

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.03.04 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

СОБИРОВ БЕКЗОДБЕК АХМАДЖОНОВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ АШЁЛАРДАН МАШИНА ДЕТАЛЛАРИ УЧУН
ГЕТЕРОКОМПОЗИТ ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАРИ ВА
ҚОПЛАМАЛАРИНИ ЯРАТИШ АСОСЛАРИ**

**05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик.
Қуймачилик. Металларга термик ва босим остида ишлов бериш.
Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси
(қуймачилик ва металларга термик ишлов бериш йўналиши бўйича)**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2020

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)
диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Собиров Бекзодбек Ахмаджонович

Маҳаллий ашёлардан машина деталлари учун гетерокомполит полимер материаллари ва қопламаларини яратиш асослари..... 3

Собиров Бекзодбек Ахмаджонович

Основы создания гетерокомполитных полимерных материалов и покрытий из местного сырья для деталей машин..... 25

Sobirov Bekzodbek Ahmadjonovich

Basics of creating heterocomposite polymeric materials and coatings from local raw materials for machine parts..... 47

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 51

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.03.04 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

СОБИРОВ БЕКЗОДБЕК АХМАДЖОНОВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ АШЁЛАРДАН МАШИНА ДЕТАЛЛАРИ УЧУН
ГЕТЕРОКОМПОЗИТ ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАРИ ВА
ҚОПЛАМАЛАРИНИ ЯРАТИШ АСОСЛАРИ**

**05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик.
Қуймачилик. Металларга термик ва босим остида ишлов бериш.
Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2020

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.4.PhD/T725 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.idtu.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Джумабаев Алижон Бакишевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Абдуллаев Фатхулла Сағдуллаевич
техника фанлари доктори, профессор

Бекмурзаев Нурхон Хайитович
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

Тошкент давлат транспорт университети

Диссертация химояси Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.03.04 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил «31»_октябрь_ соат _13⁰⁰_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2-уй. Тел./ факс: (99871) 227-10-32, E-mail: tadqiqotchi@tdtu.uz).

Диссертация билан Тошкент давлат техника университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (165 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2-уй. Тел.: (99871) 227-10-32).

Диссертация автореферати 2020 йил «26»_октябрь_ куни тарқатилди. (2020 йил «26»_октябрь_ даги _165_ рақамли реестр баённомаси).



К.А.Каримов

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

И.Д.Тураходжаев

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш котиби, т.ф.д., профессор

Ф.С.Абдуллаев

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда замонавий машинасозлик саноати барча сохалар каби изчиллик билан кундан-кунга ривожланиб бормоқда, ўз навбатида машина ва механизмларни, шу жумладан, пахта саноати учун ишлатиладиган технологик жиҳозларни зарур бўлган эксплуатацион ишончлиликлка эга бўлишини ва самарадорлигини таъминлаш ҳозирги кундаги муҳим омиллардан бири ҳисобланади. Шунинг учун пахтани қайта ишловчи машиналарнинг эксплуатацион ишончилигини таъминлашда, юқори самарали композицион полимер материаллардан мақсадли фойдаланиш, шунингдек, технологик жиҳозлар ишчи сиртларида янги материалларни қўллаш орқали такомиллаштириш ҳал этишни кутаётган долзарб илмий ва техник муаммолардан бири ҳисобланади. Бу борада ривожланган мамлакатлар, жумладан АҚШ, Англия, Германия, Испания, Россия, Япония, Хитой, Туркия ва бошқа мамлакатларнинг илмий-тадқиқот марказларида полимер композицион материаллардан маҳсулотлар олишда сифат кўрсаткичларига, хусусан эксплуатацион ишончлиликлка алоҳида эътибор қаратилмоқда.

МДҲ мамлакатлари ҳамда ривожланаётган мамлакатларнинг машинасозлик саноати ва иқтисодиётнинг бошқа сохаларида маҳаллий ашё ва энергетик ресурслардан оқилона фойдаланиш шу куннинг ўта долзарб муаммолари қаторидан жой олмоқда. МДҲ мамлакатларида замонавий машинасозлик ривожланишининг фундаментал ва амалий асосларидан бири бўлган материалшунослик ва янги материаллар технологиясида тадқиқотларни фаоллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Етакчи ривожланган давлатлар олимлари тадқиқотларини таҳлил қилинганда машинасозликда материалшуносликнинг долзарб илмий йўналишлари орасида нометаллар, хусусан полимер материалларини машинасозлик саноати тармоқларида мақсадли қўллашга доир жуда кўп салмоқли тадқиқот ишлари амалга оширилмоқда. Шунингдек термореактив полимерларнинг оптимал таркибларини шакллантириш орқали физик, механик ва эксплуатацион ишончилигини таъминлаш ва машинасозликнинг кенг тармоқларида қўллаш ечимини кутаётган илмий-амалий муаммолардан бири ҳисобланади. Пахтани дастлабки қайта ишлаш корхоналарининг йирик технологик, мураккаб конфигурацияли машиналарнинг ишчи сиртларида самарали полимер материаллар асосида қопламаларни шакллантириш ҳамда машина деталларини полимер материаллардан ишлаб чиқариш учун янги энергия ва ресурсларни тежовчи технологияларни ишлаб чиқиш зарур ҳисобланади.

Мамлакатимизда сўнгги йилларда полимер композицион материаллардан маҳсулотлар олиш кенг йўлга қўйилган бўлиб, ушбу материалларда маҳаллий ашёларни қўллаш орқали ресурстежамкорликни таъминлаш чора-тадбирлари амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... макроиқтисодий барқарорликни мустаҳкамлаш ва юқори иқтисодий ўсиш суръатларини сақлаб қолиш, миллий

иктисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш, ... иктисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш»¹ вазифаси белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга ошириш, жумладан полифункционал гетерокомполит полимер материаллардан сифатли маҳсулотлар ишлаб чиқиш, куйма усулда олинаётган маҳсулотларнинг сифати, дизайни ва таннархини дунё стандартларига мослаштириш, маҳаллий ашёларни қўллашда ресурстежамкор технологияларни ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони, 2016 йил 26 декабрдаги ПҚ-2698-сон «2017-2019 йилларда тайёр маҳсулот турлари, бутловчи буюмлар ва материаллар ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришнинг истиқболли лойиҳаларини амалга оширишни давом эттириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги Қарори, 2018 йил 21 сентябрдаги ПФ-5544-сон «2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида» ги Фармони, 2018 йил 27 апрелдаги ПҚ-3682-сон «Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалий жорий қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологияларни ривожланишининг II. “Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик” устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунё олимлари томонидан полимер композицион материалларнинг хусусиятлари, структураси, таркиблари, физик, кимёвий, механик, эксплуатацион ва бошқа хоссаларини яхшилаш бўйича кўплаб илмий тадқиқотлар олиб борилган. Материалшуносликда полимер материалларни кенг қамровли қўллаш бўйича дунёнинг етакчи олимлари, жумладан АҚШ, Англия, Германия ва Испания тадқиқотчилари Dirk G. Kurth, Juan Baselga Llido, Olga Martin Cadiz, Kazunori Fujisawa ва бошқалар томонидан олиб борилган тадқиқотлар натижасида полимер материалларнинг триботехник ва адгезион мустаҳкамлигининг самарадорлигини ошириш, полимер материалларнинг ички тузилиши, структура мослашувчанлиги ва эксплуатацион ишончилигини ошириш технологиялари ишлаб чиқилган.

МДҲ олимлари, жумладан Россия ҳамда Беларус олимлари Н.С.Ениколопов, Г.И.Бартенсов, А.А.Берлин, В.А.Белый, А.И.Свириденок, В.А.Струк, В.А.Гольдаде, П.Н.Богданович ва бошқалар томонидан олиб

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони.

борилган тадқиқотлар натижасида механик хусусиятлар ва устмолекуляр структураларнинг металл-полимер системалар антифрикцион-ейилишбардошлилик хоссаларини оширишга эришилган. Япония, Хитой ва Туркия олимлари Morinobu Endo, Eiji Mori, Yasuyoshi Nishida, Tadashi Kaneki, Iris Hölken ва бошқалар томонидан полимер материалларнинг таркибларини оптималлаштириш орқали структураларини бошқариш усуллари ишлаб чиқилган. Тадқиқотларда машиналар механизмларининг ишчи органлари ва уларнинг эксплуатацион хоссалари инобатга олинган.

Ўзбекистон олимларидан полимер композицион материалшуносликнинг ривожига академиклар С.С.Негматов, М.А.Асқаров, С.Ш.Рашидова, т.ф.д., профессорлар А.Ибодуллаев, З.А.Таджиходжаев, А.В.Умаров, А.А.Рискулов, О.Ёриев, сирт структураларини оптималлаш, технологик нотекисликлар параметрларини бошқариш бўйича академик Р.Г.Маҳкамов, композицион полимер қопламаларнинг пахта билан ўзаро таъсирлашувида структуравий мослашувчанлигининг ўзига хос жиҳатлари бўйича профессор У.А.Зиямухамедова, композит материалларни қўллаш ва технологик жиҳозлар ишчи органлари конструкцияларини оптималлаштириш бўйича профессор А.Джураев, пахта билан ишқаланиш шароитида ишлайдиган композит полимер материалларни ишлаб чиқиш ва уларни мақсадли қўллаш методологик асоси ва воситалари бўйича профессор А.Б.Джумабаев, композицион полимер материаллардан ясалган пахтани ташувчи пневмотранспортлари иш самарадорлигини баҳолаш бўйича профессор Х.Т.Ахмедходжаевлар илмий тадқиқот ишларини олиб борганлар. Натижада пахтани механик жароҳатдан сақлаш эвазига табиий хусусиятини маълум даражада асрашга эришилган. Аммо, пахта толаси ва чигитини механик тўқнашувларда жароҳатланиши тўғрисида жуда кўп тадқиқот ишлари олиб борилган бўлсада жароҳат миқдорини сон ва сифат жиҳатдан баҳолашнинг муайян назарий ва амалий методи ишлаб чиқилмаган. Бу тадқиқотлар истиқболли ечими сифатида нафақат кўпфункционал полимер қопламагина эмас, балки гетерокомпозит полимер материалларидан бутун қуйма детал ёки металлополимер конструкциялар яратиш долзарблиги замон талабига айланмоқда. Шу муносабат билан активацион-гелиотехнологик усулидан фойдаланган ҳолдаги назарий ва амалий тадқиқотлар муҳим аҳамиятга эга.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университети ҳамда “Андижон пахтасаноати ҳудудий филиали” МЧЖ, “Самарқанд пахтамаш” МЧЖ, “Каттақўрғон пахтамаш” МЧЖ, “Ўз-ДонгЖУ Пэинт Ко” МЧЖ ҚҚ, “Қорасув пахта тозалаш” АЖ, “Ўқчи пахта тозалаш” АЖлар билан тузилган ҳамкорлик шартномалари ва Давлат илмий-техника дастурлари доирасида бажарилаётган ОТ-Ф-2-41 «Машинасозлик учун маҳаллий ашёлар ва маҳаллий энергетик ресурслар асосидаги гетерокомпозит полимер материалларининг структуравий шаклланиш жараёнлари ва функционал хусусиятларининг тадқиқотлари» мавзуларидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади маҳаллий хомашёлар асосида гетерокомпозит полимер материаллардан пахтага дастлабки ишлов бериш технологик жихозлари эксплуатацион ишончилиги ва самарадорлигини ошириш учун полимер қопламали ва қуйма деталларини яратишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

кўп факторли критерияларни прогнозлаш назарий асосларини таҳлил этиш асосида тола ва чигитнинг механик жароҳатланишини сон ва сифат жиҳатидан баҳолаш мезонини ишлаб чиқиш;

тадқиқот натижаларининг ишончилигини асосли таъминлаш учун математик аппарат ва замонавий компьютер технологиясидан унумли фойдаланиш;

антифрикцион-ейилишбардошли гетерокомпозит полимер материаллардан пахта бунтини бузиш қозикчали деталларини олиш учун технологик пресс-формаларини ясаш;

антифрикцион-ейилишбардошли гетерокомпозит полимер материаллардан машина ишчи органлари учун қуйма деталларини олиш технологик режимлари ва геометрик параметрларини оптималлаштириш;

тадқиқот натижаларини жорий этиш ва техник-иқтисодий самарадорлигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида пахтага дастлабки ишлов беришдаги йирик габаритли технологик жихозларнинг ишчи деталлари, пахта бунтини бузиш қозикчалари, гетерокомпозит полимер материаллари, маҳаллий минераллар асосидаги тўлдирувчилар ва ипакни қайта ишлаш чиқиндиси олинган.

Тадқиқотнинг предмети сифатида маҳаллий ашё (ангрэн каолини, ипакни қайта ишлаш чиқиндиси) лардан самарали фойдаланишга қаратилган гетерокомпозит полимер материалларининг оптимал таркиби ва технологияси олинган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида гетерокомпозит полимер материалларнинг антифрикцион-ейилишбардошли хоссаларини ўрганишда O'zDSt 22.28-2014 стандарти асосидаги дискли трибометр (№FAP 00782), гетерокомпозит полимер материаллар намуналарининг микроструктурасини ўрганишда эса ЭМВ-100 БР электрон микроскопи қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

транспортёрларнинг тўғри чизикли қисмларига 1,0-1,5 мм қалинликдаги гетерокомпозит полимер қопламалари ишлаб чиқилган;

гетерокомпозит полимер материаллардан ясалган қозикчали деталлар ишлаб чиқилган;

маҳаллий хомашё ва ишлаб чиқариш чиқиндиларидан антифрикцион ва антифрикцион-ейилишбардошли гетерокомпозит терморреактив материаллар олишнинг самарали технологияси ишлаб чиқилган;

гетерокомпозит полимер материаллари ва полифункционал қопламаларни қўллаб пахтанинг механик жароҳатланишини камайтириш имконини берадиган технология таклиф қилинган;

антифрикцион-ейилишбардошли гетерокомпозит полимер материалларини босим остида қуйиш технологик параметрларининг ўзаро боғлиқлиги ўзгариш қонуниятлари асосида регрессион тенгламалари ишлаб чиқилган;

кўп факторли критериял прогнозлаш назарий асосларини таҳлил этиш асосида тола ва чигитнинг механик жароҳатланишини сон ва сифат жиҳатидан баҳолашнинг мезони ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

гетерокомпозит полимер материалларнинг физик-механик ва технологик характеристикалари асосида пахтага дастлабки ишлов бериш ишчи жихозларининг эксплуатацион ишончилигига таъсири қонуниятлари ўрнатилган;

РБ ва РП ишчи органлари учун гетерокомпозит полимер материаллар асосидаги бутун қуйма қозикчали детал конструкциялари яратилган;

гетерокомпозит полимер материаллар асосидаги пахтага дастлабки ишлов бериш машина ва механизмлар ишчи органлари қозикчали деталларини олишнинг оптимал параметрлари таклиф этилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги стандарт усулларни қўллаш, антифрикцион-ейилишбардошли гетерокомпозит полимер материаллар таркиблари миқдорларини компьютер дастурларини қўллаб математик ишлов бериш ва олинган ГКПМларнинг физик-механик ва триботехник хоссаларини тадқиқот натижалари билан ишонарлилигини математик-статистик усулини мақсадли қўллаш билан асосланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти – пахта толаси ва чигитининг механик жароҳатланишини мавжуд прогнозлаш ва махсус критериял баҳолаш мезонлари асосида сон ва сифат жиҳатдан аниқ миқдорлар билан қўлланилиши мумкинлиги илк бор таклиф этилди. Антифрикцион-ейилишбардошли гетерокомпозит полимер материалларнинг деформацияланиш хусусиятлари, ишқаланиш ва ейилишга таъсирли қонуниятларини аниқлаш йўли билан ҳамда пахтани қайта ишлаш машина ва механизмларининг ишчи органлари ишончилиги ва самарадорлилигини оширишни таъминлайдиган қозикчали деталларини ва технологик жихозлар ишчи органларини яхлит конструкциялаш тамойилларининг илмий асосланиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти – машина ва механизмларнинг гетерокомпозит полимер материаллардан тайёрланган ишчи органлари ва деталларининг энг муҳим эксплуатацион ишончилиги ва самарадорлилиги ортанлиги ҳамда маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслардан унумли фойдаланганлиги билан белгиланади. Тадқиқот натижаларига математик ишлов беришда Ньютон интерполяцион формуласи ва Лагранж методини қўлланилиши натижаларнинг ишончилиги, аҳамиятлилигини асосланиши ва қўлланиш доирасининг янада кенгайтириш имконини яратилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.

