

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
КОРХОНАСИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги
**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ
«ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР КОРХОНАСИ**

УЛМАСОВ ТУЛКУН УСМАНОВИЧ

**ПОЛИМЕРЛАР ВА ОРГАНОМИНЕРАЛ ТЎЛДИРУВЧИЛАРИНИ
АРАЛАШТИРИШ ҲАМДА МАШИНАСОЗЛИК УЧУН КЎП
ФУНКЦИЯЛИ КОМПОЗИЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШНИНГ НАЗАРИЙ ВА
АМАЛИЙ АСОСЛАРИ**

**02.00.07 - Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси
05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик. Қўймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси.
Радиоактив камёб ва нодир элементлар технологияси (материалшунослик ва
машинасозлик йўналишлари; техника фанлари бўйича)**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2021

Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси**Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)****Content of the dissertation abstract of doctor of science (DSc)****Улмасов Тулкун Усманович**

Полимерлар ва органоминарал тўлдирувчиларини аралаштириш ҳамда машинасозлик учун кўп функцияли композицион материаллар олиш технологиясини ишлаб чиқишнинг назарий ва амалий асослари..... **5**

Улмасов Тулкун Усманович

Теоретические и практические основы разработки технологии для смешения полимеров и органоминаральных наполнителей и получение многофункциональных композиционных материалов машиностроительного назначения **23**

Ulmasov Tulkun Usmanovich

Theoretical and practical foundations for the development of technology for mixing polymers and organomineral fillers and obtaining multifunctional composite materials for machine-building purposes..... **47**

Эълон қилинган ишлар рўйхати..... 50

Список опубликованных работ..... 50

List of published works..... 50

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
КОРХОНАСИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**
DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ
«ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР КОРХОНАСИ

УЛМАСОВ ТУЛКУН УСМАНОВИЧ

**ПОЛИМЕРЛАР ВА ОРГАНОМИНЕРАЛ ТЎЛДИРУВЧИЛАРИНИ
АРАЛАШТИРИШ ҲАМДА МАШИНАСОЗЛИК УЧУН КЎП
ФУНКЦИЯЛИ КОМПОЗИЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШНИНГ НАЗАРИЙ ВА
АМАЛИЙ АСОСЛАРИ**

02.00.07 - Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси
05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси.
Радиоактив камёб ва нодир элементлар технологияси (материалшунослик ва
машинасозлик йўналишлари; техника фанлари бўйича)

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ
АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2021

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Махкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2021.4.DSc/T_____ рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУКда бажарилган.

Диссертация автореферати 3 тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме) Илмий кенгаш веб саҳифасида www.gupft.uz ва «ZiyoNet» Ахборот таълим портали (www.ziyounet.uz да жойлаштирилган.

Илмий раҳбарлар:

Негматов Сайибжон Садикович
техника фанлари доктори, профессор, ЎзРА академиги, Ўзбекистон Республикаси фан арбоби

Абед Нодири Сойибжоновна
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Рискулов Алимжон Аҳмаджонович
техника фанлари доктори, профессор

Негматова Комила Сайибжановна
техника фанлари доктори, профессор

Баракаев Нусратилла Ражабович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот

Андижон машинасозлик институти

Диссертация ҳимояси Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУК ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019. К/Т03.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «___» ноябр соат ___ даги мажлисида онлайн тарзида бўлиб ўтади. (Манзил. 100174. Тошкент шаҳри, Олмазор тумани, Мирзо-Ғолиб кўчаси, 7а уй. Тел.: (+99871)246-39-28. факс. (+99871)227-12-73, e-mail: fan_va_taraqqiyot@mail.ru, «Фан ва тараққиёт» ДУК биноси, 2-қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан «Фан ва тараққиёт» ДУКнинг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин. (22-рақам билан рўйхатга олинган. Манзил: 100174. Тошкент шаҳри, Олмазор тумани, Мирзо-Ғолиб кўчаси, 7а уй. Тел. (71) 246-39-28. Факс. (71) 227-12-73.

Диссертация автореферати 2021 йил «___» ноябр куни тарқатилди.
(2021 йил --ноябр №-- рақамли реестр баённомаси)

А.В. Умаров

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раис ўринбосари, т.ф.д., профессор

М.Э. Икратова

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, к.ф.н., к.и.х.

А.М. Эминов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор.

КИРИШ (фан доктори диссертацияси аннотацияси (DSc))

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Ҳозирги вақтда дунёда сочилувчан материалларни аралаштириш нафақат кимё соҳасида, балки бошқа соҳаларда, шунингдек кундалик ҳаётда ҳам қўлланиладиган энг кенг тарқалган механик жараёндр. Органик-минерал таркибий қисмлар ҳамда кукун ва ёпишқоқ оқувчан полимерлар асосида, аралаштириш орқали бир ҳил таркибли аралашмалар тайёрлаш масаласини ечиш натижасида ҳосил бўладиган композициянинг сифати, унумдорлиги, энергия, металл сарфи ва аралаштиргичларнинг самарадорлиги билан боғлиқлиги алоҳида аҳамиятга эга.

Жаҳонда бир ҳил таркибли (гомоген) аралашмани олишнинг асосий мезони бўлган сочилувчан ва ёпишқоқ оқувчан материалларни аралаштириш технологиясини ишлаб чиқишга катта эътибор қаратилмоқда. Бу борада, юқори физик-механик, ишқаланиш-ейилишга чидамлик ҳамда узоқ муддат яроқлилик хусусиятларга эга бўлган композицион полимер материаллар, тебраниш ва ишқаланиш шароитида ишлатиладиган машинасозлик конструкцияларининг эҳтиёт қисмлари ва қопламаларни олишда ишлатиладиган полимерлар ва органоминерал тўлдирувчилардан иборат композицион материалларни ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда машинасозлик учун самарали қурилмаларни ишлаб чиқишда полимерлар ва органоминерал тўлдирувчиларини аралаштириш ҳамда машинасозлик учун кўп функцияли композицион материаллар олиш технологиясини ишлаб чиқишнинг назарий ва амалий асосларини тадқиқ қилиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар Стратегиясининг тўртинчи йўналишининг тўртинчи бандида «...Илмий-тадқиқот ва инновация фаолиятини рағбатлантириш, илмий ва инновация ютуқларини амалиётга жорий этишнинг самарали механизмлари...»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, кукунсимон, ёпишқоқ оқувчан полимерлар ва сочилувчан органоминерал тўлдирувчи моддаларига асосланган гомоген аралашмаларни олиш учун замонавий талабларга жавоб берадиган ва шу асосда юқори физик-механик, ишқаланиш-ейилишга чидамли ва юқори функционал хусусиятларга эга композицион полимер материалларни олиш имконини берадиган қурилмалар, янги технологиялар ҳамда аппаратлар конструкцияларини яратиш ва ишлаб чиқишга имкон берувчи тадқиқотларни ўтказиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ва 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сонли «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури» тўғрисидаги

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-4947 «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги фармони

Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъерий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотларнинг республика фан ва техника тараққиётининг устувор йўналишларига мувофиқлиги. Ушбу тадқиқот Республика фан ва технологиясини ривожлантириш VII. «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи²
Дунёнинг илмий марказлари ва олий ўқув юртларида композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламалар яратиш бўйича бир қанча тадқиқот ишлари олиб борилмоқда, шу жумладан, Istanbul Technical University (Туркия), Technische Universitat Munchen (Германия), Slovak University of Technology (Словакия), Chonnam National University (Корея), Ebonyi State University (Нигерия), Indian School of Mines (Ҳиндистон), Yunnan University (Хитой), Southwest Petroleum University (Хитой), Латвия ФА сининг Полимерлар механикаси институти, Ломоносов номидаги Москва давлат университети, РФА сининг Н.С. Эниколопов номидаги синтетик полимер материаллар илмий-тадқиқот институти, РФА сининг Семенов номидаги Кимё физикаси институти, Қозон давлат технология университети (Россия), Беларусия МФА сининг В.А. Белог номидаги Металлополимер тизимлар механикаси институти, Беларусия МФА сининг Янги материаллар кимёси институти, Беларус давлат технология университети, ЎзР ФА Полимерлар кимёси ва физикаси институти, Тошкент кимё технология институти, И.Каримов номли Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонасида (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

Жаҳонда иккиламчи хомашёларидан композицион полимер материаллар ишлаб чиқариш ва амалиётда қўллаш бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида бир қатор илмий натижаларга эришилган, жумладан, целлюлоза сақловчи иккиламчи хомашёлардан ёғоч-қириндили плиталар ишлаб чиқиш технологияси яратилган (Латвия ФА Ёғоч кимёси Институти, Москва ўрмон хўжалиги институти, Россия); композицион полимер материаллар ва қопламалар бўйича (Chonnam National University, Жанубий Корея); органик моддаларни аниқлаш ва ажратиш олиш усуллари аниқланган (Indian School of Mines, Ҳиндистон); иккиламчи маҳсулотлардан композицион полимер материаллар ишлаб чиқариш усуллари такомиллаштирилган (Ebonyi State University, Нигерия).

Дунёда қуйидаги устувор йўналишлар бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда, жумладан, иккиламчи ресурслар ва полимер боғловчилар асосида композицион полимер материалларни ишлаб чиқаришнинг самарали композициялари ва технологиясини ишлаб чиқиш: тузилиш, фракция таркибининг тури ва микдорининг таъсирини аниқлаш органоминерал

² Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи:
<https://www.researchgate.net/publication/24238348>, <https://www.academia.edu/7655786>,
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2635672>, <https://www.academia.edu/4411418>, <https://doi.org/10.1002/app.27592> ва бошқа ресурслар.

тўлдирувчи моддалари ва уларнинг аралашмаларининг физик-механик, функционал хусусиятлари бўйича, замонавий саноат талабларига жавоб берадиган машинасозлик ва бошқа соҳаларда кенг қўлланиладиган, ейилишга чидамли, тебранишни ютувчи ва коррозиябардош композицион полимер материаллар ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш.

Муаммоларнинг ўрганилганлик даражаси. Полимерли ва полимер композицион материалларнинг ривожланишига А. Hayashi, С. S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, G. Akovali, С.Н. Журков, В.В. Коршак, Н.С. Ениколопов, А.А. Берлин, А.Д. Яковлев, В.А. Белый, С.С. Негматов, М.А. Аскарров, С.Ш. Рашидова, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, К.С. Негматова ва бошқа олимлар муайян ҳисса қўшганлар. Сочилувчан ва кукунли материалларни аралаштириш ва кўп функцияли композицион ва полимер материалларини тайёрлаш ва уларнинг хусусиятларини ўрганиш технологияси ва қурилмасини ишлаб чиқишда эса А. Кумар, М.М. Перлман, Б. Аркас, С. Герасарис, Р. Гудҳие, Ю.И. Гусев, В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов, Д.М. Бородулин, А.Д.Яковлев, Л.А. Воидкова, А.Х.Юсупбеков, А.В. Струк, В.П. Соломко, А.А. Рисқулов, А.С. Ибодуллаев, Н.С. Абед, Г. Гулямов, Ю.И. Макаров, Ф. Беррути, ДМ Бородулин, С. Харвуд, И. А. Бакин, Ю. Д. Видинеев, Д. И. Менделеев, А. И. Зайтсев, Д. В. Сухоруков, Г.Г. Саломатин, А.М. Ластовтсев, И.М.Плеханов, Н.Ю.Ташланов ва бошқа кўплаб олимлар ўзларининг муайян хиссаларини қўшганлар.

Мавжуд ишларнинг таҳлили кўра, композицион материалларни ишлаб чиқишда кукун, ёпишқоқ оқувчан ва сочилувчан материаллар ҳамда уларнинг аралашмаларини қўллаш, шунингдек, «сочилувчанлик» ва «ёпишқоқ оқувчанлик» ҳодисаси етарли даражада ўрганилмаганлигини таъкидлаб ўтиш жоиз. Шунга кўра, сочилувчан ва ёпишқоқ оқувчан материалларни аралаштириш жараёнини математик тавсифлаш ва башорат қилишга имкон берадиган универсал боғлиқликни топиш ҳам муаммолидир. Шунингдек, органоминарал сочилувчан ва ёпишқоқ оқувчан материалларни аралаштирувчи қурилмаларнинг берилган унумдорлиги бўйича барча конструктив параметрларини (барабаннинг айланиш тезлиги ва энергия сарфини) ҳисоблаб чиқиш имкониятини берадиган тенгламаларни олиш мақсадида, турли хил реологик хусусиятларга эга бўлган органик ва ноорганик кукунли аралашмаларни гомоген аралаштириш учун назарий ўрганиш ўтказиш керак. Мазкур диссертация иши ушбу муаммони ҳал қилишга бағишланган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоди Ислом Каримов номидаги Тошкент Давлат Техника Университетининг «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонаси илмий-тадқиқот ишлари режасининг №А-12-96 «Органик ва ноорганик жисмли ва кукунларни аралаштириш технологияси ва қурилмаларини ишлаб чиқиш» юқори кучли ва кўп функцияли композицион материаллар ва улардан тайёрланадиган буюмлар учун материаллар» (2015-2017 йй.), №ППИ-А-12-95 «Тола (хом пахта) билан ўзаро таъсир қилувчи кристалланиш полимерлари

асосида ишқаланиш-ейилишга чидамли нанокомпозитларни ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017 йй.), №ПЗ-20170927401 «Металл-полимер-композит-толали материаллар билан ўзаро боғлиқликда ишлайдиган, машинасозлик учун ишқаланиш-ейилишга чидамли, антистатик-иссиқлик ўтказувчанлик хусусиятларига эга, олдиндан белгиланган композицион металл-полимер материалларни ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш» (2018-2020 йй.) мавзуларидаги фундаментал ва халқаро лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади полимерлар ва органоминерал тўлдирувчиларини аралаштириш ҳамда машинасозлик учун кўп функцияли композицион материаллар олиш технологиясини ишлаб чиқишнинг назарий ва амалий асосларни ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

кукун ва ёпишқоқ оқувчан органоминерал ингредиентларни аралаштириш жараёнининг ҳозирги ҳолатини ва улар асосида машинасозлик композицион материаллари ҳамда улардан маҳсулотлар ишлаб чиқариш учун бир ҳил таркибни олиш қурилмасини ўрганиш;

машинасозликда бир ҳил таркибли композиция ва композицион полимер материалларни олиш учун узлуксиз ишловчи қурилманинг оптимал геометрик ва иш параметрларини аниқлашга имкон берадиган, оқувчан органоминерал ингредиентлар ва кукун полимер материалларни аралаштириш технологиясини назарий ва экспериментал тадқиқотлар ўтказиш;

маҳаллий хом ашё асосида сочилувчан кукун ва ёпишқоқ оқувчан полимерлар, сочилувчан органоминерал ингредиентларни аралаштириш ҳамда композицион полимер материалларидан бир ҳил композиция олиш қурилмасини яратиш технологиясини тадқиқ қилиш ва ишлаб чиқиш;

машинасозликда композицион полимер материалларни олиш учун ёпишқоқ оқувчан полимер ва органоминерал тўлдирувчи моддаларини аралаштириш жараёнининг оптимал технологик режимларини аниқлаш ва экспериментал тадқиқотлар ўтказиш;

органоминерал таркибий қисмларга эга бўлган сочилувчан, ёпишқоқ оқувчан ва кукунли полимерлардан бир ҳил композиция олиш ва улар асосида машинасозлик мақсадлари учун композицион полимер материаллари олиш технологиясини ўрганиш;

маҳаллий хомашёлардан сочилувчан, кукун ва ёпишқоқ оқувчан полимерлар ва органоминерал тўлдирувчи моддаларини аралаштириш ва машинасозлик мақсадларида кўп функцияли композицион полимер материаллар, қопламалар ва деталлар олиш учун ишлаб чиқилган технология ва қурилманинг амалий ва иқтисодий жиҳатларини аниқлаш;

ишлаб чиқариш шароитида тажриба ишлаб чиқариш синовларини ўтказиш ва кўп функцияли композицион полимер материаллардан фойдаланиш ва техник-иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида органик ва ноорганик келиб чиқишга эга бўлган сочилувчан – кукунли ингредиентлар: курум, графит, талк, каолин, толали шиша, пахта толаси, цемент, волстонит ва юқори зичликка эга

полиэтилен ва полипропилен асосида олинган полимер боғловчилар, шунингдек, улар таркиби асосидаги композицион полимер материаллар: АПЭК-1, АПЭК-2, АППК-1, АППК-2, АИПЕК-1, АИПЭК-2, АИППК-1 ва АИППК², шунингдек ЭД-16 олигомеридан ташкил топган АИЭД-16, дибутилфталат, полиэтиленполиамин, графит, шиша тола ва тальк ҳисобланади. Тадқиқот объектига қарши жисм сифатида намлиги 8-10% ва ифлосланиши 1,0-3,0% бўлган биринчи навли пахта хомашёси олинган.

Тадқиқотнинг предмети органоминерал ингредиентлар билан тўлдирилган сочилувчан композицион полимер материалларнинг гомоген таркибини ўзлаштириш ва олиш мақсадида, сочилувчан кукунли органоминерал ингредиентларни аралаштириш технологиясини ишлаб чиқиш ва ускунасини яратиш ва мақбул технологик режимларни аниқлаш ҳисобланади.

Кукунли, ёпишқоқ оқувчан полимерларни органоминерал ингредиентлар билан аралаштириш ва машинасозлик мақсадларида кўп функцияли композицион полимер материаллар ва қопламалар олиш технологияси ёрдамида олинган композицион полимер материалларнинг физик-механик, тебраниш-товуш ютувчи, антифрицион ва триботехник хусусиятларини тадқиқ қилишдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда ИҚ - спектроскопия, рентген фаза таҳлил, дифференциал-термик таҳлил ҳамда олигомерларнинг, пластификаторларнинг, қотирувчиларнинг, полимерларнинг ва композицияларнинг физик-кимёвий ва физик-механик хоссаларини аниқлашда умумий стандарт усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

вақти-вақти билан аралаштириш усулига муқобил бўлган сочилувчан материалларни аралаштириш учун узлуксиз аралаштириш қурилмаси кинематик схемасининг оптимал вариантыга асосланган ва ишлаб чиқилган бўлиб, бу аралаштириш қурилмасининг ишчи юзасида айланиш тезлигининг босқичма-босқич ўзгариши кўрсатилган ҳамда бир вақтнинг ўзида композицион полимер материалларнинг дисперсияси ва оқиш хусусиятига, аралаштириш жараёни интенсивлиги барабани тўлдириш даражасига ва қайтарилувчан аралаштириш қурилмаси бурилиш бурчаги секторига боғлиқлигига қараб, ҳосил бўлган аралашманинг хоссалари аниқланган;

назарий тадқиқотлар натижаларига ва кинематик схеманинг аниқланган оптимал вариантыга асосланиб, янги технология ишлаб чиқилган ҳамда кукун, ёпишқоқ органоминерал тўлдирувчи моддалари ва оқувчан полимерлар асосида, бир ҳил композицияларни олиш имконини берадиган, кукунли полимер ва сочилувчан органоминерал ингредиентларни қайтарувчи аралаштириш учун оригинал қурилма яратилган;

ишлаб чиқилган технология бўйича ва шунга мос равишда тескари узлуксиз ишловчи яратилган қурилмани ўрнатиш орқали кукун, ёпишқоқ

² Абед Н.С. Дис. «Самарали конструкторон композицион полимер материалларни яратиш ва улардан пахта қайта ишлаш машиналари деталларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш», 2014й. 205 б.

оқувчан полимер материаллар ва сочилувчан органоминарал тўлдирувчи моддаларини аралаштириш орқали композицион полимер материалларнинг физик-механик, тебраниш-товушни ютувчи, антифрикцион-ейилишга чидамлилиқ хусусиятларини ошириш имкониятлари илмий асосланган ва амалда аниқланган.

