ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.28.02.2018.T.03.04 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ, ҚУРИШ ВА ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ИНСТИТУТИ

ЮЛДАШЕВА ГУЛНОРА БУРАНОВНА

АВТОТРАКТОР АГРЕГАТЛАРИ УЧУН ФТОР ТАРКИБЛИ МЕТАЛЛ-ПОЛИМЕР КОМПОЗИЦИОН МАТЕРИАЛЛАРНИ ЯРАТИШ

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

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2019

УДК 620.22:621.79.01

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси

автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

on technical sciences

Юлдашева Гулнора Бурановна

Автотрактор агрегатлари учун фтортаркибли металл-полимер композицион материалларни яратиш……..……. 3

Юлдашева Гулнора Бурановна

Создание металлополимерных композиционных фторсодержащих материалов для автотракторных агрегатов.... 18

Yuldasheva Gulnora Buranovna

Creation of metal-polymeric composition fluorine contained materials for auto tractor aggregates ……..... 34

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works…….……. 37

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.28.02.2018. T.03.04 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШ, ҚУРИШ ВА ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ИНСТИТУТИ

ЮЛДАШЕВА ГУЛНОРА БУРАНОВНА

АВТОТРАКТОР АГРЕГАТЛАРИ УЧУН ФТОР ТАРКИБЛИ МЕТАЛЛ-ПОЛИМЕР КОМПОЗИЦИОН МАТЕРИАЛЛАРНИ ЯРАТИШ

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

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2019

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2018.4.PhD/T72 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент автомобил йўлларини лойихалаш, қуриш ва эксплуатацияси институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар : **Рискулов Алимжон Ахмаджонович**
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: **Джумабаев Алижон Бакишевич**
техника фанлари доктори, профессор

Михриддинов Рисқидин Михридинович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот: **Тошкент темир йўл муҳандислари институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат техника университети ва Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги DSc.28.02.2018.T.03.04 рақамли Илмий кенгашнинг 2019 йил «23» февраль соат _14^{00}_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2-уй. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32, e-mail:tstu_info@edu.uz.).

Диссертация билан Тошкент давлат техника университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (113-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2-уй. Тел.: (99871) 246-03-41).

Диссертация автореферати 2019 йил «8» февраль куни тарқатилди.
(2019 йил « 6 » 46 № реестр баённомаси).

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

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

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Дунёда транспорт соҳасида ишлаб чиқарилаётган автомобиллар учун энг мақбул материаллар яратиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Бу борада дунёнинг ривожланган мамлакатларида, жумладан Америка, Европа, Япония, Жанубий Корея, Россия, Украина, Беларуссия каби давлатларда автомобил саноати учун металл полимер тизим элементларини тайёрлашда қўлланиладиган композицион материаллар ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш ва маҳсулотлар рақобатбардошлигини таъминлашга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда фторли боғловчилар асосида олинган нанокомпозит материалларнинг самарали турларини яратиш, ишқаланувчи деталларини конструктив элементлар ва юпқа қатламли ишқаланиш коэффициентини камайтириш, коррозион-механик ейилиш суръатини секинлаштириш, рақобатбардош кўрсаткичларга эга бўлган композицион материаллар ишлаб чиқариш каби йўналишларда мақсадли илмий изланишларни амалга ошириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Шу билан бирга турли тузилиш ва молекуляр массали фтортаркиб матрица асосли композицитлар ишончлилиги, хавфсизлиги ва иш муддатини ошириш, металлополимер система элементларини конструкцион материал ва юпқа қоплама сифатида ишлаб чиқиш зарур ҳисобланади.

Республикамизда автомобил агрегатларини сифат жиҳатидан замон талабларига жавоб берадиган даражага олиб чиқиш, ишлаб чиқарилган машина ва механизмларнинг жихозлар ишончлилигини, хавфсизлигини ва хизмат муддатини ошириш учун улар тайёрланадиган материалларнинг сифатини яхшилашга оид кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш, ... иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ... ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш, шу асосда ташқи ва ички бозорда миллий маҳсулотларнинг рақобатбардошлигини таъминлаш»[1] вазифаси белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга ошириш, жумладан, автомобилларнинг ишқаланувчи қисмлари, нозик технологик жиҳозлари, қулфлаш арматуралари, буюмлар ва ярим маҳсулотларни совуқлайин деформациялаш усулида тайёрлаш жараёнлари учун молекуляр массаси турлича бўлган фтор компонентлар асосидаги нанокомпозит триботехник материаллар ва қопламалар таркиблари ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2014 йил 4 февралдаги ПҚ-2120-сон «2014-2016 йилларда тайёр маҳсулотлар, бутловчи буюмлар ва

[1] Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 07 февралдаги ПФ–4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони

материалларни дастури ҳақида»ги ва 2015 йил 11 февралдаги ПҚ-2298-сон «2015-2019 йилларда тайёр маҳсулотлар, бутловчи буюмлар ва материалларни маҳаллий шароитларда ишлаб чиқариш дастури ҳақида»ги Қарорлари, 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ва 2018 йил 27 апрелдаги ПҚ-3682-сон «Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалий жорий қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармонлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий хужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республикада фан ва технологияларни ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурсларни тежаш», VII. «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Зичланган (қуюқлаштирилган) муҳитларнинг наноҳолат деб аталган фавқулотда ҳолатини кўп омилли усуллар ёрдамида тадқиқ этиш натижасида полимер, олигомер ва аралаш (қурама) матрицаларга асосланган материалшунослик илми дунёга келди. Drexlel K.E., Pool C.P., Owens F.J., Eds. A.S. Edelstein, R.C. Caminarata, P.M. Ajayan, L.S. Schadler, A.V. Braun, M.A. Stroscio, M. Dutta, И.П. Суздалев, А.И. Гусев, Ю.Д.Третьяков, Р.А. Андриевск, А.А. Охлопков, В.М. Бузник ва бошқа олимлар бажарган тадқиқотларда таркиблари турлича бўлган наноўлчамли заррачаларнинг тузилиши ва электрофизик тавсифлари параметрлари, бундай таркибларни ҳосил қилиш технологиялари ўрнатилган. Беларус Республикасининг Гродно Давлат университети олимлари, профессор В.А. Лиопо ва В.А Струк бажарган тадқиқотлар натижасида нанозарраларнинг ўлчамини баҳолаш учун формула-аналитик ифода ишлаб чиқилган. Натижада ташкил этишнинг турли поғоналарда структурали модификациялашнинг амалдаги самаралари билан ҳисобий параметрлар орасидаги корраляцион боғлиқлиги аниқланган.

Ўзбекистон Республикасининг олимлари, жумладан академиклар С.Ш. Рашидова, С.С. Негматов, профессорлар Р.Н Ашуров, А.А. Рискулов, Х.Э. Юнусов, У.А.Зиямухамедовалар томонидан полимер материалларнинг ўзаро фрикцион таъсирлашувида структуравий мослашувнинг механизми ишлаб чиқилган. Шу билан бир қаторда фторли боғловчилар асосида олинган нанокомпозит материалларнинг самарали турларини яратиш долзарб муаммо бўлиб, уларни ҳал қилиш асосида композитлар структурасининг шаклланиш механизмларини ўрганиш, машинасозлик, энергетика ва кимё саноатида қўлланиладиган материаллар яратиш учун илмий асосларни ишлаб чиқиш имконини беради.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент автомобил йўлларни лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатацияси институтининг илмий-тадқиқотлар режасининг № ИТД-12-59 «Полимерлар ва табиий модификаторлар асосидаги наноконструктур-лаштирилган конструкцион ва триботехник материаллар таркиби ва технологиясини ишлаб чиқиш» (2012-2015) ва №КА-12-004 «Машинасозлик учун наноконструкторлик металлополимер материалларни яратиш» (2015-2017) мавзусидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади: юк автомобиллари кардан валларининг шлицали бирикмаси мисолида автотрактор агрегатлари учун фтор таркибли металлополимер композицион материалларни яратишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

фтор композитлар асосида металлполимер системаларда қўлланадиган ейилиш, ингибиторларининг структураси хусусиятларини, таъсир механизмларини аниқлаш;

полимер, олигомер ва аралаш матрицалар асосидаги фтортаркибли нанокомпозит материаллар структурасини молекуляр, молекулалараро, малекулалардан юқори, нано ва макрофаза поғоналарда бошқаришнинг методик тамойилларини ишлаб чиқиш;

ишқаланувчи металлополимер узеллар ва металл загатовкаларнинг деформацияланувчи системаларида фторли олигомер ва аралаш матрицалар асосида ажралувчи қатламлар шаклланиши механизмларини тадқиқ этиш;

фтор комполнентлари асосида нанокомпозит триботехник материалар ва қатламлар таркибини ишлаб чиқиш ва уларни автотмобиллар, технологик ускуналарни ишқаланувчи узелларда ва металл қотишмалардан буюмлар ва ярим маҳсулотлар тайёрлаш жараёнларида синаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида «MAN» русумли юк автомобиллари кардан валлари шлицали бирикмалари ишқаланувчи узеллари ва ажралувчи қатламлар элементлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети турлича таркиб, структура молекуляр массага эга бўлган, ичида турли таркибли ва дисперсли компонентлари бор фторли матрицалар асосидаги композит материалларини ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида ИК-спектроскопия, ДТА, ТСТ-анализ, атом-куч микроскопия (АСМ), деформация-мустаҳкамликка, адгезия, триботехник, коррозияга оид стандарт кўрсаткичларни аниқлаш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотининг илмий янгилиги:

металлполимер триботехник системаларининг фторли, ейилиш ингибиторлари молекуляр масса мезони бўйича таснифланган;

молекуляр, молекулалараро, молекулалардан юқори, нано ва макрофазавий поғоналарда, материалшуносликка оид технологик ва триботехник омиллар таъсирида ташкил этиш жараёнларини бошқаришни назарда тутувчи полимер, олигомер ва аралаш матрицалар асосида олинган

фторли нанокомпозит материаллар структурасини бошқаришнинг методик тамойиллари ишлаб чиқилган;

структураси турлича бўлган трибосистемаларнинг элементлари ўзаро ишқаланиши натижасида фторли олигомер ва аралаш матрицалар асосида ажралувчи қатламларнинг шаклланиш механизмлари ишлаб чиқилган;

автомобилларнинг ишқаланувчи қисмлари, нозик технологик жиҳозлар, қулфлаш арматуралари, буюмлар ва ярим маҳсулотларни совуқлайин деформациялаш усулида тайёрлаш жараёнлари учун молекуляр массаси турлича бўлган фтор компонентлар асосидаги нанокомпозит триботехник материаллар ва қопламалар таркиблари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

