

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

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

НАВРЎЗОВ ФАРХОД МАМАТҚУЛОВИЧ

**МАШИНАСОЗЛИК МАҚСАДЛАРИДА ЎЗАРО ТИКИЛУВЧИ
ПОЛИМЕР ТИЗИМЛАРИ АСОСИДА ТЕБРАНИШНИ ЮТУВЧИ
КОМПОЗИЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ТАРКИБИНИ ВА ҚОПЛАМАЛАР
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.07 – Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси
ва технологияси**

**05.02.01. - Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга
термик ва босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар
металлургияси. Радиоактив, камёб ва нодир элементлар технологияси
(техника фанлари)**

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

Тошкент – 2021

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

Наврӯзов Фарход Маматқулович

Машинасозлик мақсадларида ўзаро тикилувчи полимер тизимлари асосида тебранишни ютувчи композицион материаллар таркибини ва қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиши5

Наврузов Фарход Маматкулович

Разработка составов вибропоглощающих композиционных материалов на основе взаимопроникающих полимерных систем и технологии получения покрытий машиностроительного назначения.....21

Navruzov Farhod Mamatulovich

Development of compositions of vibration-absorbing composite materials based on interpenetrating polymer systems and technology for producing coatings for machine-building purposes.....39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works43

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

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

НАВРҮЗОВ ФАРХОД МАМАТҚУЛОВИЧ

**МАШИНАСОЗЛИК МАҚСАДЛАРИДА ЎЗАРО ТИКИЛУВЧИ
ПОЛИМЕР ТИЗИМЛАРИ АСОСИДА ТЕБРАНИШНИ ЮТУВЧИ
КОМПОЗИЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ТАРКИБИНИ ВА ҚОПЛАМАЛАР
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.07 – Композицион, лок-бүёқ ва резина материаллари кимёси
ва технологияси**

**05.02.01. - Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга
термик ва босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар
металлургияси. Радиоактив, камёб ва нодир элементлар технологияси
(техника фанлари)**

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

Тошкент – 2021

**Фалсафа доктори (PhD) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси
Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2021.3.PhD/T2346
рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетининг «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонасида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Негматов Сойибжон Содикович
техника фанлари доктори, профессор,
ЎзРФА академиги

Абед Нодира Сойибжоновна
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Рисқулов Алимжон Ахмаджонович
техника фанлари доктори, профессор

Халимжонов Тохир Салимович
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

Андижон машинасозлик институти

Диссертация химояси Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонаси хузуридаги DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 рақамли Илмий кенгашнинг **2021 йил «26» октябр соат 15⁰⁰** даги мажлисида онлайн тарзида бўлиб ўтади (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-үй. Тел.: (+99871) 246-39-28; факс: (+99871) 227-12-73, e-mail:fan va taraqqiyot@mail.ru, «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонаси биноси, 2- қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонасининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (24-ракам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-үй. Тел.: (+99871) 246-39-28; факс: (+99871) 227-12-73

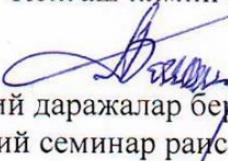
Диссертация автореферати 2021 йил «14» октябр куни тарқатилди.

(2021 йил «27» август №24-2021 рақамли реестр баённомаси).




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


М.Э. Икрамова
Илмий даражалар берувчи илмий
Кенгаш илмий котиби, к.ф.н., к.и.х.


А.М. Эминов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
хузуридаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертация аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарбилиги ва зарурияти. Дунёда машина ва механизмларни эксплуатация қилишда шовқин ва вибрация даражасини камайтириш учун полимер материалларни қўллаш ва машиналарнинг ишчи органлари конструкцияларини такомиллаштириш орқали амалга оширилмоқда. Бу борада машиналарнинг янги ишчи органларини яратиш ва такомиллаштиришга нисбатан иқтисодий жиҳатдан фойдали бўлган композицион полимер материаллар билан машина ва механизмларнинг ишчи органлари деталларини қоплаш орқали шовқин ва вибрацияни бартараф этиш алоҳида аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда машина ва механизмларнинг ишчи органларида вибротемпирловчи композицион полимер материалларни қўллаш орқали шовқин ва вибрация даражасини камайтириш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, мураккаб конфигурацияли машиналарнинг ишчи органлари вибрацияланувчи сирт юзасида қопламаларни олиш, вибротемпирловчи ва тебранишни ютувчи сифатида кенг қўллаш, машиналар ишчи органлари ва мураккаб деталлари сирт юзасида қопламалар олишга имкон берувчи, юқори вибротемпирловчи қобилиятини таъминловчи ва полимер аралашмаларининг ноёб типига эга бўлган, полимер аралашмалари асосида бир-бирига тикилувчи полимер тўр (ТПТ) ҳосил қиласидаган янги композицион материалларни ишлаб чиқишига алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамида тебранишни ютувчи материаллар ишлаб чиқишига имкон берувчи тикилувчи полимер тўрлар (ТПТ) асосида қайишқоқ-эгилувчан ва физик-механик хоссалари бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар Стратегиясининг тўртинчи боби тўртинчи йўналишида «...илмий ва инновацион ишланмаларни қўллаш, илмий-тадқиқот ва инновацион фаолиятни рағбатлантиришнинг самарали механизмлари... »¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, машинасозлик мақсадларида самарали вибротемпирловчи композицион полимер материалларни ишлаб чиқиш ва ТПТларнинг қайишқоқ-эгилувчан хоссаларини оширишга имкон берувчи тадқиқотларни ўтказиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7-февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, 2018 йил 25 октябрдаги ПФ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш тўғрисида»ги Фармонлари, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фармонга тегишли бошқа меъёрий-хуқуқий хужжатларда белгиланган

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг "2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикаси ривожланишининг бешта устувор йўналишларидаги ҳаракатлар стратегияси тўғрисида"ги № ПФ-4947-сонли Фармони

вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада ҳизмат қиласи.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Янги композицион полимер материаллар (КПМ) ишлаб чиқишида қуйидаги таниқли олимлар ўзларининг ҳиссаларини қўшганлар: A. Hayashi, S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, D. Jully, G. Akovali, Н.С. Ениколопов, С.Н. Журков, В.В. Коршак, С.А. Вольфсон, А.А. Берлин, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, Э.Ф. Олейник, Ф. Мэттьюз, Г.С. Головкин, М.А. Аскаров, С.Ш. Рашидова, А.Х.Юсупбеков, А.С. Ибодуллаева, улардан қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш борасида B. Arkes, R. Goudhue, A.A. Askadski , В.А. Белый, А.Д. Яковлев, В.Г. Савкин, А.В. Струк, В.П. Соломко, Р.Г. Махкамов, С.С. Негматов, А.А. Рыскулов, Г. Гулямов, Н.С. Абед ва бошқаларнинг ишлари бағишлиланган.

Мавжуд ишларни таҳлил қилиш асосида, юқори тебранишни сусайтирувчи хусусиятларга эга бўлган машина ва механизмларнинг ишқаланиш агрегатларида ишлатиладиган металл-полимер материаллар ва қопламаларнинг ишлаши ва самарадорлигини ошириш масалалари ҳалигача ўз ечимидан узоқдир. Бу машина қисмларининг тебраниш шароитида ишлайдиган композицион полимер материаллар ва уларнинг қопламаларининг физик -механик, вибротемптирловчи хусусиятларини ҳар томонлама ўрганиш билан боғлиқ қийинчиликлар ва уларни ишлаб чиқариш учун оригинал технологиянинг йўқлиги билан боғлиқ. Мазкур диссертация ишида ушбу муаммони ечимига доир масалалар кенг ёритиб берилган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети хузуридаги «Фан ва тараққиёт» ДУКнинг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №Ф-7-9 (Ф-7-95) «Самарали полимер лок-бўёқ, композицион материаллар ва улар асосида қопламалар олиш учун турли хил таркибий қисмларга боғлиқ ҳолда, полимер материалларнинг адгезион хусусиятларини бузилиши ва шаклланиш механизмини тадқиқ қилиш ва қонуниятларини аниқлаш» (2017-2020) ва №MRB-OT-2019-25 «Зигир ва пахтани қайта ишлаш, металлургия ва бошқа корхоналардаги экологик вазиятни яхшиловчи ва шовқинни пасайтиришни таъминловчи турли хил машиналар, механизмлар ва технологик ускуналар учун эҳтиёт қисмлар ишлаб чиқариш учун органик-минерал ингредиентлар ва саноат чиқиндилари асосида тебранишни ютувчи янги полимер композицион материаллар ва қопламалар ишлаб чиқиши» (2019-2021) мавзуларидаги фундаментал ва халқаро лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади. Машинасозлик мақсадларида ўзаро тикилувчи полимер тизимлари асосида тебранишни ютувчи композицион материаллар

таркибини ва қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

ЭД-16, ЭД-20, ЭИС-1 ва полиуретан УК-1 эпоксид полимерлардан Тикилувчи полимер тўрнинг (ТПТ) хоссаларига шакллантириш шароитлари таъсири ўрганиш;

Тикилувчи полимер тўрнинг (ТПТ) қайишқоқ-эгилувчан хусусиятларига органоминерал компонентлар нисбатини таъсири аниqlаш;

Тикилувчи полимер тўрнинг (ТПТ) қайишқоқ-эгилувчан хоссаларининг ҳароратга боғлиқлигини тадқиқ қилиш ва уларнинг хоссаларига тўлдирувчиларнинг таъсирини аниqlаш;

Тикилувчи полимер тўрнинг (ТПТ) асосида қайишқоқ-эгилувчан вибродемпирловчи материаллар яратиш тамойилларини ишлаб чиқиши, улардан машинасозлик мақсадларида ишлатиладиган янги вибродемпирловчи полимер композициялар ва улар асосида қопламалар яратиш;

илмий-услубий тамойиллар ва композицион вибродемпирловчи полимер материаллар ва улар асосида қопламалар олиш технологияси ишлаб чиқиши;

пахтани қайта ишлаш машиналари ва механизmlари иш органларида яратилган вибродемпирловчи композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларни тажриба саноат синовидан ўtkазиш ва уларнинг самарадорлигини ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг обьекти сифатида вибродемпирловчи, термопластик ва термореактив полимерлар, қотиuvчи: полиэтиленполиамин – ПЭПА ва малеин ангириди (2,5-фурандион), органоминерал тўлдируvчилар – графит, тальк, каолин, резина кукуни олингган.