ишлаб чиқилган технология бўйича ва яратилган тескари аралаштириш қурилмасида полимерлар ва органоминарал тўлдирувчи моддалари аралашмасидан олинган композицион материалларнинг физик-механик, триботехник, вибрация-товушни ютувчи ва антифрикцион хусусиятлари 1,5-1,8 баробар ошганлиги аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

гомоген таркиб олиш мақсадида полимер материаллар ва органоминарал тўлдирувчиларни реверсив аралаштиришнинг самарали усули ишлаб чиқилган ва узлуксиз ҳаракатланувчи реверсив аралаштириш мосламасининг асл параметрлари ва конструкциялари аниқланган;

гомоген таркиб олиш имкониятини берадиган полимер материаллар ва органоминарал тўлдирувчиларни реверсив аралаштириш мосламасининг узлуксиз ҳаракатланувчи қурилмаси ишлаб чиқилган ҳамда уларнинг оптимал иш режими белгиланган, бу эса улар асосида машинасозлик учун юқори физик-механик, антифрикцион-ейилишбардош, вибрация-товушни ютувчи, коррозиябардошлиқ хусусиятларига эга бўлган композицион полимер материаллари олинган.

Олинган натижаларнинг ишончлилиги назарий натижаларни доимий ишлайдиган ускунада сочилувчан полимер материаллар ва органоминарал тўлдирувчиларни реверсив аралаштириш натижасида олинган тажриба маълумотлари билан таққослаш орқали олинган натижаларнинг ишончлилигини қиёсий назорат қилиш билан асосланиб, композицияларнинг физик-кимёвий, физик-механик ва триботехник тадқиқот усулларидадан фойдаланишнинг комбинацияси билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти полимер материаллар ва органоминарал тўлдирувчилар асосида олинган композит аралашмаларнинг гомогенлиги сифатига таркибий омиллар ва технологик режимларнинг таъсири қонуниятларини ўрнатиш орқали шнекли ишчи органнинг оптимал параметрларини назарий жиҳатдан асослаб бериш ва юқори сифатли аралаштириш ва гомоген аралашмаларни олиш имконини берадиган қурилма яратиш ва улар асосида юқори физик-механик, антифрикцион-ейилишбардош, вибрация-товушни ютувчи, коррозиябардошлиқ ва трибологик хусусиятларга эга бўлган композицион полимер материалларни олишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти қуйи органоминарал ингредиентларни ва полимер материалларни аралаштириш, юқори сифатли гомоген сочилувчан қуйма аралашмалар олиш жараёнини жадаллаштиришдан иборат бўлиб, улар пахтани қайта ишлаш саноати машина ва механизмлари ишчи органларида ишлатиш учун пахта хомашёси билан фрикцион боғлиқликда ишлайдиган юқори физик-механик ва антифрикцион

ейилишбардош хусусиятларга эга бўлган ишқаланиш ва тебраниш шароитида ишлайдиган пахта тозалаш машиналари ва механизмларининг ишчи органларида, пахтани қайта ишлаш ва ёғ-мой саноатида фойдаланиш учун композицион полимер материалларни олиш имконини бериши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Полимерлар ва органоминерал тўлдирувчиларини аралаштириш ҳамда машинасозлик учун кўп функцияли композицион материаллар олиш технологиясини ишлаб чиқишнинг назарий ва амалий асослари бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Ишлаб чиқилган антифрикцион ва антифрикцион-ейилишбардош композицион материаллар ва улар асосидаги қопламалар Пискент пахта тозалаш заводида тозаловчи ва вентиляторларнинг ишчи органларида, жин ва линтер корпуслари сирт юзасида қоплама сифатида жорий этилган («PAHTASANOAT ILMIY MARKAZI» АЖнинг 2021 йил 4 ноябрдаги 02-11/483-сон маълумотномаси). Натижада, ишлаб чиқариш биноларида шовқин даражасини 7-24 дБ га пасайтириш, пахта машиналари ва механизмларининг иш унумдорлиги 7-14% га ошди, ҳаражатлар ва қувват сарфи 7-12%га, уруғларнинг майдаланиши 0,18-0,36% га, пахта толасининг шикастланиши 0,5-0,7%га камайтириш имконини берган;

ишлаб чиқилган кўп функционалли композицион қопламалар Пискент пахта тозалаш заводида чанг ютувчи гарнитуралар ва тишли тозалагичларда пахта толасини чиқиндилардан тозалаш жин ва линтер корпуслари сирт юзасида жорий этилган («PAHTASANOAT ILMIY MARKAZI» АЖнинг 2021 йил 4 ноябрдаги 02-11/483-сон маълумотномаси). Натижада, тозалаш жараёнида пахта толасини механик шикастланиш ва чанг ютувчи гарнитураларнинг хизмат қилиш муддатини ошириш орқали чанг миқдорини 50% га камайтириш имконини берган;

кўп функционалли композицион полимер материаллар ва улар асосидаги деталлар Пискент пахта тозалаш заводида жорий этилган («PAHTASANOAT ILMIY MARKAZI» АЖнинг 2021 йил 4 ноябрдаги 02-11/483-сон маълумотномаси). Натижада, Пискент пахта тозалаш заводининг иқтисодий самарадорлигини 483,0 млн. сўмга ошириш имкониятини берган.

Тадқиқот натижаларини апробацияси. Тадқиқот натижалари 8 та республика ва 4 та халқаро конференцияларда муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 32 та илмий ишлар чоп этилган. Шулардан 18 та илмий мақола, шу жумладан, 12 та мақола республика миқёсида ва 6 та мақола докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини нашр этиш учун Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссияси томонидан тавсия этилган хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши 186 саҳифада баён этилган бўлиб, у кириш, олти боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати, иловалардан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва аҳамияти асослаб берилган, мақсад ва вазифалар шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети аниқланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикасида фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги белгиланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий, назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалга оширилганлиги, ишларни синовдан ўтказиш натижалари, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Кукун ва ёпишқоқ оқувчан органик-минерал ингредиентларни аралаштириш жараёнининг ҳозирги ҳолати ва машинасозликда композицион материаллар ва улардан маҳсулотлар ишлаб чиқариш учун бир хил композицияни олиш қурилмаси»** деб номланган биринчи бобида органик ва ноорганик маҳаллий хомашёлар асосида кукунли органоминерал ингредиентларни аралаштириш учун технологик жараёнлар ва мавжуд замонавий қурилмаларнинг адабий манбаларини ўрганиш ва таҳлил қилиш, органоминерал сочилувчан материалларни аралаштириш учун доимий ишлайдиган қурилманинг оптимал усули ва схемасини асослаш ва танлаш ҳамда улар асосида машинасозик мақсадлари учун композит материаллар ишлаб чиқаришда қўлланиладиган гомоген композиция олиш учун узлуксиз ҳаракатланувчи мослама схемаси ва оптимал усулини асослаш ва танлаш ишлари амалга оширилган.

Адабий манбаларни ўрганишни таҳлил қилиб, мавжуд усуллар ва қурилмалар сочилувчан полимерлар ва органоминерал тўлдирувчиларни бир вақтнинг ўзида аралаштириш, тарқатиш ва таркиби бир хил ҳолга келтириш, композит полимер материаллар ва муҳандислик қисмларини ишлаб чиқариш учун чанг аралашмаларини ишлаб чиқаришни тўлиқ таъминламаслиги аниқланди. Мазкур иш диссертациянинг мақсадини белгилаб берадиган вазифаларни ҳал қилишга бағишланган.

Диссертациянинг **«Гомоген композиция олиш учун узлуксиз ишлайдиган қурилманинг оптимал геометрик ва режим параметрларини аниқлаш учун сочилувчан кукунли органоминерал ингредиентларни аралаштириш жараёни технологиясининг назарий ва экспериментал тадқиқотлари»** деб номланган иккинчи бобида аралаштириш қурилмасининг қувватини, унумдорлигини ва геометрик параметрларини аниқлаш мақсадида сочилувчан материалларни реверсив аралаштириш жараёнининг назарий ва экспериментал тадқиқотлар натижалари, шунингдек аралаштириш қурилмасининг геометрик параметрларини экспериментал ўрганиш ва назарий ҳисоб-китоблар билан аниқланган натижалар билан таққослаш натижалари баён этилган.

Биринчи навбатда, аралаштириш қурилмасининг қувватини, унумдорлигини ва геометрик параметрларини аниқлаш бўйича назарий

тадқиқотлар ўтказилди. Бунда, назарий жиҳатдан ҳисоблаш орқали, унумдорликни аниқлаш формуласидан фойдаланилди:

$$Q = 60n\varphi\pi R^2 \frac{2\pi}{\Theta} \Delta,$$

бу ерда Θ - сегмент бурчаги, рад n – шнекли валнинг айланишлари сони, айл/дак; R - барабаннинг радиуси, м; φ - барабанни тўлдириш даражаси, %, Δ - материалнинг айланиш йўлининг умумий узунлиги винтли валнинг бир марта айланишида, мм.

$$\Delta = \frac{Q\Theta \cdot 1000}{120\pi^2 R^2 \varphi n}.$$

K -аралаштиришнинг жадаллиги қўйидаги формула билан аниқланди:

$$K = \frac{\sin^3 \frac{\Theta}{2}}{\varphi}. \text{ Аралаштириш барабанининг узунлиги } L = \frac{\tau_{\text{ср}} 4Q}{D^2 \pi \varphi} \text{ формуласи}$$

бўйича ҳисобланади, бу эрда D - аралаштириш барабанининг диаметри, $\tau_{\text{ср}}$ - материалнинг аралаштиргичдаги яшаш вақти.

Аралаштиргувчи барабанни шнекли валининг олдинга силжитиш паррагининг қадами (S) ўлчамлари қуйидагича бўлади: $S = \frac{2\pi\Delta}{\Theta}$.

Сочилувчан материални аралаштириш учун сарфланган қувват қуйидаги муносабатлар билан белгиланади:

$$N = 6847 * 10^{-7} R^3 L \gamma_T n \sin^3 \frac{\Theta}{2} \sin \beta,$$

бу ерда: γ - қуйма материалларнинг солиштирма оғирлиги г / см³, β - материал табиий қиялигининг бурчаги, аралаштиргичдаги материалнинг ўртача яшаш вақти қуйидаги формула билан аниқланди:

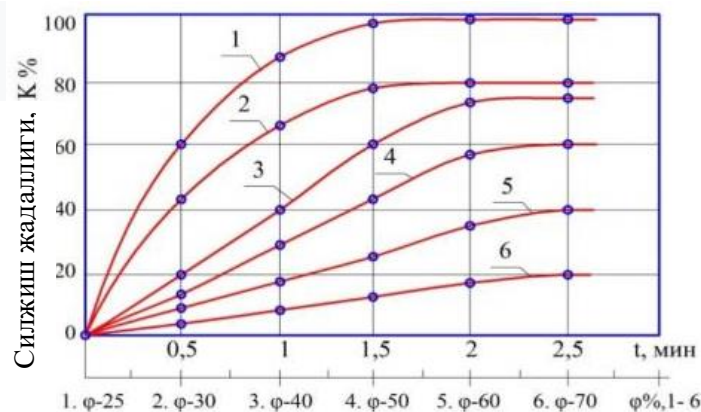
$$\tau_{\text{ср}} = \frac{\pi D^2 L \varphi}{4 Q}.$$

Белгиланган формуладан фойдаланиб, биз ҳисоблаш йўли билан қайтариладиган реверсив аралаштириш қурилмасининг унумдорлигини ҳисобладик: $Q = 0,4$ м³/с; шнекли валнинг айланиш сони $n=100,75$ ва 50 айланиш/мин., барабанни тўлдириш коэффициенти $\varphi = 0.28-0,38$; пичоқларнинг олдинга сурилиш қадами $S_1=85$ мм; орқага қайтиш паррақларининг қадами $S_2=65$ мм; барабан диаметри $D=0.16$ м; барабан узунлиги $L=2,2$ м; сегмент бурчаги $\Theta=130^\circ$, ёки 2.2689 рад.

Экспериментал тадқиқот қуйидагича ўтказилди. Тайёрланган паррақлар валнинг айланиш ўқиға перпендикуляр бўлган текисликка нисбатан 5° , 10° , 15° , 20° , 25° , 30° бурчак остида ўрнатилди ва буриб қўйилди. Бунда, $P_{\text{ет}}$ қувватнинг илгари силжитадиган паррақлари сонига Z ва шу паррақнинг қиялик бурчагининг μ 1 га боғлиқлиги ўрганилди.

Тадқиқот натижаларига кўра, паррақларнинг олдинга силжишлар сонини $Z=15$, паррақларнинг қиялик бурчаги $\mu=30^\circ$, қайтарувчи паррақларнинг сони $Z_2=13$, ва $\mu_2=10^\circ$ бурчаклар қабул қилинди.

1-расмда аралаштириш жадаллигининг аралаштириш вақтига ва аралаштириш шнекли қурилмасининг ҳар хил даражадаги тўлдириш даражасига боғлиқлигини ўрганиш натижалари кўрсатилган.



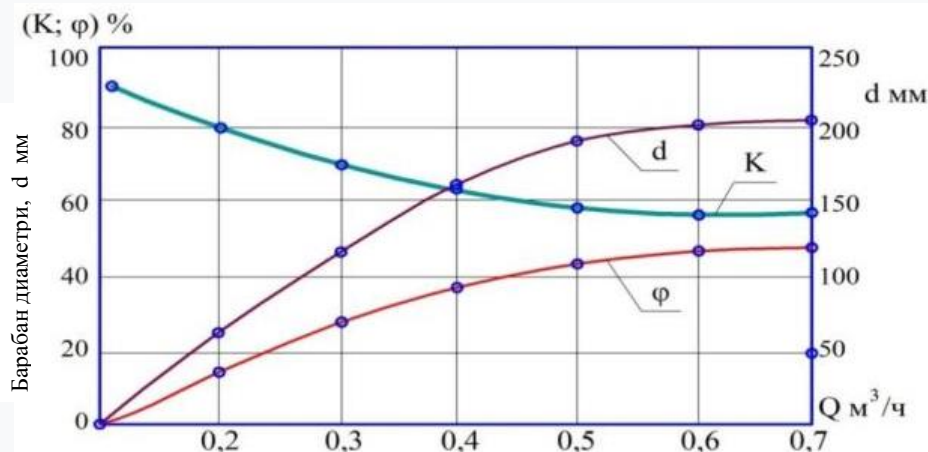
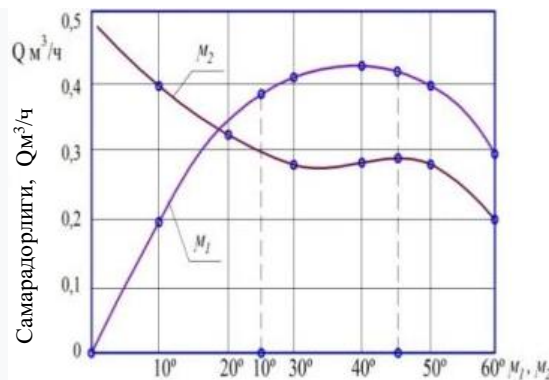
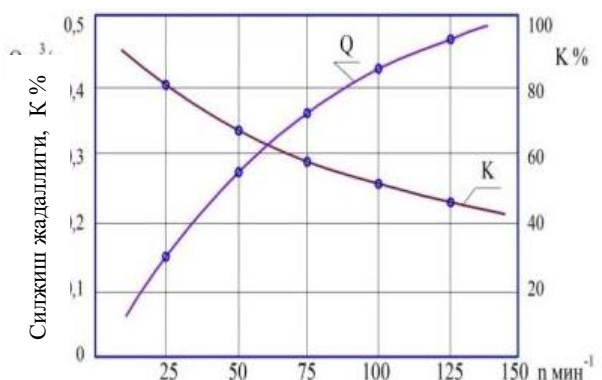
1 – расм. Аралаштириш жадаллигини аралаштириш вақтига (t) ва шнекли аралаштиргич қурилмада турли микдордаги арлашмани тўлдириш (ϕ) даражасига боғлиқлиги

1-расмдан кўриниб турибдики, K қанча кўп бўлса, бир хил даражадаги аралаштиришнинг эришишига шунча кам вақт керак бўлади, тўлдириш даражаси ϕ қанча кўп бўлса, аралаштириш шунча кўп вақтни олади ва шунга кўра аралаштириш самарадорлиги монотон равишда маълум вақтгача пасаяди, кейин аралаштириш интенсивлиги доимий бўлиб қолади.

Аралаштириш вақти аралаштириш қурилмасининг таъсир кўрсатиш интенсивлигининг мезони бўлиб хизмат қилади. Технологик нуқтаи назардан, аралаштириш (гомогенлаш) вақти деганда аралашмалар гомогенлигининг юқори даражасига эришиш учун зарур бўлган давр тушунилиши керак.

2-расмда қурилма унумдорлигининг (a) ва аралаштириш интенсивлигининг (K) қурилманинг вал-шнекнинг айланмалар сонига ва аралаштириш интенсивлигига (K), тўлдириш даражасига (ϕ) ва барабаннинг диаметрига (d) (b), илгари (μ_1) ва тескари (μ_2) (v) силжитадиган парраklarининг қиялик бурчагига боғлиқлигини ўрганиш натижалари кўрсатилган. 2-расмдан кўриниб турибдики, қурилма айланишлари сонининг ортиши билан 25 айл/дақ. дан 125 айл/дақ. гача унумдорликнинг 0,05 дан 0,6 м³/с.гача ўсиши кузатилмоқда ва айланишлар сонининг кўпайиши билан аралаштириш интенсивлигининг 82% дан 15% гача пасайиши кузатилмоқда. Керакли унумдорликни олиш мақсадида қўшимча тадқиқотлардан олинган натижаларни ҳисобга олган ҳолда, қурилманинг айланишлари сони 70-75 н мин⁻¹ қилиб қабул қилинади. 2б-расмдаги эгри чизиклардан кўриниб турибдики, барабаннинг диаметри ошиши билан тўлдириш даражаси ҳам ошади ва тегишинча, самарадорлик ҳам ошади, аралаштириш интенсивлиги эса пасаяди. Ушбу шартни ҳисобга олган ҳолда, барабаннинг зарур диаметри 150-200 мм қилиб қабул қилинди.

2в-расмдаги эгри чизиклардан кўриниб турибдики, аралаштириш қурилмасининг олдинга силжиш шнеки парраklarининг қиялик бурчагининг ошиши билан, максимал 30° дан юқори экстремал тавсиф кузатилади. Бунда, қурилма 0,4 м³/соат тезликда оптимал самарадорликка эга бўлди. Тескари силжиш бурчаги ҳолатида эса, мураккаб тавсиф аввал минималдан ўтиб, кейин максимал орқали ўтади. Шунингдек тескари силжишнинг қиялик бурчаги 10° да 0,4 м³/с самарадорликка эришилади.



2-расм. Қурилма унумдорлигининг (Q) ва аралаштириш интенсивлигининг (K) валнинг – қурилма шнекининг айланиш сонига (а) ва аралаштириш интенсивлигига (K), тўлдирма даражасига (φ), барабан диаметрига (d) (б), тўғри (μ₁) ва тескари (μ₂) силжитадиган (в) парракларнинг қиялик бурчагига боғлиқлиги

Шунингдек аралаштириш интенсивлиги (K) тўлдириш (φ) ва самарадорлик (Q) даражасининг барабан узунлигига (L) боғлиқлиги бўйича ҳам тадқиқот ўтказилди.

Экспериментал тадқиқотлар натижалари барабаннинг диаметрини 150-200 мм, олд парракларнинг қадами S₁=85 мм, тескари силжитадиган парракларнинг қадами S₂=65 мм, барабан узунлиги L=2200 мм, интенсив аралаштириш коэффициенти K=60-65%, самарадорлик Q=0,4 м³/соат қилиб қабул қилинди. Барабан геометрик параметрларининг: барабаннинг узунлигига, аралаштириш қурилмасининг тўғри ва тескари силжийдиган парракларнинг қадамига, маҳсулдорлигига боғлиқлиги экспериментал тарзда тадқиқот қилинди.