автотрактор агрегатлари ишқаланувчи узелларида қўллаш самарали бўлган фтортаркибли олигомер, полимер ва аралаш матрицали нанокомпозицион ва нанофазали материаллар таркиби ишлаб чиқилган;

фтортаркибли матрица асосли композицион триботехник материал «MAN» русумли юк автомобилларининг кардан валлари шлицали бирикмалари ишқаланувчи қисмларининг қатламларини таъмирлаш технологик жараёнларида қўллаш учун ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларнинг ишончлиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги тезлаштирилган ресурс синовлари натижаларини синовдан ўтган усуллар билан таҳлил қилишда замонавий тадқиқот усулларининг қўлланилиши билан таъминланганлиги ҳамда стандарт ўлчаш воситаларида олинган натижаларнинг қиёсий таҳлили ва уларнинг ўзаро мослиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти полимер, олигомер ва аралаш матрицалар асосида олинадиган фторли нанокомпозит материалларнинг структурасини ташкил этишнинг турли поғоналарида бошқариш учун методологик тамойиллар ишлаб чиқилганлиги ва булар ёнлама (материал) ва ишораси ўзгарувчан кўчиб ўтишни ва эксплуатация жараёнида деформация-мустаҳкамлик ва триботехник тавсифлари юқори бўлган нанокомпозит материал шаклланишини таъминлаши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган нанокомпозит материаллар, ишқаланиб ишлайдиган узелларда фрикцион ўзаро таъсирлар механизм ўзгариши туфайли деталларнинг ейилишга бардошлилигини ошириш билан белгиланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Фтор таркибли металл-полимер композицион материалларни яратиш асосида:

технологик ва триботехник омиллар таъсирида ташкил этиш жараёнларини бошқаришни назарда тутувчи полимер, олигомер ва аралаш матрицалар асосида олинган фторли нанокомпозит материаллар структурасини бошқаришнинг методик тамойиллари «Ўзбекистон Металлургия комбинати»да юк автомобилларининг кардан валлари шлицали бирикмалари ишқаланувчи қисмларининг қатламларини таъмирлаш технологик жараёнлариг жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси

Автомобил йўллари давлат қўмитасининг 2017 йил 16 октябрдаги 01-125-сон маълумотномаси). Натижада ишқаланиб ишлайдиган узелларда фрикцион ўзаро таъсирлар механизм ўзгариши туфайли деталларнинг ейилишга бардошлилигини ошириш имконини берган;

фтор таркибли олигомер, полимер ва аралашмали матрицалар асосидаги ишлаб чиқилган нанокомпозицион ва нанофазали материаллар Ўзбекистон Республикаси Автомобиль йўллари давлат қўмитаси тасарруфидаги «Трансйўлқурилиш» давлат унитар корхонасида автомобиль агрегатлари деталларининг таъмирлаш технологик жараёнига жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Автомобиль йўллари давлат қўмитасининг 2017 йил 16 октябрдаги 01-125-сон маълумотномаси). Натижада шлицали бирикманинг ейилишга чидамлилигини 1,5-2 маротаба ошириш имконини берган;

нанокомпозицион триботехник материаллар ва фтор компонентли қопламалар «Трансйўлқурилиш» давлат унитар корхонасида юк автомобилларининг кардан валлари шлицали бирикмалари ишқаланувчи қисмларининг элементи сифатида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Автомобиль йўллари давлат қўмитасининг 2017 йил 16 октябрдаги 01-125-сон маълумотномаси). Натижада ишқаланувчи деталларнинг ишлаш муддатини оширишга имкон берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 9 та республика илмий-техник ва 7 та халқаро конференцияларда мухокама қилинган.

Диссертация натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 18 та иш нашр қилинган. Шулардан 7 таси илмий мақола бўлиб, улар Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан тавсия қилинган илмий нашрларда 6 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган ва битта монография чоп эттирилган.

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

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва унга бўлган эҳтиёж, тадқиқотнинг мақсади ва масалалари, объекти, предмети ва усуллари, Ўзбекистон фан ва технологияларининг ривожланишидаги устувор йўналишлар билан уйғунлиги, илмий янгилиги, натижалари ва уларнинг ишончлилиги, назарий ва амалий аҳамиялари, амалиётга жорий қилиниши, диссертациянинг мухокамалари, нашр маълумотлари, структураси ва ҳажми бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Фторли триботехник композит материллар: структуранинг хусусиятлари, модификациялаш усуллари, қўлланиш соҳалари»** номли биринчи бобида молекуляр массаси турлича бўлган фторли матрицалар асосида олинган композит материалларнинг структураси

ҳусусиятларига ва эксплуатация тавсифларига бағишланган тадқиқотлар танқидий тахлил қилинган.

Политетрафторэтилен (ПТФЭ) асосида олинган триботехник композитларнинг тури жуда кўп бўлишига қарамай, турли поғоналарда структурани тартибга солиш жараёнларининг роли ҳақида қатъий тасаввурлар ҳанузгача шакилланмаган. Шунинг учун ҳам қатор илмий мактаблар (академик В.А. Белый, В.М. Бузник, А.А. Охлопков, Ю.К. Машков раҳбарлигида) ишлаб чиққан полимер фторкомпозитларнинг салоҳиятидаги ресурслари қисман амалга ошган, кунда ҳам ПТФЭ молекулаларнинг ноёб тузилишида фойдаланиш ҳисобига. Юқори мулекуляр матрицалар асосидаги фторкомпозитларнинг структурасини ва эксплуатация тавсифларини такомиллаштиришнинг истиқболли йўналиши-металлполимерлар билан бирга ишлаганда триботехник ўзгаришлардан фойдаланишдир. Бундай ёндашув профессорлар А.П. Краснов, А.А. Охлопков, В.А. Струк раҳбарлик қилаётган илмий мактабларнинг тадқиқотларида ривожлантирилаяпти. Компонентларга кам энергия сарф қилиб, оддий технологик усуллар билан таъсир кўрсатганда фторкомпозитларнинг, шу жумладан, наноўлчамлари ва силикат минералларнинг параметрлари сезиларли яхшиланди.

Диссертациянинг мақсади ва тадқиқот масалалари адабиёт ва патент манбааларини таҳлил этиш орқали баён этилади.

Диссертациянинг **«Структурани ташкил этиш поғоналари турлича бўлган нанокомпозит материалларин шакллантиришда физикавий ва кимёвий жараёнларни тадқиқ этиш ва бу материаллардан тайёрланган буюмларни трибосистемаларда ишлатиш методикаси»** номли иккинчи бобида тадқиқот учун фойдаланилган материаллар, фторли олигомер, полимер ва аралаш, матрицалар асосидаги композит материалларнинг фазавий ва структуравий ўзгаришларини таҳлил этиш методикалари баён қилинган.

Тадқиқотларни бажариш ва янги композит материалларни ишлаб чиқиш учун тузилиши ва молекуляр массаси ҳар хил бўлган фторматериаллардан фойдаланилди. Юқори малекуляр компонент сифатида русуми Ф-УПН (ГОСТ 10007-80) бўлган, саноатда ишлатишга яроқли ПТФЭ ишлатилди. Савдо маркази «Фолеокс» деб юратиладиган олигомер матрицалар (структура формуласи R_f-R_1 , R_f- фтор радикал, R_1 -функционал гуруҳ) РФА нинг Синтетик каучуклар химияси институти томонидан ишлаб чиқарилади. (Санкт-Петербург ш., Россия). Матрицали компонент сифатида «Форум» (РФАнинг УШБ га қарашли Химия институти, Владивосток ш., савдо маркаси остида чиқариладиган).

Саноатда ишлатишга яроқли ПТФЭнинг термогазодинамик синтез (ТГД-синтез) маҳсулотларидан фойдаланиб қатор эксперементал ўтказилди.

Массаси турлича бўлган фторли матрицалар учун функционал тўлдирувчи ва модификатор сифатида силикат материаллар (тупроқ, трепел, тальк, шунгит) нинг кукуни, углерод материаллари 9 техник углерод-ТУ234, каллоид графит С-1, углерод нанонайчалар –УНГ, углерод тола ЛО-1-12 Н/42, ТУ РБ 4000331289.170-2001бўйича)- дисперс зарралари ишлатилди.

Композит материалларнинг компонентлари тузилиш хусусиятларини, буюм тайёрлашдаги ва эксплуатациясидаги физик ва кимё жараёнларнинг механизмларини тадқиқ этиш учун ИК-спектроскопия («Tensor-27»), рентген-структурали анализ (Дрон-2,0), дифференциал термик анализ («Termoscan») усулларидан умум қабул қилинган тартибда фойдаланилди.

Таркиби турлича бўлган дисперс зарраларнинг активлиги, уларни олиш технологияси ва ташқи кўринишлари (габатус) 293-573К ҳароратларда ўрнатилди. Бунда «Микротестмашина» ОДО қурилмаси ёрдамида термостимулланган токларни қайд этиш усулидан фойдаланилди. Бу қурилма Белларусия ФМА нинг В.А. Белый номидаги ИММС ДМУ да ишлаб чиқилган методика асосида ишланган. Модификаторнинг зарралари морфологияси, композитларнинг структураси, буюмларнинг сирт қатламлари ва ишқалунувчи юзалардаги ажралувчи қатламлар АСМ-микроскопия (Nanotop-203), оптик ва растрли электрон микроскопия (NiRA, TESKAN) усуллари билан таҳлил қилинди.

Композит материалларнинг деформация-мустаҳкамлик параметрлари ($\sigma_р$, $\sigma_{сж}$, НВ, УУВ) тавсия этилган ўлчамли намуналар орқали, стандарт усуллар билан аниқланади. Фторли матрицалар асосида олинган композит материалларнинг триботехник тавсифлари конструктив намуналар ва юпқа қопламаларда, СМЦ УМТ турдаги ишқалаш машинаси, оригинал қурилмалар ёрдамида аниқланади. Бунда «вал-қисман ичқўйма», «бармоқ-диск», «плёнка-ролик» схемалари сирпаниш тезлиги 0,1-1,0 м/сек, солиштирма юклама 0,1-10,0 МПа шароитларда ўрганилди.

Фторли композитларнинг самарадорлигини баҳолаш учун реал ишқаланиш узелларида синалди.

Экспремент маълумотлари ОС «Windows XP» (MS office 2003, CorelDraw 11, Adobe Photoshop CS 8.0) стандарт дастурларидан фойдаланиб, матетматик статистиу усуллари билан ишловдан ўтди.

