

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

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

БОЗОРБОЕВ ШУХРАТ АБДУРАХИМОВИЧ

**ОРГАНОМИНЕРАЛ ХОМАШЁЛАРНИ МЕХАНОКИМЁВИЙ
ФАОЛЛАШТИРИШ ВА УЛАРДАН ФОЙДАЛАНИБ
МАШИНАСОЗЛИК УЧУН МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН
КОМПОЗИЦИОН ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАР ЯРАТИШ**

02.00.07 – Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси
05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси
(материалшунослик ва металлургия йўналишлари)

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

Тошкент – 2020

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

Бозорбоев Шухрат Абдурахимович Органоминерал хомашёларни механокимёвий фаоллаштириш ва улардан фойдаланиб машинасозлик учун модификацияланган композицион полимер материаллар яратиш.....	4
Бозорбоев Шухрат Абдурахимович Механохимическая активация органоминерального сырья и разработка с их использованием модифицированных композиционных полимерных материалов машиностроительного назначения.....	21
Bozorboyev Shuhrat Abdurahimovich Mechanochemical activation of organomineral raw materials and development with their use of modified composite polymer materials for engineering purposes.....	41
Эълон қилинган ишлар рўйхати.....	45
Список опубликованных работ.....	45
List of published works.....	45

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси В2019.4.PhD/Т158 рақам билан Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида рўйхатга олинган.

Диссертация Ислоом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» Давлат унитар корхонасида бажарилган.

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

Илмий раҳбарлари:

Абед Нодира Сойибжоновна
техника фанлари доктори, профессор

Негматова Комила Сойибжоновна
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлари:

Эминов Ашрап Мамурович
техника фанлари доктори, профессор

Қодирбекова Қутпинисо Каримовна
техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Андижон машинасозлик институти

Диссертация ҳимояси Ислоом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУК ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил «__» _____ соат ____ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (+99871) 246-39-28; факс: (+99871) 227-12-73, e-mail: [fan va taraqqiyot@mail.ru](mailto:fan_va_taraqqiyot@mail.ru), www.gupft.uz «Фан ва тараққиёт» ДУК биноси, 2- қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан «Фан ва тараққиёт» ДУКнинг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (19-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (+99871) 246-39-28; факс: (+99871) 227-12-73

Диссертация автореферати 2020 йил «__» куни тарқатилди.
(2020 йил «04» июнь №19- рақамли реестр баённомаси).

С.С.Негматов

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси ЎзФА академиги

М.Г. Бабаханова

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

Н.Талипов

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш ҳузуридаги илмий
семинар раиси, т.ф.д., к.и.х.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Ҳозирги кунда дунё миқёсида корхоналарда ишлатиладиган машина ва механизмларнинг иш қобилиятини оширишда композицион полимер материаллардан (КПМ) фойдаланиб самарадорликни оширишга эришилмоқда. Механокимёвий фаоллаштирилган органик минерал тўлдирувчиларидан фойдаланган ҳолда юқори мустаҳкамликка эга бўлган КПМдан олинган машина деталларини ишлаб чиқиш ва уларни машина ва механизмлар ишчи органларида қўлланиши алоҳида аҳамиятга эга.

Дунёда антифрикцион-ейилишбардош композицион полимер материаллардан фойдаланиб машина ва механизмларнинг иш унумини ошириш борасида илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада модификацияланган ва янада мустаҳкам композицион полимер материаллар олиб машина ва механизмлар учун самаради антифрикцион-ейилишбардош деталларни яратиш мақсадга мувофиқдир.

Республикамиз корхоналарида маҳаллий ва иккиламчи хомашёлар асосида юқори мустаҳкамликка эга бўлган антифрикцион-ейилишбардош деталларни олиш борасида илмий изланишлар ва чора ва тадбирлар амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг тўртинчи йўналишининг тўртинчи бандида «...илмий-тадқиқот ва инновация фаолиятини рағбатлантириш, илмий ва инновацион ютуқларни амалиётга жорий этишнинг самарали механизмлари...»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб олинган. Ушбу йўналишда механокимёвий йўл билан фаоллаштирилган ингредиентлардан юқори мустаҳкам хоссали КПМ ишлаб чиқариш асосида машина ва механизм деталларини олиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори, 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ва 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сонли «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури» тўғрисидаги Қарори ҳамда мазкур фаолиятига тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-4947 «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги фармони

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Органоминерал тўлдирувчиларни механокимёвий фаоллаштириш бўйича П.А.Ребиндер,

Б.В.Дерягин, Н.А.Кротова, Д.М.Мамбетов, Ю.П.Топоров, И.А.Хинт, В.П.Смилга, М.И.Молацкий, А.С. Зархин, О.А.Позняков каби таниқли олимлар ўз ҳиссаларини қўшганлар. Юқори мустаҳкамликга эга бўлган янги композицион полимер материалларни яратишда эса А. Hayashi, S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, Н.С. Ениколопов, С.Н. Журков, В.В. Коршак, В.А. Белый, А.Д. Яковлев, А.В. Струк, А.А. Берлин, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, С.С.Негматов, М.А.Аскарлов, С.Ш.Рашидова, А.Т.Джалилов, А.Х.Юсупбеков, А.А.Рискулов, А.С.Ибодуллаев, Ж.Х.Халиков, Р.Г.Махкамов, Ф.А.Магруппов, Р.С.Сайфутдинов, Г.Гулямов, Н.С.Абед каби таниқли олимлар илмий изланишлар олиб борганлар.

Мавжуд ишларнинг таҳлиliga кўра, органоминарал тўлдирувчиларни механокимёвий фаоллаштириш ва пахта хомашёси билан ўзаро таъсири шароитида ишлайдиган, антифрицион-ейилишбардош композицион полимер материаллар ва улардан тайёрланган деталларни яратиш етарли даражада ўрганилмаган. Мазкур диссертация ишида ушбу муаммони ечимига доир масалалар кенг ёритилиб берилган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» Давлат унитар корхонасида амалий лойиҳаларнинг илмий-тадқиқот ишлари режасининг ППИ-12-45 «Термопластик полимерлар ва ноорганик тўлдирувчилар асосидаги антифрикцион ва емирилишга чидамли композицион материалларни олишнинг самарали техноологиясини ишлаб чиқиш ва улар асосида пахтани қайта ишловчи комплекс ишчи органлари учун эъҳтиёт қисмларини тайёрлаш» (2012-2014 йй.); ППИ-А-12-95 «Толали масса (пахта хомашёси) билан ўзаро таъсирлашувчи кристаллсимон полимерлар асосидаги антифрикцион ва емирилишга чидамли наноккомпозитларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017 йй.) лойиҳалари асосида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади органоминарал тўлдирувчиларни механокимёвий фаоллаштиришнинг самарали усулини ишлаб чиқиш ва антифрицион-ейилишбардошли композицион материалларни яратиш ва улар асосида пахта тозалаш саноати машина ва механизмлари учун деталлар ишлаб чиқаришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

органоминерал тўлдирувчиларни механокимёвий фаоллаштиришнинг ҳозирги кундаги ҳолати ва унинг машинасозлик мақсадлари учун КПМларини олишда фойдаланиш имкониятларини ўрганиш;

юқори мустаҳкамли антифрикцион-ейилишбардошли КПМ ва улар асосида деталлар яратиш учун тадқиқот объектларини танлашни асослаш;

механокимёвий фаоллаштирилган органоминарал тўлдирувчиларни олиш учун «зарбли-майдалаш-ишқаланиш» усулида ишлайдиган дисмембратор қурилмасида майдалаш жараёнини ўрганиш;

юқори мустаҳкамли КППни олиш имконини берувчи, табиий минерал тўлдирувчиларни майдалаш жараёнида механик фаоллаштирилган, механокимёвий жараёнларни ўрганиш;

механокимёвий фаоллаштирилган органоминарал тўлдирувчилардан фойдаланган ҳолда, самарали композициялар таркибини яратиш ва антифрикцион-ейилишбардошли КПП ва улардан машинасозлик мақсадлари учун буюмлар ишлаб чиқариш;

пахтани қайта ишлаш машиналари ва механизмларининг ишчи органлари қисмлари учун яратилган антифрикцион-ейилишбардошли материалларни тажриба синовларидан ўтказиш ва уларнинг иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг объектлари сифатида юқори зичликка эга бўлган (ЮЗПЭ) И-0760 маркали полиэтилен, 05П10/020 маркали полипропилен ва тўлдирувчилар: сажа (қурум), графит, шиша толаси, квац қуми танланган. Қарши жисм сифатида намлиги 8,0-35,0%, ифлослиги 40-3% гача бўлган кўлда терилган, С-6524 навли пахта хомашёсидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг предмети органоминарал тўлдирувчиларни майдалаш технологик режимларига қараб механокимёвий фаоллаштириш жараёнини ўрганиш, юқори мустаҳкамли антифрикцион-ейилишбардош КППларнинг мақбул таркибларини яратиш ва улардан деталлар ишлаб чиқариш, шунингдек уларнинг иш қобилияти ва самарадорлигини аниқлаш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Органоминарал тўлдирувчиларни механокимёвий фаоллаштириш учун «зарбли-майдалаш-ишқаланиш» принципи асосида ишлайдиган дисмембратор, композицион полимер материалларни физик-механик хоссаларини аниқлашда стандарт усуллар қўлланилган. Пахта билан ўзаро таъсирда бўлган композицион полимер материалларининг антифрикцион хоссалари мажмуаси дискли трибометрда O'zDST3330:2018 бўйича ва композит материаллар намуналарини микро тузилишини ЭМВ-100 БР микроскопи ёрдамида ўрганилган.

Тадқиқотнинг илмий янгиллиги қуйидагилардан иборат:

органоминарал ингредиентларни «зарбли-майдалаш-ишқаланиш» усули билан майдаланганда дисперслаш жараёнининг дисмембратор қурилмасининг параметрлари ва технологик режимларга боғлиқлик қонуниятлари аниқланган;

тўлдирувчиларни механофаоллаштириш жараёнида кимёвий реакцияларнинг ҳосил бўлиши уларнинг кимёвий таркибига ва табиатига боғлиқлиги, фаол марказларнинг ҳосил бўлиши аниқланган;

механикокимёвий фаоллаштирилган органоминарал ингредиентларнинг табиати ва миқдориға қараб ишлаб чиқилган антифрикцион-ейилишбардошли КПМ хоссаларининг ўзгариш қонуниятлари аниқланган;

машинасозлик мақсадларида полиолефинлар ва механокимёвий фаоллаштирилган ингредиентлар асосида антифрикцион-ейилишбардошли КПМ яратишнинг асосий илмий ва услубий тамойиллари ишлаб чиқилган;

пахта хомашёси билан ўзаро таъсири шароитларда ишлайдиган юқори мустаҳкам хоссали, паст ишқаланиш коэффициенти ва юқори ейилишбардошликка эга бўлган механокимёвий фаоллаштирилган органоминарал ингредиентли антифрикцион-ейилишбардошли композицион материалларнинг оптимал таркиби яратилган;

механокимёвий фаоллаштириш натижасида фаол эркин радикалларнинг ҳосил бўлишда тўлдирувчиларни майдалаш жараёнида кечадиган кимёвий рекацияларнинг уларнинг таркиби, табиатиға боғлиқлиги аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

органоминарал ингредиентларни механокимёвий фаоллаштириш усули ишлаб чиқилган ва «зарбли-майдалаш-ишқаланиш» тамойилиға мувофиқ ишлайдиган усул ва ускуна ишлаб аниқланган;

юқори сифатли антифрикцион-ейилишбардош КПМ олиш ва улардан буюмлар тайёрлаш учун механокимёвий фаоллаштирилган органоминарал тўлдирувчилардан фойдаланиш тавсия этилган;

механокимёвий фаоллаштирилган органоминарал тўлдирувчи ингредиентлар ёрдамида антифрикцион-ейилишбардош КПМларнинг энг мақбул таркиблари ишлаб чиқарилди ва пахта тозалаш саноатидаги машина ва механизмларининг ишчи органлари учун деталлар тайёрланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги механокимёвий фаоллаштирилган органоминарал ингредиентлар билан тўлдирилган КПМларнинг физик-механик ва антифрикцион хоссаларини ўрганиш физик-кимёвий ва физик-механик тадқиқотлар усуллари билан асосланади. Шунингдек, тадқиқот натижаларини пахта тозалаш заводларидаги машина ва механизмларининг ишчи органлариға жорий этилишидан иборат.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, маҳаллий хомашёлардан органоминарал тўлдирувчиларни механокимёвий фаоллаштирилганда композицияларнинг физик-механик хоссалари, ишқаланиш коэффициенти ва ейилишға таъсир қилиш қонуниятларининг аниқланганлиги ҳамда юқори мустаҳкамли антифрикцион-ейилишбардошли ейилишға чидамли КПМ ва деталлар ишлаб чиқарилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти механиккимёвий фаол тўлдирувчилар ёрдамида ишлаб чиқилган антифрикцион-ейилишбардошли КПМ асосида ишлаб чиқарилган деталларни машина ва механизмларнинг ишчи қобиятини ва самарадорлигини оширишдан иборат.

Тадқиқотлар натижаларининг жорий қилиниши. Маҳаллий хомашё асосида механокимёвий фаоллаштирилган органоминарал тўлдирувчилардан

фойдаланган ҳолда антифрикцион-ейилишбардошли композицион полимер материалларини ишлаб чиқариш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

толали масса (пахта хомашёси) билан ўзаро таъсир қилувчи антифрикцион машинасозлик КПМнинг ишқаланиш коэффиенти, ишқаланиш зонасида вужудга келган температура ва электростатик заряд миқдорини аниқлаш методлари бўйича Ўзбекистон Давлат Стандарти (O'z DSt 3330:2018) тасдиқланган («O'ZSTANDART» агентлиги «Ахборот-маълумот маркази» давлат корхонасининг 2018 йил 26 октябрдаги 1187/40-сон маълумотномаси). Натижада дискли трибометрда машинасозлик КПМни толали материаллар билан фрикцион таъсирдаги ишқаланиш коэффиенти, ишқаланиш зонасидаги ҳарорат ва трибоэлектрик зарядларни бир вақтнинг ўзида аниқлаш имконини берган.

антифрикцион полимер композицияси ихтироси учун Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг патенти олинган (IAP 05000, 2015 йил). Натижада пахта билан ишқаланиш шароитида ишлайдиган пахтани қайта ишлаш машина ва механизмларининг мустаҳкамлиги ва самарадорлигини ошириш имконини берган;

антифрикцион ёғоч-полимер композицион материал учун Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлигининг ихтирога патенти олинган (№IAP 05068, 2015й.). Натижада машина ва механизмларнинг ишчи органларида антифрикцион композицион ёғоч-полимер материаллардан кенг миқёсда фойдаланиш имконияти яратилган;

механокимёвий фаоллаштирилган органоминарал ингредиентлар ёрдамида олинган антифрикцион-ейилишбардошли композицион материаллардан олинган деталлар «Пискент пахта тозалаш заводи» АЖда амалиётга жорий этилган («Ўзпахтасаноат» 2019 йил 18 октябрдаги 03-18/6051-сон маълумотномаси). Натижада пахта толасини қайта ишлашда унумдорликни ошириш ҳамда машина ва механизмларнинг энергия сарфини камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 12 та Республика илмий-техник ва 3 та халқаро конференцияларда эълон қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертацияни мавзуси бўйича жамми 29 илмий иш эълон қилинган. Улардан 11 илмий мақолалар, жумладан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестацион комиссияси томонидан докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган журналларда республикада 6 та ва халқаро журналларда 2 та мақола, шунингдек 2 та патент олинган ва 1 та методик қўлланма чоп этилган ва O'zDSt 3330:2018 усули ишлаб чиқилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши 124 саҳифада баён этилган бўлиб, кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация иши мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва асосий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Органоминерал хомашёларни механокимёвий фаоллаштиришнинг ҳозирги ҳолати ва улардан машинасозлик мақсадлари учун композит материаллар олишда фойдаланиш имкониятлари»** номли биринчи бобида қаттиқ моддаларни механокимёвий фаоллаштиришнинг назарий ва амалий жиҳатлари, механокимёвий ҳодиса ва жараённинг ҳолати ҳамда таҳлили, органоминерал хом ашёнинг механокимёвий фаоллигини нозик майдалаш орқали ўрганиш учун адабиёт ва патент маълумотлари таҳлили берилган.