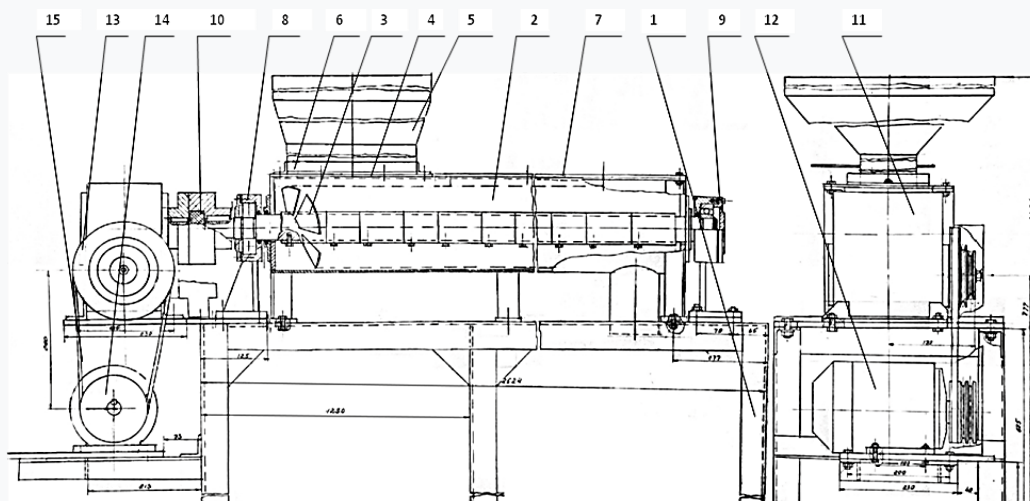
Иккинчи бобни умумлаштирган ҳолда, назарий ва экспериментал тадқиқотлар орқали аналитик усул билан аниқланган параметрлар экспериментал параметрлардан тахминан 5% фарқ қилишини аниқланганлигини, ва бу оддий аниқлик синф учун конструкцияларни яратишда мақбул эканлигини таъкидлаб ўтиш мумкин.

Диссертациянинг «**Машинасозлик мақсадлардаги гомоген композицион полимер материаллар олиш учун маҳаллий хомашё асосида сочилувчан кукунли полимер ва сочилувчан органоминарал**

ингредиентларни аралаштириш технологиясини ишлаб чиқиш ва қурилмасини яратиш асослари» деб номланган учинчи бобида асосий омилларни аниқлаш, танланган схема асосида оригинал узлуксиз қурилмани ишлаб чиқариш ва яратиш, полимер материаллар ва органоминарал тўлдирувчиларни аралаштириш орқали, муҳандислик мақсадлари учун юқори физикавий, механикавий ва триботехник хусусиятларга эга бўлган антифрикцион-ейилишга бардошли материалларни ишлаб чиқиш ва ишлаб чиқаришда қўлланиладиган кукунли гомоген композицияларни ишлаб чиқариш учун яратилган модулли тўхтамасдан ишлайдиган қурилмани ишга тушириш ва унинг ишлаш тамойилини аниқлаш бўйича назарий ва экспериментал тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Юқоридаги назарий ва экспериментал тадқиқотлар асосида сочилувчан полимерлар ва органоминарал тўлдирма моддаларини аралаштириш учун узлуксиз аралаштириш учун конструкцияси ишлаб чиқилди ва аралаштириш қурилмасининг яратилди.

3-расмда гомоген сочилувчан композит материаллар олиш учун сочилувчан полимер материаллар ва органоминарал тўлдирма моддаларини аралаштириш қурилмасининг схемаси кўрсатилган.



1-рама, 2-барабан, 3-шнек, 4-бункер қопқоғи, 5-секцияли бункер, 6-таксимлагич, 7-барабан қопқоғи, 8,9-кронштейнлар, 10-муфта, 11-редуктор, 12-электр двигател, 13,14-шківлар, 15-тўқимачилик материалидан тайёрланган тасма

3-расм. Гомоген композицион материалларни олиш учун сочилувчан органоминарал полимер материалларини ва тўлдирма моддаларини аралаштириш учун модулли қурилма шакли

Яратилган қурилма «КВ-КОМПОЗИТ» МЧЖ конструкторлик бюросининг тажриба-ишлаб чиқариш базасида ўрнатилди, синовдан ўтказилди ва тажрибавий гомоген композициялар намуналари олинди.

Диссертациянинг «Машинасозлик мақсадлари учун гомоген таркибли композиция ва антифрикцион-ейилишга бардошли композицион полимер материалларини олиш учун маҳаллий хомашёлар асосида сочилувчан полимер материаллар ва сочилувчан органоминарал

тўлдирувчиларни аралаштириш жараёни учун экспериментал тадқиқотлар ўтказиш ва оптимал технологик режимларни аниқлаш» деб номланган тўртинчи бобида тадқиқот объектлари танлови, кукунли полиэтилен, полипропилен ва сочилувчан органоминарал ингредиентлардан иборат бўлган АПЭК-1; АПЭК-2; АППК-1; АППК-2; АИПЭК-1; АИПЭК-2; АИППК-1, шунингдек АИЭД-16 эпоксид композиция, узлуксиз аралаштириш курилмасида янги технология асосида олинган сочилувчан полимер материалларни органоминарал тўлдирувчилар билан аралаштириш жараёнини экспериментал тадқиқотлар натижалари, шунингдек композицияларнинг оптимал гомоген таркибини олиш мақсадида технологик кўрсаткичларнинг хусусиятлари ва самарадорлиги, пахта хом ашёси билан узвий алоқада ишлайдиган композицион полимер материалларининг физика-механикавий ва триботехник хусусиятларини олиш ва ўрганиш технологиясининг ишланмаси акс эттирилган.

Намлиги 8-10% ва ўт босиши 1,0-3,0% бўлган, қўлда йиғиб олинган биринчи навли, пахтани қарши восита сифатида танлаб олинди.

Лаборатория шароитларида, белгиланган оптимал режимда танлаб олинган композит материалларнинг барча маркалари - АПЭ-1, АПЭ-2, АППК-1, АППК-2, АИПЭК-1, АИПЭК-2, АИППК-1, АИППК-2 ва АИЭД-16 бўйича сочилувчан полимер материаллар ва органиоминарал тўлдирувчиларни аралаштириш амалга оширилди.

Маълумки, полимер материаллар хусусиятларининг шаклланишига уларнинг реологик хусусиятлари таъсир қилиб, бу ҳосил бўлган композит материални тузилиши учун мақбул шароитларни таъминлайди. Шу муносабат билан биз танланган композицион полиэтилен ва полипропилен материалларнинг реологик хусусиятларини ўрганиб чиқдик. 1-жадвалда композицияларнинг ўрганилган реологик хусусиятлари натижалари кўрсатилган.

1-жадвал

Полиэтилен ва полипропилен композицияларнинг эриш индекси

Эритиш индекси, г / 10 мин				
Юқори зичликдаги полиэтилен асосли композициялар	АЭПК-1	АПЭК-2	АИПЭК-1	АИПЭ-2
	3,0-4,5/ 3,8-5,4	3,0-4,5/ 3,9-5,6	3,5-4,8/ 4,5-5,4	3,5-4,1/ 3,9-4,8
Полипропилен асосли композициялар	АППК-1	АППК-2	АИППК-1	АИППК-2
	3,8-5,1/ 4,2-6,2	3,8-5,1/ 4,2-6,4	5,2-6,3/ 6,2-7,4	5,2-6,3/ 6,3-7,4

1-жадвалдан кўришиб турибдики, композицияни таркибий қисмларини доимий равишда аралаштириш орқали олинган антифрикцион ва антифрикцион-эскиришга бардошли полиэтилен ва полипропилен композит материалларининг эритма индекслари одатдаги усулда олинган композицияларнинг кўрсаткичларига қараганда бироз юқори.

Юқорида қайд этиб ўтганимиздек, полимер композицион аралашмаларнинг материаллари ва маҳсулотларининг хусусиятлари ҳарорат

омилларига, айниқса босим остида қуйиш режимларига, синов намуналари ва уларга асосланган машина деталларини қайта ишлаш ва ишлаб чиқариш технологик жараёнига боғлиқ.

Бизнинг композицион полимер материалларидан намуналар ва қисмларни олиш учун профессор Н.С.Абед томонидан аниқланган композициялар ва технологик режимларга таяндик. Шу билан бир вақтнинг ўзида, яратилаётган доимий аралаштириш қурилмасида таркибий қисмларни реверсив аралаштириш орқали олинган композицион полимер материаллари бўйича бизнинг тахминимизни қайта ишлаш учун маълум бир мақбул ҳарорат ва технологик режимлар бўйича экспериментал тадқиқотлар ўтказдик ва яратилган композицион материаллардан намуналар ва деталларни олиш учун уларнинг мақбул ҳарорат режимлари аниқланди.

2-жадвал

Анъанавий усулда тўлдирилган композицион полимер материалларидан (сурат) ва органоминерал ингредиентлар билан таклиф қилинган усулда (махраж) деталлар намуналарини тайёрлаш бўйича тавсия этиладиган технологик усуллар

Композицион материал	Қуйма босими, МПа	Қуйманинг ҳарорати, К	Қолипнинг ҳарорати, К	Деталларни қолипда ушлаб туриш вақти, с
АППК-1	120-125/110-115	493-513/473-493	323-353	20-60
АППК-2	125-130/115-120	503-523/473-493	323-353	20-60
АПЭК-1	90-100/80-90	453-463/ 443-453	333-343	20-60
АПЭК-2	90-100/80-90	453-463/ 443-453	333-353	10-30
АИППК-1	130-135/120-125	513-523/503-513	323-353	20-60
АИППК-2	135-140/125-130	513-533/503-513	333-343	20-60
АИПЭК-1	100-120/90-110	483-503/473-483	333-353	10-30
АИПЭК-2	100-120/90-110	483-503/473-483	333-343	10-30

2-жадвалда анъанавий усулда аралашган композициялар ва технологик параметрларнинг таъсирини ўрганиш натижалари бўйича аниқланган, узлуксиз ишлаб турадигани ускунада таклиф қилинадиган янги усул асосида юқори зичликдаги полипропилен ва полиэтилен ва органоминерал тўлдирма моддаларидан антифрикцион ва антифрикцион-эскиришга бардошли композицион полимер материаллардан намуналар тайёрлаш учун тавсия этилган технологик режимлар, ҳамда уларнинг физика-механикавий ва триботехник хусусиятларига таъсир ўтказиш тадқиқотлари натижалари келтирилган.

Кейинги экспериментал тадқиқотларни ўтказиш учун биз 2-жадвалда кўрсатилган композицион полимер материалларидан тайёрланган буюмлар, шу жумладан пахта тозалаш саноати машиналари ва механизмларининг ишчи органларининг халқа деталларини тайёрлаш бўйича технологик режимларини қўлладик.

Диссертациянинг «Анъанавий усул ва таклиф этилаётган технология асосида ишқаланишга-ейилишга бардошли, тебраниш-товуш ютувчи ҳамда коррозиябардош композицион полимер материаллар ва

қопламаларнинг физик-механик хусусиятларини ўрганиш» деб номланган бешинчи бобида сочилуван полимер боғловчи ва органоминерал ингредентларни оддий усулда ва реверсив аралаштириш йўли билан олинган, танлаб олинган композицион полимер материалларнинг комплексли физика-механикавий, ишқаланишга-ейилишга бардошли, тебраниш-товуш ютувчи ҳамда коррозияга қаршилиқ хусусиятларини ўрганиб чиқдик.

3-жадвалда таклиф қилинган аралаштириш усули бўйича олинган полипропилен ва органоминерал тўлдирма моддаларига асосланган анъанавий усулда олинган полимер материалларнинг физика-механикавий ва триботехник хусусиятлари бўйича тадқиқотлар натижалари кўрсатилган. Ҳар хил агрессив муҳитда ишлайдиган коррозиябардош композицияларнинг асосий физик-механик хусусиятлари 4-жадвалда, 5-жадвалда эса анъанавий усулда олинган тебранишни ютувчи композицион полимер материалларининг ютилиш самарадорлиги ва таклиф этилаётган аралаштириш усулида олинган композицион полимер материалларининг физик-механик хусусиятлари кўрсатилган.

3-жадвал

Мавжуд (сурат) ва яратилган қурилмада (махраж) аралаштириш асосида олинган полипропилен композицияларининг физика-механикавий хусусиятлари (АИППК)

Кўрсаткичлар	Композицион полимер материаллар			
	АППК-1	АППК-2	АИППК-1	АИППК-2
Букилганда бузувчи кучланиши, МПа	87,3/104,76	90,1/108,12	98,4/118,08	93,3/111,96
Зарбали ковушқоқлик, кДж/м ²	93,1/111,72	97,3/116,76	107,5/129	103,7/124,44
Бринелл бўйича қаттиқлиги, Мпа	77,2/92,64	80,3/96,36	77,1/92,52	,8/88,56
Букилганда таранглик модули, ГПа	1,65/1,98	1,85/2,22	2,0/2,4	1,7/2,04
Ишқаланиш коэффициенти, f	0,26/0,20	0,27/0,21	0,28/0,22	0,29/0,24
Эскириш интенсивлиги, I · 10 ¹⁰	3,23/2,876	3,12/2,744	2,6/2,12	2,83/2,36
Ишқаланиш зонасидаги ҳарорат, К	319/308	306/302	308/304	311/308
Статик электр зарядининг катталиги, Q · 10 ⁻⁷ , Кл	19,1/18,92	17,3/16,76	12,3/10,76	17,4/15,88
Машиналарда қўллаш учун тавсиялар	РБД, РП	РБД, РП, ОБТ	РБД, РП, ОБТ	РБД, РП, ОБТ

Эслатма. I и f қийматлари $P = 0,02$ МПа, $V = 2,0$ м/с; эскириш интенсивлиги ўлчовсиз катталик ҳисобланади.

4-жадвал

Мавжуд (сурат) ва яратилган қурилмада (махраж) аралаштириш асосида олинган композицион полимер материалларнинг вибродемпфрлаш ва физик-механик хоссалари

Асосий хоссалари	Материал номи			
	ВУ-КПМ-1	ВУ-КПМ -2	ВУ-КПМ -3	ВУ-КПМ -4
Вибродемпфрлаш самарадорлиги ($\delta \cdot E'$), 293 К да МПа	820/845	760/785	740/760	860/875
Зарбага қарши мустаҳкамлик, Н·м	4,5/5,1	4,3/4,6	4,2/4,3	4,5/4,5

Узиб олишда (СтЗ тўшама) адгезион мустаҳкамлик, МПа	24/26	15/17	23/25	20/21
Зичлик, кг/м ³ , ... дан ошмайди	1290/1310	1210/1240	1290/1305	1180/1205
Микроқаттиқлик, МПа	132/138	110/115	140/145	75/80
Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/м К	0,22/0,24	0,23/0,25	0,22/0,24	0,18/0,19

5-жадвал

ЭД-20 олигомери ва бошқа ингредиентлар асосидаги мавжуд (сурат) ва яратилган қурилмада (махраж) аралаштириш асосида олинган антикоррозион композицияларнинг асосий физик, кимёвий ва механик хусусиятлари

№	Хусусияти	Кўрсаткич
1.	Мослашувчан модул $E_{из}$, МПа	3000/3120
2.	Мослашувчанлик кучи, $\sigma_{из}$, МПа	6,7/7,2
3.	Викнинг иссиқликка чидамлилиги, К	355/358
4.	Диелектрик доимийлиги, ϵ	6,8/7,1
5.	Махсус волиметрик электр қаршилиги R, 10^{14} Ом·см	31,8
6.	Махсус волиметрик электр қаршилиги Q, 10^{14} Ом·см	17/17,8
7.	Адгезион мустаҳкамлик, $\sigma_{ад}$, МПа	16/17,2
8.	Микро қаттиқлик, $\sigma_{н}$, МПа	74/82
9.	Солиштирма қаршилик, Нм, МПа	3,8/4,2
10	Кимёвий қаршилик коэффициенти 30 кундан кейин: 50% ОН СООН 40% HNO ₃ 25% HCL 40% H ₂ SO ₄ Сувда	0,68/77 0,71/82 0,74/85 0,78/87 0,76/86

3, 4 ва 5-жадваллардан кўриниб турибдики, ишлаб чиқилган технологияга биноан сочилувчан полимерлар ва тўлдирувчи моддаларни чуқур аралаштириш ҳисобига, олинган композицион полимер материалларнинг физика-механикавий, триботехник, ишқаланишга-ейилишга бардошли, тебраниш-товуш ютувчи ҳамда коррозиябардошлилик кўрсаткичлари сезиларли даражада яхшиланди. Бу тўлдирувчи моддалари ва боғловчи орасидаги ишқаланиш кучлари туфайли тўлдирма моддаларининг зарралари ва полимернинг сиртки тузилмалари ўртасида кучли ўзаро таъсир пайдо бўлиши билан изоҳланади. Шнекли ишчи органнинг тезлигини ошириш орқали аралашма компонентларини интенсив равишда аралаштириш композицияни тўлдирувчи тешикларига тарқалишини яхшилади ва шу билан адсорбция қатламининг чуқурлиги ошади ва композициянинг реологик хусусиятлари яхшиланади. Ушбу жараёнларнинг барчаси композицион

полимер материаллар ва улардан ясалган буюмларнинг физик-механик, триботехник, ишқаланишга-ейилишга бардошли, тебраниш-товуш ютувчи ҳамда коррозиябардошлилик хусусиятларининг ошишига олиб келади.

Диссертациянинг «**Машинасозлик учун композицион полимер материаллар, қопламалар ва деталлар олиш учун маҳаллий хом ашёлардан, сочилувчан кукунсимон ва ёпишқоқ оқувчан полимерлар ва органоминерал тўлдирувчи моддаларини аралаштириш учун ишлаб чиқилган технология ҳамда қурилманинг амалий ва иқтисодий жиҳатлари**» деб номланган олтинчи бобида яратилган узлуксиз ишловчи модулли қурилманинг тажрибавий-ишлаб чиқариш синовлари, кукунли полимер материаллари ва органоминерал тўлдирувчилар асосида гомоген сочилувчан композицияларни аралаштириш ва олиш технологиясини ўзлаштириш, антифрикцион-ейилишга бардошли композит материаллар ва машиналарнинг қозикчали деталларини ишлаб чиқариш технологияси ва уларнинг тажрибавий ишлаб чиқариш синовлари натижалари берилган.

Норматив техник ҳужжатлар ишланмалари ва пахта тозалаш заводи шароитларида машина ва механизмларда уларни қўллашдан олинган техник-иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш натижалари келтирилган.