Диссертациянинг **«Молекуляр массаси турлича бўлган фторли матрицалар асосидаги вал нанокомпозит ва нанофазали триботехник материаллар структурасининг бошқаришнинг методик тамойиллари»** номли учинчи бобида айтилган тамойилларини ишлаб чиқишнинг йўналишлари кўриб чиқилган.

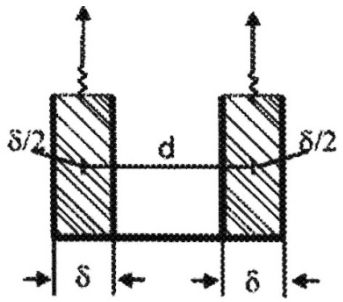
Матрица боғловчиларнинг молекуляр массаси мезон қилиб олиб, турли конструктив шакилларга келтирилган металлполимер металл системаларда ингибитор вазифасини бажарадиган фторли композит материалларнинг таснифи ишлаб чиқилди. Триботехник фтор композитларнинг олиш усулларини таҳлил қилишдан муълум бўладики, ташкилларнинг берилган поғонасида оптимал структура ҳосил қилиш учун кўп поғонали ёндашувнинг истиқболи яхши экан. Бунда матрицага таркиби, дисперслиги ва активлиги турлича бўлган функционал модификаторлар киритилди; компонентлар ўзаро таъсирга кириб, триботехник эврилиш ўзгаришлар бўлганда киритилади.

Турли молекуляр тузилиш ва массага, молекуляр, молекулалараро, молекулалардан юқори, нанофазали ва макрофазали поғоналарда оптимал

структурага эга бўлган фторли матрицалар асосидаги композитларни шакиллантиришнинг методологик тамойиллари учун тасниф таклиф этилди. Полимер матрицалар асосидаги функционал нанокомпозитларни хосил қилиш ва қўллашнинг турли жиҳатларга бағишланган тадқиқотлар сони кўп бўлса ҳам, зарранинг наноўлчамли ҳолатига оид, ўлчанадиган мезонни аниқлашда ягона ёндашув йўқ.

Проф. А.А. Лиопо раҳбарлигидаги бажариладиган тадқиқотларда зарра ўлчамни аниқлаш учун формула таклиф этилган. Бунда зарра наноҳолатларга хос белгиларга-зарядланган ҳолат билан боғлиқ активликка эга бўлиши керак. Биз мезон сифатида Дебай ҳарорати қийматини қабул қилиб, ўша формулани жисмонан далиллаб бердик.

Таҳлил учун адибатик яқинлашиш шароитларида фононларнинг ҳаракат моделидан фойдаланилди. Бу моделга биноан, муддатнинг *d* диаметрлик сферик изотрон зарраси атроф муҳит чегараларининг оғиш (тебраниш)и ҳақидаги фараз таклиф қилинди; бунда чегаралар қатъий координатага эга бўлмайди, ўлчамлари ўзгариб турадиган тўсиқ сифатида кўрилади (1- расм).



1-расм. Модда зарраси чегараларининг флуктуацияси

Бу ҳолатда Z –фонон энергиясининг ўлчамли поғонаси E_Z- эни δ бўлган полосага ўзгаради:

$$\left(\delta E_R\right)_z = \pi\hbar\mathrm{v}\frac{2\delta}{d^2-\delta^2}\cdot z \qquad (1)$$

Бунда тўсиқнинг сирт атомлари тебраниши натижасида сирт флуктуацияси қуйидагича ифодаланади:

$$\beta \le 1. \qquad (2)$$

бу ерда $\beta \le 1$.

Формуладаги β нинг қиймати 1,0 бўлганда акад. А.В. Шубников таъбири бўйича “Зарра буткул юзадан иборат” бўлади ва қуйидаги шарт бажарилади:

$$\pi\hbar\mathrm{v}\cdot\frac{2\delta}{d^2-\delta^2}\cdot z = \pi h\mathrm{v}\frac{1}{2d} \qquad (3)$$

(3) шартидан келиб чиқадики, ўлчанадиган энергетик полосаларнинг юзага келиши турли нанаўлчамли эффектлар намоён бўлишини тақозо этиши мумкин.

Ўлчамли намоён бўлишини тақозо этиши мумкин. Ўлчамли эффектларнинг юзага келиши, сирт таранглик кучларининг таъсири билан бир қаторда атомлараро ўзаро таъсир энергиясини кучайтириб нанозарранинг энергетикасини ўзгартиради.

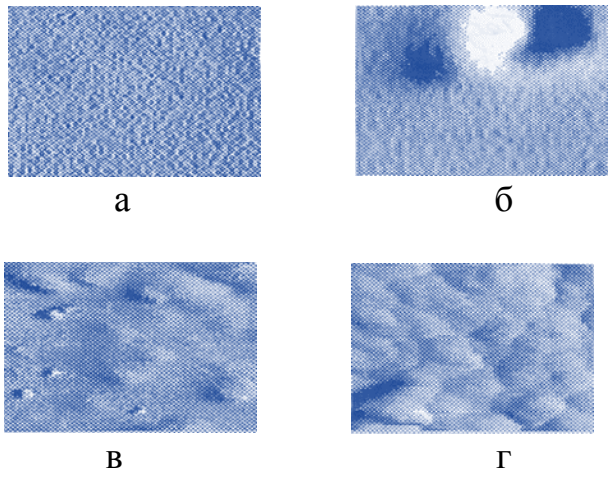
Шундай қилиб, нанообъектларнинг асосий хусусиятларидан бири-структурали хусусиятларга эга (бу ҳажмий хусусиятлардан фарқ қилади, кристалл-физик химик хусусият ҳам дейилади) чегаравий қатламларнинг тузилиши ва ўлчамларини ҳисобга олишнинг шартлигидир.

Олигомер ва полимер матрицалар асосидаги, ажралувчи қатламлар ҳосил қилувчи нанокомпозиторларда энергетик ҳолатнинг аҳамияти жиддий ортади, чунки нанозарранинг сиртидаги макролмолекулаларнинг структуравий ташкилланиши жараёнлари (бу зарранинг куч майдони билан боғлиқ ва макроҳажмлар учун хос) юпқа плёнкаларда жам бўлади; бу плёнкалар ҳеч бўлмаганда битта йўналишда наноўлчамли параметрга эга.

Диссертациянинг **«Трибосистема элементларининг ишчи юзаларида оптимал структурали ажралувчи қатламлар шакиллантириш усулларини ишлаб чиқиш»** номли тўртинчи бобида фторли олигомерлар асосида тайёрланган ишқаланувчи ажралувчи қатламлар структурасининг хусусиятлари комплекс таҳлил қилинган.

Ажралувчи олигомер қопламаларнинг триботехник параметрларини яхшилаш учун учун коррозияга бардошлилик параметрлари берилган функционал қатламлардан фойдаланиш самарадорлиги ўрнатилди.

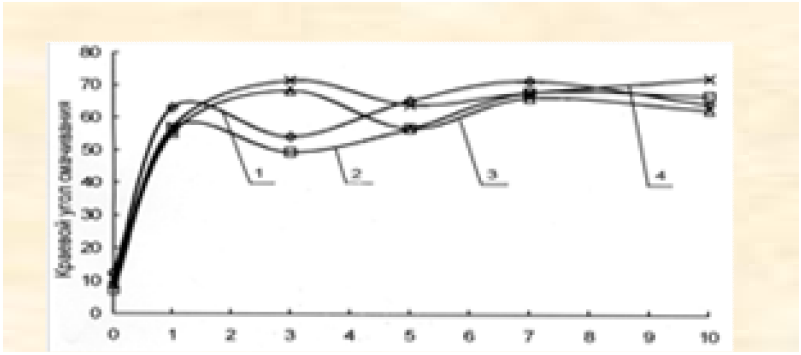
Морфологияси синтез шароитларидан келиб чиққан титан нитрид -(TiN) дан тарқатма бериш самарали бўлиб чиқди. Қутблилиги турлича бўган олигомер композитлардан (маркали Ф-АК1, В-1, Ф-14 ва б.) берилган қатламлар марфологияси ўзига хос бўлган ажралувчи қатлам ҳосил қилади (2-расм).



2-расм. Пўлат 45 тагликка берилган TiN тагқатламнинг ўзига хос морфологияси, Ф-14 дан олигомер қоплама берилгандан сўнг:

а) дастлабки; б) 323 К ҳарорат билан ишловдан кейин; в) 473 К ҳарорат билан ишловдан кейин; г) 523 К ҳарорат билан ишловдан кейин. Қатламлар сони 5 та.

Температура 373-523К ҳароратлар билан ишлов бериш сирт қатлам морфологиясини ўзгартиради, бу ҳақда таянч (эгри) чизиқларнинг тавсифлари-солиштирма юзанинг W параметри қийматлари ўзгариши дарак беради. Олигомер қопламалар структураланишнинг бунга ўхшаган механизми «TiN–олигомер» нинг турлича бирикиб келишида ҳам кузатилади ва бу, механизмларнинг умумийлигини кўрсатади; механизмлар эса, тартибга ҳосил бўлиши билан боғлиқ. Шунинг оқибатида олигомер қатлам нанофазавий структурага эга бўлади, модификацияловчи таъмир ўтказади. структура эса, комплекс. Сув ва фреон эритмалардан шакилланган ва структураланган олигамер қатламлар металл тагликнинг деформация-мустаҳкамлик параметрларини ўзгартиради; одатда, микроқаттиқлик- Н ни оширади; бу, эҳтимол, металли бирикмалар ҳосил бўлиши ва нуқсонлар камайиши билан боғлиқ. Эритма технологияси бўйича шакилланган, турли таркибдаги олигомер қатламаларнинг модификацияловчи муҳим жиҳати-сирт қатламнинг энергетик параметрлари жиддий ўзгаришидан иборат. Бу ўзгариш хўлланишнинг чекка қисим катталиги билан баҳоланади. (3-расм).



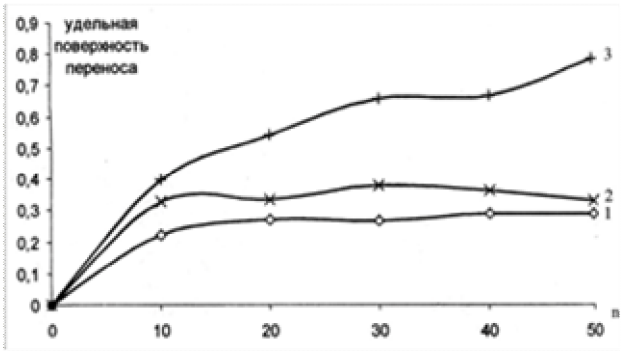
3-расм. Таглик намлик чекка бурчагининг Ф-АК2 маркали фторли олигомер билан ишлов бериш сони-n га боғлиқлиги

1-пўлат 45 + TiN; 2-М-1 маркали мис; 3-АОО алюминий; 4-пўлат 45.