Маҳаллий ашёлардан машина деталлари учун гетерокомпозит полимер материаллари ва қопламаларини яратиш асослари тадқиқотлари бўйича олинган натижалар асосида:

- транспортёрларнинг тўғри чизикли қисмларига 1,0-1,5 мм қалинликдаги гетерокомпозит полимер қопламалари «QORASUV PAHTA TOZALASH» АЖ корхонасида жорий қилинган (О'ЗРАХТАСАНОАТ АЖ нинг 2020 йил 18 июндаги 03-18/1851-сон маълумотномаси). Натижада транспортёрларнинг иш самарадорлигини 0,3-0,5 марта ошишини таъминлади;

- гетерокомпозит полимер материаллардан ясалган қозикчали деталлари «QORASUV PAHTA TOZALASH» АЖ корхонасида жорий қилинган (О'ЗРАХТАСАНОАТ АЖ нинг 2020 йил 18 июндаги 03-18/1851-сон маълумотномаси). Натижада пахтанинг механик жароҳатланишини 1,7-2,0 марта камайтириш имконини берди;

- маҳаллий хомашё ва ишлаб чиқариш чиқиндиларидан антифрикцион ва антифрикцион-ейилишбардошли композицион терморреактив материаллар олишнинг самарали технологияси «QORASUV PAHTA TOZALASH» АЖ корхонасида жорий қилинган (О'ЗРАХТАСАНОАТ АЖ нинг 2020 йил 18 июндаги 03-18/1851-сон маълумотномаси). Натижада технологиянинг жорий этилиши технологик жихозларнинг ишлаш муддатини 30-35% га оширди.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертациянинг тадқиқот натижалари 12 та, жумладан 9 та халқаро ва 3 та Республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 30 та илмий иш чоп этилган. Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларни чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларида 6 та мақола, жумладан 1 таси ҳорижий ва 5 таси Республика журналларида нашр этилган, 2 та компьютер дастурига гувоҳнома олинган ва битта ҳаммуаллифликдаги монография (27,5 босма табоқ ҳажмда) нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми: Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, мавзу бўйича муаммонинг ўрганилганлик даражаси келтирилган, тадқиқотнинг мақсади, вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг назарий ҳамда амалий аҳамияти изоҳлаб берилган, тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши, нашр этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Шу билан бирга, гетерокомпозит полимер қопламаларни олиш учун ОТ-Ф-2-41 фундаментал лойиҳа раҳбари Зиямуҳамедова У.А. томонидан таклиф этилган пахтани қайта ишлаш учун технологик ускуналарнинг ишчи юзаларида активацион-гелиотехнологик усулидан фойдаланилди (1-расм).

Диссертациянинг “Гетерокомпозит полимер материаллар ва қопламалар хусусиятларининг тадқиқот усуллари ва объектини танлаш” деб номланган иккинчи боби илмий тадқиқот ишининг объекти ва тадқиқот усуллари танлашга бағишланган бўлиб, хусусан, термик ишловсиз табиий шароитда шакллантириш учун полимер боғловчилар ва структура ҳосил қилувчи компонентлар танлаб олинди, бу мураккаб конфигурацияли ва йирик ўлчамдаги технологик жихозлар ва пахтага дастлабки ишлов бериш машиналари учун юпқа қатламли гетерокомпозит қопламаларни модификациялашда активацион-гелиотехнологик усулини қўллашни таъминлайди.

1-жадвалда тадқиқот учун танланган асосий материаллар келтирилган.

1-жадвал

Қоплама учун танланган материаллар

№	Материал номи	ГОСТ ёки ТУ	Изох
1	Эпоксид смоласи (ЭД-20)	ГОСТ 10587-72	Термореактив боғловчи
2	Дибутилфталат (ДБФ)	ГОСТ 8728-76	Пластикатор
3	Полиэтиленполиамин (ПЭПА)	ТУ 6-02-594-70	Қотирувчи
4	Графит (Пластинкали)	ГОСТ 44404-88	Тўлдирувчи ($d \leq 20$ мкм)
5	Каолин (Ангрен)	О'zDSt 1056:2004	Тўлдирувчи ($d \leq 20$ мкм)
6	Полиэтилен	ГОСТ 18599-83	Термопласт боғловчи
7	Ипакни қайта ишлаш чиқиндиси (ИҚИЧ), синчловчи	О'zDSt 993-2011	Тўлдирувчи ($d \leq 100$ мкм)

ЭД-20 боғловчисини танлаш, термик ишловсиз табиий шароитда шакллантириш учун қўйма полимер материаллар ва қопламалар ишлаб чиқаришнинг энг қулай полимерлардан бири эканлиги билан боғлиқ.

Ҳозирги кунда асосан гетерокомпозит полимер материалларнинг юқори кучли хусусиятларини таъминлайдиган силикатлар: кум, цемент, талк, каолин, волластонит ва бошқалар полимер материаллар ва қопламалар олиш учун тўлдирувчи сифатида ишлатилади.

“ANGREN KAOLIN” МЧЖ маҳсулотларининг танланган маркалари кимёвий ва дисперсли таркиби билан ажралиб туради, бу эса мақбул структура ҳосил қилишга ва техник-иқтисодий кўрсаткичларга эга қопламаларни олиш имконини беради.

“ANGREN KAOLIN” МЧЖ қўйидаги қайта ишланган хом ашёнинг 48% миқдориди каолин маҳсулотларини ишлаб чиқаради: АКФ-78 (ишлаб чиқарилган маҳсулотларнинг 25,7%) - қоғоз ва лак бўёқ ишлаб чиқаришда фойдаланишга мўлжалланган; АКС-30 (ишлаб чиқарилган маҳсулотнинг 42,9%) - керамика саноати ва электр изоляция материаллари учун; АКТ-10 (ишлаб чиқарилган маҳсулотнинг 31,4%) - шиша ишлаб чиқариш ёки тикиш

учун тайёр бўлмаган хом ашё. “ANGREN KAOLIN” МЧЖ томонидан ишлаб чиқарилган каолиннинг асосий маркалари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

О’зДSt 1056: 2004 “Бирламчи бойитиш каолини” TSh бўйича каолинни қўллаш соҳасида тавсия этилган техник маркалар

Марка	Қўлланилиш соҳаси
AKF-78	Каолин пастаси, юқори сифатли керамика, кабел, пластмасса, электр техникаси (изоляциялар) лак-бўёқ, парфумерия маҳсулотларини ишлаб чиқариш учун хомашё кўринишида, шунингдек қоғоз, каогулянтлар ишлаб чиқаришда тўлдиргич сифатида ишлатилади.
AKC-30	Керамика буюмлари ишлаб чиқариш учун қўлланилади
AKT-10	Қурилиш материаллари, техник резина, пластмасса, лакбўёқ маҳсулотларини ишлаб чиқариш учун қўлланилади.
Изоҳ – товар белгиларида қуйидаги қисқартмалар қабул қилинади: - АКФ-78 – қоғоз ишлаб чиқариш учун ангрэн каолини, 78%; - АКC-30 – алюминий оксиди (Al_2O_3) бўлган керамика буюмлари ишлаб чиқариш учун ангрэн каолини - $(30 \pm 2) \%$; - АКТ-10 – тўлдирувчи сифатида ишлатиладиган ангрэн каолини, таркибида энг кам алюминий оксиди бор - (Al_2O_3) - $(10 \pm 2) \%$; - АКО – бу “ANGREN KAOLIN” МЧЖ нинг чиқиндисидир.	

ШЎРТАН ГАЗ КИМЁ мажмуасида ишлаб чиқариладиган термопластик полимерларнинг турли маркалари 3-жадвалда кўрсатилган, ушбу маркали полимерлардан исталган деталларни қуйиш орқали олиш мумкин.

3-жадвал

ШЎРТАН ГАЗ КИМЁ мажмуасида ишлаб чиқариладиган полиэтиленнинг саноат маркалари

Паст зичликдаги полиэтилен	Ўрта зичликдаги полиэтилен	Юқори зичликдаги полиэтилен	
F-Y720	R-0333	F-Y240	I-0754
F-Y920	WC-Y734	P-Y242	B-Y456
F-0120	F-Y336	P-Y342	P-Y456
F-0220	WC-Y434	F-Y346	I-0760
F-0320	P-Y337	O-Y446	B-Y460
I-0525	R-0338	R-0448	I-2560
I-1625		B-Y250	I-1561
		O-Y750	O-Y762
Изоҳ: F-плёнка (film); I-қуйиш (injection); R-ротацион қолиплаш (rotation); WC-сим ва кабельс(wire and cable); P-кувур (pipe); O - йўналтирилган тузилмалар (oriented tapes); B – зарб остида қолиплаш (blow).			

Назарий ва амалий таҳлиллардан олинган маълумотларга интерполацион Ньютон формуласи ва Лагранж усули ёрдамида ишлов берилди. Шунинг учун Ангрэн каолинлари ёрдамида активацион-гелиотехнологик усулда ҳосил бўлган гранулометрик тўлдирувчилар ҳажмини тақсимлаш ва гетерокомполит эпоксид қопламаларининг хусусиятларини аниқлаш учун эксперимент ўтказиш режалаштирилди. Математик моделни яратиш учун икки турли хил эксперимент учун Ньютоннинг интерполяция формуласи тузилган:

$$P_0 = y_0 + \frac{\Delta y_0}{1!h_0}(x - x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2!h_1^2}(x - x_0)(x - x_1) \quad (1)$$

Диссертация ишида АКТ-78 билан тўлдирилган гетерокомполит полимер материалларнинг қопламалари учун микроқаттиқлик H_m (МПа) ва адгезион мустаҳкамлик σ_a (МПа) нинг ўзгариш қонуниятларини аниқлаш учун Ньютоннинг интерполяция формуласидан фойдаланган холда маълумотлар фарқи жадвалидан фойдаланилди (4-расм).

4-жадвал

Ангрен каолинлари ёрдамида активацион-гелиотехнологик усулда ҳосил бўлган тўлдирувчи таркибий қисмлари, заррачалар ҳажмининг тарқалиши ва гетерокомполит эпоксид қопламаларининг хусусиятлари бўйича тажрибани режалаштириш

ГКПМ дан тайёрланган қопламаларнинг тури, гранулометриқ таркиби (масса соат)	ГКПМли қопламаларнинг физик-механик хоссалари		Эксплуатация тавсифи ГКПМ қопламалар фактор бўйича ² $f \cdot \delta_0$	
	Микроқаттиқлик H_m (МПа)	Адгезион мустаҳкамлик ¹ σ_a (МПа)		
АКТ-78	10 (d=0,001-0,01)	14,5	142	0,021
	20 (d=0,001-0,01)	15,2	131	0,028
	30 (d=0,001-0,01)	12,1	98	0,038
АКС-30	10 (d=0,02-0,2)	18,1	112	0,026
	20 (d=0,02-0,2)	19,3	118	0,032
	30 (d=0,02-0,2)	18,6	96	0,036
АКТ-10	10 (d=10-30)	16,2	122	0,022
	20 (d=10-30)	18,3	133	0,023
	30 (d=10-30)	19,2	131	0,026
АКО	10 (d=30-50)	15,2	112	0,025
	20 (d=30-50)	16,3	121	0,028
	30 (d=30-50)	17,1	110	0,032

Изох: 1 – ажратишга; 2 – $p \cdot v = 0,05$ МПа·м/с бўлса, O'zDSt 2822-2014

Ньютон интерполяцияси формуласидан фойдаланиб, қуйидаги маълумотларни белгилаб оламиз:

$$x_0 = 14.5, x_1 = 15.2, x_2 = 12.1; y_0 = 142, y_1 = 131, y_2 = 98$$

$$P_{11} = 142 - \frac{11}{1!}(x - 14,5) - \frac{22}{2!}(x - 14,5)(x - 15,2)$$

$$= 142 - 11x + 159,5 - (11x - 159,5)(x - 15,2)$$

$$= 142 - 11x + 159,5 - 11x^2 + 167,2 + 159,5x - 2424,4$$

$$= -11x^2 - 170,5x - 2097,7$$

ёки

$$P_{11} = -11x^2 - 170,5x - 2097,7 \quad (2)$$

Ушбу функцияларнинг графиги диссертация ишида берилган.

Диссертациянинг “Машина деталлари учун гетерокомполит полимер материаллари яратишнинг назарий ва технологик асослари” деб номланган учинчи бобида технологик омилларнинг гетерокомполит термопластик ва терморектив полимер материаллардан пахтани жароҳатдан

сақлашга ва тайёрлашга мўлжалланган машина ва механизмларнинг қозикчали деталларини олиш учун уларнинг физик-механик хоссаларига таъсири бўйича экспериментал тадқиқот қилиш натижалари келтирилган.

Иқтисодиёт тармоқлари учун муҳим стратегик хомашё ҳисобланган табиий хусусиятли пахтани териш жараёни ва қайта ишлаш жараёни бироз ўзгарди. Чунки пахта хомашёси, айниқса унинг толаси, қаттиқ ва қўпол металл сирт билан ўзаро механик таъсирланишувда ишлайди. Хом ашё сифатига ва машина ва механизмларнинг ишлашига салбий таъсир кўрсатадиган асосий омиллардан бири бу пахтанинг машина ишчи органлари сиртлари билан ишқаланиш кучи (коэффициенти) дир.

Полимер материалларнинг иш фаолиятини баҳолаш учун турли хил усуллар мавжуд. Масалан, полимер материаллар ейилишбардошлигини баҳолаш учун куйидаги мураккаб омилни келтириш мумкин:

$$I \sim \frac{f}{H \sigma_p \varepsilon_0}, \quad (3)$$

бу ерда, H - қаттиқлик, σ_p – узилишга мустаҳкамлик; ε_0 – узилишдаги чўзилиш. Мураккаб омилнинг қиймати ($H \sigma_p \varepsilon_0$) қанчалик кўп бўлса, ейилишбардошлик ҳам шунчалик кам бўлади.

Полимерларнинг ишчанлигини баҳолашнинг яна бир муддат бўйича усули мавжуд:

$$\tau \sim \frac{\sigma}{I \cdot f}, \quad (4)$$

бу ерда I – қопламанинг чизиқли ейилиш даражаси.

Тадқиқот натижаларининг кўпфакторли тахлили ва ўзаро таъсир қилувчи материалларнинг хусусиятлари ва трибопараметрлари ўртасидаги ўзаро боғлиқлиги асосида профессор А.Б. Джумабаев тола ва чигитнинг механик жароҳатланишини сифат жиҳатидан баҳолаш критериял мезонини тақдим этган:

$$f \cdot \delta \sim \exp \left[\frac{E_M - E_B}{E_M} \right] \cdot \frac{R_Z K_B H B_H}{d K_H H B_C} \rightarrow \min, \quad (5)$$

бу ерда,

E_M ва E_B – мос равишда материал ва толанинг эластик модули;

$H B_H$ ва $H B_C$ - мос равишда тўлдирувчи ва боғловчи қаттиқлиги;

R_Z - белгиланган нотекистик баландлиги;

d - пахта толасининг диаметри;

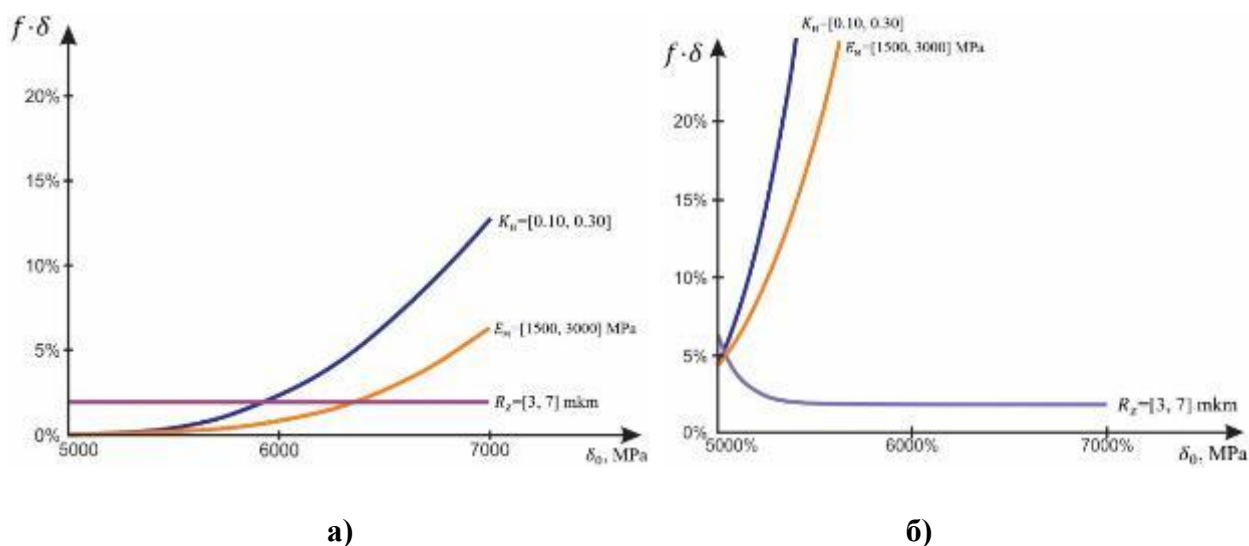
K_B - пахта таркибидаги тола улуши;

K_H - тўлдирувчи концентрацияси.

Таклиф этилаётган мезонга биноан, минимал мураккаб омил (ишқаланиш коэффициенти ва пахтанинг нисбий жароҳатланишини минималлаштириш) мавжуд бўлган юқори самарали ГКПМни танлашда, материалнинг Юнг модулини пахта толасининг Юнг модулига

яқинлаштиришга ҳаракат қилиш керак, шу билан бирга, сиртнинг микроқаттиқлиги бир текис тарқалишини таъминлаш орқали эришилган нетекилик баландлиги минимал ўзгаришини таъминлаш керак. Бундай ҳолда, ГКПМ ишқаланиш иссиқлик таъсирини ўзгартириш орқали технологик жиҳозлар ишлаш шароитида (ρ) f миқдорини максимал барқарорликка эришиш жуда муҳимдир.