Адабиётлар таҳлилидан маълум бўлдики, маҳаллий ва иккиламчи хомашёлар асосида органоминерал ингредиентларни механокимёвий фаоллаштириш, мақбул технологик усуллари аниқлаш ва КПМ ҳамда буюмларни тайёрлаш жараёнлари етарлича ўрганилмаган. Шунинг учун маҳаллий ва иккиламчи хомашёлар асосида органоминерал ингредиентларни механокимёвий фаоллаштириш жараёни учун мақбул шарт-шароитларни яратишда илмий-техник ёндашувлар алоҳида ўрин тутади.

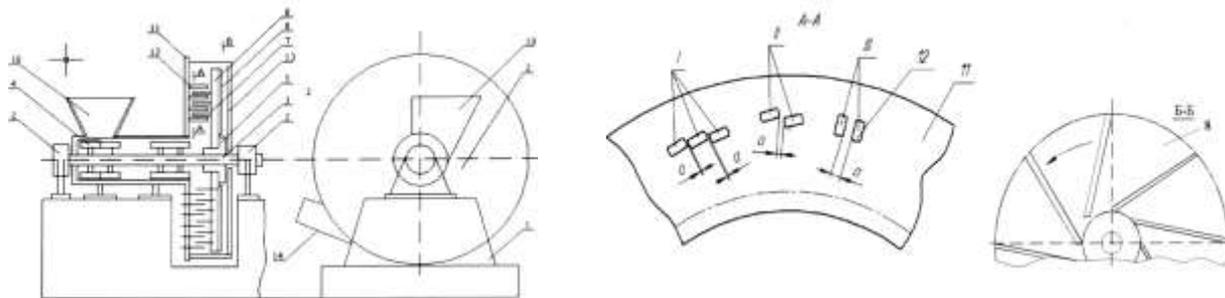
Диссертациянинг **«Маҳаллий хомашё асосида механокимёвий фаоллаштирилган органоминерал ингредиентлар учун тадқиқот объектларини танлаш ва асослаш ҳамда композит материалларни яратиш ва уларни ўрганиш усуллари»** номли иккинчи бобида тадқиқот объекти, маҳаллий хомашё асосида органоминерал ингредиентларнинг физик-кимёвий ва механик хоссаларини экспериментал тадқиқотларни ўтказиш усуллари, композит полимер материалларини ишлаб чиқариш ва улардан намуналар олиш усуллари, шунингдек уларнинг физик-механик ва триботехник хоссаларини ўрганиш ва олинган тадқиқот натижаларини статистик қайта ишлаш методикаси кўриб чиқилган.

Диссертациянинг **«Зарбли-майдалаш-ишқаланиш усули билан ишлайдиган дисмембратор қурилмасида майдалаш орқали органоминерал ингредиентларни механокимёвий фаоллаштириш жараёнини ўрганиш ва унинг мақбул ишлаш режимларини аниқлаш»** номли учинчи бобида модулли дисмембраторнинг ишлаш тамойиллари ва уларнинг иш шароитлари, таркибий параметрларнинг дисмембратор ўрнатиш ишчи органининг тезлигига таъсирини ўрганиш натижалари, маҳаллий ва иккиламчи хомашёлар асосида органоминерал ингредиентларни механокимёвий фаоллаштиришни таъминлайдиган оптимал конструкцион

параметрлари ва унинг ишлаш технологик режимларини ўрнатиш натижалари акс этган.

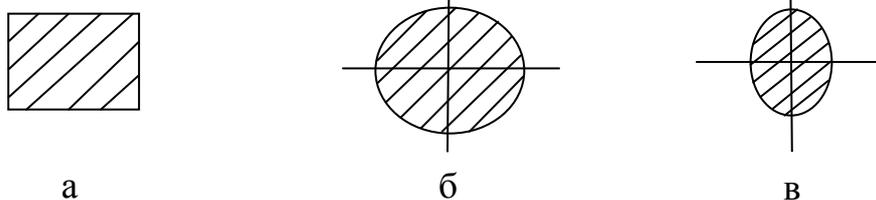
«Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонасида ишлаб чиқарилган органоминерал ингредиентларни ва минерал хомашёни майдалайдиган дисмембраторнинг диаграммаси 1-расмда келтирилган. Расмдан кўришиб турибдики, «зарбли-майдалаш-ишқаланиш» усулдан фойдаланиш имкониятини таъминлаш учун, дисмембраторнинг ишчи органи тадқиқот давомида ўзгарадиган уч турдаги майдалаш элементининг кесимлари шакллари билан ишлаб чиқилган. 2-расмда майдалаш элементининг кесимлари шакли кўрсатилган.

Конструктив равишда, ишчи органга диаметри 150 мм бўлган, айланмайдиган диск, дискнинг сўнги текислигига бир-бирининг орасига 5 мм бўшлиқ билан икки доирада ўрнатилган, горизонтал валга ўрнатилган, электр моторига уланган айланадиган ишчи диск киради. Тадқиқот жараёнида диаметри 150 мм бўлган ишчи дискда силлиқлаш сегментлари ўзгартирилади, диск атрофи бўйлаб сегментлар орасидаги масофа 0,2 мм бўлган икки қаторда силлиқланади.



1-станина, 2-кронштейн, 3-вал, 4-бия, 5-втулка, 6,7-бармоқли диск, 8-вентиляционли диск, 9-тешикли қувор, 10-бункер, 11- бармоқли диск, 12- бармоқлар, 13-қопқоқ, 14-потрубка

1-расм. Минерал хомашёни учун дисмембраторнинг схемаси



а) - тўртбурчаклар, б) - юмалок, с) – тасвирлар

2-расм. Лаборатория дастгоҳининг силлиқлаш элементининг кесимлар шакли

Майдалаш элементлари ўрнатилган доираларнинг диаметри бу элементлар айланмайдиган дискнинг бармоқлари доиралари орасига кириши учун мўлжалланган. Электр моторининг тезлиги 750 дан 3000 айл/мин гача. Силлиқлаш элементларининг турли кесимлар шакллариининг ингичкалиги натижасида ҳосил бўлган заррачаларнинг майдаланиш таъсири ва энг мақбул кесимлар шаклини аниқлаш ўрганилди. Майдалаш элементларининг турли хил кесимлар шакллари билан намуналарини силлиқлаш ингичкалиги даражасида энг яхши натижага силлиқлаш элементларининг овал кесма шакли билан эришилади. 1-жадвалдан кўришиб турибдики, дисмембраторнинг ишчи органи силлиқлаш вақти ва айланиш тезлигининг

ошиши билан майдаланган материалларни силлиқлаш яхшиланади. Шу билан бирга, силлиқлашнинг энг яхши кўрсаткичларига ишчи органининг айланиш даражаси 2880 айл/мин ва силлиқлаш муддати 10 минут билан эришилди, силлиқлашнинг энг юқори даражаси 0,003-0,006 мм ва материалнинг чиқиши 91,3% ташкил этди.

1-жадвал

Механоактиватор моделининг ишчи органининг айланиш ваки ва тезлигига қараб майдаланган минерал хомашёни майдалаш кўрсаткичлари

Майдаланиш ваки, мин	Ишчи органининг айланишлар сони, айл/мин	Юкланувчи материалнинг зарралар ўлчами, мм	Майдаланган материалнинг ўлчами, мм	Майдаланган материални чиқиш ўлчами, %
4	180	3-6	0,098-0,105	23,5
	1500		0,071-0,076	35,6
	2880		0,041-0,049	61,3-61,9
6	750	3-6	0,075-0,080	38,3
	1500		0,045-0,050	57,6
	2880		0,030-0,035	89,4
8	780	3-6	0,073-0,079	39,8
	1500		0,042-0,048	59,2
	2880		0,029-0,034	98,8
10	780	3-6	0,052-0,059	40,1
	1500		0,031-0,037	59,6
	2880		0,003-0,006	91,3

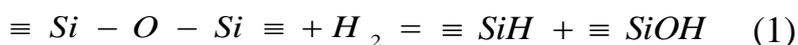
Шундай қилиб, механоактиваторда майдалаш ваки 10 мин; ишчи органидаги минерал хомашёни майдаловчи сегментлар сони 60-80 дона чегарасида бўлиши керак; айланадиган корпус ва стационар (айланмайдиган) органининг сегментлари орасидаги бўшлиқ 0,18-0,20 мм оралиғида бўлиши керак; ишчи органининг сегментлари жойлашган доиралар сони камида 4 та бўлиши керак; диск атрофидаги майдалаш сегментлари бўйича бўшлиқ 0,2 мм дан ошмайди; сегментлари бўлган айланадиган дискнинг айланиш сони 2880-3000 айл/мин чегарасида бўлиши керак. Бу эса ишчи органининг кўрсатилган конструктив параметрлари ва технологик режимлари юқори солиштирма юзани ва кварц заррачалари юзасида фаол марказларнинг энг кўп ҳосил бўлишини таъминлайди.

Диссертациянинг «**Органоминерал ингредиентларни майдалаш жараёнидаги механокимёвий ходисаларни ўрганиш ва улар асосида юқори антифрикцион ва физик-механик хоссаларига эга бўлган композит материалларни ишлаб чиқиш**» номли тўртинчи бобида Бўз (Андижон вилояти), Жамашуй (Наманган вилояти), Ёзёвон (Фарғона вилояти) ва Янгиер (Сирдарё вилояти) кварц кумларининг физик-киёмий хоссалари, кварц қуми юзасидаги механокимёвий реакцион жараёнлари ҳамда бошланғич гетероген кимёвий реакция тезлигида ҳосил бўлган узилган ва ишқаланишда ҳосил бўлган перексид структураси, шунингдек майдаланган кварц қумининг термостимуллашган электрон эмиссияси илмий-тадқиқот ишлари натижалари акс эттирилган. Кўриб чиқилган барча кумлар учун солиштирма юзаси 402-422 см/г, қуйма зичлиги 1482-1492 кг/м,

зичлиги эса 2315-2395 кг/м³ оралликда жойлашган. Биз фаол марказларнинг пайдо бўлиши ва жараённинг кинетикасини ўрганиш учун кварц деб номланган Бўз кумини танладик.

Кварцни майдалаш жараёнида юзага келадиган реакцияларни, уларни майдалаш орқали кўриб чиқамиз. Н₂ атмосферасида кварцнинг механик равишда бузилиш пайтида газнинг жадал сингиши кузатилади (5·10¹⁴ см⁻² гача). Майдалашдан кейин кварцнинг ЯМР-спектри битта чизикда (ΔH²= 90 э²) бўлади. Бу Н₂ намунада атом шаклида эканлигини кўрсатади. ИҚ-спектрида ≡ SiH гуруҳларига мос келадиган 2290 см⁻¹ чизик кузатилади. Si - Н боғи сув билан осон гидролизланади: ≡ SiH + H₂O ≡ SiOH + H₂.

Ўлчовлар шуни кўрсатдики, қисқа муддатли майдалаш пайтида, маълум бир сирт бир неча м²/г бўлганида, кварц билан реакция учун водороднинг сарфи кейинги гидролиз пайтида Н₂ чиқишига деярли тенг. Буларнинг барчаси кварцнинг водород билан механик кимёвий реакцияси учун куйидаги битта тенгламани ёзишга имкон беради:

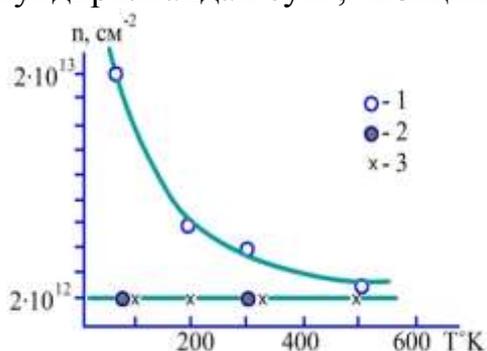


Кварцни О₂ атмосферасида майдаланганда газнинг ютилиши 5·10¹³ см⁻² га етади, масалан, ЭПР-спектри томонидан намунанинг юзасида перексид ≡ SiOO радикаллари ≡ SiOO аниқланган. Аммо кварц билан реакцияда О₂ нинг сарфланиши парамагнит заррачалар концентрациясидан каттароқ катталиқдир. Кислород қайтарилмаган кварц билан боғланади, 400-700 К ҳарорат оралиғида десорбция кузатилади ва такрорий (десорбциядан кейин) газ ютилиши аниқланмади. Кварц кислород таркибидаги СО адсорбциясини ўрганиш шуни кўрсатдики, ҳар бир кварц 600-700 К ҳароратда кварцни парчалаш жараёнида сўрилган О₂ молекуласи 2 та молекулани СО дан СО₂ га оксидлайди. Кварц билан реакцияга киришган О₂ нинг асосий қисми унинг юзасида кимёвий фаол, парамагнит бўлмаган шаклда бўлади. Кремнийнинг юқори оксиди йўқ, шунинг учун О₂ молекуляр перексид шаклида боғланган деб тахмин қилиш мумкин. Масалан, ≡ SiOO - OSi ≡ . Кварц юзасида О₂ нинг радикал ва молекуляр шакллари нисбати 1:7 га яқин. Кварцнинг кислород билан механик кимёвий реакциясининг Брутто тенгламасини куйидагича ёзиш мумкин: ≡ Si - O - Si ≡ + O₂ = ≡ SiOOOSi ≡ (2)

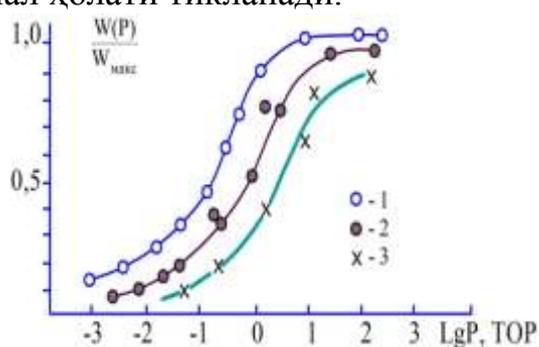
Кварцнинг янги ҳосил бўлган юзасида қандай фаол марказлар пайдо бўлишини кўриб чиқамиз. Тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатдики, кварц вакуумда йўқ қилинганидан кейин унинг юзасида Н₂ ва О₂ билан реакцияга киришадиган фаол марказлар сақланиб қолган. 3-расмда Н₂ (1) О₂ (2) реакция марказлари, шунингдек кенг ҳарорат оралиғидаги радикаллар ≡ Si (3) концентрациясининг нисбати кўрсатилган. Ушбу маълумотлар вакуумда ҳосил бўлган кварц юзасида икки турдаги марказлар – Н₂ реакциясининг термик бекарор марказлари ва кислород реакциясининг барқарор марказлари барқарорлигини кўрсатади. О₂ ва ≡ Si радикалларнинг реакция марказлари бутун ҳарорат оралиғида бир-бирига тўғри келиши, шунингдек О₂ билан реакцияда ушбу радикалларнинг юқори фаоллиги, вакуумда ҳосил бўлган

сиртдаги O_2 билан кварц реакциясининг асосий марказлари бўлган радикаллар деган хулосага келишимизга имкон беради: $\equiv Si+O_2 \equiv SiOO$

Бироқ, вакуумда ҳосил бўлган сиртдаги $\equiv Si O$ радикаллари $\equiv Si$ радикаллар сингари барқарорлашади ва улар ҳам термик барқарордир. (1) схема бўйича H_2 билан реакцияга киришадиган термик беқарор марказлар таранг кремний-кислород боғлиқлари бўлиши мумкин. Бундай ҳолда, ушбу марказларнинг термик йўқолиши эгри чизиғи (3,4-расмлар) механик ишлов беришдан кейин сирт қатламида қолган кучланиш релаксация жараёнларини акс эттиради. Бундай кучланишларнинг мавжудлиги ИҚ-спектроскопияси маълумотлари билан кўрсатилган. Кварц 3 соат майдалангандан сўнг, кремний-кислород боғлиқларининг валент тебранишлари (1100 см^{-1}) узунлиги минтақасига 10 см^{-1} тўлиқ узунлигига силжийди. Намунани 800 К га куйдирилгандан сўнг, чизиқнинг нормал ҳолати тикланади.