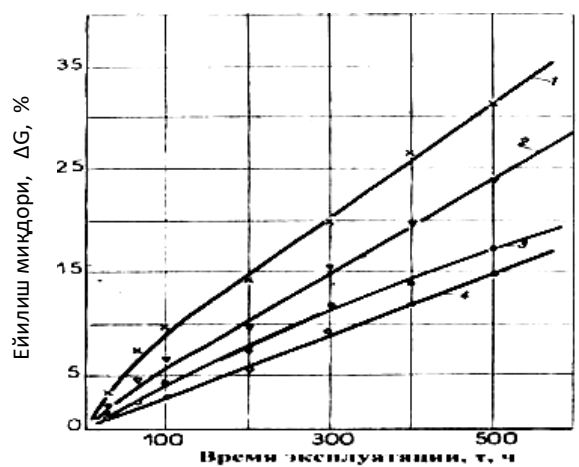
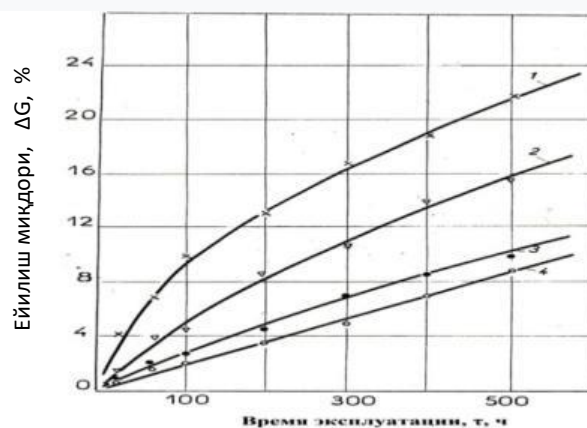
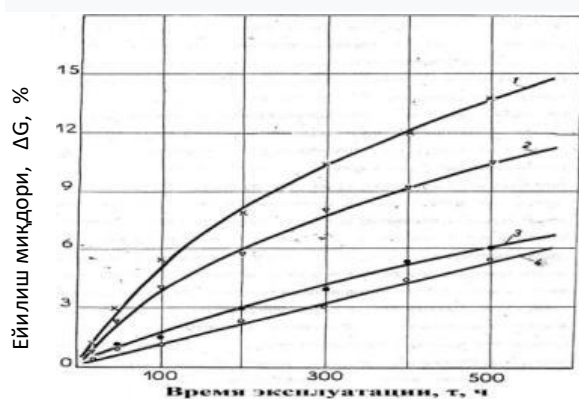
Ишқаланиш-ейилишга бардошли композицион полимер материалларини олиш ва пахтани қайта ишлаш ускуналари ва улардан механизмлар учун айланма қисмларнинг прототипларини ишлаб чиқариш яхшиланган ишлаб чиқариш линиясида биз яратган узлуксиз аралаштириш қурилмасини ўз ичига олган ҳолда амалга оширилди.

Такмиллаштирилган технологик линиянинг оптимал технологик режимларини ҳисобга олган ҳолда, яратилган композицион полимер материаллардан машиналарнинг ҳалқа деталлари тайёрланди.

Композицион полимер қозикчали деталларнинг тажрибавий-ишлаб чиқариш синовлари Пискент пахта тозалаш заводида ХПП русумидаги пахтани қайта юклаш ускунасида, РБД русумидаги пахта хирмонларини бузиб юборадиган ва ОБТ русумидаги туннел қазилма машинасида ўтказилди. Бунда, биз асосан пахта хомашёси билан ишқаланиш фрикции ўзаро боғлиқликда ишлайдиган деталлар композицион полимер қозикчаларининг ишлаш қобилияти ва чидамлилигини аниқладик.

Олинган тажрибавий-ишлаб чиқариш маълумотлари асосида, қозикча юзасини бошланғич композицион полимер материалдан, шунингдек, ишлаб чиқилган монтажда аралашган ҳолда ишлаб чиқарилган композициялардан олинган композицион полимер қозикчалардан эскириш даражаси бўйича эгри боғланишлар қурилди (4-расм). 4-расмдан кўриниб турибдики, анъанавий усуллар ва таклиф қилинган усул билан олинган композицион полимер материаллардан ясалган қозикча қисмларнинг ейилишбардош ва пахта хом ашёси билан ишқаланиш ўзаро таъсирида доимий ишлайдиган материалларни аралаштириш учун ўрнатиш бўйича амалда мавжуд бўлган хомашёлардан тайёрланган деталлар билан таққослаганда 1,7-1,8 мартага ошиши кўриниб турибди.

Тажрибавий саноат синовлари ва уларни амалга ошириш натижаларининг тахлили шуни кўрсатадики, композицион полимер материалларни пахта хом ашёси билан фрикциион ўзаро боғланиш шароитларида ишлайдиган ХПП, РБД ва ОБД, пахта машиналари ва механизмлари учун ишчи органлар халқлари учун материаллар сифатида қўллаш, машиналар унумдорлигини 7-14% га оширишга ва қувват сарфини 7-8% га, толаларга механик шикастланишни 0,14-0,30% га ва уруғларни майдалашни 0,18-0,34% га пасайишига олиб келади, шунингдек пахта хом ашёси ёниб кетишининг ва халқа юзасида толалар уюмлари ҳосил бўлишининг олдини олади, ҳамда қиммат нархли конструкцион материалларини тежаш имконини беради.



1 - композицион полимер материаллардан серияли халқа; 2 – АИППК полимер композицияларидан анъанавий усулда олинган тажрибавий халқа; 3 - таклиф қилинган аралаштириш усули билан олинган АИППК-2 дан олинган тажрибавий халқа; 4-металл халқа (пўлат, 3-модда), 5-АИЭД-16
4-расм. АИППК ва АИППК-2 (б) туннелларнинг АИППК-2 (в) дан ҳаракатланиш воситасини АИКПМ ва АИППК-1 (а) дан ХПП ҳаракатлант-рувчи қайта юклагичи ишчи органларининг қозиқчалари юзасидаги оғирлик даражасининг боғлиқлиги

Пискент пахта тозалаш заводида кўрсатиб ўтилган машиналар ишчи органларининг композицион полимер халқа деталларини қўллашнинг иқтисодий самарадорлиги йилига 124,720 миллион сўмни ташкил этди (2019 йил июнь).

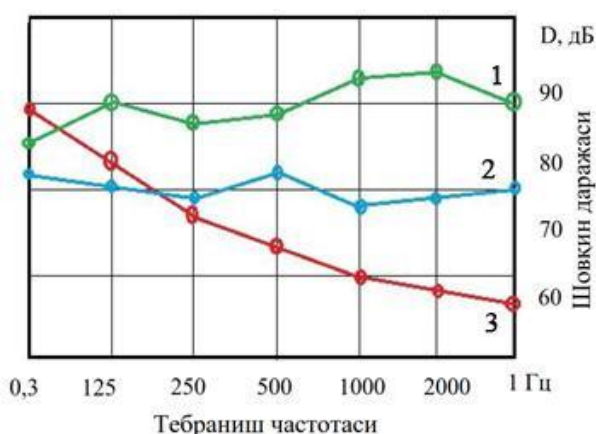
Пискент ва Бўка пахта тозалаш заводи цехларида шовқинни ўрганиш шуни кўрсатдики, технологик жараённинг кўплаб участкаларида шовқин йўл қўйиладиган даражадан бир неча барабар баланд.

5-расмда Пискент ва Бўка пахта тозалаш заводида қўлланадиган джинларнинг ишлаб чиқилган материаллар суртилишидан олдин (1) ва кейин (2) шовқин характеристикалари келтирилди. Қопламасиз вентиляторлардан тарқалаётган шовқин октава полосада йўл қўйиладиган 1000 Гц дан баланд ва

21 дБ ни ташкил қилади. Шовқин даражасининг бу қадар юқори бўлиши ишчиларнинг бу шароитларда бўлиш вақтини кескин қисқартиради.

Пахта хомашёсини қайта ишлаш машина ва механизмлари иш шароитлари таҳлили кўрсатдики, ПМП-160 русумли линтерлар ва хомашёни джинларга узатиш вентиляторлари (ташки) тарқатаётган шовқин даражаси санитар нормалар СН 245-71 ва гигиеник нормаларда ГН 1004-73 йўл қўйилган даражадан юқори. Натижаларнинг қиёсий таҳлили шуни кўрсатдики (5-расм), ишлаб чиқилган вибродемпфрловчи композицияларни джин элементларида қоплма сифатида қўллагандан кейин джин-линтер цехида шовқиннинг умумий даражаси 16 дБ га камайиб, 1000 Гц октава полосасида 87 дБ га етди.

Тозалаш цехидаги “шовқинли” ҳаво ўтказгичларни ВУ-КПМ-4 вибродемпфрловчи материал билан қоплаш ҳам иш ўринларида шовқин даражасини 14 дБ га пасайтириш имконини берди. Шовқин даражасини пасайтириш юқорида тилга олинган цехларда иш шароитларини сезиларли даражада яхшилаш ва нафақат шовқин даражасини пасайтириш, балки тола сифатини яхшилашдан ҳам иқтисодий самара олиш имконини яратди.



Шовқин даражаси:
 1-суртишигача;
 2-суртишидан кейин;
 3-йўл қўйиладиган нормалар

5-расм. Пискент ва Бўка пахта тозалаш заводида УМПД джинлари шовқин босими даражалари

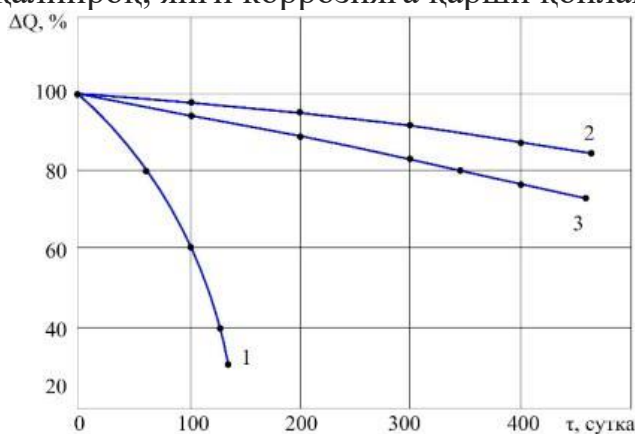
Ишлаб чиқилган вибродемпфрловчи КПМ (ВУ-КПМ-1) марказдан қочувчи вентиляторлар шовқини ва вибрациясини камайтириш учун суртилди. Бунда вибродемпфрловчи қоплама шовқин даражасини 8-16 дБ гача пасайтириш имконини берди. Шунингдек, ВУ-КПМ-4 билан “шовқинли ҳаво ўтказгич”га ишлов беришдан ҳам ижобий самара олинди. Қолаверса, ҳаво ўтказгичнинг тирсак юзасини оширилган ВКПМ-2 зарбага қарши мустаҳкамликка эга вибродемпфрловчи композицион қисмни қоплаш унинг узокқа чидамлилигини 1,5-2,0 баравар ошириш имконини берди.

Таклиф қилинган ишланмаларни Пискент ва Бука пахта тозалаш заводларида жорий қилишдан умумий йиллик иқтисодий самара 183 млн.сўмни ташкил қилди.

Ишлаб чиқилган антикорозион материалларнинг тажриба ишлаб чиқариш синовлари Гулистон ёғ экстракция заводининг буғ коммуникацияларининг диаратор резервуарлари ва буғ насосларининг ишчи юзаларида, шунингдек пичоқлари ва корпусларида ишлатиш орқали амалга оширилди. Ишлаб чиқилган антикорозион материалларнинг тажриба ишлаб чиқариш синовлари Гулистон ёғ экстракция заводининг буғ

коммуникацияларининг диаратор резервуарлари ва буғ насосларининг ишчи юзаларида, шунингдек пичоқлари ва корпусларида ишлатиш орқали амалга оширилди.

6-расмда кўрсатилгандек, уч ой ичида қопламасиз насоснинг ишлаши 60% гача пасайди. Бундай насосни алмаштириш керак. Коррозияга қарши қопламали насосларнинг ишлаши 380 - 400 кунлик ишдан кейин атиги 20% га камайди. Янги қопламали насослар 300 - 310 кун ичида 20% ўз иш фаолиятини йўқотади. Бунинг сабаби шундаки, қайта ишлаб чиқарилган насослар қалинроқ, янги коррозияга қарши қоплама билан қопланган.



1 – қопламасиз, 2 –қайта ишланган қопламали насослар, 3 –янги қопламали насослар

6-расм. Насос ишлашининг қопламасиз ва қопламали хизмат муддатига боғлиқлиги

Ички юзаси коррозияга қарши композит материаллар билан қопланган диараторли идишлар 6 йилгача таъмирсиз ишлатилиши мумкин.

ХУЛОСАЛАР

1. Кукун ва ёпишқоқ оқувчан полимер материалларни сочилувчан органоминарал тўлдирувчи моддалари билан аралаштиришнинг самарали технологиясини яратиш учун илмий асосланган ёндашув ишлаб чиқилган, бунга кўра заррачаларининг аралаштиришда барабаннинг узунлиги бўйлаб ва тескари ҳаракати, ишқаланиш-ейилишга бардошли, тебраниш-товуш ютувчи ва коррозиябарбош композицион полимер материаллар ҳамда улардан тайёрланган юқори физик-механик ва триботехник хусусиятларга эга бўлган қопламаларни олишда тавсия этилди.

2. Илмий-назарий ва техник-иқтисодий омилларни таҳлил қилиш асосида кинематик схеманинг оптимал варианти танланди, конструкцияси ишлаб чиқилди ҳамда кукун ва ёпишқоқ оқувчан полимер ва сочилувчан органоминарал тўлдирувчи моддаларини аралаштириш учун узлуксиз ва тескари ҳаракатга эга модулли қурилма асосида физик-механик, триботехник, тебраниш-товуш ютувчи коррозиябарбош хусусиятларга эга композицион полимер материалларни олиш учун тавсия этилди.

3. Сочилувчан полимерлар ва органоминарал тўлдирувчилар реверсив ҳолда аралаштирилганда, узлуксиз ишлайдиган яратилган модулли қурилмада тўлдирувчи заррачалари бир текис тақсимланган ҳолда, композиция тузилишининг мақбул шароитлари таъминланган, бу эса композициянинг реологик хусусиятларини яхшилайтиди, яъни олинадиган намуналар ва машина деталларининг аниқлиги ва сифатини, шунингдек тешишинча уларнинг физик-механик ва функционал хусусиятларини ошишига олиб келадиган композицияларнинг оқувчанлигининг ошиши аниқланди.

4. Кукунли полимер боғловчилар ва сочилувчан органоминарал тўлдирувчи моддаларини аралаштиришнинг анъанавий ва ишлаб чиқилган усули ёрдамида юқори сифатли ишқаланиш, ишқаланиш-ейилишга бардошли, композит полимер материаллар ва машина деталларини олиш учун оптимал технологик режимлар ишлаб чиқилди.

5. Олинган юқори физик-механик, антифрикцион ва антифрикцион-ейилишга бардошли хусусиятларга эга бўлган композицион полимер материаллар энергия сарфини 8-10% га камайтириши ва пахта толаси ҳамда уруғининг табиий хусусиятларини бериши аниқланди.

6. Тескари усул технологиясини амалга оширишда ёпишқоқ-оқувчан, полимер боғловчилар ва эркин оқувчан органоминарал тўлдирувчи моддаларини аралаштиришнинг аниқланган оптимал усули юқори сифатли бир ҳил аралашмалар олиш имконини беради, шунга кўра, юқори физик-механик ва функционал хусусиятларга эга композит полимер материаллар ва қопламаларда тавсия этилди.

7. Олинган композицион материаллар ёпишқоқ оқувчан полимер боғловчилар ва сочилувчан органоминарал тўлдирувчи моддаларга асосланган ҳолда уларни тескари йўналишда аралаштириш технологиясига мувофиқ юқори ишқаланиш, ишқаланиш-ейилишга бардошли, тебраниш-товуш ютувчи ва коррозиябардошлик хусусиятларига эга бўлиб, пахтага ишлов бериш машиналари ва механизмларининг ишчи органлари, деталлари ва қопламалардан фойдаланиш самарадорлиги ва чидамлилигини 1,5-1,6 баравар ошириши, композит полимер қозикчали деталларни қўллаш емирилишга бардошлиликни 1,5-1,8 мартага, машиналарнинг унумдорлигини 7-15% га ошириши, истеъмол қилинадиган қувват сарфини 7-8% га, пахта толасининг механикавий шикастланишини 0,14-0,30%га ва уруғларнинг майдаланиб кетишини 0,18-0,34%га камайтириши аниқланди.

8. Қурилманинг паспорти, кукунсимон полимер ва сочилувчан органоминарал тўлдирувчиларни реверсив аралаштириш босқичларини ўз ичига олган композицион полимер материаллар ва машиналар деталларини ишлаб чиқариш бўйича технологик регламенти ишлаб чиқилди.

9. Эпоксид, фурано-эпоксид полимер боғловчилар, ОЗИФ, фосфошлак ва фосфогипс ишлаб чиқариш чиқиндиларидан сочилувчан тўлдирувчи моддалар асосида олинган коррозиябардош материаллар Гулистон ёғ-мой заводининг агрессив муҳитдаги инъекция насосларининг ишчи органларига қоплама кўринишида фойдаланиш натижасида, хизмат қилиш муддатини 3-4 баробар, деараторбакнинг хизмат қилиш муддати эса 2-2,5 баробар ошиши аниқланди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ФАН ВА ТАРАККИЁТ» ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ФАН ВА ТАРАККИЁТ» ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

УЛМАСОВ ТУЛКУН УСМАНОВИЧ

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ
ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СМЕШЕНИЯ ПОЛИМЕРОВ И
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ И ПОЛУЧЕНИЕ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

- 02.00.07 - Химия и технология композиционных, лакокрасочных и резиновых материалов (по техническим наукам)**
- 05.02.01 - Материаловедение в машиностроении. Литейное производство. Термическая обработка и обработка металлов давлением. Металлургия черных, цветных и редких металлов. Технология редких, благородных и радиоактивных элементов (материаловедение и машиностроения, технические науки)**

**АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ (DSc)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2021

Тема докторской диссертации (DSc) зарегистрирована под номером B2021.4.DSc/T_____ в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» при Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на веб-странице Научного совета по адресу www.gupft.uz, Информационно-образовательном портале «Ziynet» по адресу

Научные руководители:

Негматов Сайибжан Садикович

доктор технических наук, профессор,
академик АН РУз, Заслуженный деятель
Республики Узбекистан

Абед Нодира Сойибжоновна

доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Рискулов Алимжон Ахмаджанович

доктор технических наук, профессор

Негматова Комила Сайибжановна

доктор технических наук, профессор

Баракаев Нусратилла Ражабович

доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Андижанский машиностроительный институт

Защита диссертации состоится «___» _____ 2021 года в ___ часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 при ГУП «Фан ва тараккиёт» при Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а. тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan_va_taraqiyot@mail.ru в здании ГУП «Фан ва тараккиёт», 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (Зарегистрированный номером №___). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба, 7а., тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан «___» ___ 2021 года
(протокол реестра № ___ от ___ 2021 г.).

А.В. Умаров

Заместитель председателя научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., проф.

М.Э. Икрамова

Ученый секретарь научного совета по присуждению
учёных степеней, к.х.н., с.н.с.

А.М. Эминов

Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время в мировой практике смешивание порошковых сыпучих материалов является наиболее распространенным механическим процессом, применяемым не только в химической, но и в других отраслях промышленности, а также в повседневной жизни. Решение задачи приготовления однородных смесей на основе сыпучих органоминеральных ингредиентов и порошковых и вязкотекучих полимеров путем смешивания связано с качеством получаемой композиции, производительностью, энерго- и металлоемкостью и эффективностью смесителей, что имеет особое значение.

На сегодняшний день в мире большое внимание уделяется разработке технологии смешивания сыпучих и вязкотекучих материалов, которое является основным критерием получения гомогенной смеси. Это позволяет получать композиционные полимерные материалы с высокими физико-механическими, антифрикционно-износостойкими свойствами, необходимой долговечностью для машиностроительных конструкций, деталей и покрытий из них, используемых в условиях вибрации и трения.