Пахта билан ўзаро таъсирланишувда материалларнинг триботехник хусусиятларини аниқлашда қайд этилган стандарт усул ва воситаларни қўллаган ҳолда, расмдаги омилларнинг аҳамиятини аниқлаш ва баҳолаш учун компьютер дастури (№ DGU 06757) ишлаб чиқилди (2-расм).

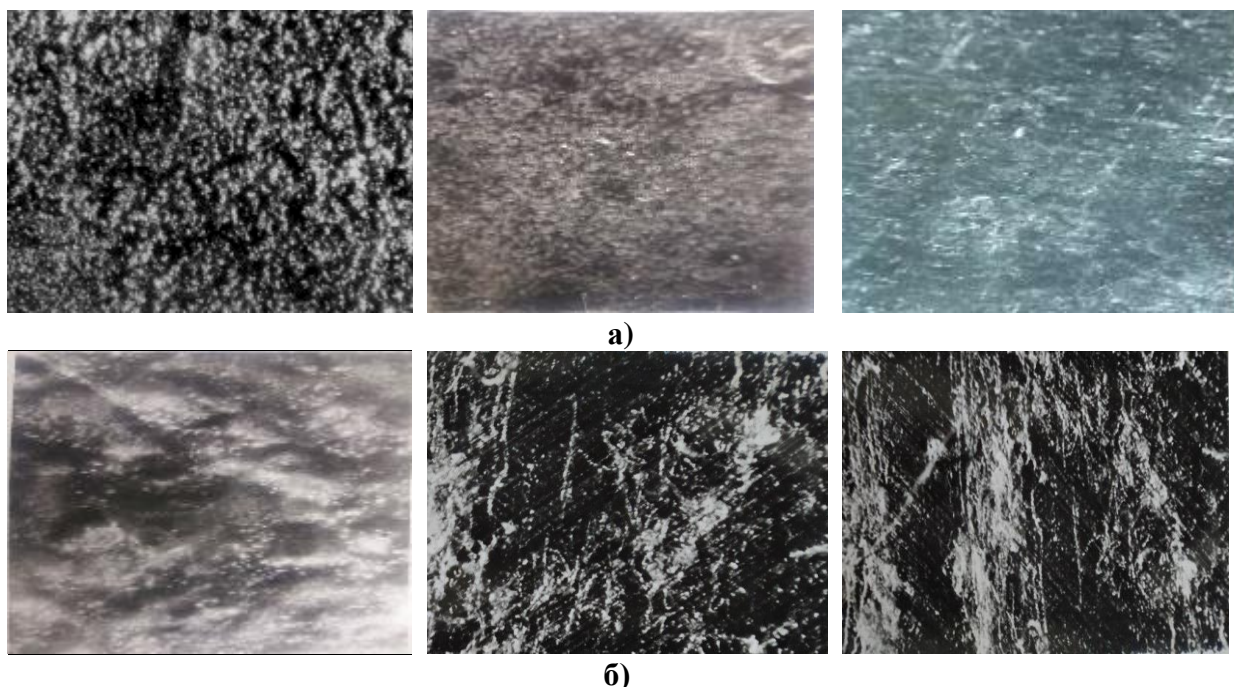


2-расм. Пахтанинг nisбий жароҳатланиши ва ишқаланиш коэффициентини қўпайтмаси билан боғлиқлиги графиги.

Жуда мураккаб кўп факторли таҳлилни экспериментал равишда ўтказиш учун О'зДSt 2822-2014 миллий норматив ҳужжати ишлаб чиқилган бўлиб, унда синов дастгоҳи сифатида Дискли трибометр (№ FAP 00782) ишлатилди. Ишлаб чиқилган гетерокомпозит полимер материал ва қопламаларининг пахта билан фрикцион ўзаро таъсирлашув синовидан олдин ва кейин сирт структурасини оптик микроскоп ёрдамида таҳлил қилишда АКФ-78 ва АКС-30 майда дисперсли полимер қопламалари кам ейилган силлиқ юзаларга эга эканлигини таъкидлаш мумкин. АКТ-10 билан тўлдирилган гетерокомпозит полимер қопламалар аниқ ишқаланиш белгилари билан ажралиб туради, бу жуда кенг тарқалган дисперс тўлдирувчи билан боғлиқ микроқаттиқликнинг нотекис тарқалиши натижасида юзага келади (3-расм).

Тақдим этилган қонуниятлардан назарий қоидаларни янада ривожлантириш тўғрисида хулоса қилиш мумкин.

Шундай қилиб, тақлиф этилаётган бирликсиз мезон пахтани қайта ишлаш жиҳозлари ишчи органларида ва механизмларида ишлатиладиган антифрикцион-ейилишбардошли гетерокомпозит полимер материаллар яратилишининг илмий асоси, деб эътироф этиш мумкин.



3-расм. Триботехник ишқаланиш синовидан олдин ва кейин сирт тузилиши (x300).

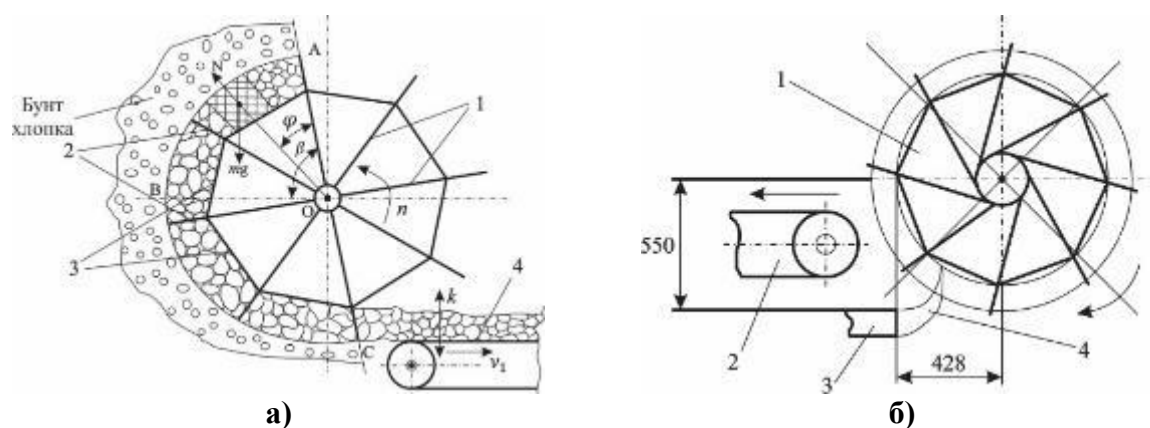
4-расмда пахта билан тўқнашадиган радиал ва горизонтал қозикчаларнинг металлоконструкцияли кўриниши келтирилган. Келтирилган расмлардан радиал бронзали қозиклар бутунлай ейилганлигини ва ён томон қозикларни эса жуда қаттиқ ейилган ҳолатдалигини аниқлаш қийин эмас.



4-расм. Пахта билан тўқнашадиган радиал ва горизонтал қозикчаларнинг металлоконструкцияли кўриниши.

Технологик жараёни таъминлаш пахта бунти (ғарами) ни бузиш ва таъминлагич (РБ ва РП) каби механизациялаштириш воситалари ёрдамида амалга оширилади (5а-расм).

Механизациялаш воситаларининг юқори қирраларига қозикчалар ўрнатилган радиал стерженлар иш жараёнида, “фреза” деб номланувчи ишчи органларни айланиш пайтида, улар пахта массасини кесиб, уни айланиш йўналиши бўйича тортиб олиб, конвейерга узатади. Шу билан бирга, қозиклар пахта қатламига босим ўтказди, бу пахта чигитига зарар етказадиган ва толада тикланмайдиган нуқсонлар пайдо бўлишига олиб келадиган таъсир кучини келтириб чиқаради.



4-расм. Бунтбузги ишчи диаграммаси: а - бунтбузгич чамбарагининг пахта бунтини бузиб олиш жараёни схемаси: 1-радиал стерженлар, 2-қозиқчалар, 3-бириктирувчи стерженлар, 4-транспортёр лентаси. б - бунтбузгич каллагги схемаси.

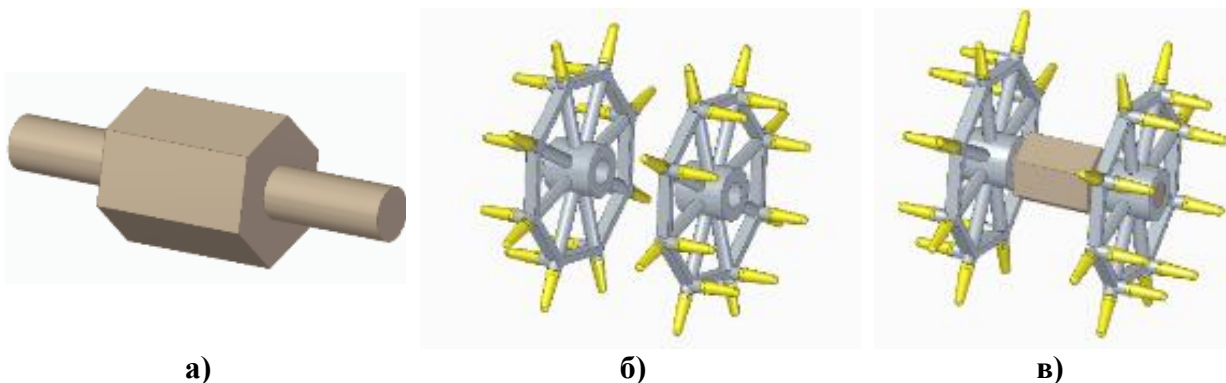
Шунинг учун профессор О.Ш. Саримсаков бунтбузгич (РБ ва РП) ишчи органларини такомиллаштириш мақсадида, янги ишчи орган схемасини (5б-расм) таклиф қилган. Унга кўра янги ишчи орган чамбарак 1, лентали транспортёр 2, таянч 3, кўзғалмас қозиқлар 4 дан иборат бўлади. Бунда радиал стерженлар вал атрофида 140 – 160 мм диаметрга эга бўлган гардиш (втулка) ларга уринма тарзда маҳкамланади. Бу ҳолат радиал стерженлар учининг радиусга нисбатан 10 – 12 град га оғишини таъминлайди. Бу стерженлар учига амалдаги бронза қозиқчалар маҳкамланади. Кўзғалмас қозиқлар алоҳида планкага ўрнатилади. У ўз навбатида таянчга кертikli (резбали) улаш ёки пайванд йўли билан маҳкамланади.

Кўриб ўтилган назарий таҳлиллардан келиб чиққан ҳолда, шунингдек, Уқчи (Андижон вилояти) ва Қорасув (Тошкент вилояти) пахта тозалаш корхоналарида юпқа қатламли қопламалар кўринишидаги тадқиқотларни амалга оширишда полимер ва металлополимер қозиқчалардан фойдаланиб, бунтбузгич ва таъминлагич (РБ ва РП) ишчи қисмларини такомиллаштириш мумкин деган муҳим хулосага келинди.

Ҳозирги вақтда бронзадан тайёрлаш матосининг танқислиги, ишлов беришда кўп меҳнат талаб қилиниши механизациялашда етарли даражада фойдаланилмаслиги сабабли улардан мутлақо воз кечиб ГКПМ керак деган хулосага келинди.

Шунинг учун, илмий ва амалий тадқиқотлар натижасида юқорида ўрганилган пахта бунти (ғарами) ни бузгич ва таъминлагич (РБ ва РП) ишчи органларини маҳаллий минерал тўлдирувчилар ва гетерокомпозит полимер материалларидан фойдаланган ҳолда кассет формаларда куйма детал олиш технологияси таклиф этилди (6-расм).

Диссертациянинг **“Экспериментал тадқиқот натижалари, уларни жорий этиш ва техник-иқтисодий самарадорлигини баҳолаш”** деб номланган тўртинчи бобида тадқиқот натижалари ва уларни таҳлил қилиш, синовдан ўтказиш, амалга ошириш ва техник-иқтисодий самарадорликни баҳолаш бўйича маълумотлар келтирилган.



6-расм. Пахта бунтини бузиш қозикчали ишчи қисмларини тайёрлаш учун қуйма кассетли форма кўриниши: а – ўзак қисм, б - чап ва ўнг қозикчали ишчи қисмлар, с - ГКПМ нинг кассетали ишчи қисми.

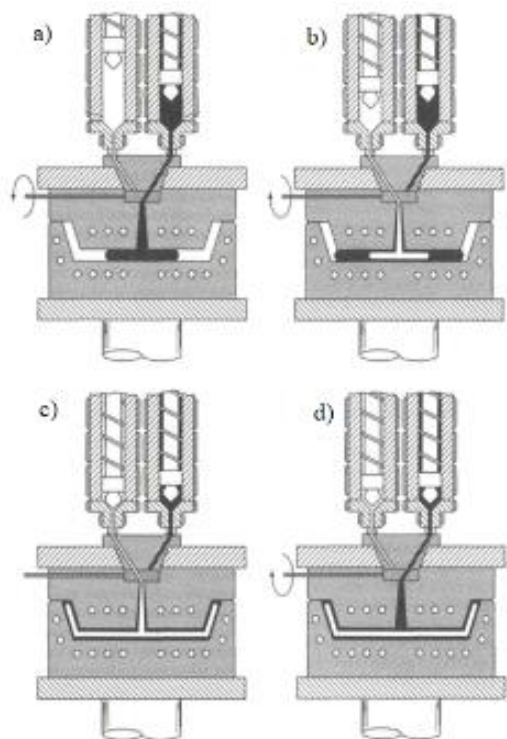
Ҳозирги кунда кўп турдаги полимер материаллардан: термопластлар, реактопластлар, эластопластлар ва бошқалардан технологик машиналарда қўллаб, уларни конструкциясини оптималлаштириш учун тобора кўпроқ ишлар амалга оширилмоқда.

Маълум бўлган конструкциядаги пахта тозалаш мосламасининг тозаловчи бўлими қобикдан, горизонтал текисликда тўртта кетма-кет ўрнатилган композит барабанлардан иборат, унда вал билан бикр уланган гупчакка кийдирилган халқали резина тиқин ўрнатилган қозикча ва планкали ташқи цилиндр мавжуд (7-расм). Бунда пахтанинг қайта ишлаш технологик жараёни бўйича ўрнатилган ҳар бир кетма-кет қозикчали планкали барабаннинг резина тиқинининг ундан олдинги барабаннинг тиқини қалинлигидан (пахтанинг қайта ишлаш технологик жараёни йўналиши бўйича) нисбатан 10-15% камроқ.



7-расм. Қайишқоқ элементли эластик материалдан тайёрланган титиш қозикчали барабан кўриниши.

Бугунги кунга қадар, турли мақсадлар учун кўпкомпонентли маҳсулотларни юқори босим остида қуйиш учун бир неча усуллар ишлаб чиқилган ва саноат миқёсида муваффақиятли қўлланилмоқда. Ушбу усулларнинг ҳар бирини амалга ошириш учун икки ёки ундан ортиқ қуйиш узеллари махсус лойиҳаланган қуйиш машиналари талаб қилинади. Ушбу қурилмаларнинг ҳар бири таркибий қисмлардан бирини пластиклаштиради ва қуйма шакл ҳосил қилади, масалан, ҳар хил рангдаги ва марқадаги термопластлар ва бошқалар (8-расм).



8-расм. Кўп компонентли ҳар хил босим остида қуйишнинг асосий босқичлари схемаси:

а - ҳосил бўлган бўшлиқни тўлдиришнинг дастлабки босқичида маҳсулотнинг сирт қатламини ҳосил қилиш учун термопласт юборилади;

б - қуйишнинг оралик босқичида маҳсулотнинг марказий зонасини тўлдиришга мўлжалланган термопласт ҳосил бўладиган бўшлиқнинг марказига киради;

с - марказий зона учун термопластни қуйиш тугагандан сўнг (у деярли тўлганда), бузилмаган сирт қатлами марказий зонада жойлашган массани тенг равишда қоплайди;

д - маҳсулотнинг марказий зонаси учун термопласт қуйиш жараёни тугагандан сўнг, яна асл ҳолатига қайтади, тозаланади ва кейинги циклга тайёрланади.

Ушбу технологиялардан фойдаланиб биз бунтбузгич ва таъминлагич (РП ва РБ) учун турли хил қозикчалар олдик (9а-расм). Кўпкомпонентли қуйма детални ҳосил қилиш учун биз дастлаб бунтбузгич қозикчали детални Solid Edge 2020 дастури ёрдамида лойиҳалаштирдик. Шундан сўнг қозикчали детални чекли элементлар усули асосида ҳисобланади. Бунинг учун биз дастлаб қозикчали детал учун материал танлаймиз, масалан, юқори босимли полиэтилен (9б-расм).