3-расм. H_2 (1), O_2 (2) ва $\equiv Si$ (3) реакция марказларини юмшаши 77 К да ўлчаниши



4-расм. Кварц кумининг H_2 билан реакция тезлигининг босимига боғлиқлиги 370 (1), 300 (2) ва 77 К (3)

Водород радикал марказлари билан ҳам реакцияга киришади:



Ушбу тахминларни текшириш учун куйидаги тажрибалар ўтказилди. Майдалашдан олдин кварц намунаси 1000 К да қиздирилди, кейин ҳароратни пасайтирмасдан кислород билан оксидланди. Бундан ташқари, намуна 10 минут давомида кислород атмосферасида юқори вакуум тизимида уланган кварц тебронадиган микромельницада майдаланган. Тажрибаларнинг биринчи сериясида, O_2 ни майдалагандан сўнг, кварц 50°C ҳароратда сув буғига тегди ва сууқ азот билан конденсацияланмаган газ тўпланиб, масс спектрометрия ёрдамида таҳлил қилинди. Шундан сўнг H_2O_2 концентрацияси И.Б.Колбаев томонидан ишлаб чиқилган усул билан аниқланди. 2-жадвалдан кўйиниб турибдики, 3-та тажрибада O_2 нинг ҳосил бўлиши боғланган кислород миқдорининг $50-70\%$ ни ташкил қилади. Тажриба натижалари молекуляр кислород $\equiv Si OOSi \equiv$ кўприklarининг сув буғидаги гидролизи маҳсулотларидан бири деган тахминни тасдиқлайди.

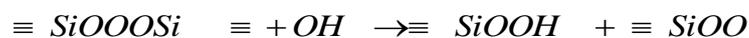
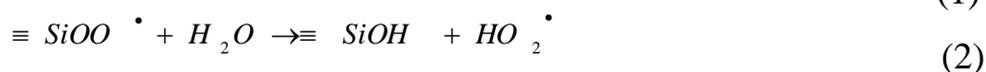
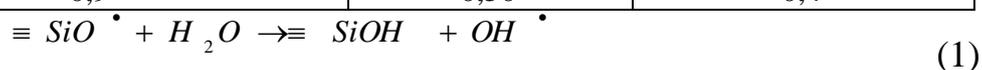
Агар гидролиздан олдин улар $\equiv Si OOSi \equiv$ водород билан ҳаракат қилсалар ва уларни реакция (7) орқали гидропероксидга айлантурса, кислород ҳосил бўлишининг олдини олиш мумкин (5-реакция). Реакция (7)

экзотермик бўлиб, 80 К да тез давом этади. Реакциянинг иссиқлик эффекти 80 ккал/молга тенг (3-жадвал).

2-жадвал

Кварц оксидланган юзасини гидролиз қилиш жараёнида кислород ва H_2O_2 ҳосил бўлиши, молекула / г · 10⁻¹⁸

№	Майдаланиш, O ₂ сарфланиши	Гидролиз	
		O ₂ ҳосил бўлиши	H ₂ O ₂ ҳосил бўлиши
1a	1,9	1,00	-
1б	1,1	0,75	0,4
2a	0,4	0,13	-
2б	0,9	0,50	0,4



3-жадвал

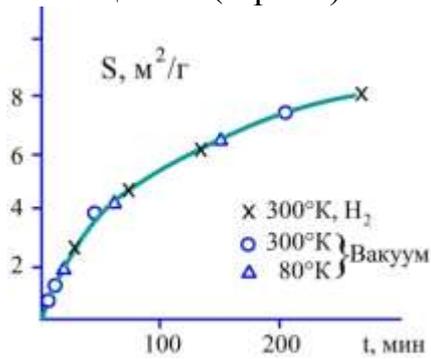
Водород билан тикланган кварц сиртини гидролиз қилишда H_2O_2 ҳосил бўлиши, молекула/г · 10⁻¹⁸

№	Майдаланиш, O ₂ сарфланиши	Тикланиш	Гидролиз
		H ₂ сарфланиши	H ₂ O ₂ ҳосил бўлиши
1б	0,35±0,1	0,46	0,46
2a	0,90±0,1	0,35	0,45
3a	0,65±0,1	0,35	-
3б	0,65±0,1	0,55	0,61
4a	0,40±0,1	0,33	-
4б	0,77±0,1	0,55	0,69
5a	0,65±0,1	0,45	-
5б	0,70±0,1	0,68	-
5в	0,80±0,1	0,77	0,50

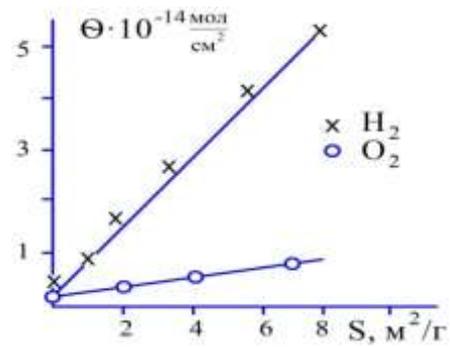
3-жадвалдан кўришиб турибдики, кварц оксидланишига O₂ сарфининг миқдорий ўлчови, (7) реакцияда H₂ истеъмоли ва (5) реакцияда H₂O₂ рентабеллиги (5) боғланган кислороднинг асосий қисми (80-90%) кварц юзасида эканлиги ҳақидаги тахминни $\equiv SiOOOSi \equiv$ кўринишидаги шакл тасдиқлайди.

Ўлчов натижалари ва уларнинг муҳокамаси. Аввало, кварцнинг солиштирма юзаси S ўзгаришининг майдалаш вақтига боғлиқлиги ўрганилди. Майдалаш пайтида кварцнинг солиштирма юзаси ўзгариш натижалари 5-расмда келтирилган. Ҳосил бўлишнинг дастлабки тезлиги 9,6 ± 0,5 к²/г ни ташкил қилади. 10-15 дақиқадан сўнг бузилиш тезлиги пасайишни бошлайди ва эксперимент охирига келиб тахминан 0,5 м²/г ташкил қилади. Юза ҳосил бўлиши тезлик ҳароратга (80 ва 300°К), газсимон муҳитнинг

таркибига (вакуум, H_2 , O_2 да), намуналарнинг оралик иситишига ($1000\text{ }^\circ\text{K}$ гача) боғлиқ эмас (6-расм).

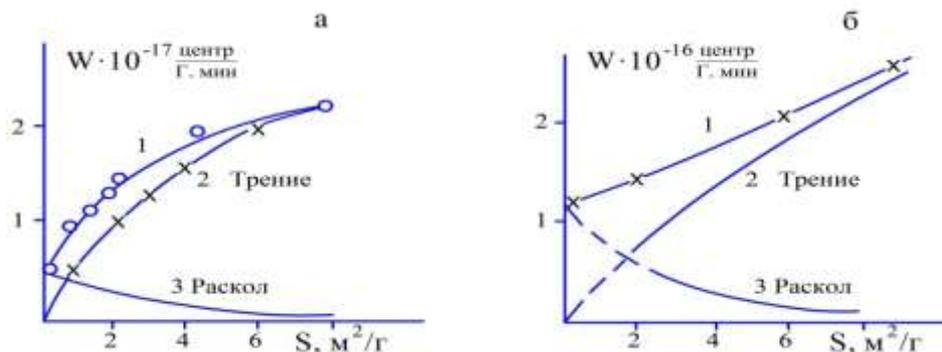


5-расм. Кварцнинг солиштирма юзаси (S) ўсишининг майдалаш вақтига боғлиқлиги



6-расм. Кварц юзасини кимёвий газлар билан тўлдиришнинг солиштирма юзаси (S) га боғлиқлиги

Ишқаланиш реакциянинг бошланишига қўшган ҳиссасини баҳолаш. Биз ҳар хил солиштирма юзали намуналарда H_2 нинг кварц билан ўзаро таъсирини ўлчадик. Тажрибалар атмосферада ~ 10 тор босимида ўтказилган; бу ҳолда реакция тезлиги фаол хемосорбция марказларининг ҳосил бўлиши тезлигига тенг. 7-расмда хемосорбция марказлари ҳосил бўлиш тезлигининг кварцнинг солиштирма юзасига боғлиқлигини ўрганиш натижалари кўрсатилган.



а) водород иштирокида кварц бузилиши; б) вакуумда шаклланган юзадаги хемосорбция 1-эксперимент; 2,3-ҳисоблаш

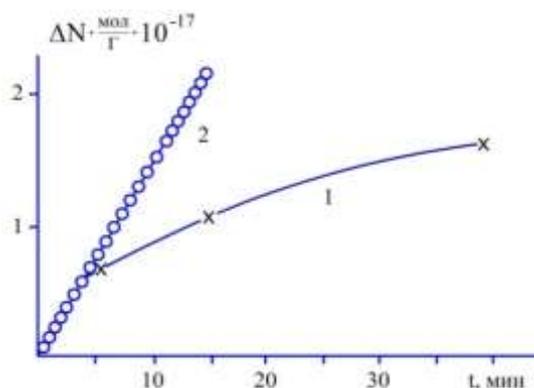
7-расм. Хемосорбция марказлари ҳосил бўлиш тезлигининг солиштирма юзасига боғлиқлиги

(7а,б) расмдаги I эгри чизикдан кўришиб турибдики, фаол марказларнинг пайдо бўлиш тезлиги солиштирма юзанинг ошиб бориши билан ортади. Парчаланиш пайтида хемосорбция марказлари янги юзада ҳосил бўлади ва уларнинг пайдо бўлиш тезлиги ($W_{\text{реак}}$) янги юзанинг $\frac{dS}{dt}$ ўсиш тезлигига тўғридан-тўғри пропорционал бўлиши керак, яъни бу ерда мутаносиблик коэффитциенти янги ҳосил бўлган сиртдаги марказларнинг концентрациясига тенг $W_{\text{реак}} = Q \frac{dS}{dt}$. Ишқаланиш натижасида реакцияни бошланиш тезлиги маълум юзасининг функцияси бўлиши керак, яъни $W_{\text{мп}} = f_{\text{мп}}(S)$. Жараённинг тўлиқ тезлиги W га тенг $W = Q \frac{dS}{dt} + f_{\text{тр}}(S)$. Нол юза орқали экстраполятция қилишда ишқаланишни қийматни эътиборсиз қолдириш мумкин, Q қиймати I графиканинг ўқи билан кесишган

нуқтасидан (7-расм, а) топиш мумкин. Маълум бўлишича, $Q = 3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2}$. Ишқаланиш натижасида бошланган реакция тезлиги (I эгри чизиғи) ва $Q \frac{dS}{dt}$ функцияда аниқланган умумий тезлик тезлиги ўртасидаги фарқга тенг.

$\frac{dS}{dt}$ қийматлар $S=S(t)$ эгри чизиғининг график фарқланиши билан ҳисоблаб чиқилган (7-расм). Ҳисоблаш натижалари 7-расмнинг 2-эгри чизиғида келтирилган. W_{mp} -га мос келадиган 3-чизма I ва 2-графиклар ўртасидаги фарқдир, 2 ва 3-чизмалар механохимёвий реакциянинг бошланишига бузилиш ва ишқаланиш ҳиссасини сифат жиҳатдан тавсифлайди. H_2 нинг кварц билан реакцияси пост-эффект режимида ўтказилиши мумкин. Фаол реакция марказларининг тўпланиш тезлиги газ атмосферасида бузилиш бўлишдан 10 баравар паст; маълумки солиштирма юзанинг ошиши бир сирт билан у чизиқли қонунга мувофиқ ўсади (I-эгри чизиқ 7а-расмга қаранг). Шунга ўхшаш ҳисоблаш бизга $Q = 7 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$ қийматини аниқлаш $Q \frac{dS}{dt}$ ва $f(S)$ ни топиш имконини беради (2 ва 3-чизмалар). Турли хил шароитларда H_2 вакуумида майдалаш реакция тезлигига кўра фарқ қилса ҳам, умумий манзара бир хил: заррачалар бўлиниши жараёнининг бошланишида катта роль ўйнайди, уларнинг ўнtagача етгунча $\text{м}^2/\text{г}$; $S=1 \pm 0,5 \text{ м}^2/\text{г}$ га тенг бўлса, иккала кўзгалиш йўли ҳам тахминан тенгдир; ниҳоят, сирт 3-4 $\text{м}^2/\text{г}$ дан ошгандан сўнг, ҳал қилувчи роль трендга тегишли.

H_2 хемосорбция марказларининг узлуксиз (1) ва узлукли (2) режимларда вакуумда ҳосил бўлган юзасида тўпланишини ўрганиш. 8-расмдан кўришиб турибдики, етарлича катта юзаларда реакция марказлари асосан ишқаланиш пайтида ҳосил бўлади. Ишқаланиш фаол марказларнинг нобуд бўлишига олиб келиши мумкин. 8-расмнинг 2-чи эгри оралиқ рўйхатга олиш ва ривожланаётган марказларни тўсиб қўйиш билан, оралиқ майдалашда олинади. Бундай шароитда, янги пайдо бўлаётган марказлар дарҳол H_2 томонидан ўрнатилса ва кейинги трансформацияларда (деактивация, халокат) иштирок этмаса, уларнинг тўпланиш даражаси узок вақт сақланиб туради. Доимий узлуксиз майдпллш пайтида (эгри I) баъзи марказлар нобуд бўлади ва фаол марказларнинг тўпланиш даражаси камаяди.

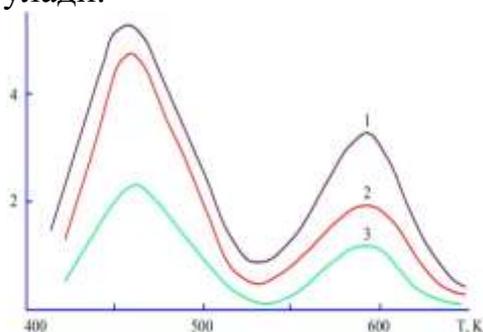


8-расм. H_2 вакуумда ҳосил бўлган сиртдаги H_2 хемосорбция марказларининг узлуксиз (I) ва узлукли (2) режимларда тўпланиши

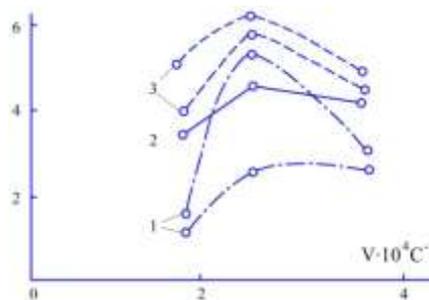
Дисперсланган квац қумининг термостимуллашган электрон эмиссиясини ўрганиш. Дисперсли кварц қуми ёрдамида материални бузилиш пайтида пайдо бўладиган электрон ва тешикларни ушлаб туриш марказларини аниқлаш ва ўрганиш

мумкин. Термостимуллашган электрон эмиссия (ТСЭЭ) зангламайдиган пўлатдан ясалган кюветада ювилган кварц қуми енгил кукун билан зичлаганидан 1,5-2 соат ўтгандан кейин ўлчанди. Эмиссиядан кейин ҳеч

кандай ўзгариш кузатилмади, чунки ўрганилмаган намуналардан ТСЭЭ нинг чўққилари ҳам кузатилмади. ТСЭЭ чўққилари $1,5 \cdot 10^3$ Р/с дозада рентген найча ёрдамида амалга оширилган объект кўзгалгандан кейин аниқланди. ТСЭЭ чўққиларининг баландлиги чизиқли равишда нурланиш вақтининг I дан 15 минутгача бўлган вақтига боғлиқ ва хона ҳароратида уч соат давомида сезиларли пасаймасдан қолади. ТСЭЭ типик эгри чизиқлари, майдалаш элементининг материалидан қатъий назар, тахминан 460 ва 590 К максимал бўлган иккита чўққидан иборат (9-расм). Бошқа бир хил шароитларда, юқори ҳароратли чўққилар қаттиқ қотишмالي роторлари ҳолатида яхшироқ намоён бўлади.