Бу, модификацияланган тагликларнинг атроф муҳит ва технологик муҳит таъсирида коррозияга бардошли қилади ва трибосистемаларнинг коррозия-механик кинетикасига яхши таъсир қилади. Таркиби молекуляр массаси 2200÷5000 бўлган олигомер компонент киритилган трибосистемалардаги ажралувчи қатлам структурасининг механизми ва кинетикаси тадқиқ этилди.

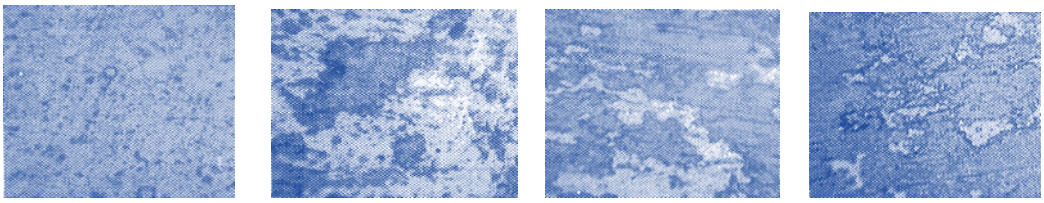
Турли таркибдаги металл тагликка (пўлат 45, пўлат 45+ TiN, М-1 мис, Al ОО) берилганда кўчириб ўтиш механизми бўйича шакилланган ажралувчи қатлам стабиллашиши учун қулай шароит туғилади. Кўриб ўтадиган зарралар ҳосил қиладиган компонент (мос, қатламли компоненти бор композитлар) ишчи юзасига олигомер қоплама берилган бошқа бир жисм

(контртело) билан ишқаланганда, бир неча циклдан (10-50) кейин ажратувчи қатлам ҳосил бўлади (5-расм), солиштирма юзаси – W номинал юзанинг камида 30-40% ни ташкил қилади (4-расм).



4-расм. Кўчиб ўтувчи плёнка солиштирма юзасининг ишқаланиш цикллари сонига боғлиқлиги; ишқаланиш жуфти;
пўлат 45+TiN, тагқатламда томчили фаза йўқ (1,2-чизиқлар), шундай фаза бор (3-чизиқ).

Бажарилган тадқиқот натижалари асосида ажралувчи қатламларни шакиллантириш усуллари таклиф этилди. Бу усулларда структурани ташкиллаш поғоналари шундай бериладики, турли технологиялар билан ясалган, турли технологиялар билан ясалган, турли конструкциясидаги трибосистемалар оптимал ишлаши таъминланади.



а б в г

5-расм. Пўлат 45+TiN дан иборат қарши жисм (контртело) сиртининг морфологияси
а) дастлабки кўриниш; б) ÷ г) углеродли композит билан ишқалангандан сўнг; 10 цикл (б), 40 цикл (в), 50 цикл (г);
ҳамма расм 50 марта катталаштирилган

Диссертациянинг **«Фторли матрицалар асосида триботехник нанокомпозит материалларнинг таркиблари ва технологияларини ишлаб чиқиш»** номли бешинчи бобида турли молекуляр массага эга бўлган фторли матрицалар асосида олинган компонентлар ва триботехник материаллар структураси ва морфологиясини тадқиқ этиш натижалари берилган. Ярим маҳсулотлар: ПТФЭ, металл оксидлари, тупроқ, углерод нанонайча, шунгит, силикат шишаларнинг дисперс зарралари морфологияси таҳлил қилинди. Полимер матрица (ПТФЭ) ва нанотўлдирувчилар зарраларининг сирт қатлами морфологияси РЭМ маълумотларидан фойдаланиб таҳлил қилинганда маълум бўладики, у пластер хусусиятга эга ва энергетик ҳолати, ТСТ спектларига мувофиқ, компенсацияланмаган зарядга боғлиқ экан.

Дисперс зарраларнинг термостимулли ток, спектрларини таҳлили кўрсатишича, ўзига хос умумий ва индивидуал белгилари намоён бўлади.

Тадқиқ этилган таркиби, тузилиши ва олиш технологияси турлича бўлган кичик ўлчамли компонентлар (шунгит, УПТФЭ, УНТ ва б.) турли ҳароратлар оралиғида актив хусусиятга эга. Шунинг учун муайян мақсадлар учун модификатор танлашда оптимал натижаларга эришиш мақсадида активлик ҳароратларини ҳисобга олиш зарур.

Наноўлчамли модификаторлар рўйҳатида политетрафторэтилен (УПТФЭ) нинг термогазодинамик синтез (ТГД-синтез) маҳсулотлари алоҳида ўрин тутади. УПТФЭ устида бажарилган тадқиқотлар унинг структураси пластерли эканини кўрсатди. Бундай структурани турли молекуляр массага (олигомер, полимер) габитус ва ўлчамга эга компонентлар ҳосил қилади. Бундай морфология ва молекуляр тузилиш компонентларнинг термодинамик ўзаро мослиги юқори бўлганда матрицали полимер кўп поғонали модификацияланиши мумкинлигини кўрсатади.

Фторли матрицалар асосида, таркибида турли таркибдаги модификаторларнинг наноўлчамли зарралари 1-3 масс% бўлган триботехник композит материаллар ишлаб чиқилди. ПТФЭ матрицасига қатламли минералли ва трепел, олмосграфит (УДАТ) ларнинг нанозарраларини киритиш (дастлабки ҳолатда ва 873-1273К ҳарорат билан ишлов берилган ҳолатда) чўзишдаги мустаҳкамликни $\sigma_р$ (18÷20МПа дан 19÷29,5 МПа гача), қаттиқлик НВ ни (18-27 НВ дан 42÷52 НВ гача) ва ейилишга бардошлиликни оширади.

Эксплуатация талаблари юқори бўлган ишқаланишнинг узеллари учун кам тўлдирилган нанокомпозитлар ишлаб чиқилган бўлиб, уларда икки поғонали модификаторлар қўлланган (УПТФЭ+ТУ, УПТФЭ+трепел, УПТФЭ+тупроқ). ПТФЭ матрицасига бир вақтнинг ўзида УПТФЭ нинг полимер-олигомер зарралари киритилганда чегара қатламлар пластиклашади, натижада сферали турдаги молекулалардан юқори структуралар шакилланади, уларнинг кристалланиш марказлари ТУ нанозарралари ва силикатли минераллар бўлади. Бу, ўз навбатида, деформация-мустаҳкамлик кўрсаткичлари ва трибокомпозитларнинг триботехник тавсифлари биргаликда (синергетик) кўпайишига олиб келади.

Реверсив ҳаракатлар ва катта босимлар билан ишлайдиган ишқаланиш узелларида триботехник тавсифларни оширишнинг энг самарали усул термопластик материалдан ишланган тагқатламга фторли нанокомпозит қоплама беришдир (ПА6, ПА11, ПА6+ПА11, ПА66).

Ушбу ишланма Ўзбекистон Республикаси автомобил йўллари Давлат қўмитасининг «Трансйўлқурилиш» ДУК автомобил агрегатлари деталларининг таъмирлаш технологик жараёнларида қўлланган. Қалинлиги 5-10 мкм бўлган ишлаб чиқилган қоплама ейилишга чидамлиликни 1,5-2 маротабага оширади, бунда ишқаланиш коэффициенти таркибида фтор бўлган олигомерлар эритмаларидан шаклланган триботехник қопламаларнинг самарадорлигидан қолишмайди.

Мавжуд бўлган зазорларни ҳисобга олган ҳолда, ишқаланиш узелларини ҳисоблашнинг амалий методикаси, ҳамда бошланғич дефектлари бўйича узелларнинг техник ҳолатини аниқлаш усули таклиф этилган.

Олинган натижаларни қўллаш, «Трансйўлқурилиш» ДУКнинг татбиқ қилиш акти билан тасдиқланган деталларнинг ишлаш ресурсини ошириш ҳисобига иқтисодий самара олишга имкон беради.

ХУЛОСА

«Автотрактор агрегатлари учун фтортаркибли металл-полимер композицион материалларни яратиш» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Фтортаркибли ейилишни секинлаштирувчи металлополимер триботехник тизимнинг молекуляр массаси бўйича таснифи ишлаб чиқилган.

2. Молекуляр, молекулалараро, молекулалардан кейин, нано- ва макрофала даражалардаги полимер, олигомер ва аралаш матрица асосли фтортаркибли нанокомпозицион материалларни структурасини бошқаришнинг услубий қонун-қоидалари ишлаб чиқилди.

3. Фононларнинг адиабатик яқинлашиш шароитларидаги ҳаракат модели асосида, зарранинг наноҳолатини белгиловчи ўлчамини аниқлашнинг физик далиллари келтирилди, бунда Дебай ҳарорати Θ_D мезон қилиб олинди. Бу дисперс зарраларнинг нано холатини кўрсатади.

4. Ишлаб чиқилган антифрикцион полимер қоплама шлицали бирикмалардаги ейилишга чидамлиликни оширади ва ишқалашиш коэффициентини қопламасиз бирикмаларга нисбатан 1,5-2 марта камайтиради.

5. Ишлаб чиқилган фтортаркибли композицион триботехник материал Ўзбекистон Республикаси Автомобил йўллари давлат қўмитасининг «Трансйўлқурилиш» ДУКнинг «MAN» русумли юк автомобиллари кардан валлари шлицали бирикмаларини таъмирлаш жараёнида ейилувчи юзаларга қоплама сифатида татбиқ этилган. Олинган натижаларни татбиқ қилиниши деталларнинг ишлаш ресурсини ошириш ҳисобига йилига кутилган иқтисодий самара олиш имконини берди.

НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 28.02.2018.T.03.04 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ И НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА

ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ЮЛДАШЕВА ГУЛНОРА БУРАНОВНА

СОЗДАНИЕ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

05.02.01-Материаловедение в машиностроении. Литейное производство. Термическая обработка и обработка металлов давлением. Металлургия черных, цветных и редких металлов (по направлению литейное производство и технология обработки металлов)

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА

ФИЛОСОФИИ (Phd) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Ташкент - 2019

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером B2018.4.PhD/T72 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог.

