.697.5

**ҚУЁШ ИСИТИШ ТИЗИМИНИ ҚУРИЛИШ-ИҚЛИМИЙ ЗОНАЛАРГА МОС
ТАРЗДА ҚЎЛЛАШ ОРҚАЛИ ТУРАР-ЖОЙ БИНОЛАРИНИНГ
ЭНЕРГИЯСАМАРАДОРЛИГИНИ ТАЪМИНЛАШ**

Н.Н. Норов¹, А.Х. Мингяшаров², Ю.Ж. Худайназарова²

¹Ўзбекистон Республикаси Қурилиш Вазирлиги

²Тошкент архитектура-қурилиш институти

(тел.90-320-46-46, e-mail.: n.norov@mail.ru)

(Қабул қилинди 24.09.2022 й.)

Мақолада Ўзбекистоннинг қурилиш-иқлимий зоналарини инобатга олиб турар-жой биноларини қуёш нури билан иситишда пассив тизимлардан фойдаланиш самарадорлигини таъминлашнинг ечими бўйича тавсиялар келтирилган.

Калит сўзлар: қуёш иситиш тизими, пассив тизимлар, актив тизимлар, қурилиш-иқлимий зоналар, иссиқлик изоляцияси, энергиясамарадорлик, қайта тикланувчи энергия манбаи, қуёш радиацияси, қуёш батареялари, ланшафт, яшил зона.

В статье представлены рекомендации по решению проблемы обеспечения эффективности использования пассивных систем солнечного отопления жилых домов с учетом строительно-климатических зон Узбекистана.

Ключевые слова: солнечная система отопления, пассивные системы, активные системы, строительные и климатические зоны, теплоизоляция, накопление энергии, возобновляемые источники энергии, солнечное излучение, солнечные батареи, ландшафт, зеленая зона.

The article presents recommendations for solving the problem of ensuring the efficiency of using passive solar heating systems for residential buildings, taking into account the building and climatic zones of Uzbekistan.

Keywords: solar heating system, passive systems, active systems, building and climatic zones, thermal insulation, energy storage, renewable energy sources, solar radiation, solar batteries, landscape, green area.

Қуёш иситиш тизимини қурилиш-иқлимий зоналарга мос тарзда қўллаш орқали турар-жой биноларининг энергия самарадорлигини таъминлаш учун қуйидаги талабларга риоя қилиш лозим:

тўсувчи конструкцияларнинг иссиқлик ўтказишга келтирилган қаршилиги, ҳаво ўтказувчанлиги ва иссиқбардошлиги ШНҚ 2.01.04 норматив ҳужжат билан ўрнатилгандан паст бўлмаслигини;

иситиш, вентиляция, ҳавони кондиционерлаш ва иссиқ сув таъминоти муҳандислик тизимлари ва ускунаси энергия тежамкор, автоматик ва қўл билан бошқарилишга эга, ҳамда ШНҚ 2.04.05 ва ШНҚ 2.04.16 норматив ҳужжатлар талабларига мувофиқ бўлишини.

Бинонинг оптимал техник-иқтисодий кўрсаткичларига эришиш ҳамда иситиш ва кондиционерлашга нисбий солиштирма энергия сарфларини қискартириш мақсадида қуйидагиларни қўллаш тавсия этилади:

қурилиш ҳажми бирлигига тўғри келадиган ташқи тўсиқ конструкцияларининг мумкин бўлган энг кам юзасига эга биноларнинг энг ихчам ҳажмий-тарҳий ечимини. Бинолар ихчамлиги йўл қўйилган даражада корпус кенглигини ошириш ва қаватлар сонини

кўпайтириш ҳисобига, табиий ёритиш ва шамоллатиш талабларидан келиб чиқиб, хоналарни мақсадга мувофиқ блокировка қилиш ҳисобига эришилади;

бино ва унинг хоналарини совуқ шамол ва қуёш радиацияси оқимларининг афзалроқ йўналишларини ҳисобга олиб, қутб томонларига нисбатан ориентацияни;

чиқиб кетаётган ҳаво ва оқова сувларни утилизация қилиш (қайта қўллаш), энергиянинг қайта тикланувчан манбаларидан (қуёш, шамол ва бошқалар) фойдаланиш лозим[3].

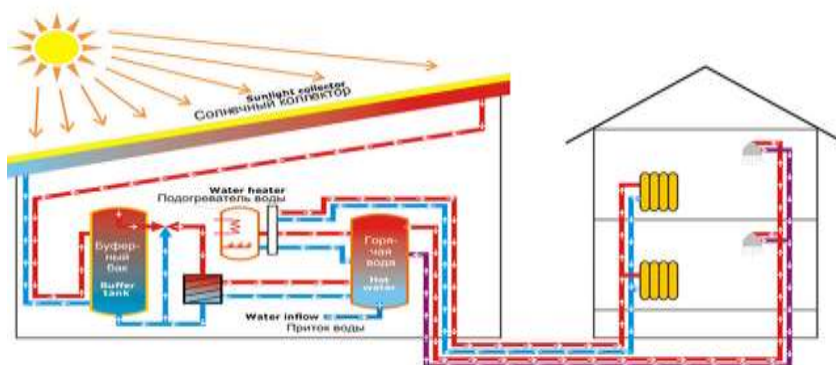
Қуёш энергиясидан фойдаланиб пассив тизимларда биноларни иситишда илм-фан тараққиёти илғор усулларни тақдим этмоқда. Бу борада ишлаб чиқилган қурилиш технологиялари биноларни лойиҳалаштиришда бино барпо этилаётган жойнинг иқлим шароити, фойдаланилаётган қурилиш материаллари ҳисобга олинишини назарда тутати. Бу қурилиш ниҳоясига етгач, бинони ёритиш, иситиш ёки совутиш учун қуёш энергиясидан имкон қадар кўпроқ фойдаланишда зарур. Қурилишни лойиҳалаштиришда бино тузилиши ўзида қуёш энергиясини тўплайдиган 1-расмда келтирилган коллектор вазифасини ўтайди. Хусусан, турар-жой биноларини лойиҳалаштириш ва қуришда жануб томонга қараган деразалар кўп бўлиши кўзда тутилади. Шундагина қишда дераза орқали қуёш нури кўпроқ тушиб, уйга илқик киради. Ёзда эса қуёш нури тушишини камайтириш мақсадида бинонинг шарқий ва ғарбий томонларида деразалар кам бўлиши керак.



1-расм. Пассив қуёш иситиш тизимли лойиҳа.

Мана шундай лойиҳа асосида қурилган уйлар қишда ёруғ ва иссиқ, ёзда салқин бўлади. Бундай биноларни лойиҳалаштиришда деразаларнинг жойлашуви, кираётган иссиқлик ва иссиқлик изоляцияси ягона конструкторлик тизимини ташкил қилади. Экологик тоза, ўзини ўзи энергия билан таъминлайдиган шинам биноларда табиий ёруғлик кўп бўлади ва натижада иссиқлик энергияси анча тежалади. Деворлар, шифт ва полнинг иссиқлик изоляцияси материаллари билан қопланиши бундай биноларда иссиқликнинг кўпроқ вақт сақланиб туришини таъминлайди. Сўнгги вақтларда экологик мусоффоликка интилиш кучайиб бораётгани боис қайта тикланадиган энергетика тизимларига эга бу каби “яшил” лойиҳалар сони ортмоқда [4].

Қуёш энергиясидан фойдаланиб актив тизимларни биноларни иситишда қўллаш учун олимларнинг таъкидлашича, қуёш энергиясидан фойдаланиш бўйича актив тизимлар асосини 2-расмда келтирилган қуёш батареялари – қуёш энергиясини қабул қилиб, ўзгартирадиган модуллар тўплами ташкил қилади. Аксарият ҳолларда қуёш



2-расм. Актив қуёш иситиш тизимли лойиҳа.

батареялари ҳақида сўз борганда, қуёш энергиясини электр энергиясига айлантирадиган мослама назарда тутилади. Қуёш батареялари электр энергиясини мунтазам ишлаб чиқариш ёки кейинчалик фойдаланиш учун уни тўплаш имкониятига эга. Бундай батареялар илк бор фазо йўлдошларида фойдаланилган.

Қуёш батареялари тузилишининг оддийлиги, ўрнатишнинг осонлиги, кўп хизмат талаб этмаслиги ва узоқ муддат фойдаланиш мумкинлиги билан ажралиб туради. Ўрнатиш учун қўшимча жой талаб қилмайди. Сояда узоқ вақт қолдирмаслик ва юзасидаги чангни ўз вақтида артиб туриш ундан фойдаланишнинг ягона шартидир. Бундай батареялар нафақат қуёшли кун, ҳатто булутли кунларда ҳам энергия ишлаб чиқара олади. Замонавий қуёш батареялари ўн йиллар давомида ишлаш қобилиятини сақлаб қолади. Хавфсизлиги, самарадорлиги ва узоқ муддат ишлаши билан ажралиб турадиган бундай тизим камдан-кам учрайди. Бугунги кунда қуёш энергиясини ўзида тўплайдиган аккумулятор манбалари ўрнатилган бинолар кўплаб қурилмоқда. Қуёш батареялари бинолар томи ёки махсус таянчларга ўрнатилади[5].

Қуёш энергияси, шубҳасиз, келажак энергиясидир. Бугунги кунда дунё мамлакатлари газ ва нефть нархининг ошиши сабабли анъанавий ёқилғи турларидан воз кечмоқда. Аксарият мамлакатларда қуёш энергиясидан фойдаланишни ривожлантириш бўйича давлат дастурлари ишлаб чиқилган.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги “2022 — 2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида” ПФ-60-сонли Фармонида “Ижтимоий, тижорат ва маъмурий-маиший бино ва иншоотларнинг энергия самарадорлигини ошириш” Миллий дастурини ишлаб чиқиш, бунда:

«Янги Ўзбекистон массивлари» давлат дастурлари доирасида қуриладиган уй-жой, ижтимоий ва тижорат объектларини қуришда қайта тикланувчи энергия манбаларидан электр ва иссиқлик энергиясини ишлаб чиқарувчи қурилмалардан кенг фойдаланиш;

хусусий сектор, ижтимоий соҳа ва маҳаллий бошқарув органлари объектларида қайта тикланувчи энергия манбаларини жорий этиш бўйича намунавий лойиҳаларни ишлаб чиқиш; ижтимоий соҳа объектлари ва бошқа бюджет ташкилотларининг раҳбарлари ва масъул ходимларига қайта тикланувчи энергия манбаларини жорий этишини рағбатлантириш чораларини кўллаш;

камбағал аҳоли қатламларига қайта тикланувчи энергия манбаларини жорий этиш борасида давлат томонидан рағбатлантириш ва молиялаштириш механизмларини белгилаш вазифалари белгилаб берилган [2].

Ўзбекистон шароитида турар-жой биноларини лойиҳалаш СанПиН 0146-04 ва ШНҚ 2.01.01 норматив ҳужжатларга мувофиқ қурилиш-иқлимий зоналарига мос равишда, зоналар ва зона остилар асосий хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда амалга оширилиши керак:

I зона - саҳро иқлими таъсирида бўлган, ўта ноқулай ёзги шароитга эга ҳудудлардан иборат. I зонада айниқса юқори давомли жазирама даврли IA ва IB зона остилар, ҳавоси юқори даражада чангли IA, IB ва IG зона остилар ажратилган, IG зона ости совуқ қиши билан ажралиб туради.

II зона - тоғолди воҳалар, табиий-иқлимий ва ландшафт шароитлари нисбатан яхши бўлган водийлар ва ясситоғли туманлар.

III зона - тоғли ҳудудлар — ўта ноқулай экстремал қишги шароитлари билан ажралиб туради.

I қурилиш-иқлимий зонада турар-жой биноларининг архитектура-тарҳий ечимлари истиқоматгоҳни ёзги жазирама, шунингдек шамол ва чангдан ҳимоялашни таъминлаши керак. Яшаш хоналарини чанг-тўзон таъсиридан ҳимояланган ҳовли бўшлиқларига очилишини таъминлайдиган, максимал кенг корпусли турар-жой уйларнинг ихчам қурилган ёки ярим қурилган композицион-тарҳий ечимларини қўллаш тавсия қилинади;

кўпқаватли уйларда уй структураси ичига «чукур киритилган» ойнаванд пешайвонлар, камқаватли уйларда эса ёпиқ ҳовлилар қўллаш мақсадга мувофиқдир.

II қурилиш-иқлимий зонада архитектура-тархйй ечимлар иқлимнинг оромбахш шароитларидан максимал фойдаланишга, шу билан бир вақтда истиқоматгоҳни ортикча жазирамадан ҳимоялашга қаратилган бўлиши керак. Жазирамадан ҳимоялаш соябонлаш, истиқоматгоҳни ташқи кўкаламзор муҳитга очиш, оромбахш салқин шамоллар йўналишини ҳисобга олган ҳолда шамоллатиш ҳисобига таъминланади.

III қурилиш-иқлимий зонада архитектура-тархйй ечимни танлашда етакчи омил, бу истиқоматгоҳни қиш даврида ўта ноқулай иқлим таъсиридан ҳимоялашдир. Истиқоматгоҳ ва пешайвонлар асосан жанубий (жануби-шарқ, жануби-ғарб) уфққа қаратилган, ихчам композицион-тархйй ечимлар қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади.

Турар-жой биноларини планировкаси, жойланиши ва уфққа нисбатан ўрни яшаш хоналарининг 22 март - 2 сентябр даврида узлуксиз давом этадиган инсоляцияси 2,5 соатдан кам бўлмаслигини таъминлаши керак; кун давомида инсоляциянинг умумий вақти 0,5 соатга ошганда яшаш хоналарини инсоляцияси бир марта узилишига йўл қўйилади.

Турар-жой бинолари уфққа нисбатан ноқулай жойлашганда яшаш хоналарини ортикча қуёш радиацияси ва исиб кетишдан сақлаш кўзда тутилиши керак. I ва II зоналарда яшаш хоналари деразалари уфқнинг ғарбий қисмига 200 - 290° оралиғида қаратилмаслиги керак. Уфқнинг кўрсатилган қисмига: иккихонали квартирада — битта хонани, учхоналикда-иккитагача, ётоқхоналарда — офтобдан соябон қурилмаси бўлганда ёки махсус ойнакланган бўлса, кўпи билан 25% яшаш хоналари қаратилишига йўл қўйилади.

I ва II зоналарда яшаш хоналари уфқнинг 200 - 290° секторига қаратилганда офтобдан ташқи соябон қурилмалари қўлланилиши керак; турар жой қулайлиги «яхшилланган» ва «юқори» классида офтобдан соябон қурилмаси: I зонада — 70 - 290° оралиғида, II зонада — 180 - 290° оралиғида қўлланилиши тавсия этилади.

II зонада 1 - 4 қаватли биноларда офтобдан соябон кўкаламзорлаш воситаси билан таъминланади. I зонада кўкаламзорлаш ҳисобига эришиладиган офтобдан соябон 2-қаватгача бўлган биноларда самаралидир. IA ва II остзоналарда сидирға (ёриқларсиз) соябон тавақалари қўллаш тавсия этилади[3].

Бугун иқлим ўзгариши инсоният олдида турган энг жиддий муаммо экани жаҳон ҳамжамияти томонидан тан олинган. Иқлим ўзгариши инсон ҳаётининг барча соҳаларига таъсир кўрсатмоқда ва иқлим ўзгаришининг салбий оқибатларини олдини олиш ҳамда янги ҳаёт шароитларига мослашиш бўйича кечиктирилмайдиган чоралар кўришни талаб этмоқда[1].

Иқлим ўзгаришларининг олдини олиш ва унга мослашиш учун қуйидаги чоратадбирларни амалга ошириш талаб этилади:

- иссиқхона газларини камайтириш. Бунинг учун биринчи навбатда ишлаб чиқариш корхоналари, Иссиқлик электр станциялари ва бошқа атмосферага ифлослантирувчи моддалар чиқарувчи ташкилотларда экологик тоза технологияларни жорий этиш орқали атмосферага ташланаётган иссиқхона газлари миқдорини камайтириш зарур;

- ёкилгилар сифатини янада яхшилаш. Экологик тоза транспорт воситаларини кўпайтириш, шу жумладан кенг жамоатчилик учун қулай бўлган велойўлакчалар ташкил этиш ўз навбатида иссиқхона газлари миқдорини камайтиради;

- кўкаламзорлаштириш ишларини амалга ошириш. Табиий дренаж ҳисобланган кўп йиллик дарахтларнинг экилиши ҳудуддаги микроиқлимни юмшатишга сабаб бўлади. Шунингдек, Кўкаламзорлаштирилган ҳудудларни, айниқса шаҳар ва автомобил йўллари четида яшил ҳудудларни кенгайтириш зарарли моддалар миқдорини камайишига хизмат қилади;

- сувдан оқилона фойдаланиш. Томчилаб суғоришни ташкил этиш, сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш ҳам ўз навбатида иқлим ўзгаришларига мослашиш учун хизмат қилади;

- яшил иқтисодиётни ривожлантириш, яъни чиқиндисиз технологиялар. Энергиятежамкор, ресурстежамкор, чиқиндисиз, кам чиқиндили технологиялардан

фойдаланишни жорий этиш ёки бошқачароқ қилиб айтганда мамлакатда яшил иктисодиётни жорий этиш зарур;

- қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш. Куёш, шамол энергияларидан фойдаланиш билан биргаликда атом энергетикасини ривожлантириш орқали атмосферага иссиқхона газлари чиқарилишини олдини олиш орқали иқлим ўзгаришлари оқибатларини маълум бир даражада камайтириш мумкин.

Хулоса қилиб айтганда:

1. Ўзбекистоннинг географик ва иқлим шароити учун кўп кунлик об-ҳаво яхши бўлган куёш иситиш тизимлари орасида пассив куёш иситиш тизимларига устунлик берилди. Уйларни шундай лойиҳалаш керакки, махсус жиҳозлардан фойдаланмасдан бинонинг ўзи унга келадиган куёш энергиясидан максимал даражада фойдаланади.

2. Пассив куёш иситиш тизими технологиясини амалий қўллаш учун зарур ҳарорат режимини таъминлаш мақсадида бинонинг иссиқлик барқарорлигини хоналарнинг ички микроиқлимнинг ҳарорат параметрларига таъсирини ўрганиш керак.

3. Тенг шароитларда пассив куёш иситиш тизими актив тизимдан икки баравар самаралидир, чунки у нисбатан паст ҳароратда ишлайди, бу хона ҳароратидан атиги 5 ... 15°C га ошади. Пассив тизимнинг афзалликлари, шунингдек, ярим очиқ об-ҳавода узлуксиз кирувчи куёш энергиясидан фойдаланишда ҳам намоён бўлади. Бундай ҳолларда, куёшни қабул қилувчининг инерцияси туфайли, актив тизим фойдали иссиқлик ҳосил қила олмайди. Пассив тизимларнинг иссиқлик баланси, ҳатто тўлиқ булут қопламаси бўлган баъзи ҳолатларда ҳам ижобийдир.

Адабиётлар

- [1]. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2021 йил 9 июндаги № 305 F-сонли фармойишининг “Иқлим ўзгаришининг Ўзбекистондаги оқибатларини юмшатиш бўйича қисқа ва ўрта муддатли чора-тадбирлар режаси”.
- [2]. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон Фармони билан тасдиқланган 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясини “Инсон кадрини улуғлаш ва фаол маҳалла йили”да амалга оширишга оид давлат дастури.
- [3]. ШНҚ 2.08.01-19 “Турар жой бинолари” шаҳарсозлик нормалари ва қоидалари.
- [4]. Норов Н.Н. “Энергиясамарадор ва энергиятежамкор биноларни қуриш, табиат ва атроф муҳитга етадиган зарарни камайтиради. Мақола, “Ўзбекстон Бунёдкори” газетаси 2022 йил 18 мартдаги № 20-21-сон.
- [5]. Жук П.М. Значение материалов для повышения энергоэффективности зданий // Энергоснабжение. 2016. № 4. С. 46–53. Режим доступа: http://abok.ru/for_spec/articles/32/6426/6426.pdf.

UO*К 656.25

МИКРОELEKTRON IMPULS VA KOD UZATGICHLARNI YARATISH HAMDA ULARNING FUNKSIONAL SXEMASINI ISHLAB CHIQUISH

N.M. Aripov, Z.F. Mirzaraxmedov, Sh.B. Djabbarov, B.B. Rahmonov

Toshkent davlat transport universiteti

Toshkent davlat transport texnikumi, Mashinistlar tayyorlov markazi

aripov_nm@mail.ru, zafar3086@mail.ru, shuhratassistant@gmail.com, rahmonov1991@mail.ru.

(Qabul qilindi 25.07.2022y.)

This article will focus on the construction of functional circuits that guarantee the most convenient support in the Proteus program—a combined microelectronic code transmitter that performs the functions of a TSH-65 and TSH-2000 relay, serving to transmit codes in areas equipped with auto-locking and automatic locomotive signaling.

Keywords: *transmission codes, microelectronic devices, software program, relay, transmitter, automatic locomotive alarm, auto-lock.*

В данной статье речь пойдет о построении функциональных схем, гарантирующих наиболее удобное обеспечение в программе Proteusi комбинированном микроэлектронном кодовом

передачке, выполняющей функции реле ТШ-65 и ТШ-2000, служащим для передачи кодов на участках, оборудованных автоблокировкой и автоматической локомотивной сигнализацией.

Ключевые слова: кодовый передатчик, микроэлектронное устройство, программа обеспечения, реле, трансмиттер, автоматическая локомотивная сигнализация, автоблокировка.

Ushbu maqolada, avtoblokirovka va avtomatik lokomotiv signallashtirish bilan jixozlangan uchastkalrda kodlarni jo'natish uchun xizmat qiladigan TSH-65 va TSH-2000 rele si vazifasini bajaradigan birlashtirilgan mikroelektron kod uzatgich qurilmasi Proteus dasturida eng qulay dasturiy ta'minot bilan ta'minlash va funksional sxemalarni tuzish haqida so'z boradi.

Kalit so'zlar: kod uzatgich, mikroelektron qurilma, dasturiy ta'minot, rele, transmitter, avtomatik lokomotiv signalizatsiyasi, avtoblokirovka.

Yo'l transmitter relolarining kontaktlari dinamik ravishda uzluksiz ishlaish oqibatida tez emiriladi. Avtoblokirovka va avtomatik lokomotiv signallashtirish vositalarini ishlash ishonchlilik darajasini yuqori qatlamda ushlab turish uchun har yili kontaktli transmitterlarni profilaktik ko'zdan kechirish va ta'mirlash, shu jumladan ishqalanish orqali tashkil qilinadigan qismlarini moylash, emirilgan kontaktlarni esa yangilariga almashtiriladi [1, 2].

Chet davlatlarda ishlab chiqarilayotgan zamonaviy kod uzatgichlarni "O'zbekiston temir yo'llari" AJ tasarufidagi avtomatika va telemexanika qurilmalarida foydalanishda ularni sotib olish va olib kelish muammolariga ucharalmoqda. Bu muammolarni bartaraf etish chorasi esa birlashtirilgan mikroelektron kod uzatgich (BMKU) larni ishlab chiqarish hisoblanadi.

Микроelektron kod uzatgich yo'l transmitterining funksional sxemasi ishlab chiqish

Микроelektron kod uzatgichning quyidagilar qulayliklarga ega:

- ishlash jarayonida xatoliklarga yo'l qo'yilganda ushbu jihozlarni o'z-o'zini nazorat qilish imkoniyati;

- mikroelektron mayatnikli jihozning kichik o'lchamdaligi;
- kontaktsiz elementlardan foydalanilganligi sababli kontakt emirilishi muammosi yo'qligi;
- xizmat ko'rsatish davrining uzoqligi va osonligi;
- tannarxining arzonligi;
- energiyatejamkorligi.

Quyida BMKU qurilmasining funksional sxemasi 1-rasmda tasvirlangan. BMKU funksional sxema MKXM, TaB, MK1, MK2, DSH bloklaridan tashkil topgan.

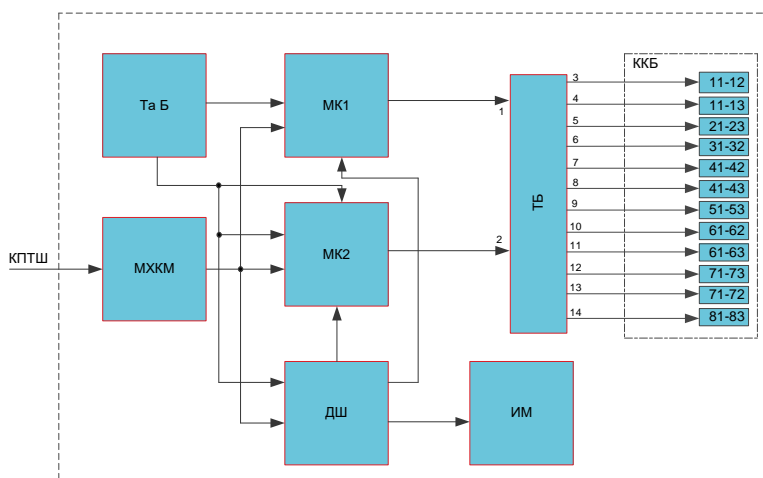
Ularning yonishi fotodiod orqali amalga oshiriladi, bu esa tok oqimini hosil bo'lishiga xizmat qiladi. Buning natijasida yoqilgan qurilmani boshqarish uchun mo'ljallangan simistor ishga tushadi.

Bundan tashqari qurilmani ishlab chiqish jarayonida opto – va fotosimistor kabi maxsus optoelektronik qurilmalardan foydalanish imkoniyatini beradi [3].

Qurilmada 11-12, 11-13, 21-23, 31-32, 41-42, 41-43, 51-53, 61-62, 61-63, 71-72, 71-73 va 81-83 kontaktsiz kalitlari o'natilgan.

Mikroprotessor blokining asosini ATMEGA328P sinfidagi mikrokontroler tashkil etadi. Mikrokontroler KPTSH yo'l kod transmitterida hosil bo'lgan impuls va kodlarni qabul qilib kontaktsiz kalitlarga uzatib berish vazifasini bajaradi.

MKXM – ma'lumotlarni xavfsiz kiritish moduli KPTSH bilan mikrokontrollerni xavfsiz bog'lab berish uchun kerak. TaB – ta'minot bloki mikrokontrollerni kerakli bo'lgan kuchlanish bilan

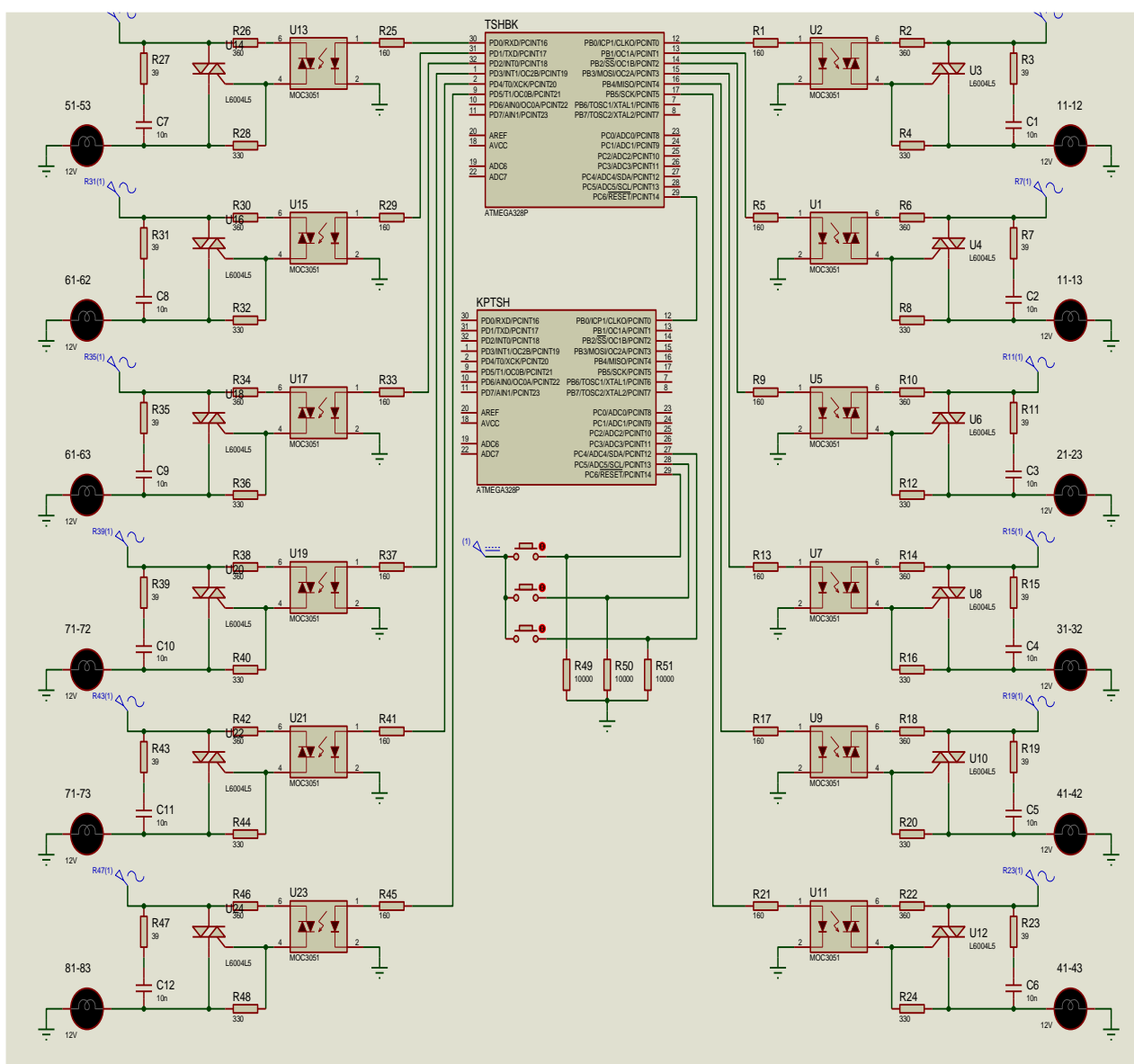


1-rasm. Mikroelektron kod uzatgich yo'l transmitterining funksional sxemasi.

ta'minlab berish uchun xizmat qiladi. MK1 – 1-mikrokontroller, MK2 – 2-mikrokontroller MK1 va MK2 larga ta'minot dasturi yozilgan bo'lib kodlarga mutonosib ma'lumotlarni taqqoslash blokiga jo'natadi. DSH –dishefrator ikkita MK1 va MK2 lar to'g'ri ishlayotganligini nazorat qilish uchun kerak . IM – indeksiyalash moduli dishefratorida qanaday kod borligiga qarab indeksiya chiroqlarini yoqib berish uchun xizmat qiladi, masalan “KJ” kodida “KJ” chirog'ini va hakazo, agarda kod kelmasa “B” chirog'ini yoqib beradi. TB – taqqoslash bloki MK1 va MK2 dan kelayotgan ma'lumotlarni o'zaro taqqoslab MK1 va MK2 dan kelayotgan ma'lumotlar mos kelagandan so'ng, kelayotgan impulslarga mos ravishda kontaktsiz kalitlarga o'tkazadi va shu kod mutonosib ravishda ularni ochib yopib beradi. KKB – kontaktsiz kalitlar bloki TB dan kelayotgan mal'lumotlar asosida shu kodlarga mos ravishda ochilib – yopilib impuls va inervallarni jo'natish uchun mo'ljallangan.