Рентген текширув вақти, I-I 5, 2-10, 3-5 мин
9-расм. Пўлатли ротор билан майдаланган ТСЭЭ SiO₂ чўққилар микдорининг рентгенлаш вақтига боғлиқлиги

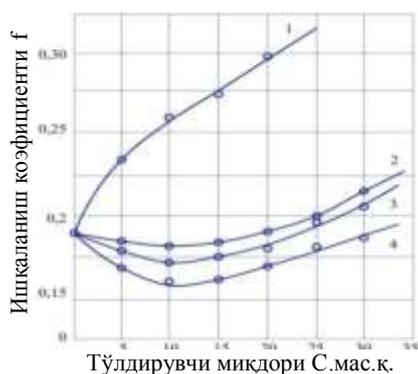


Рентген текшируви вақти 1-5, 2-10; 3-15 мин
10-расм. ТСЭЭ нинг қаттиқ қотишмالي асбобининг айланиш тезлигига боғлиқлиги

Назорат қилинмаган экспериментал шароитлар ва эмиссия методикасининг хусусиятлари туфайли экспериментал нуқталарнинг тарқалиши жуда катта, аммо ўтказилган тажрибаларнинг кўплиги сабабли (10-расм), юқори айланишларда пасайиш тенденцияси билан ўртача боғлиқликни тўғри етказди. Мавжуд экспериментал маълумотлар SiO₂ даги ТСЭЭ чўққилари учун жавобгар бўлган тортишиш марказларини ишончли аниқлашга имкон бермайди.

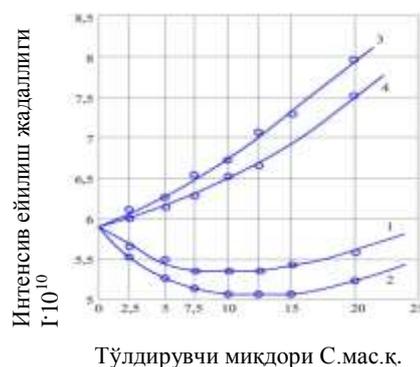
Диссертациянинг «**Машинасозлик учун механокимёвий фаоллаштирилган минерал хомашёлардан фойдаланган ҳолда композицион полимер материаллар таркиби ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва уларнинг самарадорлиги**» номли бешинчи бобида механокимёвий активатор дисмембраторнинг экспериментал синовлари натижалари, механокимёвий фаоллаштирилган органоминерал ингредиентларнинг тажриба тўпламини ишлаб чиқаришни ташкил қилиш, КПМ ва буюмларнинг физик-механик ва триботехник хусусиятлари ва уларнинг техник-иқтисодий самарадорлиги берилган. Антифрикцион-ейилишбардош КПМни ишлаб чиқариш учун биз пахта билан ўзаро таъсирида, механокимёвий фаол минерал ва углерод-графит плomba моддаларининг (шиша толали, кварц қуми, графит ва сажа) юқори зичликли полиэтилен асосидаги композицияларнинг антифрикцион хоссаларига таъсирини ўрганиб чиқдик (11 ва 12-расмлар). Антифрикцион-ейилишбардошли модификацияланган КПМни ишлаб чиқариш учун минерал, толали ва углерод-графит тўлдирувчиларни танлашда тўлдирувчиларнинг ишқаланиш

коэффициенти ва материалнинг ейилиши, шунингдек пахта хомашёси сифат кўрсаткичларининг сақланишига таъсири ҳисобга олинди. Шу нуқтаи назардан, сажа ва графит ишлаб чиқиладиган материалларга бўлган талабларга тўлиқ жавоб беради, яъни. иссиқлик ва электр ўтказувчанлигини яхшилаш ва шу билан ишқаланиш коэффициентини пасайтиришга ёрдам берадиган ишқаланиш зонасида статик электр заряд ва ҳарорати қийматини пасайтиришга ва механокимёвий фаол кварц кумларининг киритилиши юқори физик-механик хоссалари туфайли композицион полимер материалларнинг ейилиш тезлигини сезиларли даражада камайтиради. Юқори диэлектрик хоссалари туфайли шиша толанинг кўшилиши трибоэлектрик зарядларнинг зичлигини ва шунга мос равишда ишқаланиш коэффициентининг ошишига олиб келади. Ҳар бир тўлдирувчининг афзалликларини янада тўлароқ билиш учун композицияга тўлдирувчилар тизимларини киритиш таклиф қилинди. Олинган экспериментал маълумотларнинг таҳлили (11-12-расм) шуни кўрсатадики, ЮЗПЭ га 20...30 мас.қ. тўлдирувчиларга шиша толаси, кукунли кварц, кум қушилганда эгилишдаги кучланиш σ_n максимал даражага кўтарилади. Ушбу тўлдирувчиларнинг миқдори кейинги ўсиши σ_n аста-секин пасайиши ва графит ва сажа ЮЗПЭ га киритилганда камаяди унинг миқдори ошиши билан σ_n камаяди. Аммо ва графит ва сажа миқдори 5...10 мас.қ. гача бўлган композицияларда жуда юқори. Пахта билан ишқаланиш пайтида композицияларнинг чизикли ейилиш жадаллигининг (12-расм) ўзгариши шуни кўрсатадики, кварц қуми ва шиша толаси миқдорининг ошиши билан ейилиш жадаллиги пасаяди ва бу ишқаланиш коэффициентининг ўзгариши билан боғлиқдир.



1-шиша толаси, 2-кварц қуми, 3-графит, 4-сажа

11-расм Полиэтилен композициясининг таркибини пахта толаси билан ишқаланиш коэффициентининг тўлдирувчи тури ва миқдорига боғлиқлиги ($P = 0,02$ МПа. $V=2,0$ м/с, $W=8,2\%$)



1-шиша толаси, 2-кварц қуми, 3-графит, 4-сажа

12-расм. Пахта толаси билан полиэтилен композициясининг ейилиш тезлигининг тўлдирувчиларининг тури ва миқдорига боғлиқлиги ($P = 0,02$ МПа. $V= 2,0$ м/с, $W=8,2\%$)

Сажа ва графит миқдорининг кўпайиши билан композицияларнинг ейилиш жадаллигининг ошиши уларнинг қаттиқлигининг пасайиши ва материалнинг мўртлигини ортиши билан изоҳланади. Кварц қуми ва шиша толаси билан тўлдирилган композиция юқори чидамлилиқка эга. Ушбу композициялар кварц қуми ва шиша толаси миқдорини 5,0-15,0 мас.қ. гача

ошириши билан шу жумладан ейилишга жадаллиги минимал даражага туширилади ва ишқаланиш коэффициентини ошади. Композициянинг минимал ишқаланиш коэффициентини олиш учун куйидаги тўлдирувчи таркиби энг мақбул эканлиги аниқланди: сажа ва графит 2,5-5,0 мас.к.гача. Композицияни таркибнинг минимал ейилиш жадаллигини олиш учун тўлдирувчиларнинг мақбул 5,0-15,0 мас.к. бўлиши керак, шиша толаси 0-10,0 мас.к. кварц қуми. Пахта хомашёси полиэтилен композициялари билан ўзаро таъсирида, таркибига графит ва сажа қўшилиши пахта ишқаланиш зонасида статик электр заряди ва ҳароратнинг пасайишига олиб келади. Тўлдирувчи миқдорини таркибининг кўпайиши билан зарралар орасидаги боғлар сони ортади ва контактларнинг юзаси ошади. Натижада композит полимер материалларнинг электр ва иссиқлик ўтказувчанлиги ошади. Сажа ва графит каби тўлдирувчиларнинг киритилши билан ишқаланиш зонасида ҳарорат пасаяди ва шиша толалар қўшилганда ортади. Бундай ҳолда, кварц қуми қўшилганда навбатда ишқаланиш зонасида ҳарорат барқарор ҳолатда бўлади ва унинг миқдори ўсиши билан у ортади. Тайёрланган композицион полиэтилен ва полипропилен материалларининг физик-механик ва трибологик хоссалари 4-жадвалда келтирилган. Ишлаб чиқарилган антифрикцион-ейилишбардош композицион полиэтилен ва полипропилен материаллар пахта тозалаш саноатининг машина ва механизмлар ПЛА, ХПП, РБД, РП ишчи органларининг деталларини тайёрлаш учун тавсия қилинди. Пискент пахта тозалаш заводи машина ва механизмларининг ишчи органларида антифрикцион-ейилишбардошли модификацияланган композицион полимер материаллардан ясалган қозикчали деталлардан фойдаланиш натижасида кутилаётган иқтисодий самарадорлик йилига 148,4 миллион сўмни ташкил этди (март 2019 й.).

4-жадвал

Яратилган композицион антифрикцион ва антифрикцион-ейилишбардош полипропилен ва полиэтилен материалларнинг хоссалари

Композицияларнинг физик-механик хоссалари	Композицион полимер материаллар							
	АЕПЭК-1	АЕПЭК-2	АЕПЭК-3	АЕПЭК-4	АЕПЭК-5	АЕПЭК-6	АЕППК-1	АЕППК-2
Эгилишдаги кучланиш, σ , МПа	48,5	53,7	70,2	45,7	50,1	68,8	118,6	132,5
Зарбий қовушқоқлик a , кДж/м ²	26,5	31,4	37,8	23,0	30,2	36,3	122,6	129,2
Бринелль бўйича қаттиқлик, НВ,	75,58	83,3	89,2	59,4	67,8	78,5	97,7	103,3
Эгилишдаги эластиклик модули E , ГПа	0,92	0,98	1,05	0,90	0,92	0,98	2,5	2,3
Ишқаланиш коэффициенти, f	0,18	0,20	0,29	0,20	0,21	0,26	0,16	0,18
Ейилиш интенсивлиги, $I \cdot 10^{-10}$	4,2	3,8	3,2	6,2	5,6	1,8	2,1	1,9
Ишқаланиш зонасидаги температура, К	318	305	301	315	310	298	300	305
Электростатик заряднинг миқдори, $Q \cdot 10^{-7}$, Кл	18,7	16,4	12,2	17,8	15,2	11,8	9,8	11,4
Машиналарда қўллаш учун тавсиялар	ПЛА, ХПП	РБД, РП	РБД, РП	ПЛА, ХПП	ПЛА, ХПП	ПЛА, ХПП	РБД, РП	РБД, РП

Изоҳ I ва f қийматлари $P=0.02$ МПа, $V=2,0$ м / с; ейилиш жадаллиги даражаси - бу ўлчовсиз миқдор

ХУЛОСАЛАР

1. Махаллий хомашёлар ва механохимёвий фаоллаштирилган органоминарал ингредиентлар асосида модификацияланган КПМлар ва улардан машинасозлик учун деталлар яратишда илмий асосланган ёндашув ишлаб чиқилди.

2. Юқори мустахкамли антифрикцион-ейилишбардошли модификацияланган КПМлар ва уларнинг деталларини яратиш учун тадқиқот объекти сифатида юқори зичликли полиэтилен, полипропилен ва кварц қуми ҳамда сажа асосида органоминарал ингредиентлар, заррачалар ҳажми 0,1 дан 5 микронгача бўлган графит, 0,1-3,0 микрон бўлган шиша толаси тавсия этилди.

3. Органоминарал ингредиентларни механохимёвий фаоллаштириш учун «зарбали-майдалаш-ишқаланиш» усули билан ишлайдиган дисмембратор қурилмаси таклиф этилди. Дисмембратор дискининг диаметри 150 мм, майдалаш сегментлари орасидаги бўшлиқ – 0,2 мм ва майдалаш мосламасининг электр моторининг оптимал айланиш сони 2800-3000 ай/мин бўлган оптимал параметрлари тавсия этилди.

4. Органоминарал ингредиентларни механохимёвий фаоллаштириш жараёнида кислород иштирокида пероксид ҳосил бўлишига имкон берувчи фаол заррачалар юзасида фаол марказлар пайдо бўлиши, шунингдек, майдаланган кварц қумининг термостимулланган электрон эмиссияси аниқланди.

5. Композицион полимер материалларининг физик-механик ва антифрикцион-ейилишбардош хоссаларининг қийматлари ўртасидаги механохимёвий фаоллаштирилган органоминарал ингредиентларнинг тури, табиати ва таркибига боғлиқлиги аниқланди.

6. Механохимёвий фаоллаштирилган органоминарал ингредиентлар асосида модификацияланган композицион полимер материалларнинг самарали таркиблари ишлаб чиқилди ва машинасозлик деталлари учун тавсия этилди.

7. Механохимёвий фаоллаштирилган ингредиентлар асосида юқори мустахкамлика эга, паст ишқаланиш коэффицентли ишлаб чиқилган юқори антифрикцион-ейилишбардош КПМ пахтани қайта ишлаш машина ва механизмлари учун тавсия этилди.

8. Машина ва механизмларнинг ишчи органларида антифрикцион-ейилишбардошли модификацияланган композицион материаллардан тайёрланган деталларнинг ишлатилиши уларнинг дастгоҳлар иш унумини 9-14 фоизга ўсишига ва қувват сарфининг 7-8 фоизга камайишига, толаларга механик шикастланишнинг 0,22-0,32 фоизга камайишига, чигитларнинг майдалаш 0,26-0,38% га, шунингдек пахта хомашёсининг ёниши мумкинлигини истисно қилиши аниқланди.

9. Яратилган модификацияланган композицион полимер материаллар ва уларнинг деталларини олишнинг технологик регламенти ва улар учун ташкилот стандарти (техник шартлар) ишлаб чиқилди.

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

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ФАН ВА ТАРАККИЁТ»
ТАШКЕНТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

БОЗОРБОЕВ ШУХРАТ АБДУРАХИМОВИЧ

**МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО
СЫРЬЯ И РАЗРАБОТКА С ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ
МАТЕРИАЛОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

02.00.07 – Химия и технология композиционных, лакокрасочных и резиновых материалов (технические науки)

05.02.01 – Материаловедение в машиностроении. Литейное производство. Термическая обработка и обработка металловедением. Металлургия черных цветных и редких металлов (материаловедение и металлургическое направление)

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

Ташкент – 2020

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2019.4.PhD/Т158 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова.

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

Научные руководители:

Абед Нодира Сойибжоновна
доктор технических наук, профессор

Негматова Камила Сойибжоновна
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Эминов Ашрап Мамурович
доктор технических наук, профессор

Кадирбекова Кутпинисо Каримовна
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Андижанский машиностроительный институт

Защита диссертации состоится «___» _____ 2020 года в ___ часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 при ГУП «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а. тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan_va_taraqqiyyot@mail.ru, www.gupft.uz в здании ГУП «Фан ва тараккиёт», 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (Зарегистрированный номером №19). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба, 7а. Тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2020 года
(протокол реестра №19 от 04 июня 2020 г.).

С.С. Негматов
Председателя научного совета по
присуждению учёных степеней, академик АНРУз

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

Н.Талипов
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., с.н.с.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в мировом масштабе повышение эффективности работоспособности машин и механизмов на предприятиях достигаются за счет использования композиционных полимерных материалов (КПМ). Разработка и применение в рабочих органах машин деталей, полученных из высокопрочных композиционных полимерных материалов с использованием механохимически активированных органических наполнителей имеет особое значение.

В мире проводятся научно-исследовательские работы по повышению эффективности работы машин и механизмов с использованием антифрикционно-износостойкими композиционными материалами. В этой связи, целесообразным является использование модифицированных более прочных композиционных материалов в получении эффективных антифрикционно-износостойких материалов для рабочих органов машин и механизмов.