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

Научный руководитель:	**Рискулов Алимжон Ахмаджонович** доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	**Джумабаев Алижон Бакишевич** доктор технических наук, профессор
	Михриддинов Рисқидин Михридинович доктор технических наук, профессор
Ведущая организация:	**Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта**

Защита диссертации состоится «23» февраля 2019 года в 14^{00} часов на заседании Научного совета DSc.28.02.2018.K.03.04 при Ташкентском государственном техническом и национальным университетах. (Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. тел: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@edu.uz.).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (зарегистрировано номером №113). (Адрес:100095, г.Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: (998971) 246-03-41.

Автореферат диссертации разослан «8» февраля 2019 года (протокол реестра № 46 от «6» февраля 2019 г.).

К.А.Каримов
Председатель научного совета по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

Н.Д.Тураходжаев
Секретарь научного совета по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации.

Создание самых подходящих материалов для производимых автомобилей в мировой транспортной сфере считается одним из самых важных задач. Уделяется особое внимание обеспечению конкурентосопособности продукции и повышению эффективности производства композиционных материалов, применяемых в изготовлении элементов металлополимерных систем для автомобильной отрасли в развитых странах мира, в том числе Америке, Европе, Японии, Южной Корее, России, Украине, Беларуссии.

В мире особое внимание уделяют осуществлению целевых научных изысканий в сфере создания эффективных видов нано композитных материалов, получаемых на основании фторных соединений, уменьшение коэффициента трения тонкого покрытия и конструктивных элементов трения деталей, уменьшение скорости коррозионно-механического износа, производство композиционных материалов с конкурентным показателем считается одним из важных задач. Также считается необходимым повышение прочности, безопасности и срока действия композитов на основании матрицы с содержанием фтора с молекулярной массой и устройством, производство металлополимерных системных элементов в качестве конструкционных материалов и тонкого покрытия.

В Республике особое внимание предпринимаются меры по повышению качества автомобильных агрегатов до мирового уровня и повышению качества материалов, используемых для продления срока службы, прочности и безопасности оборудований производимых машин и механизмов. Таким образом, обеспечение конкурентоспособности национальной продукции во внешнем и внутреннем рынке считается задачей номер 1. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы отмечено особым образом «... уменьшение затраты энергии и ресурсов, широкое внедрение энергосберегающих технологий для повышения конкурентоспособности национальной экономики, ...». Для осуществления данных задач, в том числе разработка структур покрытий и нанокомпозиционных триботехнических материалов на основании фтор компонентов с разными молекулярными массами для процессов приготовления деталей трения автомобилей, сложных технологических приборов, запорной арматуры, приборов и полу продукции методов холодной деформации считается важной задачей.

Данная диссертационное исследование в определенной мере служит для осуществления задач в Указах Президента Республики Узбекистан ПК-2120 от 4 февраля 2014 г. «о программе готовой продукции, запасных частей

и материалов за 2014-2016 годы» и ПК-2298 от 11 февраля 2015 г. «о программе производства готовой продукции, запасных частей и материалов в местных условиях за 2015-2019 годы», ПФ-4947 от 7 февраля 2017 г. «о стратегии действия по развитию Республики Узбекистан за 2017-2021 годы»[2] и ПК-3682 от 27 апреля 2018 г. «О мерах усовершенствования системы внедрения инновационных идей, технологий и проектов» и других нормативно-правовых документах, относящиеся к данной деятельности.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствие приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энергия и ресурсосбережение», VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Интенсивные многофакторные исследования феномена наносостояния конденсированных сред позволили получить ряд результатов, составляющих научные основы функционального материаловедения на основе полимерных, олигомерных и совмещённых матриц. В исследованиях, выполненных Drexlel K.E., Pool C.P., Owens F.J., Eds. A.S. Edelstein, Caminarata R.C., Ajayan P.M., Schadler L.S., Braun A.V., Stroscio M.A., Dutta M., Суздалевым И.П., Гусевым А.И., Третьяковым Ю.Д., Андриевским Р.А., Охлопковой А.А., Бузником В.М. и др., рассмотрены особенности строения и параметров электрофизических характеристик наноразмерных частиц различного состава и технологии получения.

Исследованиями проф. Лиопо В.А., проф. Струка В.А. (УО «Гродненский государственный университет», Беларусь) разработано аналитическое выражение для оценки размера наночастиц. В результате исследования установлено корреляции расчётных параметров и экспериментально наблюдаемых эффектов структурного модифицирования на различных уровнях организации.

Учеными Республики Узбекистан академиками Рашидовой С.Ш., Негматовым С.С., профессорами проф. Ашуровым Р.Н., проф. Рискуловым А.А., Юнусовым Х.Э., Зиямухамедовой У.А. Разработан механизм структурной адаптации фрикционных взаимодействий полимерных материалов. Один из способов создании нанокомпозиционных материалов на основе фторсодержащих связующих являются актуальной проблемой, решение которой позволит изучить механизмы формирования структуры композитов с повышенными параметрами эксплуатационных характеристик; создание научных основ материалов применяемых в машиностроении, энергетике и химической промышленности.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

[1] № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского института по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог по программам прикладных исследований, по темам грантов ИТД -12-59 «Разработка состава и технологии наноструктурированных конструкционных и триботехнических материалов на основе полимеров и природных модификаторов» (2012-2015), КА-12-004 «Создание наноструктурных металлополимерных материалов для машиностроения» (2015-2017г.).

Целью исследования является создание металлополимерных композиционных фторсодержащих материалов для автотракторных агрегатов на примере шлицевого соединения карданных валов грузовых автомобилей.

Задачи исследования:

определение особенностей структуры, механизма действия и применения ингибиторов изнашивания металлополимерных систем на основе фторсодержащих компонентов;

разработать методологические принципы управления структурой фторсодержащих нанокомпозиционных материалов на основе полимерных, олигомерных и смесевых матриц на молекулярном, межмолекулярном, надмолекулярном, нано- и макрофазном уровнях;

исследовать механизмы формирования разделительных слоев на основе фторсодержащих олигомерных смесевых матриц в металлополимерных узлах трения и системах деформирования металлических заготовок с целью повышения их технического уровня;

разработать составы нанокомпозиционных триботехнических материалов и покрытий на основе фторкомпонентов и осуществить их апробацию в узлах трения автомобильных агрегатов, технологического оборудования в процессах формирования изделий и полуфабрикатов из металлических сплавов.

Объектом исследования являются элементы узлов трения и разделительные покрытия в шлицевых соединениях карданных валов грузовых автомобилей марки «MAN» ГУП «Трансйулкурилиш».

Предметом исследования являются композиционные материалы на основе фторсодержащих матриц различного состава, структуры и молекулярной массы, содержащие функциональные компоненты различного состава и дисперсности.

Методы исследования. В качестве методов исследования были использованы ИК-спектроскопия, ТСТ-анализ, атомная силовая микроскопия (АСМ), растровая электронная (РЭМ), оптическая микроскопия, методики определения стандартных показателей деформационно-прочностных, адгезионных, триботехнических, коррозионных характеристик.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

классифицированы фторсодержащие ингибиторы изнашивания металлополимерных триботехнических систем по критерию молекулярной массы;

разработаны методологические принципы управления структурой фторсодержащих нанокомпозиционных материалов на основе полимерных, олигомерных и смесевых матриц на молекулярном, межмолекулярном, надмолекулярном, нано- и макрофазном уровнях, основанные на управлении процессами упорядочения под действием материаловедческих, технологических и триботехнических факторов;

разработаны механизмы формирования разделительных слоев на основе фторсодержащих олигомерных и смесевых матриц при фрикционном взаимодействие элементов трибосистем различной структуры, обусловленные процессами диспергирования и переноса компонентов в зоне фрикционного контакта с образованием нанокомпозиционной структуры;

разработаны составы нанокомпозиционных триботехнических материалов и покрытий на основе фторкомпонентов различной молекулярной массы для узлов трения автомобильных агрегатов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны составы нанокомпозиционных и нанофазных материалов на основе фторсодержащих олигомерных, полимерных и смесевых матриц эффективны при применении в узлах трения автотракторных агрегатов;

разработана композиционный триботехнический материал на основе фторсодержащих композиционных материалов использован при нанесении покрытий на поверхности трения шлицевого соединения карданных валов грузового автомобиля «MAN» внедрен в технологический процесс ремонта.

Достоверность полученных результатов. Достоверность результатов экспериментальных исследований подтверждается обеспечением применения современных методов исследования при анализе результатов ускоренных ресурсных испытаний шлицевых соединений, а также сравнительным анализом полученных результатов стандартными средствами измерения и взаимным соответствием их.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость исследования заключается в создании методологических принципов управления структурой фторсодержащих нанокомпозиционных материалов на полимерных, олигомерных и смесевых матрицах на различных уровнях организации, обеспечивающих латеральный и знакопеременный перенос и формирование в ходе эксплуатации нанокомпозиционных материалов с повышенными показателями деформационно-прочностных и триботехнических характеристик.

Практическая значимость работы заключается в том, что при применении новых разработанных нами нанокомпозиционных материалов на основе фторсодержащих олигомерных, полимерных и смесевых матриц увеличивается износостойкость благодаря изменению механизма фрикционного взаимодействия в узлах трения автотракторных агрегатов.

Внедрение результатов исследования.

На основане полученных результатов по созданию фторсодержащих металлополимерных композиционных материалов:

методические принципы управления структурой фторсодержащих нанокомпозитных материалов, полученных на основании смешанных матриц, олигомеров, полимеров внедрены в процессе технологического ремонта шлицевых соединений карданных валов автомобилей в «Узбекском металлургическом комбинате» (справка № 01-125 государственного комитета автомобильных дорог Республики Узбекистан от 16 октября 2017 г.). В результате этого достигается увеличение износостойкости узлов деталей работающих фрикционным взаимодействием.

разработанные составы нанокомпозиционных и нанофазных материалов на основе фторсодержащих олигомерных, полимерных и смесевых матриц рекомендованы для применения в технологический процесс ремонта деталей автомобильных агрегатов ГУП «Трансйулкурилиш» Государственного комитета по автомобильным дорогам Республики Узбекистан (справка от 16.10.2017 №01-125). В результате этого достигается возможность увеличения износостойкости шлицевых соединений в 1,5-2 раза;

полученные нанокомпозиционные триботехнические материалы и покрытия на основе фторкомпонентов внедрены в ГУП «Трансйулкурилиш (справка от 16.10.2017 №01-125). В результате получена возможность повышения срока службы трущихся деталей.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертации докладывались и получили одобрение на 9 республиканских научно-технических и 7 международных конференциях.