Микроэлектрон код узатгичning sxemasini ishlab chiqish

Yuqorida ko'rsatilgan funksional sxema asosida mikroelektron kod uzatgichning prinsipial sxemasi ishlab chiqildi va uning ishlashini Proteus dasturi orqali ko'rib chiqildi 2-rasm.



2-rasm. Mikroelektron kod uzatgichning Proteus dasturida sxemasi.

Proteus dasturida BMKU prinsipial sxemasi quyidagi bir nechta funksional qismlarni o'z ichiga olgan: 1. Mikroprotessor bloki. 2. Indikatsiyalash sxemasi 3. Kontaktsiz kalitlar hamda TSHning ishlashini tekshirish uchun KPTSH dan tashkil topgan.

Kontaktsiz kalitlar optron hamda simistorlardan tashkil topgan bo‘lib, boshqaradigan va boshqariladigan signallari mavjud, bu ikki signal galvanik izolyasiya hisobiga ta‘minlanadi [4].

Galvanik izolyasiya vazifasini bajaruvchi element sifatida optronlardan foydalanilgan. Bu qurilmani ishlatish uchun beriladigan kuchlanish bir vaqtning o‘zida optrondagi svetodiodga ham ta‘minot sifatida uzatiladi.

Proteus dasturi orqali mikroelektron kod uzatgichni ishlashini tekshirish maqsadida qo‘shimcha ravishda kod shakillantirgich (KPTSH) o‘rnatilgan. KPTSH qurilmasi har bir kod uchun alohida 3 ta “KJ”, “J” va “Z” tugmalari bilan jixozlangan [5].

Agarda “KJ” tugmasi bosilsa, KPTSH qurilmasining 27 blokida kuchlanish paydo bo‘lib, RS6 kirishi ishga tushadi va qurilma KJ kodini ishlab chiqib, RV0 chiqishi orqali 12-29 tarmog‘idan BMKU qurilmasining RS6 kirishga KJ kodi shaklida impulslar keladi. BMKU normal holatida PB1, PB2, PB5, PD0, PD2, PD4 hamda PD5 chiqishlaridan mantiqiy 1 (5V kuchlanish) mavjud edi.

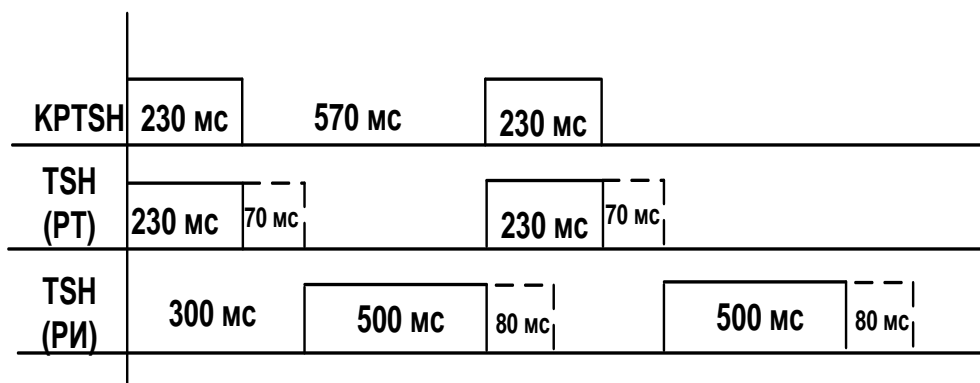
Impuls kelgach mikroelektron qurilma o‘zining RV0, RV3, RV4 va RD1 chiqishlariga ta‘minot beradi. Buning natijasida qurilmaning R1, R13, R17 va R29 chegaralovchi qarshiliklaridan o‘tib, optronga keladi.

Optronga kelgan signalga nisbatan “Boshqaradigan” termini ishlatiladi, bunga sabab esa optron tizimni ikki qismga bo‘lib turgan bir vaqtda mikrokontrollerdan kelgan boshqaradigan (5 V) signal fotodoidni yoqadi va optronning ichidagi simistor ochiladi.

Endi esa boshqariladigan signal R2, R14, R18 va R30 cheklovchi qarshilikdan o‘tib, ochilgan optron orqali simistorning boshqaradigan elementiga keladi. Buning natijasida simistor ochiladi va 11-12, 31-32, 41-42 va 61-62 kontaktsiz kalitlarini o‘zaro tutashadi. “KJ” vaqt diyagrammasiga asosan (3-rasm) 11-12, 31-32, 41-42 va 61-62 kontaktsiz kalitlarini 230 ms davomida uzluksiz tarzda impuls etkazib berish uchun ulangan holatda qoladi.

Vaqt taymerida 230 ms o‘z nihoyasiga etgach 11-12, 31-32, 41-42 va 61-62 kontaktsiz kalitlarini uzilishi uchun ketadigan 70 ms kechikish vaqti boshlanadi. Bu kechikish vaqtlari tugagandan so‘ng mikroelektron kod uzatgichning PD3 chiqishida 5 V kuchlanish paydo bo‘ladi. 2-blok orqali R37 chegaralovchi qarshiliklaridan o‘tib, optronga keladi. Optronga kelgan boshqaradigan signal fotodoidni yoqadi va optronning ichidagi simistor ochiladi. Boshqariladigan signal esa R37 cheklovchi qarshilikdan o‘tib, ochilgan optron orqali simistorning boshqaradigan elementiga keladi va simistor ochiladi va 71-73 kontaktsiz kalitlarini tutashtiradi, bu tutashuv 570 ms davom etadi. Vaqt taymerida intervalning tugashini 80 ms kechikish tugashi bilan 2-impuls kelishi boshlanadi va yuqoridagi tartibda 11-12, 31-32, 41-42 va 61-62 kontaktsiz kalitlari ulanadi. Bu kontaktsiz kalitlarning uzilishi 71-72 kontaktsiz kalitlarini tutashtiradi. 71-73 kalitlar 570 ms tutashgan holatda qoladi vaqt taymer esa 570 ms sanagach kalitlar uziladi.

Shu bilan birinchi aylanma jaryon o‘z nihoyasiga etadi va interval tugashining kechikish vaqti hisoblangan 80 ms tugamasdan ikkinchi aylanma jarayon boshlanadi va mikrokontroller yuqoridagi jarayonlarni yana boshidan boshlaydi. Indikatsiya blokida esa “KJ” kodi kelayotganligini bildiradigan chiroq yonib turadi. Bu jarayon rels zanjirlarida kod almashgunicha (KPTSH qurilmasidagi boshqa tugma bosilmagunicha) davom etadi.



3-rasm. TSH-65 va TSH-2000 transmitter relolari uchun “KJ” kodida impuls vv intervallarining vaqt tavsiflari diagrammasi.

Qurilmaning ishlash prinsipi hamma kodlar uchun bir hildir, ammo 3-rasmdagi ko'rsatgichlar bo'yicha impulslar va intervallar sonlari va davomiyligi bo'yicha farqlanadi. Indikatsiya blokida esa "KJ" chiroq o'rniga mos ravishda "J" va "Z" chiroqlari yonib turadi.

Boshlang'ich tekshiruv jarayonida takt generatori, vaqt hisoblash taymeri, indekatsiyalarni yoqish va qayta ishga tushirish sxemalari va ta'minot dasturining quyidagi rejimlarga qayilishini amalga oshiriladi:

Boshlang'ich sozlash amallari:

- mikrokontroller turini o'rnatish;
- himoya biti o'chirilgan, WDT o'chirilgan;
- standart XT - generator.
- maxsus maqsadlardagi registrlarning holatini aniqlash;
- chiqish uchun B portni sozlash;
- chiqish uchun D portni sozlash;
- kirish uchun C portni sozlash;
- maxsus maqsadlardagi registrlarning holatini aniqlash;
- 1, 2 va 3-registrlarni yarim davrli vaqt hisoblagichi sifatida sozlash;
- PC6 ni 1 ga tekshirish;
- agar 0 bo'lsa, PB1, PB2, PB5, PD0, PD2, PD3, PD4, PD5 chiqishlarni 1 ga qo'yish;
- agar 1 bo'lsa, RV0, RV3, RV4 va RD1 chiqishlarini 1 ga qo'yish;
- dasturning boshlanishiga qaytish;

So'ngra dastur o'z-o'zidan sikllanadi va port signalining potensialini o'zgartirish uchun uzilish bo'lguncha shunday holatda qoladi.

Xulosa

Yuqorida birlashtirilgan mikroelektron kod uzatgich qurilmasining Proteus dasturida asosida foydalanilganda dasturiy ta'minotni ishlash algoritmi ko'rsatilgan. Bu algoritmda bir impuls va interval ko'rsatilgan bo'lib hamma kodlar uchun portlarning normal holati bir xil bo'ladi. Faqatgina kelayotgan kodga mutonosib ravishda portlarning ishlab turish vaqti va kod mos imuls va intervallar soni o'zgaradi. Masalan "KJ" kodi uchun yuitta imuls va bitta interval bo'lsa "J" kodi uchun ikkita impuls va ikkita interval bo'ladi. Dasturiy ta'minotda hamma kirish va chiqishlar "KJ", "J" va "Z" kodlari uchun bir tartibda ishlaydi, ammo impulslar va interval davomiyligi bir – biridan farq qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Сапожников Вал. В. Применение кодов с суммированием при синтезе систем железнодорожной автоматики и телемеханики на программируемых логических интегральных схемах / Вал. В. Сапожников, Вл. В. Сапожников, Д. В. Ефанов // Автоматика на транспорте. – 2015. – Т. 1. – № 1. – С. 84–107.
- [2]. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте: учеб. пособие / Вал. В. Сапожников, Л. И. Борисенко, В. В. Лыков, В. П. Молодцов; под ред. Вал. В. Сапожникова. – ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 288 с.
- [3]. Методы построения безопасных микроэлектронных систем железнодорожной автоматики / Вал. В. Сапожников, Вл. В. Сапожников, Х. А. Христов, Д. В. Гавзов; под ред. Вл. В. Сапожникова. – М.: Транспорт. – 1995. – 272 с
- [4]. Арипов Н.М., Рихсиев Д.Х. Микропроцессорные технологии в системах железнодорожной автоматики и телемеханики // Международная научно-практическая конференция «Наука Евразии». Москва, 31 октября 2018 г.
- [5]. Арипов Н.М., Шакирова Ф.Ф. Развитие и современное состояние кодогенераторов железнодорожной автоматики и телемеханики // Академические исследования в области образования, №2 (1), 750-755. 2021.

КАТТА ТОКЛАРНИ ВА КУЧЛИ МАГНИТ МАЙДОНЛАРИНИ ОПТОЭЛЕКТРОН
УСУЛДА ЎЛЧАШ

О.С. Райимжонова

*Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети
Фаргона филиали
(Қабул қилинди 24.08.2022 й.)*

Мақолада Метрология соҳасини замонавий қурилма ва асбоблар билан уйғунлигини таъминлаш учун, яримўтказгич материаллар, эффектлар ва хусусиятларни топиб соҳага жалб этиш усуллари ва Яримўтказгич юпқа пардалари, диэлектрик тагликка анизатроп буғлатиш (молекуляр тагликка қиялатиб ўтказилади) йўли билан олинган намуналарда ҳам аномал юқори фотокучланиш генерацияси кузатилади (АФК-эффект).

Калим сўзлар: АФК-эффект, p-n-ўтиш, ФМЭ-эффекти, микрокристалчалар.

В целях обеспечения гармонии области метрологии с современными приборами и приборами, методами поиска и притяжения полупроводниковых материалов, эффектов и свойств поля и полупроводниковых тонких пленок, в образцах, полученных анизотропным методом, также наблюдается генерация аномально высокого фото напряжения. испарение на диэлектрическую подложку (проходит наискось к молекулярной подложке) (АФК-эффект).

Ключевые слова: АФК-эффект, p-n-переход, ФМЭ-эффект, микрокристаллы.

In order to ensure the harmony of the field of Metrology with modern devices and instruments, methods of finding and attracting semiconductor materials, effects and properties to the field and semiconductor thin films, anomalous high photovoltage generation are also observed in samples obtained by anisotropic evaporation on a dielectric substrate (passed obliquely to a molecular substrate). (AFK-effect).

Key words: AFK-effect, p-n-junction, FME-effect, microcrystals.

Кириш. Маълумки, ҳозирги фан-техниканинг жадал ривожланиш даврида ўлчаш ва назорат қилиш каби метрологик хизматлар зарурияти мавжуд бўлмаган халқ хўжалигининг ҳеч бир соҳаси фаолият олиб бормайди. Метрология соҳасини замонавий қурилма ва асбоблар билан уйғунлигини таъминлаш учун, яримўтказгич материаллар, эффектлар ва хусусиятларни топиб соҳага жалб этиш ва юқори самарадор, функционал имкониятлари кенг оптоэлектрон тизимлар яратиш имкониятини ошириш, илмий тадқиқотлар кўламини кенгайтириш ва суратини жадаллаштириш, натижада метрологияда оптоэлектрон (оптик) усулда катта тоқларни (магнит майдонини) ўлчаш, масофадан назорат қилиш катта муаммо ҳисобланади. Мазкур ишда бу муаммони ҳал қилишни баъзи ечимлари устида олиб борилган илмий тадқиқотнинг дастлабки олинган натижаларини келтирилган. Маълумки [1] қаттиқ жисмларни баъзи яримўтказгич ва диэлектрик материаллар кристалл (квазимоно, поликристал) аморф тузилмаларни анизотроп ёритиш натижасида ҳам уларда аномал юқори оптокучланишнинг генерацияси ($V_{AFK} > E_g$) кузатилади. Яримўтказгич юпқа пардалари, диэлектрик тагликка анизатроп буғлатиш (молекуляр тагликка қиялатиб ўтказилади) йўли билан олинган намуналарда ҳам аномал юқори фотокучланиш генерацияси кузатилади (АФК-эффект). Зона назариясига мувофиқ фотокучланиш катталиги тақиқланган зона кенглигидан (Δ_d) кичик бўлиши керак. Амалда баъзи намуналарда аномаль юқори фотокучланишни бир неча юзлаб вольтгача олишга эришилган [2]. Яримўтказгичларнинг квазимонокристалл ва поликристалл структуралари бир жинсли эмас (БЖЭ) гетероген тузилишга эга бўлиб, улар чизикли ўлчамлари ўртача 10^{-5} - 10^{-1} смга тенг бўлган микрокристалчалардан ташкил топган кўшни микрокристалчалар оралиғида алоҳида хусусиятли қатламчалар вужудга келади. Тадқиқ қилинаётган материал микрокристалчаларнинг оралиқ кўшни соҳаларни электрўтказувчанлиги қаршиликлари ва бошқа хусусиятлари билан ҳам бошқа яримўтказгичли материаллардан фарқ қилади. Агар микрокристалчалар ва улардаги оралиқ қатламчаларнинг электрўтказувчанлиги ҳар хил типли бўлса, чегара (микроразрарчалар) соҳаларида гамо ёки бета типдаги ўтишлар

жойлашади. Оралик қатлам ва микро заррачалар бир хил ўтказувчанлик типиди бўлса қотиш гитеропереход ёки Шоттки потенциал тўлқинлари вужудга келади. Аномаль юқори фотокучланиш бериладиган структуралар супер кўп сондаги қатламларнинг мавжуд кетма-кет қаторларидан иборат бўлиб, унинг ҳар бир элементи микрофотоэлемент вазифасини бажаради. Бундай структуравий р-п-ўтишларнинг ҳар бир сантиметрида 10^5 микрофотоэлемент бўлади [3,4]. Бундай супер қатламли структуралардаги ҳар бир микрофотоэлементда қатор/қатлам (кТ/қ) да ҳосил бўлган фотокучланишлар кўшилиб аномаль юқори фотокучланишни ҳосил қилади [5]. Табиийки, ҳар бир элементдаги элементар фотокучланишнинг ҳосил бўлиш табиати ҳар хил бўлиб, модель ёки вентиль (р-п-ўтиш) характерида бўлиши мумкин.

Бир жинсли яримўтказгичлар ва моно р-п-у ўтишларда орада кузатиладиган фотокучланиш $1 \div 10$ мкВ/э лардан ошмайди. Бир жинсли супер кўп қатламли яримўтказгични структураларда масалан, АФК-элементларда, фотомагнит элементларда ФМЭ-эффект воситаларида ҳосил бўладиган фотомагнит кучланишнинг кескин ортиши кузатилади. [6,7,8]. Муаллифлар ФМЭ-эффектни кузатиш учун яримўтказгичлардан (CdTe ва $Sb_2 Se_3$) 0,7-2 мкм қалинликдаги супер кўп сонли р-п-ўтишлардан иборат АФК- парабола тайёрлашган. Махсус технология билан вакуумда олинган АФК-зарралар [7,8] оқ ёки монохроматик нурлар билан ёритилганда ҳосил бўлган фотокучланиш парданинг 1 см узунлигидан 600 вольтга етган.

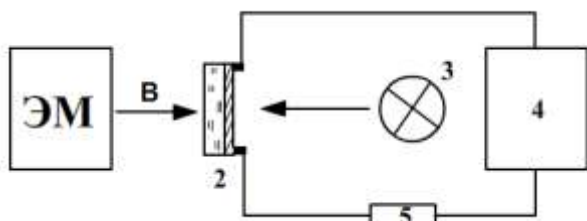
1-расмда АФК-парда намуналаридаги фотомагнит ўтказгичлар келтирилган. Ёруғлик манбаси сифатида ОН-24 лампада магнит майдони манбаси ўзгармас ток электромагнитидан фойдаланилган. Фотомагнит кучланиш В2-5 типда электрометрик кучайтиргич воситаси ёрдамида қайд қилинган. Манфий майдон йўналишида ёруғлик йўналиши ва намуна электродларини тутатувчи вектор йўналишидаги ўзаро перпендикуляр бўлган вазиятларида аномаль фотомагнит кучланиш ҳосил бўлган. Аномаль фотомагнит ва фотоэлектрик эффектлар намунада биргаликда содир бўлгани сабабли, ўлчашда фотоэлектрик кучланишни компенсация қилинади ва ундан сўнг фотомагнит кучланиш ўлчанади. Бу жараён икки хил йўл билан амалга оширилади. Агар электрик йўл билан амалга оширилса, ташқи манба воситасида фотоэлектрик кучланишни махсус электр занжири ёрдамида мувозанатлаш керак болади [9]. Бу ишни технологик усулда ҳам амалга ошириш мумкин. Маълумки, аномаль фотокучланиш яримўтказгич зарралари молекуляр оқимини тагликка нормал (тик) тушган ҳолатда олинса, бундай намуна (АФК-элемент)ларда ҳосил бўлмайди [10]. Ўрганилган CdTe, Sb_2Se_3 АФК-элементларида (парда) аномаль фотомагнит кучланиш мос равишда 55 В ҳамда 70 В тартибда кузатилган. Фотомагнит эффектнинг люкс-вольт характеристикалари $V_{фмэ}$ (В) ёруғлик интенсивлигини кичик қийматларида чизиқли бўлиб, катта интенсивликларда ($V \geq 10^5$ лк) тўйинишга эришилади. (2-расм). Намуналарда (CdTe, Sb_2Se_3) аномаль фотомагнит кучланиш билан магнит майдони кучланганлиги $V_{фмэ}$ 1-расмдаги боғланиш $N = \frac{n}{c} \ll 1$ муносабатнинг амал қилишини сақланган соҳадаги чизиқли боғланишдан четга чиқмаган (3-расм).

Эксперимент натижалари фотовольтаик (р-п-ўтиш) модель учун фотомагнит эффект назариясига мос келиб, тўйиниш соҳаси учун

$$V_{фмэ} = N \frac{kt}{q} \frac{2}{\pi} \mu \frac{H}{C}$$

муносабатга тўғри келади. Унга мувофиқ топилган фототок томчиларнинг эффектив ҳаракатчанлиги $\mu_v = 10$ см²/В·секунд Sb_2Se_3 учун CdTe учун эса $\sim 3 \cdot 10^2$ см²/В·секундга тенг бўлган. АФК, АФМК- эффектлар соҳасида олиб борилган кенг қамровли илмий тадқиқотлар натижасида АФК-элементларининг модели ва назарияси яратилди. Натижада, АФК-элементлар оптикиси ва метрологиясида янги саҳифалар очилди, ҳамда баъзи микропараметрик ўлчашнинг самарали усуллари яратилди. АФК-элементлардаги фотоэлектрик, фотомагнит тадқиқотлар негизида қатор микропараметрлар топилди.

Масалан, АФК-элементлардаги микроэлементлар сони $N=10^5$ дона 1 смда, дифференциал йўл узунлиги $L=10^{-6}$ см, дифференциал коэффициент $D=0,3 \text{ см}^2 / \text{В} \cdot \text{см}$ ва яшаш вақти $\tau=4 \cdot 10^{-11}$



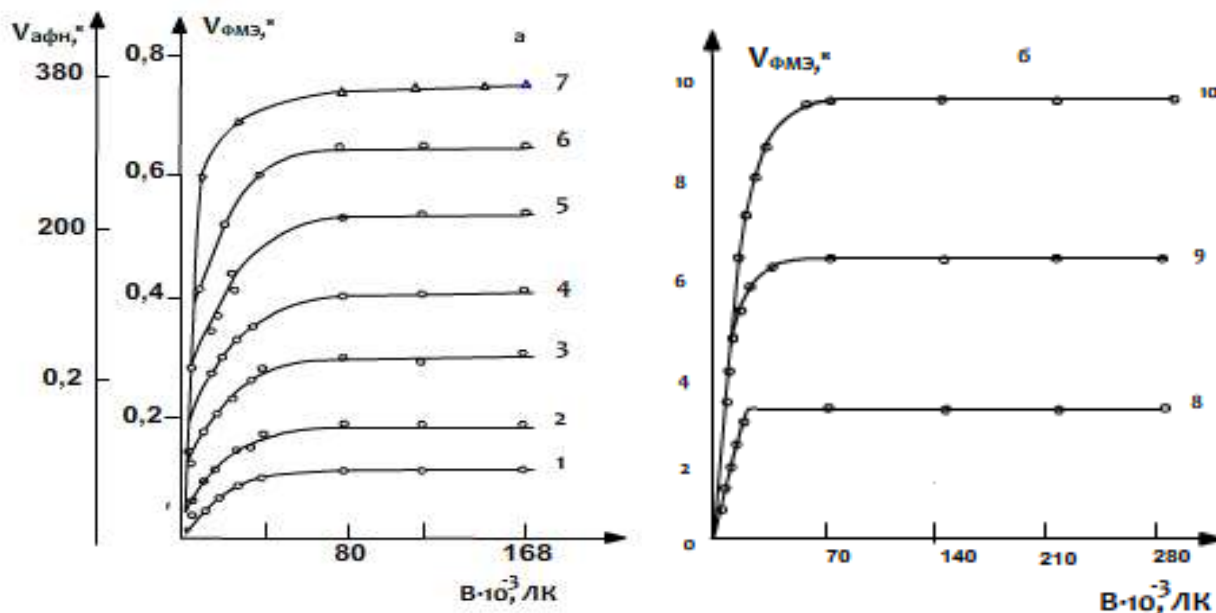
1-расм. Фотомагнит кучланишни қайд қилиш курилмасининг блок схемаси.

секунд ва бошқалар ўлчанади. Шу билан бирга баъзи бир қатор катталикларни оптоэлектрон усулда аниқлаш имконияти туғилди. АФК-элементларда оптоанизатроплар мавжудлиги кутбланган ёруғликда тадқиқотлар олиб бориш билан тасдиқлади [11], тажрибаларнинг кўрсатишича магнит майдонида жойлашган АФК-элементдан яъни кутбланган ёруғлик дастаси ўтганда ёки қайтганда магнит майдони индукциясига ($B=\mu H$) боғлиқ равишда кутбланиш текислигининг бурилиши кузатилади (Фарадей эффеќти).

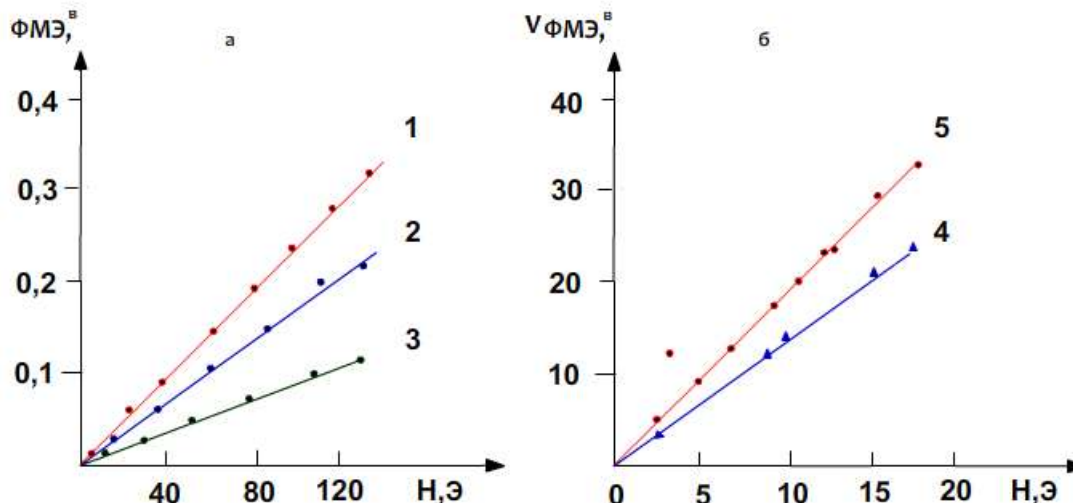
$$\alpha = \frac{\omega \omega_0}{2c} \frac{dn}{d\omega} \quad \text{ёки} \quad \alpha = \frac{Ve}{2m \cdot c} \frac{a}{d\lambda} \quad \text{Рад/м}$$

Тенгламадаги ҳамма параметрлар маълум, $\frac{dn}{d\lambda}$ синдирилиш кўрсаткичи спектрдан топилади (масалан, $\lambda=0,589$ мкм учун $\frac{dn}{d\lambda}=0,38$ бўлади). Демак, кутбланиш текислигининг бўлиниш бурчагини ўлчаб, магнит майдонини (ёки токни) юқори аниқликда оптоэлектрон усул билан масофадан аниқлаш мумкин ($2=kB$).

1-магнит майдон манбаси (электромагнит), 2-АФК-элементи, 3-ёруғлик манбаси (ОН-24), 4-фотокучланишни компенсация блоки, 5-фотомагнит кучланишни ўлчаш блоки (В2-5).



2-расм. Ҳар хил магнит майдон кучланганлигида $H(\text{э})$ CdTe, АФК-қатламларидаги фотомагнит кучланишининг люкс-вольт боғланишлари. 1-Н-22 Э; 2-43; 3-65; 4-87; 5-108; 6-130; 7- $V_{\text{АФК}}(B)$ боғлиқлик графиги; 8-1030; 9-2210; 10-3460.



3-расм. Фотомагнит кучланишининг ўзгарувчан (а) ва доимий (б) магнит майдонним кучланганлигига боғлиқлиги: 1- $B \geq 80000$ лк; 2-17000 лк; 3-6000 лк; 4,5- $B=10^{-5}$ лк да, мос равишда 7 ва 8 намуналар учун.

Хулоса

АФК-элементларда аномаль фотоэлектрик, фотомагнит ва магнито-оптик ҳодисалар ўрганилган. Назарий ва экспериментал тадқиқотлар натижаларига кўра, микропараметрларни, кучли магнит майдонлар (тоқлар)ни оптоэлектрон усул ёрдамида масофадан ўлчаш мумкинлиги асосланган.