В нашей республике проводятся мероприятия и достигнуты определенные результаты в разработке для машиностроения эффективных устройств, позволяющих получать высококачественные композиционные полимерные материалы на основе местных сырьевых ресурсов, в частности для хлопкоочистительных машин и механизмов. В четвертом пункте четвертого направления программы Стратегических действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан отмечены важные задачи по «...стимулированию научно-исследовательской и инновационной деятельности, созданию эффективных механизмов внедрения инновационных достижений в практику...»¹. В этом аспекте создание и разработка новых технологий и конструкций аппаратов, удовлетворяющих современным требованиям получения гомогенной смеси на основе порошковых и вязкотекучих полимеров и сыпучих органоминеральных наполнителей и, соответственно, позволяющих получать композиционные полимерные материалы с высокими физико-механическими, антифрикционно-износостойкими и функциональными свойствами, является актуальной и востребованной задачей.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан УП-4707 от 04 марта 2015 года «О программе мер по обеспечению структурных преобразований, модернизации и диверсификации производства на 2015-2019 годы» и УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития экономики Узбекистан в 2017-2021 годы», а также других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан № ПФ-4947 «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации². В научных центрах и высших образовательных учреждениях мира ведутся научно-исследовательские работы в области разработки композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе, в том числе в Istanbul Technical University (Турция), Technische Universitat Munchen (Германия), Slovak University of Technology (Словакия), Chonnam National University (Корея), Ebonyi State University (Нигерия), Indian School of Mines (Индия), Yunnan University (Китай), Southwest Petroleum University (Китай), Институте механики полимеров АН Латвия, Московском государственном университете им. Ломоносова, Научно-исследовательском институте синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН, Институте химической физики РАН им. Семенова, Казанском государственном технологическом университете (Россия), Институте механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси, Институте химии новых материалов НАН Беларуси, Белорусском государственном технологическом университете, Институте химии и физики полимеров АН РУз, Ташкентском химико-технологическом институте, ГУП «Фан ва тараққиёт» Ташкентского государственного технического университета имени И. Каримова (Узбекистан).

В мире достигнуты ряд научных результатов на основе исследований производства и практического применения полимерных композиционных материалов из вторичного сырья, в том числе: разработана технология древесно-стружечных плит из вторичного целлюлозосодержащего сырья (Институт химии древесины АН Латвия, Московский лесотехнический институт, Россия); по композиционным полимерным материалам и покрытиям на их основе (Chonnam National University, Южная Корея); определены способы синтезирования из вторичных ресурсов, необходимых для различных отраслей промышленности из органических происхождений (Indian School of Mines, Индия); усовершенствованы методы производства композиционных полимерных материалов из вторичного продукта (Ebonyi State University, Нигерия).

В мире ведутся исследования по следующим приоритетным направлениям, в том числе по разработке эффективных составов и технологии производства композиционных полимерных материалов на основе вторичных ресурсов и полимерных связующих: определение влияния структуры, вида и количества фракционного состава органоминеральных наполнителей и их смесей на физико-механические и функциональные свойства композитных

² Обзор иностранных научных исследований по теме диссертации: <https://www.researchgate.net/publication/24238348>, <https://www.academia.edu/7655786>, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2635672>, <https://www.academia.edu/4411418>, <https://doi.org/10.1002/app.27592> и других источников.

материалов, разработка технологии получения антифрикционно-износостойких, вибропоглощающих и антикоррозионных композиционных полимерных материалов широко применяемых в машиностроении и других отраслях промышленности, отвечающих современным требованиям промышленных производств.

Степень изученности проблем. В разработку полимерных и полимер композиционных материалов внесли определенный вклад следующие ученые, как A. Hayashi, S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, G. Akovali, С.Н. Журков, В.В. Коршак, Н.С. Ениколопов, А.А. Берлин, А.Д. Яковлев, В.А. Белый, С.С. Негматов, М.А. Аскарлов, С.Ш. Рашидова, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, К.С. Негматова. В области разработки технологии смешения порошковых и вязкотекучих полимеров и сыпучих органоминеральных ингредиентов и получения из них многофункциональных композиционных и полимерных материалов и изучения их свойств внесли определенный вклад следующие ученые: A. Kumar, М.М. Perlman, В. Arkas, S. Geracaris, R. Goudhie, Ю.И. Гусев, В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов, Д.М. Бородулин, А.Д. Яковлев, Л.А. Войтикова, А.Х. Юсупбеков, А.В. Струк, В.П. Соломко, А.А. Рыскулов, А.С. Ибодуллаев, Н.С. Абед, Г. Гулямов, Ю.И. Макаров, F. Berruti, D.М. Borodulin, С. Harwood, И.А. Бакин, Ю.Д. Видинеев, Д.И. Менделеева, А.И. Зайцев, Д.В. Сухоруков, Г.Г. Саломатин, А.М. Ластовцев, И.М. Плеханов, Н.Ю. Ташланов и многие другие.

Исходя из анализа существующих работ, необходимо отметить, что при разработке композиционных материалов на основе порошковых и вязкотекучих полимеров и сыпучих органоминеральных ингредиентов и их смесей явление «сыпучести» и «вязкотекучести» изучено недостаточно глубоко. Следует также отметить, что численные значения сыпучести различных материалов довольно затруднительно найти в справочных материалах ввиду их отсутствия. Наряду с этим, проблематично найти универсальные зависимости, позволяющие математически описать и спрогнозировать процесс смешивания сыпучих и вязкотекучих материалов. Также необходимых для гомогенного перемешивания органических и неорганических порошковых и вязкотекучих ингредиентов с различными реологическими свойствами и теоретического исследования с целью получения уравнений, позволяющих рассчитать все конструктивные параметры по заданной производительности, установок, смешивающих органоминеральные сыпучие материалы, не имеется. Решению этой проблемы и посвящена настоящая диссертационная работа.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ в государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова в следующем проекте: прикладной проект А-12-96 «Разработка технологии и устройства для смешения зернистых и порошковых органических и неорганических ингредиентов для получения высокопрочных и многофункциональных композиционных материалов и

изделий из них» (2015-2017 гг.). ППИ-А-12-95 «Разработка технологии получения антифрикционно-износостойких нанокompозитов на основе кристаллизирующих полимеров, взаимодействующих с волокнистой массой (хлопком-сырцом)» (2015-2017 гг.). ПЗ-20170927401 «Разработка импортозамещающих составов и технологии получения композиционных металло-полимерных материалов с заранее заданными антифрикционно-износостойкими антистатически-теплопроводящими свойствами для машиностроения, работающих при взаимодействии с металл-полимер-композит-волокнистые материалы» (2018-2020 гг.).

Целью исследования является разработка теоретических и практических основ технологии смешения сыпучих и вязкотекучих полимеров с сыпучими органоминеральными наполнителями и смесительной установки для их осуществления и получение многофункциональных композиционных полимерных материалов, деталей и покрытий на их основе с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

Задачи исследований:

исследование современного состояния процесса смешивания порошковых и вязкотекучих органоминеральных ингредиентов и устройства для получения гомогенной композиции на их основе для производства машиностроительных композиционных материалов и изделий из них;

теоретические и экспериментальные исследования технологии процесса перемешивания сыпучих органоминеральных ингредиентов и порошковых полимерных материалов, позволяющие определить оптимальные геометрические и режимные параметры устройства непрерывного действия для получения гомогенной композиции и композиционных полимерных материалов машиностроительного назначения;

исследование и разработка технологии создания устройства для перемешивания сыпучих порошковых и вязкотекучих полимеров и сыпучих органоминеральных ингредиентов на основе местного сырья и получение гомогенной композиции для машиностроительных композиционных полимерных материалов;

проведение экспериментальных исследований и выявление оптимальных технологических режимов процесса смешивания сыпучих полимерных и органоминеральных наполнителей для получения композиционных полимерных материалов машиностроительного назначения;

исследование технологии получения гомогенной композиции из сыпучих и вязкотекучих порошковых полимеров с органоминеральными ингредиентами и получение на их основе композиционных полимерных материалов машиностроительного назначения;

определение практических и экономических аспектов разработанной технологии и устройства смешивания сыпучих порошкообразных и вязкотекучих полимеров и органоминеральных наполнителей из местного сырья и получение многофункциональных композиционных полимерных материалов, покрытий и деталей из них машиностроительного назначения;

проведение опытно-производственных испытаний и применение многофункциональных композиционных полимерных материалов в производственных условиях и расчет технико-экономической эффективности.

Объектом исследования являются сыпучие порошковые ингредиенты органического и неорганического происхождения: сажа, графит, тальк, каолин, стекловолокно, эластомерные порошки, хлопковолокно, цемент, волластонит, фосфогипс, фосфошлак, отхода золото извлекающих фабрик и полимерные связующие на основе полиэтилена высокой плотности, полипропилена и композиционные полимерные материалы на их основе следующих марок: антифрикционная полиэтиленовая и полипропиленовая композиция АПЭК-1, АПЭК-2, АППК-1, АППК-2, АИПЕК-1, АИПЭК-2, АИППК-1 и АИППК, а также антикоррозионные и антифрикционно-износостойкие эпоксидные композиции (АИЭД-16), состоящие из олигомеров эпоксидных ЭД-16 и ЭД-20, дибутилфталата, полиэтиленполиамина и органоминеральных наполнителей. В качестве контртела объекта для исследования триботехнических свойств материала был использован хлопок-сырец, 1-го сорта ручного сбора с влажностью 8-10% и засоренностью 1,0-3,0%.

Предметом исследования является:

разработка технологии и создание установки для перемешивания порошковых и вязкотекучих полимеров и сыпучих органоминеральных ингредиентов и выявление оптимальных технологических их режимов с целью освоения технологии смешивания и получения гомогенного состава сыпучих и вязкотекучих композиционных полимерных материалов, наполненных органоминеральными ингредиентами;

исследование физико-механических, вибро-звукопоглощающих, антифрикционных и триботехнических свойств композиционных полимерных материалов, полученных по разработанной технологии смешивания порошковых, вязкотекучих полимеров с органоминеральными ингредиентами и получение многофункциональных композиционных полимерных материалов и покрытий машиностроительного назначения.

Методы исследования. Для изучения физико-механических и физико-химических свойств композиционных материалов применялись стандартные методы определения напряжения при изгибе (ГОСТ 4648-78), ударной вязкости (ГОСТ 4647-80), модуля упругости при изгибе (ГОСТ 9550-81), твердости по Бринелю (ГОСТ 4679-77), условная вязкость определялась по ГОСТу 8420-74, адгезионная прочность ГОСТ 14-760-69, прочность при изгибе по ГОСТ 4648-71, электрофизические свойства по ГОСТ 6433.2.3.4-71, теплостойкость на приборе ВИКа, коррозионная стойкость по ГОСТ 120-20-72, для определения физико-химических свойств использованы ИК-спектроскопия, рентген фазный и дифференциально-термический анализ и другие стандартные методы. Комплекс триботехнических свойств композиционных полимерных материалов при фрикционном взаимодействии с хлопком сырцом изучали на дисковом трибометре (O'zDST3330:2018).

Научная новизна исследования заключается в следующем:

обоснован и разработан оптимальный вариант кинематической схемы смесительной установки непрерывного действия для процесса смешивания сыпучих материалов, которая является альтернативой периодическому способу смешивания, показано ступенчатое изменение скорости вращения рабочего органа смесительной установки, что способствует проведению исследования получаемой смеси в зависимости от характера дисперсностей и вязкотекучести композиционных полимерных материалов при этом выявлена зависимость интенсивности процесса перемешивания от степени заполнения барабана и угла поворота сектора реверсивной смесительной установки;

на основе результатов теоретических исследований и выявленного оптимального варианта кинематической схемы разработана новая технология и создано оригинальное устройство для реверсивного перемешивания порошковых полимерных и сыпучих органоминеральных ингредиентов, позволяющие получать однородные композиции на основе порошковых и вязкотекучих полимеров с органоминеральными наполнителями;

научно обоснована и практически реализована возможность повышения физико-механических, вибро-звукопоглощающих, антифрикционных и антифрикционно-износостойких свойств композиционных полимерных материалов путем предварительного перемешивания порошковых и вязкотекучих полимерных материалов и сыпучих органоминеральных наполнителей по разработанной технологии и соответственно созданной установке реверсивного смесителя непрерывного действия;

установлено, что физико-механические, триботехнические, вибро-звукопоглощающие и антифрикционные свойства полученных композиционных материалов из смеси полимеров и органоминеральных наполнителей по разработанной технологии и на созданной установке реверсивного смешивания повышаются в 1,5-1,8 раза по сравнению с исходными композиционными полимерными материалами.

Практические результаты исследования:

разработан эффективный способ реверсивного перемешивания порошковых и вязкотекучих полимерных материалов и сыпучих органоминеральных наполнителей с целью получения однородных составов и определены оптимальные параметры конструкции реверсивной смесительной установки непрерывного действия;

разработано и создано устройство непрерывного действия и определены оптимальные режимы работы установки реверсивного смешивания полимерных материалов и органоминеральных наполнителей, обеспечивающих получать однородный состав, что позволило получать композиционные полимерные материалы на их основе с высокими физико-механическими, антифрикционно-износостойкими, вибро-звукопоглощающими и коррозионными свойствами машиностроительного назначения.

Достоверность полученных результатов обоснована сравнительным контролем достоверности полученных результатов путем сопоставления

теоретических результатов с экспериментальными данными, полученными при реверсивном смешивании сыпучих полимерных материалов и органоминеральных наполнителей на установке непрерывного действия. Статистическая обработка результатов испытания физико-механических характеристик композиций вполне отвечают функциональным требованиям, предъявляемым к деталям. Достоверность также обоснована совокупностью использования физико-химических, физико-механических и триботехнических методов исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость полученных результатов исследования заключается в установлении закономерности влияния конструкционных факторов и технологических режимов на качество гомогенности получаемых композиционных смесей на основе порошковых и вязкотекучих полимерных материалов и сыпучих органоминеральных наполнителей, что позволило теоретически обосновать оптимальные параметры шнекового рабочего органа и создать устройство, позволяющее качественно смешивать и получать гомогенные смеси на основе вышеуказанных компонентов и получать на их основе многофункциональные композиционные полимерные материалы с высокими физико-механическими, триботехническими вибро-звукопоглощающими и антикоррозионными свойствами.

Практическая значимость результатов исследований заключается в интенсификации качественного гомогенного процесса смешивания сыпучих органоминеральных ингредиентов с порошковыми и вязкотекучими полимерными материалами по разработанной технологии и на созданной установке, позволяющих получать композиционные полимерные материалы с высокими физико-механическими, антифрикционно-износостойкими, вибро-звукопоглощающими и антифрикционными свойствами, работающие при трении и вибрации для применения в рабочих органах машин и механизмов хлопкоочистительных хлопкоперерабатывающих и масложировых производств.

Внедрение результатов исследований. На основе полученных научных результатов по разработанной технологии смешивания и получения композиционных полимерных материалов:

разработанные антифрикционные композиционные материалы и покрытия на их основе были внедрены на Пискентском хлопкоочистительном заводе на рабочих органах очистителей и вентиляторов, а также на поверхности корпусов джина и линтера (Справка АО «PAHTASANOAT ILMIY MARKAZI» от 04.11.2021 №02-11/483). В результате, появилась возможность снизить уровень шума на 7-24 дБ в производственных помещениях, производительность хлопковых машин и механизмов увеличился на 7-14%; снизить затраты и потребляемые мощности на 7-12%; снизить дробленность семян от 0,18-0,36%; снизить повреждаемость хлопковых волокон на 0,5-0,7%;

Разработанные многофункциональные композиционные покрытие были внедрены на Пискентском хлопкоочистительном заводе на поверхности

пильчатой гарнитуры и колосников очистителей хлопка-сырца от крупного сора, джина и линтера (Справка АО «PAXTASANOAT ILMİY MARKAZI» от 04.11.2021 №02-11/483). В результате, появилась возможность снизить механическую повреждаемость и обрывность волокна в процессе очистки, а также увеличить срок службы пыльчатой гарнитуры, в результате которого пыль сократилась до 50%;

многофункциональные композиционные полимерные материалы и детали на их основе были внедрены на Пискентском хлопкоочистительном заводе (Справка АО «PAXTASANOAT ILMİY MARKAZI» от 04.11.2021 №02-11/483). В результате, появилась возможность увеличить экономическую эффективность Пискентского хлопкоочистительного завода на 483,0 млн. сум.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования оглашены в 8 республиканских и в 4 международных конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 32 научных работ. Из них 18 научных статей, в том числе 12 статей в республиканских и 6 статьи в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикаций основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 186 страницах и состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы, приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертационной работы, сформированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследований, раскрыты научно-теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены осуществленные внедрения результатов исследования, результаты апробации работы, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние процесса смешивания порошковых и вязкотекучих органоминеральных ингредиентов и устройство для получения гомогенной композиции для производства композиционных материалов и изделий из них машиностроительного назначения»** проведено изучение и анализ литературных источников технологических процессов и существующих современных устройств для смешивания порошковых органоминеральных ингредиентов на основе местного сырья органического и неорганического происхождений, обоснование и выбор оптимального способа и схемы устройства непрерывного действия для смешивания органоминеральных

сыпучих материалов и получения гомогенной композиции на их основе применительно к производству композиционных материалов машиностроительного назначения.

Анализируя обзор литературных источников установлено, что существующие методы и установки не в полной мере обеспечивают одновременно смешение, диспергирование и гомогенизацию сыпучих полимеров и органоминеральных наполнителей и получение порошковых смесей для получения композиционных полимерных материалов и деталей машиностроительного назначения. Данная работа посвящена решению этих задач, что и определило цель настоящей диссертационной работы.

Во второй главе диссертации **«Теоретические и экспериментальные исследования технологического процесса перемешивания сыпучих органоминеральных ингредиентов, порошковых полимерных материалов, определяющие оптимальные геометрические и режимные параметры устройства непрерывного действия для получения гомогенной композиции и композиционных полимерных материалов машиностроительного назначения»** изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса реверсивного перемешивания сыпучих материалов с целью определения мощности, производительности и геометрических параметров смесительной установки, а также экспериментальное исследование геометрических параметров смесительной установки и сопоставление с результатами, определенными теоретическими расчетами.

В первую очередь, проведены теоретические исследования по определению мощности, производительности и геометрическим параметрам смесительной установки. При этом теоретически расчетным путем выявили формулу для определения производительности: $Q = 60n\varphi nR^2 \frac{2\pi}{\theta} \Delta$,

где θ - угол сегмента, рад n – число оборотов шнекового вала, об/мин; R - радиус барабана, м; φ - степень его заполнения, %.

Интенсивность перемешивания K определяли по формуле: $K = \frac{\sin^3 \frac{\theta}{2}}{\varphi}$.

Длина смесительного барабана вычисляется по формуле $L = \frac{\tau_{cp} 4Q}{D^2 \pi \varphi}$,

где D – диаметр смесительного барабана, τ_{cp} - время пребывания материала в смесителе.

Суммарную длину пути скатывания материала за один оборот вала, мы определяли по формуле:

$$\Delta = \frac{Q\theta * 1000}{120\pi^2 R^2 \varphi n}.$$

Величина шага S лопастей прямого хода шнекового вала смесительного барабана составит: $S = \frac{2\pi\Delta}{\theta}$

Мощность, затрачиваемую на перемешивание сыпучего материала, определяли по следующей зависимости:

$$N = 6847 * 10^{-7} R^3 L Y_T n \sin^3 \frac{\theta}{2} \sin \beta,$$

где: γ – удельный вес сыпучих материалов г/см^3 , β – угол естественного откоса материала. Среднее время пребывания материала в смесителе определяли по формуле: $\tau_{\text{ср}} = \frac{\pi D^2 L \varphi}{4 Q}$.

Используя выявленные формулы, нами была вычислена расчётным путем производительность реверсивной смесительной установки: $Q = 0,4 \text{ м}^3/\text{ч}$; число оборотов шнекового вала $n=100,75$ и 50 оборотов /мин., коэффициент наполнения барабана на $\varphi = 0,28-0,38$; шаг лопастей прямого хода $S_1=85 \text{ мм}$; шаг лопастей обратного хода $S_2=65 \text{ мм}$; диаметр барабана $D=0,16\text{м}$; длина барабана $L=2,2 \text{ м}$; угол сегмента $\Theta=130^\circ$, или $2,2689 \text{ рад}$.

Экспериментальное исследование проводили следующим образом. Изготовленные лопасти были установлены и наклонены под углом $5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ$ относительно плоскости, перпендикулярной оси вращения вала. При этом была исследована зависимость мощностей $P_{\text{ст}}$ от числа лопастей Z и угла наклона μ_1 лопастей прямого хода.