Опубликованность результатов диссертации. По теме диссертации опубликовано всего 18 научных работ. Из них 7 научных статей, в том числе 6 статьей в республиканских и 1 статья в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистандля публикации основных научных результатов докторских диссертаций и издана одна монография.

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, библиографического списка, включающего публикации соискателя и приложений. Работа изложена на 120 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность темы диссертации, формулируются цели изадачи, а также объект, предмет и методы исследования, приводится соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обосновывается достоверность полученных результатов, раскрывается теоретическая и практическая значимость полученных результатов, представлены результаты внедрения диссертационной работы в производство, сведения по апробациям и опубликованным работам, структуре и объёму диссертации.

В первой главе диссертации **«Фторсодержащие триботехнические композиционные материалы: особенности структуры, методы модифицирования, области применения»** приведен критический анализ исследований, посвященных особенностям структуры и служебных характеристик композиционных материалов на основе фторсодержащих матриц различной молекулярной массы, при их формировании и эксплуатации изделий из них в металлополимерных системах.

Несмотря на развитую марочную базу триботехнических композитов на основе политетрафторэтилена, однозначных представлений о роли процессов структурного упорядочения на различных уровнях до сих пор не сформировано. Вследствие этого потенциальный ресурс полимерных фторкомпозитов, разработанных научными школами акад. Белого В.А., акад. Бузника В.М., проф. Охлопковой А.А., проф. Машкова Ю.К., реализован только частично, преимущественно путем использования уникального строения макромолекулы политетрафторэтилена (ПТФЭ). Перспективным подходом к совершенствованию структуры и служебных характеристик фторкомпозитов на основе высокомолекулярных матриц является направленное использование трибохимических превращений в металлополимерном контакте. Этот подход, развиваемый в исследованиях научных школ проф. Краснова А.П., проф. Охлопковой А.А.,проф. Струка В.А, свидетельствует о возможности значительного повышения параметров фторсодержащих композитов при достаточно простых в технологическом аспекте и низкоэнергетических методах воздействия на компоненты, в т.ч. наноразмерные, среди которых особую перспективу имеют силикатные минералы.

На основании анализа литературных и патентных источников сформулированы цель и задачи исследования диссертационной работы.

Во второй главе диссертации **«Методика исследований физико-химических процессов при формировании нанокомпозиционных материалов с различным уровнем структурной организации и эксплуатации изделий из них в трибосистемах»** описаны материалы, использованные для исследований, а также методики анализа структурных и фазовых превращений в композиционных материалах на основе олигомерных, полимерных и смесевых фторсодержащих матриц.

Для проведения исследований и разработки функциональных композиционных материалов использовали фторматериалы различного строения и молекулярной массы. В качестве высокомолекулярного компонента применяли политетрафторэтилен (ПТФЭ) марки Ф-4ПН (ГОСТ 10007-80) в состоянии промышленной поставки. Олигомерные матрицы, известные под торговой маркой «Фолеокс», имеющие структурную формулу R_f-R_1, где R_f- фторрадикал, R_1- функциональная группа, выпускает Институт химии синтетического каучука РАН (г. Санкт-Петербург, Россия). Серию экспериментов проводили с использованием в качестве матричного компонента продуктов термогазодинамического синтеза (ТГД-синтеза)

ПТФЭ, выпускаемых под торговой маркой «Форум» (Институт химии ДВО РАН, г. Владивосток) в состоянии промышленной поставки.

В качестве функциональных наполнителей и модификаторов фторсодержащих матриц различной массы использовали порошки силикатных материалов (глин, трепела, талька, шунгита), дисперсные частицы углеродных материалов (технического углерода ТУ 234, графита коллоидного С-1, углеродных нанотрубок УНТ, дисперсных частиц углеродного волокна ЛО-1-12 Н/42 по ТУ РБ 4000331289.170-2001).

Особенности строения компонентов, композиционных материалов и механизмы физико-химических процессов при формировании и эксплуатации изделий исследовали с применением ИК-спектроскопии («Tensor-27»), рентгеноструктурного анализа (Дрон-2,0), дифференциально-термического анализа («Termoscan») по общепринятым методикам. Активность дисперсных частиц различного состава, технологии получения и габитуса оценивали в диапазоне температур 293-573К методом регистрации термостимулированных токов на установке ОДО «Микротестмашина» по методике, разработанной в ГНУ ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси. Анализ особенностей морфологии частиц модификатора, структуры композитов, поверхностных слоев изделий и разделительных слоев на поверхностях трения осуществляли методами АСМ-микроскопии (Nanotop-203), оптической и растровой электронной микроскопии (NiRA,TESKAN).

Параметры деформационно-прочностных характеристик композиционных материалов ($\sigma_р$, $\sigma_{сж}$, НВ, УУВ) определяли по стандартным методикам с применением образцов рекомендованных размеров. Параметры триботехнических характеристик композиционных материалов на основе фторсодержащих матриц в виде конструкционных образцов и тонких покрытий определяли на машинах трения типа СМЦ, УМТ и оригинальных установках по схемам «вал-частичный вкладыш», «пальчик-диск», «пленка-ролик» в диапазоне скоростей скольжения 0,1-1,0 м/с, удельных нагрузок 0,1-10 МПа. Оценку эффективности действия фторсодержащих композитов в реальных узлах трения осуществляли с применением натурных стендов.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами математической статистики с использованием пакета стандартных программ в ОС «WindowsXP» (MSoffice 2003, CorelDraw 11, AdobePhotoshop CS 8.0).

В третьей главе диссертации **«Методологические принципы управления структурой нанокомпозиционных и нанофазных триботехнических материалов на основе фторсодержащих матриц различной молекулярной массы»** рассмотрены направления разработки научно обоснованных принципов управления структурой нанофазных и нанокомпозиционных триботехнических материалов на основе фторсодержащих матриц различной молекулярной массы.

Исходя из критерия молекулярной массы матричного связующего, осуществлена классификация фторсодержащих композиционных материалов, выполняющих функцию ингибитора изнашивания металлополимерных

трибосистем различного конструктивного исполнения. Анализ существующих методов создания триботехнических фторкомпозитов свидетельствует о перспективности многоуровневого подхода создания его оптимальной структуры на заданном уровне организации, основанного на введении в матрицу функциональных модификаторов различного состава, дисперсности и активности в процессах адсорбционного взаимодействия и триботехнических превращений компонентов.

Предложена классификация методологических принципов формирования композитов на основе фторсодержащих матриц различного молекулярного строения и массы с оптимальной структурой на молекулярном, межмолекулярном, надмолекулярном, нанофазном и макрофазном уровнях. При большом количестве исследований, посвященных различным аспектам создания и применения функциональных нанокомпозитов на полимерных матрицах, отсутствуют единые подходы к определению размерного критерия наноразмерного состояния частицы. В исследованиях, выполненных школой проф. Лиопо В.А., предложено аналитическое выражение для определения размера вещественной частицы, при котором она приобретает характерные признаки наносостояния – активность, обусловленную зарядовым состоянием. Нами проведено физическое обоснование предложенного выражения, в котором в качестве критерия использовано значение температуры Дебая.

Для анализа использована модель поведения фононов в условиях адиабатического приближения. Согласно этой модели для сферической изотропной частицы вещества с диаметром d, которая не обменивается энергией с окружающей средой, предложено допущение о флуктуирующем положении границы, которая имеет не фиксированную координату, а рассматривается как барьер с меняющимися размерами (рис.1).

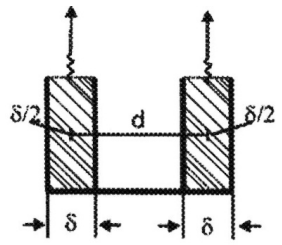


Рис.1. Учет флуктуаций положение границы частицы веществ

В этом случае размерный уровень энергии Z-фонона E_Z преобразуется в полосу шириной δ:

$$\left(\delta E_R\right)_z = \pi\hbar\nu\frac{2\delta}{d^2-\delta^2}\cdot z \qquad (1)$$

При этом размер δ поверхностного флуктуирующего в результате колебаний поверхностных атомов барьера равен:

$$\delta = \beta d \quad (2),$$

где $\beta \leq 1$.

При значении β=1 частица по выражению акад. А.В. Шубникова “Вся будет состоять из поверхности” и выполняется условие:

$$\pi\hbar\nu \cdot \frac{2\delta}{d^2 - \delta^2} \cdot z = \pi h\nu \frac{1}{2d} \quad (3).$$

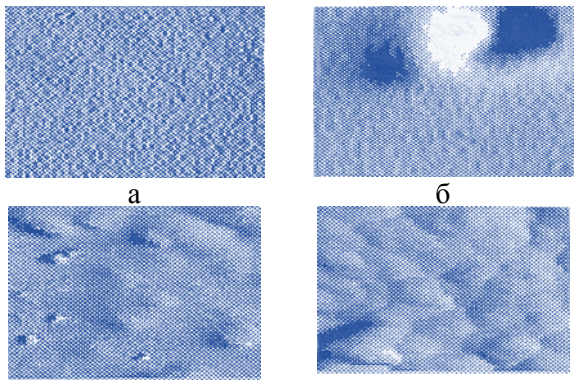
Из условия (3) следует, что появление размерных энергетических полос может обусловить проявление различных наноразмерных эффектов. Проявление размерных эффектов, наряду с действием сил поверхностного натяжения, изменяет энергетику наночастицы, увеличивая энергию межатомного взаимодействия.

Таким образом, одной из главных особенностей нанообъектов является обязательный учет строения и размеров граничных слоев с кристалло-физико-химическими, т.е. структурными свойствами, отличными от объемных.

В нанокомпозитах на основе олигомерных и полимерных матриц, формирующих разделительные слои, роль энергетического состояния существенно возрастает, т.к. процессы структурной организации макромолекул в периферии наночастицы, обусловленные действием ее силового поля, характерные для макрообъемов, сосредотачиваются в тонких пленках, имеющих параметр наноразмерности хотя бы по одному направлению.

В четвертой главе диссертации **«Разработка методов формирования разделительных слоев оптимальной структуры на рабочих поверхностях элементов трибосистем»** проведен комплексный анализ особенностей структуры разделительных слоев на поверхностях фрикционного контакта, сформированных на основе фторсодержащих олигомеров по растворной технологии.