Адабиётлар

- [1]. Фотоэлектрические явления в полупроводниках и оптоэлектроника, сборник статей под редакцией Э.И. Адировича, Ташкент, изд-во “ФАН”, 1971г.
- [2]. Нурдинова Р.А., Алимжанова А. Новые аспекты применение элементов с аномальными фотовольтаическими напряжениями, Научно-технический журнал «Физика полупроводников и микроэлектроника», №4, 2019, стр. 49-55
- [3]. Орешкин П.Т. Физика полупроводников и диэлектриков, Москва, “Высшая школа” 1977, стр. 278
- [4]. Арипов Д.А. Заитова Б. Фотомагнитный эффект фотопроводимость полупроводниках при высоком уровне возбуждения, Ташкент, из-во “ФАН”, 1987
- [5]. Стафеев В.И. Термоэлектрические явления при инжекции неосновных носителей заряда. Прикладная физика № 5, 2007, с.29-32.
- [6]. Касимахунова А.М., Нурдинова Р.А. АФН-элементы с двойным лучепреломлением // Uzbek Journal of Physics, 2017. Vol. 19, № 5. PP. 302–306
- [7]. Найманбоев Р. Изв. АН УзССР. Сер.: Физ.-мат. Науки, № 6.
- [8]. Адирович Э., Матов Э. Юабов Ю. ДАН СССР, 1969, стр.1254
- [9]. Найманбоев Р, Ирматов С Яримўтказгичли фотоприёмниклар, Фарғона, 2011й., ФарПИ “Тахририй нашрлик” бўлими
- [10]. Мирзамахмудов Т. Юпқа яримўтказгич қатламларни олиш ва улардаги баъзи бир фотоэлектрик ҳодисалар, Ташкент “ФАН” нашриёти, 1976 й.
- [11]. Найманбоев Р, Юлдашев Н. Исследование оптической анизотропии в АФН-пленках трехслойной сурьмы Исследование оптической анизотропии в АФК пленках трехселекитовой серми “Твердотельная эминики” Намашие 1994 стр 40
- [12]. Мосс Оптические свойства полупроводников изд. ИЛ Москва 1961 стр 241

САНОАТ КОРХОНАЛАРИДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯДАН ТЕЖАМКОРЛИК БИЛАН ФОЙДАЛАНИШ

И.З. Зокирова

Андижон машинасозлик институти,
i.zokirova @ mail.ru +99 890 541 32 55

(Қабул қилинди 24.08.2022 й.)

Саноат корхонаси истеъмол қилаётган электр энергиянинг деярли 5 – 10 % ёритиш қурилмаларида сарф бўлади. Ёритиш қурилмаларида электр энергиядан тежамкорлик билан фойдаланиш деганида, электр энергияни минимал миқдорда сарф қилган ҳолда ёритиш қурилмаларини тўғри лойиҳалаб ва уни оқилона ишлатиб, хона ва ишчи ўринларида оптимал ёритилганликка эришиш ва юқори сифатли ёритилганлик ҳисобига ишчи ва хизматчиларнинг иш унумдорлигини кўтаришга эришиш тушинилади. Ёритиш қурилмаларида сарф бўлаётган электр энергия, лампаларнинг қуввати ва сонига, ишга тушириш ва ростлаш қурилмалари ва ёритиш тармоқларидаги қувват исрофларига ва ёритиш қурилмаларининг қанча вақт ишлаши каби бир қанча энергетик ва эксплуатацион кўрсаткичларга боғлиқдир.

Калит сўзлар: электр энергия, ёритиш қурилмаси, қувват исрофи, ёритилганлик даражаси, ёруғлик манбаси, люминесцент лампа.

Pочти 5-10% электроэнергии, потребляемой промышленным предприятием, расходуется на осветительное оборудование. Энергоэффективное использование освещения означает правильное проектирование и рациональное использование освещения с минимальными энергозатратами, достижение оптимального освещения в помещении и на рабочем месте, повышение производительности труда рабочих и служащих за счет качественного освещения. Потребляемая электроэнергия в осветительных приборах зависит от ряда энергетических и эксплуатационных параметров, таких как мощность и количество ламп, потери мощности в пуско-регулирующих светильниках и сетях освещения, продолжительности работы светильников.

Ключевые слова: электричество, осветительное устройство, рассеиваемая мощность, освещение, уровень, источник света, люминесцентная лампа.

Almost 5-10% of the electricity consumed by an industrial enterprise is spent on lighting equipment. Energy efficient use of lighting means the correct design and rational use of lighting with minimal energy consumption, achieving optimal lighting in the room and at the workplace, increasing the productivity of workers and employees through high-quality lighting. The consumed electricity in lighting devices depends on a number of energy and operational parameters, such as the power and number of lamps, power losses in control lamps and lighting networks, and the duration of the lamps.

Key words: electricity, lighting device, power dissipation, lighting level, light source, fluorescent lamp

Саноат корхонаси истеъмол қилаётган электр энергиянинг деярли 5 – 10 % ёритиш қурилмаларида сарф бўлади. Ёритиш қурилмаларида электр энергиядан тежамкорлик билан фойдаланиш деганида, электр энергияни минимал миқдорда сарф қилган ҳолда ёритиш қурилмаларини тўғри лойиҳалаб ва уни оқилона ишлатиб, хона ва ишчи ўринларида оптимал ёритилганликка эришиш ва юқори сифатли ёритилганлик ҳисобига ишчи ва хизматчиларнинг иш унумдорлигини кўтаришга эришиш тушинилади. Ёритиш қурилмаларида сарф бўлаётган электр энергия, лампаларнинг қуввати ва сонига, ишга тушириш ва ростлаш қурилмалари ва ёритиш тармоқларидаги қувват исрофларига ва ёритиш қурилмаларининг қанча вақт ишлаши каби бир қанча энергетик ва эксплуатацион кўрсаткичларга боғлиқдир.

Иш жойининг қандай ёритилганлиги бажарилаётган ишнинг унумли бўлишига, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг сони ва сифатига ва иш жараёнида машина механизмларнинг бузилиши ва шунингдек бахтсиз ходисаларнинг содир бўлиши мумкинлиги эҳтимолига таъсир этади. Иш жойларида ёриткичларнинг иш вақтининг қанча қисмида ишлаб туриши, табиий ёруғликдан қанчалик унумли фойдалана олинаётганлик даражасини билдириши сабабли корхоналарни лойиҳалашдаёқ бу факторларни ҳисобга олиш керак бўлади. Ёритилганликнинг ёмонлашуви ҳисобига электр энергияни тежаш (ёритилганлик даражаси ва ёритувчи қурилмаларнинг сифат кўрсаткичларини пасайтириш) ҳеч асосланмаган тадбир бўлиб, пиравардида кўпгина ҳолларда кўнгилсиз оқибатларга олиб келади.

Халқаро амалиётда қайд қилинганидек, йўллар ёритилишининг меърий нормаларга мос бўлиши, йўл ҳаракатида содир бўладиган бахтсиз ходисаларнинг деярли 30% га камайишига олиб келар экан. Ёритиш қурилмалари техник ва иқтисодий кўрсаткичларининг юқори бўлиши учун бу қурилмаларни лойиҳалаш босқичидаёқ элементларининг оптимал вариантлари танланиши зарур. Ҳозирги пайтда ёритиш жараёнини автоматик бошқариш ва

ростлаш тизимларисиз ёриткичлардан фойдаланишда юқори иқтисодий кўрсаткичларга эришиб бўлмайди.

Ёритиш қурилмаларини лойиҳалаш ва ишлатишда электр энергиядан тежамкорлик билан фойдаланиш имкониятларини кўриб чиқамиз.

1. Ёруғлик манбаини тўғри танлаш катта аҳамиятга эга. Лампаларнинг асосий тавсифларидан бири, бу ёруғлик узатиш кўрсаткичи H бўлиб, бу кўрсаткич лампа ҳосил қилаётган ёруғлик оқимининг лампанинг электрик қувватига нисбатини билдиради. Ёруғлик манбаларини ўзаро солиштирганимизда, люминесцент ва ДРИ русумидаги лампаларининг ёруғлик узатиш кўрсаткичлари чўғланма лампаларникига нисбатан анча юқори. Аммо газоразрядли лампаларни ишга тушириш учун алоҳида бошқариш ва ростлаш қурилмалари бўлиши талаб этилади ва бу қурилмаларда лампа қувватининг 5 – 40% ига тенг қувват исроф булади. Бундай камчиликларига қарамасдан ёруғлик узатиш кўрсаткичининг юқорилиги, ишлаш муддатининг нисбатан 10 – 15 марта кўплиги ва гигиеник имкониятларининг юқорилиги каби қатор афзаликлари мавжудлиги сабабли бу лампалар истиқболли лампалар турига киради.

1 – жадвалда келтирилган қуввати 80 Вт ли бир неча русумдаги люминесцент лампаларнинг ёруғлик ва техник кўрсаткичлари бўйича таҳлили шуни кўрсатадики, ЛБ русумидаги лампанинг кўрсаткичлари энг юқори бўлиб, манна шу туркумдаги лампаларни иш жойларни ёритишда қўллаш электр энергиядан тежамкорлик билан фойдаланишга олиб келади. Агар ёритиш тизимида ЛДЦ туркумидаги люминесцент лампалар ўрнига ЛБ туркумидаги лампалар қўлланилса, электр энергия истеъмолини 32% га тежаш мумкин бўлади.

1-Жадвал

Лампанинг русуми	Ёруғлик оқими, лм	Ёруғлик узатиш кўрсаткичи	
		Лм / Вт	%
ЛБ	5220	65, 25	100
ЛХБ	4440	55, 5	85
ЛТБ	4440	55, 5	85
ЛД	4070	50, 87	78
ЛДИ	3560	44, 5	68

Корхона худудини ёритиш учун ишлатиладиган ДРЛ русумидаги лампалар ўрнига махсус туркумли эллипсоид кўринишдаги колбали ва ёруғлик таратувчи қобикли НЛВД лампалардан фойдаланиш ёритиш сарфларини анча камайтиришга олиб келади. Масалан, қуввати $P_{\text{Д}} = 330$ Вт ва ёруғлик оқими $\Phi = 27$ клм бўлган НЛВД русумли лампа билан қуввати $P_{\text{Д}} = 400$ Вт, $\Phi = 23$ клм бўлган ДРЛ – 400 лампани алмаштирамиз. Бир йил давомида лампанинг узлуксиз ёниш вақти $t = 400$ соат деб олсак, ёритилганликнинг ошиши билан бирга лампа бир йилда $W = \Delta P \times t = 70 \times 400 = 28000 = 28\text{кВт} \times \text{соат}$ электр энергия тежаш имконини беради.

2. Ёриткичларни линия бўйича жойлаштиришга қараганда «пакет» усулида жойлаштириш, ёритувчи қурилмаларнинг умумий қуввати корхона истеъмол қилаётган электр қувватнинг деярли 30% ини ташкил қилувчи энгил саноатнинг тўқимачилик корхоналарида қўлланилиши катта иқтисодий самара бериши мумкин.

Одатда тўқимачилик корхонасининг цехларини ёритиш арматуралари, бир нечта алоҳида линиялар бўйича бир текис тақсимланган ҳолда, цех бўйлаб жойлаштирилади. Бундай усул билан ёритишда ёритилганликнинг меёрий нормада бўлиши учун ёриткичларнинг сони анча кўп бўлиши керак ва бу ўз навбатида сўзсиз электр энергия сарфини ошишига олиб келади. Пакет усулида ёритилганида ҳар бир тўқимачилик дастгоҳини меёрий нормада ёритиш учун учта ёриткични ўрнатиш кифоядир. Амалиёт шуни кўрсатадики, цехларни ёритишда пакет усулини қўллаш, ёриткичлар сонини деярли икки

марта камайтириш имконини берар экан. Масалан, 80 та тўқимачилик дастгоҳи ўрнатилган цехда пакет усулида ёритиш тизимини ПЛВМ 2×80 русумли ёриткичлар асосида ташкил қилиш, цех бўйича бир йилда 230000 кВт × соат электр энергияни тежаш имконини берди. Ёритиш кўрсаткичларини яхшилашнинг бундан бошқа усуллари ҳам мавжуддир.

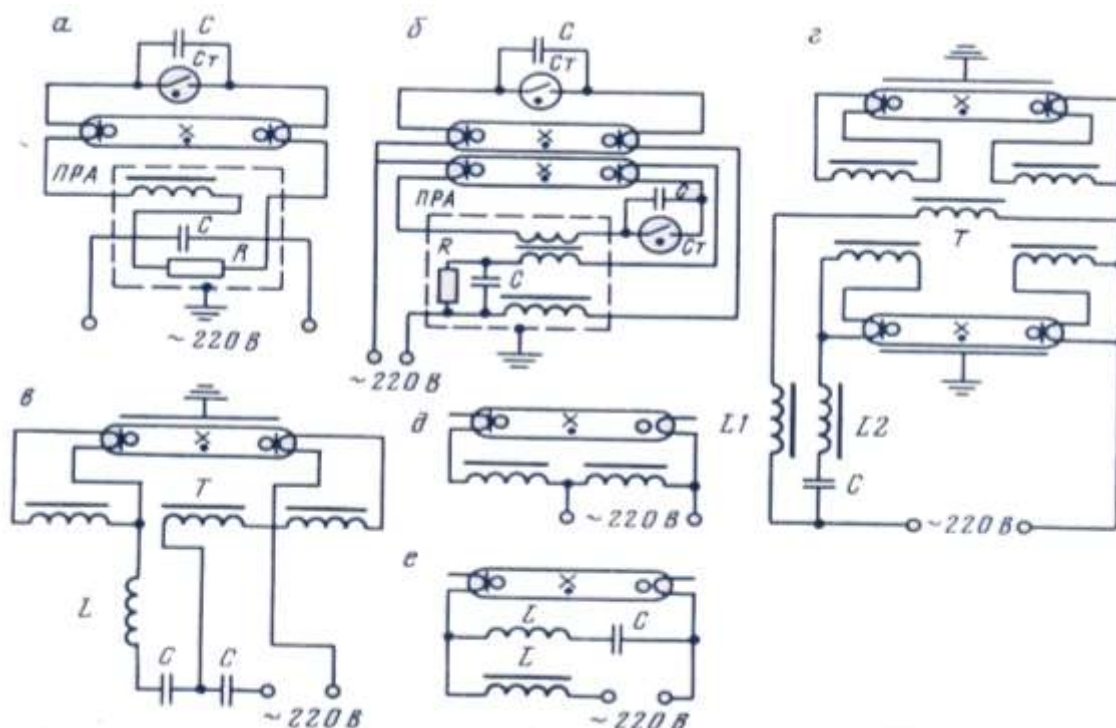
3. Табиий ёруғликдан самарали фойдаланиш корхона иморатлари де-раза ва ойналарининг тоза ёки қирлигига ҳам боғлиқдир. Электр қурил-маларини техник эксплуатацияси қоидаларига мувофиқ бир йилда икки марта цехларнинг дераза ва ойналарини тозалаб артиш талаб этилади.

Цехларнинг икки сменали ишлаши давомида ёриткич лампаларини мунтазам тоза ҳолда сақлаш, қиш ойларида 15% ва баҳор – ёз ойларида эса 90% га электр энергия сарфини қисқартириш имконини беради.

4. Саноат корхоналарининг ёритиш қурилмаларида сарф бўладиган электр энергияни камайтириш асосини ёритишнинг оптимал автоматик бошқарув тизимларини ишлаб чиқиш ва жорий қилиш ташкил қилмоғи керак. Катта цехларда бутун цехни ёритиш учун автоматик ёритиш тизими ёрдамида ёритишни бошқаришда, ишчи жойлардаги ёритилганликни меёрий нормада ушлаб туриш табиий ёритилганлик даражасига ва ишлаш вақтига қараб ёритилганлик даражаси ростланади. Ёритишда автоматик бошқарув тизимларини қўллаш электр энергияни 5 – 15 % га иқтисод қилиш имконини беради.

Газоразряд лампали ёриткичларни бошқаришда, частотани ўзгартирувчи ярим ўтказгичли ўзгарткичли автоматик бошқарув тизимларини қўллаш, бир пайтнинг ўзида ёруғлик оқимини ҳамда электр энергия истеъмолини ростлаш имконини беради.

5. Ёритиш қурилмаларини тўғри эксплуатация қилиш ва вақтида таъмирлаш ҳам электр энергияни тежашга олиб келади. Ёриткичларни тозаловчи ва ишдан чиққанларини алмаштирувчи замонавий қурилма ва усулларни яратиш ва ишлаб чиқаришга жорий қилиш ҳам электр энергияни иқтисод қилишда катта аҳамиятга эга.



1 – расм. Люминесцент лампаларнинг принципиал электр схемалари: а – стартерли бир лампали; б – стартерли икки лампали; в – накал трансформаторли бир лампали; г – накал трансформаторли икки лампали; д – автотрансформаторли оний ёнувчи; е – кучланиш резонансидан фойдаланилган оний ёнувчи.

Саноат корхоналарида иш жойларининг яхши ёритилганлиги меҳнат унумдорлигини ошириш учун кўриладиган асосий омиллардан биридир. Тўғри танланган сунъий ёритиш

воситаларининг қўлланилиши талаб қилинаётган технологик жараёнларни ўз вақтида бажаришга, меҳнат унумдорлигини оширишга, иш вақтида содир бўлиши мумкин бўлган лат ейишларни олдини олишга ва дастгоҳ ва автоматик линияларнинг ишдан чиқишини камайишига олиб келади.

Саноат корхоналари ва бошқа иншоатларни сунъий ёритишда **чўғланма** ва **газоразрядли** стационар ва қўчма ёритгичлардан фойдаланилади. Ста-ционар ёритиш курилмаларининг кучланиши 380 В дан ошмаслиги керак.

Саноат корхоналари иш жойларини ёритиш тизимларини ҳисоблашда ёритилганлик даражасининг меёрий кўрсаткичларга мослиги Давлат стандартларининг тармоқ кўрсаткичлари билан назорат қилинади.

Ёруғликнинг асосий физик катталиклари: **ёруғлик оқими, ёруғлик кучи, ёритилганлик, нурланганлик ва ёрқинлик.**

Ёруғлик оқими Φ нур энергиясининг қувватини инсон кўзи орқали ёруғликни сезиши бўйича баҳоланадиган физик катталик. Ўлчов бирлиги люмен (лм) бўлиб, бир лм $0,5305 \text{ м}^2$ юзага эга абсолют қора жисмнинг платинанинг қотиш ҳарорати $T=2046 \text{ К}$ қийматига тенг ҳароратда чиқа-раётган ёруғлик оқимига тенгдир.

Ёруғлик кучи I – ёруғлик оқимининг фазодаги зичлиги ёки бурчак зичлиги. Ёруғлик кучининг ўлчов бирлиги – кандела (кд). 1 кд сатх юзаси $1/600000 \text{ м}^2$ босими 101325 Па ва ҳарорати платинанинг қотиш ҳароратига тенг бўлган тўлиқ нурланувчи жисм чиқараётган ёруғликнинг йўналишига перпендикуляр бўлган ушбу юзага тўғри келадиган ёруғлик оқимига айтилади. Ёритиш бурчагига боғлиқ равишда ёруғлик кучи турли қийматларга эга бўлади.

Ёритилганлик E тушаётган ёруғлик оқимининг ёритилаётган юзадаги зичлигидир. Ёритилганликнинг ўлчов бирлиги – люкс (лк). 1 лк ёритил-ганлик – 1 м^2 юзага 1 лм га тенг ёруғлик оқимининг бир хил тушишидир.

Нурланганлик M – нурланаётган ёруғлик оқимининг ёритилаётган юзадаги зичлиги. Ўлчов бирлиги – лм/ м^2 .

Ёрқинлик V – нурланувчи юза чиқараётган ёруғлик кучининг шу юзага нисбати. Ёрқинликнинг ўлчов бирлиги кд/ м^2 . Инсон кўзи учун нормал ҳисобланадиган ёрқинлик тахминан $10^4 \text{ кд}/\text{м}^2$ қабул қилинган.

Адабиётлар

- [1]. Жалилов М. Х. Электротехнологик курилмалар.1,2 – қисм.Тошкент: ТошДТУ
- [2]. Электротехнический справочник. Том 3. М.: Энергия
- [3]. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик курилма ва мажмуаларнинг элементлари. Олий ўқув юртлари учун дарслик. Тошкент: «ЎАЖБНТ» Маркази, 2003
- [4]. Ҳошимов О.О, Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Олий ўқув юртлари учун дарслик. Тошкент: «ЎАЖБНТ» Маркази, 2004
- [5]. Imomnazarov A.T. Sanoat korxonalarining elektr jihozlari. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. Toshkent: «SHARQ» NMAK, 2005

УДК 677.21:021

МУЛЬТИМЕДИАЛИ АЛОҚА ТАРМОҒИДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН ТЕХНОЛОГИЯЛАР

И.А. Махмудов

*Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети
Фаргона филиали*

(Қабул қилинди 29.08.2022 й.)

Мултимедиа тармоқларини ташиқил этишида кўплаб омиллар транспорт технологияси, хизматлар, хизматларни бошқариш, ахборот ресурсларига кириш имконияти ва бошқалар

муҳим аҳамиятга ега. Шу каби омиларнинг тармоқ миқёсида амалга ошириши жиҳатлари ва замонавий технологиялар ёрдамида тармоқни такомиллаштириши каби масалалар ҳозирги кунда долзарб масалалардан биридир.

Калим сўзлар: илова, тақдимот, сессия, тармоқ, маълумотлар ҳаволаси, жисмоний

При создании мультимедийных сетей важны многие факторы, такие как транспортные технологии, услуги, управление услугами, доступ к информационным ресурсам и т. д. К числу актуальных вопросов относятся аспекты общесетевого внедрения таких факторов и совершенствования сети с использованием современных технологий.

Ключевые слова: приложение, презентация, сеанс, сеть, канал передачи данных, физический

When creating multimedia networks, many factors are important, such as transport technologies, services, service management, access to information resources, etc. Topical issues include network-wide implementation of such factors and improving the network using modern technologies.

Keywords: application, presentation, session, network, data-link, physical

Кириш. Мултимедиа алоқа тармоқларини ташкил этиш ва уни қўллаш қатор масалаларни ҳал қилишни талаб этади, яъни мултимедиа тармоқларини ишлаш самарадорлигини оширишни, улардаги жараёнларни бошқариш ҳамда тизимнинг мустақамлигини таъминлаш каби масалаларни йечишни келтириб чиқаради. Бу масалаларни ечишнинг асосий ва муҳим босқичларидан бири ушбу жараённи мултимедиа тармоқларининг топологиясини ҳисобга олган ҳолда, унинг архитектурасини ва ишлашини тўлиқ тасвирловчи математик аппаратни танлаш ва унинг асосида шакллантириш вазифасидир.

Мултимедиа тармоқларини ахборотни узатиш имкониятлари ва самарадорлигини акс эттирадиган бир қатор кўрсаткичлар билан баҳолаш мумкин.

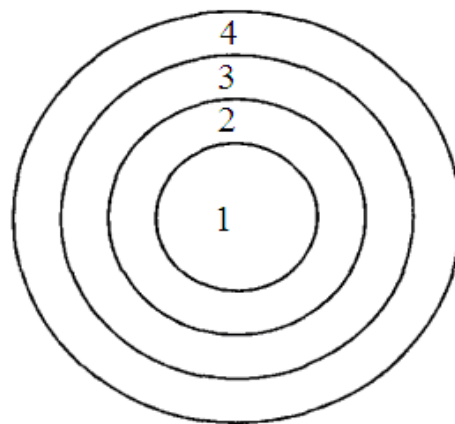
Ахборотни узатиш учун мултимедиа тармоғининг вақтдаги ишчанлик қобилияти, яъни берилган вазифаларни белгиланган кўламда сифатли даражада тармоқдан фойдаланиладиган маълум муддат ичида амалга ошириши талаб етилади.

Очиқ тизимларнинг ўзаро боғланиш эталон модели

Алоқа бу тармоқ ва алоқа хизмати йиғиндисини ўзида намоиш этади (1.1-расм). Телекоммуникация хизмати – бу хизматлардан фойдаланувчиларни таъминловчи воситалар мажмуасидир.

Иккиламчи тармоқлар телекоммуникация хизматларида сигналларни коммутациялаш, транспортлашни таъминлайди. Бирламчи тармоқлар иккиламчи тармоқларни таъминлайди. Мос келувчи хизматни таркибий қисми фойдаланувчиларда жойлашган охириги қурилма ҳисобланади.

Хизмат намунаси сифатида телефон алоқасини келтириш мумкин. У телефон алоқа, маълумотлар узатиш ва бошқа хизматларни таклиф қилади. Телефон тармоғи бўйича маълумотлар узатиш (телефон хизматини қўллаб) телефон каналлари бўйлаб маълумотлар узатиш хизмати сифатида қўрилади. Телефондан фойдаланувчи ўзининг компьютерини модем ёрдамида телефон тармоғига улаши мумкин. Маълумотлар узатиш хизмати сифатида биз маълумотлар узатиш учун махсус яратилган алоқа тизимини тушунамиз, яъни қурилма ва дастурий воситалар мажмуи, қайта ишлаш усуллари, тақсимлаш ва маълумотлар узатиш. Шу вақтнинг ўзида маълумотлар узатиш хизмати телефон алоқа хизматини ҳам тақдим этиши мумкин.



1.1-расм. Алоқа архитектураси:
1-телекоммуникациянинг бирламчи тармоғи; 2-телекоммуникациянинг иккиламчи тармоқлари; 3-телекоммуникация вазибалари; 4- телекоммуникация хизматлари.

Телекоммуникациянинг барча хизматларида ахборот алмашиш аввалдан белгиланган аниқ қоидалар бўйича амалга ошириш керак. Бу қоидалар (стандартлар) электралоканинг бир нечта халқаро ташкилотлари томонидан ишлаб чиқилади. 1978 йилда стандартлаштириш бўйича халқаро ташкилотда SC16 комитети ташкил этилди. Унинг вазифаси - очиқ тизимларнинг ўзаро боғланиши учун халқаро тавсиялар ишлаб чиқаришдир.

Очиқ тизим деб – очиқ тизимлар талабларини қондирувчи, турли тизимлар билан ўзаро таъсирлашиши мумкин бўлган тизим тушунилади. Агар тизим очиқ тизимларнинг ўзаро боғланиш (ОТЎБ) эталон моделига мос келса, у очиқ тизим ҳисобланади.

ОТЎБ эталон модели – стандартлар тузилишининг умумий структураси. У алоҳида стандартлар орасидаги ўзаро боғланиш принципини аниқлайди ва ОТЎБ учун талаб этиладиган кўпгина стандартларни бир вақтда ишлаб чиқиш имконини таъминлаш учун асос ҳисобланади. Бироқ ОТЎБ стандарти фақатгина эталон моделни аниқлабгина қолмай, балки эталон моделни қондирувчи аниқ хизматлар тўпламини, шунингдек хизматларни таъминловчи протоколлар тўпламини аниқлаши зарур. Бунда протокол деб, бир-бири билан ишловчи сатҳларни ўзаро таъсирлаш қоидаларини ва жараёнларини аниқлайдиган ҳужжат тушунилади.

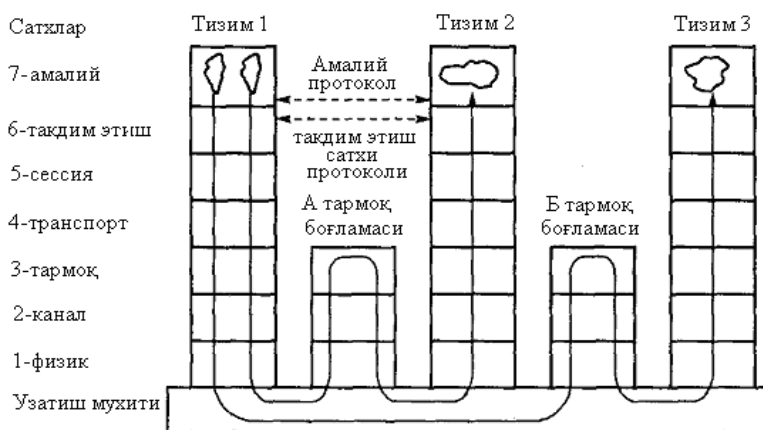


1.2-расм. ОТЎБ учун стандартлар ишлаб чиқиш структураси

1983 йилда эталон модел сифатида етти сатҳли модел тасдиқланган (1.3-расм). Бунда очиқ тизимларга тааллуқли барча жараёнлар ўзаро боғланган сатҳларга бўлинади. Етти сатҳли моделда (1-3) қуйи сатҳ протоколлари ахборот узатишга, юқори сатҳ (5-7) протоколлари ахборотларни қайта ишлашга мўлжалланган. Транспорт сатҳ протоколлари баъзида алоҳида ажратилади, у ахборот узатиш билан бевосита боғлиқ эмас. Бироқ бу сатҳ ўзининг вазифалари бўйича қуйи сатҳларга яқин бўлгани учун қуйи сатҳга тегишлидир.

Барча еттита сатҳнинг вазифаси амалий жараёнларни ишончли ўзаро таъсирини таъминлашдир. Бунда амалий жараёнлар сифатида фойдаланувчиларнинг эҳтиёжи учун ахборотларни бериш, киритиш, сақлаш ва қайта ишлаш жараёнлари тушунилади. Ҳар бир сатҳ ўзининг вазифасини бажаради. Бироқ сатҳларнинг хавфсизлиги учун улар бир-бирининг ишини текширади.

Амалий сатҳ (*application*) – тармоқда узатиладиган ахборот манбалари ва фойдаланувчилари ҳисобланувчи амалий жараёнлар ва тармоқ терминалларини бошқаради. Бу сатҳнинг вазифаси фойдаланувчининг дастурини ишга тушириш, уларни бажаришни, маълумотларни киритиш-чиқаришни, терминалларни бошқариш ва тармоқни маъмурий бошқаришдир. Бу сатҳда фойдаланувчиларга турли хизматларни тақдим этиш таъминланади. Бу сатҳда маълумотлар узатиш инфратузилмасини соzлаш ҳисобланувчи технологиялар ишлайди: электрон почта, теле ва видеоконференция, ресурсларга уланиш, интернетда ишлаш ва б.қ.



1.3-расм. ОТЎБ эталон моделининг тузилиши.

Тақдим этиш сатҳи (*presentation*) – тармоқда узатиладиган маълумотларни амалий жараёнлар учун қулай бўлган кўринишга ўзгартириш ва изохлаш. Маълумотларни

мослаштирилган форматда ва тузилишда тақдим этиш, турли тиллардан изохлаш дастури, трансляциялаш, маълумотларни шифрлашни таъминлайди.