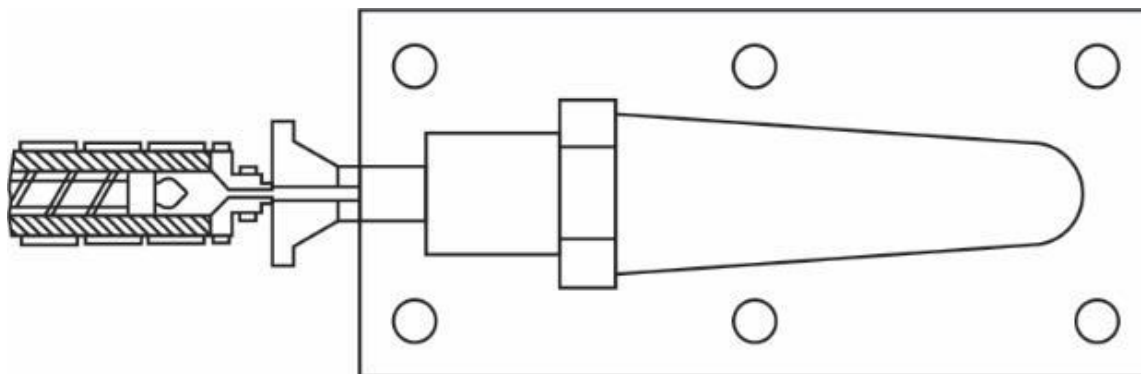
Чекли элементлар усули (ЧЭУ) бугунги кунда фан ва техниканинг бир қатор соҳаларида таркибий таҳлилнинг умумэтироф этилган асосий усули ҳисобланади. Шунинг учун, ушбу ишда биз ЧЭУда Solid Edge 2020 дастуридан фойдаланиб, бунтбузгич ва таъминлагич (РБ ва РП) қозикчали деталларини ҳисоблаб лойиҳаладик.

Solid Edge 2020 дастуридан фойдаланиб, биз кучланиш (Stress), кўчиш (Displacement) ва ишончилилик коэффиценти (Factor of Safety) қийматларини оламиз. Шундай қилиб, кучнинг катталиги қийматини бериш мумкин, шундан кейин қозикча куч катта кичиклигига қараб синиши мумкин.

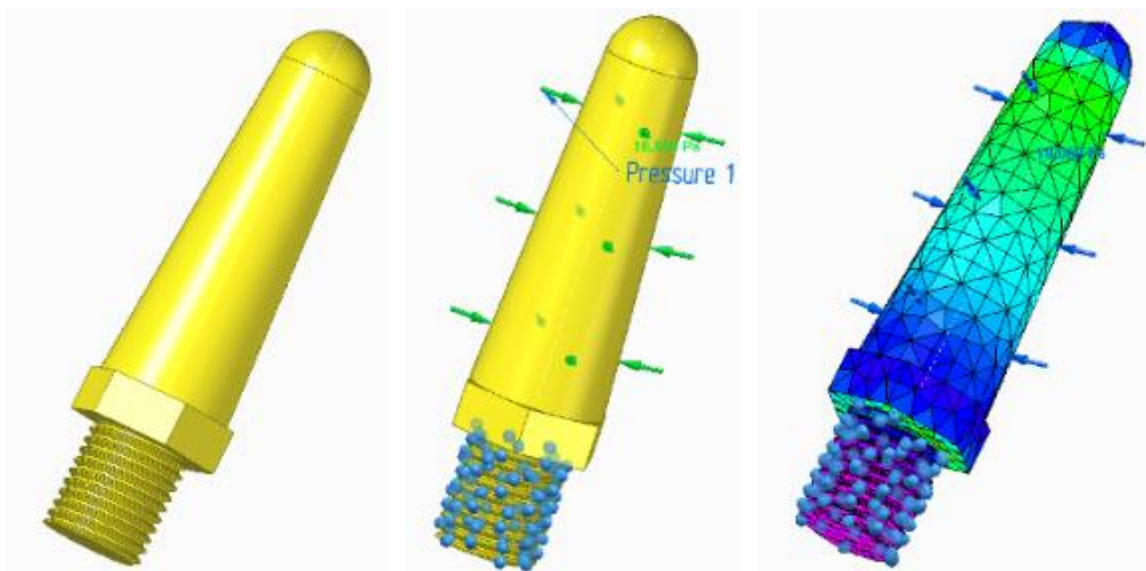
Кўчиш (Displacement) таҳлили синалаётган моделнинг берилган куч таъсирида уни ташкил этган чекли элементларнинг кўчишини (буклиш ёки чўзилишини) кўрсатади.

Кучланиш (Stress) моделнинг статик ва динамик кучлар таъсирида ҳосил бўлган зўриқишларни ва уларнинг тақсимотини кўрсатади. Бунда моделнинг ишлаш шароитидан келиб чиқиб, унга кучлар таъсири остида ҳосил бўлган кучланиш ва зўриқишлар (**Stress**) таҳлили амалга оширилади.

Ишончилилик коэффиценти (Factor of Safety) моделга таъсир эттирилган куч (кучлар) натижасида унинг секторларга бўлинган ҳолдаги ишончилигини (чидамлилигини) кўрсатади.



a)



б)



АЕГПМ 3



АЕГКПМ 4

в)

**9-расм. Махсус қозикчаларни олиш қолипи (а)
қозикчаларни лойихалаш ва ҳисоблаш (б)
гетерокомполит полимер материаллар асосида олинган қозикчалар (с).**

Solid Edge 2020 дастуридан фойдаланиб, биз полимер ва металлополимер қозиклар учун қолип шакллари яратдик.

Ўтказилган эксперимент натижалари таҳлилдан кўриниб турибдики (9-расм, 5-жадвал), кам миқдордаги АКТ-10 бўлган композицияни, унинг кўп миқдорли таркиби ва юқори ҳарорат билан солиштирганда афзалроқдир.

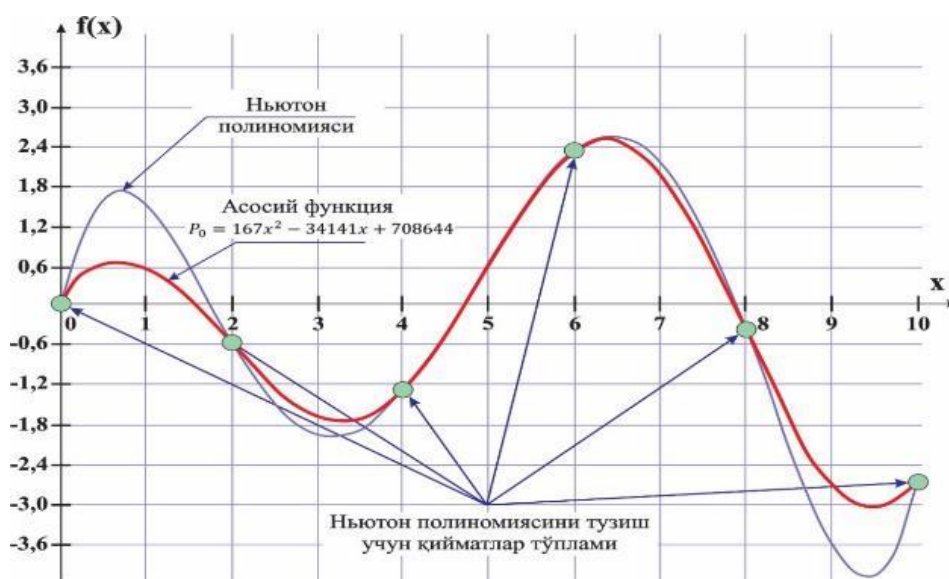
5-жадвал

Қозикчали ишчи қисмлар учун гетерокомполит полимер материалларнинг таркиби ва хусусиятлари

Қоплама учун композициялар таркиби ва хусусияти	Компонентлар таркиби, масса қисм	
	АЕГПМ 3	АЕГКПМ 4
ЭД-20	100	100
ДБФ	10	10
ПЭПА	10	10
Ангрен каолини (АКТ-10)	30	40
ШПП чикндиси	2,0	2,5
Микроқаттиқлик Н _м , МПа	212	205
Адгезион мустаҳкамлик (на отрыв) σ _{ад} , МПа	28,2	26,6
Зарбий қовушқоқлик σ _{уд} , Кж*см	28,1	22
Графит	2,5	2,75

Изоҳ: 1-намуна ва 2-намуна мос равишда 120°C ва 150°C ҳароратда

Ньютоннинг интерполяция формуласидан фойдаланганда, интерполация нуқтасига яқин бўлган x_0 ни танлаш тавсия этилади. Бу белгиланган сонли нуқталарнинг юқори аниқлигини таъминлайди. Ньютоннинг формуласи кўринишида интерполяция кўпайтмасини ёзиш, қолган шартларни қайта ҳисобламасдан, аввал олинган натижани аниқлаб, жадвалнинг ўнг томонидаги кўшимча тугунларни ҳисобга олишга имкон беради (10-расм).



10-расм. ГКПМ нинг микроқаттиқлиги, адгезион мустаҳкамлиги ва зарбий қовушқоқлиги ўзгаришини баҳолаш учун интерполяция формулаларига мувофиқлиги графиги.

Математик ишлов беришда фарқлаш жадвали тузилган ва кўрсатилган нуқталарда микрокаттиклик, адгезион мустаҳкамлик ва зарбий қовушқоқлик учун интерполяция формуласи тузилган:

$$P_0 = 210 - \frac{177,5}{1! h_0} (x - 181) + \frac{167}{2! h_1^2} (x - 181)(x - 18,5)$$

$$P_0 = 210 + 177,5x - 32127,5 + (167x - 30227)(x - 24,5)$$

$$= 210 + 177,5x - 32127,5 + 167x^2 - 4091,5x - 30227x + 740561,5 = 167x^2 - 34141x + 708644$$

$$P_0 = 167x^2 - 34141x + 708644 \quad (6)$$

2017–2019 йиллар мобайнида йирик габаритли элтувчи технологик жиҳозларини, яъни винтсимон транспортёр (конвейер), тозалагич, тақсимлагич ҳамда линтер ва чигит шнекли транспортёрлари, пахта бунтини (ғарамини) бузиш қозикчали деталлари ишчи сиртларида ҳосил қилинган таркиблар асосида қопламалар ҳамда полимер материал асосидаги қозикчали деталлар синовдан ўтказилиб жорий этилди.

Транспортёрларнинг юза сирт қисмларига 1,0-1,5 мм қалинликдаги гетерокомполит полимер (ГКП) қопламаларини қўллашда жиҳозларнинг эксплуатацион ва технологик кўрсаткичларни ижобий натижалар билан ўзгаришига олиб келди ҳамда улар қуйидагилардан иборат бўлди:

- жиҳознинг иш унумдорлиги 10-15% га ошди;
- технологик жиҳозларнинг ишлаш муддати коррозия ва ейилишдан сақлаш эвазига 30-35% га узайди;
- толанинг механик жароҳатланиши ўртача 0,45-0,90% га камайди;
- чигитнинг эзилиши 6-10% га камайди;
- ишлаб чиқариш технологик жараёнида шовқин сатҳи 2-3 марта ва ҳавонинг чангланиши 1,2-1,5 марта камайиши ҳисобига хаётий фаолияти хавфсизлиги ҳамда экологик муҳит яхшиланди.

Винтсимон транспортёр (шнек) қисмларини профилактик қаров (таъмирлаш) оралиқ муддатида қопламаларнинг йирик дарз кетиши ва кўчиб тушиши ҳолатлари кузатилмади.

Синов натижалари асосида таъкидаш мумкинки, антифрикцион-ейилишбардошли кўпфункционал ГКП қопламаларни пахтага дастлабки ишлов бериш технологик жиҳозлари деталлари ишчи сиртларида тадбиқ этиш мақсадга мувофиқ. Винтсимон транспортёрлар учун 2 мм гача, ҳаво транспортёрлари (кувурлар) учун эса 1,0-1,5 мм гача қалинликда ГКП материалларни кўпфункционал қопламалар сифатида қўллаш ёки улардан технологик жиҳозлар деталларини ясаш тавсия этилади.

Иқтисодий самарага (2017-2018 йиллар нархларида) технологик жиҳозларнинг хизмат кўрсатиш муддатини (32,5% га) узайтириб, 160 млн. сўмга ошириш, пахта толасига механик шикастланишни камайитириш (ўртача 0,45-0,90% орқали эришилди), пахта чигити эзилишини (6-10% га) камайтиради. Кутилаётган иқтисодий самарадорлик 857 миллион сўмни ташкил этади.

ХУЛОСА

“Маҳаллий ашёлардан машина деталлари учун гетерокомпозит полимер материаллари ва қопламаларини яратиш асослари” мавзусидаги техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертация иши юзасидан ўтказилган тадқиқотлар натижасида қуйидагиларни хулоса қилиш мумкин:

1. Транспортёрларнинг тўғри чизиқли қисмларига 1,0-1,5 мм қалинликдаги гетерокомпозит полимер қопламалари ишлаб чиқилган. Бу транспортёрларнинг иш самарадорлигини 0,3-0,5 марта оширишга хизмат қилади.

2. Гетерокомпозит полимер материаллардан ясалган қозикчали деталлар ишлаб чиқилган. Бу пахтанинг механик жароҳатланишини 1,7-2,0 марта камайтириш учун хизмат қилади.

3. Маҳаллий хомашё ва ишлаб чиқариш чиқиндиларидан антифрикцион ва антифрикцион-ейилишбардошли гетерокомпозит терморектив материаллар олишнинг самарали технологияси ишлаб чиқилган. Бу пахтага дастлабки ишлов бериш технологик жиҳозларининг ишлаш муддатини коррозия ва ейилишдан сақлаш эвазига 30-35% га ошириш учун хизмат қилади.

4. Мавжуд эмперик ифодалар тахлили асосида кўпфакторли критериялар прогнозлаш назарий асосларини тахлил этиш асосида тола ва чигитнинг механик жароҳатланишини сон ва сифат жиҳатидан баҳолашнинг мезони ишлаб чиқилган. Бу толанинг механик жароҳатланишини ўртача 0,45-0,90% га камайтириш учун хизмат қилади.

5. Таклиф этилган критерияга биноан, мавжуд материални танлаш ва серсамарали янғисини яратиш учун сирт нотекислигини микроқаттиқликни тенг тақсимланиши орқали таъминлаб, материал Юнг модулини тола Юнг модулига яқинлашишига эришилган. Бу пахта чигитининг эзилишини 6-10% га камайтириш учун хизмат қилади.

6. Антифрикцион-ейилишбардошли гетерокомпозит полимер материалларини босим остида қуйиш технологик параметрларининг ўзаро боғлиқлиги ўзгариш қонуниятлари асосида регрессион тенгламалари ишлаб чиқилган. Бу босим остида қуйиш параметрларини ҳисоблаш учун хизмат қилади.

7. Тадқиқот натижалари “QORASUV PAHTA TOZALASH” АЖ корхонаси технологик жиҳозларида, яъни винтсимон транспортёр (конвейер), тозалагич, тақсимлагич ҳамда линтер ва чигит шнекли транспортёрлари, пахта бунтини (ғарамини) бузиш қозикчали деталлари ишчи сиртларида ҳосил қилинган таркиблар асосида қопламалар ҳамда полимер материал асосидаги қозикчали деталлар синовдан ўтказилиб жорий этилганда технологик жиҳозлар иш муддати 32,5% га ортишига эришилди.

Ўтказилган тадқиқот асосий натижаларини жорий этиш билан 2018-2019 йиллар нархида 160 млн. сўм реал иқтисодий фойдага эришилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.03.04 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

СОБИРОВ БЕКЗОДБЕК АХМАДЖОНОВИЧ

**ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ГЕТЕРОКОМПОЗИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ
МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**05.02.01 – Материаловедение в машиностроении. Литейное
производство. Термическая обработка и обработка металлов давлением.
Металлургия чёрных, цветных и редких металлов (литейное
производство, обработка металлов, технические направления)**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2020

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2019.4.PhD/T725.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на двух языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на веб-странице (www.tdtu.uz) и информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель: Джумабаев Алижон Бакишевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Абдуллаев Фатхулла Сагдуллаевич
доктор технических наук, профессор

Бекмурзаев Нурхон Хайитович
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация: Ташкентский государственный транспортный университет

Защита диссертации состоится « 31 » октября 2020 года в 13⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.03.04 при Ташкентском государственном техническом университете. (Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел./факс: (+998 71) 227-10-32, E-mail: tadqiqochi@tdtu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (зарегистрирована за №165). (Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: (+998 71) 227-10-32).

Автореферат диссертации разослан « 26 » октября 2020 года. (реестр протокола рассылки №165 от « 26 » октября 2020 года).



[Handwritten signature]

К.А.Каримов

Председатель специализированного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

[Handwritten signature]

Н.Д.Тураходжаев

Ученый секретарь специализированного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

[Handwritten signature]

Ф.С.Абдуллаев

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Современная машиностроительная отрасль в мире, как и все другие отрасли, стабильно развивается изо дня в день, что является сегодня одним из важнейших факторов обеспечения необходимой эксплуатационной надежности и эффективности машин и оборудования, в том числе технологического оборудования, используемого в хлопковой промышленности. Поэтому целенаправленное использование высокоэффективных композиционных полимерных материалов для обеспечения эксплуатационной надежности машин по переработке хлопка, а также совершенствование технологического оборудования за счет использования новых материалов на рабочих поверхностях является одной из актуальных научно-технических проблем, ожидающих решения. В связи с этим исследовательские центры в развитых странах, включая США, Великобританию, Германию, Испанию, Россию, Японию, Китай и другие страны, уделяют особое внимание качественным показателям, особенно эксплуатационной надежности, при получении изделий из полимерных композиционных материалов.