На предприятиях Республики проводятся исследования в области получения высокопрочных антифрикционных-износостойких деталей из местного и вторичного сырья, с целью повышения эффективности работы промышленных оборудований. В пункте четыре четвертого направления Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан «...эффективные механизмы стимулирования научно-исследовательской и инновационной деятельности, применения научных и инновационных разработок.....»¹ поставлены важные задачи. В этом направлении важнейшее значение приобретают разработка КПМ с высокими прочностными свойствами путём механоактивации ингредиентов и получение на их основе деталей машин и механизмов.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных в указе Президента Республики Узбекистан от 25 октября 2018 года № ПП-3983 «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности в Республике Узбекистан» и в указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и постановление Президента Республики от 23 августа 2017 года № ПП-3236 «Программа развития химической промышленности на 2017–2021 годы», также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследований основным приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением

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

развития науки и технологий республики VII «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. В области по изучению механохимической активации органоминеральных ингредиентов вынесли определенный вклад следующие ученые: П.А.Ребиндер, Б.В.Дерягин, Н.А.Кротова, Д.М.Мамбетов, Ю.П.Топоров, И.А.Хинт, В.П.Смилга, М.И.Молацкий, А.С.Зархин, О.А.Позняков. По разработке высокопрочных новых КПМ провели научно-исследовательские работы известные ученые, как А.Найаши, S.Hulemand, R.Morgen, A.D'Amore, Н.С.Ениколопов, С.Н.Журков, В.В.Коршак, А.А.Берлин, М.С.Акутин, Ю.С.Липатов, С.С.Негматов, М.А.Аскарлов, С.Ш.Рашидова, А.Т.Джалилов, А.Х.Юсупбеков, А.С.Ибодуллаев, Ж.Х.Халиков, Р.Г.Махкамов, Ф.А.Магруппов, Р.С.Сайфутдинов, Г.Гулямов, Н.С.Абед.

Исходя из анализа существующих работ, необходимо отметить, что вопросы разработки способа механохимической активации органоминеральных ингредиентов и создания высокопрочных антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов и изделий из них, работающих в условиях взаимодействия с хлопком-сырцом недостаточно изучены. В данной диссертационной работе приведены решение этих проблем.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных проектов в государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова по темам: ППИ-12-45- «Разработка эффективной технологии получения антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов на основе термопластичных полимеров и неорганических наполнителей и изготовление деталей из них для рабочих органов машин хлопкоперерабатывающего комплекса» (2012-2014 гг.); ППИ-А-12-95 «Разработка технологии получения антифрикционно-износостойких нанокompозитов на основе кристаллизирующихся полимеров, взаимодействующих с волокнистой массой (хлопком-сырцом)» (2015-2017 гг.).

Целью исследования является разработка эффективного способа механохимической активации органоминеральных ингредиентов и создание высокопрочных антифрикционно-износостойких композиционных материалов и изготовление из них деталей для машин и механизмов хлопкоочистительной промышленности.

Задачи исследований:

изучение современного состояния механохимической активации органоминеральных ингредиентов и возможности его применения при получении КПМ машиностроительного назначения;

обоснование выбора объектов исследований для создания высокопрочных антифрикционно-износостойких КПМ и деталей из них;

исследование процесса измельчения на дисмембраторной установке, работающих «ударо-раскалывающе-стирающим» способом для получения механохимически активированных органоминеральных ингредиентов;

исследование и анализ механохимических процессов механоактивации при измельчении природных минеральных ингредиентов, позволяющих получать высокопрочные КППМ;

разработка эффективных составов и получение антифрикционно-износостойких КППМ машиностроительного назначения с использованием механохимически активированных органоминеральных ингредиентов и изделий из них;

проведение опытно-производственных испытаний созданных антифрикционно – износостойких материалов, деталей рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов и расчет их эффективности.

Объектами исследования являются полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) марки И-0760, полипропилен марки 05П10/020 и наполнители: сажа, графит, стекловолокно, кварцевый песок. В качестве объекта контртела использовали хлопок-сырец разновидности С-6524 с влажностью - 8,0-35,0% и засоренностью-1,0-3,0%.

Предметом исследования является установление закономерности процесса механохимической активации органоминеральных ингредиентов в зависимости от технологических режимов их измельчения, разработка оптимальных составов высокопрочных антифрикционно-износостойких КППМ и изготовления деталей из них, а также определение их работоспособности и эффективности.

Методы исследования. Для механохимической активации органоминеральных ингредиентов была использована установка - дезинтегратор, работающая по ударо-раскалывающе-стирающему принципу, для определения физико-механических свойств композиционных полимерных материалов. Комплекс антифрикционных свойств композиционных полимерных материалов при взаимодействии с хлопком-сырцом был изучен на дисковом трибометре (O'zDST3330:2018), а микроструктура образцов самих композиционных материалов изучена с помощью микроскопа ЭМВ-100 БР.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

выявлены закономерности процесса диспергирования органоминеральных ингредиентов ударо-раскалывающе-стирающим методом измельчения в зависимости от параметров и технологических режимов работы дисмембраторной установки;

выявлены происходящие химические реакции в процессе механоактивации наполнителей в зависимости от их химического состава и природы, появление активных центров;

определены закономерности изменения антифрикционно-износостойких свойств КППМ в зависимости от природы и содержания механохимически активированных органоминеральных ингредиентов;

разработаны основные научно-методические принципы создания антифрикционно-износостойких КПМ машиностроительного назначения на основе полиолефинов и механохимически активированных ингредиентов;

разработаны оптимальные составы антифрикционно-износостойких композиционных материалов с механохимически активированными органоминеральными ингредиентами, обладающие повышенными прочностными свойствами, низким коэффициентом трения и высокой износостойкостью при работе в условиях взаимодействия с хлопком-сырьцем;

определены, что химические реакции, протекающие при измельчении наполнителей с образованием активных свободных радикалов вследствие их механохимической активации, зависят от их состава, природы.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан способ механохимической активации органоминеральных ингредиентов и определены метод и установка для их осуществления, работающие по ударо-раскалывающе-стирающему принципу;

рекомендовано использование механохимически активированных органоминеральных ингредиентов для получения высококачественных антифрикционно-износостойких КПМ и изделий из них;

разработаны оптимальные составы антифрикционно-износостойких КПМ с использованием механохимически активированных органоминеральных ингредиентов и отлиты детали для рабочих органов машин и механизмов хлопкоочистительной промышленности.

Достоверность полученных результатов обосновано исследованием физико-механических и антифрикционных свойств композиционных полимерных материалов, наполненных механохимически активированными органоминеральными ингредиентами, с применением физико-химических и физико-механических методов исследования. А также, внедрением результатов исследований в рабочих органах машин и механизмов хлопкоочистительных заводов.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость полученных результатов исследования заключается в том, что установлены закономерности влияния механохимической активации органоминеральных ингредиентов из местного сырья на физико-механические свойства, коэффициент трения и износ композиции, а также разработкой высокопрочных антифрикционно-износостойких КПМ и детали.

Практическая значимость исследований заключается в повышении работоспособности и эффективности деталей рабочих органов машин и механизмов, изготовленных на основе разработанных антифрикционно-износостойких КПС с использованием механохимически активированных наполнителей.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов по разработке антифрикционно-износостойких КПМ с использованием механохимически активированных органоминеральных ингредиентов на основе местного сырья получены следующие научные результаты:

разработан и зарегистрирован в Агентстве «Узстандарт» Государственный стандарт республики Узбекистан на метод определения коэффициента трения, температуры и величины электростатического заряда в зоне трения антифрикционных машиностроительных КПП, взаимодействующих с волокнистой массой (хлопком-сырцом) (O'z DSt 3330:2018) (справка 1187/40 от 26 октября 2018 года государственного предприятия «Информационно-справочный центр» агентства «O'ZSTANDART»). В результате создана возможность на дисковом трибометре одновременного определения коэффициента трения, температуры и трибоэлектрических зарядов, возникающих в зоне трения при фрикционном взаимодействии машиностроительных КПП с волокнистыми материалами;

на состав антифрикционной полимерной композиции был получен патент Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан на изобретение (№IAP 05000, 2015г). В результате появилась возможность повышения работоспособности и эффективности хлопкоперерабатывающих машин и механизмов, работающих в условиях трения с хлопком-сырцом;

на состав антифрикционной полимерной композиции был получен патент Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан на изобретение (№IAP 05068, 2015 г.). В результате рабочие органы машин и механизмов имеют широкий спектр доступа к антифрикционным композиционным древесно-полимерным материалам;

детали из антифрикционно-износостойких композиционных материалов, полученных с использованием механохимически активированных органоминеральных ингредиентов, внедрены на АО «Пискентский хлопкоочистительный завод» (справка АО «Узпахтасаноат» за №03-18/6051 от 18 октября 2019 года).). В результате, дано возможность повысить производительность и снизить расход электроэнергии машин и механизмов при переработке хлопка-сырца.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были опубликованы в материалах 3-х международных и 12 республиканских научно-технических и практических конференций.

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликованы всего 29 научных трудов. Из них 2 статьи в зарубежных журналах и 6 статей в журналах Республики Узбекистан, включенных в список ВАК, рекомендованных для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, получены 2 патента РУз и издано одно методическое пособие и разработан метод O'z DSt 3330:2018.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации составляет 124 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан. Изложены научная новизна и практические результаты исследований, раскрыта научно-теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены данные о внедрении результатов исследования, апробации работы, сведения по опубликованным источникам и структуре диссертации.

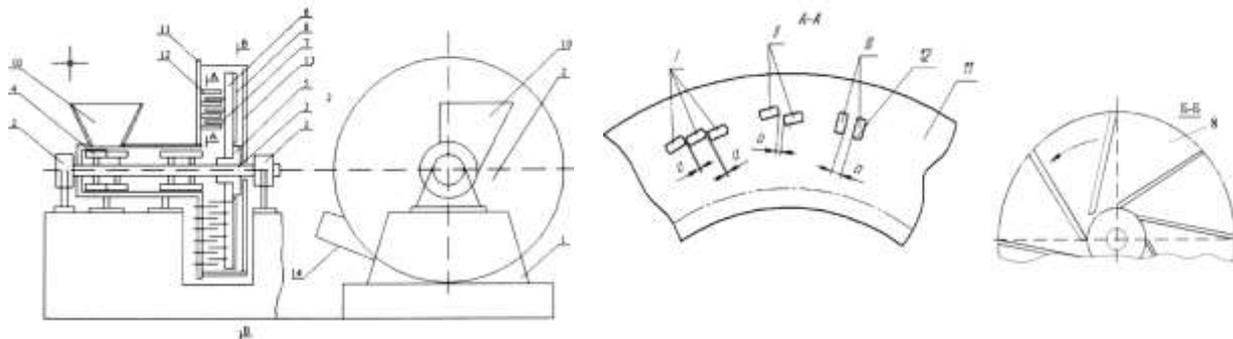
В первой главе диссертации **«Современное состояние механохимической активации органоминерального сырья и возможности применения их при получении композиционных материалов машиностроительного назначения»** приводится обзор анализа литературных и патентных данных о теоретических и практических аспектах механохимической активации твердых тел, состояние и анализа процесса механохимического явления о существующих методах и установках для изучения механохимической активации органоминерального сырья путем тонкого измельчения.

Из обзора следует, что процессы механохимической активации органоминеральных ингредиентов на основе местного и вторичного сырья, выявление оптимальных технологических режимов их активации и получение композиционных полимерных материалов и изделий недостаточно изучены. Поэтому для установления оптимальных режимов процесса механохимической активации органоминеральных ингредиентов на основе местного и вторичного сырья особое значения имеет научно-технический подход.

Во второй главе диссертации **«Выбор и обоснование объектов исследования для создания многофункциональных композиционных материалов и методики изучения их свойств»** формируется выбор объектов исследования, а также методов для проведения опытно-экспериментальных исследований физико-химических и механических свойств органоминеральных ингредиентов на основе местного сырья, методики получения композиционных полимерных материалов и изготовления из них образцов, исследование физико-механических и триботехнических их свойств, а также статистическая обработка полученных результатов исследований.

В третьей главе диссертации **«Исследование процесса механохимической активации органоминеральных ингредиентов путем измельчения на дисмембраторной установке, работающей ударо-раскалывающе-стирающим методом и определение её оптимальных режимов работы»** приведены принципы работы модульного дисмембратора и условий их эксплуатации, результаты исследования влияния конструкционных параметров на скорость рабочего органа дисмембраторной

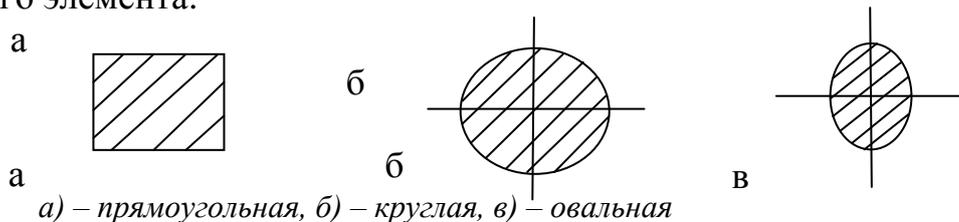
установки, установление оптимальных конструкционных параметров и технологических режимов её работы, обеспечивающих механохимическую активацию органоминеральных ингредиентов на основе местного и вторичного сырья. На рисунке 1 приведена диаграмма дисмембратора получения тонкоизмельченных ингредиентов разработанная в государственном унитарном предприятий «Фан ва тараккиёт».



1-станина, 2-кронштейн, 3-вал, 4-била, 5-втулка, 6,7-диск с пальцами, 8-диск вентиляционный, 9-полая труба, 10-бункер, 11-диск с пальцами, 12-пальцы, 13-кожух, 14-патрубок

Рис. 1. Схема дисмембратора для измельчения минерального сырья

Из рисунка видно, для обеспечения возможности использования ударо-раскалывающей-истирающего метода был разработан рабочий орган дисмембратора с тремя видами формы сечения мелющего элемента, которые менялись в процессе исследований. На рисунке 2 представлены формы сечений мелющего элемента.



а) – прямоугольная, б) – круглая, в) – овальная

Рис. 2. Форма сечения мелющего элемента лабораторного стенда

Конструктивно рабочий орган включает в себя невращающийся диск диаметром 150 мм с закрепленными на торцевой плоскости диска на двух окружностях пальцами с зазором между собой 5 мм, вращающийся рабочий диск, закрепленный на горизонтальном валу, соединенный с электродвигателем. На рабочем диске диаметром 150 мм на торцевой плоскости укреплены, сменяемые в процессе исследований, мелющие сегменты по окружности диска в два ряда с зазором между ними по окружности 0,2 мм. Диаметр окружностей, на которых установлены мелющие элементы, рассчитан так, что эти элементы входят между окружностями пальцев не вращающегося диска. Число оборотов электродвигателя от 750 до 3000 об/мин. Было исследовано влияние различных форм сечения мелющих элементов на образующихся тонину частиц и определение наиболее оптимальной формы сечения. Тонины помола измельченных образцов при различных формах сечения мелющих элементов показал, что наилучший результат по степени тонины помола

достигается при овальной форме сечения мелющих элементов. Как видно из таблицы 1, с увеличением времени измельчения и скорости оборотов рабочего органа дисмембратора тонина помола измельчаемых материалов повышается. При этом наиболее положительные показатели по тонине помола достигнуты при оборотах рабочего органа в 2880 об/мин и времени измельчения 10 мин наибольшая степень помола составила 0,003-0,006 мм и выход материала - 91,3%.