Тадқиқотнинг предметини тикилувчи полимер тўрнинг шаклланиши ва унинг ишлаб чиқилаётган вибродемпирловчи композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламаларнинг тузилишига, қайишқоқ-эгилувчан, физик-механик ва демпирловчи хоссаларига таъсирини тадқиқ қилиш, шунингдек, уларнинг самарали таркибларини ишлаб чиқиши ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуllари. Диссертация ишини бажаришда ИҚ - спектроскопия, рентген фазали тахлил, дифференциал-термик тахлил ҳамда олигомерларнинг, пластификаторларнинг, қотиuvчиларнинг, полимерларнинг ва композицияларнинг физик-кимёвий ва физик-механик хоссаларини аниqlашда умумий стандарт усуllаридан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қўйидагилардан иборат:

термопластик полиуретан ва эпоксидиан полимерлар асосидаги тикилувчи полимер тўрнинг (ТПТ) қайишқоқ-эгилувчан ва механик хоссаларини комплекс асосида ушбу системанинг қайишқоқ-эгилувчан хоссаси полимер композициясини олиш ҳолатига боғлиқ эканлиги аниqlанган;

гетерофазали полимер тизимларини қайишқоқ-эгилувчан хоссага эга

бўлган тикилувчи полимер тўр (ТПТ) ҳосил қилишнинг моҳияти, полимерларнинг қайишқоқ-эгилувчан хоссасини аниқлашда резонанс ва энергетик усуllардан комбинирланган ҳолда фойдаланишдан иборат бўлган усул назарий асосланган;

тикилувчи полимер тўрнинг (ТПТ) қайишқоқ-эгилувчан хоссаси компонентларни ажратиш даражасига ва тизимнинг шаклланиш кинетикасига боғлиқлиги аниқланган ҳамда тажрибада яхши ишлаши ва соддалиги билан фарқланувчи, максимум резонанс параметрлари бўйича тикилувчи полимер тўрдаги (ТПТ) компонентларни ажратиш даражасини аниқлаш усули ишлаб чиқилган;

ҳарорат ва компонентларнинг турли хил нисбатларида тикилувчи полимер тўрнинг (ТПТ) эгилувчан динамик модули ва механик йўқотиш коэффициенти орасида ҳамда механик йўқотиш коэффициенти билан тизимдаги компонентларни ажратиш даражаси орасида корреляцион боғлиқлик борлиги аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қўйидагилардан иборат:

Тикилувчи полимер тўр (ТПТ) орасида вибродемпирловчи полимер композициялар ва улардан қопламаларнинг самарали таркибларини яратишнинг илмий-асосланган тамоили ишлаб чиқилган;

Тикилувчи полимер тўр (ТПТ) ва уни ташкил этувчилар ҳамда тўлдирилган тизимлар учун тегишли бўлган қопламанинг механик йўқотиши самарали коэффициентини нисбий қалинликка боғлиқлигининг эмпирик тенгламаси олинган;

механик йўқотиши коэффициенти ва модули орасидаги ҳамда механик йўқотиши коэффициенти ва ажратиш даражаси орасидаги корреляцион боғлиқлик икки фазали тизимларнинг эгилувчан хоссаларини олдиндан айтиш имконини беради ва тикилувчи полимер тўрнинг (ТПТ) эгилувчан модулининг компонентлар нисбатига боғлиқлиги тенгламаси олинган;

илмий-асосланган ёндашув орасида танлаб олинган термореактив, термопластик полимерлар ва органоминерал тўлдирувчилар билан тикилувчи полимер тўр (ТПТ) орасида вибродемпирловчи композицион материаллар ва қопламаларнинг самарали таркиблари ва олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги ишлатилган физик-кимёвий (ИК-спектроскопия, рентгенструктурни, кимёвий тахлил ва дифференциал-термик тахлиллар) усуллар мажмуи билан асосланади, шунингдек, физик-механик ва вибродемпирловчи тадқиқот усулларидан олинган натижалар ҳамда тадқиқот натижалари математик ва статистик усулда қайта ишлангани билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундаки, композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг физик-механик ва вибродемпирловчи хоссаларига органоминерал тўлдирувчиларнинг анизотропия даражаси, дисперслиги, концентрацияси, маҳсус тузилишининг таъсирини ҳамда полимер материалларига маълум бир органоминерал

ингредиентларни қўшганимизда, уларнинг демпифирловчи хоссалари 1,6-1,8 марта ва шовқинни ютиши эса 40-50% га ортишини аниқлаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган вибродемпифирловчи, овоз ўтказмайдиган композицион полимер материаллар ва улар асосида қотишмаларни пахтани қайта ишлаш машина ва механизмларининг ишчи органлари ва корпусли конструкцияларида, шунингдек саноатнинг бошқа соҳаларида қўллаш, уларнинг ишлаш қобилиятини ва чидамлилигини оширади, ишлаб чиқариш хоналарида шовқин даражасини пасайтиришга хизмат қиласди.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Машинасозлик мақсадларида ўзаро тикилувчи полимер тизимлари асосида тебранишни ютувчи композицион материаллар таркибини ва қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиши бўйича олинган илмий натижалар асосида:

ўзаро тикилган полимер тизимлари асосида ишлаб чиқилган тебранишни ютувчи композицион полимер материаллар Пискент пахта тозалаш заводида юпқа металл конструкцияли ишчи органлари пахта толасини тишли тозалагичларида қоплама сифатида жорий этилган («PAXTASANOAT ILMIY MARKAZI» АЖнинг 2021 йил 24 августдаги 02-11/403-сон маълумотномаси). Натижада, ишлаб чиқариш хоналарида шовқин даражасини 7-24 дБ га пасайтириш, тишли воситаларнинг ишлаш муддатини ошириш, тишли воситалардаги тишларни синган ва қийшайғанларини алмаштириш туфайли хоналардаги чанг микдорини 50%га камайтириш имконини берган;

ўзаро тикилган полимер тизимлари асосида ишлаб чиқилган тебранишни ютувчи композицион полимер материаллар Пискент пахта тозалаш заводида жин ва линтер корпуслари юзасида қоплама сифатида жорий этилган («PAXTASANOAT ILMIY MARKAZI» АЖнинг 2021 йил 24 августдаги 02-11/403-сон маълумотномаси). Натижада, уруғларнинг эзилишини 0,18-0,36% га камайтириш имконини берган;

ўзаро тикилган полимер тизимлари асосида ишлаб чиқилган тебранишни ютувчи композицион полимер материаллар Пискент пахта тозалаш заводида пневматик вентиляторларида қоплама сифатида жорий этилган («PAXTASANOAT ILMIY MARKAZI» АЖнинг 2021 йил 24 августдаги 02-11/403-сон маълумотномаси). Натижада, пахта толасининг шикастланишини 0,5-0,7% га камайтириш, ҳар бир пахта тозалаш заводининг иқтисодий самарадорлигини ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг аprobацияси. Мазкур тадқиқотнинг натижалари 2 та халқаро ва 2 та республика миёсидаги илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзууси бўйича жами 12 та илмий иш чоп этилган. Шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 8 та илмий мақола, жумладан 7 та республика ва 1 та ҳорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 110 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмida олиб борилган тадқиқотнинг долзарблиги ва унга бўлган талаб, тадқиқот мақсади ва вазифалари асосланган, тадқиқот обьекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга қўлланиш бўйича тавсиялар, нашр қилинган ишлар ва диссертация тузилиши келтирилган.

Диссертациянинг «**Вибродемптирловчи композицион полимер материаллар ва ўзаро тикилувчи полимер тизимларнинг ҳозирги ҳолати ва уларни таҳлили**» деб номланган биринчи бобида сўнгги йилларда ишлаб чиқилган кўпгина турли хил вибродемптирловчи ва бир-бирига тикилган полимер композицияларни қўллаш ва уларни ҳолатини замонавий адибиёт манбааларининг комплекс таҳлили асосида келтирилган ва вибродемптирловчи композицион полимер материаллар (КПМ) ва улар асосидаги таъсир кучи ва адгезион мустаҳкамлиги, физик-механик хоссалари юқори бўлган қопламаларнинг самарали таркибини яратиш ва олиш технологиясига қўйиладиган талаблар шакллантирилган.

Адабиётлар таҳлилидан ТПТ қайишқоқ-эгилувчан композицион полимер материаллар ва улардан қопламалар ишлаб чиқишида тебранма шароитда эксплуатация қилинганда композиция таркибига киритилган органоминерал тўлдирувчиларнинг микдори ва нисбати, тури ва табиатининг таъсири етарли ўрганилмаган, шунингдек уларнинг самарали таркиблари ва олиш технологиясига илмий-асосланган ёндашувнинг мавжуд эмаслиги ушбу диссертация ишининг мақсадини белгилаб берди.

Диссертациянинг «**Ўзаро тикилувчи полимер тизимлар ва тебранишни ютувчи композицион полимер материалларни тадқиқ қилиш усуллари ва обьектларни танлаш ва асослаш**» деб номланган иккинчи бобида композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламалар олиш усуллари, шунингдек ТПТ билан композицион полимер материаллар ва қопламаларнинг қайишқоқ-эгилувчан вибродемптирловчи, физик-механик хоссаларини ўрганиш учун қурилма ва усуллар ёритилган, обьектлар танланган ва асосланган. Композицион полимер материалларининг вибродемптирловчи физик-механик кўрсаткичларини тадқиқот қилишда олинган натижаларнинг статистик қайта ишлаш усуллари кўрсатилган.