Рациональное использование местных сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроительной отрасли и других отраслях экономики стран СНГ и развивающихся стран является одной из наиболее актуальных проблем современности. Особое внимание уделяется интенсификации исследований в области материаловедения и новых материалов, что является одной из фундаментальных и практических основ развития современного машиностроения в странах СНГ. Анализируя исследования ученых из ведущих развитых стран, среди актуальных научных направлений материаловедения в машиностроении проводится немало значительных исследовательских работ по целевому использованию зеркал, в частности, полимерных материалов в машиностроительной промышленности. Это также одна из научных и практических проблем, ожидающих решения с целью обеспечения физической, механической и эксплуатационной надежности путем формирования оптимальных составов термореактивных полимеров и их применения в широком спектре машиностроения. Необходимо разработать новые энерго- и ресурсосберегающие технологии для формирования покрытий на рабочих поверхностях крупных технологических машин сложной конфигурации предприятий первичной обработки хлопка на основе эффективных полимерных материалов и изготовления деталей машин из полимерных материалов.

В последние годы в нашей стране широко внедряется производство изделий из полимерных композиционных материалов и принимаются меры для обеспечения ресурсоэффективности за счет использования в этих направлениях местных материалов. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы ясно определена задача, в том числе «... укрепление макроэкономической стабильности и поддержание высоких темпов экономического роста, повышение конкурентоспособности национальной экономики, ... сокращение потребления энергии и ресурсов в

экономике, широкое внедрение энергосберегающих технологий в производстве»². Особенно важной является реализация этих задач, в том числе разработка качественных изделий из многофункциональных гетерокомпозиционных полимерных металлов, адаптация качества, дизайна и стоимости литых изделий к мировым стандартам, разработка ресурсосберегающих технологий в локальных применениях.

Исследовательская работа в определенной степени служит выполнению задач, изложенных в Постановлении Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №ПП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017–2021 годы» и Указе от 26 декабря 2016 года № УП-2698 «О видах готовой продукции, комплектующих и о мерах по продолжению реализации перспективных проектов по локализации материального производства», в Постановлении от 21 сентября 2018 года №ПП-5544 «Об утверждении Стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2019-2021 годы» и Указе от 27 апреля 2018 года № УП-3682 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практической реализации инновационных идей, технологий и проектов» и решениях Правительства Республики Узбекистан и других нормативно-правовых актах.

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан.

Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Ученые всего мира провели множество научных исследований с целью улучшения свойств, структуры, состава, физических, химических, механических, эксплуатационных и других свойств полимерных композиционных материалов. Достигнуто повышение эффективности триботехнической и адгезионной прочности полимерных материалов в результате исследований, проведенных ведущими мировыми учеными по широкому применению полимерных материалов в материаловедении, в том числе исследователями из США, Англии, Германии и Испании Dirk G. Kurth, Juan Baselga Llido, Olga Martin Cadiz, Kazunori Fujisawa и другими. Разработана технология для улучшения внутренней структуры, структурной гибкости и эксплуатационной надежности полимерных материалов. Ученые из Японии, Китая и Турции Morinobu Endo, Eiji Mori, Yasuyoshi Nishida, Tadashi Kaneki, Iris Hölken и другие разработали методы управления структурами путем оптимизации состава полимерных материалов. В исследованиях изучены условия работы деталей механизмов машин и их эксплуатационные свойства.

Можно особо упомянуть исследования ученых стран СНГ, в том числе российских и белорусских таких, как Ениколопов Н.С., Бартенев Г.И., Берлин

²Постановление Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №ПП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017–2021 годы»

А.А., Белый В.А., Свиридёнок А.И., Струк В.А. Гольдаде В.А., Богданович П.Н. и др. в области повышения антифрикционно-износостойких свойств полимерных и металлополимерных систем, управления их надмолекулярных структур.

В настоящее время ученые нашей страны академики М.А. Аскарлов, С.С. Негматов, С.Ш. Рашидова, д.т.н., профессора А. Ибодуллаев, А.А. Рискулов, З.А. Таджиходжаев, А.В. Умаров и другие проводят исследования по развитию науки о полимерных композиционных материалах; а также академик Р.Г.Махкамов – по оптимизации поверхностных структур, управлению параметрами шероховатости технологических неровностей; профессор У.А.Зиямухамедова – по специфическим аспектам структурной приспособляемости при взаимодействии композиционных полимерных покрытий с хлопком; профессор А.Джураев – по использованию эластичных материалов и оптимизации конструкции рабочих органов технологического оборудования; профессор А.Б.Джумабаев – по методологическим основам и средствам разработки и целевого применения композиционных полимерных материалов, работающих в условиях трения с хлопком; профессор Х.Т. Ахмедходжаев – по оценке эффективности пневмотранспортных средств из композиционных полимерных материалов и т.д. В результате исследований были достигнуты прогнозирование и оценка влияния тех или иных факторов. Вследствие этого хлопок сохранил в определенной степени свои природные свойства. Однако, несмотря на то, что было проведено достаточно много исследований по повреждению хлопковых волокон и семян при механических столкновениях с рабочими органами технологических машин, не было разработано никакого конкретного теоретического и практического метода для количественной оценки степени повреждения. Таким образом, решением этих проблем, как требование времени, становится исследование не только многофункциональных защитных полимерных покрытий, но и создание цельных литых деталей или металлополимерных систем из гетерокомполитных полимерных материалов и покрытий на их основе. В этом плане большого внимания заслуживают теоретические и прикладные исследования с использованием активационно-гелиотехнологического способа.

Связь темы диссертации с научно-исследовательской работой вуза, в котором выполняется диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в рамках соглашений о сотрудничестве с Ташкентским государственным техническим университетом, а также с ООО «Андижанский региональный филиал хлопковой промышленности», ООО «Самарканд Пахтамаш», ООО «Каттакурган Пахтамаш», ООО СП «Уз-ДонгЖу Пейнт Ко», АО «Жорасув пахта тозалаш», АО «Укчи пахта тозалаш» и с проектами государственных научно-технических программ на тему ОТ-Ф-2-41 «Исследование процессов структурообразования и функциональных свойств гетерокомполитных полимерных материалов для машиностроения на основе местных сырьевых и энергетических ресурсов».

Целью исследования является создание цельных литевых деталей или деталей с полимерным покрытием для повышения эксплуатационной надежности и эффективности технологического оборудования для первичной переработки хлопка.

Задачи исследования:

разработка критериев количественной и качественной оценки механических повреждений волокон и семян на основе анализа теоретических основ многофакторного критериального прогнозирования;

эффективное использование математического аппарата и современных компьютерных технологий для обеспечения достоверности результатов исследований;

конструирование технологических пресс-форм для изготовления колковых деталей рабочих органов РБ и РП из антифрикционно-износостойких гетерокомпозитных полимерных материалов;

оптимизация технологических режимов и геометрических параметров получения литевых деталей рабочих органов машин из антифрикционно-износостойких гетерокомпозитных полимерных материалов;

внедрение результатов исследований и оценка технико-экономической эффективности.

Объектом исследования были рабочие детали крупногабаритного технологического оборудования первичной переработки хлопка применением гетерокомпозитных полимерных материалов на основе как термореактивных, так и термопластичных связующих с применением наполнителей из местных минералов и отходов шёлка.

Предметом исследования является разработка оптимального состава и технологии, целенаправленной на эффективное использование местных минералов и отхода промышленности (ангренинский каолин, отходы переработки шёлка).

Методы исследования. Дисковый трибометр (№FAP 00782) на основе O'zDSt 22.28-2014 использовался для изучения основных антифрикционно-износостойких свойств гетерокомпозитных полимерных материалов с хлопком, а для изучения микроструктуры образцов из гетерокомпозитных полимерных материалов использован электронный микроскоп ЭМВ-100 БР.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработаны гетерокомпозитные полимерные покрытия толщиной 1,0–1,5 мм для прямолинейных участках транспортёров;

разработаны колковые детали из гетерокомпозитных полимерных материалов;

разработана эффективная технология получения антифрикционных и антифрикционно-износостойких гетерокомпозитных термореактивных материалов из местного сырья и промышленных отходов;

предложена системная технология снижения механических повреждений хлопка с целевым использованием гетерокомпозитных полимерных материалов и полифункциональных покрытий из них;

выведено уравнения регрессии, основанные на установленных основных закономерностях изменения зависимости технологических параметров для обеспечения эксплуатаций надежности рабочих органов технологических оборудований с антифрикционно-износостойким гетерокомполитным полимерным материалом и покрытий из них;

на основе анализа теоретических основ многофакторного критериального прогнозирования разработан критерий количественной и качественной оценки механического повреждения волокна и семян.

Практические результаты исследования:

на основе физико-механических и технологических характеристик гетерокомполитных полимерных материалов установлены основные закономерности влияния состава на эксплуатационную надёжность рабочих органов оборудований переработки хлопка;

создана и разработана конструкция колковых деталей и цельных литьевых рабочих органов для РБ и РП из гетерокомполитных полимерных материалов;

предложены оптимальные параметры получения колковых деталей рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов на основе гетерокомполитных полимерных материалов.

Достоверность результатов исследования обеспечивается использованием стандартных методов, в том числе методом математического моделирования и обработкой результатов исследования антифрикционно-износостойких гетерокомполитных полимерных материалов с применением компьютерных программ, а также физико-механических и триботехнических свойств полученных ГКПМ основана на целевом применении математико-статистического метода.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость – впервые предложены возможности количественной и качественной оценки значений механической повреждаемости хлопкового волокна и семян на основе существующего прогнозирования и специальных критериев с более точными их значениями. Определение закономерностей деформационных свойств антифрикционно-износостойких гетерокомполитных полимерных материалов, воздействующих на трение и изнашивание деталей машин и механизмов, а также научно-обоснованные принципы конструирования колков и рабочих органов технологических оборудований, обеспечивающих повышение их надежности и эффективности.

Практическая значимость – заключается в повышении наиболее важных показателей эксплуатационной надежности и эффективности использованием колковых деталей и цельных рабочих органов из гетерокомполитных полимерных материалов и полифункциональных покрытий, а также в рациональном использовании местного сырья и отходов. Использование интерполяционной формулы Ньютона и метода Лагранжа при математической обработке результатов способствовало расширению практической сферы исследования.

Внедрение результатов исследований.

На основании результатов исследований по основам создания гетерокомпозитных полимерных материалов и покрытий для деталей машин из местных материалов:

- гетерокомпозитные полимерные покрытия толщиной 1,0-1,5 мм на прямолинейных участках транспортёров внедрены на предприятии АО «KORASUV PAXTA TOZALASH» (справка АО «O'ZPAXTASANOAT» №03-18/1851 от 18 июня 2020 года). В результате в 0,3-0,5 раза повысилась эффективность работы конвейеров;

- на предприятии АО «KORASUV PAXTA TOZALASH» внедрены колковых деталей из гетерокомпозитных полимерных материалов (справка АО «O'ZPAXTASANOAT» №03-18/1851 от 18 июня 2020 года). В результате удалось снизить механическое повреждение хлопка в 1,7-2,0 раза;

- на АО «KORASUV PAXTA TOZALASH» внедрена эффективная технология получения антифрикционных и антифрикционно-износостойких гетерокомпозитных терморезистивных материалов из местного сырья и промышленных отходов (справка АО «O'ZPAXTASANOAT» №03-18/1851 от 18 июня 2020 года). В результате внедрение технологии увеличило срок службы технологического оборудования на 30-35%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждались на 9 международных и 3 республиканских научных конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации было опубликовано 25 научных работ, 8 статей в местных журналах, в том числе 2 статьи в международных и 6 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией РУз для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, 2 сертификата на программу по ЭВМ и одна монография (27,5 п.л.) в соавторстве.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и ссылок, общий объем работы составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность проведенного исследования по теме диссертации, указано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, сформулированы цели и задачи исследования, описаны объекты и предметы, изложены научная новизна и основные результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты научная и практическая значимость, приведены данные по внедрению результатов исследования в практику, представлены данные по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Анализ работ технологических машин по первичной обработке хлопка и выявление основных причин механической повреждаемости хлопка**» приводится обзор с глубоким

анализом научных исследований по теме диссертации, посвященных проблеме повышения эксплуатационной надежности и эффективности машин и механизмов хлопкоочистительной промышленности путем конструирования новых рабочих органов, применения новых технологии изготовления.

В главе изучено состояние вопроса по применению антифрикционных материалов в рабочих органах технологических оборудований хлопкоперерабатывающих предприятий. Проанализирован регламентированный технологический процесс переработки хлопка-сырца и выявлены его основные и специфические недостатки. Во-первых, антифрикционные материалы металлоемки, имеют большой вес; во-вторых, сложная технология изготовления и обработка их рабочих поверхностей требуют больших энергозатрат, интенсивно повышает механическую повреждаемость ценного стратегически важного природного сырья. Известно, что эти недостатки можно предотвратить применением ГКПМ и покрытий из них. Однако они на основе традиционных наполнителей и промышленных полимеров дефицитны и валютоёмки. Поэтому, несмотря на ряд преимуществ по эксплуатационным свойствам, гетерокомпозитные полимерные материалы и полифункциональные покрытия на их основе не находят широкого применения.

В связи с этим возникает необходимость разработки эффективных методов и средств на основе местных сырьевых ресурсов при совершенствовании конструкции и технологии их изготовления.

Из анализа технологических принципов рабочих органов машин по первичной обработке хлопка можно заключить, что основным критериальным фактором, приводящим к снижению природного качества хлопка и повышению его механической повреждаемости, является трение, которое можно характеризовать с учетом величины сил (или коэффициента) трения.

При этом нами для получения покрытий выбран активационно-гелиотехнологический способ, предложенный руководителем фундаментального гранта ОТ-Ф-2-41 Зиямухамедовой У.А. (рис. 1).

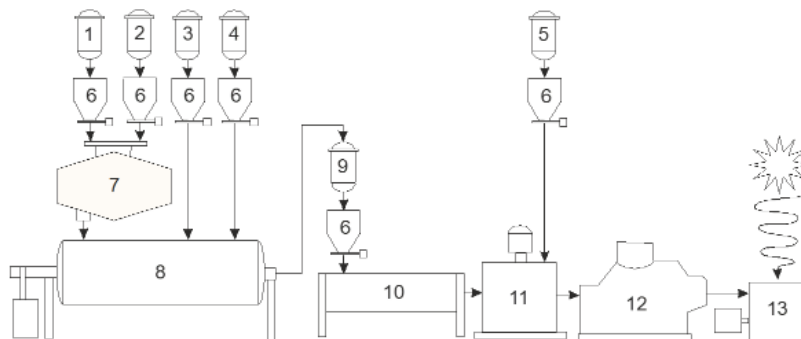


Рис. 1. Технологическая схема получения гетерокомпозитных эпоксидных покрытий: 1-3 – ёмкости для наполнителей; 4 – ёмкость для ЭД-20; 5-ёмкость для ПЭПА; 6 – дозаторы; 7 – механоактиватор; 8-шаровая мельница; 9 –товарный продукт (гетерогенная композиция для антифрикционных покрытий); 10 – предварительный нагрев; 11 – механическая мешалка; 12 – нанесение покрытий на рабочие органы крупногабаритных технологических оборудований; 13 – гелиообработка покрытий.

Вторая глава диссертации «**Выбор объекта и методов для исследования свойств гетерокомпозитных полимерных материалов и покрытий из них**» посвящена выбору объекта и методики исследования, в том числе выбраны полимерные связующие и структурообразующие компоненты для отверждения на естественных условиях без термической обработки, обеспечивающие применение активационно-гелиотехнологического метода модификации тонкослойных гетерокомпозитных покрытий для сложноконфигурационных и крупногабаритных технологических машин по первичной обработке хлопка.

В табл. 1 представлены основные материалы, взятые для исследований.

Таблица 1

Материалы, выбранные для исследования

№	Наименование материала	ГОСТ или ТУ	Примечание
1	Эпоксидная смола (ЭД-20)	ГОСТ 10587-72	Терморективное связующее
2	Дибутилфталат (ДФБ)	ГОСТ 8728-76	Пластификатор
3	Полиэтиленполиамин (ПЭПА)	ТУ 6-02-594-70	Отвердитель
4	Графит (Пластинчатый)	ГОСТ 44404-88	Наполнитель (d≤20 мкм)
5	Каолин (Ангренский)	O'z DSt 1056:2004	Наполнитель (d≤20 мкм)
6	Полиэтилен	ГОСТ 18599-83	Термопластичное связующее
7	Отход ШПП	O'zDSt 993-2011	Наполнитель (d≤1000 мкм)

Выбор связующего ЭД-20 обусловлен тем, что он является одним из наиболее технологичных полимеров для получения заливочных компаундов и покрытий из них, отверждением на естественных условиях.

В настоящее время в качестве наполнителя полимерных материалов и покрытий из них применяются: песок, цемент, тальк, каолин, волластонит и др., т.е. в основном силикаты, обеспечивающие высокие прочностные свойства и снижающие стоимость композиционных материалов.

Выбранные марки продукции ООО «Ангренкаолин» отличаются химическим и дисперсным составом, что позволяет получить покрытия с оптимальной структурой и технико-экономическими показателями.

Предприятием ООО «Ангрен каолин» выпускаются следующие марки каолиновых продуктов из расчёта 48% от первичного перерабатываемого сырья: АКФ-78 (25,7% от выпускаемой продукции) – предназначенный для использования в бумажном и лакокрасочном производствах; АКС-30 (42,9% от выпускаемой продукции) - для керамической промышленности и электроизоляционных материалов; АКТ-10 (31,4% от выпускаемой продукции) – не готовое сырьё, как наполнитель для строительных и машиностроительных производств. Основные марки каолина, выпускаемые ООО «Ангрен каолин», представлены в табл. 2.