На основе результатов исследований нами было принято число лопастей прямого хода $Z = 15$, а угол наклона лопастей $\mu=30^\circ$, число лопастей обратного хода $Z_2=13$, а угол $\mu_2=10^\circ$.

На рисунке 1 приведены результаты исследований зависимости интенсивности перемешивания от времени перемешивания и степени заполнения смесительной шнековой установки при различной степени заполнения.

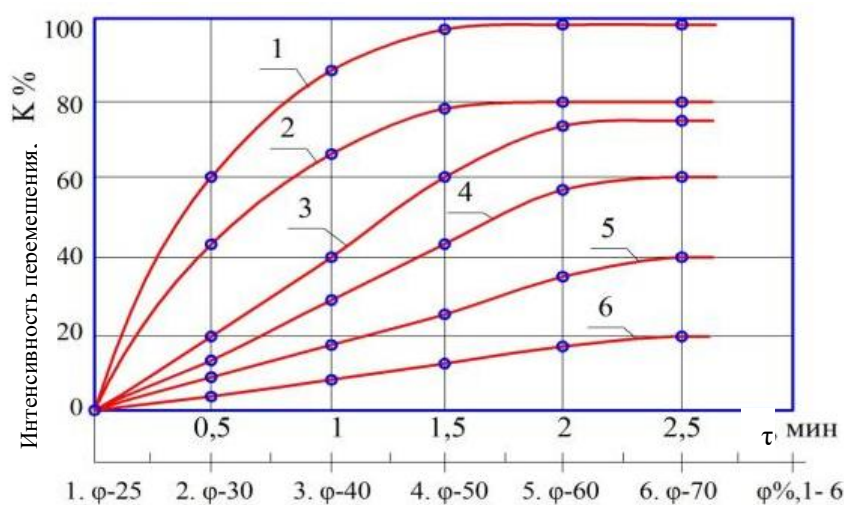


Рис. 1. Зависимость интенсивности перемешивания от времени перемешивания τ и степени заполнения φ смесительной шнековой установки при различных значениях заполнения

Как видно из рисунка 1, чем больше K , тем короче время, требуемое для достижения одинаковой степени перемешивания, а также, чем больше степень заполнения φ , тем большее время затрачивается для перемешивания и соответственно, эффективность перемешивания монотонно уменьшается до определенного времени, затем будет сохранять постоянство интенсивности перемешивания.

Время перемешивания служит критерием интенсивности действия смесительной установки. С технологической точки зрения под временем

перемешивания (гомогенизации) следует понимать период, требуемый для достижения высокой степени однородности смесей.

На рисунке 2 приведены результаты исследований зависимости производительности установки (а) и интенсивности перемешивания (К) от числа оборотов вала-шнека n установки и от интенсивности перемешивания (К), степени заполнения (φ) и диаметра барабана (d) (б), от угла наклона лопастей прямого (μ_1) и обратного (μ_2) хода (в).

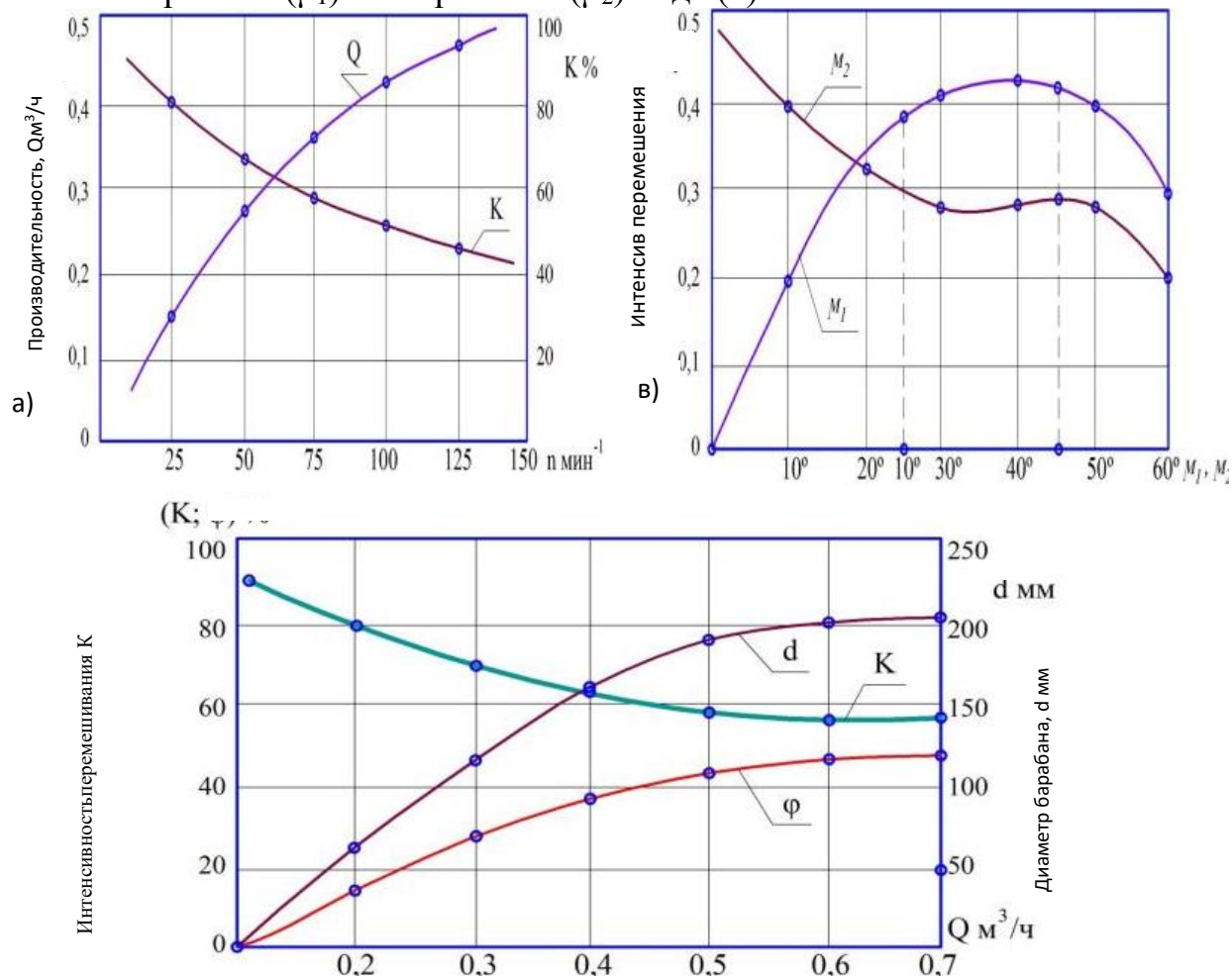


Рис. 2. Зависимость производительности установки (Q) и интенсивности перемешивания (K) от числа оборотов вала – шнека установки (а) и от интенсивности перемешивания (K), степени заполнения (φ) и диаметра барабана (d) (б), от угла наклона лопастей прямого (μ_1) и обратного (μ_2) хода (в)

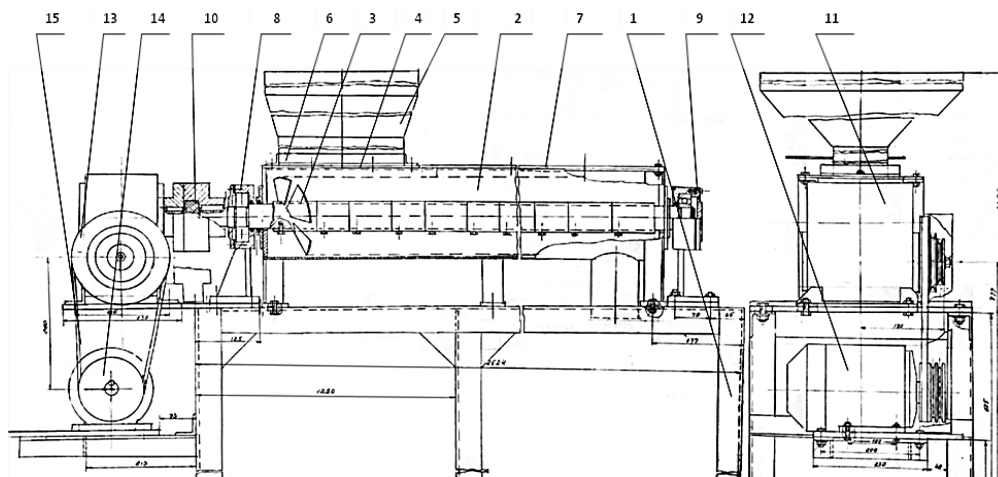
Как видно из рисунка 2, с увеличением числа оборотов установки от 25 до 125 мин. наблюдается увеличение производительности от 0,05 до 0,6 м³/ч, а при этом с увеличением числа оборотов наблюдается снижение интенсивности перемешивания от 82 % до 15 %. Учитывая полученные результаты для проведения дальнейшего исследования для получения необходимой производительности, число оборотов установки принято 70-75 мин⁻¹. Как видно из кривых рисунка 2 б, с увеличением диаметра барабана возрастает степень заполнения и соответственно увеличивается и производительность, интенсивность перемешивания снижается. Учитывая это состояние, был принят необходимый диаметр барабана 150-200 мм.

Как видно из кривых рисунка 2 в, с увеличением угла наклона лопастей шнека прямого хода смесительной установки наблюдается экстремальный характер, проходя через максимум при 30° . При этом установка имеет оптимальную производительность при $0,4 \text{ м}^3/\text{ч}$. А при случае угла обратного хода приходит через 10° . Также были исследованы зависимость интенсивности перемешивания (k) степени заполнения (φ) и производительности (Q) от длины барабана (L).

Результатами экспериментальных исследований были приняты диаметр барабана 150-200 мм, шаг лопастей прямого хода $S_1=85$, шаг лопастей обратного хода $S_2=65$, длина барабана $L=2200$ мм, коэффициент интенсивного перемешивания $K=60-65\%$, производительность $Q=0,4 \text{ м}^3/\text{ч}$. Была экспериментально исследована также зависимость геометрических параметров барабана: длина барабана, шага лопастей прямого и обратного хода от производительности смесительной установки.

Можно отметить, что теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что параметры, определенные аналитическим способом, отличаются от экспериментальных примерно до 5%, что является приемлемым для создаваемой конструкции нормального класса точности.

В третьей главе диссертации «Основы разработки технологии и создание устройства для перемешивания сыпучих порошковых полимеров и сыпучих органоминеральных ингредиентов на основе местного сырья и отходов производств и получение гомогенной композиции для производства машиностроительных композиционных полимерных материалов» приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению основных факторов изготовления и создания оригинального устройства непрерывного действия на основе выбранной схемы, пуско-наладочных работ и освоения принципа работы созданного модульного непрерывно действующего устройства для получения гомогенных порошковых сыпучих композиций путем смешивания полимерных материалов и органоминеральных наполнителей применительно к разработке и получению антифрикционно-износостойких материалов с высокими физико-механическими и триботехническими свойствами машиностроительного назначения. На основе вышеприведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана конструкция и создана смесительная установка непрерывного действия для смешивания сыпучих полимеров и органоминеральных наполнителей.



1-рама, 2-бункер, 3-шnek, 4-крышка бункера, 5- бункер секционный, 6-заслонки, 7-крышка из оргстекла, 8,9-кронштейны, 10-муфта, 11-редуктор, 12-электродвигатель, 13,14-шкивы, 15- текстильный ремень

Рис. 3. Схема модульного устройства для смешивания сыпучих органоминеральных полимерных материалов и наполнителей для получения гомогенных сыпучих композиционных материалов

На рисунке 3 приведена схема устройства для смешивания сыпучих полимерных материалов и органоминеральных наполнителей для получения гомогенных сыпучих композиционных материалов.

Созданная установка была установлена на опытно-производственной базе конструкторского бюро ООО «КВ-КОМПОЗИТ», были проведены испытания и получены опытные образцы сыпучих гомогенных композиций.

В четвертой главе диссертации «**Проведение экспериментальных исследований и выявление оптимальных технологических режимов процесса смешивания порошковых полимерных и сыпучих органоминеральных наполнителей на основе местного сырья и отходов производств и получение эффективного гомогенного состава смеси для производства композиционных полимерных материалов машиностроительного назначения**» отражены выбор объектов исследования: АПЭК-1; АПЭК-2; АППК-1; АППК-2; АИПЭК-1; АИПЭК-2; АИППК-1 и АИППК-2, состоящих из порошковых полиэтилена, полипропилена и сыпучих органоминеральных ингредиентов, а также эпоксидная композиция АИЭД-16. Изложены результаты экспериментальных исследований процесса смешивания сыпучих полимерных материалов с органоминеральными наполнителями, полученных по новой технологии на смесительной установке непрерывного действия, а также особенности и эффективность технологических показателей с целью получения оптимального гомогенного состава композиций, разработка технологии получения и исследования физико-механических и триботехнических свойств композиционных полимерных материалов машиностроительного назначения, работающих при контактном взаимодействии с хлопком-сырцом.

В качестве контртела выбран хлопок-сырец первого сорта ручного сбора с влажностью 8-10% и засоренностью 1,0-3,0%.

В лабораторных условиях в установленном оптимальном режиме было произведено смешивание сыпучих полимерных материалов и

органоминеральных наполнителей по всем маркам выбранных композиционных материалов – АПЭ-1, АПЭ-2, АППК-1, АППК-2, АИПЭК-1, АИПЭК-2, АИППК-1, АИППК-2 и АИЭД-16.

Как известно, на формирование свойств полимерных материалов влияют их реологические свойства, обеспечивающие оптимальные условия структурирования получаемого композиционного материала. В этой связи нами были изучены реологические свойства выбранных композиционных полиэтиленовых и полипропиленовых материалов. В таблице 1 приведены результаты исследованных реологических свойств композиций.

Как видно из данных таблицы 1, индекс расплава антифрикционных и антифрикционно-износостойких полиэтиленовых и полипропиленовых композиционных материалов, полученных путем смешивания компонентов композиции непрерывным способом на специально созданной установке, несколько выше, чем показатели композиций, полученных обычным способом.

Таблица 1

Индекс расплава полиэтиленовых и полипропиленовых композиции

Индекс расплава, г/10 мин						
Композиции на основе полиэтилена плотности	на	основе высокой	АЭК-1	АПЭК-2	АИПЭК-1	АИПЭК-2
			3,0-4,5/ 3,8-5,4	3,0-4,5/ 3,9-5,6	3,5-4,8/ 4,5-5,4	3,5-4,1/ 3,9-4,8
Композиции на основе полипропилена	на	основе	АППК-1	АППК-2	АИППК-1	АИППК-2
			3,8-5,1/ 4,2-6,2	3,8-5,1/ 4,2-6,4	5,2-6,3/ 6,2-7,4	5,2-6,3/ 6,3-7,4

Как нами было отмечено выше, свойства материала и изделий из полимерных композиционных смесей существенно зависит от температурных факторов, особенно режимов литья под давлением и от технологического процесса переработки и изготовления образцов для испытания и деталей машин на их основе. В нашей экспериментальной работе мы ориентировались на разработанные профессором Н.С. Абед составы и технологические режимы получения образцов и деталей из композиционных полимерных материалов. Одновременно нами были проведены экспериментальные исследования по определению оптимальных температурно-технологических режимов переработки нашего варианта композиционных полимерных материалов, полученных путем реверсивного смешивания компонентов на созданной смесительной установке непрерывного действия и определены оптимальные температурные режимы получения образцов и деталей из созданных композиционных материалов.

Таблица 2

Рекомендуемые технологические режимы изготовления образцов деталей из композиционных полимерных материалов, наполненных традиционным способом

(числитель) и предлагаемым способом (знаменатель) органоминеральными ингредиентами

Композиционный материал	Давление литья, МПа	Температура литья, К	Температура формы, К	Время выдержки деталей в форме, с
АППК-1	120-125/110-115	493-513/473-493	323-353	20-60
АППК-2	125-130/115-120	503-523/473-493	323-353	20-60
АПЭК-1	90-100/80-90	453-463/ 443-453	333-343	20-60
АПЭК-2	90-100/80-90	453-463/ 443-453	333-353	10-30
АИППК-1	130-135/120-125	513-523/503-513	323-353	20-60
АИППК-2	135-140/125-130	513-533/503-513	333-343	20-60
АИПЭК-1	100-120/90-110	483-503/473-483	333-353	10-30
АИПЭК-2	100-120/90-110	483-503/473-483	333-343	10-30

В таблице 2 приведены рекомендуемые технологические режимы изготовления образцов из антифрикционных и антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов из полипропилена и полиэтилена высокой плотности и органоминеральных наполнителей на основе смешанных традиционным способом композиций и предлагаемым новым способом на созданной установке непрерывного действия, определенные по результатам исследований влияния технологических параметров литья на их физико-механические и триботехнические свойства.

Для проведения дальнейших экспериментальных исследований нами были приняты указанные в таблице 2 технологические режимы получения изделий из композиционных полимерных материалов, в том числе для изготовления колков деталей рабочих органов машин и механизмов хлопкоочистительной промышленности.

В пятой главе диссертации **«Исследование физико-механических свойств антифрикционно-износостойких, вибро-звукопоглощающих и антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий, полученных традиционным способом и по предлагаемой технологии»** были исследованы комплексные физико-механические, триботехнические, вибро-звукопоглощающие и антикоррозионные свойства выбранных композиционных полимерных материалов, полученных обычным способом и реверсивным смешиванием сыпучих полимерных связующих и органоминеральных ингредиентов.

В таблице 3 приведены результаты исследований по изучению физико-механических и триботехнических свойств полимерных материалов на основе полипропилена и органоминеральных наполнителей. Основные физико-механические свойства разработанных антикоррозионных композиций, работающих в различных агрессивных средах, приведены в таблице 4, а в таблице 5 приведены эффективность поглощения и физико-механические свойства разработанных вибро-звукопоглощающих композиционных полимерных материалов, полученных традиционным способом и предлагаемым способом смешивания.