Диссертациянинг «**Полиуретан ва эпоксидаан полимерлар асосида ўзаро тикилган тизимларнинг термодинамик мослиги ва структуравий ҳусусиятларини тадқиқ қилиш**» деб номланган учинчи бобида ТПТ

компонентларининг термодинамик мослиги, ИК-спектрлари, ТПТ ва гомополимерларнинг рентген дифрактограммалари, ТПТ композицияларининг қайишқоқ-эгилувчан хоссалари, релаксацион ва резонанс максимумлари, ТПТ компонентларининг сегрегацияси ва ТПТ композицион тўлдирувчиларининг вибродемптирловчи-қовушқоқ-оқувчан хоссаларини ўрганиш бўйича тадқиқот натижалари келтирилган.

ТПТ компонентларининг термодинамик мослигини Флори-Скотт назарияси асосида аниқланилди ва ЭД-16/ПУ/МА, ЭД-20/ПУ/МА ва ЭИС-1/ПУ/МА тизимларида полиуретан миқдори ораликларида Гиббснинг эркин энергиясининг силжиши 77% гача манфий қийматга эга.

ТПТни ташкил этувчи эпоксидларнинг қотирилиши икки босқичда олиб борилди. Биринчи босқичда ТПТли тизим малеин ангидриди ҳалқасини очилиши учун етарли бўлган 380 К ҳароратда 2 соат мобайнида туради. Иккинчи босқичда эса тизим 430 К да 10 соат мобайнида қотирилади. 430 К да олинган ТПТнинг қайишқоқ-эгилувчан хоссасини эпоксид компонентини қотириш давомийлигига боғлиқ ҳолда ўрганиш шуни кўрсатдики, эпоксид гомополимеридан фарқли равишда механик йўқотиш коэффициенти ортади ва (4-6 соат қотирилганидан сўнг) максимум орқали ўтади, эгилувчанлик модули эса бир хилда ортади. Эпоксид полимерлар тўрининг қалинлиги 72-78% гача ортиши билан тизимлардаги механик йўқотиш коэффициенти қийматининг ортиши макромолекулаларнинг ўзаро тўқилиши туфайли ўхшаш бўлмаган полимерлар макромолекулаларининг ўзаро таъсири борлигини кўрсатади.

Шундай қилиб, ТПТни шакллантиришнинг оптимал режими: 380 К да 2 соат; 430 К да эса 4-6 соат эканлиги аниқланди.

Полимер аралашмаларининг қайишқоқ-эгилувчан ҳусусиятларининг эпоксид компонентининг қуритиш давомийлигига боғлиқлиги эгри чизиқларининг тахлили шуни кўрсатдики, тизимларнинг қайишқоқ-эгилувчан параметрларининг ўзгариш характеристи барча ҳолатларда ҳам ўзгармайди, механик йўқотиш коэффициентининг энг максимал қиймати эса полиуретан ва ЭД-16 олигомери асосидаги эпоксид полимерининг ТПТ учун кузатилади.

ТПТнинг ИК-спектрида полиуретан ва эпоксид полимери макромолекулалари орасида кимёвий боғнинг мавжудлиги аниқланмади. Улар орасида фақат молекулалар аро кучлар мавжуд экан. ТПТ компонентларининг турли хил миқдорлардаги олинган электронмикроскопик тасвирлари тизимнинг гетерофазали эканлигини кўрсатди. Полиуретаннинг тузилишида гомополимерда кристалл соҳаларнинг мавжудлиги ҳақида маълумот берувчи сферолит супрамолекуляр шаклланишлар мавжудлиги аниқланди. Полиуретаннинг рентген диаграммаси ушбу тахминни тасдиқлади: термопластнинг кристаллиги тахминан 20%ни ташкил қиласди. ТПТ да компонентлар нисбати ЭД:ПУ 50:50 гача бўлганда полиуретан тузилишида мавжуд бўлган кристалл соҳалар, рентген дифрактограммаларида аниқланмади, шунинг учун уларнинг тузилиши аморф соҳалардан ташкил топган. Полиуретан ТПТ да дисперс муҳит бўлган нисбатидан бошлаб, баъзи кристалл соҳалар ва кристаллик даражаси ҳосил бўлади, масалан, ЭД:ПУ 30:70

таркибидан 14/5 гача етади.

Шундай қилиб, Флори-Скотт назариясига асосланиб, эпоксидаан олигомерлари суюқланмада полиуретан билан термодинамик жиҳатидан 77% гача мослиги аниқланди. Маълум бўлишича, ТПТ гетерофазали тузилишга эга ва бунда полиуретан тузилиши сезиларли ўзгаришларга учрайди.

Диссертациянинг «Полиуретан эластомерлари ва эпоксидаан полимерлар асосидаги ўзаро бирикувчи тизимларнинг – ЎБТ релаксацион ва резонанс максимумлари, қовушқоқ-эгилувчан хоссаларини тадқиқ қилиш» деб номланган тўртинчи бобида органоминерал ингредиентлар билан тўлдирилган полиуретан эластомерлари ва эпоксидаан полимерлари асосидаги ўзаро бирикувчи тизимларнинг – ЎБТ релаксацион ва резонанс жараёнлари, қовушқоқ-эгилувчан хоссаларини тадқиқ қилиш натижалари, ЎБТ эгилувчан динамик модулининг математик тавсифлари, йўқотиш ва ютилиш коэффициентлари орасидаги боғлиқлик келтирилган, шунингдек, механик йўқотиш коэффициентининг компонентларни ажратиш даражасига боғлиқлиги тенгламаси кўриб чиқилади.

Т_с (370 К) да малеин ангидриди билан қотирилган ЭД-16 эпоксид олигомери асосидаги эпоксид полимер механик йўқотиш коэффициентининг қиймати 0,50 ни ташкил этди, полиуретанники эса (260 К) да 1,08 ва нормал ҳароратда 0,68 ни ташкил этди. 290 К да полиуретаннинг қаттиқ блокларидағи сегментларнинг ҳаракати туфайли механик йўқотишнинг иккинчи максимуми аниқланди.

Эпоксид полимери ва полиуретан асосидаги полимер аралашманинг қовушқоқ-эгилувчан хоссаларини ўрганишда ЎБТ учун гомополимерларнинг диссипатив ҳусусиятларини ўрганишнинг мавжуд резонансли усуллари тўғри келмаслиги аниқланди. Шу сабабли ЎБТ га эга бўлган полимер аралашмаларининг қовушқоқ-эгилувчан хоссаларини аниқлаш учун янги комбинацияланган резонанс-энергетик усули таклиф қилинди. Ушбу усулнинг асосида полимерларнинг диссипатив ҳусусиятларини ўрганишда резонанс ва энергетик усулларни биргаликда қўллаш таклиф этилади. ЎБТнинг эгилувчанлик модули дисперс мухит ҳисобланган компонентнинг резонанс частотаси бўйича аниқланди. Механик йўқотиш коэффициенти эса энергетик метод билан қўйидаги формула бўйича аниқланди:

$$\eta = \frac{\Delta W}{W} \quad (1)$$

Механик йўқотиш коэффициенти қўйидаги ифода билан аниқланиши маълум:

$$\eta = \frac{E''}{E'} \quad (2)$$

(2) формуланинг ўнг томонини 0,5 $\varepsilon^2 V$ га кўпайтириб, қўйидагини оламиз:

$$\eta = \frac{0,5 E'' \varepsilon^2 V}{0,5 E' \varepsilon^2 V} \quad (3)$$

Ушбу ифодани

$$E'' = \sqrt{[E^*] - (E')^2}$$

(3) ифодага қўйиб, қуйидагини оламиз:

$$\eta = \sqrt{\frac{|0,5 E^* \varepsilon^2 v|^2}{(0,5 E' \varepsilon^2 v)^2} - I} \quad (4)$$

ёки

$$\eta = \sqrt{\frac{|w^*|^2}{(w)^2} - I} = \frac{\Delta W}{w'}$$

бу ерда

$$|w^*| = \sqrt{(w')^2 + (\Delta w)^2}.$$

Шундай қилиб, тизимнинг механик йўқотиш коэффициенти потенциал энергиянинг (ΔW) материалга ютилган қисмининг материалдаги ҳақиқий иғифилган энергияга (W^1) нисбати билан аниқланади.

Энди (4) формулани қуйидаги қўринишда ёзиш мумкин:

$$\eta = \sqrt{\frac{|0,5 E * \varepsilon_0^2 V_0|^2}{(0,5 E' \varepsilon^2 v)^2} - I}$$

бу ерда: E^* ва E – эгилувчанликнинг комплекс модули ва унинг ҳақиқий қисми, МПа;

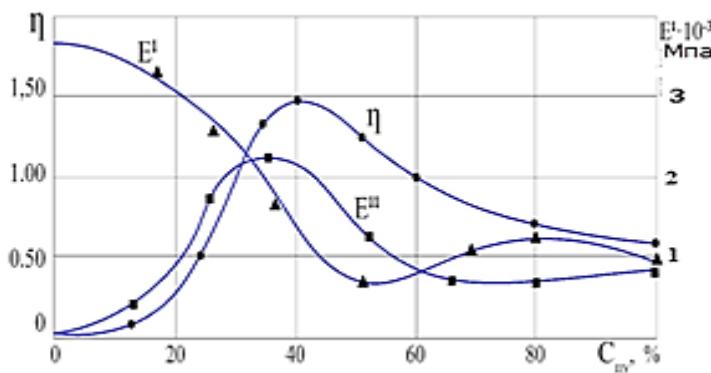
ε_0 ва ε – полимер ва металл намуналарининг нисбий деформацияланиш катталиклари;

V_0 ва V – полимер ва металл намуналарининг хажми, см^3 .

Сўнгра ЎБТнинг қовушқоқ-эгилувчан хоссаларини компонентлар нисбати ва ҳароратга боғлиқлиги бўйича тадқиқот натижалари келтирилган. Эпоксид тўрда полиуретанинг мавжудлиги тизимнинг қовушқоқ-эгилувчан хоссаларини сезиларли даражада ўзгартиради. Полиуретан миқдори 40% гача бўлганда (1-расм) тизимнинг қовушқоқ-эгилувчанлиги максимум билан ўсиши ва 1,50 га етиши, ЭД-16 да 0,22 га полиуретанда 0,686 га етиши кузатилди.