В табл. 3 представлены различные марки термопластичных полимеров, выпускаемых в ШГХК, из которых можно получить любые детали методом литья.

Таблица 2

**Промышленно выпускаемые марки каолинов по O'z DSt 1056:2004
«Каолин первичной обогащений» TSh**

Марка	Область применения
АКФ-78	Для производства лакокрасочных, парфюмерных изделий, а также в качестве наполнителя при производстве бумаги, коагулянтов и глазури.
АКС-30	Для производства керамических (фарфоровых, фаянсовых) изделий
АКТ-10	Для производства строительных и машиностроительных материалов и изделий
Примечание – в обозначении марок приняты следующие сокращения: - АКФ-78 - имеющий 78% мелькие фракции ($d \geq 1$ мкм); - АКС-30 - содержащий оксид алюминия (Al_2O_3) - (30 ± 2) %; - АКТ-10 - используемый в качестве наполнителя строительных материалов, содержащий оксид алюминия - (Al_2O_3) - (10 ± 2) %; - АКО – отход предприятия ООО «Ангренский каолин», подлежащий утилизации.	

Таблица 3

Промышленные марки полиэтиленов, выпускаемых в ШГХК

Полиэтилен низкой плотности	Полиэтилен средней плотности	Полиэтилен высокой плотности	
F-Y720	R-0333	F-Y240	I-0754
F-Y920	WC-Y734	P-Y242	B-Y456
F-0120	F-Y336	P-Y342	P-Y456
F-0220	WC-Y434	F-Y346	I-0760
F-0320	P-Y337	O-Y446	B-Y460
I-0525	R-0338	R-0448	I-2560
I-1625		B-Y250	I-1561
		O-Y750	O-Y762

Примечание: F-плёнка (film); I-литьё (injection); R-ротационное формование (rotation); WC-провод и кабель (wire and cable); P-труба (pipe); O-ориентированные структуры (oriented tapes); B- формование раздувом (blow).

Отметим, что для условий эксплуатации машин и механизмов по переработке хлопка скорость его перемещения должна быть вращательной и для постоянной дезориентации долек хлопка она совсем не обязательно приближается к линейной. Самое главное принципиальное отличие и сущность нового стандарта O'zDSt 2822-2014 заключается в том, что за критериальными эксплуатационными характеристиками машин стоит произведение давления на скорость скольжения ($\rho \cdot v$), представляющее удельную мощность трения, более адекватно характеризующую фрикционное взаимодействие материалов. При этом обязательно определить температуру и плотность трибозаряда в зоне трения.

Данные, полученные по теоретическим исследованиям и практическим экспериментам (табл. 4), обработаны методами интерполирования с применением формулы Ньютона и метода Лагранжа. Так планировали эксперимент по определению влияния на содержание гранулометрического состава наполнителей и свойств гетерокомпозиционных эпоксидных покрытий, сформированных активационно-гелиотехнологическим способом с использованием ангренских каолинов.

Таблица 4

Планирование эксперимента по влиянию содержания гранулометрического состава наполнителей и свойств гетерокомполитных эпоксидных покрытий, сформированных активационно-гелиотехнологическим способом с использованием Ангренских каолинов

Вид, содержание (в мас.ч.) и гранулометрический состав (мкм) покрытий из ГКПМ		Физико-механические свойства покрытий из ГКПМ		Эксплуатационные характеристики покрытий из ГКПМ по фактору ² $f \cdot \delta_0$
		Микротвердость H_m (МПа)	Адгезионная прочность ¹ σ_a на отрыв (МПа)	
АКФ-78	10 (d=0,001-0,01)	14,5	142	0,021
	20 (d=0,001-0,01)	15,2	131	0,028
	30 (d=0,001-0,01)	12,1	98	0,038
АКС-30	10 (d=0,02-0,2)	18,1	112	0,026
	20 (d=0,02-0,2)	19,3	118	0,032
	30 (d=0,02-0,2)	18,6	96	0,036
АКТ-10	10 (d=10-30)	16,2	122	0,022
	20 (d=10-30)	18,3	133	0,023
	30 (d=10-30)	19,2	131	0,026
АКО	10 (d=30-50)	15,2	112	0,025
	20 (d=30-50)	16,3	121	0,028
	30 (d=30-50)	17,1	110	0,032

Примечание: 1 – на отрыв; 2 – при $p \cdot v = 0,05$ МПа·м/с По O'zDst 22.28-2014

Для установления математической модели составляли интерполяционную формулу Ньютона по разным двум экспериментам:

$$P_0 = y_0 + \frac{\Delta y_0}{1!h_0} (x - x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2!h_1^2} (x - x_0)(x - x_1) \quad (1)$$

В диссертационной работе использована разностная таблица данных с применением интерполяционной формулы Ньютона для нахождения закономерности изменения микротвердости H_m (МПа) и адгезионной прочности σ_a на отрыв (МПа) для покрытий из ГКПМ.

Используя интерполяционную формулу Ньютона для точек, составляем следующие данные: $x_0 = 14.5$, $x_1 = 15.2$, $x_2 = 12.1$; $y_0 = 142$, $y_1 = 131$, $y_2 = 98$

$$\begin{aligned} P_{11} &= 142 - \frac{11}{1!} (x - 14,5) - \frac{22}{2!} (x - 14,5)(x - 15,2) \\ &= 142 - 11x + 159,5 - (11x - 159,5)(x - 15,2) \\ &= 142 - 11x + 159,5 - 11x^2 + 167,2 + 159,5x - 2424,4 \\ &= -11x^2 - 170,5x - 2097,7 \end{aligned}$$

или

$$P_{11} = -11x^2 - 170,5x - 2097,7 \quad (2)$$

Графики этих функций приводятся в диссертационной работе.

В третьей главе диссертации «Теоретические и технологические основы создания гетерокомполитных полимерных материалов для деталей машин» приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния технологических факторов на физико-механические

свойства композиционных заливочных полимерных материалов и полифункциональны для получения из них колковых деталей рабочих органов машин и механизмов.

Природные свойства хлопка-сырца как ценного стратегически важного сырья для отраслей экономики несколько претерпевают изменения в процессе сборки и переработки, сопровождаемые снижением физико-механических свойств, потому что хлопок-сырец, особенно его волокно, фрикционно взаимодействуют с твердыми и к тому же шероховатыми металлическими рабочими поверхностями. Одним из основных факторов, отрицательно влияющих на качество сырья и работоспособность машин и механизмов, является сила (коэффициент) трения хлопка с поверхностями рабочих органов машин.

Известны различные способы критериев оценки работоспособности полимерных материалов в условиях фрикционного взаимодействия с различным контртелом. Например, для оценки износостойкости ПМ предлагается комплексный фактор в виде

$$I \sim \frac{f}{H \sigma_p \varepsilon_0}, \quad (3)$$

где H – твердость, σ_p – прочность на разрыв; ε_0 – относительное удлинение при разрыве. Чем больше значение комплексного фактора ($H \sigma_p \varepsilon_0$), тем ниже износостойкость.

Также существует другой метод для оценки работоспособности полимерных покрытий по времени выхода из эксплуатации

$$\tau \sim \frac{\sigma}{I \cdot f}, \quad (4)$$

где I – интенсивность изнашивания покрытий.

Применение уравнений (3) и (4) несколько противоречиво к оценке механической повреждаемости хлопка. Поэтому на основе многофакторного анализа результатов исследования и установленной корреляционной связи между свойствами и трибопараметрами при фрикционном взаимодействии хлопка с контртелом А.Б.Джумабаевым предложен безразмерный критерий оптимизации:

$$f \cdot \delta \sim \exp \left[\frac{E_M - E_B}{E_M} \right] \cdot \frac{R_z K_B H B_H}{d K_H H B_C} \rightarrow \min, \quad (5)$$

где E_M и E_B – соответственно модуль упругости материала и волокна;

$H B_H$ и $H B_C$ – соответственно твердость наполнителя и связующего;

R_z – высота установившейся шероховатости;

d – диаметр хлопкового волокна;

K_B – доля волокна в хлопке;

K_H – концентрация наполнителя.

Согласно предлагаемому критерию при выборе существующих и созданию новых высокоэффективных ГКПМ с учетом минимального комплексного фактора (произведение коэффициента трения на относительную

поврежденность хлопка) нужно стремиться приблизить модуль упругости материала к модулю упругости хлопкового волокна, обеспечивая при этом минимальное изменение шероховатости, достигаемое повышением равномерности микротвердости поверхности ГКПМ. Особо важно при этом добиваться максимальной стабильности f в широких диапазонах условий эксплуатации машин (ρv), достигаемой повышением фрикционной теплостойкости ГКПМ.

Для экспериментального установления такого критерия в достаточно сложном многофакторном анализе разработан национальный нормативный документ O'zDSt 2822-2014, где в качестве испытуемого стенда используется «Дисковый трибометр» (№FAP 00782).

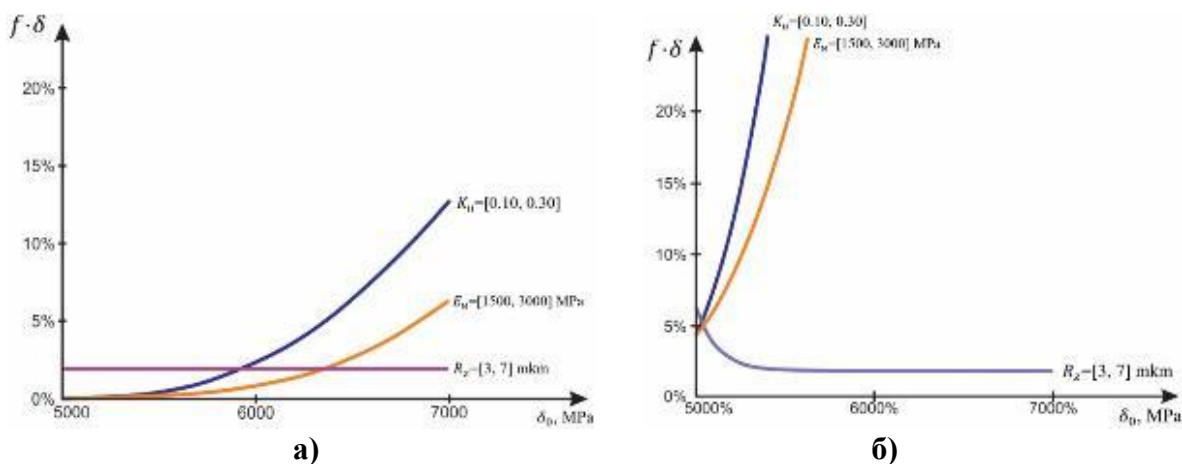


Рис. 2. Зависимость произведения коэффициента трения на относительную поврежденность хлопка.

Применяя отмеченные стандартные методы и средства в определении триботехнических свойств материалов при взаимодействии их с хлопком, мы разработали компьютерную программу (№DGU 06757) для установления и оценки значимости факторов (рис. 2).

Из представленных закономерностей можно предположить дальнейшее развитие теоретических положений в определении количественных факторов.

Таким образом, усовершенствований нами безразмерный критерий оценки эффективности заменяемых материалов является научной основой создания АКПМ, применяемых в рабочих органах машин и механизмов хлопкового комплекса.

Анализ поверхностных структур с помощью оптических микроскопов на фрикционное взаимодействие разработанных гетерокомпозиционных полимерных покрытий (ГКПП) дает увидеть, что мелкодисперсные наполнители АКФ-78 и АКС-30 имеют более гладкие поверхности истирания, но отличаются высоким интенсивным износом. ГКПП, наполненный АКТ-10, характеризуется ярко выраженными следами истирания в результате неравномерности распределения микротвердости, связанной с крупнодисперсностью наполнителя (рис. 3).

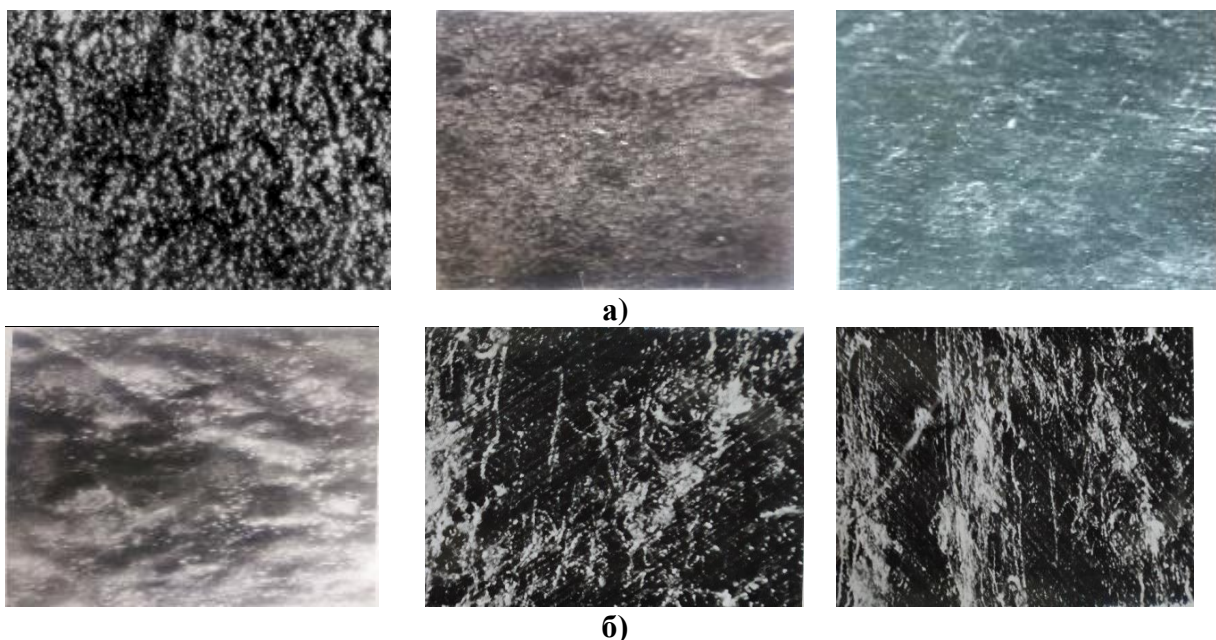


Рис. 3. Структура поверхности (x300) до и после триботехнического испытания на трение.

На рис. 4 представлено существенное изменение геометрических размеров колковых рабочих органов машин РБ и РП в результате интенсивного изнашивания. По рисункам нетрудно определить, что там практически отсутствуют радиальные бронзовые колки (они полностью изношены), а боковые находятся в интенсивно изношенном виде.



Рис. 4. Металлоконструкционные рабочие органы машин РБ и РП.

Разборка бунта хлопка для подачи на технологический процесс осуществляется при помощи средств механизации типа РБ и РП (рис. 5а).

При работе средств механизации радиальные стержни, на верхней кромке которых установлены колки, при вращении фрезы врезаются в массу хлопка, протаскивают ее с собой в сторону вращения и подают на транспортную ленту. При этом колки оказывают давление на слой хлопка, что вызывает силу удара, который является причиной повреждения семян и появления в волокне неочищаемых пороков.

С целью совершенствования рабочих органов РБ и РП О.Ш.Саримсаковым предлагается новая схема разборщика (рис. 5б), которая содержит фрезу 1, ленточный транспортёр 2, нижнее основание стрелы 3, неподвижные колки (разделители) 4.

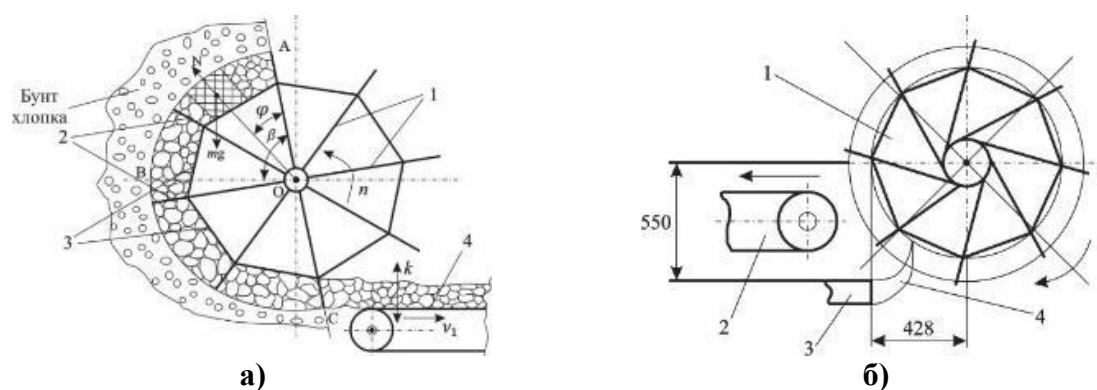


Рис. 5. Рабочая схема процесса разборки бунта:

а - рабочая схема процесса разборки бунта фрезой разборщика:

1 – радиальные стержни, 2 – колки, 3 – связывающие стержни,

4 – транспортерная лента;

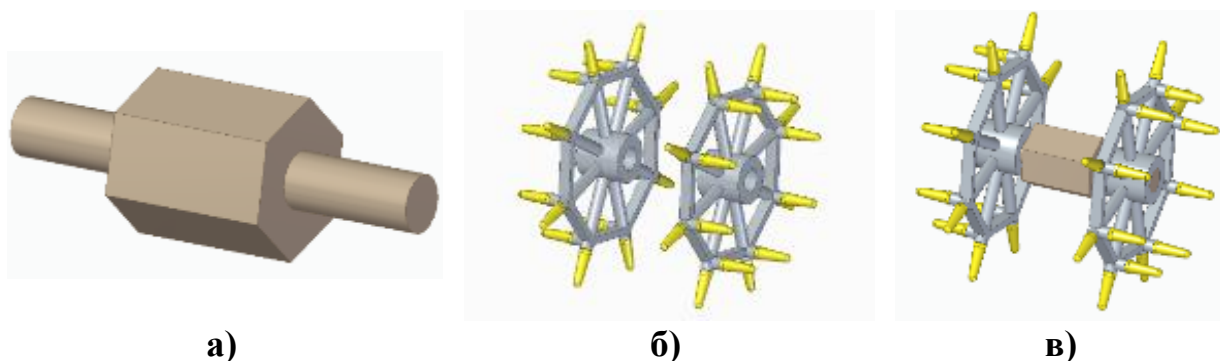
б - схема рабочего узла разборщика бунта.