Сеансли сатҳ (*session*) – амалий жараёнлар орасидаги алоқа сеансларини ўтказиш ва ташкил қилиш (тармоқ абонентлари орасидаги сеансларни таъминлаш, маълумотлар узатиш режимини ва навбатини бошқариш: симплекс, яримдуплекс, дуплекс). Бу сатҳнинг кўпгина функциялари, уланишни ўрнатиш ва амалиётда маълумотлар алмашиш тартибини таъминлаш транспорт сатҳда амалга оширилади, шунинг учун сеансли сатҳ протоколларини қўллаш чегараланишга эга.

Транспорт сатҳ (*transport*) – маълумотларни сегментлаштиришни бошқариш (сегмент – транспорт сатҳни маълумотлар блоки) ва манбадан фойдаланувчига (абонентлар орасидаги логик канални ўрнатиш ва ахборотни бошқаришни алмаштириш, маълумотлар узатиш сифатини таъминлаш) маълумотларни икки томонлама узатиш. Бу сатҳда тармоқ сатҳга тақдим этиладиган хизматлар қўлланилиши оптималлаштирилади, яъни кам харажатларда максимал ўтказиш қобилияти таъминланади. Транспорт сатҳ протоколлари жуда кенг ривожланган ва амалиётда жадал қўлланилади. Бу сатҳда узатилаётган ахборотнинг ишончилигини назоратига катта аҳамият берилган.

Тармоқ сатҳи (*network*) – тармоқда маълумотлар узатишни логик каналини бошқариш (маълумотларни маршрутлаш ва адреслаш, коммутациялаш: каналлар, хабарлар, пакетлар ва мультителепортлаш). Бу сатҳда тармоқнинг бош телекоммуникация вазифаси – фойдаланувчиларнинг алоқасини таъминлаш амалга оширилади. Тармоқнинг ҳар бир фойдаланувчиси албатта бу сатҳнинг протоколларини қўллайди ва тармоқ сатҳи протоколлари қўлланиладиган ўзининг ягона тармоқ адресига эга. Бу сатҳда маълумотларни структуралаш бажарилади – маълумотларни пакетларга жойлаштириш ва пакетларга тармоқ адресларини бериш (пакет–тармоқ сатҳини маълумотлар блоки).

Канал сатҳи (*data-link*) – тармоқ сатҳи объектлари орасида маълумотлар узатишни физик каналини бошқариш ва шакллантириш, физик уланишларни шаффофлигини таъминлаш, узатишдаги хатоликларни тўғрилаш ва назорат қилиш. Бу сатҳнинг протоколлари кўп сонли ва ўзининг функционал имкониятлари билан бир-биридан фарқланади. Бу сатҳда кўп каналга уланиш протоколлари мавжуд. Бошқариш кадрлар сатҳида бажарилади (кадр–канал сатҳидаги маълумотлар блоки).

Физик сатҳ (*physical*) – тармоқни физик канал билан уланишини узиш ва ушлаб туриш, ўрнатиш. Бошқариш рақамли битлар сатҳида (импульслар, унинг амплитудаси, формаси) ва аналог (узлуксиз сигнални фазаси, амплитудаси ва частотаси) сатҳда бажарилади. Сатҳлар орасида узатиладиган ахборот блоклари стандарт форматга эга: сарлавҳа, хизмат ахбороти, маълумотлар ва охир. Ҳар бир сатҳ ахборот блокларини қуйида турувчи сатҳга узатишда, уни ўзининг сарлавҳаси билан таъминлайди. Юқори турувчи сатҳни сарлавҳаси қуйи турувчи узатиувчи маълумотлар сингари қабул қилинади.

Адабиётлар

- [1]. Р.И.Исаев, Р.К.Атаматов, Р.Н.Раджапова, Телекоммуникация узатиш тизимлари. –«Фан ва технология», 2011.
- [2]. Н.Ю.Юнусов, Р.И.Исаев, Г.Х.Миразимова, Оптик алоқа асослари. Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги. –
- [3]. Р.И.Исаев, У.Н.Каримова, Метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш. – Т., «Fan va technology», 2011,
- [4]. Е.Е.Маликова, Ц.Ц.Михайлова, А.П.Пшеничников. Расчет оборудования мультисервисных сетей связи.

ЯРИМ ЎТКАЗГИЧЛИ МАТЕРИАЛЛАРДА ЭЛЕКТРЕТ ҲОЛАТИ ВА УЧ ҚАТЛАМЛИ ФОТОЭЛЕКТРЕТ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

Б.А. Тургунов

Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот
технологиялари университети
(Қабул қилинди 29.08.2022 й.)

Ушбу мақолада электрет эффекти ва унинг яримўтказгичли материалларда юз бериши ҳолатлари кўриб чиқилган. Шунингдек электрет эффекти юз берувчи материаллар уларнинг хусусиятлари таҳлил қилинган. Фотоэлектретларнинг олиниши ва уларнинг қўлланилиши хусусида маълумотлар баён қилинган. Мақоланинг асосий қисмида фотоэлектрет олишининг янги усули баён қилинган. Янги усулда олинган фотоэлектретнинг хусусиятлари таҳлили амалга оширилган.

Таянч сўзлар: Электрет эффект, электретлар, фотоэлектретлар, зарядларнинг сақланиши, разрядланиши, полиэтилентерефтолат, поликарбонат, политетрафторэтилен.

В этой статье обсуждается электретный эффект и его возникновение в полупроводниковых материалах. Также проанализированы материалы, в которых возникает электретный эффект, и их свойства. Описаны сведения о приобретении фотоэлектреты и их применении. В основной части статьи описан новый метод получения фотоэлектр. Проведен анализ свойств фотоэлектрета, полученного новым методом.

Ключевые слова: электретный эффект, электреты, фотоэлектреты, накопление зарядов, разряд, полиэтилентерефталат, поликарбонат, политетрафторэтилен.

This article discusses the electret effect and its occurrence in semiconductor materials. The materials in which the electret effect occurs and their properties are also analyzed. Information about the acquisition of photoelectrets and their application is described. The main part of the article describes a new method for obtaining a photoelectret. The properties of photoelectrets obtained by the new method are analyzed.

Key words: electret effect, electrets, photoelectrics, charge accumulation, discharge, polyethylene terephthalate, polycarbonate, polytetrafluoroethylene.

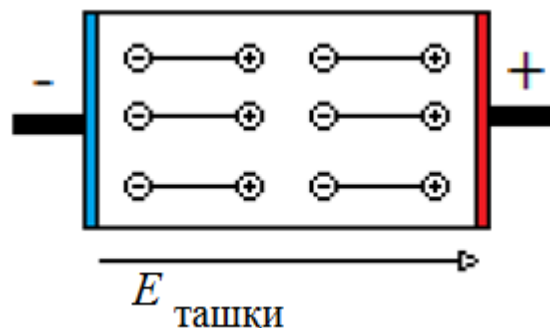
Кириш. Бугунги кунда турли соҳаларда қўлланилувчи қурилмаларнинг деярли барчаси электр таъминоти асосида ишлайди. Улар ўзларига юклатилган функционал вазифани узлуксиз ва ишончли бажаришлари учун улага узлуксиз электр энегияни таъминлаб қўйиш лозим. Шунинг электр таъминотини узлуксизлигини таъминлаш масаласи билан биргаликда унинг арзонлиги ва автономлиги ҳам муҳим аҳамиятга эга. Хусусан электр тармоқлари етиб бормаган ҳудудларда турли мақсадлардаги қурилмалар учун ишончли, узлуксиз ва арзон электр таъминотини амалга ошириш муҳим вазифалардан биридир. Айнан электр майдон хусусиятларида фойдаланиш лозим бўлган тизимларда электретлардан хусусан фотоэлектретлардан фойдаланиш юқори натижалар олиш имконини беради.

Электрет эффектнинг хусусиятларидан бугунги кунда амалиётда кенг қўллаш имкони мавжуд. Электретлар ташқи майдон томонидан қутбланган ёки электрлаштирилган қаттиқ диэлектриклар бўлиб, улар ташқи майдон олиб ташланганидан кейин ўзларининг қутбланганлик ҳолатини ёки электрланганлик ҳолатини сақлаб қолади. Шу сабабли бундан материаллар ташқи мақдон таъсирида қутбланиш ҳолатига ўтгандан кейин, ташқи муҳит таъсир майдони олиб ташлангандан кейин ташқи муҳитда доимий электр майдонини ҳосил қилиш хусусиятига эга.

Маълумки диэлектрик материалларнинг қутбли ва қутбсиз турларга ажралади. Айнан электрет эффекти қутбли диэлектрик материалларда юз беради. Бундай диэлектрик материаллар қутбланган атомли ёки молекулали диэлектриклар ҳисобланади. Бу каби атом ва молекулалар ўзларининг хусусий дипол моментига эга бўладилар. Мисол қилиб ионли алоқага эга бўлган NCl , NaJ , H_2O молекулаларини келтириш мумкин [1].

Ионли боғланишга эга бўлган молекулаларнинг дипол momenti коволент боғланишли молекулаларнинг дипол моментига нисбатан анча катта бўлади.

Демак, қутбли диэлектрик материални ташқи электр майдон таъсирига қўйилса ва улага ташқи иссиқлик энергияси йўналтирилса улардаги диполларнинг ориентацион



1-расм. Ташқи $E_{\text{ташқи}}$ электр майдон таъсирида қутбли диэлектрикда максимал қутбланиш ҳолати.

кутбланиш максимал даражада юз беради (1-расм).

Кейин бу материал хона хароратида совутилганда унинг юзаларида майдон олингандан кейин зарядлар узоқ муддат сақланиб қолади. Материал ички қисмида хосил бўлган диполлардаги қарама-қарши ишорали зарядлар бир бирини компенсация қилади ва фақат ташқи $E_{ташқи}$ майдон йўналишига перпендикуляр юзаларда қарама-қарши ишорали зарядлар сақланиб қолади. Натижада бу диэлектрик материалнинг икки қарқама-қарши юзаси ўртасида ички электр майдон кучланганлиги хосил бўлади. Хосил бўлган $E_{ички}$ ички электр майдон кучланганлигининг йўналиши ташқи $E_{ташқи}$ майдон йўналишига тескари йўналган бўлади. У холда диэлектрик материал ичидаги натижавий электр майдон кучланганлиги қуйидагича бўлади:

$$E_{нат} = E_{ташқи} - E_{ички}$$

Бундай диэлектриклар электрет холатига ўтган ҳисобланади. Улардан электр майдон манбаи сифатида фойдаланиш мумкин. Чунки улар ўзларининг атрофида узоқ мудда (хаттоки бир неча йил) доимий электр майдон хоисл қилиши мумкин.

Бугунги кунда электретларни олишнинг турли технологиялардан фойдаланилади.

Агар электретларни хосил қилишда диэлектрик материал киздирил кейин совитилиши натижасида электрет холатга ўтса бундай электретлар термоэлектретлар дейилади.

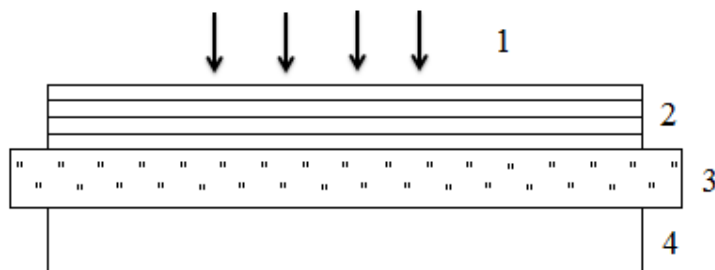
Шунингдек бугунги кунда фотоэлектретлар ўзининг хусусиятлари сабабли кенг қўлланилиш имкониятига эга бўлмоқда. Улар фотоэлектроўтказувчанликка эга бўлган материаллардан таёрланади (сера, сульфид ва кадмий каби). Фотоэлектретлар ташқи электр майдони таъсирига қўйилганда уларга шунингдек ёруғлик оқими йўналтирилади. Ташқи ёруғлик оқими тўхтатилгандан сўнг улар электрет холатига ўтади. Фотоэлектретлар коронгуликда узоқ муддат электрланганлик холатини сақлаб тура олади. Агар фотоэлектрет яна ёритилса у қисқа муддатда разрядланиб қолади [2].

Фотоэлектретларнинг олишнинг бугунги кунда бир қатор усуллари бор. Хусусан hozirda фотоэлектрет олишда қалинлиги 3-100 мкм бўлган полимер плёнкали фотоэлектретлар олиш усуллари мавжуд. Уларниг диэлектрик сингдрувчанлиги кичик бўлади ва солиштирма қаршилиги катта бўлади. Юпа пардали электретларнинг қуйидаги турлари мавжуд:

- полиэтилентерефтолат;
- поликорбонат;
- политетрафторетилен;

Юпқа пардали электретлар ичида политетрафторетиленлар барқарорлиги жихатидан қолганларига нисбатан юқори кўрсаткичга эга.

Асосий қисм. Тақдим этилаётган қурилма кремний, германий, арсенид галлийларнинг стехиометрик жихатдан таркиб, тузилиши бўйича бир жинсли бўлмаган юпқа пардаларидан ясалади. Юпқа пардалар вакуумда буғлатиш йўли билан олинади. Молекуляр оқим қизитилган диэлектрик (шиша, керамика, полимер эластик ва х.з) тагликка қиялатиб ўтказилади. Бунинг натижасида юпқа парда сиртида дендритлар хосил бўлиб, улар сиртнинг нотекис ёритилишини таъминлайди. Махсус ишлаб чиқарилган технология парда наъмунасининг сирт қисмининг бўйлама йўналишида микрокристалчаларнинг супер кўп кетма-кет қатламлилиқ қаторининг



2-расм. Уч қатламли фотоэлектрет лойиҳаси. 1-ёруғлик оқими, 2-АФН –элемент, 3-диэлектрик қатлам, 4-катта қаршиликли яримўтказгич.

каторининг микрокристалчаларининг чегара сохалари контактида ҳамда алоҳида микрокристалчаларнинг сирт ва ички хажмий қисмида инверсион сохалар вужудга келади (ўтказувчанлиги ҳар хил, бойитилиши даражаси бўйича фарқ қилувчи сохалар контакти).

Улар махсус $p-n^-$, $n-p^+$ ёки $p-p^+$ ҳамда турли кўринишдаги гетероўтиш типдаги микроконтактларни хосил қилади [3]. Бундай ярим ўтказгич юпка пардаларидан АФН-элементлар таёрланади. Уларда ёруғлик воситасида аномал юқори фотокучланиш генерацияси кузатилади. АФН –элементлар воситасида таёрланган фотоэлектретларда электрет ҳолат ёруғлик ва кутбловчи электр майдонининг биргаликдаги таъсири натижасида вужудга келади. Шу билан бирга ташқи майдонсиз фақат ёруғлик ҳисобига ҳам электрет эффект кузатилиши ҳам мумкин. Бу ҳолда ташқи кутбловчи электр майдони вазифасини ички аномал юқори патенциал майдон (кучланиш) бажаради. Бундай фотоэлектрет лойиҳаси 2-расмда келтирилган.

Бундай технология асосида ясалган фотоэлектретларда ташқи электр майдони ишлатилмай кутбланишга эришилади. Уя қатламли фотоэлектретларда фотокутбланишни электродлар уланмаган ҳамда қисқа туташтирилган ҳолатларида амалга ошириш мумкин. Бунинг учун фотоэлектрет ўлчов асбобига уланади. Сўнгра интенсивлиги $8 \cdot 10^{-2}$ Вт/см² бўлган ёруғлик билан бир неча дақиқа давомида ёритиб турилади. Унда АФН-кучланиш вужудга келади.

Ёритилиш тўхтатилгандан сўнг бир неча сония давомида АФН –элемент контакт электродлари қисқа туташтирилиб аномал юқори фотокучланиш тамоман йўқолишига эришилади. Ундан сўнг қатлам яна ўлчов асбобига уланади. Асбоб фотоэлектрет ҳолатга тўғри келувчи қолдиқ кучланишни қайд қилади. Фотоэлектрет ҳолат кучланиши секин аста ортиб, 2-3 дақиқа давомида тўйинишга эришиб, қиймати тахминан 90-100 В гача етади. Бундай фотоэлектретлардан оптоэлектроникада бошқарувчи (ёруғлик воситасида) хотира элементлари яратишда фойдаланиш мумкин. Бундай янги турдаги фотоэлектретларнинг фаолият кўрсатиши учун табиий ёруғликнинг (оддий ташкил этувчиси) кучсизгина тушиб туриши етарли бўлади. Демак, АФН-элементли фотоэлектретлар учун махсус энергия манбаи керак эмас, улар табиий ёруғлик ҳисобига ишлай олади.

Хулоса. Уларнинг барча элементлари автоном бўлиб, ташқи электр майдонсиз ишлайди. Бундай автоном режимда ишловчи фотоэлектретли хотира элементларидаги кучланиш релаксацияси етарли узоқ давом этади. Саноат микёсида фотоэлектретни ишлаб чиқаришда эффектни тадқиқ қилиш учун майдон усулидан (конденсатор усули ҳам дейилади) фойдаланиш мумкин.

Адабиётлар

1. Р. Найманбоев, С. Ирматов, Яримўтказгичли фотоприёмниклар, Ферпи “Тахририят ноширлик” бўлими, Фарғона 2011.
2. Фотоэлектрические явления в полупроводниках и оптоэлектроника пад.ред. акад. Э.И. Адировича, изд. «ФАН» Уз.ССР ташкент. 1972 стр143
3. Авторское произведение: Электретный индикатор состояния. №: ЕС-01-003564. Найманбаев Р, Райимджанова О, Нурдинова Р, Тургунов Б.А, Эргашев Ш. 24 март 2022.
4. Р. Найманбоев и др. Uzbek Journal of Physics, 2012., Vol 14 (№5-6), p.p. 311-315 (01.00.00,№5).

ЁРУҒЛИКНИНГ ОПТОЭЛЕКТРОН МОДУЛЯТОРИ

Л.Р. Далибеков, Р.А. Нурдинова, Г.Ф. Жўраева

*Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети
Фарғона филиали
(Қабул қилинди 30.08.2022 й.)*

Мазкур ишда генератор типдаги фотоприёмниклар негизида оптрон оптик каналидаги ёруғлик оқимини бошқаришнинг самарадор модуляторифизикаси ва техникасининг илмий асослари тақдим этилган.

Калит сўзлар: АФН-модулятор, ёруғлик оқими, аномал фотокучланиш, фотоприёмник, оптрон.

В статье представлены научные основы физики и техники эффективного модулятора

управления световым потоком в оптическом канале на основе фотоприемников генераторного типа.

Ключевые слова: АФН-модулятор, световой поток, аномальная фотоэдс, фотоприемник, оптрон.

This paper presents the scientific basis of effective modulator physics and techniques of light flux control in the optron optical channel on the basis of generator-type photo receivers.

Key words: AFN-modulator, light flux, anomalous photovoltage, photoreceiver, optron.

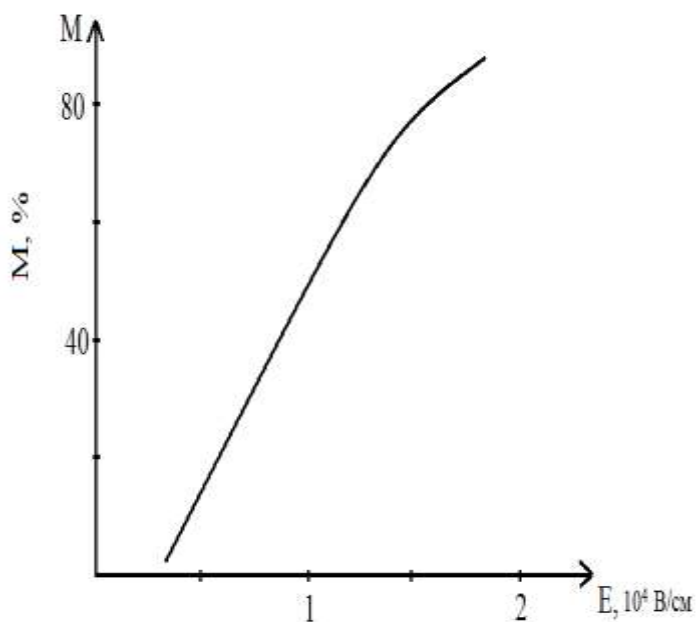
Кириш: Оптоэлектроникасининг асосий элементи оптрон бўлиб, оптик канали бошқариладиган оптронлар яратиш оптоэлектроникага ажойиб техник ечимлар имкониятини очиб беради. Оптик каналдаги ёруғлик оқими ахборот ташувчи маълумот етказувчи вазифасини бажаради. Ахборотлар (маълумотлар) тоза, ёт сигналлар таъсиридан идеал химояланган бўлиши учун ёруғлик оқими параметрларини бошқаришнинг оптимал, қулай ва содда усулларини топиш керак бўлади. Бу ишда генератор типигадаги фотоприёмниклар негизидаги оптрон оптик каналидаги ёруғлик оқимини бошқаришнинг самарадор модулятори физикаси ва техникасининг илмий асослари тақдим этилади. Бундай оптронлар асосида қурилган модуляторлар оптоэлектрон қурилмаларда оддий мантикка қурилган вазифаларнигина эмас мураккаб мантикий функционал операцияларини ўз ичига олган ахборотларни компютерга киритишнинг мантикий алгоритмларини яратиш имконини беради (оптоэлектрон модулятор, электрон импульс тезкор ҳисоблагич ва бошқалар). Бундай оптоэлектрон қурилмалар фан ва техникада ҳамда инсон фаолиятининг турли соҳаларида энергия тежамкор, содда, ихчам ва қулайлиги туфайли кенг қўлланилади.

Модулятор физикаси ва техникаси. Ёруғлик оқимини бошқариш учун турли хил модуляторлар қўлланилади [1,2,3]. Мазкур оптик модулятордаги жараёнлар физикаси нисбатан содда, қулай бўлишига қарамадан уларнинг амалиётда қўллаш техникаси ўта ноқулай бўлиб, ташқи таъсирлар воситасида бошқарилади. Шу билан бирга ишлатилган техникаси ихчамлаштириш, содалаштириш ва энергия тежамкорлик каби хусусиятлари нуқтаи назаридан опто-микроэлектрон тизим билан бевосита мослаша олмайди. Яримўтказгичларда амалга ошириладиган оптик модуляция воситасида юқоридаги каби бошқа камчиликларни йўқотиш мумкин. Яримўтказгичлардаги оптик модуляция икки хил йўл билан амалга оширилади. Улардан биринчиси оптоэлектрон эффектга асосланган бўлиб, бу усулда инфрақизил соҳадаги нурлар модуляцияси учун қулай материал бўлиб GaAs ҳисобланади. Иккинчи усул ёруғликнинг ютилиш коэффицентининг ўзгаришига асосланади. Бу усулда ёруғлик амплитудасининг модуляцияси кузатилади. Ёруғликда модуляция вақтида бошқариладиган параметрлари учта: амплитуда, фаза ва частота. Частота ва фаза модуляциясидан фойдаланиш мураккаб ҳисобланади. Шу сабабли одатда амплитуда модуляциясидан кўпроқ фойдаланилади. Бу модуляцияни бир нечта турлари амалда кузатилади. Масалан, электрооптик усулда яримўтказгич кристалга электр майдони қўйилса, унинг ёруғликни синдириш кўрсаткичи ўзгаради (Δn), натижада унда нурнинг иккиланиб синиш эффекти кузатилади. Агар ундан чизикли қутбланган ёруғлик ўтказилса, қутбланиш текислиги унга қўйилган электр майдони кучига пропорционал равишда маълум бурчакка бурилади. Қутбланиш текислигининг бурилиш бурчаги мос равишда ёруғлик амплитудаси ўзгаришини баҳолаш мумкин. Демак, ёруғликнинг ютилиши ҳам қутбланиш даражасига боғлиқ бўлади. Худди шунингдек қутбланиш текислиги яримўтказгичга магнит майдони таъсир қилганда ҳам кузатилади (Фарадей эффекти). Модда оптик зичлигини ультратовуш таъсирида локал ўзгартириш (акустооптик эффект) ҳисобига ҳам амплитуда модуляциясига эришиш мумкин. Бу модуляторнинг ҳар бирида кузатилаётган физик ходисалар (электрооптик, магнитооптик ва акустооптик) ташқи энергия (таъсир) ҳисобига содир бўлади [4]. Шу ва бошқа сабаблар туфайли бундай оптик модуляторларнинг техник имкониятлари чегараланган. Бундан ташқари модуляторларда қўлланилган оддий фотоприёмникдан олинган чиқиш электр сигналларининг амплитудаси жуда кичик бўлиб, улардан фойдаланиш учун кучайтириш албатта керак бўлади. Агар чиқишдаги фойдали сигнални модуляция ҳисобига етарли амплитудага етказиш усули топилса,

модулятор имкониятлари янада ортади. АФН-элемент спектрал боғланишларни кучли электр майдони таъсирида ўрганиш натижасида маълум бўлдики, кучли электр майдони таъсирида ютилиш спектрида чегара силжиши кузатилади (Франц – Кельдыш эффекти)[5]. Демак, электр майдони таъсирида шаффофликни спектрал боғланиши ўзгаради, яъни электр майдони моддадаги ёруғлик ютилиши чегарасига таъсир қилади. Бу эффект ёруғлик модуляциясини бевосита оптик тўлқин узатиш системаларида ёки оптик толалаи ва юпқа пардали толалаи оптик алоқа линияларида амалга ошириш мумкинлигини кўрсатади.

Электр майдони яримўтказгичнинг зона структурасига таъсир этиш натижасида унинг ёруғликни ютиш коэффициентини ($\Delta K = K_2 - K_1$, $K_2 - K_1$) кескин ўзгартиради. Бу ўзгаришга мос равишда хосил бўладиган модуляция (m) назарий ҳисоблашларга мувофиқ [6], 85% га бўлиши мумкин:

$$m = \exp \Delta K d - 1 \exp \Delta K d + 1, \quad d - \text{намуна қалинлиги.}$$



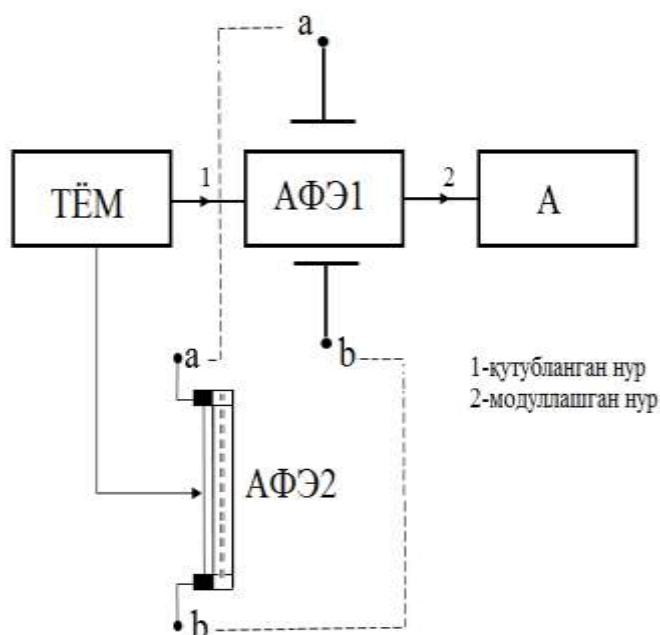
1-расм. Модуляция коэффициенти билан электр майдони орсидagi боғланиш графиги (Спектрал соҳаси 1,585 эВга мос келади).

Ютилиш коэффициентининг ёруғликнинг намунадан ўтишидаги электр майдони таъсирида ўзгариши (ΔK) ёруғлик интенсивлигининг ўзгаришига қараб аниқланади. Кадмий теллур юпқа парда намуналари учун модуляция коэффициентининг электр майдон кучланганлиги билан боғлиқлиги (1-расм) қонуниятда электр майдонининг $(0,3 \div 1,2) \cdot 10^4$ В/см соҳаси учун тақрибан тўғри чизиқли қисим кузатилади.

Демак, тўла (100% ли) модуляцияга эришиш учун катта кучланганликка эга бўладиган электр майдони талаб қилинади. Бундай кучли электр майдони мавжуд модуляторларда ташқи электр манбаси ҳисобига олинади. Модуляторларни оптоэлектрон ўзини-ўзи энергия билан таъминлайдиган тизимга (автоном

режим) ўтказиш учун оптик толалаи ёки яримўтказгич юпқа пардали оптик каналдаги модуляция учун жавобгар оптик фаол элементни ёруғлик таъсирида аномал юқори фотокучланиш (АФН) хосил қиладиган АФН-элемент билан алмаштириш керак. Бу ҳолда модулятор энергетик жиҳатдан автоном бўлади, модуляция жараёнини кичик амплитудали электр майдон билан бошқариш имконияти пайдо бўлади, модулятор ихчам, содда ва яхлит лойиҳага келтирилади, натижада янги типдаги самарадор, микроэлектрон тизимга мослашадиган, табиий ёруғлик билан ишлайдиган оптоэлектрон модуляторлар хосил бўлади. 2-расмда АФН-элемент негизда фаолият кўрсатадиган оптоэлектрон модулятор лойиҳасининг блок-схемаси тасвирланган.

Ишлаш принципи. Ишлаш жараёни 2-расмда блок-схемага асосан тушинтирилади. Қуёш радиациясининг иссиқлик ва ультрафиолет таъсирларининг минималлаштирилган оқими ТЕМ блокида хосил қилиниб, АФЭ1 блокидаги АФН-пардага юборилади. Унда ёруғлик таъсирида хосил бўлган электр майдони АФН-парда моддасида ёруғликнинг кутбланиш даражасига таъсир қилиб, ютилиш коэффициентини ўзгартиради. Бу эса ўз навбатида ёруғлик сигнали амплитудасини ўзгаришига сабаб бўлади. Модуляцияни бошқариш учун АФЭ2 элемент хизмат қилади. Унда хосил бўлган аномал фотокучланиш аб электродлар орқали АФЭ1 элементига берилади. Уларнинг кутбларининг мувофиқлигига мос равишда модуллашган оптик сигнал амплитудаси бошқарилади [8,9].