Таблица 1

Показатели тонины помола измельченного минерального сырья в зависимости от времени и скорости вращения рабочего органа модели механоактиватора

Время измельчения, мин	Число оборотов рабочего органа, об/мин	Размер частиц загружаемого материала, мм	Тонина помола измельченного материала, мм	Выход материала с указанной тонинной, %
4	180	3-6	0,098-0,105	23,5
	1500		0,071-0,076	35,6
	2880		0,041-0,049	61,3-61,9
6	750	3-6	0,075-0,080	38,3
	1500		0,045-0,050	57,6
	2880		0,030-0,035	89,4
8	780	3-6	0,073-0,079	39,8
	1500		0,042-0,048	59,2
	2880		0,029-0,034	98,8
10	780	3-6	0,052-0,059	40,1
	1500		0,031-0,037	59,6
	2880		0,003-0,006	91,3

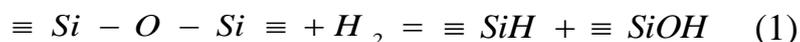
Таким образом, время измельчения в механоактиваторе 10 мин; число сегментов в рабочем органе, измельчающих минеральное сырье, должно быть в пределах 60-80 штук; зазор между сегментами вращающего органа и стационарного (не вращающего) корпуса должен быть в пределах 0,18-0,20 мм; количество окружностей, по которым расположены сегменты рабочего органа, должно быть не менее 4-х; зазор млеющими сегментами по окружности диска не более 0,2 мм; число оборотов вращающегося органа с сегментами должно быть в пределах 2880-3000 об/мин. Указанные конструктивные параметры рабочего органа и технологические режимы обеспечивают высокую удельную поверхность и наибольшее образование активных центров на поверхности частиц кварца.

В четвертой главе диссертации **«Исследование механохимических явлений при измельчении органоминеральных ингредиентов и разработка композиционных материалов на их основе с высокими антифрикционными и физико-механическими свойствами»** приведены физико-химические свойства Бозских (Андижанский область), Жамашуйских (Наманганский область), Язьяванских (Ферганский область) и Янгиерских (Сырдарьинский область) кварцевых песков, механохимические реакционные процессы поверхности кварцевого песка, структуры образующейся перекиси, при разрушении и трении в инициированных

гетерогенных химических реакциях, а также термостимулированной электронной эмиссии измельченного кварцевого песка. У всех рассмотренных песков удельная поверхность находится в пределах 402-422 см/г, насыпная плотность – 1482-1492 кг/м, а плотность- 2315-2395 кг/м³. Нами для исследования процессов и возникновения активных центров и протекания кинетики процесса был выбран Бозский песок, далее называемый кварцом.

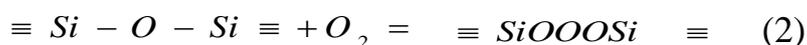
Рассмотрим процессы реакций, происходящих при разрушении кварца, путем их измельчения. При механическом разрушении кварца в атмосфере Н₂ наблюдается интенсивное поглощение газа (до 5·10¹³ см⁻²). Спектр ЯМР кварца после измельчения представляет собой одиночную линию (ΔH²= 90 э²). Это указывает на то, что Н₂ находится в образце в атомарной форме. В ИК-спектре наблюдается линия 2290 см⁻¹ соответствующая ≡ SiH группам. Связь Si-H легко гидролизуется водой: ≡ SiH + H₂O ≡ SiOH + H₂

Измерения показали, что при кратковременном измельчении, когда удельная поверхность составляет несколько м²/г, расход водорода на реакцию с кварцем практически равен выходу Н₂ при последующем гидролизе. Все это позволяет написать следующее брутто-уравнение механохимической реакция кварца с водородом:



При измельчении кварца в атмосфере О₂ поглощение газа достигает 5·10¹³ см⁻². На поверхности такого образца методом ЭПР были зарегистрированы перекисные радикалы ≡ Si OO. Однако расход О₂ в реакции с кварцем на порядок величины превышает концентрацию парамагнитных частиц. Кислород связан с кварцем необратимо - десорбция наблюдается в диапазоне температур 400-700 К, и повторное (после десорбций) поглощение газа не обнаружено. Исследования адсорбции СО на кварце, измельченном в кислороде, показали, что при 600-700 К каждая молекула О₂, поглощенная при разрушении кварца, окисляет 2 молекулы СО до СО₂.

Таким образом, основная часть О₂, вступившего в реакцию с кварцем, находится на его поверхности в химически активной, не парамагнитной форме. У кремния нет высших окислов, поэтому остается предполагать, что О₂ связан в форме молекулярных перекисей. Например, ≡ SiOO - OSi ≡. Соотношение радикальной и молекулярной формы О₂ на поверхности кварца близко к 1:7. Брутто-уравнение основного направления механохимической реакции кварца с кислородом можно записать следующим образом:



Рассмотрим какие активные центры образуются на новообразованной поверхности кварца. Как показали результаты исследований, после разрушения кварца в вакууме на его поверхности сохраняются активные центры, реагирующие с Н₂ и О₂. На рисунке 3 показано соотношение концентрации центров реакции Н₂(1) О₂(2), а также радикалов ≡ Si (3) в широком диапазоне температур. Эти данные свидетельствуют о том, что на поверхности кварца, сформировавшейся в вакууме, стабилизируются два типа центров - термически

неустойчивые центры реакции H_2 и стабильные центры реакции кислорода (O_2).

Совпадение концентраций центров реакции O_2 и радикалов $\equiv Si$ во всем диапазоне температур, а также высокая активность этих радикалов в реакции с O_2 позволяют сделать вывод, что именно радикалы являются основными центрами реакции кварца с O_2 на поверхности, сформированной в вакууме: $\equiv Si + O_2 = \equiv SiOO$

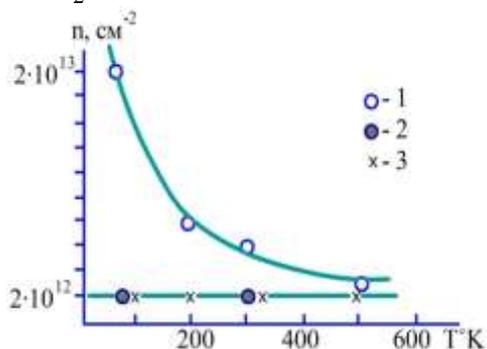


Рис. 3. Отжиг центров реакции H_2 (1), O_2 (2) и радикалов $\equiv Si$ (3). Измерение при 77 К

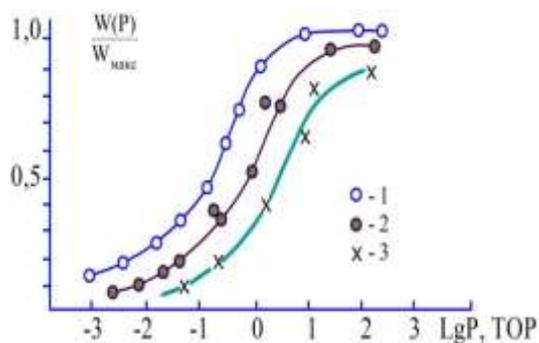
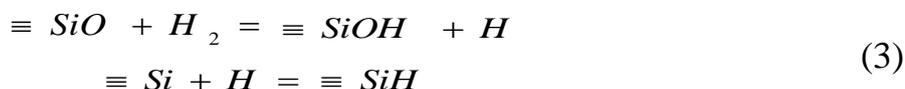


Рис. 4. Зависимость скорости реакции кварца с H_2 от давления при 370(1), 300 (2) и 77 К(3)

Водород также реагирует с радикальными центрами:



Однако радикалов $\equiv SiO$ на поверхности, сформированной в вакууме, стабилизируется столько же, сколько и радикалов $\equiv S$, и они также термически устойчивы. Термически неустойчивыми центрами, реагирующими с H_2 по схеме (I), могут быть напряженные кремно-кислородные связи. В этом случае кривая термической гибели этих центров (рис.3 и 4) отражает процессы релаксации напряжений, сохранившихся в приповерхностном слое после механической обработки. О существовании таких напряжений свидетельствуют данные ИК-спектроскопии. В ИК-спектре кварца после 3 часов измельчения полоса валентных колебаний кремний-кислородных связей (1100 см^{-1}) смещена в длинноволновую область на 10 см^{-1} . После отжига образца при 800 К нормальное положение линии восстанавливается. Для проверки этих предположений были проведены следующие эксперименты. Образец кварца перед измельчением прогревали при 1000 К, а затем, не снижая температуры, окисляли кислородом. Далее, образец измельчали в кварцевой вибрационной микромельнице, соединенной с высоковакуумной системой, в атмосфере кислорода в течение 10 мин. В первой серии опытов после измельчения в O_2 кварц приводили в контакт с парами воды при 50°C , а выделяющийся неконденсируемый жидким азотом газ собирали и анализировали массоспектрометрически. После этого определяли концентрацию H_2O_2 по методике, разработанной И.Б.Колбаевым.

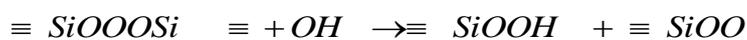
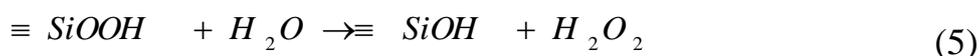
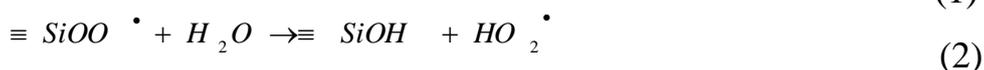
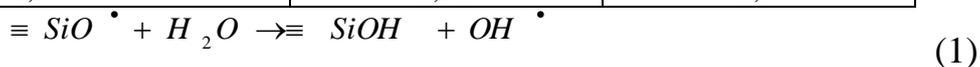
Как видно из таблица 2 в 3-х опытах выход O_2 составляет 50-70% количества связанного кислорода. Результаты опытов подтверждают

предположение о том, что одним из продуктов гидролиза мостиков $\equiv SiOOSi \equiv$ в парах воды является молекулярный кислород.

Таблица 2

Образование кислорода и H_2O_2 при гидролизе окисленной поверхности кварца, молек/г* 10^{-18}

Измельчение, расход O_2	Гидролиз	
	выход O_2	выход H_2O_2
1,9	1,00	-
1,1	0,75	0,4
0,4	0,13	-
0,9	0,50	0,4



Как видно из таблицы 3 (реакция 3) можно предотвратить, если перед гидролизом подействовать на мостики $\equiv SiOOOSi \equiv$ водородом и превратить их в гидроперекиси по реакции (7). Реакция (7) экзотермична и быстро протекает при 80 К. Тепловой эффект реакции составляет 80. ккал/моль (таблица 3).

Таблица 3

Образование H_2O_2 при гидролизе восстановленной водородом поверхности кварца, молек/г* 10^{-18}

№	Измельчение, расход O_2	Восстановление	Гидролиз
		расход H_2	выход H_2O_2
1б	0,35±0,1	0,46	0,46
2а	0,90±0,1	0,35	0,45
3а	0,65±0,1	0,35	-
3б	0,65±0,1	0,55	0,61
4а	0,40±0,1	0,33	-
4б	0,77±0,1	0,55	0,69
5а	0,65±0,1	0,45	-
5б	0,70±0,1	0,68	-
5в	0,80±0,1	0,77	0,50

Как видно из таблицы 3, количественные измерения расхода O_2 на окисление кварца, расхода H_2 в реакции (7) и выхода H_2O_2 в реакции (5) подтверждают предположение о том, что основная часть связанного кислорода (80-90%) находится на поверхности кварца в форме $\equiv SiOOOSi \equiv$.

Рассмотрим результаты измерений и их обсуждение. В первую очередь были исследованы зависимость изменения удельной поверхности S кварца от времени измельчения. Результаты изменения удельной поверхности кварца при

измельчении показаны на рисунке 5. Начальная скорость образования поверхности равна $9,6 \pm 0,5$ $\text{к}^2/\text{г}$. Спустя 10-15 мин, скорость разрушения начинает уменьшаться и к концу опыта составляет примерно $0,5$ $\text{м}^2/\text{г}\cdot\text{ч}$. Скорость образования поверхности не зависит от температуры (80 и 300°К), состава газовой среды (вакуум, в H_2 , O_2), промежуточного прогрева образцов до 1000°К (рис.6).

Количественная оценка вклада трения в инициирование реакции. Были измерены скорости взаимодействия H_2 с кварцем на образцах с различной удельной поверхностью. Опыты проводили при разрушении в атмосфере 3 раза при давлении ~ 10 тор; скорость реакции в этом случае равна скорости образования активных центров хемосорбции.

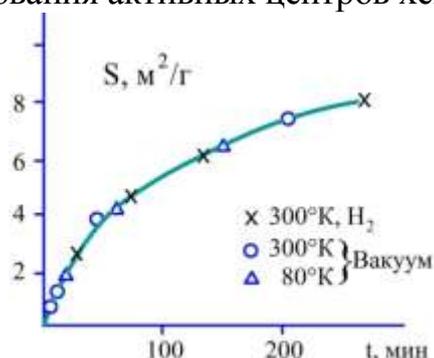


Рис.5. Зависимость роста удельной поверхности (S) кварца от времени измельчения

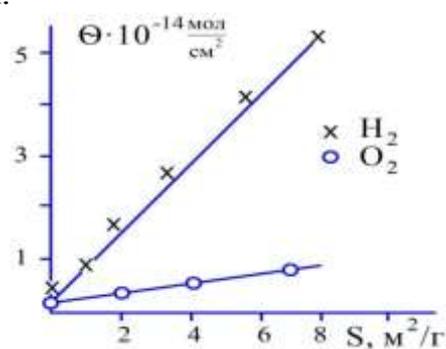
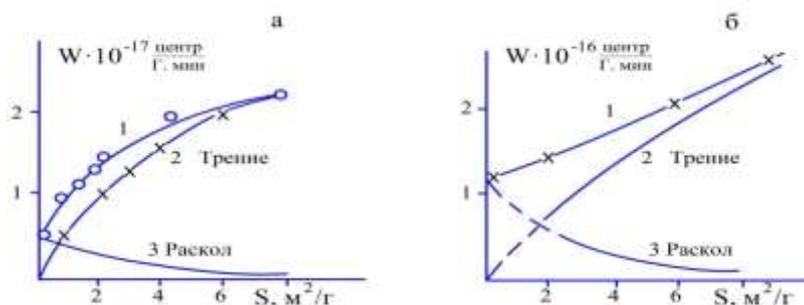


Рис.6. Зависимости заполнения поверхности кварца хемосорбированными газами θ от величины удельной поверхности (S)

На рисунке 7 приведены результаты исследований зависимости скорости образования центров хемосорбции от удельной поверхности кварца.



1-эксперимент; 2,3-расчет

а) при разрушении кварца в присутствии водорода; б) хемосорбция на поверхности, сформированной в вакууме

Рис.7. Зависимости скорости образования центров хемосорбции от удельной поверхности

Как видно из кривой I рис. (7 а,б) скорость возникновения активных центров увеличивается с ростом удельной поверхности. Из этих данных можно оценить роль трения и раскалывания. Действительно, при раскалывании центры хемосорбции образуются на свежей поверхности и скорость их возникновения ($W_{\text{реак}}$) должна быть прямо пропорциональна скорости роста новой поверхности $\frac{dS}{dt}$, т.е. $W_{\text{реак}} = Q \frac{dS}{dt}$, где коэффициент

пропорциональности равен концентрации центров на свежесформированной поверхности. Скорость инициирования реакции трением в общем случае должна быть функцией удельной поверхности, т.е. $W_{тр} = f_{тр}(S)$.

Следовательно, полная скорость процесса W равна

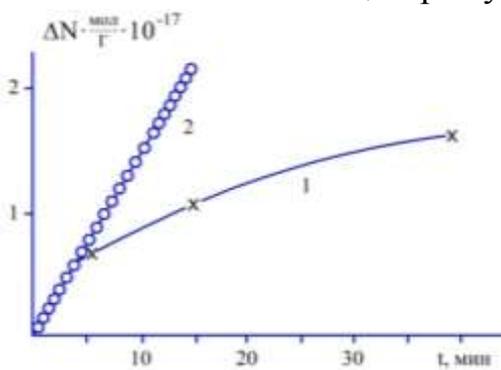
$$W = Q \frac{dS}{dt} + f_{тр}(S) \quad (6)$$

При экстраполяции на нулевую поверхность трением можно пренебречь и из точки пересечения графика 1 (рис. 7,а) с осью ординат определить величину Q . Оказалось, что $Q = 3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2}$. Скорость реакции, инициированной трением, равна разности между полной скоростью W , определяемой в эксперименте (кривая 1) и функцией $Q \frac{dS}{dt}$.