При этом радиальные стержни фрезы закрепляются по касательной к втулке, установленной на валу фрезы. Это способствует наклону колков фрезы относительно радиальной оси. Колки-разделители закрепляются на нижнем основании стрелы с условием, чтобы колки фрезы соответствовали середине расстояния между разделителями.

Исходя из результатов наших исследований в виде тонкослойных покрытий на Укчиском (Андижанская область) и Корасувским (Ташкентская область) хлопкоочистительных предприятиях, мы пришли к важному выводу, что можно совершенствовать рабочие органы РБ и РП с применением цельных полимерных и металлополимерных колков.

В настоящее время из-за дефицитности бронзовых заготовок и недостаточной эффективности их использования при механизации трудоёмких работ они практически выходят из технологического процесса.

Таким образом, исходя из анализа результатов существующих научных и практических исследований, мы предлагаем, что изученные выше рабочие органы РБ и РП могут быть созданы путем литья кассетных рабочих органов (рис. 6) с использованием местных минеральных наполнителей и полимерных материалов.



а)

б)

в)

Рис. 6. Кассетная форма для изготовления колковых рабочих органов разборщика бунта хлопка:

а – сердечник, б – левые и правые колковые рабочие органы,

в – кассетный рабочий орган из ГКПМ.

В связи с этим нами предлагается дальнейшее совершенствование конструкции колков из полимерных материалов как на термореактивной, так и на термопластичной основе с рациональным использованием местных сырьевых ресурсов, а также активационно-гелиотехнологический способ получения литевых и заливочных материалов, и специальных антифрикционно-износостойких покрытий на их основе.

В четвертой главе диссертации **«Результаты экспериментального исследования, внедрение и оценка их технико-экономической эффективности»** представлены результаты испытания, внедрения и оценка технико-экономической эффективности.

Как уже отмечалось, в настоящее время полимерные материалы в широком ассортименте термопластов, реактопластов, эластопластов и т.п. все больше применяются в технологических машинах в целях совершенствования их конструкции.

В известной конструкции очистительная секция хлопкоочистительного агрегата включает четыре последовательно закрепленные составные барабаны, выполненные с колками, планками и резиновыми кольцевыми втулками, установленными между наружными цилиндрами с колками, планками и ступицами (рис. 7). Установлены они жестко на валу барабанов, причем толщина резиновых кольцевых втулок каждого последующего барабана с колками и планками меньше на 10–15%, чем в предыдущем барабане (по ходу перемещения хлопка).



Рис. 7. Внешний вид рыхлительных барабанов с гибким элементом из эластичных материалов.

К настоящему времени разработаны и успешно применяются в промышленных масштабах несколько способов литья под давлением многокомпонентных изделий различного назначения. Реализация любого из таких способов требует специально сконструированных литевых машин с двумя или более узлами впрыска. Каждый из этих узлов пластифицирует и впрыскивает один из компонентов, например, термопласты различных цветов, марок и т.п. (рис. 8).

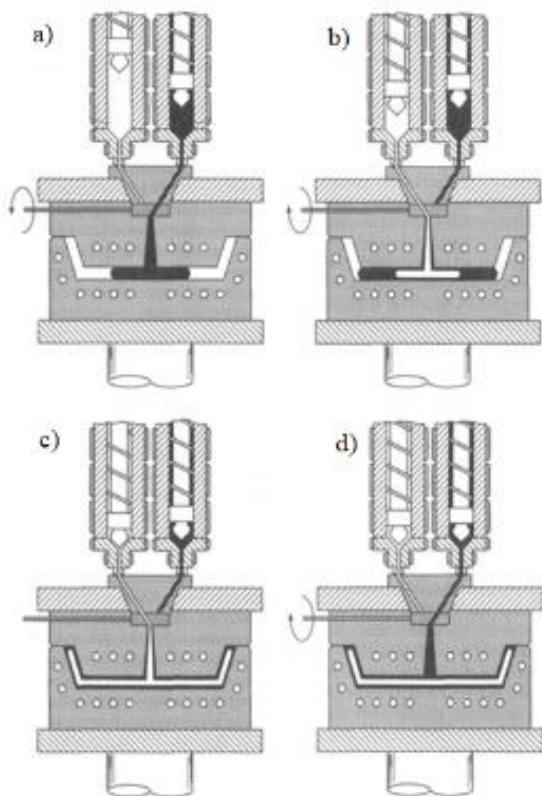


Рис. 8. Схема основных стадий многокомпонентного литья под давлением:

а – на начальной стадии заполнения формирующей полости осуществляется впрыск термопласта для образования поверхностного слоя изделия;

б – на промежуточной стадии впрыска термопласт, предназначенный для заполнения центральной зоны изделия, поступает в центр формирующей полости;

в – после завершения впрыска термопласта для центральной зоны (когда она уже почти заполнена) неповрежденный поверхностный слой равномерно покрывает массу, находящуюся в центральной зоне;

г – после завершения впрыска термопласта для центральной зоны изделия клапан возвращается в исходное положение, очищается и подготавливается к следующему циклу.

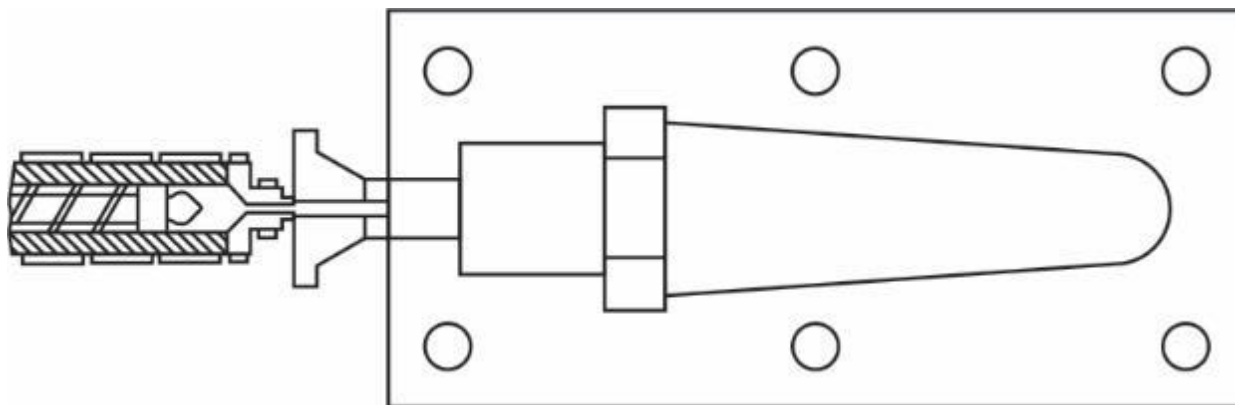
При использовании этих технологий, нами получены различные варианты колков для РП и РБ (рис. 9а). Для осуществления многокомпонентного литья сначала мы проектировали разборщик бунта и конструировали колки с помощью Solid Edge 2020. Затем колки рассчитывали по структурному анализу вышепредставленным методом. Для этого сначала выбираем материал для колка, например, полиэтилен высокого давления (ПЭВД) (рис. 9б).

Метод конечных элементов (МКЭ) на сегодняшний день является общепризнанным основным методом структурного анализа в целом ряде областей науки и техники. Поэтому в данном исследовании мы рассчитывали РБ и РП с помощью программы Solid Edge 2020 в МКЭ.

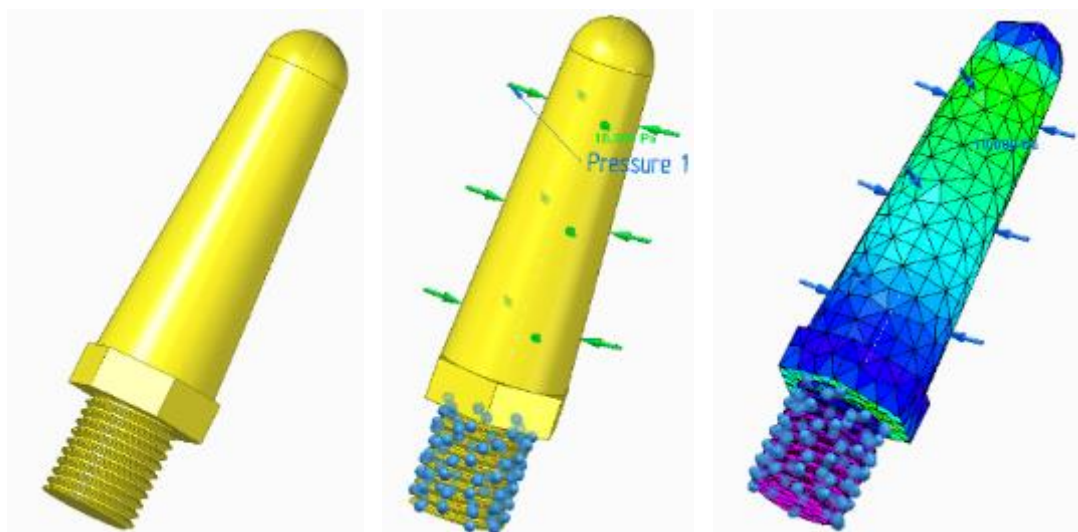
Используя программу Solid Edge 2020, мы получаем напряжение (Stress), отклонение (Displacement) и запас прочности (Factor of Safety). Таким образом, можно установить величину сил, после превышения которой колкок может ломаться.

Используя программу Solid Edge 2020, мы конструировали рабочие формы для полимерных и металлополимерных колков, изображенных на рис. 9.

Как видно из данных рис. 9в, композиция с меньшим количеством АКТ-10 (табл. 6) более предпочтительна по сравнению с высоким его содержанием и низкой температурой (120°C) при формировании деталей и покрытий.



a)



б)



АИГКПМ-3



АИГКПМ-4

в)

Рис. 9. Принципиальная технологическая схема получения болтов (а) с определением действующих сил (б) и технология изготовления болтов в специальных формах (в).

При проведении математической обработки результатов исследования предложена оценка значимости наиболее важных физико-механических свойств, обеспечивающих эксплуатационную надежность машин и механизмов. Запись интерполяционного многочлена в виде интерполяционной формулы Ньютона позволяет рассматривать дополнительную информацию в правой части графика, уточняя ранее полученный результат, без пересчета остальных слагаемых.

Таблица 6

Составы и свойства гетерокомполитных полимерных материалов и покрытий для колковых рабочих органов

Составы и свойства композиций для покрытия	Содержание компонентов, масс.ч.	
	АИГПМ 3	АИГПМ 4
ЭД-20	100	100
ДБФ	10	10
ПЭПА	10	10
Графит	2,5	2,75
Каолин Ангренский (АКТ-10)	30	40
Отход ШПП	2,0	2,5
Микротвёрдость Н _м , МПа	212	205
Адгезионная прочность (на отрыв) σ _{ад} , МПа	28,2	26,6
Ударная вязкость σ _{уд} , Кж*см	28,1	22
Примечание: пример 1 и пример 2 при температурах 120°C и 150°C, соответственно.		

Для этого составляется интерполяционная формула Ньютона для значений функции $f(x)$ и аргумента (x) рис.10.

$$P_0 = 210 - \frac{177,5}{1! h_0} (x - 181) + \frac{167}{2! h_1^2} (x - 181)(x - 18,5)$$

$$P_0 = 210 + 177,5x - 32127,5 + (167x - 30227)(x - 24,5)$$

$$= 210 + 177,5x - 32127,5 + 167x^2 - 4091,5x - 30227x + 740561,5 = 167x^2 - 34141x + 708644$$

$$P_0 = 167x^2 - 34141x + 708644 \quad (6)$$

В 2018 году была внедрена модернизированная секция мелкой очистки хлопка с составными колковыми барабанами, с упругими элементами и сеткой на упругих опорах машины УХК по методу А.Джураева (№FAP010272) со специальным антифрикционно-износостойким композиционным полимерным покрытием по заявке IAP №20180203.

Годовой экономический эффект от внедрения секции мелкой очистки хлопка с колковыми барабанами, оснащенными упругими резиновыми амортизаторами и сеткой на упругих резиновых опорах агрегата УХК, на производстве составляет 14238,217 тыс. сум, а со специальным антифрикционно-износостойким композиционным полимерным покрытием – 29539,987 тыс. сум (доля ТашГТУ) за счёт повышения эффекта очистки, срока службы колкового барабана и снижения механической повреждаемости

хлопковых волокон и семян, а также за счет защиты металлических поверхностей от износа и коррозии.

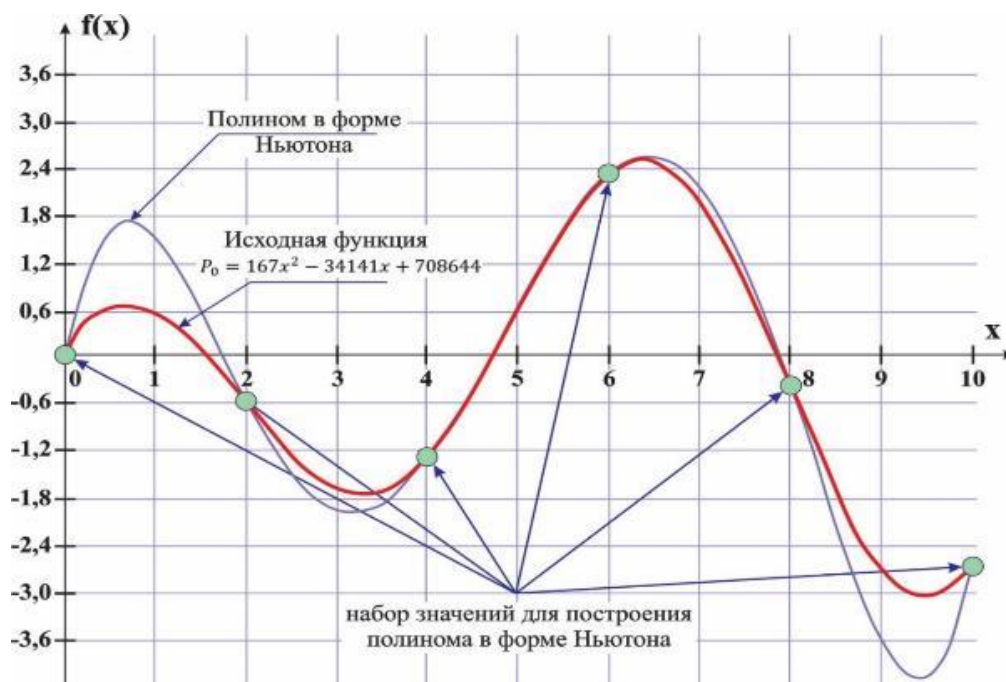


Рис. 10. Графики по интерполяционной формуле для оценки закономерностей изменения микротвердости, ударной вязкости и адгезионной прочности ГКПМ.

В период с 2018 г. по 2019 г. на внутренних поверхностях крупногабаритных транспортирующих технологических оборудований – винтовых конвейеров, очистителей, распределителей и шнековых транспортёров семян были проведены испытания и внедрение покрытий на основе разработанных нами составов.

В результате проведенных испытаний установлено, что гетерокомпазитные полимерные покрытия толщиной 1,0-1,5 мм обеспечивают работоспособность транспортёров. Удалось получить следующие результаты в процессе испытаний и внедрения:

- повысить производительность технологического оборудования на 10-15 %;
- увеличить срок службы технологических оборудований на 30-35 % защитой их от коррозии и износа;
- снизить сумму пороков в волокне в среднем на 0,45-0,90 %;
- снизить дробленность семян на 6-10%;
- улучшить условия безопасности труда и экологичность за счёт уменьшения уровня шума технологического процесса в 2-3 раза и степени запылённости в 1,2-1,5 раза.

Таким образом, можно заключить, что полученные результаты опытно-производственных испытаний показывают целесообразность внедрения полифункциональных антифрикционно-износостойких, антикоррозионных гетерокомпазитных покрытий на рабочих поверхностях деталей

технологических оборудований первичной переработки хлопка. Для винтовых транспортёров целесообразно применять покрытия до 2 мм, а для пневмотранспортеров (труб) – покрытия толщиной 1,0-1,5 мм из полифункциональных композиционных полимерных материалов или изготовленных из них деталей.