2-расм. Оптоэлектрон АФН-модулятор блок схемаси. ТЭМ – табиий ёруғлик манбаси, оптик каналдаги биринчи; АФЭ1 – элемент; АФЭ2 – ташқи электр майдон ҳосил қилувчи элемент; А – кутбланишни аниқловчи нурни иккилангириб синдирувчи элемент.

Таклиф этилаёт ёруғликнинг оптоэлектрон модулятори уч қисмдан иборат (2-расм), биринчи қисмда (ТЭМ) табиий ёруғлик қабул қилинади унда қуёш радиациясининг иссиқлик ва ультрафиолет таъсирларидан химоя тизими мавжуд бўлиб, оддий ёруғлик дастаси (1) ҳосил қилинади. Оддий ёруғлик оптроннинг оптик каналидаги АФЭ1 элементда аномал юқори фотокучланиш ҳосил қилади. У яримўтказгич юпка пардасининг зона структурасига таъсир қилиб, ютилиш коэффициентини кескин ўзгартиради, натижада оптик каналнинг ўзида модуляция жараёнини содир бўлади. Модуляцияланган сигнал (2) қурилманинг учинчи қисмида (А) таҳлилдан ўтади. Қурилмадаги иккинчи элемент (АФЭ2) воситасида модуляция жараёни кичик кучланиш (1÷2В) билан бошқарилади.

Хулоса. Ёруғликнинг оптоэлектрон модуляторининг авфзаллиги ва техник характеристикалари қуйидагича:

- Қурилма табиий ёритгич ҳисобига ўзини – ўзи энергия билан таъминлайди;
- Тўла 100% ли модуляция учун керакли юқори кучланиш АФЭ1 ва АФЭ2 элементлари воситасида тўғридан - тўғри оптик каналда ҳосил бўлади;
- Модуляцияни кичик амплитудали (1-2В) майдон (ички) воситасида амалга оширилади;
- Тайёрлаш технологияси содда, микроинтюралаш (ихчамлаштириш) имкониятлари мавжуд, кичик кучланишларда ҳам юқори самарали модуляцияга эришиш мумкин;
- Модуляция максимуми $\lambda \approx 0,88$ мкм тўлқинига мос келиб, ярим спектрал модуляция соҳаси (кенглиги) $\Delta\lambda = 0,008 \div 0,001$ мкм тартибда бўлади;
- Модуляторнинг хусусий электр сиғими 25 пФ;
- Ички (ТЭМ) салбий таъсирлардан ФП ни химоялаш қисм (1) идаги ёритгич сифатида $Ga_xAl_{1-x}As$ гетереструктурасининг юпка пардали эпитакциясидан фойдаланилган.
- АФЭ1 ва АФЭ2 фотоприёмникларнинг фотосезгирлигининг максимуми $\lambda = 0,88$ мкм тўлқинига мос келади.

Адабиётлар

- [1]. Ривкин С.М Фотоэлектрические явления в полупроводниках, М., “Физматгиз”, 1963.
- [2]. Гонда С, Сэко Д, Оптоэлектроника, Ленинград, “Энергоатомиздат” 1989, стр.115.
- [3]. Найманбаев Р., Генератор типидпги фотоприёмники Фарғона,1997. изд.Фарғона.
- [4]. Касимахунова А.М., Нурдинова Р.А., Исследование АФН – элементов сдвойным лучепреломлением, Uzbek Journal of Physics, Vol.19(№5),p.p.302-306,2017г.(01.00.00,№5).
- [5]. Найманбоев Р., Маманов О.А. Исследование спектральных характеристик АФН – эффекта при больших электрических полях., Матер. семинара “Нелинейные высокочастотные явления в полупроводниках и полупроводниковых структурах и проблемы их применения в электронике СВЧ”, АН СССР, Навои-1991.
- [6]. Eden R.C., Coleman P.D., Proc. IEEE, 51, 1776 (1963).
- [7]. Киреев П.С., и др. Смещение границы собственного поглощения под действием электрического поля в плёнках CdTe и Sb₂Se₃, ФТТ. 1965. Т.7. №4 стр.1271
- [8]. Авторское произведение: Гелиооптодатчик, № ЕС-01-003425 от 25.11.2021
- [9]. Авторское произведение: Трансформатор спектра, № ЕС-01-003461 от 25.12.2021.

УДК .537.2:697.946

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ

Ш.М. Музафаров¹, Б.К. Тагаев², Ж.Н. Толипов², Ш.Ю. Усмонов³

¹Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», ²Институт проблемы энергетики АН РУз, ³Ферганский политехнический институт, Тел.: (+998) 94 269 77 14, E-mail: togaev_1982@mail.ru
(Получена 30.08.2022 г.)

Таdqиқотнинг мақсади электр филтрларнинг "Тоғжли иғналари билан потенциал текислик – ерланган текислик" электрод тизимининг параметрларини аниқлашдир. Таdqиқот ўтказиши учун турли узунликдаги иғналар орасидаги масофани ва битта иғнанинг тушириши токи билан иғна қаторлари орасидаги масофани аниқлаш усули ишлаб чиқилган. Кетма-кет иғналар орасидаги ва иғналар қаторлари орасидаги масофалар битта иғнанинг максимал токи билан аниқланди. Шу билан бирга, иғналар қаторлари орасидаги масофа қаторлардаги иғналар орасидаги масофадан икки баравар кўп бўлиши кераклиги аниқланган.

Калим сўзлар: Разряд токи, тоғ иғналари, потенциал текислик, ерланган текислик, иғналар қатори, иғналар узунлиги, электр майдон кучланганлиги.

Целью исследований является определение параметров электродной системы «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость» электрофильтров. Для проведения исследований была разработана методика определения расстояний между иглами различной длины и расстояний между рядами игл по току разряда одиночной иглы. Расстояния между иглами в ряду и между рядами игл определялись по максимальному току одиночной иглы. При этом установлено, что расстояние между рядами игл должно быть в два раза больше расстояний между иглами в рядах.

Ключевые слова: Ток разряда, коронирующие иглы, потенциальная плоскость, заземленная плоскость, ряд игл, длина игл, напряженность электрического поля.

The purpose of the research is to determine the parameters of the electrode system "potential plane with corona needles – grounded plane" of electro filters. To conduct research, a method was developed for determining the distances between needles of various lengths and the distances between rows of needles by the discharge current of a single needle. The distances between needles in a row and between rows of needles were determined by the maximum current of a single needle. At the same time, it is established that the distance between the rows of needles should be twice the distance between the needles in the rows.

Key words: Discharge current, corona needles, potential plane, grounded plane, row of needles, length of needles, electric field strength.

Проведенными нами исследованиями установлено, что использование стримерной формы коронного разряда в процессах электрогазоочистки позволяет значительно повысить эффективность работы электрофильтров. Например, зона осаждения частиц пыли сокращается до 1 м, а скорость потока очищаемого газа может быть увеличена до 8м/с. Удельная мощность процесса очистки газов составляет 33 Вт·с/м³. Этот показатель у существующего электрофильтра типа ПГДС-4-50 [1], производительность которого по очищаемому газу 50 м³/с, а потребляемая мощность 10⁴ Вт, равен 2000 Вт·с/м³.

Использование электродной системы «Потенциальный электрод с коронирующими иглами – заземленная плоскость» обусловлено необходимостью разделения объемных зарядов, образующихся в канале стримерного разряда и получения потока отрицательных ионов. Ранее в электрофильтрах подобные системы электродов не применялись [4].

Исходя из возможности обеспечения максимальной пропускной способности электрофильтров, расстояние между потенциальной и заземленной плоскостями был принят 0,1 м, что является наиболее оптимальным с точки зрения используемого класса напряжения. В ранее проведенных исследованиях расстояние между иглами определялось по максимальному току разряда. Однако, как выявили последующие исследования, эффективное осаждение частиц пыли происходит при таком расположении коронирующих игл, когда расстояние между иглами в ряду, расположенному поперек потоку очищаемого

газа, меньше чем расстояние между рядами игл. Определению этого соотношения явились целью настоящих исследований. Исследования зависимости тока одиночной иглы от её длины и расстояния между иглами при питании импульсами напряжения проводились на стенде, описанном в работе [2] с внесенными изменениями.

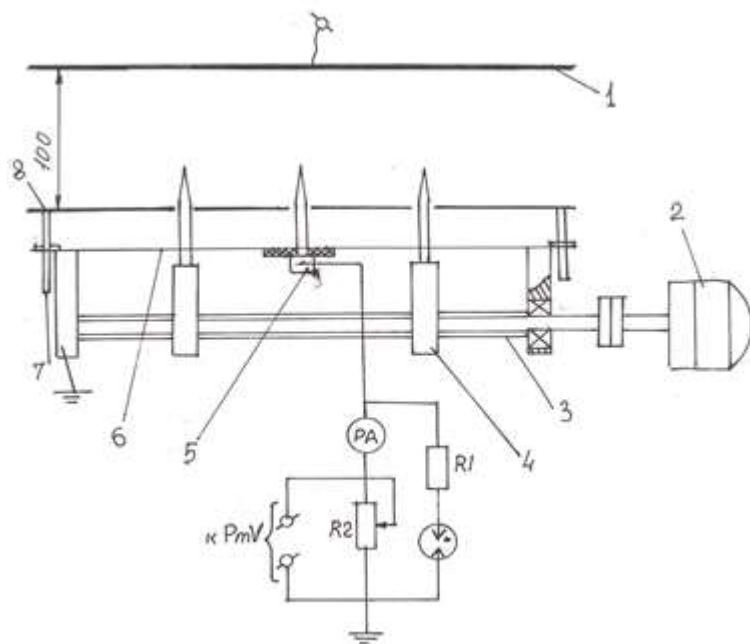


Рис.1. Схема стенда для исследования влияния расстояний между коронирующими иглами на ток стримерной формы коронного разряда.

монтажного стола 6. Схема измерения состоит из самопишущего потенциометра PmV типа КСП-4, контрольного микроамперметра РА, подстроечного резистора R2 и цепочки защиты от тока искровых разрядов R1-F1 [3].

Для проведения второй части эксперимента по определенным расстояниям между рядами игл, на стенд устанавливались подвижные ряды игл 1 (рис.2), которые изменяли расстояние до подвижного. В центре неподвижного ряда игл устанавливалась измерительная игла 3. расстояние между иглами в ряду устанавливалось в зависимости от их длины: для игл длиной 25 мм – 50 мм; 20 мм – 40 мм; 15 мм – 30 мм.

Во второй части эксперимента опыты с иглами длиной 10 мм не проводились ввиду неустойчивости разрядных токов. Скорость перемещения кареток с подвижными иглами равна 1 мм-1. минимальное расстояние между острием измерительной иглы и подвижными иглами 10 мм. Максимальное расстояние 100 мм. Скорость перемещения диаграммной ленты в приборе КСП – 4 7200 мм/час для 1 части эксперимента и 3600 мм/час для второй. Время регистрации 4 с.

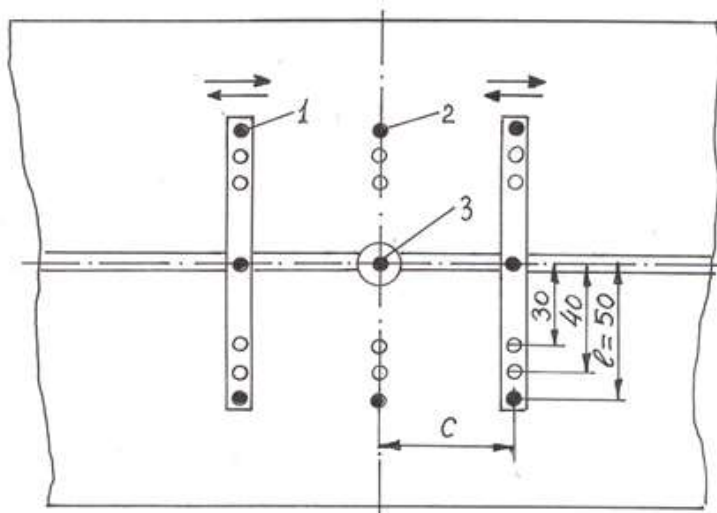


Рис. 2. Схема установки коронирующих игл на стенде при исследованиях влияния расстояния между рядами игл на ток разряда.

Зависимости тока одиночного коронирующего игольчатого электрода от расстояния до соседних подвижных коронирующих игл снимались при действующем значении импульсного напряжения 44 кВ и частоте 600 имп-1. Пробой межэлектродного промежутка происходил при напряжении 48 кВ.

Снятые на самописце КСП-4 диаграммы были совмещены для сравнения на одном графике (рис.3). По зависимости видна существенная зависимость тока одиночного коронирующего игольчатого электрода от расстояния до соседних коронирующих игл в ряду. При этом токи также зависят о длины игл. Расстояние между игольчатыми электродами в ряду выбиралось от расстояния, при котором ток перестает увеличиваться. Эти расстояния отмечены на кривых точками.

Во второй части исследований расстояние между иглами в ряду длиной 25, 20 и 15 мм не изменялись и было равными соответственно 50, 40 и 30 мм.

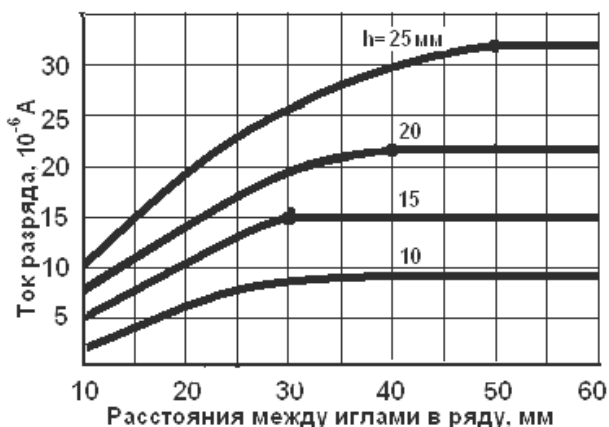


Рис. 3. Зависимость тока одиночного коронирующего электрода от расстояния до соседних коронирующих электродов в ряду при различной длине игл.

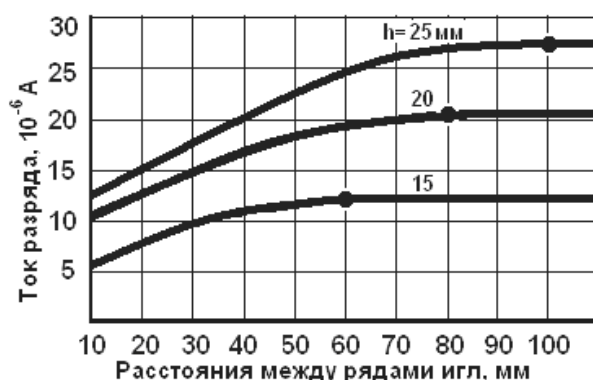


Рис.4. Зависимость тока одиночного коронирующего электрода от расстояний между рядами коронирующих электродов при различной длине игл.

По графическим зависимостям видно, что ток одиночной коронирующей иглы, расположенной на фиксированном расстоянии от соседних коронирующих игл в ряду, существенно зависит от расстояния между рядами игл. При этом максимальное значение тока одиночной иглы достигается при расстоянии в 2 раза большим, чем расстояние между иглами в ряду:

По проведенным исследованиям были определены параметры электродной системы при длине коронирующих игл 25, 20 и 15 мм, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры электродной системы «Потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость» при расстоянии между плоскостями 0,1 м.

Длина игл, мм	25	20	15
Расстояние между иглами в ряду, мм	50	40	30
Расстояние между рядами игл, мм	100	80	60

Необходимых для электрофильтров параметры электродной системы «Потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость» определялись на основании исследований процесса осаждения частиц пыли из потока воздуха. Результаты этих исследований приведены в выводах

Выводы

1. Экспериментально установлено, что расстояние между рядами игл должно быть в два раза больше, чем расстояние между иглами в рядах. При этом ряды игл расположены поперек потока очищаемого газа.

2. С увеличением длины коронирующих игл увеличиваются расстояния между иглами в ряду и между рядами игл. Определенные по максимальному току разряда с одиночного

электрода параметры групп электродных систем находятся в определенном соотношении и требуют дополнительных исследований для определения наиболее рациональных параметров обеспечивающих максимальную степень очистки.

3. Установлено, что наибольшая степень очистки воздуха наблюдается при следующих параметрах электродной системы «потенциальная плоскость с коронирующими иглами – заземленная плоскость»: для межэлектродного расстояния 0,1 м – длина игл 20 мм, расстояние между иглами в ряду 40 мм, расстояние между рядами игл 80 мм, длина зоны осаждения 1 м; для межэлектродного расстояния 0,05 м - длина игл 15 мм, расстояние между иглами в ряду 30 мм, расстояние между рядами игл 60 мм, зона осаждения 0,5 м.

Список литературы

- [1]. Дымовые электрофильтры/ В.И.Левитов, И.К.Решидов, В.М.Ткаченко и др.; Под общ. ред, В.И.Левитова, - М.:Энергия, 1980. -448с
- [2]. Музафаров Ш.М., Абдулла Ахмед Саид Моршед. Исследование параметров электродной системы «Ряд игл – плоскость» униполярного импульсного коронного разряда – Истеъдод, 1999, № 2, с. 26-29
- [3]. Электроизмерительные самопишущие приборы/М.Г.Бердичевский, В.А.Иванцов, Б.А.Лапин, М.Г.Якубов.-Л.:Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981.-180 с.
- [4]. Патент на изобретение РУ № IAP04426. 11.10. 2011. Способ и устройство для очистки газов от твердых и жидких аэрозольных частиц/ Ш.М.Музафаров, Б.Н.Эркинов, В.Е.Балицкий.

ЯРИМЎТКАЗГИЧЛАРДА ФОТОЭЛЕКТРИК ҲОДИСАЛАР ТАҲЛИЛИ

Г.Ф. Жўраева, Л.Р. Далибеков, Д.Д. Исмоилова

*Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети
Фаргона филиали
(Қабул қилинди 5.09.2022 й.)*

Ёруғлик нурланиши датчикларини (фотоўтказгичларни) ва бошқа асбобларни тайёрлашда парда, таблетка, қатламлар кўринишидаги поликристалл яримўтказгичлар кенг қўлланилади. Поликристалл моддалар тузилиши ва хусусиятлари монокристалларникидан фарқ қилади ҳамда улар ўзига хос ток ўтиши ва фотосезгирлик механизмларига эга бўладилар.

Калим сўзлар: датчиклар, фотоўтказгич, поликристалл моддалар, доналар, камбағаллашган қатлам, инверсион қатлам, бойиган қатлам, акцепторлар концентрация.

При производстве датчиков светового излучения (фотопроводников) и других устройств широко используются поликристаллические полупроводники в виде пленок, таблеток и слоев. Поликристаллические материалы отличаются по структуре и свойствам от монокристаллов, обладают уникальными механизмами переноса тока и фоточувствительностью.

Ключевые слова: сенсоры, фотопроводник, поликристаллические вещества, зерна, обедненный слой, инверсионный слой, обогащенный слой, концентрация акцепторов.

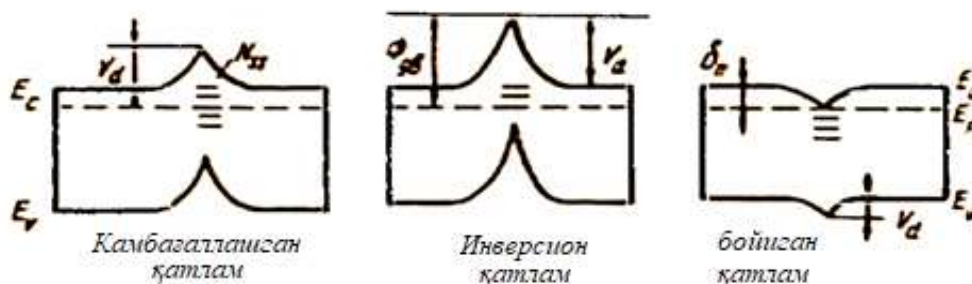
In the production of light sensors (photoconductors) and other devices, polycrystalline semiconductors are widely used in the form of films, pellets, and layers. Polycrystalline materials differ in structure and properties from single crystals, have unique current transfer mechanisms and photosensitivity.

Keywords: sensor, photoconductor, polycrystalline substances, grain, depleted layer, inversion layer, enriched layer, acceptor concentration.

Кириш. Поликристалл моддаларда сирт ходисалари жуда катта ахамиятга эгадир (айниқса пардаларда, чунки уларда сирт юзининг ҳажмга нисбати катта бўлади). Поликристаллни ташкил этган монокристалл доналар (кристаллчалар) чегараларининг лектрофизик хоссалари ва ток ўтиш механизмлари мавжуд.

Поликристалл парда таркибидаги кристалл доналарни бир-биридан ажратиб тўрадиган чегаралар парда ўсишининг каолесцент босқичида қўшни кристаллчалар ориентациясининг бузилиши оқибатида вужудга келади. Улар поликристаллни ўстириш жараёнида доналардан ажралиб чиққан киришмалар ва нуксонлар юкори зичликка эга бўлган сохалардан иборатдир. Одатда кристалл доналар орасидаги чегаралар уч турга бўлинади:

1. Когерент ўхшаш кристаллчалар орасидаги чегаралар. Улар электр жихатдан кичик активликка эгадир.
2. Доналар (кристаллчалар) орасидаги кичик бурчакли чегаралар. Улар кристалл панжара деформацияси билан боғлиқ бўлган чегаравий дислокациялар ва кучланишлар майдонига эгадир. Бундай чегаралар ўртача электр активликка эга бўладилар.
3. Доналар орасидаги катта бурчакли чегаралар ва нокогерент ўхшаш доналар орасидаги чегаралар. Уларда дислокация концентрацияси юкори, кристалл панжара деформацияси ва киришмалар сегрегацияси катта бўлади. Бундай чегаравий қатламлар электр жихатдан жуда актив бўлади. Уларда энергиянинг янги сатхлари ҳосил бўлади. Буадай сатхлар вужудга келиши сабаблари: панжара атомий текисликлар оралиғининг ўзгариши, деформация майдонлари пайдо бўлиши, узилган боғланишларнинг ҳосил бўлишидир. Нуқсонларнинг ёки киришмаларнинг энергетик сатхларидаги электр заряди билан боғлиқ доначалар чегарасида куйидаги ходисалар юз бериши мумкин:
 - а) баъзи бир моддаларда ажралиш чегараси буйлаб деярли "металл" ўтказувчанлик пайдо булади;
 - б) чегаралардаги холатлар заряд билан тўлдирилади ва бунинг оқибатида потенциал тўсиқлар ҳосил бўлиб, парда буйлаб ток ўтказувчанлиги характериға таъсир қилади;
 - в) чегаралар сиртида асосий бўлмаган заряд ташувчилар учун рекомбинация марказлари родини ўтайдиган энергетик сатхлар шаклланади.



1-расм. Кристаллчалар чегарасидаги уч хил потенциал тўсиқ.

Агар p - типли донанинг чегара сиртида акцептор холатлар (масалан CdS доналари чегарасида сурилган кислород) бўлса, хажмий заряд соҳаси қўшни доналар хажмига ҳам киради ва $\Phi_{св}$ потенциал тўсиқ ҳосил бўлади (1- расм). Аслида, сирт холатлари табиатиға ва сирт сатхларининг энергиялар буйича $\frac{dN_{ss}^*}{dE}$ тақсимотиға боғлиқлик равишда яримўтказгичнинг дона чегараси яқинидаги соҳасида камбағаллашган, бойиган ёки инверсион қатламлар ҳосил бўлиши мумкин. Одатда камбағаллашган қатлам хусусий ўтказувчанликли (легиранмаган) зарралар чегарасида шаклланади. Хусусий бўлмаган ўтказувчанликли (легиранган) доналар чегарасида эса, одатда, бойиган қатлам ҳосил бўлади. Доналар чегарасида потенциал тўсиқлар мавжуд бўлиши тажрибада исботланган.

Контакт потенциаллар айирмаси V_K нинг доналар чегарасидаги N_{fs} заряди зарра хажмидаги асосий заряд ташувчилар концентрацияси билан боғланишини заряднинг сакланиш конунини ифодаловчи

$$N_{ss}^* = 2d_{хсс} N_D$$

Шарт асосида топиш мумкин, бундаги N_{ss}^* — бирлик юзасадаги зарядланган сирт холатлари сони, N_D — дона хажмидаги донорлар эффектив концентрацияси, $d_{хсс}$ — дона чегарасининг хар бир томонидаги камбағаллашган соҳа кенглиги.

Тажирибалар натижаларига кўра, dN_{ss}^*/dE тақсимотнинг дискрет функция модели маъқул кўринадиган; бу тақсимот b - функция шаклида бўлиб, унда тутқичларнинг максимал концентрацияси ($4 \cdot 10^{12} \text{см}^{-2}$) тақиқланган зонанинг ўртасига тўғри келади. Умумий ҳолда, потенциал тўсиқнинг V_d баландлиги $\frac{dN_{ss}^*}{dE}$ га, температурага, зарра хажмидаги донорлар ёки акцепторлар концентрациясига ва ёруғлик интенсивлигига боғлиқ бўлади. Шу туфайли V_d ни аниқлашда рекомбинация жараёнини ҳисобга олиш лозим. Мазкур моделга мувофиқ ёруғлик тушаётганда заряд ташувчиларнинг тутқичларда ушланиши доналар орасидаги чегарада сиртдаги рекомбинацияни катталаштиради, бу эса одатда тўсиқ баландлигини анча пасайтиради. Масалан, n - типли яримутказгичда доналар чегарасидаги тутқичлар электронлар билан тўлдирилганда манфий заряд пайдо бўлади. Ёруғлик туширилганда асосий бўлмаган заряд ташувчилар (коваклар) камбағаллашган сохддаги электр майдон чегарасига тортилади, тутқичларни нейтраллайди ва шу билан потенциал тўсиқни анча пасайтиради. Бунда эркин заряд ташувчиларнинг концентрацияси кўшимча равишда кўпаяди. $N_{ss}^* = 10^{13} \text{см}^{-2}$ $N_D = 10^{16} \text{см}^{-3}$ бўлганда потенциал тўсиқнинг қоронғуликда 0,5 эВ бўлган баландлиги куёш нурланишига эквивалент ёруғлик интенсивлигида 0,07 эВ гача пасаяди.

Ташқи кучланиш ортиши билан сирт ҳолатлари зичлиги ҳам ортиб борадиган, лекин потенциал тўсиқ баландлигининг кичик кучланишли қийматида ўзгармас қоладиган олда доналар орасидаги чегарада кучланиш тушиши тақсимотини текшираемиз. Бу моделга мувофиқ заряд ташувчилар тўсиқнинг биринчи қисмидан ўтади, чегарадаги сирт ҳолатларида ушланади, сўнгра термоэмиссион механизм буйича тўсиқнинг (тескари уланган Шоттки тўсиғининг) иккинчи қисмидан ўтади. Бунда тўсиқ баландлигини аниқловчи N_{ss} нинг қиймати кучланиш ортиши билан ортади ва кучланишнинг катта улуши потенциал тўсиғи катта бўлган қисмга тушади.

Бир-бирига нисбатан қарама-қарши уланган Шоттки диодларидан бир хил ток ўтиб турган ҳол учун нисбий кучланиш тушишларини ҳисобга олиб кучланишнинг ўртача V_1 га боғлиқ бўлган сирт ҳолатларининг заряд билан тўлдирилишини ҳисобга олиб Пуассон тенгламасини ечилса, V_1 , V_2 ва V орасидаги аниқ муносабатни ҳосил қилиш мумкин.

Ўртача кучланишлар $\Delta V < kT/e$ да токнинг ифодаси бўлади. Бу ҳолда тўсиқнинг баландлигини N_{ss} нинг ўсиб боровуви қиймати белгилайди ва ток тескари йуналишда уланган диоднинг туйиниш токига тенг бўлади ёки кучланишга субчизиқли боғлиқ бўлади. Ўтарлича катта кучланишларда потенциал тўсиқ йўқолади ва токнинг кучланишга экспоненциал боғланиши кузатилади. Поликристалл наъмуналарда бажарилган $\mu_{эф}$ ни ўлчаш натижалари экспоненциал боғланишга мос келишини кўрсатди. Аммо, одатда A^* нинг қиймати монокристалл яримўтказгич металл контакти ҳолидагига нисбатан 10^2 - 10^3 марта кичикдир. Юпқа поликристалл парда(қатлам) ларда доналараро тусиқларнинг ҳаракатчанликка таъсири туфайли бошқа муҳим ҳодисалар ҳам юз бериши мумкин. Улар қаторига деформация ва зарядланган нуксонларда сочилиш (масалан, дислокацияларда сочилиш), парда ва тагликнинг иссиқликдан кенгайиш коэффициентлари фарқи туфайли пайдо бўладиган механик кучланишлар сабабли сочилиш ва тахланиш нуксонлари(уларни ҳам потенциал тусиқлар деб қараш мумкин) келтириб чиқарадиган сочилиш ҳодисалари киради. Баён қилинган мулоҳазалардан кўринадигани, ёритиш бўлмаганда поликристалл пардалар ўтказувчанлигини кўп ҳолларда кристаллчалар (доналар) орасидаги тусиқлар белгилайди. Поликристалл наъмуналарни ёритиш чегаравий потенциални пасайтиради ва наъмуналар ўтказувчанлигини муҳим даражада оширади, баъзан эса тусиқлар таъсирини йўққа чиқаради. Бунда рекомбинация механизми муҳим ўрин тутади.