Таблица 3

Физикомеханические свойства полипропиленовых композиций (АИППК), полученных на основе смешивания, на существующей (числитель) и созданной установке (знаменатель)

Показатели	Композиционные полимерные материалы			
	АППК-1	АППК-2	АИППК-1	АИППК-2
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	87,3/104,76	90,1/108,12	98,4/118,08	93,3/111,96
Ударная вязкость, кДж/м ²	93,1/111,72	97,3/116,76	107,5/129	103,7/124,44
Твердость по Бринеллю, МПа	77,2/92,64	80,3/96,36	77,1/92,52	78/88,56
Модуль упругости при изгибе, ГПа	1,65/1,98	1,85/2,22	2,0/2,4	1,7/2,04
Коэффициент трения, f	0,26/0,20	0,27/0,21	0,28/0,22	0,29/0,24
Интенсивность изнашивания, I·10 ¹⁰	3,23/2,876	3,12/2,744	2,6/2,12	2,83/2,36
Температура в зоне трения, К	319/308	306/302	308/304	311/308
Величина заряда статического электричества, Q·10 ⁻⁷ , Кл	19,1/18,92	17,3/16,76	12,3/10,76	17,4/15,88
Рекомендации для применения в машинах	РБД, РП	РБД, РП, ОБТ	РБД, РП, ОБТ	РБД, РП, ОБТ

Примечание. Значения I и f при P = 0,02 МПа, V = 2,0 м/с; интенсивность изнашивания является безразмерной величиной

Таблица 4

Вибродемпфирующие и физикомеханические свойства разработанных композиционных полимерных материалов

Основные свойства	Наименование материалов			
	ВУ-КПМ – 1	ВУ-КПМ – 2	ВУ-КПМ – 3	ВУ-КПМ - 4
Вибродемпфирующая эффективность ($\delta \cdot E'$), МПа при 293 К	820/845	760/785	740/760	860/875
Ударная прочность, Н·м	4,5/5,1	4,3/4,6	4,2/4,3	4,5/4,5
Адгезионная прочность при отрыве (подложка Ст 3), МПа	24/26	15/17	23/25	20/21
Плотность, кг/м ³ , не более	1290/1310	1210/1240	1290/1305	1180/1205
Микротвердость, МПа	132/138	110/115	140/145	75/80
Коэффициент теплопроводности, Вт/м К	0,22/0,24	0,23/0,25	0,22/0,24	0,18/0,19

Таблица 5

Основные физикомеханические свойства антикоррозионных композиций на основе олигомера ЭД-20, полученных традиционным смешиванием (числитель) и на созданной установке (знаменатель)

Свойства		Показатели
1	Модуль упругости при изгибе E _{из} , МПа	3000/3120
2	Придел прочности при изгибе, a _{из} , МПа	6,7/7,2
3	Теплостойкость по Вика, К	355/358
4	Диэлектрическая проницаемость, ε	6,8/7,1
5	Удельное поверхностное электрическое сопротивление R, 10 ¹⁴ Ом	31,8
6	Удельное объемное электрическое сопротивление Q, 10 ¹⁴ Ом см	17/17,8
7	Адгезионная прочность, Б _{ад} , МПа	16/17,2

8	Микро твёрдость, B_n , МПа	74/82
9	Удельное прочность, Нм, МПа	3,8/4,2
10	Коэффициент химостойкости через 30 суток в: 50% OH COOH 40% HNO ₃ 25% HCl 40% H ₂ SO ₄ в воде	0,68/77 0,71/82 0,74/85 0,78/87 0,76/86

Как видно из таблицы 3, 4 и 5, за счет глубокого реверсивного смешивания сыпучих полимеров и наполнителей по разработанной технологии существенно улучшаются физико-механические, триботехнические, антикоррозионные и вибро-звукопоглощающие показатели получаемых композиционных полимерных материалов. Это объясняется тем, что благодаря силам трения между наполнителями и связующим происходит сильное взаимодействие между частицами вибро-звукопоглощающих наполнителей и поверхностных структур полимера. Интенсивное перемешивание компонентов смеси путем повышения скорости шнекового рабочего органа также способствует улучшению процесса диффузии антикоррозионных композиций в поры наполнителя, тем самым увеличивается глубина адсорбционного слоя и улучшаются реологические свойства композиции. Все эти процессы приводят к повышению физико-механических, триботехнических, антикоррозионных и вибро-звукопоглощающих свойств композиционных полимерных материалов и изделий из них.

В шестой главе диссертации «**Практические и экономические аспекты разработанной технологии и устройства смешивания сыпучих порошкообразных и вязкотекучих полимеров и органоминеральных наполнителей из местного сырья для получения композиционных полимерных материалов, покрытий и деталей из них машиностроительного назначения**» приведены результаты опытно-производственных испытаний созданной модульной установки непрерывного действия, освоение технологии смешения и получения гомогенных сыпучих композиций на основе порошковых полимерных материалов и органоминеральных наполнителей, технология получения антифрикционно-износостойких композиционных материалов и колковых деталей машин и их опытно-производственных испытаний. Показана разработка нормативно-технических документов и расчет технико-экономической эффективности от их применения в машинах и механизмах в условиях хлопкоочистительного завода. Получение антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов и изготовление из них опытных образцов колковых деталей для органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов осуществляли на усовершенствованной технологической линии с включением в данную линию созданной нами смесительной установки непрерывного действия.

С учетом оптимальных технологических режимов усовершенствованной технологической линии были изготовлены колковые детали машин из созданных композиционных полимерных материалов.

Опытно-производственные испытания композиционных полимерных колковых деталей проводили на Пискентском хлопкоочистительном заводе на передвижном перегружателе хлопка марки ХПП, разборщике бунтов хлопка марки РБД и туннелеройной машине марки ОБТ. При этом определены работоспособность и долговечность композиционных полимерных колков деталей, работающих при фрикционном взаимодействии с хлопком-сырцом. На основании полученных опытно-производственных данных построены кривые зависимости степени изнашивания поверхности колка из исходного композиционного полимерного материала, а также из композиционных полимерных колков, полученных из композиций, произведенных путем смешивания разработанным способом на разработанной установке (рис.4).

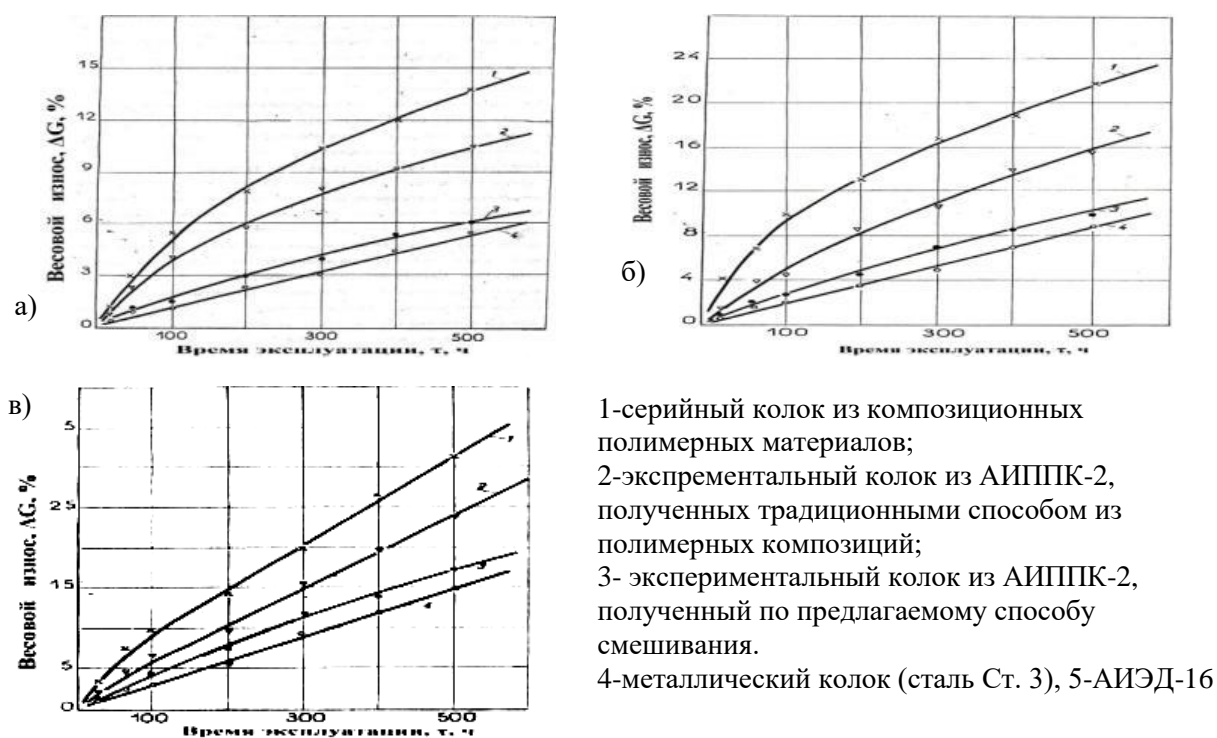


Рис. 4. Зависимости весового износа поверхности колков рабочих органов передвижного перегружателя ХПП из АИКПМ и АИППК-1 (а) разборщика бунтов из АИПКМ и АИППК-2 (б) и туннелеройной машины из АИППК-2 (в) от времени их эксплуатации

Из результатов, приведенных на рисунке 4, видно, что износостойкость колковых деталей из полученных композиционных полимерных материалов, наполненных традиционными способами и предлагаемым способом на установке для смешивания материалов непрерывного действия, работающих в условиях фрикционного взаимодействия с хлопком-сырцом, повышается в 1,7-1,8 раза по сравнению с существующими в настоящее время на практике деталями. Анализ полученных результатов опытно-промышленных испытаний и внедрения показывает, что применение композиционных полимерных материалов в качестве материалов для колков деталей рабочих

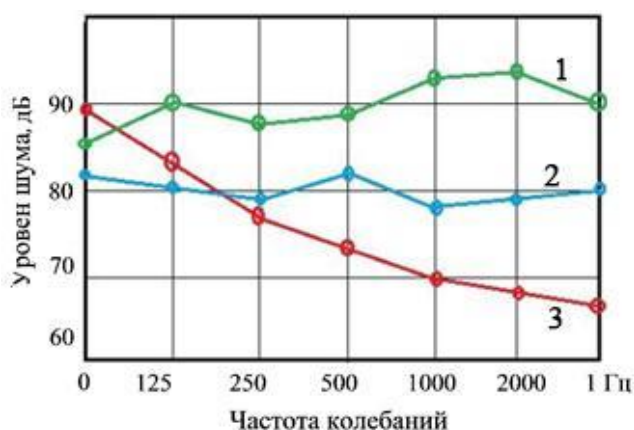
органов для хлопковых машин и механизмов ХПП, РБД и ОБД, работающих в условиях фрикционного взаимодействия с хлопком-сырцом, приводит к повышению производительности машин на 7-14% и снижению потребляемой мощности на 7-8%, механической повреждаемости волокон на 0,14-0,30% и дробленности семян на 0,18-0,34%, а также ликвидирует возможное загорание хлопка-сырца и образование намотов волокон на поверхности колка, экономит дефицитные и дорогостоящие конструкционные материалы. Экономическая эффективность от применения композиционных полимерных колковых деталей рабочих органов указанных машины по Пискентскому хлопкоочистительному заводу составила 124,720 млн.сум в год (июнь 2019 г.).

Изучение шума в цехах Пскентского и Букинского хлопкоочистительных заводов показало, что на многих участках технологического процесса, шум на рабочих местах значительно превышает допустимые уровни.

На рисунке 5 приведена шумовая характеристика джинов, применяемых на Пскентском и Букинском хлопкоочистительном заводах до (1) и после (2) нанесения покрытия из разработанных вибродемпфирующих материалов. Уровень шума, излучаемый вентиляторами, без покрытия значительно превышает допустимый в октавной полосе 1000 Гц и составляет 24 дБ. Столь высокое превышение уровня шума резко сокращает время пребывания рабочих в этих условиях.

Анализ условий работы машин и механизмов переработки хлопка-сырца показал, что уровень шума, излучаемый линтерами марки ПМП-160 и вентиляторами подачи хлопка-сырца в джинирование (наружные), превышает допустимые санитарные нормы СН 245-71 уровни шума и гигиенические нормы ГН 1004-73. Сравнительный анализ данных (рис. 5) показал, что суммарный уровень шума в джиннолинтерном цеху после использования разработанных вибродемпфирующих композиций на вибрирующих элементах джинов в виде покрытия снизился на 21 дБ и достиг 87 дБ при октавной после 1000 Гц.

Покрытие вибродемпфирующим материалом ВУ-КПМ-4 на «шумных» воздуховодах в очистительном цеху также позволило снизить уровень шума у рабочего места на 24 дБ. Снижение уровня шума позволило значительно улучшить условия работы в вышеуказанных цехах и получить экономический эффект не только от снижения уровня шума, но и от улучшения качества волокна.

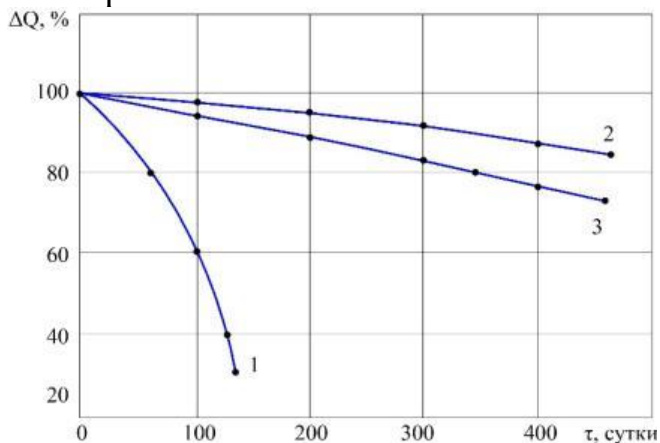


Уровень шума:
1- до покрытия;
2- допустимые нормы;
3- после покрытия

Рис. 5. Уровни звукового давления джина УМПД в Букинском и Пискентском хлопкоочистительном заводе

Разработанный вибродемпфирующий композиционный полимерный материал (ВУ-КПМ-1) был нанесен для снижения шума и вибрации центробежных вентиляторов. Испытание показало, что вибродемпфирующее покрытие снизило уровень шума до 8-24 дБ. Также получен положительный эффект при покрытии вибродемпфирующим покрытием ВУ-КПМ-4 «шумного воздуховода». Причем, покрытие вибродемпфирующей композиционной части с повышенной ударной прочностью ВКПМ-2 внутренней поверхности колена воздуховода позволило в 1,5-2,0 раза повысить долговечность.

Опытно-производственные испытания разработанных антикоррозионных материалов проведены путем использования их в рабочих поверхностях диараторбаков и нагнетательных насосов паровых коммуникаций Гулистанского масложирового комбината. На рисунке 6 приведена зависимость производительности насосов от срока эксплуатации без покрытия и с покрытием.



1 – без покрытия, 2 – новые насосы с покрытием, 3 – восстановленные с покрытием насосы

Рис. 6. Зависимость производительности насосов от срока эксплуатации без покрытия и с покрытием

Как видно из рисунка, производительность насосов без покрытия снижается до 60% в течение трех месяцев. Такой насос подлежит замене.

Производительность насосов с антикоррозионными покрытиями снижаются всего на 20% после 380-400 суток эксплуатации. Новые насосы с покрытием теряют свою производительность на 20% в течение 300-310 суток эксплуатации. Это обусловлено тем, что восстановленные насосы

были покрыты более толстым, а новые тонким слоем антикоррозионного покрытия. Тонкие покрытия, по сравнению с толстым, менее устойчивы к ударным нагрузкам. Следовательно, они предохраняют металлические поверхности от коррозии меньше, поэтому срок службы новых насосов с покрытиями немного меньше. Насосы, лопасти которых покрыты антикоррозионным композиционным материалом толщиной от 3 до 5 мм, служат дольше, так как покрытия более устойчивы к ударным нагрузкам, имеющихся в агрессивных средах мелких твердых включений. Диараторбаки, внутренней поверхности, которые покрыты антикоррозионными композиционными материалами, эксплуатируются до 6 лет без ремонта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан научно-обоснованный подход создания эффективной технологии смешивания порошковых и вязкотекучих полимеров с сыпучими

органоминеральными наполнителями материалов, включающей в себя процесс поступательного и обратного движения их частиц по длине смесительного барабана, рекомендованной для применения при получении антифрикционно-износостойких, вибро-звукопоглощающих и антикоррозионных композиционных полимерных материалов, изделий и покрытий из них с высоким физико-механическими и триботехническими свойствами.

2. На основе анализа научно-теоретических и технико-экономических факторов выбран оптимальный вариант кинематической схемы, разработана конструкция и создана модульная установка непрерывного действия с реверсивной технологией смешивания порошковых и вязкотекучих полимерных и сыпучими органоминеральными наполнителями и рекомендована для получения гомогенной композиции на их основе. При смешивании компонентов композиции в создаваемом оборудовании также рекомендовано смешивать их реверсивным способом, позволяющим получать композиционные полимерные материалы с высокими физико-механическими, триботехническими, вибро-звукопоглощающими и антикоррозионными свойствами.

3. Определено, что при реверсивном смешивании порошковых полимеров и сыпучих органоминеральных наполнителей на созданной модульной установке непрерывного действия обеспечиваются оптимальные условия структурирования композиции с равномерным распределением частиц наполнителя, которые приводят к увеличению текучести композиции, приводящей к повышению точности и качества получаемых образцов и деталей и покрытий на поверхности рабочих органов машин и механизмов, соответственно, их физико-механических и функциональных свойств.

4. Разработаны оптимальные технологические режимы получения высококачественных антифрикционных, антифрикционно-износостойких, композиционных полимерных материалов и колковых деталей машин на их основе традиционным и разработанным способом смешивания порошковых полимерных связующих и сыпучих органоминеральных наполнителей. В частности, для композиций АППК-1 и АПЭК-1, полученных традиционным методом смешивания компонентов композиции, температура расплава $T_{рас} = 493-533$ и $453-463$ К, давление $P_{лк} = 120-125$ МПа и $90-100$ МПа; соответственно для композиций, полученных разработанным новым способом смешивания, рекомендованы $T_{рас} = 473-493$ К и $443-453$ К, давление $P_{ид} = 110-115$ МПа и $P_{ид} = 80-90$ МПа.

5. Рекомендованы композиционные полимерные материалы, характеризующиеся высокими физико-механическими, антифрикционными и антифрикционно-износостойкими свойствами. Рекомендованы следующие характеристики АИППК-1 и АИПЭК-1, полученные традиционным смешиванием компонентов композиции: $\sigma_p = 98,4$ МПа и $40,9$ МПа; ударная прочность $\sigma_{уд} = 107,5$ МПа и $27,3$ МПа, твердость $H_B = 77,1$ МПа и $51,5$ МПа; модуль упругости при изгибе $\sigma_{и} = 2,0$ ГПа и $0,75$ ГПа; коэффициент трения $\phi = 0,28$ и $0,32$; износ $1 \cdot 10^{10} = 2,6$ и $5,9$; температура $T_{ЗТ} = 308$ К и 313 К;

кинематическое электричество $Q \cdot 10^{-7}$ 12,3 Кл соответственно. А для композиций, полученных разработанным новым способом смешивания сыпучих компонентов композиции, $\sigma_p=118,08$ МПа и 49,08 МПа, $\sigma_{уд}=129$ кДж/м²; $H_B=92,52$ МПа и 61,8 МПа; $\sigma_{и}=2,4$ ГПа и 0,90 ГПа; $f=0,22$ и 0,28; $1 \cdot 10^{-1}=2,12$ и 5,08; $T_{3T}=304$ и 322; $Q \cdot 10^{-7} = 10,76$ Кл и 15,04 Кл соответственно, снижает энергопотребления 8-10% и позволяет природные свойства хлопкового волокна и семян.

6. Установлено, что разработанная технология реверсивного способа, созданная установка для осуществления и выявленные оптимальных режимов смешивания вязкотекучих полимерных связующих и сыпучих органоминеральных наполнителей позволяют получать качественные гомогенные смеси композиций и, соответственно, композиционные полимерные материалы и покрытия с высоким физико-механическими и функциональными свойствами.

7. Полученные композиционные материалы на основе вязкотекучих полимерных связующих и сыпучих органоминеральных наполнителей по предлагаемой технологии их смешивания реверсивным способом имеют высокие антифрикционные, антифрикционно-износостойкие, вибро-звукопоглощающие и антикоррозионные свойства. Установлено, что применение полученных композиционных материалов, деталей и покрытий из них в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов повышает работоспособность и долговечность в 1,5-1,6 раза, повышает износостойкость колковых деталей в 1,5-1,8 раза, производительность машин на 7-15%, снижает потребляемую мощность – на 7-8%, механическую повреждаемость хлопкового волокна на 0,14-0,30 % и дробленность семян на 0,18-0,34%. Применение вибро-звукопоглощающих композиционных полимерных материалов в качестве покрытий на поверхности корпусов машин и механизмов позволило снизить уровень шума на 8-24 дБ, тем самым улучшить экологическую обстановку в производственных помещениях.

8. Разработаны нормативно-технические документации: паспорт установки, технологический регламент для производства композиционных полимерных материалов, покрытий и деталей машин, включающий в себя стадии реверсивного перемешивания порошковых полимеров и сыпучих органоминеральных наполнителей.

9. Установлено, что применение антикоррозионных материалов, полученных на основе эпоксидных и фураноэпоксидных полимерных связующих и сыпучих наполнителей из промышленных отходов ОЗИФа, фосфшлака и фосфогипса, в виде покрытий в рабочих органах Гулистанского масложирового комбината, увеличило срок службы нагнетательных насосов в агрессивной среде в 3-4 раза, а срок службы деаэрационного бака в 2-2,5 раза.