Для повышения параметров триботехнических характеристик разделительных олигомерных покрытий исследована эффективность использования функциональных слоев с заданными параметрами деформационно-прочностных характеристик, морфологии поверхностного слоя, коррозионной стойкости. Эффективным оказалось применение подслоев из нитрида титана (TiN) с определенной морфологией, обусловленной условиями синтеза. Установлено, что нанесение олигомерных слоев из композитов разной полярности (олигомеры марки Ф-АК1, В-1, Ф-14 и др.) формируется разделительный слой с характерной морфологией, который оказывает комплексное влияние на подложку (рис.2).



а б в г

Рис.2. Характерная морфология подслоя TiN на подложке из стали 45, после нанесения олигомерного покрытия из Ф-14: а) исходного; б) после ТО при 323К; в) после ТО при 473К; г) после ТО при 523К. Количество слоев 5. 24,5х24,5 мкм

Температурная обработка (ТО) в диапазоне температур 373-523К изменяет морфологию поверхностного слоя, о чем свидетельствует изменение характеристик опорных кривых значений удельной поверхности W. Подобный механизм структурирования олигомерных покрытий наблюдается для различных сочетаний «TiN-олигомер» и свидетельствует об общности механизмов, обусловленных образованием в их объеме упорядоченных квазикристал-лических наномолекулярных агрегатов. Вследствие этого олигомерный слой имеет нанофазную структуру, которая обуславливает комплексное модифицирующее действие.

Олигомерные структурированные слои, сформированные из водных и фреоновых растворов, изменяют параметры деформационно-прочностных характеристик металлических подложек, как правило, увеличивая параметр микротвердости H, что вероятно, обусловлено уменьшением дефектности и образованием металлсодержащих соединений. Важным аспектом модифицирующего действия олигомерных слоев различного состава, сформированных по растворной технологии, является существенное изменение энергетических параметров поверхностного слоя, оцениваемого по величине краевого узла смачивания (рис.3).

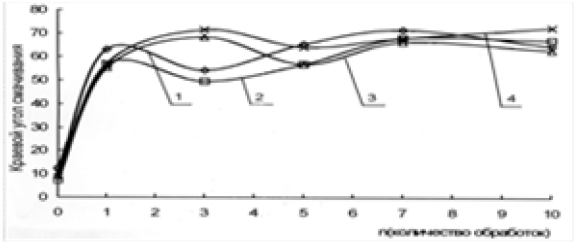


Рис.3. Зависимость краевого угла смачивания

Рис.3. Зависимость краевого угла смачивания Θ подложки из стали 45 + TiN (1), меди М-1 (2), алюминия АОО (3), стали 45 (4) **от количества обработок n фторсодержащим олигомером марки Ф-АК2**

Это обуславливает повышение устойчивости модифицированных подложек к коррозионному воздействию окружающей и технологической сред и благоприятно сказывается на кинетике коррозионно-механического изнашивания трибосистем.

Исследован механизм и кинетика формирования структуры разделительного слоя в трибосистемах, в состав которых введен олигомерный компонент с молекулярной массой от 2200 до 5000 ед. При нанесении олигомерного покрытия (Ф-1, Ф-14, В-1, Ф-АК2) на металлические подложки различного состава (сталь 45, ст45+TiN, медь М-1, AlOO) создаются благоприятные предпосылки для стабилизации разделительного слоя, сформирован ного по механизму переноса.

При фрикционном взаимодействии компонента, способного к образованию частиц переноса (например, композитов, содержащих слоистые компоненты), с контртелом, на рабочую поверхность которого нанесено олигомерное покрытие, уже после некоторого числа циклов (10-50) формируется разделительный слой (рис.5) с удельной поверхностью W не менее 30-40% от номинальной (рис.4).

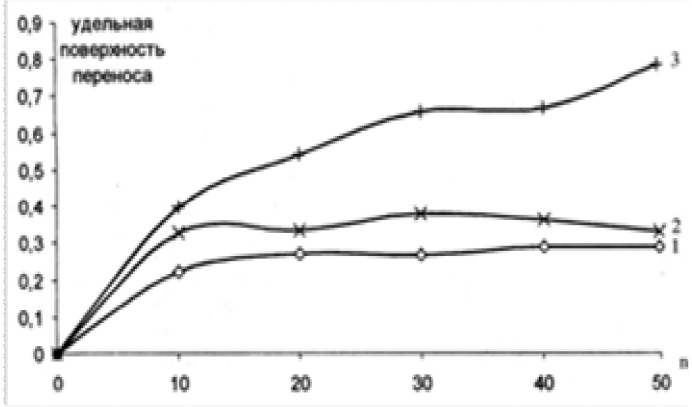
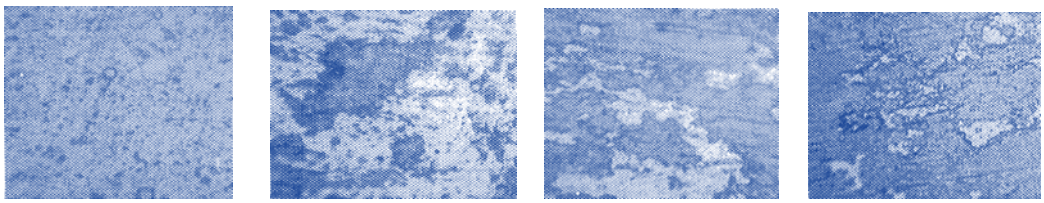


Рис.4. Зависимость удельной поверхности пленки переноса от числа циклов трения пары углеродный материал – сталь 45 + TiN без капельной фазы подслоя (1, 2) и с ее наличием (3)



а б в г

Рис.5. Морфология поверхности контртела из сталь 45+TiN
исходного (а) и после 10 (б), 40 (д), 50 (е) циклов трения
с углеродсодержащим композитом ×50

На основании проведенных исследований предложены методы формирования разделительных слоев с заданным уровнем структурной организации, обеспечивающих оптимальное функционирование трибосистем с различным конструктивным исполнением и технологией применения.

В пятой главе диссертации **«Разработка составов и технологии триботехнических нанокомпозиционных материалов на основе фторсодержащих матриц»** приведены результаты исследования особенностей структуры и морфологии компонентов и триботехнических материалов на основе фторсодержащих матриц различной молекулярной массы. Осуществлен анализ морфологических особенностей дисперсных частиц полуфабрикатов – ПТФЭ, оксидов металлов, глин, углеродных нанотрубок, шунгита, силикатных стекол. Анализ морфологии поверхностного слоя частиц полимерной матрицы (ПТФЭ) и нанонаполнителей, осуществленный с использованием данных РЭМ, свидетельствует об их кластерном строении, обуславливающем особое энергетическое состояние, характеризующееся нескомпенсированным зарядом согласно спектрам ТСТ.

Анализ спектров термостимулированных токов дисперсных частиц свидетельствует о наличии характерных общих и индивидуальных признаков.

Исследованные низкоразмерные модификаторы различного состава, строения и технологии получения (шунгит, УПТФЭ, УНТ и др.) обладают активностью в различных температурных диапазонах. Поэтому при выборе модификатора для конкретного применения с целью достижения оптимального эффекта необходимо учитывать температурный диапазон его активности.

В номенклатуре наноразмерных модификаторов ПТФЭ особое место занимают продукты термогазодинамического синтеза (ТГД-синтеза) политетрафторэтилена (УПТФЭ). Проведенные исследования УПТФЭ показали его кластерную структуру, образованную компонентами разной молекулярной массы (олигомерными и полимерными), габитуса и размера. Подобная морфология и молекулярное строение обуславливают возможность многоуровневого модифицирования матричного полимера при высокой термодинамической совместимости компонентов.

Разработаны триботехнические композиционные материалы на основе фторсодержащих матриц, содержащие 1-3мас% наноразмерных частиц модификаторов различного состава. Введение в матрицу ПТФЭ наночастиц

слоистых минералов и трепела, алмазографита (УДАГ) в исходном и термообработанном при температурах 873-1273К состоянии позволяет существенно повысить показатель прочности при растяжении σр (с 18÷20МПа до 19÷29,5 МПа), твердости НВ (с 18-27 НВ до 42÷52 НВ) и износостойкости.

Для узлов трения с повышенными эксплуатационными требованиями разработаны малонаполненные нанокомпозиты с применением двухуровневого модификатора (УПТФЭ+ТУ, УПТФЭ+трепел, УПТФЭ+глина). При одновременном введении в матрицу ПТФЭ полимер-олигомерных частиц УПТФЭ происходит пластифицирование граничных слоев, что способствует формированию надмолекулярных структур сферолитного типа, центрами кристаллизации которых являются наночастицы ТУ и силикатсодержащих минералов. Это приводит с синергическому повышению показателей деформационно-прочностных и триботехнических характеристик трибокомпозитов.

Для узлов трения, эксплуатируемых при реверсивном характере движения и больших контактных нагрузках, эффективным методом повышения триботехнических характеристик является нанесение нанокомпозиционных фторсодержащих покрытий на подслой из термопластичного материала (ПА6, ПА11, ПА6+ПА11, ПА66).

Эти разработки использованы в виде элементов узлов трения разделительных покрытий в шлицевом соединении карданных валов грузовых автомобилей (АК «Узбекский металлургический комбинат»), а также в технологических процессах ремонта деталей автомобильных агрегатов ГУП «Трансйулкурилиш» Государственного комитета по автомобильным дорогам Республики Узбекистан. Разработанное покрытие толщиной 5–10 мкм увеличивает в 1,5–2 раза износостойкость, при этом коэффициент трения не уступает по эффективности действия триботехническим покрытиям, сформированным из растворов фторсодержащих олигомеров.

Предложена практическая методика расчета узлов трения с учетом имеющихся зазоров, а также способ определения технического состояния узлов по начальным дефектам.

Использование полученных результатов позволяет получить экономический эффект за счет увеличения ресурса работы деталей в размере 56 млн.сум в год, подтвержденной актом внедрения ГУП «Трансйулкурилиш».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования по диссертационной работе доктора философии (PhD) на тему «Создание металлополимерных композиционных фторсодержащих материалов для автотракторных агрегатов» представлены следующие выводы:

1. Разработана классификация фторсодержащих ингибиторов изнашивания металлополимерных триботехнических систем по критерию молекулярной массы.

2. Разработаны методологические принципы управления структурой фторсодержащих нанокомпозиционных материалов на основе полимерных, олигомерных и смесевых матриц на молекулярном, межмолекулярном, надмолекулярном, нано- и макрофазном уровнях.

3. На основании модели поведения фононов в условиях адиабатического приближения дано физическое обоснование правомерности определения размерного фактора частицы, с использованием критерия температуры Дебая Θ_D. Обоснованность обуславливает наносостояние дисперсных частиц.