Бу эса ўз навбатида ўзаро тикилиши туфайли таъсирлашувда иштирок этаётган макромолекулалар миқдорининг ортиши билан боғлик.

Шунингдек тизим модулининг компонентларнинг teng нисбатида минимум билан экстремал ўзгариши кузатилади. Бунда тизимнинг модул катталиги тизимда тикилган полимернинг улуши 50% бўлишига қарамай, чизиқли полимерникидан ҳам паст бўлади.



1-Расм. ЎБТ қовушқоқ-эгилувчан хоссаларининг тизимдаги полиуретан миқдорига боғлиқлиги

Йўқотиш модули (E'') ё каби ЭД:ПУ 65:35 нисбатларда максимум билан экстремал ўзгаради. E' эгилувчанлик модули (1-расм) ҳатти-ҳарақатидаги кузатилаётган синергик таъсири полиуретан макромолекуласи иштирокидаги тизимни ташкил этувчи эпоксид тўрнинг қалинлигини ва стерик таъсир туфайли макромолекула қатлами зичлигининг камайиши билан асосланади. Тикилган полимерни тасдиқлаш даражасининг ўзгаришини ва макромолекулаларнинг ўзаро тикилишини ҳисобга олган ҳолда унинг таркиби ўзгартирилганда ярим-ЎБТнинг эгилувчанлик модулининг ҳатти-ҳарақатини тахмин қилиш имконини берадиган тенглама ҳосил қилинди:

$$(E^1)^{1/5} = [\Phi_A (E_A)^{1/5} + \Phi_B (E_B)^{1/5} Y] V^{1/S}$$

бу ерда: Φ_A ва Φ_B – полимерларнинг хажмий улуши;

E_A ва E_B – чизиқли ва тўрсимон полимерларнинг эгилувчанлигининг динамик модули, МПа;

γ – тўрсимон полимернинг қотиш даражаси;

$v = (2 - \alpha)$ – полимер макромолекуласининг ўзаро тикилишини ҳисобга олган параметр;

α - компонентларнинг сегрегацияланиш (ажратиш) даражаси.

ЎБТ ё га компонентларнинг турли хил миқдорларида ҳароратга боғлиқ ҳолдаги (1-расм) тадқиқот натижалари шуни қўрсатдики, гомополимерлар ва аралашмалар шишаланиш ҳарорати яқинлашиб, бунда ЭД:ПУ 75:25 ё нинг максимум қийматлари бир қанчага камаяди, лекин фазалар аро қатламларда ё нинг сезиларли ортиши кузатилди. Тизимда полиуретан миқдорининг кейинчалик яна ортиши аралашмадаги компонентларнинг ё ни ортишига олиб келади ва шишаланиш ҳарорати соҳаси кенгаяди. ЎБТда гомополимерлар T_g бир-бирига яқинлашиши ва силжиши ҳар хил полимерлар макромолекулаларининг ўзаро бир-бири билан бирикиб, тикилиши ҳақида маълумот беради. Эпоксид тўр полиуретан учун тўлдирувчи сифатида хизмат қиласи, шунинг учун занжирларнинг эгилувчанлиги камайиши туфайли T_g нисбатан юқори ҳарорат томонига силжийди. Ўз навбатида полиуретан макромолекулалари эпоксидни ташкил этувчиларга пластификацияловчи таъсир кўрсатади ва тикилган полимернинг T_g нисбатан паст ҳарорат

томонига силжийди. Полиуретан компонентининг ЭД:ЛУ 70:30 дан 60:40 гача нисбатларида Т_ш нинг нисбатан паст ҳарорат томонига силжиши тизимнинг термодинамик бекарорлиги билан асосланади ва макромолекула қатлам зичлигининг камайишида намоён бўлади.

ЎБТ да η нинг Е' га компонентларнинг турли хил миқдорларида ва ҳароратларидаги математик боғлиқлиги олинган. Бунда η катталиги Е* билан чизиқли боғланган ва қўйидаги тенглама кўринишида ёзилади:

$$\eta = \frac{6,5(3200 - E') + 91(T - 273)1,26}{10000} \quad (9)$$

Бу тенглама қўйидаги интервалдаги боғлиқликни қониқарли ифодалайди:
 $E' = 1500 - 3000 \text{ МПа}$ ва $T = 273 - 313 \text{ К}$

Ярим-ЎБТда компонентларнинг турли хил нисбатларида релаксацион параметрлар максимуми бўйича компонентларнинг сегрегацияланиш даражасини аниқлаш шуни кўрсатдики (2-расм), тизимда полиуретан улушининг ортиши билан компонентларни ажратиш даражаси пасаяди ва ташкил этувчиларнинг тенг нисбатларида минимумга етади. Бу шуни кўрсатадики, ярим-ЎБТда компонентларнинг мосланувчанлиги яхшиланади, η ошади, ўзаро таъсирилашувда иштирок этувчи гомополимер макромолекулалари сони ортади.

Шундай қилиб, ярим-ЎБТда компонентларни ажратиш даражаси унинг қовушқоқ-эгилувчан хоссаларига сезиларли таъсири кўрсатади, деган холосага келиш мумкин.

Релаксацион максимумларни олиш жараёни баъзи-бир экспериментал қийинчиликлар билан боғлиқ. Шу сабабли, ушбу ишда резонанс максимум параметрлари бўйича α ни аниқлаш усули таклиф қилинган. α катталиги релаксацион параметрлар максимуми бўйича α ни аниқлаш формуласи билан ҳисобланади, фақат унга кирган кўрсаткичларнинг номлари ўзгартирилади:

$$\alpha = \frac{h_1 + h_2 - \lambda\omega}{h_1^0 + h_2^0} \quad (10) \quad \lambda\omega = \frac{l_1 h_1 + l_2 h_2}{L}$$

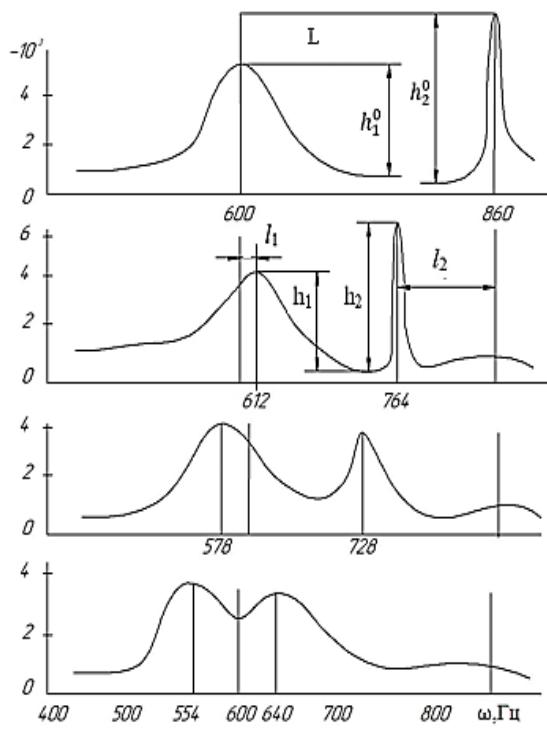
бу ерда: $h_1^0, h_2^0 \text{ К}$ – мос равища гомополимерларнинг резонанс максимум катталиклари, мм;

h_1, h_2 – аралашмани ташкил этувчи компонентлардаги резонанс максимум катталиклари, мм;

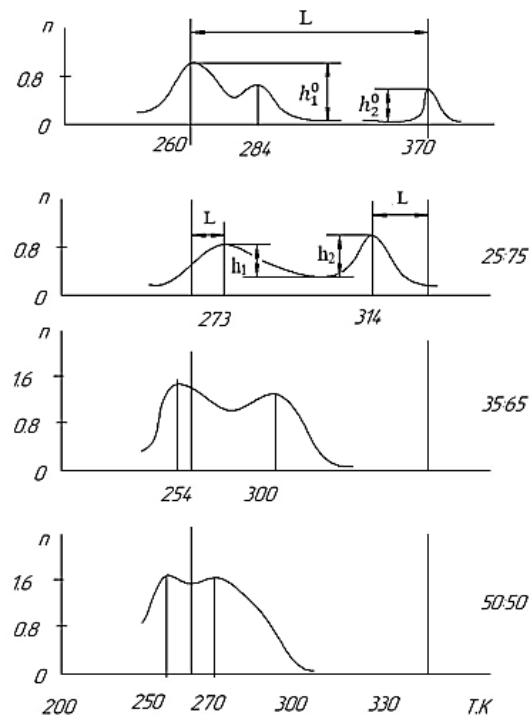
$\lambda\omega$ – частотали шкала бўйича резонанс максимумлари ҳолатини силжишини кўрсатувчи параметр, мм;

l_1, l_2 – гомополимерларнинг резонанс частоталари орасидаги интервал, мм (3-расм).

Резонанс ҳамда релаксацион максимум (таққослаш учун) параметрлари бўйича ҳисобланган компонентларнинг ажратиш даражаси 1 - жадвалда келтирилган.



**2-Расм. Яirim-ЎБПТ да механик
йүқотиши коэффициентининг
ҳароратга боғлиқлиги**



**3-Расм. Яirim-ЎБПТ нисбий
деформациясининг частотага
боғлиқлиги**

1-жадвал

Яirim-ЎБПТ да компонентларнинг ажратиш даражаси

Яirim-ЎБПТ нинг таркиби, %		Резонанс параметрлар максимуми бўйича ҳисобланган α	Релаксацион параметрлар максимуми бўйича ҳисобланган α
ЭД	ПУ		
85	15	0,695	0,880
75	25	0,651	0,690
65	35	0,366	0,358
60	40	0,234	0,200
50	50	0,161	0,136

1-жадвалдан кўриниб турибдики, яirim-ЎБПТ да ажратиш даражасининг қийматлари иккита ҳар хил максимум параметрлари бўйича аниқланганлари яхши мослашади.

Тўлдирувчи билан тўлдирилган ЎБТларнинг қайишқоқ-эгилувчан хоссаларини тадқиқ қилиш натижалари келтирилган.