Значения $\frac{dS}{dt}$ рассчитывали методом графического дифференцирования кривой $S=S(t)$ (рис.7). Результаты вычислений представлены на рисунке 7,а кривой 2. График 3, соответствующий $W_{тр}$, является разностью между графиками 1 и 2. Графики 2 и 3 качественно характеризуют вклады разрушения и трения в инициирование механохимической реакции. Реакцию H_2 с кварцем можно проводить в режиме постэффекта. Скорость накопления активных центров реакции в этом случае примерно в 10 раз ниже, чем при разрушении в атмосфере газа; с увеличением удельной поверхности она возрастает примерно по линейному закону (см. график 1 рис.7,а). Аналогичный расчет позволяет определить величину $Q = 7 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$ и найти $Q \frac{dS}{dt}$ и $f(S)$ (графики 2 и 3).

Таким образом, несмотря на то, что в различных условиях (измельчение в вакууме H_2) скорости реакции отличаются на порядок величины, общая картина одинакова: раскалывание частиц играет основную роль в инициировании процесса, до тех пор, пока удельная поверхность не достигнет нескольких десятых $\text{м}^2/\text{г}$; при $S=1 \pm 0,5 \text{ м}^2/\text{г}$ оба пути инициирования примерно равноценны; наконец, после того, как поверхность превысит 3-4 $\text{м}^2/\text{г}$, определяющая роль принадлежит тренду.

Исследование накопления центров хемосорбции H_2 на поверхности, сформированной в вакууме в непрерывном (1) и прерывном (2) режимах. Как видно из рисунка 8, при достаточно больших поверхностях центры реакции образуются, в основном, при трении. Трение может приводить и к гибели активных центров. Кривая 2 рисунок 8 получена в прерывистом режиме измельчения, с промежуточной регистрацией и блокировкой возникающих центров. В этих условиях, когда возникающие центры сразу фиксируются H_2 и не участвуют в дальнейших превращениях (деактивация, гибель), скорость их накопления длительное время сохраняется постоянной. При длительном непрерывном измельчении (кривая 1) часть центров гибнет и скорость накопления активных центров уменьшается.

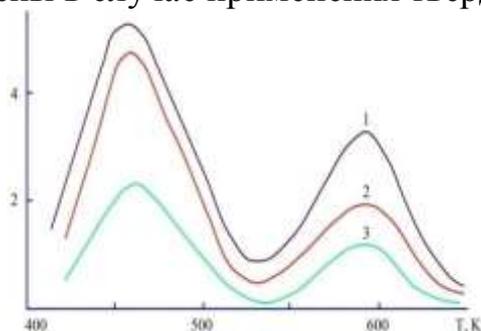


Исследование термостимулированной электронной эмиссии диспергированного кварцевого песка. С помощью диспергированного кварцевого песка можно

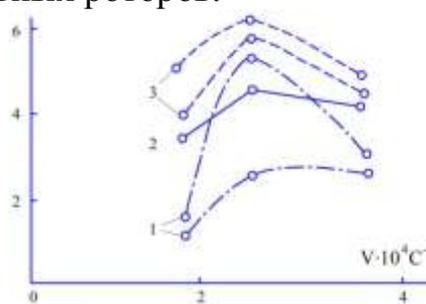
обнаруживать и изучать, возникающие при разрушении материала центры захвата электронов и дырок. В последние годы делаются попытки связать воедино процессы образования электронных центров и захвата предполагаемых активных центров на поверхностях свежих сколов с механическими свойствами материалов на основе диспергированного кварцевого песка.

Рис.8. Накопление центров хемосорбции H_2 на поверхности, сформированной в вакууме в непрерывном (1) и прерывистом (2) режимах

Термостимулированная электронная эмиссия (ТСЭЭ) измерялась спустя 1,5-2 часа после помола отмытого кварцевого песка в кювете из нержавеющей стали при легком уплотнении порошка. Изменения после эмиссии не наблюдалось, как не наблюдалось и пиков ТСЭЭ от невозбужденных образцов. Пики ТСЭЭ обнаруживались только после возбуждения объекта, которое проводилось рентгеновской трубкой при мощности дозы $1,5 \cdot 10^3$ Р/с. Высота пиков ТСЭЭ линейно зависит от дозы облучения при использованных временах облучения от 1 до 15 мин и сохраняется во времени при комнатной температуре без заметного спада свыше трех часов. Типичные кривые ТСЭЭ вне зависимости от материала мелющего тела, состоят из двух пиков с максимумами около 460 и 590 К (рис.9). При прочих равных условиях высокотемпературные пики лучше выражены в случае применения твердосплавных роторов.



Время рентгенизаций 1-15, 2-10, 3-5 мин
Рис.9. Зависимости величины пиков ТСЭЭ SiO_2 , измельченного с стальным ротором от времени рентгенизации

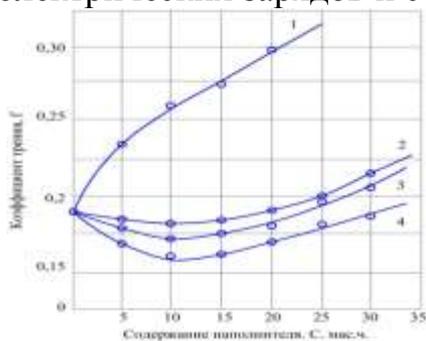


Время рентгенизаций 1-5, 2-10; 3-15 мин
Рис.10. Зависимости ТСЭЭ от скорости вращения инструмента из твердого сплава

Зависимости величины пиков ТСЭЭ от условий помола приведена на рис.9 и, как в предыдущим случае, в общих чертах слабо зависит от материала инструмента. Из-за неконтролируемых условий эксперимента и особенностей эмиссионной методики вообще разброс экспериментальных точек довольно большой, но в силу большого количества проделанных экспериментов (рис. 10) правильно передает усредненную зависимость с тенденцией к спаду при высоких оборотах. Имеющиеся в настоящее время экспериментальные данные не позволяют надежно идентифицировать центры захвата ответственные за пики ТСЭЭ в SiO_2 .

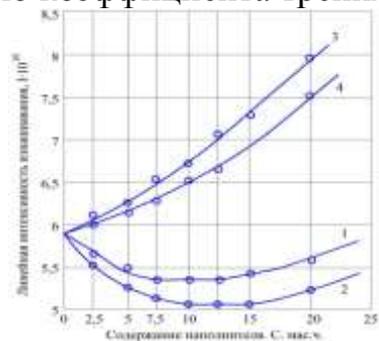
В пятой главе диссертации «**Разработка состава и технологии получения композиционных полимерных материалов с использованием**

механохимически активированного минерального сырья машиностроительного назначения и их эффективность» приведены результаты опытных испытаний механохимического активаторного дисмембратора, организация выпуска опытной партии механохимически активированных органоминеральных ингредиентов, физико-механические и триботехнические свойства композиционных полимерных материалов и изделий и их технико-экономической эффективности. Для разработки антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов проведены исследования влияния механохимически активированных минеральных и углеродистых наполнителей (стекловолокно, кварцевый песок, графит и сажа) на антифрикционные свойства композиций на основе полиэтилена высокой плотности при взаимодействии с хлопком-сырцом (рисунки 11 и 12). При выборе минеральных, волокнистых и углеродистых наполнителей для разработки антифрикционно-износостойких модифицированных композиционных полимерных материалов было учтено влияние наполнителей на изменение коэффициента трения и изнашивание материала, а также на сохранение качественных показателей хлопка-сырца. С этих позиций сажа и графит, более полно отвечают потенциальным требованиям к разрабатываемым материалам, т.е. улучшают тепло- и электропроводность и тем самым снижают температуру и величину заряда статического электричества в зоне трения, что способствует снижению коэффициента трения, а введение механохимически активированных кварцевых песков существенно снижает интенсивность изнашивания композиционных полимерных материалов за счет их высоких физико-механических свойств. Введение стекловолокна за счет ее высоких диэлектрических свойств, приводит к увеличению плотности трибоэлектрических зарядов и соответственно коэффициента трения.



1-стекловолокно, 2-кварцевый песок, 3-графит, 4-сажа

Рис.11. Зависимости коэффициента трения полиэтиленовой композиции с хлопком- сырцом от вида и содержания наполнителей (P=0.02 МПа. V 2.0 м/с, W=8.2 %)



1-стекловолокно, 2-кварцевый песок, 3-графит, 4-сажа

Рис.12. Зависимости интенсивности изнашивания полиэтиленовой композиции с хлопком-сырцом от вида и содержания наполнителей (P=0.02 МПа. V=2.0 м/с. W=8.2 %)

Учитывая то обстоятельство, что наполнители сажа, графит, при введении в полимер отдельно не всегда обеспечивают эффективность работы узлов трения машин из-за их некоторых недостатков, для более полной реализации преимуществ каждого наполнителя было предложено ввести в состав композиции систему наполнителей. Анализ полученных

экспериментальных данных показали (рис. 11-12), что введение в ПЭВП наполнителя стекловолокна, порошкового кварцевого песка до 20...30 мас. ч. ведет к повышению разрушающего напряжения при изгибе $\sigma_{и}$ композиции до максимума. Дальнейшее увеличение содержания этих наполнителей сопровождаются постепенными уменьшениями $\sigma_{и}$, при введении в ПЭВП графита и сажи $\sigma_{и}$ снижается с увеличением его содержания. Однако $\sigma_{и}$ остается довольно высоким у композиций, наполненных до 5... 10 мас. ч. графита и сажи. Анализ результатов исследования изменения интенсивности линейного изнашивания (рис.12) композиций при трении с хлопком сырцом показывает, что с увеличением содержания кварцевого песка и стекловолокна снижается интенсивность изнашивания, что коррелирует с изменением коэффициента трения. Увеличение интенсивности изнашивания композиций при увеличении содержания сажи и графита объясняется снижением их твердости и повышением хрупкости материала. Высокой стойкостью к изнашиванию обладает композиция, наполненная кварцевым песком и стекловолокном. У этих композиции с увеличением содержания кварцевого песка и стекловолокна до 5,0-15,0 мас. ч. интенсивность изнашивания снижается до минимума, а коэффициент трения растет.

Установлено, что для получения минимального коэффициента трения композиции оптимальным является следующее содержание наполнителей: сажа и графит 2,5-5,0 мас.ч. Для получения минимальной интенсивности изнашивания композиции оптимальное содержание наполнителей должны быть 5-15 мас. ч. стекловолокна и 0-10 мас. ч. кварцевого песка. Введение в композицию графита и сажи вызывает сильное снижение величины заряда статического электричества в зоне трения и температуры при взаимодействии хлопка-сырца с полиэтиленовыми композициями. С ростом содержания наполнителей повышается число контактов между частицами, увеличивается поверхность контактов. В результате этого растет электро- и теплопроводность композиционных полимерных материалов.

Физико-механические и триботехнические свойства разработанных композиционных полиэтиленовых и полипропиленовых материалов приведены в таблице 4. Как видно из данных, приведенных в таблице 4, свойства разработанных композиционных полиэтиленовых и полипропиленовых материалов антифрикционно-износостойких материалов вполне отвечают функциональным требованиям, предъявляемым к материалам для рабочих органов машин и механизмов хлопкоочистительной промышленности и их можно рекомендовать для изготовления деталей рабочих органов машин и механизмов марок ПЛА, ХПП, РБД, РП. Ожидаемая экономическая эффективность от применения колковых деталей из антифрикционно-износостойких модифицированных композиционных полимерных материалов в рабочих органах машин и механизмов Пискентского хлопкоочистительного завода составил 148,4 млн.сум в год (март 2019 г.).

Таблица 4

Свойства разработанных композиционных антифрикционных и антифрикционно-износостойких полипропиленовых и полиэтиленовых материалов

Показатели	Композиционные полимерные материалы							
	АИПЭК-1	АИПЭК-2	АИПЭК-3	АИПЭК-4	АИПЭК-5	АИПЭК-6	АИППК-1	АИППК-2
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	48,5	53,7	70,2	45,7	50,1	68,8	118,6	132,5
Ударная вязкость, кДж/м ²	26,5	31,4	37,8	23,0	30,2	36,3	122,6	129,2
Твердость по Бринеллю, МПа	75,58	83,3	89,2	59,4	67,8	78,5	97,7	103,3
Модуль упругости при изгибе, ГПа	0,92	0,98	1,05	0,90	0,92	0,98	2,5	2,3
Коэффициент трения, f	0,18	0,20	0,29	0,20	0,21	0,26	0,16	0,18
Интенсивность изнашивания, I · 10 ¹⁰	4,2	3,8	3,2	6,2	5,6	1,8	2,1	1,9
Температура в зоне трения, К	318	305	301	315	310	298	300	305
Величина заряда статического электричества, Q- 10 ⁻⁷ Кл	18,7	16,4	12,2	17,8	15,2	11,8	9,8	11,4
Рекомендации для применения в машинах	ПЛА, ХПП	РБД, РП	РБД, РП,	ПЛА, ХПП	ПЛА, ХПП	ПЛА, ХПП	РБД, РП,	РБД, РП,

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан научно-обоснованный подход создания модифицированных КПМ и деталей из них для машиностроительного назначения на основе механохимически активированных органоминеральных ингредиентов из местного сырья машиностроительного назначения.

2. Для создания высокопрочных антифрикционно-износостойких модифицированных КПМ и деталей из них в качестве объекта исследования рекомендован полиэтилен высокой плотности, полипропилен, кварцевый песок, сажа, графит с размерами частиц 0,1 от до 5 микрон, стекловолокно – 0,1-3,0 микрон.

3. Для механохимической активации органоминеральных ингредиентов был предложен дисмембратор, работающий «ударо-раскалывающе-стирающим» методом. Рекомендованы оптимальные параметры дисмембратора с диаметром – 150 мм рабочего диска, зазор между млеющими их сегментами 0,2 мм и оптимальное число оборотов электродвигателя – 2800-3000 об/мин;

4. Определены, что при механохимической активации органоминеральных ингредиентов, на поверхности их частиц образуются активные центры, позволяющие образование перекиси в присутствии кислорода, а также термостимулированной электронной эмиссии измельченного кварцевого песка.

5. Выявлена корреляционная закономерность между значениями физико-механических и антифрикционно-износостойких свойств композиционных полимерных материалов в зависимости от вида, природы и содержания механохимически активированных органоминеральных ингредиентов.

6. Разработаны эффективные составы модифицированных композиционных полимерных материалов и рекомендован для машиностроительных деталей.

7. Разработанные антифрикционно-износостойкие КПМ на основе механохимически активированных ингредиентов с высокими прочностными свойствами и низким коэффициентом трения были рекомендованы для хлопкоперерабатывающих машин и механизмов.

8. Установлено, что применение деталей из антифрикционно-износостойких модифицированных композиционных материалов в рабочих органах машин и механизмов привело к повышению производительности машин на 9-14% и снижению потребляемой мощности на 7-8%, механической повреждаемости волокон на 0,22-0,32% и дробленности семян на 0,26-0,38%, а также исключила возможность загорания хлопка-сырца.

9. Разработан технологический регламент на получение созданных модифицированных композиционных полимерных материалов и деталей из них и стандарт производства (технические условия) на них.

**«FAN VA TARAKKIET» OF TASHKENT STATE TECHNICAL
UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

**STATE UNITARY ENTERPRISE «FAN VA TARAKKIYOT»
OF TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

BOZORBOYEV SHUHRAT ABDURACHIMOVICH

**MECHANICAL-CHEMICAL ACTIVATION OF ORGANIC-MINERAL
RAW MATERIALS AND DEVELOPMENT WITH THEIR USE OF
MODIFIED COMPOSITION POLYMERIC MATERIALS OF
ENGINEERING PURPOSE**

02.00.07 – Chemistry and technology of composite, paint and varnish and
rubber materials (technical sciences)

05.02.01-Materials science in mechanical engineering. Foundry production.
Heat treatment and handling of metals pressure. Metallurgy
of ferrous, non-ferrous and rare metals (materials science and
metallurgy sciences)

**DISSERTATION OF ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY
(PhD)
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent-2020

The theme of dissertation of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the republic of Uzbekistan under number B2019.4.PhD/T158

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

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

Research supervisor:

Abed Nodira Soibjonovna
doctor of technical sciences, professor

Negmatova Komila Saibjonovna
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Eminov Ashrap Mamurovich
doctor of technical sciences, professor

Kadirbekova Kutpinisa Karimovna
doctor of technical sciences, dosent

Leading organization:

Andijan machine building institute

Thesis defense will take place on «____» _____2020 at the meeting of Scientific council DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 at Tashkent State technical university named after Islam Karimov at State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot» (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (99871) 246-39-28/(99871) 227-12-73, e-mail: fan va taraqqiyot@mail.ru, www.gupft.uz/

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot» (is registered under № 19). Address. 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (99871) 246-39-28/(99871) 227-12-73

Abstract of dissertation sent out on «____» _____ 2020 y.
(mailing report № 19 on «04» 06 2020 y.).