4. Разработанное антифрикционное полимерное покрытие обеспечивает высокую износостойкость и уменьшает коэффициент трения в шлицевом соединении с покрытием по сравнению с соединением без покрытия в 1,5-2 раза.

5. Разработанный композиционный триботехнический материал на основе фторсодержащих композиционных материалов использован при нанесении покрытий на поверхности трения шлицевого соединения карданных валов грузового автомобиля «MAN» внедрен в технологический процесс ремонта деталей автомобильных агрегатов ГУП «Трансйулкурилиш» Государственного комитета по автомобильным дорогам Республики Узбекистан. Внедрение полученных результатов позволили получить экономический эффект за счет увеличения ресурса работы деталей.

CIENTIFIC COUNCIL DSC.28.02.2018.T.03.04 ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY AND NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

YULDASHEVA GULNORA BURANOVNA

CREATION OF METAL-POLYMERIC COMPOSITION FLUORINE CONTAINED MATERIALS FOR AUTO TRACTOR AGGREGATES

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 (foundry production and heat treatment metals sciences)

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

Tashkent – 2019

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2018.4.PhD/T72.

The dissertation has been prepared at the Tashkent Institute of Design, Construction and Maintenance of Automotive Roads.

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

Research supervisor: **Riskulov Alimjan Akhmadjanovich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Djumabayev Alijon Bakishevich**
doctor of technical sciences, professor
Mixriddinov Riskidin Mixriddinovich
doctor of technical sciences, professor

Lead organization: **Tashkent Institute of Railway Transport Engineers**

The defense will take place «23» february 2019 at 14^{00} at the meeting of Scientific council No.DSc.28.02.2018.T.03.04 at Tashkent State technical university named after Islam Karimov (Address: 100095, Tashkent city, University street, 2. Tel./fax: (998971) 246-46-00 /(99871) 227-10-32), e-mail: tstu_info@edu.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent State technical university (is registered under № 113). Address: 100095, Tashkent city, University street, 2. Tel. (+99871) 246-03-41.

Abstract of dissertation sent out on «8» february 2019y.
(mailing report No.46 on «6» february 2019y.).

K.A.Karimov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, Professor

N.D. Turakhodjaev
Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, Professor

R.M.Mixridinov
Chairman of the scientific seminar of the
scientific council awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is creation of metal-polymeric composition fluorine containing materials for autotractor units by the example of spline connection of driveshaft of auto trucks.

The object of the research work are elements of friction assemblies and separating coverings in spline connections of auto trucks' driveshaft of the model «MAN» of State Unitary Enterprise «Transyulkurilish».

Scientific novelty of the research work are followings:

fluorine contained deterioration inhibitors of metal-polymeric tribotechnical systems were classified on criteria of molecular mass;

methodological principles of control over structure of fluorine contained nanocomposite materials on the basis of polymer, oligomerous and mixture matrixes in molecular, intermolecular, supramolecular, nano and macrophase stages, based on control over processes of regulating under influence of material, technologic and tribotechnical factors were worked out;

mechanisms of forming separating layers on the basis of fluorine contained oligomerous and mixture matrixes on friction engagement of tribosystems elements of different structure, caused by processes dispersion and transfer of components in the zone of friction contact with forming nanocomposite structure were worked out;

compositions of nanocomposite tribotechnical materials and covering on the basis of fluorine components of different molecular mass for friction units of motor units were worked out.

The introduction of research results. Based on the creation of fluorine-containing metal-polymer composite materials:

The methodological principles of management of the structure of fluorine-containing nanocomposite materials obtained on the basis of mixed matrices, oligomers, polymers, providing for the management of the organization process with the effect of technological and tribotechnical factors are introduced during the process of technological repair of layers of friction parts of the joints of cardan shafts of trucks in the «Uzbek Metallurgical Combine» (certificate No. 01-125 of the State Committee of Highways of the Republic of Uzbekistan dated October 16, 2017). As a result, the possibility of increasing the strength to wear of parts due to a change in the friction between the effective mechanism in the assemblies operating with friction was obtained.

Nano-composite and nanophase materials developed on the basis of fluorine-containing oligomers, polymers and mixed matrices were introduced into the process of repairing parts of an automobile assembly at the State Unitary Enterprise "Transyulkurilish" under the State Committee of Highways of the Republic of Uzbekistan (certificate No. 01-125 of the State Committee of Highways of the Republic of Uzbekistan dated October 16, 2017)

As a result, nano-composite materials and fluorine component coatings, which made it possible to increase the anti-corrosion resistance of the spline joint, were introduced 1,5-2 times as an element of the friction parts of the spline joint of drive shafts of trucks in state unitary enterprise “Transyulkurilish” (certificate No. 01- 125 State Committee of Highways of the Republic of Uzbekistan dated October 16, 2017). As a result, possibility of increasing service life of friction parts was obtained.

The structure and volume of the thesis. The thesis structure consists of introduction, five chapters, conclusion, list of literature applications. The dissertation volume consists 120 pages.

Эълон қилинган ишлар рўйхати
Список опубликованных работ
List of published works
I бўлим (I часть; Ipart)

1. Юлдашева Г.Б. и др. Высокопрочные материалы на основе политетрафторэтилена / Г.Б. Юлдашева, В.С. Авдейчик, В.В. Воропаев, А.А. Скаскевич, А.А. Рыскулов; Под ред. В.А.Струка; Издательство «Vektor Press» Ташкент – 2012. –320с., 100 экз.
2. Рыскулов А.А., Юлдашева Г.Б., Струк В.А., Овчинников Е.В. Демпфирующие композиционные материалы на основе совмещенных смесей для автотракторных агрегатов и сельскохозяйственной технике //Вестник ТАДИ.–2012.–№1-2 –С.30-37.
3. В.В. Воропаев, Кравченко В.И.,Эйсымонт Е.И.Скаскевич А.А. Структурно-морфологический фактор технологии машиностроительных фторкомпозитов ВЕСНІК Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы Серыя 6 Тэхниіка 2 (133), 2012 С. 75–83.
4. Юлдашева Г.Б. Технология высокопрочных материалов на основе модифицированного политетрафторэтилена//Вестник ТАДИ.–2013.–№1-2–С.62-68.
5. Abdurazakov A.A., Riskulov A.A., Yuldasheva G.B., Avliyokulov J.S. Technology of high-strength wear resistant fluorcomposites for mechanical engineering // Europåische Fachhochshule European applied sciences–2015. #10 –P.43-47.
6. Юлдашева Г.Б. Защитные характеристики тонкопленочных фторсодержащих покрытий // Вестник ТАДИ. –2016. –№1–С.25-31.
7. Юлдашева Г.Б.Методологические принципы реализации феномена наносостояния в материаловедении и технологии композитов и металлополимерных систем. Часть 1. // Вестник ТАДИ. –2016. –№2-3–С.6-13.
8. Юлдашева Г.Б., Рискулов А.А.Методологические принципы реализации феномена наносостояния в материаловедении и технологии композитов и металлополимерных систем. Часть 2. // Вестник ТАДИ. –2016. –№2-3–С.14-20.

IIбўлим (II часть; II part)

9. Шарифходжаева Х.А., Рыскулов А.А., Юлдашева Г.Б., Фахретдинова Д. Полимерные композиционные покрытия и материалы на основе регенированных термопластов, модифицированных дисперсными неорганическими наполнителями для выпуска деталей автомобильных агрегатов // Сборник материалов республиканской научно-практической конференции «Проблемы Развития Автомобильно-Дорожного Комплекса Узбекистана» 1-часть –Ташкент – 2008.–С.130-132.
10. Шарифходжаева Х.А., Рискулов А.А., Юлдашева Г.Б., Авлиекулов Ж.С. Фазовые переходы в металлополимерных нанокомпозиционных материалах // Сборник материалов международной научно-практической конференции на тему: «Современные материалы, техника и технологии в машиностроении» 19-20 апреля 2012 года. –Андижан – 2012. –С.125-131.
11.Воропаев В.В., Кравченко И.В., Юлдашева Г.Б., Эйсымонт Е.И., Саскевич А.А. Методологические аспекты технологии машиностроительных фторкомпозитов // Материалы тридцать второй ежегодной международной конференции «Композиционные материалы в промышленности» 4-8 июня 2012г., г. Ялта, Крым. –С.51-57.
12. Юлдашева Г.Б., Рискулов А.А., Овчинников Е.В., Авдейчик С.В., Нанокомпозиционные покрытия для тяжелонагруженных узлов автотракторной техники // Материалы международной научно-технической конференции «рерурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные материалы» Ташкент 19-21 сентября 2013г. –С.263-265.
13.Юлдашева Г.Б. Механохимические технологии нанокомпозиционных и герметизирующих материалов на основе политетрафторэтилена //Сборник материалов республиканской научно-практической конференции «Перспективы развития автомобильно-дорожного комплекса Узбекистана» Ташкент–2014.–С.314-315.
14.Струк В.А., Рискулов А.А., Овчинников Е.В., Юлдашева Г.Б. Шарифходжаева Х.А. Триботехнические покрытия для конструкций автотракторной техники и сельскохозяйственного оборудования на основе олигомерных матриц Сборник материалов международной научно-технической конференции «СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ» (19-20 апреля 2014 года) II-том.
15.Alexander Antonov, Sergey Avdeychik, Alexander Vorontsov, Gulnora Yuldasheva Kinetics and formation mechanisms of nanocomposite wear inhibitors of metal-polymer systems // НАНО-ДИЗАЙН, ТЕХНОЛОГИИ, КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, Тезисы докладов XVI международно научной конференции. Гродно, 22-25 сентября 2015г. –С. 104-107.
16. Valery Sarokin, Sergey Avdeychik, Alexander Vorontsov, Gulnoza Yuldasheva, Alimedzhan Ryskulov, Structural principles of creating highly filled fluorine composites // НАНО-ДИЗАЙН, ТЕХНОЛОГИИ, КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, Тезисы докладов XVI международной научной конференции. Гродно, 22-25 сентября 2015г. –С.139-142.

17.Струк В.А., Юлдашева Г.Б., Антонов А.С., Авдейчик С.В., Эйсымонт Е.И. Феномен наносостояния дисперсных частиц конденсированных сред // Научно-исследовательский Центр химии и физики полимеров НУУз, Международная конференция «Современные проблемы науки о полимерах» 14 ноября, 2016 г. –С. 9-11.
18.Юлдашева Г.Б., Хасанова Б.Т. Защитные покрытия из нанокомпозиционных материалов на основе суспензий олигомеров // Сборник материалов международной научно-технической конференции «Перспективы развития дорожно-транспортных и инженерно-коммуникационных инфраструктур» 2017г. –С.361-354.