Тўлдирилган ЎБТларнинг ҳароратга боғлиқлигини ўрганиш шуни кўрсатдиди, тўлдирувчиларнинг миқдори ортган сари, кам концентрацияларидан ташқари, тизимдаги компонентларнинг ажратиш даражаси ортиши кузатилди (2-жадвал). Бунда эпоксидни ташкил этувчиларини T_g нисбатан юқори ҳарорат томонига силжийди, полиуретан компонентларининг T_g ҳолати амалда ўзгармайди. Бу ҳолат тўлдирувчилар тизим компонентларидан бири – эпоксид полимер билан танлаб таъсир этиши

хақида маълумот беради.

2-жадвал

**ЎБТ даги компонентларни ажратиш даражаси ўзгаришининг
тўлдирувчи миқдорига боғлиқлиги**

Тўлдирувчилар	Тўлдирувчилар миқдори, х. қ.					
	0	5	10	20	30	40
Каолин	0,386	0,334	0,487	0,600	0,630	0,660
Тальк	0,386	0,354	0,469	0,558	0,610	0,668
Графит	0,386	0,365	0,544	0,665	0,705	0,738

Изоҳ: Дастлабки таркиб ЭД:ПУ 65:35

Шундай қилиб, ЎБТ га киритилган тўлдирувчилар тизим таркибига кирувчи компонентлардан бири билан танлаб таъсирлашади ва компонентларнинг мослашувчанлигини камайтиришга олиб келади.

Диссертациянинг «**Пахтани қайта ишлаш машина ва механизмлари ишчи органлари учун поли-ЎБТ асосидаги вибродемпифирловчи композицион полимер материалларининг самарали таркибларини ва улардан қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва уларнинг самарадорлиги**» деб номланган бешинчи бобида ЎБТлар асосида вибродемпифирловчи композицион полимер материалларнинг самарали таркиблари ва олиш технологияси, уларнинг физик-механик хоссаларини тадқиқ қилиш, уларни олиш технологик регламенти, тажриба-саноат синови ва яратилган композицион полимер материалларни пахтани қайта ишлаш машина ва механизмлари ишчи органларида қўллаш ҳамда уларнинг техник-иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш натижалари келтирилган.

Қовушқоқ-эгилувчан хоссалари билан бир қаторда вибродемпифирловчи хоссага эга бўлган ЎБТларнинг самарали таркибларини ишлаб чиқиш учун тўлдирувчилар билан тўлдирилган ва тўлдирилмаган ЎБТнинг механик хоссалари тўлдирувчиларнинг миқдори ва компонентларнинг нисбатига боғлиқ ҳолда ўрганилди. Тизимдаги полиуретан улушининг ортиши билан қопламанинг микроқаттиқлиги ва адгезион мустаҳкамлиги камаяди ва компонентларнинг teng нисбатларида минимум орқали ўтади. Бунда тизимнинг зарбага чидамлилиги ортади ва ЭД:ПУ 65:35 да максимумга етади.

Кейинчалик тизимнинг зарбага чидамлилиги компонентлар нисбати 50:50 га teng бўлгунча камайиши кузатилади. Полиуретан дисперс муҳит бўлгандан, тизимнинг зарбага чидамлилиги сезилмас даражада ортади. Тизимнинг зарбага чидамлилик катталиги ЭД:ПУ 65:35 нисбатларгача ортиши эпоксид полимерда термопластнинг пластификацияловчи ҳаракати ҳисобига ички кучланишнинг камайиши туфайли содир бўлади, унинг пасайиши эса стерик таъсир туфайли макромолекула тахлами зичлигининг камайиши туфайли содир бўлади. Адгезион мустаҳкамлигининг камайиши, шунингдек, тизимнинг микроқаттиқлиги тахлам зичлигининг пасайиши туфайли компонент макромолекулаларининг қатлам билан адсорбцион таъсирлашувининг ёмонлашиши туфайли содир бўлади.

ЎБТга тўлдирувчиларнинг киритилиши қопламаларнинг адгезион мустаҳкамлигини камайтиради, микроқаттиқлиги эса сезиларли даражада ортади. Бу эса ўз навбатида тўлдирувчи заррачалари билан уларнинг ўзаро таъсиrlашуви туфайли эпоксид олигомери макромолекуларининг қатlam билан адсорбцион таъсиrlашувининг ёмонлашиши билан боғлиқ.

ЎБТнинг қовушқоқ-эгилувчан хоссалари ва улар асосидаги қопламаларнинг механик хоссаларини тадқиқ қилиш бўйича ўтказилган тажрибалар натижасида полимер аралашмалар асосида самарали тебранишни ютувчи материаллар ва улардан қопламаларни яратиш бўйича тамойиллар таклиф этилган. Эксплуатация қилиш шароитига ва таклиф этилган тамойилларга боғлиқ ҳолда тадқиқ қилинган ярим ЎБТ асосида янги, юқорисамарадор тебранишни ютувчи композициялар ишлаб чиқилди, уларнинг хоссалари 3 – жадвалда келтирилган.

3-жадвал

Ишлаб чиқилган тебранишни ютувчи композицияларнинг хоссалари

Хосса Композиция	ВЭПУ-1	ВЭПУ-2	ВЭПУ- ИК	ВЭПУ- ИТ	Антивибрит- 2*
Механик йўқотиши коэффициенти η	1,35	1,50	1,06	1,03	0,44
Эгилувчанликнинг динамик модули $E \cdot 10^{-3}$, МПа	1,77	1,56	2,02	1,87	3,00
Йўқотиши модули $E \cdot 10^{-3}$, Мпа	2,40	2,25	2,12	1,92	1,32
Механик йўқотишнинг самарадор коэффициенти η_s , $\beta = 2,0$ бўлганда	0,21	0,20	0,18	0,16	0,10
Адгезион мустаҳкамлиги σ_A , МПА	19,60	16,00	15,20	12,60	21,00
Зарбага чидамлилиги, $\sigma_{уд}$, $N \cdot m$	4,56	4,17	5,00	4,48	2,00
Эксплуатация қилиш ҳарорат диапазони, К	240	310	240	320	300÷340
Зичлик, ρ , кг/ m^3	1190	1180	1280	1230	1320
$\eta_s=0,05$ бўлгандаги нисбий нарх	C,61	0,65	0,49	0,53	1,00

* - Эпоксид олигомери асосида мавжуд бўлган тебранишни ютувчи композицион материал

Ушбу композициялар мавжуд бўлган тебранишни ютувчи материаллар: "Адем", "Агат", Антивибрит-2 ва бошқаларга қараганда тахминан икки марта катта бўлган юқори йўқотиши модулига эга. ВЭГГУ-1 ва ВЭПУ-2 композицияларини тебраниш энергиясини интенсив ютиш зарур бўлган шароитларда муваффақиятли қўллаш мумкин, ВЭПУ-ИК ва ВЭПУ-ИТ композициялари эса тебранишнинг ютилиши ўртача талаб қилинган жойларда қўллаш учун тавсия этилади.

Шу билан бирга, ЎБТ асосидаги қопламанинг нисбий қалинлиги ва

ҳароратни, уларнинг тебранишни ютилиш хоссаларига таъсири ўрганилди. Материалдан фарқли равишда ярим-ЎБТ асосидаги қоплама ҳарорат шкаласида механик йўқотишнинг самарадор коэффициенти η_3 деб номланган битта кенг максимумига эга.

Тебраниш вақтида энергия ютувчи сифатида муваффақиятли қўллаш мумкин бўлган ярим-ЎБТ асосидаги қопламаларни эксплуатация қилиш ҳарорат оралиғи (240 - 320 К) аниқланди. Ўтказилган тадқиқотлар натижалари асосида η_3 ни қоплама қалинлиги ва материалнинг қовушқоқ-эгилувчан характеристикаси билан боғловчи эмпирик tenglama олинди:

$$\eta_3 = A \eta \frac{E'}{E'_n} B \beta \quad (II)$$

бу ерда: A – полимер аралашмаси тузилишига боғлиқ бўлган параметр, (- ушбу ҳолатда $A = 2,3$);

η – материалнинг механик йўқотиш коэффициенти;

E' ва E'_n материал ва қатламнинг эгилувчан динамик модули;

β – нисбий қалинлик.

(II) tenglama $\beta = 0,5 * 2,5$ бўлганда ҳақиқий ҳисобланади.

ЎБТ ларнинг вибродемпирловчи композицион полимер қопламаларини Пискент пахта тозалаш заводи машина ва механизмларнинг тебранувчи элементларида (корпусларида, вентилятор парракларида, тозаловчиларнинг юпқа корпусларида ва линтерларни таъминловчиларда) тажриба саноат синовидан ўтказилганда, тозаловчи ва джин-линтерли цехлардаги шовқин даражасини 7 дан 24 дБ гача камайтириш имконини берди. Пахтани қайта ишлаш машина ва механизмларига хизмат қўрсатувчи ишчи ходимларнинг меҳнат шароитлари яхшиланди. Ушбу заводда ишлаб чиқилган тебранишни ютувчи композиция қоплама кўринишида амалиётга жорий этишдан олинган иқтисодий самарадорлик 152 млн. сумни ташкил этди.

ХУЛОСА

1. Минерал тўлдирувчилар, полиуретан УК-1 ва ЭД-16 олигомеридан иборат эпоксид полимери асосидаги ЎБТ нинг қовушқоқ-эгилувчан ва механик хусусиятларини комплекс ўрганишда ўтказилган тадқиқотлар асосида вибродемпирловчи композицион полимер материаллар ва қопламалар яратишнинг илмий ёндашуви ишлаб чиқилди.

2. ЎБТ нинг йўқотиш модули “E” мавжуд бўлган тебранишни ютувчи материалларнинг йўқотиш модулидан $1,5 + 2,0$ марта ортиши кўрсатилди.

3. Полимерларнинг қовушқоқ-эгилувчан хоссаларини тадқиқ қилиш резонанс ва энергетик усулларни биргаликда қўллашдан иборат бўлиб, ярим-ЎБТ ҳосил қилувчи полимер тизимларнинг қовушқоқ-эгилувчан хоссаларини аниқлашда резонанс-энергетик усуллар ишлаб чиқилди ва назарий жиҳатидан асосланилди.