Экономическая эффективность (по ценам 2017-2018 гг.) достигнута за счёт увеличения срока службы технологического оборудования (на 32,5%) в количестве 160 млн. сум, уменьшения механического повреждения хлопкового волокна (в среднем на 0,45-0,90%), уменьшения повреждения дроблённости семян (на 6-10%). Достигнут ожидаемый экономический эффект – 857 млн. сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований по диссертации на соискание учёной степени доктора философии (PhD) по техническим наукам на тему: «Основы создания гетерокомпозитных полимерных материалов и покрытий для деталей машин из местных материалов» можно сделать следующие выводы:

1. Гетерокомпозитные полимерные покрытия толщиной 1,0-1,5 мм разработаны для прямолинейных участках транспортёров. Это позволяет повысить эффективность работы транспортёров в 0,3-0,5 раза.

2. Разработаны колковые детали из гетерокомпозитных полимерных материалов. Это позволяет снизить механические повреждения хлопка в 1,7-2,0 раза.

3. Разработана эффективная технология получения антифрикционных и антифрикционно-износостойких гетерокомпозитных термореактивных материалов из местного сырья и промышленных отходов. Это позволяет увеличить срок службы оборудования первичной обработки хлопка на 30-35% в обмен на защиту от коррозии и истирания.

4. На основе анализа теоретических основ многофакторного прогнозирования имеющейся эмпирических выражений разработаны критерии количественной и качественной оценки механического повреждения волокон и семян предложена технология получения цельных кольковых деталей и рабочих органы из гетерокомпозитных полимерных материалов для хлопкоперерабатывающих машин и механизмов. Это позволяет снизить сумму пороков в волокне в среднем на 0,45-0,90 %.

5. Отмечено что, согласно предлагаемому критерию при выборе существующих и создании новых высокоэффективных ГКПМ с минимальным комплексным фактором (произведение коэффициента трения на относительную поврежденность хлопка) нужно стремиться приблизить модуль упругости материала к модулю упругости хлопкового волокна, обеспечивая при этом минимальное изменение шероховатости, достигаемое повышением равномерности микротвердости поверхности ГКПМ. Это позволяет снизить дробленность семян на 6-10%.

6. Выведены уравнения регрессии на основе установленных законов изменения зависимости технологических параметров получения литьевых деталей антифрикционно-износостойких гетерокомпозитных полимерных материалов и покрытий из них. Это служит для графического определения закономерностей изменения влияющих параметров.

7. Результаты исследования прошли производственные испытания на технологическом оборудовании ЗАО «KORASUV PAXTA TOZALASH» - винтовых конвейеров, распределителей, очистителей и линтеров покрытых на основе предложенных технологических режимов с использованием местных сырьевых и вторичных ресурсов и внедрены с фактическим экономическим эффектом 160 млн. сум.

При испытании и внедрении кольковых деталей срок службы технологического оборудования увеличился в среднем на 32,5%.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.03.04. ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT STATE TECHNICAL
UNIVERSITY**

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

SOBIROV BEKZODBEK AHMADJONOVICH

**BASICS OF CREATING HETEROCOMPOSITE POLYMERIC
MATERIALS AND COATINGS FROM LOCAL RAW MATERIALS FOR
MACHINE PARTS**

**05.02.01-Materials science in mechanical engineering. Foundry. Heat
treatment and metal forming. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare
metals (in the direction of foundry and metal processing technologies)**

**ABSTRACT OF THESIS OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
IN TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2020

The theme of doctoral dissertation (PhD) in technical sciences is registered in the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2019.4.PhD/T725.

The doctoral dissertation is made in the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (abstract)) on the website (www.tdtu.uz) and on the Information of the Educational Portal "ZiyoNet" (www.ziyo.net).

Scientific supervisor:

Djumabaev Alijon Bajishevich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Abdullaev Fatxulla Sagdullaevich
doctor of technical sciences, professor

Bekmurzaev Nurkhon Khayitovich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Leading organization:


Tashkent State Transport University

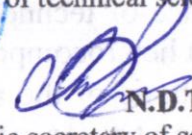
The defense will take place « 31 » _october_ 2020 y at 13⁰⁰ at the meeting of scientific council DSc.03/30.12.2019.T.03.04 at Tashkent State Technical University located at 2, University street, Tashkent, 100095. Tel./Fax: (99871) 227-10-32, E-mail: tadqiqotchi@tdtu.uz.

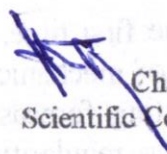
The dissertation can be reviewed at the Information and Resource Center of Tashkent State University (registration number 165). (Address: 100095, st. University 2, Tashkent Tel./Fax: (99871) 246-46-00).

Abstract of dissertation sent out on « 26 » _october_ 2020y.
(mailing report №165 on « 26 » _october_ 2020y).




K.A.Karimov
Chairman of scientific council for
awarding degree,
doctor of technical sciences, professor


N.D.Turakhodjayev
Scientific secretary of scientific council
for awarding degree, doctor of technical sciences, professor


F.S.Abdullaev
Chairman of scientific council seminar at the
Scientific Council for the awarding academic degrees,
doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the research work is the creation of one-piece injection molded parts or parts with a polymer coating to increase the operational reliability and efficiency of technological equipment for the primary processing of cotton.

The tasks of research:

to development of criteria for quantitative and qualitative assessment of mechanical damage to fibers and seeds based on the analysis of the theoretical foundations of multifactorial criterional prediction;

to effective use of the mathematical apparatus and modern computer technologies to ensure the reliability of research results;

to creation of technological molds for the manufacture of pile parts for breaking a cotton bundle from antifriction-wear-resistant heterocomposite polymeric materials;

to optimization of technological modes and geometric parameters for obtaining cast parts of machine working bodies from anti-friction-wear-resistant heterocomposite polymer materials;

to implementation of research results and assessment of technical and economic efficiency.

The object of the research work there were working surfaces of large-size technological equipment of heterocomposite polymeric materials and coatings made of them based on both thermosetting and thermoplastic binders, fillers based on local minerals, as well as the method of solar technology.

Scientific novelty of the research work:

heterocomposite polymer coatings with a thickness of 1.0–1.5 mm for straight-line parts of conveyors have been developed;

developed peg parts from heterocomposite polymeric materials;

an efficient technology has been developed for producing antifriction and antifriction-wear-resistant heterocomposite thermosetting materials from local raw materials and industrial waste;

a technology for reducing mechanical damage to cotton using heterocomposite polymeric materials and polyfunctional coatings is proposed;

regression equations are developed on the basis of the laws of change in the interdependence of technological parameters of injection molding of antifriction-wear-resistant heterocomposite polymer materials;

on the basis of the analysis of the theoretical foundations of multifactorial criterion forecasting, a criterion for quantitative and qualitative assessment of mechanical damage to fibers and seeds has been developed.

The outline of the thesis:

Scientific significance - for the first time, the possibilities of quantitative and qualitative assessment of the values of mechanical damage to cotton fiber and seeds were proposed on the basis of existing forecasting and special criteria with more accurate values. Determination of the regularities of the deformation properties of antifriction-wear-resistant heterocomposite polymeric materials affecting the friction and wear of machine parts and mechanisms, as well as scientifically based principles

for the design of pegs and working bodies of technological equipment, ensuring an increase in their reliability and efficiency.

Practical significance - lies in increasing the most important indicators of operational reliability and efficiency of the manufactured peg parts from heterocomposite polymer materials and multifunctional coatings, as well as in the rational use of local raw materials and secondary resources. The use of Newton's interpolation formula and Lagrange's method in the mathematical processing of the results contributed to the expansion of the practical scope of research.

Implementation of results of a research:

As a result of the tests carried out, it was found that heterocomposite polymer coatings with a thickness of 1.0-1.5 mm ensure operability on straight sections of conveyors. The following results were obtained in the process of testing and implementation:

- to increase the productivity of technological equipment by 10-15%;
- increase the service life of technological equipment by 30-35% by protecting them from corrosion and wear;
- to reduce the amount of defects in the fiber by an average of 0.45-0.90%;
- to reduce the fragmentation of seeds by 6-10%;
- to improve labor safety and environmental friendliness by reducing the noise level of the technological process by 2-3 times and the degree of dustiness by 1.2-1.5 times.

Thus, we can conclude that the obtained results of pilot production tests show the advisability of introducing polyfunctional anti-friction-wear-resistant, anti-corrosion heterocomposite coatings on the working surfaces of parts of technological equipment for primary cotton processing. For screw conveyors, it is advisable to use coatings up to 2 mm, and for pneumatic conveyors (pipes) - coatings 1.0-1.5 mm thick from polyfunctional composite polymer materials or parts made from them.

Economic efficiency (at prices of 2017-2018) was achieved due to an increase in the service life of technological equipment (by 32.5%) in the amount of 160 million soums, a decrease in mechanical damage to cotton fiber (by an average of 0.45-0.90%), reducing damage to seed fragmentation (by 6-10%). The expected economic effect was achieved - 857 million soums.

The structure and scope of the dissertation.

The structure of the dissertation consists of introduction, four chapters, conclusion, list of used literature, applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

Эълон қилинган ишлар рўйхати
Список опубликованных работ
List of published works

I-бўлим (I-часть; I-part)

1. Основы обеспечения эксплуатационной надежности гетерокомполитных полимерных материалов для деталей машин. / А.Б.Джумабаев, Б.А.Собиров, Г.Б.Мирадуллаева, Л.Ю.Бакиров, Ш.А.Халимов. (Под общ. ред. д.т.н., проф. А.Б.Джумабаева) // “TURON-IQBOL” Ташкент-2018, - 440с.

2. Х.Т.Ахмедходжаев, А.Б.Джумабаев, Б.А.Собиров, Л.Ю.Бакиров. Обобщенная критерия оценки эффективностиновых материалов и конструкции для технологических машин по переработке хлопка. // “ТЎҚИМАЧИЛИК МУАММОЛАРИ” илмий-техника журнали №4/2018, Тошкент-2018, С. 44-49 (05.00.00.№17).

3. Б.А.Собиров, Л.Ю.Бакиров, Ш.А.Халимов, М.У.Тураев, А.Б.Джумабаев. К созданию установки для исследования релаксации напряжения в полимерных композиционных материалов с учетом трение и изнашивание. // “МЕХАНИКА МУАММОЛАРИ” илмий-техника журнали №4/2018, Тошкент-2018, С. 81-85 (05.00.00 №6).

4. Djumabaev A.B., Xalimov Sh.A., Sobirov B.A., Qaraev F.J. Increase of operational reliability of heterocomposite polymeric materials of machine-building designation operating under conditions of hydro abrasive wear. // Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Washington DC, USA, September 27-29, 2018. – С. 2425-2432 (Scopus).

5. У.А. Зиямухамедова, Б.А. Собиров, Г.Б. Миродуллаева, Б.М. Тожибоев, А.Б. Джумабаев. Исследование возможности комплексного применение композиционных материалов на основе из местного сырья в технологических оборудованьях по переработки хлопка сырца. // ФарПИ илмий техника журнали. №1/2019, Фаргона-2019. С. 47-51 (05.00.00 №20).

6. Х.Т. Ахмедходжаев, Ф.Ж. Караев, Д.А. Джумабаев, Б.А. Собиров. О стандартизованном методе и средствах определения триботехнических свойств материалов при фрикционном взаимодействии с хлопком. // Проблемы текстиля. №2. -2019. С. 42-53 (05.00.00 №17).

II-бўлим (II-часть; II-part)

7. B.A.Sobirov A.B.Djumabayev M.M.Sobirov. Choosing modern methods of modelling when operating isuzu buses suspension mechanisms // International Journal of Advanced Academic Studies 2020; 2(2) India-2020 .С. 138-144.

8. У.А. Зиямухамедова, Б.А. Л.Ю. Бакиров, Собиров, З.З. Джумабаева, Х.С. Ҳасанов. Пахта толасининг механик жароҳатланишини

ишқаланувчи сиртлар ҳақиқий тегишув юзасининг нисбий ўзгариши бўйича баҳолаш. // DGU 06756. Тошкент-2019.

9. У.А. Зиямухамедова, Б.А. Собиров, Л.Ю. Бакиров, З.З. Джумабаева, М.М. Иброҳимов. Комплекс омиллар кўпайтмаси минимал микдори бўйича технологик жиҳоз ишчи сиртлари учун қоплама материални танлаш. // DGU 06757. Тошкент-2019.

10. Б.А.Собиров. ANSYS V15.0 дастурий комплексида динамик ҳисоблаш методикаси (Explicit Dynamics). // Андижон машинасозлик институти, Ҳалқаро илмий техникавий анжуман, 1-том, Андижон-2016, С. 391-395.

11. Б.А.Собиров. Ишлаб чиқарилган машина қисмлари (маҳсулот) умрини бошқариш. // Андижон машинасозлик институти, Ҳалқаро илмий техникавий анжуман, 2-том Андижон-2016. С. 732-734.

12. Б.А.Собиров. Solid Edge ST6 дастурида чекли элементлар усули инструментлари ва улар ёрдамида содда моделлар яратиш. // Андижон машинасозлик институти, Республика микёсидаги илмий амалий конференция. Андижон – 2017. С. 510-520.

13. Б.А.Собиров, Б.М.Тожибоев, А.Б.Джумабаев. Повышение качества и обеспечение ресурсосбережения при разработке новых композиционных машиностроительных материалов из местных сырьевых ресурсов. // Научный вестник Андижанского машиностроительный институт №2 /2017, С. 51-54.

14. У.А.Зиямухамедова, З.Н.Мухиддинов, Л.Й.Бакиров, Б.А.Собиров. Исследование влияния наполнителей на свойства композиционных полимерных материалов полученных с использованием солнечной энергии. // “Кимё ва кимё технологияси” илмий-техника журнали №2/2018, Ташкент-2018, С. 40-46.

15. А.Б.Джумабаев, Г.Б.Миродуллова, Б.А.Собиров. Внедрение системы технического регулирования в технологических процессах производства: эксплуатация и техсервис сельхозмашин. // СТАНДАРТ “ЎЗСТАНДАРТ” илмий-техника журнали №1/2018, Тошкент-2018, С. 9-10.

16. Б.А.Собиров, Ф.Ж.Караев, С.К.Убайдуллаев, А.Б.Джумабаев. К вопросу разработки антифрикционно-износостойких композитционных полимерных материалов на технологических машинах по переработки хлопка. // Андижанский машиностроительный институт, Международная научная конференция. Сборник научных статей, Андижан-2018, С. 835-842.

17. З.Н.Мухиддинов, Ш.А.Халимов, Б.А.Собиров, Э.А.Рахматов, С.М.Абдураимов. Повышение эксплуатационной надежности гетерокомполитных полимерных материалов машиностроительного назначения, работающих в условиях гидроабразивного изнашивания. // Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции «ИННОВАЦИЯ-2018». Ташкент, 26-27 октябрь 2018 г. С.81-82.

18. А.Б. Джумабаев, У.Х. Шоазимова, Б.А. Собиров. Метод и средство измерения трибопараметров хлопка с контртелом. // «ИННОВАЦИОН ТЕХНИКА ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАРНИНГ МУАММО ВА

ИСТИҚБОЛЛАРИ» мавзусидаги Республика илмий ва илмий-техник анжумани. ТошДТУ, Тошкент-2019. С. 39-41.

19. Б.А. Собиров, Х.А. Махаммаджонов, З.З. Джумабаева. Повышение эксплуатационной надежности гетерокомпозитных полимерных материалов машиностроительного назначения. // Андижон давлат университети халқаро миқёсидаги конференция. Андижон 2019. С. 175-177.

20. Б.М. Тожибоев, Б.А. Собиров, А.А. Запаров, Х.А. Махаммаджонов, Б.М. Хасанов. Термопластичные полимерные материалы общемашиностроительного назначения и повышение их эксплуатационных свойств. // Андижон давлат университети. Инновация: Фан, таълим, технология илмий журнали. Андижон – 2019. С. 51-54.

21. Б.М. Тожибоев, Б.А. Собиров, А.Р. Баймирзаев, Б.М. Хасанов, Х.А. Махаммаджанов. Подшипники скольжения из полимерных материалов в современном машиностроении и их конструктивно-технологические особенности. // Фарғона халқаро конференция, Фарғона – 2019. С. 353-355.

22. А.Б. Джумабаев, Б.М. Тожибоев, Б.А. Собиров, Х.А. Махаммаджанов. Особенности трения и изнашивания машиностроительных полимерных материалов и их зависимость от различных факторов. // Андижон машинасозлик институти, Республика миқёсидаги илмий амалий конференция. Андижон – 2019. С. 535-537.

23. Э.Н. Дусткобилов, Э.А. Рахматов, Б.А. Собиров, Д.Д. Муродалиев. Перспективные нанокпозиционные машиностроительные материалы с использованием наноструктурных кластеров. // “Глобал ҳамкорлик – барқарор тараққиёт шартлари ва кафолати” мавзусида халқаро миқёсидаги илмий-техник анжумани. ТАЙЛҚЭИ, Тошкент -2019. С. 183-185.

24. Б.А.Собиров А.Б.Джумабаев, М.М.Собиров. Пахтага дастлабки ишлов бериш машиналари ишчи қисмларида гетерокомпозит материалларининг қўлланилиш истиқболларини тадқиқотлаш. // Андижон машинасозлик институти Халқаро илмий техник анжумани Андижон-2020. С. 137-143.

25. А.Б.Джумабаев, О.Ш.Саримсаков, Б.А.Собиров Э.Н.Дусткобилов. Пахтага дастлабки ишлов беришдаги механизациялаштириш машиналарини такомиллаштиришга замонавий ёндошув// Андижон давлат университети “Инновация: фан, таълим, технология” илмий техника журнали Андижон-2020. С.33-40.