Поликристалл куёш элементларида кристаллчалар орасидаги чегаралар таъсири туфайли содир бўладиган исрофни пасайтиришнинг учта асосий усули мавжуд:

1. Доналараро чегарадаги $J_{фб,мкА}$ ҳолатлар электр активлигини нейтраллаш учун муайян турдаги киришмалар киритилади (Майда донали кремний пардасига мис (Si) киритиб, n - типли галлий арсениди (Ga As) пардасига Ru ўткизиб сирт рекомбинациясини анча сусайтириш мумкин).

2. Доналараро чегараларни ва p - n - ўтишни диэлектрик билан ўраб олиш (электр изоляциялаш)

3. Вертикал кўп ўтишли қуёш элементларида p - n ўтишнинг таркибий қисми сифатида устинсимон кристалчалар чегарасидан фойдаланиш.

Биринчи ҳолда фотоўтказувчанлик ёруғлик ютилганда заряд ташувчилар концентрациясининг ортиши асосида тушунтирилади. Иккинчи ҳолда ёруғлик ютилганда пардани ташкил этувчи кристалчалар орасидаги тусиқлар пасайиши фотоўтказувчанликка асосий ҳисса қўшади. Пардани ҳосил қилган ҳар бир n - типли кристаллчада уни ўраб олган p - соҳа ёки Шоттки тўсиғи мавжуд бўлади, демак, бутун парда катта сонли кетма-кет уланган p - n - ўтишлар ёки Шоттки диодларидан иборатдир. Бу ўтишлар асосида фототок билан кучланиш орасидаги боғланишнинг ҳар бир соҳасини (қисмини) тушунтириш мумкин.

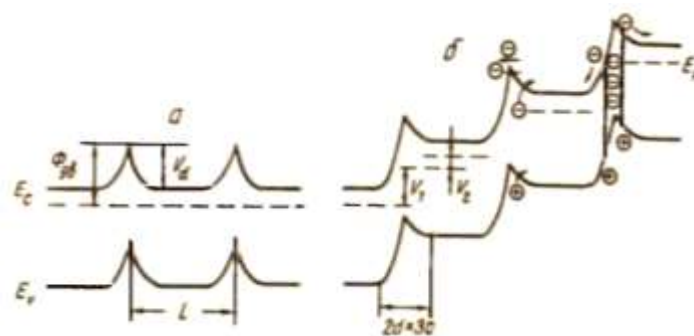
Паст кучланишли омиқ қисми (1) тусиқ соҳасида (туннелланишсиз) ёруғлик таъсирида жуфтлар генерацияланиши ёки тусиқ баландлигининг камайиши асосида тушунтирилади.

Тешилиш қисми (2) ни (яъни $I \sim V^2$ бўлган қисмини) заряд ташувчиларнинг майдон таъсирида тўсиқ ичидан туннелланиши оқибати сифатида тушунтирилади.

ВАХнинг ток тез ўсадиган (3) қисми (яъни $I \sim V^{3-5}$ бўлган қисм) туннелланаётган электронларнинг зарбдан ионланиш сабаблари билан изоҳланади. Юқори кучланишли омиқ қисм (4) эса барча тусиқларнинг эффектив тешилиши (йўқ бўлиши) оқибатидир.

Поликристалл яримўтказгич қатламлари фотоўтказувчанлигининг умумлашган назарияси кўп кристаллчалар хоссаларини ўртачалашга асосланган. Масалан парданинг 1 см^2 юзига 10^4 гача микрокристаллар тўғри келиши мумкин. Шунинг учун парданинг қаршилиги тўсиқлар ва кристаллчалар қаршиликлари йиғиндисидан иборат деб қаралади. Бу назарияда ёритишда ўтказувчанлик ўзгаришини эркин заряд ташувчилар концентрациясининг ўзгариши орқали ва эффектив каракатчанликнинг тўсиқ баландлиги ўзгариши туфайли ўзгариши орқали тушунтирилади.

Юқорида айтилганлардан қуйидаги хулосалар келиб чиқади: поликристалл қатламларда доналар (кристаллитлар) орасидаги тўсиқлар заряд ташувчиларнинг ўтишига тўсқинлик қилади. Доналар ўлчамларига тенг қалинликли пардадарда доналар орасидаги потенциал тўсиқлар дона текислигига кўндаланг эмас, балки унга параллел текисликда ўтказувчанликка муҳим таъсир қилади.



2-расм. Доналари орасида потенциал тўсиқ бўлган поликристалл материалларнинг бир ўлчовли зоналар модели.

Адабиётлар

- [1]. Ф.И.Алфёров и др. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики ФТП, 2004, том.38, вып. 8, стр.937
- [2]. Н.Р.Рахимов, О.К.Ушаков Оптоэлектронные датчики на основе АФН-эффекта, Новосибирск СГГА, 2010, стр.195
- [3]. К.Чопра, С. ДАС, Тонко-пленочные солнечные элементы, Масква, «Мир», 1986
- [4]. Xiaobo Hu, Jiahua Tao, Guoen Weng, Jinchun Jiang, Shaoqiang Chen, Ziqiang Zhu, Zunheo Chu, Solar Energy Materials and Solar Cells, 186, (2018) 324-329/

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АФН-ПЛЕНОКТЕЛЛУРИДА КАДМИЯ С СЕРЕБРОМ

Д.А. Абдусаматов, К.Н. Рахимова, С. Эргашев, С. Хусанова, М.Г. Тиллабоев

Ферганском филиале Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммеда Аль-Хорезми

(Получена 9.09.2022 г.)

В данной работе приведены технологические особенности изготовления пленок на основе эффекта аномально высоких фотоэлектрических напряжений (АФН) в полупроводниковых плёночных системах для создания оптрона открытого канала. Для 524 получения АФН-пленок из соединений CdSe, CdTe, CdTe: Cd использован метод термического испарения в вакууме.

Ключевые слова: технология получения АФН-пленок, фотогенератор, оптрон открытого канала, АФН – приемник, фотовольтаический эффект, p-n –переход, оптоэлектронные датчики.

Ushbu maqolada ishlab chiqarishning texnologik xususiyatlari ko'rsatilgan ichida anomal yuqori fotoelektrik kuchlanish (APV) ta'siriga asoslangan plyonkalar ochiq kanalli optron yaratish uchun yarim o'tkazgichli tizimlari uchun. CdSe, SdTe, CdTe: Cd birikmalaridan AFS plyonkalarini olish uchun vakuumdagi termal bug'lanish.

Kalit so'zlar: AFE plyonkalarini ishlab chiqarish texnologiyasi, fotogenerator, ochiq kanalli optokupl, AFE - qabul qiluvchi, fotovoltaik effekt, p-n o'tish, optoelektron sensorlar.

In this paper, the technological features of the production of films based on the effect of abnormally high photovoltaic voltages (AFS) in semiconductor film systems for the creation of an open channel optocoupler are presented. To obtain AFN films from CdSe, CdTe, CdTe compounds: Cd the method of thermal evaporation in vacuum was used.

Keywords: AFN film production technology, photogenerator, open channel optocoupler, AFN receiver, photovoltaic effect, p-n junction, optoelectronic sensors.

При изучении фотопроводимости (ФП) пленок CdTe, обладающий АФН, возникают некоторые сложности, так как появляется фото-ЭДС, сравнимая по величине с приложенным полем. Поэтому надо было провести комплекс исследований, позволяющий определить ФП и

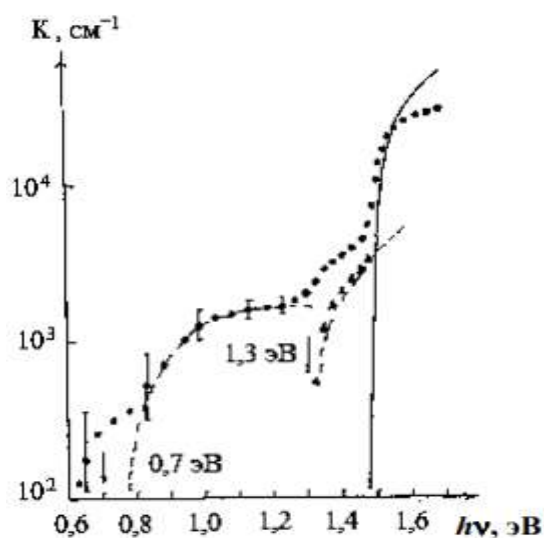


Рис.1. Спектры поглощения пленок CdTe:Ag, полученных со скоростью конденсации 0,2 нм/с. Сплошной линией обозначен край поглощения монокристаллов CdTe.

ток короткого замыкания $J_{кз}$, определяя разницу вдоль и поперек клинообразного образца. Для этого изготавливались образцы с крестообразным расположением контактов вдоль и поперек асимметрии слоя. Спектры ФП, измеренные с внешним напряжением, приложенным параллельно асимметрии кристаллитов, показаны на рис. 2.4. $V=1,5$ эВ создается фото-ЭДС намногодлинноволновой области спектра до h меньшей величины по сравнению с величиной внешнего напряжения, поэтому только в этой области ФП и фотосигнал совпадают по величине при разных полярностях приложенного напряжения. С увеличением энергии кванта света $=1,15$ эВ) уже появляется фото-ЭДС. В одном случае, когда полярность $v(h$ фото-ЭДС совпадает с полярностью приложенного напряжения,

фотосигнал увеличивается (рис. 2, кривая 1). В другом случае, когда полярности генерируемого АФН и приложенного внешнего поля противоположны, в результате возникновения большой фото-ЭДС $h > 1,35$ В наблюдается инверсия знака (кривая 2).

Путем усреднения аналогичных зависимостей было вычислено влияние $J_{кз}$ и построены спектры ФП (кривые 1, 2). Перпендикулярно асимметрии кристаллитов фотосигнал совпадает при разных полярностях приложенного напряжения во всем измеренном спектре (кривые 3, 4), так как в этом направлении величина генерируемой фото-ЭДС более чем на порядок меньше величины фото-ЭДС, генерируемой параллельно асимметрии кристаллитов [36]. Подсветка должна стабилизировать изменения барьеров, что и выражается в выявлении (рис. 2) полос примесной ФП с энергиями активации около 0,9 и 1,3 эВ. Длинноволновый край ФП находится около 0,4...0,5 эВ. Понижение температуры приводит к опустошению этих уровней с ростом длины экранизации. Из этого следует, что

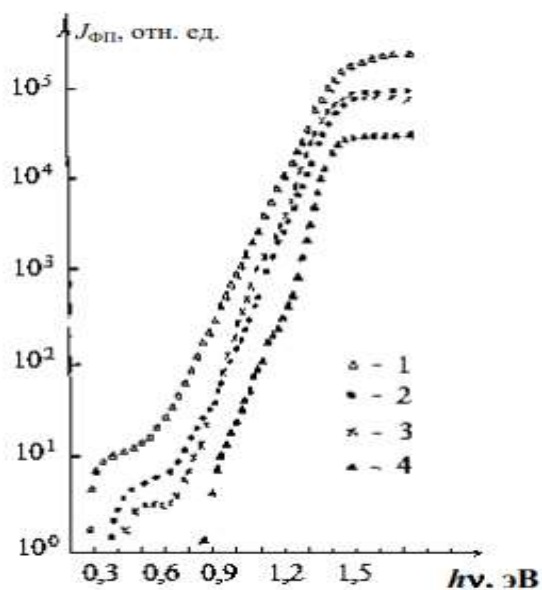


Рис.2. Спектры ФП АФН-пленок CdTe:Ag. ФП измерены параллельно (1, 2) и перпендикулярно (3, 4) асимметрии кристаллитов, 1, 3 — без добавочной подсветки; 2, 4 — с добавочной подсветкой.

при низких температурах Рисунок 2.4 – Спектры поглощения пленок CdTe:Ag, полученных со скоростью конденсации 0,2 нм/с. Сплошной линией обозначен край поглощения монокристаллов CdTe $h\nu$, эВ Рисунок 2– Спектры ФП АФН-пленок CdTe:Ag. ФП измерены параллельно (1, 2) и перпендикулярно (3, 4) асимметрии кристаллитов, 1, 3 — без добавочной подсветки; 2, 4 — с добавочной подсветкой. $J_{ФП}$, отн. ед. $h\nu$, эВ 49 фотогенерация возможна из уровней с энергией активации 1,2 эВ. Подсветка заполняет более низкие уровни и в спектре ФП выявляются уровни с энергией активации 0,5 и 0,8 эВ. Эти значения показывают, что в области барьеров имеется р-тип проводимости, а в объеме при низких температурах проводимость также становится р-типа. Следует отметить, что как темновая, так и световая электропроводимость поперек слоя больше, чем вдоль его. По-видимому, это связано с тем, что при росте кристаллитов поперек слоя плотность поверхностных состояний из-за лучшего их сращивания получилась меньше, чем вдоль слоя, когда сращивание было хуже. Это и приводит к тому, что величина барьеров (на уровне барьера протекания) вдоль и поперек слоя (оценивая по абсолютному значению тока) различается на 5...10 МэВ. Фотопроводимость в области 0,6...0,9 эВ также подтверждает различие в скорости регенерации носителей из уровней в барьере, так как анизотропия фотопроводимости (изменение высоты барьера) больше вдоль слоя. ФП с увеличением подсветки уменьшается, что связано с уменьшением времени жизни носителей.

Список литературы

- [1]. Raximova, Q. N. Q. (2022). THE SOCIO-ECONOMIC NEED FOR GROWING THE IMPORTANCE OF GREEN BUSINESS. *Scientific progress*, 3 (2), 880-885.
- [2]. Рахимова, Қ. Н. Қ. (2022). Яшил бизнес ахамиятининг ортиб боришининг ижтимоий-иктисодий зарурати. *Scientific progress*, 3(2), 880-885.

- [3]. Rakhimova, K. (2022). SOCIO-ECONOMIC NECESSITY OF INCREASING THE IMPORTANCE OF GREEN BUSINESS. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 3(4), 1034-1037.
- [4]. Akhmadaliyeva, M. (2022). REFORMS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN IN THE DEVELOPMENT OF FAMILY SMALL BUSINESS AND PRIVATE ENTREPRENEURSHIP IN OUR COUNTRY. *Gospodarka i Innowacje.*, 22, 439-442.
- [5]. Абдусаматов, Д. А., & Рахимов, Н. Р. (2021). Технологические Особенности Изготовления Афн-Пленок И Приборных Структур На Их Основе.
- [6]. Рахимов, Н.Р., & Абдусаматов, Д. А. (2021). Определение Природы Возникновения Аномального Фотонапряжения И Разработка Оптрона На Их Основе.

УДК 621.337.522

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Н.Б. Пирматов¹, У.Т. Бердиев², Е.В. Иксар², К.К. Усмонов², У.Н. Бердиёров²

¹Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, г.Ташкент, Республика Узбекистан

²Ташкентский государственный транспортный университет, г.Ташкент, Республика Узбекистан
(Получена 9.09.2022 г.)

Improving energy efficiency is a key objective in rail transport. One of the most effective ways to increase the energy-efficient AC passenger electric locomotive is to use regenerative braking. In this article the passenger electric locomotive "O'zbekiston Yo'lovchi" was considered, the energy efficiency of regenerative braking electric locomotive with ten cars on the section "Andijan-Tashkent" when driving at an unspecified and established speed. The article identifies influence of the speed of movement and cooling of passenger cars on return of electric energy during regenerative braking of an electric locomotive and gives recommendations on increase of energy efficiency of electric locomotive "O'zbekiston Yo'lovchi".

Keywords: electric locomotive, regenerative braking, alternating current, asynchronous traction engine, energy efficiency.

Энергетик самарадорликни ошириши темир йўл транспортининг асосий масалаларидан бири ҳисобланади. Ўзгарувчан ток йўловчи электровозининг энергия самарадорлигини оширишининг энг самарали усулларида бири бу рекуперация тормозидан фойдаланиши ҳисобланади. Ушбу мақолада “Ўзбекистон йўловчи” ўзгарувчан ток йўловчи электровози кўриб чиқилди, Андижон-Тошкент участкасида ўнта вагонли электровознинг ўрнатилинган ва ўрнатилинмаган тезликда харакатланишида рекуператив тормозланишининг энергия самарадорлиги баҳоланган.

Таянч сўзлар: электровоз, рекуператив тормозлаш, ўзгарувчан ток, асинхрон тортув мотори, энергетик самарадорлик.

Повышение энергетической эффективности является одной из ключевых задач в железнодорожном транспорте. Одной из самых эффективных способов повышения энергетической эффективности пассажирского электровоза переменного тока является использование рекуперативного торможения. В данной статье рассмотрен пассажирский электровоз переменного тока “O'zbekiston Yo'lovchi”, оценена энергетическая эффективность рекуперативного торможения электровоза с десятью вагонами на участке “Андижан-Ташкент” при движении с неустановившейся и установившейся скоростью. Определены влияния скорости движения и охлаждения пассажирских вагонов на возврат электроэнергии при рекуперативном торможении электровоза и даны рекомендации по повышению энергетической эффективности электровоза “O'zbekiston Yo'lovchi”.

Ключевые слова: электровоз, рекуперативное торможение, переменный ток, асинхронный тяговый двигатель, энергетическая эффективность.

Важнейшим звеном в развитии и формировании экономики Республики Узбекистан являются железные дороги. Железные дороги являются ведущим перевозчиком, которая обеспечивает потребности народного хозяйства, с возрастанием цен на энергоресурсы всё более актуальным становится электрификация существующих линий. На сегодняшний день

протяженность железных дорог республики составляет 7400 км, из них электрифицированы 2500 км, железнодорожная сеть АО “O‘zbekiston temir yo‘llari” представлено на рисунке 1.

Энергоёмкость железнодорожных перевозок по сравнению с автомобильным транспортом намного меньше как в пассажирском так и в грузовом движении, этим и объясняется главная роль железных дорог в транспортной системе нашей страны. На сегодняшний день электрифицированные линии полностью охватили восточную часть республики. Ведутся работы по электрификации линии “Бухара-Мискин-Ургенч-Хива” с дальнейшим продолжением до города “Нукус” которая должна полностью завершить электрификацию железных дорог между всеми областями. Энергопотребление с каждым годом возрастает и является побочным эффектом развития экономики страны. Дефицит энергоресурсов в Узбекистане при сохранении объемов потребления к 2030 году может составить 65%.



Рис.1. Сеть железных дорог Республики Узбекистан.

Энергосбережение один из главных показателей повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта. Основным показателем энергоэффективности в железнодорожном транспорте является снижение расходов на топливно-энергетического ресурса на единицу работы[3-4]. Существует два основным целевых показателя энергосбережения: снижение энергоёмкости производственной деятельности и повышение энергоэффективности производственной деятельности. В электрифицированных железных дорогах использование рекуперативного торможения является одним из способов улучшения энергоэффективности подвижного состава. Для отражения эффективности применения рекуперативного торможения на электровозе “O‘zbekiston Yo‘lovchi”, в статье выполнен расчет количества электрической энергии, вырабатываемой тяговыми двигателями при их работе в режиме генератора, для участка «“Орзу” - “Кучлик”».

Количество сэкономленной энергии, при поддержании скорости на уклонах составляет сумму экономии на каждом уклоне[1], рассчитываемую по формуле 1.

$$R_{\text{сп}} = (P + Q_{\text{бр}}) \times (i_{\text{рек}} - \omega_0) \times 10^{-3} l_{\text{рек}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{сп}}$ - механическая работа торможения на спуске, ткм;

$i_{\text{рек}}$ - крутизна спуска, на котором производится рекуперативное торможение, ‰;

ω_0 - основное удельное сопротивление поезда, кг/т;

$l_{рек}$ - расстояние, на котором производится торможение, км;

P -126 сцепной вес электровоза, т;

$Q_{бр}$ - 600- масса вагонов брутто, т;

При рекуперативном торможении для снижения скорости возможная энергия рекуперации равна погашаемой энергии поезда и может быть определена по формуле, МДж:

$$R_{тор} = 3,8 \times (P + Q_{бр}) \times (v_H^2 - v_K^2) \times 10^{-6}. \quad (2)$$

где $R_{тор}$ - механическая работа торможения, МДж;

v_H^2 , v_K^2 - соответственно скорости в начале и конце рекуперативного торможения, км/ч.

$$l_{рек} = \frac{4,17 \times (v_H^2 - v_K^2)}{b_{рек} + \omega_0 \pm i_{рек}} \quad (3)$$

где $b_{рек}$ - удельная тормозная сила рекуперации, кг/т

Удельная тормозная сила рекуперации, равная, кг/т:

$$b_{рек} = \frac{B_{рек}}{P + Q_{бр}}; \quad (4)$$

где $B_{рек}$ - механическая работа торможения, МДж;

Величина $B_{рек}$ принимается в том же интервале скоростей, в котором определяется и потеря кинетической энергии[2].

Расчетная формула возможной механической работы рекуперации, МДж:

$$R_{ком} = (P + Q_{бр}) \times (i_{рек} - \omega_0) \times 10^{-3} l_{рек} + 3,8(P + Q_{бр}) \times (v_H^2 - v_K^2) \times 10^{-6}, \quad (5)$$

где $R_{ком}$ - механическая работа торможения, при снижении скорости на спуске, МДж;

ω_0 - основное удельное сопротивление поезда, кг/т;

Используя правила тяговых расчетов в локомотивной тяге, находим, необходимые параметры для расчета.

Для оценки возврата электроэнергии при движении электровоза переменного тока в режиме рекуперативного торможения (РТ) с пассажирским поездом для случая остановочного торможения использовались следующие исходные данные:

- участок пути с отрицательным уклоном;
- путь стыковой; диапазон изменения скорости 120..5 км/ч;
- масса электровоза $m_l=126$ т;
- КПД тяговых электродвигателей в режиме РТ $\eta_d=0.95$;
- мощность собственных нужд электровоза $P_{с.н}= 135$ кВт;
- тормозная сила электровоза $k_n=1.15$;
- масса состава вагонов $m_c=600$ т;
- масса вагона; $m_b=60$ т;
- количество вагонов в составе $n_b=10$;
- мощность электроотопления(охлаждения) вагона $P_o=30$ кВт;

Возможность реализации постоянной тормозной силы электровоза $B_k = 150$ кН во всем диапазоне скорости движения оценим путем сравнения ее с максимальной тормозной силой, ограниченной сцеплением колес с рельсами и характеризуемой выражением [6, 7].

Для подведения итогов анализа профиля пути, вычислим общую протяжённость уклонов, км;

$$L_{ук} = \sum l_i \quad (6)$$

где l_i -протяжённость одного уклона, м.

Рассчитаем среднюю крутизну уклона, %;



Рис.2. Электрифицированная линия “Ташкент-Андижан”.

$$i_{cp} = \frac{\sum(l_i \times i_i)}{L_{ук}} \quad (7)$$

где i_i -крутизна одного уклона, ‰;
 $L_{ук}$ - общая протяжённость уклона, м;

Для нахождения количества возвращаемой энергии была произведена экспериментальная поездка “Ташкент-Андижан-Ташкент” расстояние между которыми составляет 265 км в одну сторону (рисунок 2).

Экспериментальным способом определено количество энергии при рекуперативном торможении на участке “Орзу-Кучлик”, результаты которой приведены в таблице 1.

Таблица 1

Станция отбытия	Станция прибытия	Пройденный путь (км)	Время в пути(сек)	Количество возв.энергии (кВт·ч)
Орзу	Ку́л	19	1320	146
Ку́л	Ангрен	18	960	202
Ангрен	Ангрен вокзал	5	300	38
Ангрен вокзал	Аблык	7	300	88
Аблык	Акча	14	720	152
Акча	Ахангаран	18	780	130
Ахангаран	Озодлик	13	420	108
Озодлик	Ту́йтепа	16	960	69
Ту́йтепа	Кучлик	11	420	89
Орзу	Кучлик	121	6180	1022

Запись производилось между станциями “Орзу” и “Кучлик” расстояние между которыми составляет 121км, которая была пройдена за 2часа при средней скорости 50 км/ч. Количества энергии, которая была возвращена в сеть составило 1022 кВт·ч. В денежном эквиваленте стоимость 1 кВт·ч электроэнергии составляет 800 сўм. Тем самым была сэкономлена 817600 сўм.

Общее количество сэкономленной энергии рассчитывается:

$$\sum R_{top} = 18 \times (3,8 \times 15 + 600) \times (60^2 - 20^2) \times 10^{-6} = 301,644 \text{ МДж.}$$

Общее количество сэкономленной энергии в процессе работы рекуперации является суммой подсчитанных выше составляющих, МДж;

$$\sum R_{рек} = \sum R_{сп} + \sum R_{top}; \quad (8)$$

Подставив численные значения в формулу (8), получим:

$$\sum R_{рек} = 2039,166 + 301,644 = 2340,85 \text{ МДж} \quad (9)$$

Таким образом, значение возврата электроэнергии зависит от количества вагонов в поезде (массы состава), начальной скорости рекуперативного торможения, количества остановок и ограничений скорости, крутизны и протяженности спусков. При использовании данной методики можно рассчитать эффективность применения рекуперативного торможения и количество сэкономленной энергии для каждого участка.

Список литературы:

- [1]. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektr mashinalari. -Т.: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti. 2011. – 408 b.
- [2]. Berdiyev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. –Т.: – SHAMS-ASA. 2014.-124 b.
- [3]. Якушев А.Я. Определение основных параметров асинхронного тягового электродвигателя / А.Я. Якушев, Т.М. Назирхонов, И.П. Викулов, К.В. Марков // Известия Петербургского университета путей сообщения. –2019. – Т. 16. – Вып. 4. – С. 25–34.
- [4]. Пирматов Н.Б., Бердиев У.Т., Усмонов К.К., Бердиёров У.Н. Исследование механической характеристики тягового асинхронного двигателя электровоза “O‘ZBEKISTON YO‘LOVCHSI”// ПЕРВАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ: проблемы, решения, перспективы» - Ташкент.: Ташкентский государственный транспортный университет(ГТрУ), 2022- С. 96-98.

ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СХЕМНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

К.А. Вотинов, Ю.В. Писецкий, О.С. Олимова

¹Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми

²Ферганский политехнический институт

(Получена 26.09.2022 г.)

Raqamli qurilmalarning sxema ishonchliligini aniqlash masalalarini hal qilish usuli sifatida grafik-analitik usuldan foydalanish taklif etiladi. Tadqiqotlar asosida sxemaning ishonchliligini aniqlash uchun, muammolarni hisoblashning turli xil usullarini o'rganish, grafik-analitik usuldan foydalanish ixtiyoriy topologiya va katta o'lchamlarga ega bo'lgan murakkab tizimlarni strukturaviy optimallashtirish zarurati to'g'risida ishonchli ma'lumotlarni olish imkoniyati tasodifiy kattaliklar bilan kamroq manipulyatsiyani amalga oshirishi.

Kalit so'zlar: raqamli qurilmalar sxemasining ishonchliligi, grafik-analitik usul, dis'yunktiv normal shaklni ortogonallashtirish usuli.

В качестве метода решения задач по определению схемной надежности цифровых устройств предлагается использовать графоаналитический метод. На основании исследования различных методов расчета задач по определению схемной надежности утверждается, что использование графоаналитического метода позволяет получить достоверные данные о необходимости структурной оптимизации сложных систем с произвольной топологией и большой размерностью путем проведения меньшего количества манипуляций со случайными величинами.

Ключевые слова: схемная надежность цифровых устройств, графоаналитический метод, способ ортогонализации дизъюнктивной нормальной формы.

Abstract. *As a method for solving problems of determining the circuit reliability of digital devices, it is proposed to use the graphic-analytical method. Based on the study of various methods for calculating problems for determining circuit reliability, it is argued that the use of the graphical-analytical method makes it possible to obtain reliable data on the need for structural optimization of complex systems with arbitrary topology and large dimensions by carrying out fewer manipulations with random variables.*

Keywords: *circuit reliability of digital devices, graphic-analytical method, disjunctive normal form orthogonalization method.*

Известно, что в инженерной практике решение задач осуществляется двумя основными методами аналитическим и графическим. Однако аналитические методы с началом развития вычислительной техники становились все более точными и быстрыми, а вот эффективность геометрических теорий, основанная на начертании структурных схем оказалась в упадке из-за значительных временных затрат на проведение расчетов, вызванных несовершенством графических инструментов.

Применительно к определению надежности приборов аналитический метод изобилует многообразием различных математических моделей, законов распределения и функций.

Однако, применительно к сложной цифровой технике, построение математических моделей до начала практического использования оборудования, сопряжено с риском получения недостоверных оценок надежности, поэтому необходимо представить систему в виде схемы и исследовать схемную надежность в зависимости от состояния ее элементов.

Лучше всего связь между элементами схемного отображения цифровых систем показывает параллельно-последовательная структура, к которой необходимо стремиться для получения точной оценки показателей схемной надежности цифровой системы на основе аналитических формул.

Что же касается расчета схемной надежности, то он обычно осуществляется методом разложения Шеннона-Мура. Суть данного метода состоит в том, чтобы свести анализируемую структуру к последовательно-параллельным соединениям относительно базового элемента.

Также применяется метод преобразования структуры рассматриваемой схемы в тип «звезда» с соблюдением обязательного условия несовместимости событий работоспособного состояния и отказа элемента в следствии обрыва или замыкания.

Для корректного использования перечисленных методов расчета схемной надежности крайне важно правильно выбрать базовые элементы, относительно которых будет реализовываться расхождение, а также определить узел системы с наименьшим количеством распределений вероятностей.

Для этих целей были разработаны методы исследования структурно-сложных систем. За основу были взяты способы решения общей задачи теории вероятностей с использованием математической логики перехода на алгебраические выражения. В дальнейшем функции алгебры логики были усовершенствованы, представив логические связи элементов сложной системы в виде операций над двоичными переменными: конъюнкции, дизъюнкции, и отрицания. Таким образом из слияния представленных выше методов был разработан способ ортогонализации дизъюнктивной нормальной формы (ОДНФ). Используя правила де Моргана операции конъюнкции позволят выразить через отрицание дизъюнкции инверсных высказываний, а дизъюнкцию — через отрицание конъюнкции инверсных высказываний. В результате число перестановок при расчете схемной надежности системы значительно сокращается, по сравнению с методом расчета надежности базовых элементов, что наглядно проиллюстрировано на рисунке.