4. Икки фазали полимер тизимлардаги компонентларни

сегрегацияланиш даражасини аниқлашнинг резонанс максимумлари параметрлари бўйича, соддалиги ва тажрибада қўллаш осонлиги билан фарқ қилувчи янги усули таклиф этилди.

5. ЎБТ га эга бўлган икки фазали полимер тизимларнинг қовушқоқ-эгилувчан хоссалари компонентларнинг сегрегацияланиш даражасига сезиларли даражада боғлиқ эканлиги аниқланилди.

6. Тўлдирувчилар билан тўлдирилган ва тўлдирилмаган тизимларда компонентларнинг сегрегацияланиш даражаси ва механик йўқотиш коэффициенти орасида ҳамда турли хил ҳароратларда эгилувчанликнинг динамик модули ва механик йўқотиш коэффициенти орасида корреляцион боғликлек мавжудлиги аниқланилди.

7. ЎБТ дан тайёрланган қопламалар бир хил нисбий қалинликдаги мавжуд тебранишни ютувчи қопламаларга қараганда юқори η_{ω} га эгалиги аниқланилди.

**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**

НАВРУЗОВ ФАРХОД МАМАТКУЛОВИЧ

**РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ
ВЗАИМОПРОНИКАЮЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ И
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЙ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**02.00.07 – Химия и технология композиционных, лакокрасочных и резиновых
материалов**

**05.02.01 – Материаловедение в машиностроении. Литейное производство.
Термическая обработка и обработка металлов давлением. Металлургия черных,
цветных и редких металлов. Технология радиоактивных, редких и благородных
металлов (технические науки)**

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

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером B2021.3.PhD/T2346 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 и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу www.ziyonet.uz.

Научный руководитель:

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

Абед Нодира Сойибжоновна
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Рискулов Алимжон Ахмаджанович
доктор технических наук, профессор

Халимжонов Тахир Салимович
кандидат технических наук, доцент.

Ведущая организация:

Андижанский институт машинастроения

Защита диссертации состоится **«26» октября 2021 года в 15⁰⁰ часов (онлайн)** на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.K/T.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 taraqqiyot@mail.ru на здание «Фан ва тараккиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (Зарегистрированный номерам № 24). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба, 7а. Тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73.

Автореферат диссертации разослан «14» октября 2021 года
(протокол реестра № 24-2021 от 27 августа 2021 г.)

 **А.В. Умаров**

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

 **М.Э. Икрамова**

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

 **А.М. Эминов**

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



ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире для снижения степени вибрации и уровня шума при эксплуатации машин и механизмов осуществляется усовершенствованием конструкций рабочих органов машин и применением полимерных материалов. При этом особое внимание уделяется предотвращению вибрации и шума путем покрытия деталей рабочих органов машин и механизмов полимерными композиционными материалами, что является более экономически выгодным по сравнению с созданием усовершенствованных или новых рабочих органов машин.

В мире проводятся научно-исследовательские работы по снижению степени вибрации и уровня шума с применением вибродемпфирующих композиционных полимерных материалов в их рабочих органах. В этом аспекте, получение покрытия из них на вибрирующих поверхностях рабочих органов машин сложной конфигурации, широкое использование их в качестве вибропоглощающего и вибродемпфирующего материала, разработка новых композиционных материалов на основе смесей полимеров, образующих взаимопроникающую полимерную сетку (ВПС), представляющие собой уникальный тип полимерных смесей и обеспечивающие их высокую вибродемпфирующую способность, позволяющих получать покрытия из них на поверхности сложных деталей и рабочих органов машин имеет особое значение.

В республике проводятся исследования по вязкоупругим и физико-механическим свойствам ВПС, позволяющие разработать на их основе вибропоглащающие материалы и достигаются определенные результаты. 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...»² поставлены важнейшие задачи. В этой связи, проведение исследований, позволяющие повысить вязкоупругие свойства ВПС и разработать эффективные вибродемпфирующие композиционные полимерные материалы машиностроительного назначения, имеет важное значение.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных в указе Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы», № УП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускорению развития химической промышленности в Республике Узбекистан», Постановлении от 23 августа 2017 г. № ПП-3236 «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 гг.» и других нормативно-правовых документах, связанных с данной деятельностью.

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

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII. «Химическая технология и нанотехнология».

Степень изученности проблемы. По разработке новых композиционных полимерных материалов (КПМ) внесли определенный вклад такие известные ученые, как A. Hayashi, S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, D. Jully, G. Akovali, Н.С. Ениколопов, С.Н. Журков, В.В. Коршак, С.А. Вольфсон, А.А. Берлин, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, Э.Ф. Олейник, Ф. Мэттьюз, Г.С. Головкин, М.А. Аскarov, С.Ш. Раширова, А.Х.Юсупбеков, А.С. Ибодуллаева, а разработке технологии получения покрытий из них посвящены работы В. Arkes, R. Goudhue, A.A. Askadski , В.А. Белого, А.Д. Яковлева, В.Г. Савкина, А.В. Струк, В.П. Соломко, Р.Г. Махкамова, С.С. Негматова, А.А. Рыскулова, Г. Гулямова, Н.С. Абед и многих других.

Исходя из анализа существующих работ, необходимо отметить, что вопросы повышения работоспособности и эффективности металлополимерных материалов и покрытий, применяемых в узлах трения машин и механизмов с высокими вибродемптирующими свойствами далеки еще от своего решения. Это связано со сложностями, связанными с комплексным изучением физико-механических, вибродемптирующих свойств композиционных полимерных материалов и покрытий из них, работающих в условиях вибрации деталей машин и отсутствием оригинальных технологий их получения. Решению этих проблем и посвящена настоящая работа.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ в государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени И. Каримова в следующих проектах: фундаментальный научный проект №Ф-7-9(Ф-7-95) “Выявление закономерностей и исследование механизма формирования и разрушения адгезионных свойств полимерных материалов в зависимости от различных ингредиентов для получения эффективных полимерных лакокрасочных, композиционных материалов и покрытий на их основе” (2017-2020 гг.); международный прикладной проект №MRB-OT-2019-25 «Разработка новых вибропоглащающих полимерных композиционных материалов и покрытий на основе органоминеральных ингредиентов и индустриальных отходов производств для изготовления деталей различных машин, механизмов и технологического оборудования, обеспечивающих снижение шума и улучшение экологической обстановки в производственных помещениях на льно- и хлопкоперерабатывающих, металлургических и других предприятиях» (2019-2021 гг.).

Целью исследования является разработка составов вибропоглащающих композиционных материалов на основе взаимопроникающих полимерных

систем и технологии получения покрытий машиностроительного назначения.

Задачи исследования:

исследование влияние условий формирования на свойства ВПС из эпоксидных полимеров ЭД-16, ЭД-20, ЭИС-1 и полиуретана УК-1;

выявление влияние соотношения органоминеральных компонентов на вязкоупругие свойстве ВПС;

исследование температурной зависимости вязкоупругих свойств полу-ВПС и установление характера влияния наполнителей на их свойства;

разработка принципов создания вязкоупругих вибродемпфирующих материалов на основе ВПС и создание из них новых вибродемпфирующих полимерных композиций и покрытий машиностроительного назначения;

разработка научно-методических принципов и технологии получения композиционных вибродемпфирующих полимерных материалов и покрытий на их основе;

проведение опытно-производственных испытаний созданных вибродемпфирующих композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов и расчет их эффективности.

Объектом исследования являются вибродемпфирующие, термопластичные и термореактивные полимеры, отвердитель: полиэтиленполиамин–ПЭПА и малеиновый ангидрид-МА, органоминеральные наполнители – графит, тальк, каолин, резиновый порошок.

Предмет исследования состоит из исследований формирования ВПС и ее влияние на структуру, вязкоупругие, физико-механические и демпфирующие свойства разрабатываемых вибродемпфирующих композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе, а также разработка их эффективных составов.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы ИК-спектроскопия, рентгенофазный и дифференциально-термический анализ и для определения физико-химических и физико-механических свойств олигомеров, пластификаторов, отвердителей, полимеров и композиций использованы общепринятые стандартные методы.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

выявлено, что вязкоупругие свойства систем зависят от режима получения полимерной композиции комплексных вязкоупругих и механических свойств ВПС на основе эпоксидаиновых полимеров и термопластичного полиуретана;

теоретически обоснован способ исследования вязкоупругих свойств гетерофазных полимерных систем, образующих ВПС, сущность которого заключается в комбинированном использовании резонансных и энергетических методов определения вязкоупругих характеристик полимеров;

установлено, что вязкоупругие свойства ВПС существенно зависят от

степени сегрегации компонентов и кинетики формирования системы, а также разработан способ определения степени сегрегации компонентов в ВПС по параметрам резонансных максимумов, отличающиеся простотой и хорошей экспериментальной производимостью;

установлены корреляционные зависимости между коэффициентом механических потерь и динамическим модулем упругости ВПС при различных соотношениях компонентов и температур, а также между коэффициентом механических потерь и степенью сегрегации компонентов в системе.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан научно-обоснованный принцип создания эффективных составов вибродемптирующих полимерных композиций и покрытий из них на основе ВПС;

получено эмпирическое уравнение зависимости эффективного коэффициента механических потерь покрытия от относительной толщины, справедливых как для ВПС, так и для их составляющих, а также наполненных систем;

полученное уравнение зависимости модуля упругости ВПС от соотношения компонентов, корреляционные зависимости между коэффициентом механических потерь и модулем, а также между коэффициентом механических потерь и степенью сегрегации позволяют прогнозировать вязкоупругие свойства двухфазных систем;

на основе научно-обоснованного подхода с выбранными термореактивными, термопластичными полимерами и органоминеральными наполнителями разработаны эффективные составы и технология получения вибродемптирующих композиционных материалов и покрытий на основе ВПС.

Достоверность полученных результатов обоснована совокупностью использованных физико-химических (ИК-спектроскопии, рентгеноструктурного, химического и дифференциально-термического анализов), а также полученные результаты физико-механических и вибродемптирующих методов исследований обработаны математико-статистическим методом.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость полученных результатов исследования обуславливается влиянием специфической структуры, концентрации, дисперсности, степени анизотропии на вибродемптирующие и физико-механические свойства органоминеральных наполнителей в композиционных полимерных материалах и покрытиях на их основе и при добавлении к полимерным материалам определенных органоминеральных ингредиентов установлено, что демптирующее свойство повышается в 1,6-1,8 раза и поглощение шума на 40-50%.