S.S. Negmatov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

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

N. Talipov
Chairman of the academic seminar under the
scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, s.r.a

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to develop an effective method for mechanical-chemical activation of organic-mineral ingredients and development of high-strength antifriction-wear-resistant composite materials and manufacturing of parts for machines and mechanisms of the ginning industry.

The object of the research work as objects of study are high-density polyethylene, grade I-0760, polypropylene, grade 05P10 / 020 and fillers: carbon black, graphite, fiberglass, quartz sand. Raw cotton of the S-6524 variety with moisture content of 8.0-35.0% and weediness of 1.0-3.0% was used as an object of the counterbody.

Scientific novelty of the research work:

the regularities of the process of dispersing of organic-mineral ingredients by the method of impact-cracking-abrasive grinding, depending on their parameters and technological operating modes of the dismembrator plant, which allows to obtain mechanochemically activated natural ingredients based on local raw materials;

identified occurring mechanic-chemical phenomena, the appearance of active centers, ongoing chemical reactions in the process of grinding fillers, depending on their chemical composition and nature, allowing to obtain high-strength antifriction-wear-resistant composite polymer materials;

the laws of changes in the properties of the developed antifriction-wear-resistant composite polymer materials have been established depending on the nature and content of mechanochemically activated organomineral ingredients;

the basic scientific and methodological principles for the development of anti-friction-wear-resistant composite polymer materials based on polyolefins and mechanochemically activated ingredients for engineering purposes have been developed.

compositions of antifriction-wear-resistant composite materials with mechanochemically activated organic-mineral ingredients are optimized, which have improved strength properties, low friction coefficient and high wear resistance when working in conditions of interaction with raw cotton.

Implementation of the research results. Based on the scientific results on the development of antifriction-wear-resistant composite polymer materials using mechanochemically activated organomineral ingredients based on local raw materials, the following scientific results were obtained:

the State Standard of the Republic of Uzbekistan for the method of determining the coefficient of friction, temperature and electrostatic charge in the friction zone of antifriction machine-building CPMs interacting with the pulp (raw cotton) was developed and registered at the Uzstandard Agency (O'z DSt 3330: 2018) (reference 1187/40 of October 26, 2018, the state-owned enterprise Information and Reference Center, O'ZSTANDART agency). As a result, an opportunity was created on a disk tribometer to simultaneously determine the coefficient of friction, temperature and triboelectric charges arising in the friction zone during frictional interaction of machine-building CPM with fibrous materials;

the patent of the Intellectual Property Agency of of the Republic of Uzbekistan for an invention was obtained for the composition of the antifriction polymer composition (No. IAP 05000, 2015). As a result, it became possible to increase the robustness and efficiency of cotton processing machines and mechanisms operating in friction with raw cotton;

the patent of the Intellectual Property Agency of the Republic of Uzbekistan for the invention was obtained for the composition of the antifriction polymer composition (No. IAP 05068, 2015). As a result, the working bodies of machines and mechanisms have a wide range of access to antifriction composite wood-polymer materials;

parts from antifriction-wear-resistant composite materials obtained using mechanochemically activated organic-mineral ingredients were introduced at Piskent Ginnery JSC (Uzpakhtasanoat information no. 03-18/6051 dated October 18, 2019). As a result, this implementation makes it possible to increase productivity and reduce the energy consumption of machines and mechanisms in the processing of raw cotton.

The structure and volume of the thesis. The thesis is presented on 124 pages and consists of an introduction, five chapters, conclusion, list of references, applications.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
Ўбўлим (I часть; I part)

1. Гулямов Г., Абед Н.С., Хаджикариев Д.М., Бозорбоев Ш.А., Эминов Ш.О., Арипова А.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы функционального назначения // Композиционные материалы. - Ташкент, 2011. -№1. – С.39-41 (02.00.00 №4).

2. Негматов С.С., Лысенко А.М., Бабаев З.Н., Эминов Ш.О., Бозорбоев Ш.А. Разработка, изготовление и выполнение монтажных и пуско-наладочных работ опытной установки // Композиционные материалы. - Ташкент, 2011. -№1. –С.71-72 (02.00.00 №4).

3. Бозорбоев Ш.А., Лысенко А.М., Негматов С.С. Опытные испытания механоактиватора и получение высококачественных механоактивированных ингредиентов // Композиционные материалы. -Ташкент, 2011. -№1. – С.72 (02.00.00 №4).

4. Негматов С.С., Лысенко А.М., Эминов Ш.О., Бабаев З.Н., Бозорбоев Ш.А. Опытные испытания дисмембратора и получение тонкоизмельченных ингредиентов из минерального сырья индустриальных отходов // Композиционные материалы. -Ташкент, 2011. -№1. – С.87 (02.00.00 №4).

5. Хаджикариев Д.М., Гулямов Г., Абед Н.С., Эминов Ш.О., Бозорбоев Ш.А.. Влияние углеграфитовых наполнителей на триботехнические свойства полиэтилена высокой плотности // Композиционные материалы. – Ташкент,2012. -№3. –С.82-83 (02.00.00 №4).

6. Абед Н.С., Гулямов Г.Г., Эминов Ш.О., Бозорбоев Ш.А. Антифрикционные композиционные материалы на основе полиолефинов и органических и неорганических ингредиентов // Композиционные материалы. - Ташкент, 2013. -№2. – С.50-53 (02.00.00 №4).

7. Лысенко А.М., Негматов Ж.Н., Негматов С.С., Бозорбоев Ш.А., Икрамов Н.А., Шодиев Х.Р. Разработка дезинтегратора для измельчения минерального сырья и описание его конструкции //Композиционные материалы. –Ташкент, 2013. -№2. –С.79-80 (02.00.00 №4).

8. Лысенко А.М., Негматов Ж.Н., Бозорбоев Ш.А.. Теоретические основы измельчения минерального сырья для создания дезинтегратора // Композиционные материалы. – Ташкент, 2014.- №1.-С.44-46 (02.00.00 №4).

9. Ахмедова Д.У., Бабаханова М.А., Бозорбоев Ш.А., Негматов С.С., Талипов Н.Х.. Подготовка ингредиентов для получения покрытий путем механоактивации наполнителей // Композиционные материалы. –Ташкент, 2014. -№1. -С.75-76 (02.00.00 №4).

10. Абед Н.С., Негматова К.С., Улмасов Т.У., Негматов Ж.Н., Эминов Ш.О., Бозорбоев Ш.А., Жовлиев С.С., Сатторов А.Р. Проведение исследований для получения композиций путем смешивания зернисто-порошковых органоминеральных ингредиентов на установке непрерывного действия // Композиционные материалы.-Ташкент, 2017.- №1. -С.42-44 (02.00.00 №4).

11. Sayibjan Negmatov, Olim Eshkobilov, Nadira Abed, Komila Negmatova, Giyas Gulamov, Shuhrat Bozorboev, Sherzod Eminov, Muhiba Babahanova, Vasila Tulaganova, Surayyo Yulchieva, Ahmedjan Ysupbekov. Development of the Method and Device for Studying the Complex Antifriction Properties of Composite Polymer Materials During Interaction With Fibrous Mass (Raw Cotton). Materials Sciences and Engineering. Materials Science and Applications, 2018, 9, 101-108 (02.00.00 №4).

12. Sayibjan Negmatov, Olim Eshkobilov, Nadira Abed, Komila Negmatova, Giys Gulamov, Shuhrat Bozorboev, Sherzod Eminov, Muhiba Babahanova, Vasila Tulaganova, Surayo Yulchieva, Ahmedjan Ysupbekov. Theoretical Basics of contact Interaction of Machinery Antifriction Composite Polymer Materials With Fibrous Mass (Row Cotton). Advanced Material Research. Vol.1150, pp.160-166. 2018 Trans Tech Publications. Switzerland. (02.00.00 №4).

II бўлим (II часть; part II)

13. Патент РУз №05000. Антифрикционно-изнотостойкая полимерная композиция / Абед-Негматова Н.С., Гулямов Г.Г., Негматов С. С., Негматов Ж. Н., Негматов Ш. С., Шернаев А. Н., Юлдашев А. Х., Бозорбоев Ш. А., Тухташева М. Н., Эминов Ш. О. //Расмий ахборотнома. -2015. -№1.

14. Патент РУз №.05068. Антифрикционный древесно-полимерный композиционный материал / Негматов С.С., Гулямов Г.Г., Шернаев А.Н., Абед-Негматова Н.С., Негматов Ж. Н., Негматова М. Н., Бозорбоев Ш. А., Эминов Ш.О. //Расмий ахборотнома. -2015. -№8.

15. O'zDSt 3330: 2018. Антифрикционные свойства машиностроительных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе, взаимодействующих с волокнистой массой (хлопком-сырцом). Методы определения коэффициента трения, температуры и величины электростатического заряда в зоне трения. Негматов С.С., Абед Н.С., Гулямов Г., Негматова К.С., Тухташева М.Н., Бозорбоев Ш.А., Эминов Ш.О., Эшкobilов О.Х., Негматов Ж.Н.

16. Nodira Abed-Negmatova, Jakhongir Negmatov, Giyoz Gulyamov, Aziz Yuldashev, Sherzod Eminov, Shukhrat Bozorboev, Akida Aripova, Shukurullo Negmatov, Dilshod Hojmuradov. Composite polymer materials and the details made of them for cotton machines and mechanisms // 2012 The II-International Conference on Materials Science and Engineering Application(ICMSEA 2012), Xyan, China 7-8 Yanvar 2012, pp.564-566.

17. Abed-Negmatova N.S., Gulyamov G., Negmatov S.S., Hodzhikariev D.M., Negmatov J.N., Eminov Sh.O., Bozorboev Sh.A., Aripova A., Negmatova M.I. Durability Of Composite Polymer Materials Working In Contact With Pulp//2012 6th International Conference on Times of Polymers (Top) and Composites. Ischia. Italy 10-14 June, 2012. pp.283-285.

18. Yuldashev A.Kh., Negmatov S.S., Abed-Negmatova N.S., Abdurakhmanov A.G., Bozorboev Sh.A., Eminov Sh.O., Aripova A.A., Hodzhikariev D.M. Melt Index Of Low-Density Polyethylene And Its Effect On

Rotational Molding//2012 6th International Conference on Times of Polymers (Top) and Composites. Ischia. Italy 10-14 June 2012. pp. 344-346.

19. Nodira Abed-Negmatova, Giyoz Gulyamov, Sayibzhan Negmatov, Jakhongir Negmatov, Shukhrat Bozorboev, Sherzod Eminov, Nurillo Ikramov. Research and development of composite powder polymer materials and production of cotton machine parts on their bases// International Porous Powder Materials. Symposium & Exhibition. Izmir, Turkey. 3-6 September 2013. p.172.

20. Nodira Abed-Negmatova, Giyoz Gulyamov, Sayibzhan Negmatov, Jakhongir Negmatov, Shukhrat Bozorboev, Sherzod Eminov, Nurillo Ikramov. Research and development of composite powder polymer materials and production of cotton machine parts on their bases// International Porous Powder Materials. Symposium & Exhibition. Izmir Turkey. 3-6 September 2013, pp.871-876.

21. Тухташева М.Н., Абед Н.С., Негматов С.С., Гулямов Г., Эминов Ш.О., Бозорбоев Ш.А., Маматалиева Р.Я., Очилов К., Норматов Ж. Композиционные материалы для деталей рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов // Прогрессивные технологии получения композиционных материалов и изделий из них: Материалы Республиканской научно-технической конф., 28-29 апреля 2015 г. -Ташкент, 2015.-С.357-358.

22. Nodira Abed-Negmatova, Giyoz Gulyamov, Sayibzhan Negmatov, Jakhongir Negmatov, Shukhrat Bozorboev, Sherzod Eminov, Nurillo Ikramov. Research and development of composite powder polymer materials and production of cotton machine parts on their bases // International Porous Powder Materials. Symposium & Exhibition. PPM 2015. Izmir Turkey. 15-18 September 2015. pp.871-876.

23. Nodira Abed, Sayibjan Negmatov, S.Abed, M.Tuhtasheva, Giyas Gulyamov, Shukhrat Bozorboev, Sherzod Eminov. Development of composite polymeric materials filled with powder fillers used for parts of cotton processing machines // International conference on thermophysical and mechanical properties of advanced materials. 17-18 september, 2015, Baku, Azerbaijan, pp.

24. Бозорбоев Ш.А., Эминов Ш.О., Абед Н.С., Икрамов Н.А., Хаметов З.М., Гаппаров К.Г. Теоритическая оценка основных характеристик дисперсных наполнителей // Новые композиционные и нанокоспозиционные материалы: структура, свойства и применение: Материалы научно-техническая конф., 5-6 апреля 2018 г. -Ташкент, 2018.-С.66-68.

25. Абед Н.С., Гулямов Г.Г., Бозорбоев Ш.А., Эминов Ш.О., Эшкobilов О.Х. Исследование влияния размера частиц наполнителей на антифрикционные свойства антистатически теплопроводящих композиционных полимерных материалов // Новые композиционные и нанокоспозиционные материалы: структура, свойства и применение: Материалы научно-техническая конф., 5-6 апреля 2018 г. -Ташкент, 2018.-С.69-70.

26. Абед Н.С., Гулямов Г.Г., Негматов С.С., Тухташева М.Н., Бозорбоев Ш.А., Эминов Ш.О. Зависимость антифрикционных свойств композиционных материалов и покрытий при взаимодействии с хлопком-сырцом от вида и природы наполнителя // Новые композиционные и нанокоспозиционные

материалы: структура, свойства и применение: Материалы научно-техническая конф., 5-6 апреля 2018 г. -Ташкент, 2018.-С.72-74.

27. Негматов С.С., Гулямов Г.Г., Абед Н.С., Тухташева М.Н., Бозорбоев Ш.А., Эшкobilов О.Х. Исследование влияния минеральных наполнителей на физико-механические свойства полимерных материалов // Новые композиционные и нанокomпозиционные материалы: структура, свойства и применение: Материалы научно-техническая конф., 5-6 апреля 2018 г. - Ташкент, 2018.-С.76-78.

28. Бозорбоев Ш.А., Тухташева М.Н., Абед Н.С., Гулямов Г.Г., Негматов С.С., Эшкobilов О.Х.. Исследование влияния порошковых металлических наполнителей на физико-механические свойства полимерных материалов // Новые композиционные и нанокomпозиционные материалы: структура, свойства и применение: Материалы научно-техническая конф., 5-6 апреля 2018 г. -Ташкент, 2018.-С.80-81.

29. Бозорбоев Ш.А., Абед Н.С., Гулямов Г.Г., Негматов С.С.. Прочностные и антифрикционные свойства ударопрочных и антифрикционно-износостойких конструкционных полиамидных композиционных материалов функционального назначения //Ресурсо-и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и нанокomпозиционные материалы: Материалы научно-техническая конф., 25-26 апреля 2019 г. -Ташкент,2019.-С.42-44.

Авторефератнинг ўзбек, рус тиллари мувофиқлаштирилди ва матн тахрир қилинди.

Бичими 60x84 1/16. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табоғи:5.25. Адади 100. Буюртма №_____.
Баҳоси келишилган нарҳда.

ЎзР Фанлар Академияси Асосий кутубхонаси босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.