Однако применение способа ОДНФ также не совершенно. Для расчета структурной надежности систем большой сложности, в особенности программных алгоритмов для реализации в виртуальной среде ЭВМ использование такого метода сопряжено с ростом числа составляющих требующих предварительного расчета.

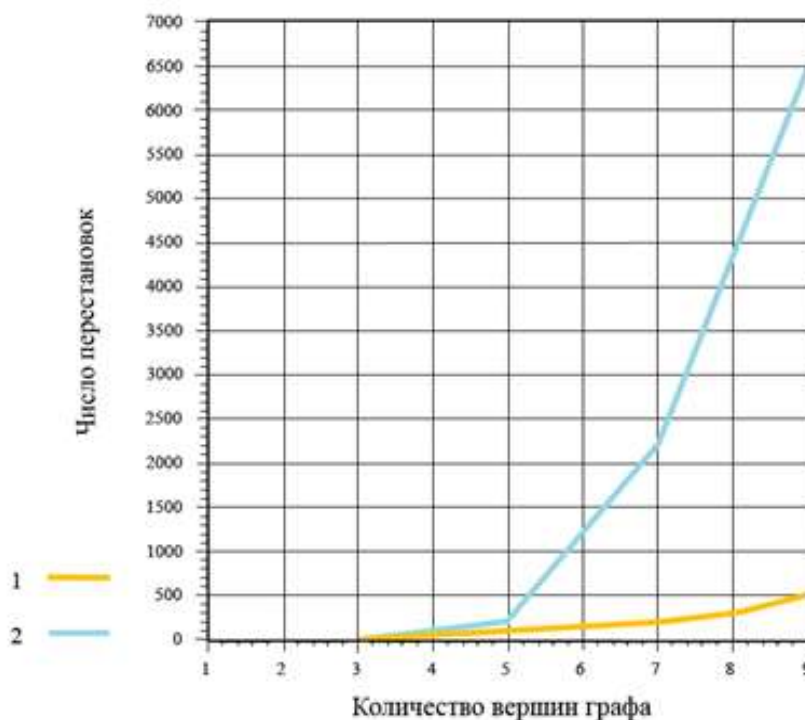


Рисунок. Различие числа перестановок в методах расчета схемной надежности цифровой системы от количества вершин расчетного графа. 1 — способ ОДНФ; 2 — способ с базовым элементом

В качестве альтернативы предлагается использовать распределение Вейбулла в графоаналитическом методе расчета схемной надежности цифровых систем при решении задач расчета схемной надежности цифровых систем.

Для описания данного метода, вначале рассмотрим определение графа с зависимыми и независимыми путями:

Если граф $G'_{cз} = (A_c, X'_{cз})$ типа **Н** с вероятными по надежности вершинами $P(A_c) = 1$ и не менее двумя зависимыми по вероятной достижимости путями $L_i \cap L_j \neq 0$ из $i, j \in K$ возможных путей между произвольной начальной A_n и конечной A_k парой вершин, и данный граф можно представить эквивалентным графом $G'_{сн} = (A_c, X'_{сн})$ типа **П** с условно независимыми вероятными путями $L_i \cap L_j = 0$ между A_n и A_k вершинами, то структурная надежность расчетного графа $G'_{cз} = (A_c, X'_{cз})$ типа **Н** определяется структурной надежностью эквивалентного ему графа $G'_{сн} = (A_c, X'_{сн})$ типа **П** в соответствии с соотношением:

$$LS_{нк} = (1 - (1 - L_i)(1 - L_j)) - \Delta L_0; \quad (1)$$

посредством вычитания поправки ΔL_0 :

$$\Delta L_0 = \prod_m^M PS_m \prod_n^N PS_n PS_0 (1 - PS_0); PS_m \in L_i; \\ PS_n \in L_j; PS_0 \in L_i \cap L_j; \forall m = \overline{1, M}; \forall n = \overline{1, N}$$

образованной произведением вероятностей наличия дуг PS_m, PS_n и PS_0 , входящих в L_i и L_j пути на вероятность отсутствия общей дуги PS_0 для L_i и L_j путей [1].

Формулу расчета схемной надежности цифровой системы с произвольной топологией, можно определить, в соответствии с условием утверждения, как:

$$LS_{нк} = (1 - \prod_n (1 - L_n) \prod_k (1 - L_k)) - \Delta L_0(L_k); \forall n = \overline{1, N}; \forall k = \overline{1, K} \quad (2)$$

где:

L_n – множество независимых путей на подграфе с независимыми путями между двумя произвольными вершинами основного взвешенного графа;

L_k – множество зависимых путей на подграфе с зависимыми путями между двумя произвольными вершинами расчетного графа;

С учетом поправки на общие зависимые по вероятностной достижимости дуги, получим:

$$\Delta L_0(L_k) = \prod_k L_k L_0 (1 - L_0)$$

Математическое выражение (2) представляет собой интегральную аналитическую формулу расчета схемной надежности цифровой системы произвольной конфигурации с множеством вершин и дуг.

Таким образом, использование графоаналитического метода при решении задач по определению схемной надежности цифровых устройств позволяет получить достоверные данные о необходимости структурной оптимизации сложных систем с произвольной топологией и большой размерностью путем проведения меньшего количества манипуляций со случайными величинами, что позволит снизить риски возникновения сбоев сложных систем из-за конструкционных недостатков.

Список литературы

- [1]. Савельев М.И., Графоаналитический метод приближенных вычислений структурной надежности сложных систем // «Технологии гражданской безопасности», том 19, 2022, № 2 (72). С. 53-57.
- [2]. Викторова В.С., Модели и методы расчета надежности технических систем / В. С. Викторова, А. С. Степанянц. М.: ЛЕНАНД, 2016. 256 с

- [3]. Порецкий П.С., Решение общей задачи теории вероятностей при помощи математической логики // Собрание протоколов 60-го заседания секции физико-математических наук общества естествоиспытателей при Казанском университете, Казань, 1886, С. 1-34. [Электронный ресурс] // Общероссийский математический портал "Math-Net.Ru". URL: <http://www.mathnet.ru/links/9efdf9ec4c72e47c67d8f68e27bae84c/trspy838.pdf> (дата обращения: 20.01.2022).
- [4]. Рябинин И.А., Черкесов Г.Н., Логико-вероятностные методы исследования надежности структурно-сложных систем. М.: Радио и связь, 1981. 264 с.
- [5]. Рябинин И.А., Автоматизированное моделирование надежности структурно-сложных систем из элементов с тремя несовместными состояниями / И. А. Рябинин, А. В. Струков // Труды СПИИРАН. 2014. Вып. 3(34). С. 89–111.

УДК 665.765

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ ПОЛУЧЕННЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ РЕДУКТОРНЫХ СМАЗОК НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

Б.Н. Хамидов, С.Х. Ганиева, М.М. Мирзаева, Б.А. Сманов

Институт общей и неорганической химии Академии Наук Республики Узбекистан
e-mail: khimiyanefti@mail.ru
(Получена 27.09.2022 г.)

The article presents the results of studies of the adhesion properties of gear lubricants of OSp-Uz analogs based on used industrial and compressor oils. It is shown that lubricants similar to OSp-Uz-I on an industrial basis had a 10% higher tear load than that of a lubricant analog of OSp-Uz-KP on a compressor basis. It was found that lubricants obtained on the basis of a dispersion medium consisting of purified waste industrial oils have higher adhesive properties compared to lubricants based on used compressor oils.

Keywords: *adhesion, gear lubricant, waste oil, dispersion medium, additive, mechanical impact*

В статье приведены результаты исследований адгезионных свойств редукторных смазок аналогов ОСп-Уз на основе отработанных индустриальных и компрессорных масел. Показано, что смазки аналога ОСп-Уз-И на индустриальной основе имели нагрузку на отрыв на 10 % больше, чем у смазки аналога ОСп-Уз-КП на компрессорной основе. Выявили, что более высокими адгезионными свойствами обладают смазки, полученные на основе дисперсионной среды, состоящей из очищенных отработанных индустриальных масел, по сравнению со смазками на основе отработанных компрессорных масел.

Ключевые слова: *адгезия, редукторная смазка, отработанное масло, дисперсионная среда, присадка, механическое воздействие.*

Мақолада ишлатилган саноат ва компрессор мойлари асосида осп-Уз аналогларининг тишли мойлаш материалларининг ёпишқоқлик хусусиятларини ўрганиш натижалари келтирилган. Саноат асосида Осп-Уз-И га ўхшаш мойлаш материаллари компрессор асосида Осп-уз-КП мойлаш аналогига қараганда 10% юқори йиртилмиш юкига эга эканлиги кўрсатилган. Тозаланган чиқиндилардан иборат dispersion муҳит асосида олинган мойлаш материаллари саноат мойлари ишлатилган компрессор мойлари асосидаги мойлаш материалларига нисбатан юқори ёпишқоқ хусусиятларга эга эканлиги аниқланди.

Калит сўзлар: *адгезия, тишли мой, чиқинди ёғ ь, дисперсион муҳит, қўшимча, механик таъсир*

Введение. Как известно пластическая смазка состоит из жидкой основы (дисперсионной среды), твердого загустителя (дисперсной фазы), присадок и добавок.

В качестве основы в большинстве случаев применяют нефтяное масло. В некоторых случаях применяют растительные масла (рапсовые, касторовые). Смазки, работающие в тяжёлых условиях, готовят на основе синтетических масел (сложных эфиров, кремнийорганической жидкости и др.), однако широкое применение таких масел ограничено из-за их высокой стоимости [1,2,3].

Характеристики смазок во многом зависят от свойств исходного масла (дисперсионной среды). Характеристики и фракционный состав дисперсионной среды существенно влияет на

структурообразование и загущающий эффект дисперсной фазы, а следовательно на эксплуатационные свойства смазок [1,4]. От свойств используемого, масла, применяемого в качестве дисперсионной среды зависит работоспособность смазок в определенных интервалах температур, их окисляемость, защитные свойства, устойчивость к агрессивным средам, набухаемость изделий из резины и полимеров (используемых в качестве уплотнений), а также противоизносные свойства получаемых пластичных смазок. Вязкость пластичной смазки при отрицательных температурах зависит в первую очередь, от вязкости дисперсионной среды, а её испаряемость во многом зависит от фракционного состава и температуры вспышки масла используемого в качестве дисперсионной среды [1,2,5,6].

В последнее десятилетие в плане решения вопросов ресурсосбережения (нефти) все больший научный интерес вызывает использование в качестве дисперсионной среды отработанных масел.

Рассматривая отработанное моторное масло в качестве дисперсионной среды для приготовления пластичных смазок нельзя не учитывать его важнейшие остаточные положительные свойства:

- отработанное моторное масло имеет высокую вязкость, достаточную для рассмотрения масла в качестве основы;
- в отработанном моторном масле после его слива содержится до 30 %, несработавших антиокислительных, противоизносных, антикоррозионных присадок;
- отработанное моторное масло имеет положительные высокотемпературные характеристики;
- отработанное моторное масло как минеральное, так и синтетическое является гораздо более дешевым сырьём для получения пластичных смазок.

Материалы и методики исследования. Все виды загрязнений присутствующие в отработанных маслах в конечном результате оказывают отрицательное влияние на свойства смазки, её работоспособность и увеличение износа поверхностей трения, поэтому нами была проведена регенерация объектов исследования. Регенерация отработанного компрессорного (КП-8С) и индустриального масла (И-50) отходов АО «Навоийазот» производилась в лабораторных условиях ИОНХ АН РУз с помощью местного адсорбента опоксидных глин Кермининского месторождения находящегося в пределах Навоийского района Бухарской области.

Для улучшения физических свойств пластичных композиций служит введение в смазку различных наполнителей и присадок. Присадки - это поверхностно активные вещества, усиливающие свойства базовых масел (основы) и придающие смазкам необходимые свойства. За счет введения композиции присадок можно добиться коллоидной стабильности и улучшить технические характеристики смазки [7].

В основном для улучшения свойств пластичных смазок применяются те же присадки, что и для легированных масел (противоизносные, противозадирные, защитные, вязкостные, противокоррозионные).

Масла И-50 и КП-8С в лабораторных условиях исследовались на предмет их очистки и регенерации несколькими физико-химическими методами [5].

Изучение возможности модификации редуторной смазки ОСп-Уз TSh 39.3-225:2012, проводилось добавлением регенерированных отработанных масел в состав смазки.

Для этого были приготовлены два образца композиции редуторной смазки ОСп-Уз на основе нефтяного гудрона с добавлением депарафинизированного масла, очищенных отработанных масел и функциональных присадок (ОСП-Уз-И, ОСп-Уз-КП) [10].

Основные показатели смазок, по которым судят об эксплуатационных показателях при выборе для конкретных условий или узлов, устанавливаются ГОСТом 4.23-71. Выделяют следующие основные характеристики смазок: предел прочности, коррозионная стойкость, температура каплепадения, коллоидная стабильность, адгезия, теплоемкость, сдвиг, испаряемость, противоизносные и противозадирные показатели, внешний вид [1].

Исследования контактного взаимодействия тех или иных поверхностей трения всегда связаны с выбором определенной модели. Наиболее распространенное моделирование в виде тел правильной геометрической формы. Распределение может быть подобрано с помощью детерминированных или эмпирических функций, или на основе законов теории вероятности [8].

Внешнее трение И. В. Краельский объясняет несколькими причинами [9]:

- сила сопротивления движущихся контактирующих тел обусловлена межатомным и межмолекулярным взаимодействием в зоне касания тел;
- при контакте двух тел за счет неоднородности свойств происходит внедрение более жестких элементов в менее жесткие тела.

В основе этой теории лежит принцип дискретности поверхностей контакта, обусловленный микро шероховатостью поверхности, т. е. трение осуществляется на отдельных площадках (пятнах контакта) размером от 0,1 - 30 мкм.

Кроме механического сопротивления в процессе трения необходимо преодолеть молекулярное взаимодействие между участками поверхностей. То есть, фрикционная связь имеет молекулярно-механическую природу [8].

При статическом контакте двух твердых тел адгезия обычно невелика, а на поверхностях практически всегда имеется адсорбированная пленка, уменьшающая адгезию.

Адгезионные свойства пластичных смазок зависит от ряда известных факторов, это в первую очередь их состав (дисперсная фаза) и условия использования.

Результаты исследования и обсуждение. Модифицированные редукторные смазки закладываемые в подшипники должны прилипать к поверхностям обойм, шариков, роликов и достаточно прочно удерживаться на деталях, не зависимо от механического и термического воздействия, на смазку сохраняя на поверхности трения пленку.

Не вдаваясь глубоко в физику и химию процесса адгезии в результате экспериментальных исследований проводились сравнительные испытания образцов редукторной смазки ОСп-Уз и опытных образцов составов смазок (ОСП-Уз-И, ОСп-Уз-КП).

Исследования проводились по специально разработанной методике. В процессе проведения исследования оценивалось усилие отделения «отрыва» поверхностей металлов соприкосаемых между собой через слой смазки.

Как установлено исследованиями усилие на разрыв Р пластин с нанесением на них редукторной смазкой ОСп-Уз толщиной 1 мм составляло 0,39 кН, что соответствует высоким адгезионным свойствам смазочного материала.

Аналог ОСп-Уз-И, приготовленного на основе индустриального очищенного отработанного масла с вышеуказанной дисперсной фазой, имел значение на разрыв равное 0,26 кН, а ОСп-Уз-КП, приготовленный на основе очищенного отработанного компрессорного масла с той же дисперсной фазой, 0,3 кН.

Увеличение толщины слоя смазки до 2 мм снизило адгезионные характеристики испытуемых смазок на 3 - 6 %, что в принципе закономерно, так как процесс «склеивания», липкости в целом не изменяется, а большая толщина слоя смазки только незначительно снижает усилие на разрыв.

При этом следует отметить, что в условиях работы подшипников толщина смазки между трущимися поверхностями редко когда превышает 1 мм.

Среди исследованных опытных образцов смазок более высокими адгезионными свойствами обладали смазки аналоги ОСп-Уз, приготовленные на основе дисперсионной среды, состоящей из отработанного очищенного индустриального масла.

Данный факт можно объяснить, прежде всего, свойством основы - индустриального масла обеспечивающего более эффективные связи.

Исследования адгезионных свойств пластичных смазок аналогов ОСп-Уз на индустриальной и компрессорной основе (отработанных моторных индустриальных и компрессорных маслах) показали, что смазки аналог ОСп-Уз-И на индустриальной основе

имели нагрузку на отрыв на 10 % больше чем у смазки аналога ОСп-Уз-КП на компрессорной основе.

В данном случае имеет место разница дисперсионных сред смазок аналогов ОСп-Уз-И и ОСп-Уз-КП.

Как и в случае испытания аналогов смазок ОСп-Уз-И при испытаниях смазок аналогов ОСп-Уз-КП на индустриальной и компрессорной основе отмечается снижение усилия отрыва пластин при увеличении слоя смазки между ними.

Заключение. Обобщая полученные сравнительные результаты исследования, можно сделать вывод о более высоких адгезионных свойствах смазок, получаемых на основе дисперсионной среды, состоящей из очищенных отработанных индустриальных масел, по сравнению со смазками на основе отработанных компрессорных масел.

При этом следует учитывать, что при приготовлении всех опытных образцов пластичных смазок в них не вносились дополнительные присадки, добавки, способствующие повысить «липкость» смазок.

Помимо всего прочего в нашем случае исследования адгезионных свойств смазок проводились в режиме сравнительных испытаний при температуре + 20 °С, при более высоких температурах адгезия в силу специфических химических превращений под действием остаточных присадок в отработанных маслах может только усиливаться, соответственно полученные данные являются достоверными, а полученные составы экспериментальных смазок обладают достаточными адгезионными свойствами.

Список литературы

- [1]. Бадышкова К.М., Берштадт Я.А., Богданов Ш.К., др. и. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справ, изд. Москва: Химия, 1989. 432 с.
- [2]. Фукс И.Г. Пластичные смазки. Москва: Химия, 1972. 160 с.
- [3]. Вайншток В.В., Фукс И.Г., Шехтер Ю.Н., Ю.Л. И. Состав и свойства пластичных смазок. Москва: ЦНИИТЭ-нефтехим, 1970. 86 с.
- [4]. Виппер А.Б., Виленкин А.В., Гайснер Д.А. Зарубежные масла и присадки. Москва: Химия, 1981. 192 с.
- [5]. Ищюк Ю.Л. Технология пластичных смазок. Москва: Научная думка, 1986. 147 с.
- [6]. Остриков В.В., Белогорский В.В. Смазочные масла и контроль их качества // Техника в сельском хозяйстве. 2007. Т. №2. С. 40-41.
- [7]. Фукс И.Г., Шибряев С.Б. Состав свойства и производство пластичных смазок [текст]. ГАНГ им И.М. Губкина, 1992. 157 с.
- [8]. Чичинадзе А.В., Браун Э.Д., Буше Н.А., др. и. Основы трибологии. 2-е изд. Москва: Машиностроение, 2001. 664 с.
- [9]. Краельский И.В., Виноградова И.Э. Коэффициент трения. Справочное пособие. Тамбов: Машгиз, 1962. 220 с.
- [10]. Хамидов Б.Н., Ганиева С.Х., Мирзаева М.М., Сманов Б.А. Восстановление отработанных нефтяных масел для использования их в качестве дисперсионной среды в редукторных смазках. Узбекский журнал нефти и газа. 2022, № 2, С.77-82.

ҚУМЛАРНИНГ ЭКОМЕЛИОРАТИВ ҲОЛАТИГА СУҒОРИШ СУВЛАРИНИНГ ТАЪСИРИ

В.Ю. Исақов¹, М.А.Юсупова², Б.Н. Умарқулова³

¹Қўқон давлат педагогика институти,

²Фаргона давлат университети,

³Фаргона политехника институти

mohidil_yusupova@mail.ru Ўзбекистон

(Қабул қилинди 20.09.2022 й.)

Тупроқларнинг физик-механик хоссалари ўрганилган. Тупроқнинг унумдорлигига суғоришнинг таъсири очиб берилган, унумдорлигини оширишнинг янги усуллари келтирилган.

Таянч сўзлар: сугориш сувлари, тупроқ, қумликлар, канал, механик таркиб.

Изучены физико-механические свойства грунтов. Объяснено влияние орошения на плодородие почвы, представлены новые методы повышения плодородия почвы.

Ключевые слова: поливная вода, почва, пески, русло, механический состав.

The physical and mechanical properties of soils have been studied. The influence of irrigation on soil fertility is explained, new methods of increasing soil fertility are presented.

Key words: irrigation water, soil, sands, channel, mechanical composition.

Ҳозирги кунда дунё аҳолиси сони кундан кунга ошиб бормоқда. Бу эса озиқ-овқатга бўлган эҳтиёжнинг ортишига олиб келяпти. Озиқ-овқат маҳсулотларининг тақчиллигини олдини олиш ресурслардан самарали фойдаланиш самарадорлигини кўтариш вазифасини кўяди.

Инсон омилининг кучли таъсирида қумли даҳаларнинг экологик ва геохимёвий ҳолати ўзгарган. Ўзгаришларнинг ифодаланиш даражаси қумликларнинг қачон ўзлаштирилганлигига ва қўлланилаётган мелиорация ҳамда агротехника усулларига боғлиқ. Айниқса, суғориш манбалари, суғориш сувининг лойқалиги алоҳида аҳамиятга эга.

Суғориш шахобчалари ва коллектор-зовурлардан чиқарилган чўкинди – рашадан тупроқнинг экологик ҳолатини яхшилаш мақсадида А.А.Нигматов, Қ.М.Мирзажонов, С.Х.Закирова ва бошқалар томонидан тадқиқотлар ўтказилган.

Қ.Мирзажонов ва С.Х.Закировалар зовурлардан чиқарилган лойқаларни Марказий Фарғонанинг бархан қумларини ўзлаштиришда сунъий “экран” ҳосил қилиш билан қумларнинг унумдорлигини ошириш мақсадида гектарига 800-1000 тонна 50-70 см чуқурга солишни тавсия қиладилар.

Қумлар, шу жумладан қумли тупроқлар ҳам донатор, турли ўлчамдаги сочилувчан заррачалардан иборат. Уларнинг таркибида чанг ва лойқа фракциялари миқдори жуда оз бўлганлиги сабабли қовушқоқлик, илашимлилик паст даражада. Ҳажмий масса юқори, сувни тез сингдиради. Бу тупроқлар тез қуриydi, дефляцияга мойилдир.

Сингдириш ҳажми сиғимининг кичиклиги туфайли озиқа элементларининг ҳаракатчан шакллари жуда кам миқдорда сақлайди. Бу хоссаларнинг деҳқончилик юритишдаги таъсирини камайтириш ёки юмшатиш учун қумларнинг механик таркибини оғирлаштириш, яъни оғир механик таркибли тупроқ солиш керак.

Йиллар давомида коллектор ва зовурлардан чиққан лойқа-чиқинди – рашалар тўпланиб дала четларини эгаллаб, бир қанча майдонни банд қилиб ётибди. Рашаларнинг таркиби ўрганилганда ўсимлик учун зарур бўлган NPK миқдорининг етарлича бўлиши ва кишлоқ хўжалик экинларининг озиқа элементларига бўлган талабини қондиришини ҳисобга олиб фермер хўжалиги майдонларига лойқа-чўкинди – рашалардан кенг фойдаланилди.

Марказий ва Ғарбий Фарғона ҳудудининг катта қисмида сизот сувлари сатҳи ер юзасига яқин жойлашган, тупроқлар гидроморф шароитларда ривожланади. Суғориш сувлари гидроморф тупроқлар кесмаси учун меъёридан ортиқ қўшимча намланиш манбаи бўлиб, гидроморфизм жараёнини кучайтиради. Бу ҳудудларда сизот сувларининг тартиботини мўътадил ҳолатда бўлишини таъминлаш учун коллектор-зовур тўри қурилган. Уларнинг солиштирама узунлиги гектарига 40-60 км ни ташкил қилади.

Зовурлар кўпинча намни хуш кўрувчи сув ўсимликлари билан қопланади, тубида эса лойқа маҳсулотлари тўпланади. Зовурлар даврий равишда ўсимлик ва қуйқалардан тозаланади. Улар дала четларида, зовурлар ёқаси бўйлаб узлуксиз катта уюмларни ҳосил қилади, айни вақтда ердан фойдаланиш коэффицентини пасайтиради.

Рашаларнинг механик таркиби оғир қумоқ ва гилдан иборат. Уларда чиринди миқдори 1,50%, вақт ўтиши билан ортади. Чунки рашаларда ўсимлик қолдиқлари кўп, улар маълум вақт давомида чирийди ва парчаланади. Айниқса, узоқ йиллар туриб қолган рашадаги биомасса фаол минераллашади. Коллектор рашасида биринчи йили гумусга нисбатан органик қолдиқларни кўп сақлайди.

Катта Фарғона канали ва Катта Андижон каналларининг лойқаларидан олинган намуналар таркиби

№	Чиринди %	Харакатчан мг/кг	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
Катта Фарғона канали лойқаси			
1	1,50	46,12	400<
2	1,69	26,75	150,0
3	0,97	22,50	400<
Катта Андижон канали лойқаси			
1	0,72	19,5	145,62
2	0,85	30,0	400<

А.Н.Нигматовнинг қайд этишига кўра азот ва фосфорнинг ялпи миқдорлари ҳам ўсимлик ўзлаштира оладиган ҳаракатчан шакллари миқдори ҳам гумус сингари рашаларнинг сақланиш муддати ортиши билан кўпаяди.

Коллектордан чиқарилган рашанинг айрим хоссалари

Т.р.	Кўрсаткичлар номи	Қийматлар
1	Физик лой, %	45-55
2	Лойқа фракциялари, %	15-20
3	Солиштира масса, гр/см ³	2,68
4	Сувли сўримда қуруқ қолдиқ, %	1,165
5	Хлор, %	0,010
6	Гумус, %	1,59
7	Фосфор, %	0,180
8	Калий, %	2,50
9	P ₂ O ₅ , мг/кг	46,1
10	K ₂ O мг/кг	400
11	С ₄ О ₂ карбонатлар	9,5
12	SO ₄ гипс	0,750

Рашалардан карбонатлар СО₂ нинг миқдори 10-12% дан ошади. Карбонатларнинг кўп бўлиши ташлама сувларнинг гидрокарбонатлиги юқори бўлиши билан боғлиқ, чунки улар тупроқ ва тупроқ-замин жинсларидан ювилиб туради. Гипс миқдори рашада кўп эмас, асосан юза қисмида тўпланади ва рашанинг қуйи қисмлари томон камаяди. Рашаларнинг юзаси, одатда, тузларнинг оппоқ ғубори ва чанги билан қопланган бўлади.

Шундай қилиб, коллектор-зовур рашалари ҳам ижобий ҳам салбий хоссаларга эга. Аммо уларнинг сақланиш муддати ортиши билан асосий унумдорлик кўрсаткичлари яхшиланади.

Марказий Фарғонанинг қумли ҳудудлари ва унга туташ ерлардаги КЗТ бўйларидаги рашалар механик таркибига кўра, асосан, оғир қумоқ ва гил бўлиб, физик соз миқдори 45-55 % ва лойқа фракциясининг миқдори 15-20 % ни ташкил қилади. Озиқа элементларининг миқдори қумдагига нисбатан анча юқори. Бундай рашанинг қумли майдонларга, қумнинг физик хоссаларини яхшилаш (механик таркибини оғирлаштириш, қовушқоқлик ва илашимликни юзага келтириш ва кучайтириш, сув ўтказувчанликни камайитириш) ва унумдорлигини ошириш мақсадида фойдаланиш мумкин.

Қум даҳалари ва улардаги тупроқларнинг экомелиоратив ҳолати антропоген омил таъсирида ўзгарган ва бу ўзгариш уларнинг суғорма деҳқончиликда фойдаланишнинг давомийлиги ва қўлланилган агроэкологик-мелиоратив чора-тадбирларга боғлиқдир.

Хулоса килиб айтганда, кумли тупроқларга органик ўғитлардан фойдаланиш, тупроқлаш, айниқса лойқа сувлар билан суғориш механик таркибини ўзгартиради. Лойқа суви Катта Фарғона канали сувидан фойдаланиш туфайли кумли худудларда кумлар чанг ва ил заррачаларига бойган. Ўзлаштирилганига 15, 30 ва 50 йилдан ошган кумли тупроқларнинг механик таркиби физик соз миқдори ортиб кумлоққа, ҳатто енгил кумоққа ўтган. Фосфор ва калийнинг умумий ва ҳаракатчан шакллари миқдори ҳам сезиларли даражада кўпайган. Сувлар таркибида лойқа миқдори озлиги сабабли Катта Андижон канали сувлари билан суғориладиган кумли тупроқларнинг хосса ва хусусиятлари кам даражада ўзгарган.

Адабиётлар

- [1]. Номозов Х, Қорахонова Ю, Аманов О. Ер ресурсларидан фойдаланиш ва ҳимоялаш. Тошкент. 2011. 12-25 б.
- [2]. Мирзажанов К.М. Лик Центральной Ферганы впрежнее и настоящее время. – Т.; 2014. С 159-173.
- [3]. Закирова С.Х. Научные основы генезиса, агрофизических и агрохимических свойств, повышения производительной способности песков Центральной Ферганы. Дисс. на соис. уч. степени доктора с.х. наук (DSe). –Т., 2017. - С. 120.