Практическая значимость результатов исследования заключается в применении разработанных вибродемптирующих, звукоизолирующих

композиционных полимерных материалов и покрытий из них в рабочих органах и корпусных конструкциях хлопкоперерабатывающих машин и механизмов, а также в других отраслях промышленности, что служит для повышения их работоспособности и долговечности, снизить уровень шума в производственном помещении.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов по разработке составов вибропоглощающих композиционных материалов на основе взаимопроникающих полимерных систем и технологии получения покрытий машиностроительного назначения достигнуто следующие:

разработанные составы вибропоглощающих композиционных полимерных материалов на основе взаимопроникающих систем были внедрены Пискентском хлопкоочистительном заводе в качестве покрытий на тонкостенных металлических конструкциях рабочих органов пильчатых очистителей хлопка-сырца (Справка АО «PAXTASANOAT ILMIY MARKAZI» от 24.08.2021 №02-11/403). В результате, появилась возможность снизить уровень шума на 7-24 дБ в производственных помещениях, увеличилась срок службы пильчатой гарнитуры, в результате замена пильчатых секторов из-за поломки и изгиба зубьев пил сократилась на 50%;

разработанные составы вибропоглощающих композиционных полимерных материалов на основе взаимопроникающих систем были внедрены Пискентском хлопкоочистительном заводе в качестве покрытий на поверхности корпусов джина и линтера, (Справка АО «PAXTASANOAT ILMIY MARKAZI» от 24.08.2021 №02-11/403). В результате, появилась возможность снизить дробленность семян от 0,18-0,36%;

разработанные составы вибропоглощающих композиционных полимерных материалов на основе взаимопроникающих систем были внедрены Пискентском хлопкоочистительном заводе в качестве покрытий на вентиляторах дворовой пневматики, (Справка АО «PAXTASANOAT ILMIY MARKAZI» от 24.08.2021 №02-11/403). В результате, появилась возможность снизить повреждаемость хлопковых волокон на 0,5 -0,7%, позволили повысить экономическую эффективность каждого хлопкоочистительного завода.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований оглашены на 2 республиканских и 2 международных конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 12 научных работ. Из них 8 научных статей, 7 статей в республиканских и 1 статья в зарубежном журнале, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации составляет 110 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована их достоверность, раскрыты теоретические и практические значимости полученных результатов, приведены результаты внедрений разработок, результаты апробации работы, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **“Современное состояние вибродемптирующие композиционных полимерных материалов и взаимопроникающих полимерных систем и их анализ”** приведен анализ современных литературных источников о состоянии применения разработанных в последние годы множества различных вибродемптирующих и взаимопроникающих полимерных композитов на основе комплексного анализа и сформулированы требования, предъявляемые к созданию эффективных составов и технологии получения вибродемптирующих композиционных полимерных материалов (КПМ) и покрытий на их основе с высокими физико-механическими свойствами, ударной и адгезионной прочностями.

Из обзора литературы установлено, что при разработке вязкоупругих композиционных полимерных материалов ВПС и покрытий из них, эксплуатирующихся при выбрационных условиях недостаточно изучено влияние природы, вида, содержания и соотношения органоминеральных наполнителей, вводимых в состав композиции, а также отсутствуют научно-обоснованные подходы к созданию их эффективных составов и технологии получения, что и определило цель настоящей диссертационной работы.

Во второй главе диссертации **“Выбор и обоснование объекта и методики исследования вибропоглощающих композиционных полимерных материалов и ВПС”** изложен и обоснован выбор объектов, описаны методики получения композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе, а также методика и установка для изучения вязкоупругих вибродемптирующих физико-механических свойств композиционных полимерных материалов с ВПС и покрытий из них. Рассмотрена методика статистической обработки результатов исследований вибродемптирующих физико-механических показателей композиционных полимерных материалов.

В третьей главе диссертации **“Исследование термодинамической совместимости и структурные характеристики взаимопроникающих систем на основе эпоксидиановых полимеров и полиуретана”** приведены результаты исследований термодинамической совместимости компонентов в ВПС, ИК-спектры, рентгенной дифрактограммы гомополимеров и ВПС,

вязкоупругие свойства композиций ВПС релаксационные и резонансные максимумы, сегрегация компонентов в ВПС и выбродемпфирующие-вязкотекущие свойства наполненных композиционных ВПС.

Термодинамическую совместимость компонентов в ВПС определяли на основе теории Флори-Скотта и установили, что свободная энергия смешения Гиббса в интервале содержания полиуретана в системах ЭД-16/ПУ/МА, ЭД-20/ПУ/МА и ЭИС-1/ПУ/МА до 77 % имеет отрицательное значение.

Отверждение эпоксидных составляющих ВПС проводили в двух стадиях. В первой стадии система находилась при 380 К в течение 2 часов, достаточной для раскрытия ангидридного кольца малеинового ангидрида. Во второй стадии система отверждалась при 430 К в течение 10 часов. Изучение вязкоупругих свойств ВПС, полученных при 430 К, в зависимости от продолжительности отверждения эпоксидного компонента показало, что коэффициент механических потерь в отличие от эпоксидного гомополимера возрастает и проходит через максимум (после 4-6 часов отверждения), а модуль упругости монотонно возрастает. Увеличение величины коэффициента механических потерь систем с увеличением густоты сетки эпоксидных полимеров до 72-78 % указывает на наличие взаимодействия макромолекул разнородных полимеров, вследствие взаимного переплетения макромолекул.

Таким образом, установлен оптимальный режим формирования ВПС: при 380 К - 2 часа; при 430 К - 4-6 часов.

Анализ кривых зависимости вязкоупругих свойств полимерных смесей от продолжительности отверждения эпоксидного компонента показал, что характер изменения вязкоупругих параметров систем во всех случаях не меняется, а наиболее максимальное значение коэффициента механических потерь наблюдается у ВПС из эпоксидного полимера на основе олигомера ЭД-16 и полиуретана.

На ИК-спектре ВПС не обнаружено наличие химической связи между макромолекулами эпоксидного полимера и полиуретана. Между ними существует только межмолекулярные силы. Полученные электронномикроскопические снимки ВПС при различных содержаниях компонентов показали на гетерофазность системы. В структуре полиуретана обнаружены сферолитные надмолекулярные образования, свидетельствующие о наличии кристаллических областей в гомополимере. Рентгеновская дифрактограмма полиуретана подтвердила это предположение: кристалличность термопласта составляет около 20 %. В ВПС до соотношения компонентов ЭД:ПУ 50:50 кристаллические области, имеющиеся в структуре полиуретана, на рентгеновских дифрактограммах этих систем не обнаружено, следовательно их структура состоит из аморфных областей. Начиная с соотношения, где в ВПС полиуретан является дисперсной средой, проявляются некоторые кристаллические области и степень кристалличности, например, состав ЭД:ПУ 30:70 достигает до 14/5.

Таким образом, на основе теории Флори-Скотта установлено, что

эпоксициановые олигомеры термодинамически совместимы с полиуретаном в расплаве до 77%. Выявлено, что ВПС имеет гетерофазную структуру, причем, структура полиуретана при этом претерпевает значительное изменение.

В четвертой главе диссертации «Исследование вязкоупругих свойств, релаксационных и резонансных максимумов взаимопроникающих систем-ВПС на основе эпоксициановых полимеров и полиуретановых эластомеров и сегрегация их компонентов» приведены результаты исследований вибродемпфирующих свойств, релаксационных и резонансных процессов взаимопроникающих систем – ВПС на основе эпоксициановых полимеров и полиуретановых эластомеров наполненных органоминеральными ингредиентами, математические описания динамического модуля упругости ВПС, взаимосвязь между коэффициентом потери и поглощения, а также рассматривается уравнение зависимости коэффициента механических потерь от степени сегрегации компонентов.

Значение коэффициента механических потерь эпоксидного полимера, на основе эпоксидного олигомера ЭД-16, отверженного малеиновым ангидридом при T_c (370 К) составил 0,50, а полиуретана 1,08 (260 К) и 0,68 при нормальной температуре. При 290 К обнаружен второй максимум механических потерь, обусловленный подвижностью сегментов в жестких блоках полиуретана.

При изучении вязкоупругих свойств полимерной смеси на основе эпоксидного полимера и полиуретана обнаружено, что существующие резонансные методы изучения диссипативных свойств гомополимеров не совсем приемлемы для ВПС. В связи с этим был предложен новый комбинированный резонансно-энергетический метод определения вязкоупругих характеристик полимерных смесей, имеющих ВПС. В основу данного метода положено комбинированное использование резонансных и энергетических методов изучения диссипативных свойств полимеров. Модули упругости ВПС определены по резонансной частоте того компонента, который является дисперсной средой. Коэффициент механических потерь определен энергетическим методом по формуле:

$$\eta = \frac{\Delta W}{W} \quad (1)$$

Известно, что коэффициент механических потерь определяется выражением

$$\eta = \frac{E''}{E'} \quad (2)$$

Умножив правую часть формулы (2) на $0,5 \varepsilon^2 V$ получим

$$\eta = \frac{0,5 E'' \varepsilon^2 V}{0,5 E' \varepsilon^2 V} \quad (3)$$

Учитывая, что $E'' = \sqrt{[E^*] - (E')^2}$ и введя это выражение в (3) получим

$$\eta = \sqrt{\frac{|0,5 E^* \varepsilon^2 V|^2}{(0,5 E' \varepsilon^2 V)^2} - I} \quad (4)$$

или

$$\eta = \sqrt{\frac{|w^*|^2}{(w)^2} - I} = \frac{\Delta W}{w'}$$

где

$$[w^*] = \sqrt{(w')^2 + (\Delta w)^2}$$

Таким образом, коэффициент механических потерь системы определяется отношением поглощенной части потенциальной энергии (ΔW) материалом к действительной накопленной энергии в материале (W^1).