10. Суммарный экономический эффект от внедрения разработанных антифрикционно-износостойких материалов на Букинском и Пискентском хлопкоочистительных заводах составляет 124,7 млн. сум в год, вибродемпфирующих 128 млн. сумов в год, а антикоррозионных 1 миллиард 760 сум в год.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 ON AWARDING
THE ACADEMIC DEGREES OF THE STATE UNITARY ENTERPRISE
«FAN VA TARAKKIYET» AT THE TASHKENT STATE TECHNICAL
UNIVERSITY named after ISLAM KARIMOV**

**STATE UNITARY ENTERPRISE «FAN VA TARAKKIYOT»
OF TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
named after ISLAM KARIMOV**

ULMASOV TULKUN USMANOVICH

**THEORETICAL AND PRACTICAL BASIS FOR THE DEVELOPMENT
OF TECHNOLOGIES FOR MIXING POLYMERS AND
ORGANOMINERAL FILLERS AND OBTAINING MULTIFUNCTIONAL
COMPOSITE MATERIALS FOR MACHINE PURPOSE**

**02.00.07 - Chemistry and technology of composite, paint and varnish and rubber materials
(in technical sciences)**

**02.05.01 - Materials science in mechanical engineering. Foundry. Heat treatment and
processing of metals under pressure. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare metals.
Technology of rare, noble and radioactive elements (materials science and mechanical
engineering, technical sciences)**

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR ON TECHNICAL
SCIENCES (DSc)**

Tashkent – 2021

The theme of dissertation Doctor of Sciences (DSc) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2021.4.DSc/T_____.

The dissertation has been prepared at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov at State Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot».

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council website www.gupft.uz and on the website of «Ziyonet» Information and Educational portal www.ziyonet.uz.

Research supervisor:

Negmatov Saibjan Sadikovich

doctor of technical sciences, professor,
academician of SA of UzR

Abed Nodira Soyibjonovna

doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Riskulov Alimjan Ahmadjanovich

doctor of technical sciences, professor

Negmatova Komila Sayibjanovna

doctor of technical sciences, professor

Barakaev Nusratilla Rajabovich

doctor of technical sciences, professor

Leading organization

Andijan Engineering Institute

The defense will take place on «__» of **November 2021 year** at ___ at the meeting of Single Scientific council DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 at Tashkent State Technical University named after Islam Karimov at State Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot» (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (71) 246-39-28/(71) 227-12-73; e-mail: fan_va_taraqkiyot@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Recourse Centre of the State Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot» (is registered under №__). (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Тел./fax: (71) 246-39-28/ (71) 227-12-73).

Abstract of dissertation sent out on «__» November 2021 year (mailing report №__ on __ of November 2021 year).

A.V. Umarov

Chairman of the one-time scientific council
for awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

M.E. Ikramova

Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees,
candidate of chemical sciences, s.r.a

A.M. Eminov

Chairman of the academic seminar under the
scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The aim of the research work is to develop theoretical and practical foundations for the technology of mixing bulk and viscous-flowing polymers with bulk organomineral fillers and a mixing plant for their implementation and obtaining multifunctional composite polymer materials, parts and coatings based on them with high physical, mechanical and operational properties.

The object of the research work:

The study is bulk powder ingredients of organic and inorganic origin: soot, graphite, talc, kaolin, glass fiber, elastomeric powders, cotton fiber, cement, wollastonite, phosphogypsum, phospho-slag, waste of gold from extraction factories and polymer binders based on high density polyethylene, polypropylene and composite polymer materials based on them of the following grades: antifriction polyethylene and polypropylene composition APEK-1, APEK-2, APPK-1, APPK-2, AIPEK-1, AIPEK-2, AIPPK-1 and AIPPK, as well as anti-corrosion and anti-friction-wear resistant epoxy compositions (AIED-16), consisting of epoxy oligomers ED-16 and ED-20, dibutyl phthalate, polyethylene polyamine and organomineral fillers. As a counterbody of the object to study the tribotechnical properties of the material, we used raw cotton, the 1st grade of manual collection with a moisture content of 8-10% and a contamination of 1.0-3.0%.

The scientific novelty of the research work:

substantiated and developed the optimal version of the kinematic diagram of a continuous mixing plant for the mixing of bulk materials, which is an alternative to the periodic mixing method, a stepwise change in the rotation speed of the working body of the mixing plant is shown, which contributes to the study of the resulting mixture depending on the nature of dispersion and fluidity of composite polymer materials at the same time, the dependence of the intensity of the mixing process on the degree of filling the drum and the angle of rotation of the sector of the reversible mixing plant was revealed;

based on the results of theoretical studies and the identified optimal version of the kinematic scheme, a new technology has been developed and an original device has been created for reversing mixing of powder polymer and bulk organomineral ingredients, allowing to obtain homogeneous compositions based on powder and viscous-flowing polymers with organomineral fillers;

scientifically substantiated and practically realized the possibility of increasing the physical-mechanical, vibration-sound-absorbing, antifriction and antifriction-wear-resistant properties of composite polymer materials by preliminary mixing of powder and viscous-flowing polymer materials and bulk organomineral fillers according to the developed technology and, accordingly, created by the installation of a reversible continuous mixer;

it was found that the physical-mechanical, tribotechnical, vibration-sound-absorbing and antifriction properties of the composite materials obtained from a mixture of polymers and organomineral fillers according to the developed technology and on the created reverse mixing unit increase 1,5-1,8 times compared to the original composite polymer materials.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained on the developed technology for mixing and obtaining composite polymer materials:

a technology and device for reverse mixing of powder and viscous-flowing polymers with free-flowing organomineral fillers to obtain homogeneous composite materials have been developed;

the developed technology and device were introduced in the production of composite polymer materials at «KB-KOMPOZIT» LLC, where a pilot production batch of 2000 kg of composite polymer materials was obtained. At the same time, with the approval in accordance with the established procedure with the heads of the Piskent cotton cleaning plant, the «Technological regulations for the production of antifriction and antifriction-wear-resistant composite materials based on thermoplastic materials» (TR192-2018-LAandDK dated 01.10.2018) were developed. As a result, composite polymer materials with high physical, mechanical and tribotechnical properties were obtained;

punching parts were manufactured, pilot-production tests were carried out and introduced in the working bodies of machines and mechanisms in the process of acceptance, preservation and preventive work in the Piskent cotton ginning plant (Certificate of JSC «PISKENT PAXTA TOZALASH» for No. 76/01 dated 09.07.2020 and Reduction JSC «O'ZPAXTASANOAT» No.02-18/2001 dated 09.07.2020). As a result, an increase in the wear resistance and, accordingly, the durability of peg parts by 1.5-1.7 times, as well as an increase in the productivity and efficiency of cotton processing machines and mechanisms, a decrease in mechanical damage to cotton fiber and crushing of seeds, a decrease in energy consumption in the process of cleaning and processing raw cotton;

vibration-sound-absorbing composite epoxy polymer materials obtained by the new technology of the components of the composition passed pilot production tests and were introduced by coating the above materials in the working bodies of cotton ginning machines and mechanisms of the Piskent cotton ginning plant (certificate No. _ from __, ACTs of testing and implementation, research results from __). As a result, the durability of the working bodies of cotton processing machines and mechanisms, housings of cleaning gins and linters and air exhaust fans was increased, as well as the degree of damage to cotton fiber and seeds was reduced, which increased efficiency, as well as reduced noise levels, and thereby improved the environmental situation in production facilities factory;

the obtained anticorrosive composite polymer epoxy and furano-epoxy polymer composite materials according to the developed technology of mixing the components of the composition were carried out pilot-production tests and introduced to protect the working bodies of machines and mechanisms of oil and fat plants, in particular, the working surfaces of the deaerator of tanks and injection pumps of JSC «Guliston ekstraksiya yog'» (certificate from «O'zbekiston Respublikasi yog'moy sanoati korxonalari uyushmasi» No.KS/3-34 dated January 11, 2021). As a result, it became possible to increase the service life of parts and assemblies of machines and mechanisms, which made it possible to increase the economic efficiency of fat and oil production.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation is presented on 186 pages and consists of introduction, six chapters, conclusion, list of used literature, applications.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Негматов С.С., Улмасов Т.У., Абед Н.С., Негматова К.С. Технология смешивания порошковых полимеров и сыпучих органоминеральных ингредиентов для получения композиционных материалов. –Т.: «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи», 2021, 121 стр. (монография)

2. С.С. Негматов, Н.С. Абед, Р.Х. Саидахмедов, Т.У. Ульмасов, А.Я. Григорьев, В.П. Сергиенко, К.С. Негматова, С.С. Жовлиев, Ж.Н. Негматов, З.У. Махаммаджонов, М.М. Садыкова, М.Н. Негматова, О.Х. Абдуллаев, Ф.М. Наврузов. Исследование вязкоупругих и адгезионно-прочностных свойств и разработка эффективных вибропоглощающих композиционных полимерных материалов и покрытий машиностроительного назначения // Пластические массы, №7-8, 2020, -С.32-36, (02.00.00.№5).

3. Soyibjon Negmatov, T. Ulmasov, Farxod Navruzov and S. Jovliyev. Vibration damping composition polymer materials and coatings for engineering purpose // International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO - 2021) Volume, 264, 02 June 2021. (scopus)

4. S. Negmatov, T. Ulmasov, M. Karshiyev, Z. Makhammadjonov O. Abdulayev, and M. Matsharipova “Adhesion-strength and tribotechnical properties of machine-building composite polymer coatings” // E3S Web of Conferences 264, 05032 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405032> CONMECHYDRO - 2021.(scopus)

5. S.N. Bukharov, F.S. Tulenko, V.P. Sergienko, S.S. Negmatov, T.U. Ulmasov, N.S. Abed, A.R. Alexiev. Advanced sound absorbing materials to reduce noise and improve the environmental situation in production facilities and transportation. Annual Session of Scientific Papers – IMT Oradea 2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 898 (2020) 011002.(Web of science)

6. С.С. Негматов, Т.У. Ульмасов, Н.С. Абед, З.У. Махаммаджонов, М.Н. Негматова, С.С. Жовлиев, М.М. Садыкова, Т.С. Халимжанов, О.Х. Абдуллаев, Ф.М. Наврузов. Исследование адгезионно-прочностных и вязкоупругих свойств эпоксидных полимеров и их модификации // Композиционные материалы. Ташкент 2020-№2. - С. 226-228 (02.00.00.№4).

7. С.С.Негматов, Т.У. Улмасов, С.С. Жовлиев, Н.С. Абед, М.М. Садыкова, В.С.Туляганова, Р.Х.Сайдахмедов, Ф.Р.Иксанов, М.Ш.Тухлиев. “Исследование вибропоглощающих композиционных терморепактивных полимерных материалов, наполненных органоминеральными ингредиентами” // Композиционные материалы.-Ташкент, 2020.- №3. Стр. 292-294. (02.00.00.№4).

8. С.С. Негматов, Т.У. Улмасов, З.У. Махаммаджонов, Ф.Р. Иксанов, М.М. Саидова, Ф.М. Наврузов. Исследование зависимости влияния температуры на адгезионную прочность полимерных покрытий // Композиционные материалы – Ташкент, 2020 - №1. - С. 140-142 (02.00.00.№4).

9. С.С. Негматов, З.У. Махаммаджонов, О.Х. Абдуллаев, Ф.М. Наврузов, Н.С. Абед, Т.У. Улмасов, М.М. Садикова, М.М. Матшарипова, М.Ш. Тухлиев, Ш.А. Агзамова. Исследование адгезии наполненных поликапроамидных покрытий к металлическим субстратам // Композиционные материалы, Ташкент, 2020, №3. - С. 299-300 (02.00.00.№4).

10. С.С. Негматов, Н.С. Абед, Т.У. Улмасов, С.С. Жовлиев, Ф.М. Наврузов, М.Ш. Тухлиев, М.М. Матшарипова, А. Атаходжаев, А.Р. Сатторов. Особенности механического поведения вязкоупругих свойств демпфирующих полимерных материалов // Композиционные материалы, Ташкент, 2020, №3, - С. 319-320 (02.00.00.№4).

11. Ф.М. Наврузов, Т.У. Улмасов, С.С. Жовлиев, Н.С. Абед, М.М. Матшарипова, А. Атаходжаев, А.Р. Сатторов. Обоснование выбора полимерных материалов демпфирующего назначения // Композиционные материалы, Ташкент, 2020, №3, С. 320-322 (02.00.00.№4).

12. С.С. Негматов, А.Я. Григорьев, Н.С. Абед, В.П. Сергиенко, Т.У. Улмасов, С.С. Жовлиев, Ф.М. Наврузов. Исследование вибропоглощающих свойств композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе // Композиционные материалы, Ташкент, 2021, №1, -С.151-154 (02.00.00.№4).

13. С.С. Негматов, О.Ш.Сабирова, Н.С. Абед, Т.У. Улмасов, М.М. Матшарипова, Б.Т. Хамидов, М.Э. Гуйчиева, Ф.М. Наврузов, О.Х. Абдуллаев. Методы определения внутренних напряжений в полимерных, эмалированных и лакокрасочных покрытиях/ Композиционные материалы, -Ташкент, 2021, - №2, -С. 100-104. (02.00.00.№4).

14. Улмасов Т.У., Негматов С.С., Хаминов Б.Т., Абед Н.С., Бозорбоев Ш.А., Кучкаров У.К., Халимжанов Т.С., Махаммаджонов З.У. Исследование влияния органоминеральных наполнителей на триботехнических свойств композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе машиностроительного назначения. Научный журнал, Universum: технические науки. Москва. 2021. –С.

15. Улмасов Т.У., Негматов С.С., Наврузов Ф.М., Абед Н.С., Бозорбоев Ш.А., Жавлиев С.С., Махаммаджонов З.У. Вибродемпфирующие-вязкоупругие свойства взаимопроникающих полимерных систем (ВПС). Научный журнал, Universum: технические науки. Москва. 2021. –С.

16. Юлчиева С.Б., Негматова К.С., Негматов С.С., Улмасов Т.У., Мамуров Э.Т., Мадаминов Б.М., Рубидинов Ш.Г., Кучкаров У.К. Повышение коррозионностойкости композиционных материалов с добавлением полимерных добавок. Научный журнал, Universum: технические науки. Москва. 2021. –С.

17. Мадаминов Б.М., Юлчиева С.Б., Негматова К.С., Кучкаров У.К., Рубидинов Ш.Г., Негматов С.С., Улмасов Т.У., Мамуров Э.Т. Анतिकоррозионные композиционные силикатные материалы для защиты оборудования химической промышленности. Научный журнал, Universum: технические науки. Москва. 2021. –С.

18. Т.У. Улмасов, Б.Т. Хаминов, С.С. Негматов, Н.С. Абед, Ш.А. Бозорбоев, Т.С. Халимжанов, З.У. Махаммаджонов, С.С. Жавлиев.

Исследование вибродемпфирующе-вязкоупругих свойств наполненных взаимопроникающих полимерных систем – (ВПС) на основе эпоксидного и полиуретанового полимера. Композиционные материалы, -Ташкент, 2021, - №3, -С. 79-81. (02.00.00.№4).

19. Т.У. Улмасов. Анализ вибропоглощающих свойств композиционных полимерных материалов и покрытий из них. Композиционные материалы, - Ташкент, 2021, -№3, -С. 177-181. (02.00.00.№4).

20. Т.У. Улмасов. Механизм разрушения коррозионноустойчивых композиционных полимерных материалов в агрессивных средах. Композиционные материалы, -Ташкент, 2021, -№3, -С. 190-191. (02.00.00.№4).

21. Т.У. Улмасов, Б.Т. Хаминов, С.С. Негматов, Н.С. Абед, Т.С. Халимжанов, Ш.А. Бозорбоев, С.С. Жавлиев, Н.А. Икрамов. Технология получения антифрикционно-виброзвукопоглощающих композиционных полимерных материалов и покрытий из них. Композиционные материалы, - Ташкент, 2021, -№3, -С. 196-197. (02.00.00.№4).

II бўлим (II часть; part II)

16. М.Н. Тухташева, Н.С. Абед, Т.У. Улмасов, Г. Гулямов, Т. С. Халимжанов, Ш.А. Бозорбоев, Ф.М. Наврузов. Композиционные полимерные материалы для колковых деталей рабочих органов машин и механизмов, работающих при взаимодействии с хлопком-сырцом // Республиканская научная конференция «Современные проблемы науки о полимерах» сборник тезисов, Ташкент, 2020, 25-26 ноября. С. 95.

17. С.С. Негматов, М.М. Садикова, Т.У. Улмасов, С.С. Жовлиев, М.Г. Бабаханова, Н.С. Абед, Ф. М. Наврузов, ГУП «Фан ва тараккиёт»при ТГТУ имени И. Каримова. Исследование влияния порошкообразного эластомера на вязкотекучие свойства вибропоглощающих покрытий // «Polimerlar haqidagi fanning zamonaviy muammolari» Respublika ilmiy anjumani, Ташкент, 2020, 25-26 ноября. С. 97-99.

18. С.С. Негматов, Ф.М. Наврузов, С.С. Жовлиев, Т.У. Улмасов, О.Х. Абдуллаев, А. Атахожаев, А.Р. Сатторов. Пути создания демпфирующих композиционных полимерных материалов // «Polimerlar haqidagi fanning zamonaviy muammolari» Respublika ilmiy anjumani, Ташкент, 2020, 25-26 ноября, - С. 101-102.

19. З.У. Мухамеджанов, М.М. Садикова, С.С. Жовлиев, Ф.М. Наврузов, Т.У. Улмасов. Исследование влияния порошкообразного эластомера на адгезионно-прочностные свойства вибропоглощающих полимерных композиционных материалов // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования. ИММС НАН Беларуси, Гомель, 2020, - С. 112-113.

20. Негматов С.С., Жовлиев С.С., Григорьев А.Я., Сергиенко В.П., Улмасов Т.У., Эминов А.М., Саидахмедов Р.Х., Туляганова В.С. Разработка устройства и определения лагорифмического декремента затухания колебаний

полимерных и композиционных материалов // Международная конф. Узбекско-Белорусская научно-техн. Конф, Ташкент, 2020, С.127.

21. С.С. Негматов, Т.У. Улмасов, Н.С. Абед, О.Ш. Сабирова, Б.Т. Хаминов, Ф.М. Наврузов, С.Х. Абдулаев, М.М. Машарипова, З.У. Махаммаджонов, С.С. Жовлиев, Ф.Р. Иксанов. Консольный метод определения внутренних напряжений в полимерных, эмалевых и лакокрасочных покрытиях/ Материалы Международные НТК «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение», -Ташкент, 2021, -С. 127-128.

22. С.С. Негматов, Т.У. Улмасов, Б.Б. Эшмурадов, О.Ш. Сабирова, Б.Т. Хаминов, Ф.М. Наврузов, Д.Х. Абдулаев, М.М. Машарипова, З.У. Махаммаджонов, С.С. Жовлиев. Исследование структуры и вязкоупругих свойств взаимопроникающих систем на основе эпоксидиановых полимеров и полиуретана/ Материалы Международные НТК «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение», -Ташкент, 2021, -С. 137-138.

23. Т.У.Улмасов, З.У.Махаммаджонов, Б.Б.Эшмурадов, С.С.Жовлиев, М.С.Тухлиев, Б.Ю. Рузиева, А.Саттаров, Ф.М.Наврузов, О.Абдуллаев. Исследование влияния надмолекулярной структуры адгезива на адгезионную прочность при формировании покрытий/ Материалы Международные НТК «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение», -Ташкент, 2021, -С. 155-156.

24. Н.С. Абед, Т.У. Улмасов, Б. Хаминов, Б.Ю. Рузиева, З.У. Махаммаджонов, Ш.Х. Жовлиев, А. Саттаров. Важнейшие показатели терморезистивных полимерных материалов, применяемых при формировании покрытий / Материалы Международные НТК «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение», -Ташкент, 2021, -С. 156-157.

Автореферат «Композицион материаллар» журнали тахририятидан
ўтказилиб, ўзбек, рус, ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро
мувофиқлаштирилди