УДК 677.051

ДОРИЛАНГАН УРУҒЛИК ЧИГИТНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИЛГАН АРАЛАШТИРГИЧ БАРАБАНИНИ РАЦИОНАЛ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ТАЖРИБАЛАРНИ МАТЕМАТИК РЕЖАЛАШТИРИШ ОРҚАЛИ АНИҚЛАШ

Х.Г. Диёров¹, А.А. Акромов¹, Р.Х. Росулов²

¹“Пахтасаноат илмий маркази” АЖ,

²Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти
(Қабул қилинди 23.09.2022 й.)

Мақолада дориланган уруғлик чигитларни олти қиррали аралаштириш барабанини такомиллаштириш мақсадида ўрнатилган қувурли планкаларни параметрларини чигитни дорилаш тўлиқлиги ва чигитнинг механик шикастланганлиги кўрсаткичларига таъсирини тажрибаларни математик режалаштириш усули билан аниқлаш натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: аралаштириш, дорилаш тўлиқлиги, шикастланганлик, қувурли планка, омиллар, регрессия тенгламаси, рационал, қиймат.

В статье представлены результаты экспериментов с использованием метода математического планирования для определения параметров установленных трубных планок по параметрам полноты протравливания семян и влияния на показатели механических повреждений семян, с целью повышения полноты протравливания семян в шестигранном перемешивающем барабане.

Ключевые слова: перемешивание, полнота протравливания, повреждение, трубные планки, факторы, уравнение регрессии, рациональное, значение.

The article presents the results of experiments using the mathematical planning method to determine the parameters of installed pipe slats according to the parameters of the completeness of seed etching and the effect on the indicators of mechanical damage to seeds, in order to increase the completeness of seed etching in a hexagonal mixing drum.

Keywords: mixing, completeness of etching, damage, pipe bars, factors, regression equation, rational, value.

Ҳозирги кунда ихтисослаштирилган уруғлик чигит тайёрлаш цехларида асосан тукли ва туксизлантирилган уруғлик чигитлар тайёрланади. Ушбу уруғлик чигитлар гоммоз, илдиз чириш ва бошқа зараркунандаларга қарши экишдан аввал дориланади. Ихтисослаштирилган уруғлик чигит тайёрлаш цехларида асосан Юбус (Испания) фирмасида ишлаб чиқарилган дорилаш машиналари ишлатилиб келинмоқда. Бу дорилаш машиналари чигитга дори суспензиясини сепиш камераси ва олти қиррали қориштириш барабанидан иборат бўлиб, туксиз уруғлик чигитларни дорилашда талабларга жавоб беради. Лекин тукли уруғлик чигитни дорилаш жараёнида бу машиналарда дориланган тукли чигитлар юзасига

дори эритмаси бир текисда тақсимланмаслиги аниқланган. Бунинг асосий сабаби шундаки, тукли чигит қийин сочилувчан уруғлик материал бўлганлиги учун олти қиррали барабанининг силлиқ листдан иборат ички юзасида дори эритмаси билан қоришиш самараси паст бўлмоқда. Шунинг учун олти қиррали қориштириш барабанининг ички ишчи юзасининг конструкциясини такомиллаштириш бўйича илмий изланиш олиб борилмоқда (1-расм) [1].

Дориланган уруғлик чигитларни аралаштириш барабани конструкциясига киритилган такомиллаштирилган технологик жараёни рационал параметрларини аниқлаш бўйича тажрибаларни ўтказиш вақтида уруғлик чигитларни дориланиш тўлиқлиги аниқланди, бунинг учун дориланмаган ва дорилангандан кейинги уруғлик чигитларни амалдаги методик услубларга асосан олинган намуналарини лаборатория шароитида таҳлил қилиш йўли билан дориланиш тўлиқлиги ўрганилди [2, 3]. Ҳар бир вариантдаги тажрибаларни такрорланишини уч мартадан кам бўлмаслигини таъминланди. Худди шунингдек аралаштириш вақтида чигитнинг механик шикастланганлик кўрсаткичлари ҳам ўрганилди.



1-расм. Дориланган чигитни олти қиррали аралаштириш барабанининг ички ишчи юзасига қувурли планкаларни ўрнатиш жараёни кўриниши.

Тадқиқот ва синовларни ўтказиш усуллари

Демак баҳолаш мезонлари сифатида аралаштириш барабанидаги уруғлик чигитларни дориланиш тўлиқлиги $У_1$ ва уруғлик чигитни дориланиш вақтида чигитни механик шикастланганлик кўрсаткичлари $У_2$ ни аниқлаш керак деб қабул қилинди. Бу мезонларга таъсир этувчи асосий омиллар сифатида: аралаштириш барабанининг айланиш тезлиги ω , қувурли планкаларни барабан деворига ўрнатиш бурчаги α ва барабан ичидаги дориланган уруғлик чигитларни аралаштириш вақти t танлаб олинди.

Дастлабки тадқиқотлар натижалари ва аналитик таҳлиллар асосида аралаштириш барабанидаги уруғлик чигитларни дориланиш тўлиқлиги $У_1$ ва уруғлик чигитни дориланиш вақтида чигитни механик шикастланганлик кўрсаткичлари $У_2$ га таъсир этувчи омилларнинг қабул қилинган ўзгариш даражалари 1-

жадвалда келтирилган.

Тажриба синовларини ўтказишда тўлиқ факторли V_3 режалаштириш усулидан фойдаланилди.

1- Жадвал

Тажрибаларни ўтказиш учун танлаб олинган омилларни ўзгариш чегаралари

№	Омиллар	Ўлчов бирлиги	Омилларнинг белгиланиши		Қадами	Омилларнинг ҳисоблаш оралиғи		
			Натурал	Кодланган		-1	0	+1
1	Барабанининг айланиш тезлиги	айл/дақ.	ω	X_1	3	8	11	14
2	Қувурли планкаларни барабан деворига ўрнатиш бурчаги	градус	α	X_2	30	90	120	150
3	Аралаштириш вақти	сония	t	X_3	58	40	98	156

Тадқиқот натижалари

Тажриба натижаларини, компьютер амалий Planxp-2 иккинчи тартибли дастуридан фойдаланилган ҳолда, аралаштириш барабанидаги уруғлик чигитларни дориланиш

тўлиқлиги Y_1 га таъсир этувчи параметрларини етарли даражада тавсифловчи куйидаги регрессия тенгламани олинди:

$$Y_1 = 96,746 + 0,470 X_1 + 2,060 X_2 + 4,593 X_3 - 4,829 X_1^2 + 1,542 X_1 X_2 + ,550 X_1 X_3 - 2,579 X_2^2 + 0,617 X_2 X_3 - 7,946 X_3^2 \quad (1)$$

Худди шунингдек, тажриба натижаларини, компьютер амалий Planxp-2 иккинчи тартибли дастуридан фойдаланилган ҳолда, уруғлик чигитни дорилаш вақтида чигитни механик шикастланганлик кўрсаткичлари Y_2 га таъсир этувчи параметрларини етарли даражада тавсифловчи куйидаги регрессия тенгламани олинди:

$$Y_2 = + 4,262 + 0,177 X_1 + + 0,170 X_3 - 0,273 X_1^2 - 0,240 X_3^2 \quad (2)$$

Дориланган уруғлик чигитни олти қиррали аралаштириш барабанида чигитларни дорилаш тўлиқлиги ва чигитни механик шикастланганлигига таъсир этувчи асосий омиллар: аралаштириш барабанининг айланиш тезлиги ω , қувурли планкаларни барабан деворига ўрнатиш бурчаги α ва барабан ичидаги дориланган уруғлик чигитларни аралаштириш вақти t нинг параметрларини куйидаги чегаравий шартлар асосида мақбул кўрсаткичларини аниқлаш мақсадида оптималлаштириш масаласини кўриб чиқилди.

Чегаравий шарт: $Y_1 \text{ max}$ бўлиши шарт.

$Y_2 \leq 4$ бўлиши шарт.

Ҳосил бўлган оптимизация масаласи тасодифий қидирув усули ва замонавий компьютер амалий дастурлари ёрдамида ечилди ва куйидаги рационал ечимлар олинди (2-жадвал).

2-жадвал

Математик моделни оптималлаштириш натижалари

Факторлар	X_1	X_2	X_3
Кодланган	0,73923	0,193802	0,129866
Натураль	8,782	125,814	105,532
Бутунлашгани	9	126	106

Хулоса

Демак, ўтказилган тажрибалар натижаси бўйича такомиллаштирилган олти қиррали аралаштириш барабанининг тажрибаларни математик режалаштириш билан аниқланган мақбул параметрлари - аралаштириш барабанининг айланиш тезлиги 9 айл/дақ, қувурли планкаларни барабан деворига ўрнатиш бурчаги 126⁰ ва барабан ичидаги дориланган уруғлик чигитларни аралаштириш вақти 106 сонияга тенг бўлиши мақсадга мувофиқ экан.

Адабиётлар

- [1]. Х.Диёров, А.Акрамов. Разработка перемешивающего барабана протравливателя посевных семян. Ишлаб чиқаришнинг техник, муҳандислик ва технологик муаммолари инновацион ечимлари, халқаро илмий-техник анжуман.-Жиззах-2021.-881 в
- [2]. Юдин М.И. Планирование эксперимента и обработка его результатов: Монография. – Краснодар: КГАУ, 2004. – 239с.
- [3]. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

KPI ASOSIDA XODIMLARNI RAG‘BATLANTIRISH

R.M. Zulunov, J.M. Ahmatjonov

Andijon mashinasozlik instituti

(Qabul qilindi 4.10.2022 y.)

Based on the assessment of the effectiveness of Personnel activities of the company's management, the reward is that the strategy of promotion in the system is adopted and the development of which does not depend on the requirements of the position held by the employees, determining aspects that are of no small importance.

Keywords: management, efficiency, evaluation, promotion, strategy, process assessment, motivation, KPI indicators, norms, achievability, achievement of goals, priority, cocktail productivity

Принятие и разработка руководством компании стратегии стимулирования в системе вознаграждений на основе оценки эффективности деятельности персонала заключается в выявлении не менее значимых аспектов, не зависящих от требований занимаемой должности сотрудников.

Ключевые слова: управление, эффективность, оценка, мотивация, стратегия, оценка процессов, мотивация, показатели KPI, нормы, достижимость, достижение целей, приоритет, коктейльная производительность.

Компания rahbariyatini xodimlar faoliyati samaradorligini baholash asosida mukofot tizimda rag'batlantirish strategiyasi qabul qilishi va ishlab chiqishi xodimlarni egalab turgan lavozimi talablariga bog'liq bo'lmagan, ahamiyati kam bo'lmagan jihatlarni aniqlashdir.

Tayanhc so'slar: boshqarish, samaradorlik, baholash, rag'batlantirish, strategiya, jarayonlarni baholash, motivatsiya, KPI ko'rsatkichlari, me'yorlar, erishuvchanlik.

Компания rahbariyatini xodimlar faoliyati samaradorligini baholash asosida mukofot tizimda rag'batlantirish strategiyasi qabul qilishi va ishlab chiqishi xodimlarni egalab turgan lavozimi talablariga bog'liq bo'lmagan, ahamiyati kam bo'lmagan jihatlarni aniqlashdir. Bu faqat boshqarish samaradorligini oshiribgina qolmay, xodimlarni o'z majburiyatlarini aniqlashni va korxonaning strategik maqsadlari orasidagi bog'liqlikni yaxshi tushunishiga olib keladi.

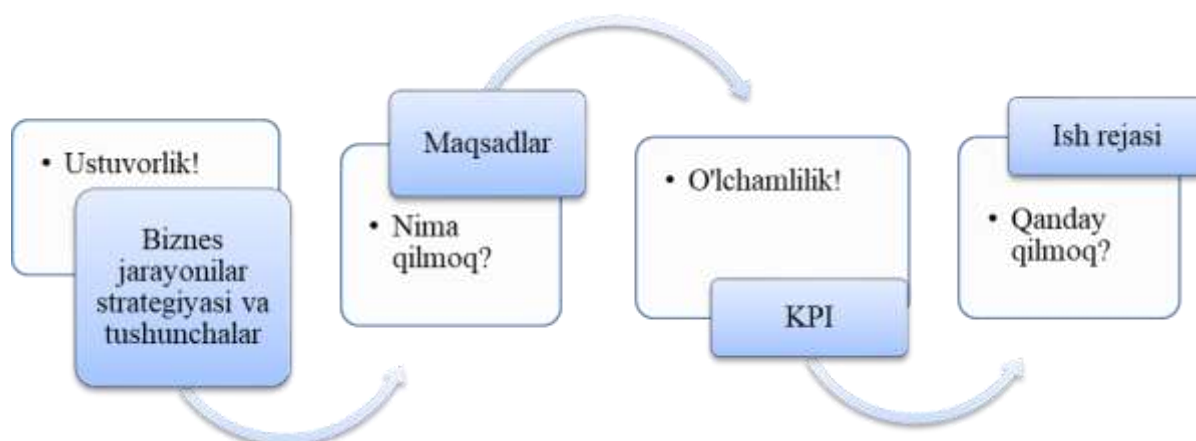
Zamonaviy KPI tizimi quyidagilar bilan chegaralanadi:

- erishilgan natijalarni baholash;
- qayta aloqa o'tkazish;
- vazifa bajarilishini baholash, maqsadlarga erishish uchun zarur bo'lgan rejalashtirilgan vazifani baholash.

Qo'yilgan maqsadlarga erishish va vazifani yechishga xodimlarni moddiy rag'batlantirishni bog'lash juda muhim hisoblanar ekan. Hozirgi kunda moddiy rag'batlantirishni **KPI -Key Performance Indicator** metodi asosida tashkil etish aniqlangan.

Rag'batlantirish (motivatsiya) – bu xodimni qandaydir ta'sir, qaysidir omil orqali ichki ishtiyoqiga ta'sir etish bilan, undan nimanidir bajarishga xohish o'yg'otishdir.

Hozirgi kundan ko'p holatlarda **KPI** uchun ko'rsatkichlar xodimlarni va alohida jarayonlarni baholashda foydalanilmoqda.



1-rasm. Biznes jarayoni strukturasi KPI tizimini o'rni.

1-rasmdan KPI, maqsadlar, strategiya va biznes-jarayonlarini nisbati, biznes-jarayonlari strukturasi KPI ko'rsatkichlarini o'rni, maqsadlar bo'yicha boshqarish bilan qo'llanishini, bu maqsadlarga erishishda tuzish, o'rnatish, nazorat qilish va tahlil qilish prinsiplaridan foydalanish lozimligini ko'rsatib turibdi.

KPI tizimi quyidagilar asosida samarali:

Manzilga yo'naltirilganlik. Biznes-rejasi doirasida har bir muhim ko'rsatkichlar aniq shaxs yoki guruhga qaratilganligi, natijalar aynan javobgarni o'ziga tegishli bo'lishi.

To'g'ri yunaltirilganlik. Muhim ko'rsatkichlar samaradorligi har doim jamoa strategiya maqsadlariga, asosiy biznes jarayoni va rivojlanish loyihalarga bog'liqligi.

Erishuvchanlik. Tasdiqlangan ko'rsatkichlar va me'yorlar erishiladigan bo'lishi lozim. Erishiladigan maqsadlarga taklif etiladigan kuch aynan muvofiq bo'lishi, unga erishish muddati 70-80% dan kam bo'lmasligi lozim.

Bajarishga ochiqlik. O'rinli(aktual) natijalar asosida muhim ko'rsatkichlar samarasi qiymatlarini hisoblash, qaysiki foydalanuvchi jarayonga ta'sir etaolsin, vaqtni boy bermagan holda, ish natijalarni takomillashtirsin.

Oldindan aytishni ta'minlash. Muhim ko'rsatkichlar samarasini haqiqiy miqdoriy sonlar bilan baholash, qaysiki biznes qiymatiga ta'sir etuvchi, ular kelajak natijalarni aniqlovchi ko'rsatkichlar bo'lsa.

Chegaralanganlik. Foydalanuvchi bir necha yuqori ustuvor vazifalarga etishishda, juda ko'p ko'rsatkichlari ichiga olmagan holda kuchi va e'tiborini muhim ko'rsatkichlar samaradorligiga qaratishi lozim.

Oson qabul qilishlik. Muhim ko'rsatkichlar samaradorligini oson tushinish lozim.

Tenglik va bog'liklik. KPI teng va bog'liq qo'llab-quvvatlaydigan, bir-biri bilan qarama-qarshi bo'lmasligi lozim.

O'zgarishlarda tashabuskorlik. Muhim ko'rsatkichlar samaradorligini o'lchashda natijalar ijobiyliги tashkilotda zanjirli reaksiyaga olib kelishi lozim, ayniqsa muhim bu jarayoni kompaniya rahbariyati kuzatib borayotgan bo'lsa.

Sodda o'lchashlik. Foydalanuvchida muhim ko'rsatkichlar samaradorligini joyida vaqt-vaqti bilan miqdoriy baholash jarayoni bo'lishi lozim.

Shaxsiy rag'batlantirishga muvofiqlikni bog'langanligi. Ko'rsatkichlar xodimni rag'batlantirish usuli bo'lishi lozim. Tashkilot KPI o'rnatishda muhim ko'rsatkichlar samaradorligi ta'sirga e'tiborni qaratishi orqali shaxsan xodimni rag'batlantirishni hisobga olishi lozim.

Yaroqlilik. Muhim ko'rsatkichlar samaradorligi ta'siri qanchalik juda yuqori bo'lmasin vaqt o'tishi bilan bo'shashib qolishi mumkin, shuning uchun davriy ravishda qayta ko'rib chiqish va "o'zlashtirish" lozim.

Taqqoslash. Ikki bir hil xolatlarida ko'rsatkichlarni solishtirish lozim.

Ma'qullik. Tahlillash uchun har qanday ko'rsatkichga tushuncha kiritilishi lozim.

KPI asosida xodimlarni pulli rag'batlantirish, ish haqi(maosh) to'lovidan farq qiladi, u kompaniyani uzoq va yaqin maqsadlariga erishishiga yo'naltirilgan bo'lib, xodimni o'z "lavozim majburiyatlarni bajarishga" qaratiladi. Maosh esa- bu belgilangan har oylik ish haqi to'lovi hisoblanadi.

KPI bo'yicha xodimlarini mehnatini moddiy rag'batlantirish

Ushbu tizim (standart) mehnatini moddiy rag'batlantirish (**KPI**) tizimi korxonaga qo'ygan maqsad ko'rsatkichlari erishishida xodimlarini qo'shgan xissasiga yarasha xaq to'lash tartib-qoidalarini belgilaydi va tasdiqlangan kundan boshlab kuchga kiradi.

Korxonaga xodimlarni mehnatini moddiy rag'batlantirishdan maqsad:

- har bir xodimni mehnati davridagi faoliyat natijalarini haqqoniy rag'batlantirishni ta'minlash;
- korxonaga xodimlarini mehnatiga haq to'lashni oshirishni takomillashtirish;
- xodimlar mehnatini ularni korxonaga (KPI) asosida bajarilganlik ko'rsatkichlarga qo'shgan xissasi bo'yicha rag'batlantirish tizimini ta'minlash.

Bu barcha xodimlarini mehnatini moddiy rag'batlantirishni baholashda, korxonaga qo'ygan maqsadlar KPI-asosiy bajarilganlik ko'rsatkichlariga qo'shgan xissalarini aniqlash va qo'shimcha haq to'lash maqsadida qo'llaniladi.

Korxonaga xodimlarini "KPI" tizimi bo'yicha rag'batlantirishini ta'minlash.

Baholovchi (brigadir, usta, ishlab chiqarish texnologiyasi, tsex boshlig'i, bo'lim va boshqarma boshliqlari, direktorlar, bosh direktor o'rinbosari va bosh direktor)

-har kuni, bir xodimni bajarishi aniqlangan (faoliyati vazifasidan kelib chiqqan holda) korxonaga maqsadga erishishida muhim bo'lgan har bir mezon ko'rsatkichlari bo'yicha baholab borish, jamlama natijalari rahbariyatga tasdiqlatish asosida oylik muvofotga yangi oyni 3-chi ish kuniga qadar xodimlarni ruvojlantirish bo'limiga topshirish.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

-mukofotni belgilashda “KPI ” tizimi bo‘yicha rag‘batlantirish oylik maoshni 30% gacha berilishi hisobga olish.

Xodimlarni ruvojlantirish bo‘limi rahbariyat tomonidan tasdiqlangan xodimlarni baholangan jamlama natijalari asosida ularga oylik muvofot berish uchun yangi oyni 5-chi ish kuniga qadar bo‘yruq tayyorlash va yuqori rahbariyatga tasdiqlatish. Buxgalteriya bo‘limi rahbariyat tomonidan tasdiqlangan bo‘yruq va xodimlarni baholangan jamlama natijalari asosida ularga oylik mukofotni yangi oyni 10-chi ish kuniga qadar hisob – kitob qilish.

KPI bo‘yicha oylik baholash 1-chi jadval asosida olib boriladi.

Jadval 1.

№	Tab. №	Baholash mezonlari va xodimlarini F.I.O.	Yanvar oyi kunlari					Jami (O)	Mukofot, %
			1	3	.	.	.		
1		Ish kunni yo‘qotish							
1.1		1-xodim	o	o	o	o	o	63	3
1.2		2-xodim	o	o	o	o	o	63	3
1.3		3-xodim	o	o	o	o	o	63	3
2		Xavfsizlikka rioya etish							
2.1		1-xodim	o	o	o	o	o	63	3
2.2		2-xodim	o	o	o	o	o	63	3
2.3		3-xodim	o	o	o	o	o	63	3
3		Davomat							
3.1		1-xodim	o	o	o	o	o	63	3
3.2		2-xodim	o	o	o	o	x	60	0
3.3		3-xodim	o	x	o	o	o	60	0
4		O‘qish va yig‘ilishda ishtirok etish							
4.1		1-xodim	o	o	o	o	o	63	3
4.2		2-xodim	o	o	o	o	x	60	0
4.3		3-xodim	o	o	o	o	o	63	3
5		Nomuvofiqlik							
5.1		xodim...							
6		Nomuvofiqlikni bartaraf etish							
6.1		xodim...							
7		Buyurtmani bajarish							
7.1		xodim...							
8		SPC va MSA ni bajarish							
8.1		xodim...							
9		Qiyosganlikni ta’minlash							
9.1		xodim...							
10		Sarfni me’yordan oshirmaslik							
10.1		1-xodim	o	o	o	o	o	63	3
10.2		2-xodim	o	o	o	o	o	63	3
10.3		3-xodim	o	o	o	o	o	63	3

Izohlar:

1."Ish kunni yo‘qotish (LWD) " -ishlab chiqarish bilan bog‘liq jarohatlanib ish kuni yo‘qotishlarni belgilab boradi. Baholash uchun - O (bajargan) G‘ X (bajarmagan).

2. "Xavfsizlikka rioya etish " - Mehnat muhofazasi yo‘riqnomalariga muvofiq har kunni xodimlarni xavfsizlik talablariga rioya etishi tekshiradi. Baholash uchun - O (bajargan) G‘ X

(bajarmagan) belgilaridan foydalaniladi. Agarda oy kunlarida xodim bir marta mehnat xavfsizligi talablariga rioya etmagan bo'lsa, ushbu band bo'yicha 0 % mukofot oladi.

3. "Davomat" - xodimlarni kunlik davomati belgilab boriladi. Bungan sababsiz kech qolish va erta ketishlar ham kiradi. Baholash uchun - O (bajargan) G' X (bajarmagan) belgilaridan foydalaniladi. Agarda oy kunlarida xodim bir marta ishga kelmagan, kasallikka chiqqan, o'z maqsadi bilan ma'muriy ta'til olgan va korxonada xudidan chiqqan, o'quv ta'tilida bo'lgan (sababidan qat'iy nazar) holati bo'lsa, ushbu band bo'yicha 0 % mukofot oladi. Xodim avvalgi ishlagan kunlari xisobidan otgulda, mehnat ta'tilida, stajirovka yoki xizmat safarida bo'lgan bo'lsa (o'yni ishlagan kunlari asosida mukofot oladi) yoki kech kelish va erta ketishga rahbarlar tomonidan rasmiy ruhsat olgan bo'lsa rag'batsizlantirishga ta'sir etmaydi.

4. "O'qish va yig'ilishda ishtirok etish" –xodimlarni o'quv grafigi bo'yicha va yig'ilishlardagi ishtiroki tekshirilib boriladi. Baholash uchun - O (bajargan) G' X (bajarmagan) belgilaridan foydalaniladi. Xodim sababsiz o'qish yoki yig'ilishlarda ishtirok etmagan bo'lsa, ushbu band bo'yicha 0% mukofot oladi.

5. "Nomuvofiqlik" –xodim ish faoliyati jarayonida qonun, me'yoriy xujjatlar va tashkilot standartlari talablari bir yoki undan ortiq bajarmagan bo'lsa, ushbu band bo'yicha 0% mukofot oladi.

6. "Nomuvofiqlikni bartaraf etish" -xodim ish faoliyati jarayonida qonun, me'yoriy xujjatlar va tashkilot standartlari talablari bajarmaganligidan nomuvofiqlik aniqlangan bo'lsa uni o'z vaqtida bartaraf etmagan bo'lsa, ushbu band bo'yicha 0% mukofot oladi

7. "Buyurtmani bajarish" –xodim sinov, o'lchov va qiyoslov uchun berilgan buyurtmani belgilangan muddatda bajarmagan bo'lsa, ushbu band bo'yicha 0% mukofot oladi.

8. "SPC va MSA ni bajarish" - xodim SPC va MSA lar bo'yicha grafikni bajarilishi ta'minlamagan bo'lsa, ushbu band bo'yicha 0% mukofot oladi.

9. "Qiyosganlikni ta'minlash" –xodim qiyoslash buyurtmasini, o'zi foydalanayotgan o'lchash, sinash yoki kalibrovkalash vositalari o'z vaqtida qiyoslashdan o'tganligini ta'minlamagan bo'lsa, ushbu band bo'yicha 0% mukofot oladi.

10. "Sarfni me'yordan oshirmaslik" – xodim materiallar sarfini me'yoriydan oshirib yuborsa, elektr energiyadan ishdan tashqari vaqtda foydalanishga yo'l qo'ysa, ushbu band bo'yicha 0% mukofot oladi.

Adabiyotlar

- [1]. David Parmenter. Key Performance Indicators: Developing, Implementing and Using Winning KPI's. — New Jersey, USA: John Wiley & Sons, inc., 2007. — С. 233.
- [2]. Панов М. М. Оценка деятельности и система управления компанией на основе КРІ. — М.: Инфра-М, 2013. — 255 с.
- [3]. Ключков А. К. КРІ и мотивация персонала. Полный сборник практических инструментов. — Эксмо, 2010. — 160 с.

1. “Фарғона политехника институти Илмий – техника журнали” (“Научно – технический журнал ФерПИ”, “Scientific – Technical Journal FerPI”) саҳифаларида фундаментал ва техника фанлари соҳасида янги илмий натижаларга эга бўлган ва 50 % дан ортиқ қисми илгари эълон қилинмаган ўзбек, рус, инглиз тилларида тайёрланган мақола ва қисқа хабарлар қуйидаги бўлимлар бўйича чоп этилади: **физика-математика фанлари; механика; қурилиш; энергетика, электротехника, электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари; кимёвий технология ва экология; ижтимоий-иқтисодий фанлар; қисқа хабарлар.**

2. Мақола стандарт А4 ўлчамдаги оқ қоғознинг бир томонида чапдан 30 мм, ўнгдан 15 мм, юқоридан ва пастдан 20 мм кенгликда жой қолдириб, **Times New Roman** шрифтида, **12 pt** ўлчамда, қаторлар ораси **бир 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 борича 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. Мурोजаат 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 охириги кўриниши олинган кундан бошлаб мақола таҳририятга тушган ҳисобланади.

Журнални чоп этишда doc. MS Word 97 (2003) таҳририда ишловчи дастурлардан фойдаланилади.

Мақолаларини ўз вақтида чоп этилишини истаган муаллифлар таҳририятга ана шу дастурдан фойдаланган ҳолда компьютерда терилган электрон вариантини тақдим этишлари мақсадга мувофиқдир.

9. **Журналнинг электрон вариантларини ФерПИ веб-сайти <http://www.ferpi.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal) дан топиш мумкин.**

Кўрсатилган қоидалар асосида тайёрланмаган мақолалар таҳририят томонидан қабул қилинмайди.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ !

1. На страницах «Научно-технического журнала 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 внизу по 20 мм, справа 1,5 мм; шрифт Times New Roman 12 pt, междустрочное расстояние один интервал. Общий объем статьи не должен превышать восьми страниц, не считая рисунков, кратких сообщений же не более трёх страниц. Второй экземпляр статьи представляется с подписями всех авторов.

3. К статье прилагаются: **направление учреждения**, в котором выполнена работа; **экспертное заключение** (для авторов из Республики Узбекистан); на узбекском, русском и английском языках **аннотация** (из 5-6 строк одинакового содержания), **ключевые слова, название статьи; сведения об авторах** (место работы, должность, телефон, e-mail). В случае отсутствия среди авторов доктора наук представляется рекомендация доктора наук в области этой специальности.

4. Для написания формул в тексте необходимо пользоваться редактором Word Math Type. Формулы нумеруются в сквозном порядке. Для обозначения физических, математических и химических величин, включая индексы, применяются исключительно латинские и греческие буквы. Нельзя обозначать различные величины одной и той же буквой. Подготовленные рисунки и диаграммы должны соответствовать стандартным требованиям и не превышать размеры более чем 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
ТАХРИРИЯТИ:

Масъул муҳаррир
Мусахҳиҳ
Мусахҳиҳ
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: 22.04.2023 й.
Бичими: А4. Гарнитура Times New Roman.
Босма табоғи: 15,25. Адади 10 нусха. Буюртма № 3.
Баҳоси шартнома асосида.
УП «FARPI ALPHA PRINT» босмаҳонасида чоп этилди.
Фарғона шаҳар, Фарғона кўчаси 86 -уй.