Теперь формулу (4) можно записать в виде

$$\eta = \sqrt{\frac{|0,5 E * \varepsilon_0^2 v_0|^2}{(0,5 E' \varepsilon^2 v)^2} - I}$$

где: E^* и E - комплексный модуль упругости и его действительная часть, МПа;

ε_0 и ε - величины относительной деформации металлической и полимерной образцов;

V_0 и V - объем металлического и полимерного образцов, см³.

Далее приведены результаты исследований вязкоупругих свойств ВПС в зависимости от соотношения компонентов и температуры. Присутствие полиуретана в эпоксидной сетке существенно изменяет вязкоупругие свойства системы. Наблюдается нарастание η системы с максимумом до содержания полиуретана 40 % (рис.1) и доходит до 1,50 против 0,022 у ЭД-16 и 0,682 у полиуретана.

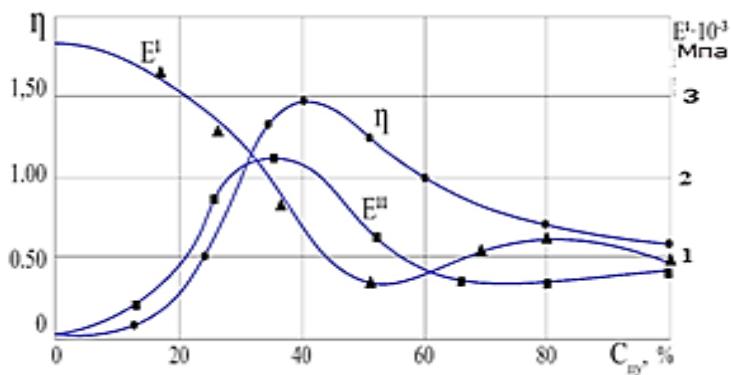


Рис. 1. Зависимость вязкоупругих свойств ВПС от содержания полиуретана в системе

Это обусловлено увеличением количества макромолекул участвующих во взаимодействии, вследствие взаимного переплетения. Также наблюдается экстремальное изменение модуля системы с минимумом при равном соотношении компонентов. При этом величина модуля системы становится даже ниже, чем у линейного полимера, несмотря на то, что доля *шилтого* полимера в системе составляет 50 %.

Модуль потерь (E'') также, как и η изменяется экстремально с максимумом при соотношении ЭД:ПУ 65:35. Наблюдаемый синергический эффект в поведении модуля упругости E' (рис.1) обусловлен с уменьшением

густоты сетки эпоксидного составляющего системы в присутствии макромолекул полиуретана и уменьшением плотности упаковки макромолекул вследствие стерических эффектов. С учетом изменения степени утверждения сетчатого полимера и взаимного переплетения макромолекул получено уравнение, позволяющее прогнозировать поведение модуля упругости полу-ВПС при изменении ее состава

$$(E')^{1/5} = [\Phi_A (E_A)^{1/5} + \Phi_B (E_B)^{1/5} Y] v^{1/8}$$

где: Φ_A и Φ_B - объемные доли полимеров;

E_A и E_B - динамические модули упругости линейного и сетчатого полимеров, МПа;

γ - степень отверждения сетчатого полимера;

$v = (2 - \alpha)$ - параметр, учитывающий взаимное переплетение макромолекул полимеров;

α - степень сегрегации компонентов.

Результаты исследований η ВПС в зависимости от температуры при различных содержаниях компонентов показали (рис.1), что температура стеклования гомополимеров и смеси сближаются, значение максимума η при этом несколько снижается ЭД:ПУ 75:25, но наблюдается значительное увеличение η межфазных слоев. Дальнейшее увеличение содержания полиуретана в системе приводит к нарастанию η компонентов в смеси и область температуры стеклования в целом расширяется. Смещение и приближение друг к другу T_c гомополимеров в ВПС свидетельствуют о взаимном проникновении макромолекул разнородных полимеров. Эпоксидная сетка служит наполнителем для полиуретана, поэтому вследствии уменьшения гибкости цепей T_c последнего смещается в сторону более высоких температур. В свою очередь макромолекулы полиуретана оказывают пластифицирующее действие на эпоксидную составляющую и T_c сетчатого полимера смещается в сторону более низких температур. Смещение T_c полиуретанового компонента в сторону более низких температур при соотношении ЭД:ЛУ от 70:30 до 60:40 обусловлено термодинамической неустойчивостью систем, проявляющиеся в уменьшении плотности упаковки макромолекул.

Получена математическая зависимость η от E' ВПС при различных соотношениях компонентов и температур. Величина η связана с E' линейной зависимостью и списывается уравнением

$$\eta = \frac{6,5 (3200 - E') + 91(T - 273) 1,26}{10000} \quad (9)$$

Данное уравнение удовлетворительно описывает зависимость в следующем интервале:

$$E' = 1500 - 3000 \text{ МПа и } T = 273 - 313 \text{ К}$$

Определение степени сегрегации компонентов в полу-ВПС по параметрам релаксационных максимумов при различных соотношениях компонентов (рис. 2) показало, что с увеличением доли полиуретана в системе

степень сегрегации компонентов уменьшается и достигает минимума при равном соотношении составляющих. Это свидетельствует о том, что совместимость компонентов в полу-ВПС улучшается, число макромолекул гемополимеров, участвующих во взаимодействии, увеличивается, величина η растет.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что степень сегрегации компонентов в полу-ВПС существенно влияет на ее вязкоупругое поведение.

Процесс получения релаксационных максимумов связаны с некоторыми экспериментальными трудностями. В связи с этим, в данной работе предложен способ определения α по параметрам резонансных максимумов. Величина α рассчитывается по той же формуле, что и определена α по параметрам релаксационных максимумов, только видоизменив название показателей, входящих в неё

$$\alpha = \frac{h_1 + h_2 - \lambda\omega}{h^0_1 + h^0_2} \quad (10) \quad \lambda\omega = \frac{l_1 h_1 + h_2}{L}$$

где: h^0_1 , h^0_2 - величина резонансных максимумов гомополимеров соответственно, мм;

h_1 , h_2 величины резонансных максимумов составляющих компонентов в смеси, мм;

$\lambda\omega$ параметр, учитывающий сдвиг положения резонансных максимумов по частотной шкале, мм;

l_1 , l_2 интервал между резонансными частотами гомополимеров, мм (рис. 3).

Степень сегрегации компонентов, рассчитанные по параметрам резонансных, а также релаксационных максимумов (для сравнения) представлены в таблице 1.

Из табл.1 видно, что значения степени сегрегации в полу-ВПС, определенные по параметрам двух разных максимумов, хорошо согласуются.

Далее приведены результаты исследований вязкоупругих свойств наполненных ВПС.

Изучение температурной зависимости наполненных ВПС показало, что с увеличением содержания наполнителей наблюдается увеличение степени сегрегации компонентов в системе за исключением малых концентраций (таблица 2).

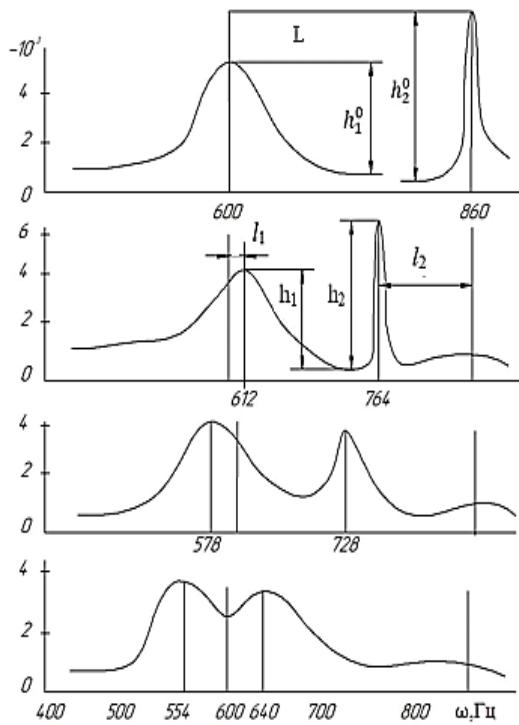


Рис. 2. Температурная зависимость коэффициента механических потерь полузаимопроникающих полимерных сеток

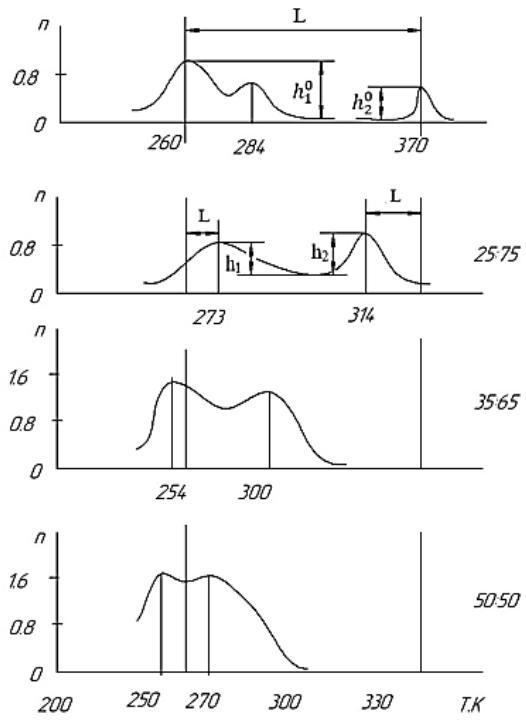


Рис. 3. Частотная зависимость относительной деформации полузаимопроникающих полимерных сеток

Степень сегрегации компонентов в полу-ВПС

Таблица 1

Состав полу-ВПС, %		α рассчитанная по параметрам резонансных максимумов	α рассчитанная по параметрам релаксационных максимумов
ЭД	ПУ		
85	15	0,695	0,880
75	25	0,651	0,690
65	35	0,366	0,358
60	40	0,234	0,200
50	50	0,161	0,136

Изменение степени сегрегации компонентов в ВПС и зависимости от содержания наполнителей

Таблица 2

Наполнители	Содержание наполнителей, об. ч.					
	0	5	10	20	30	40
Каолин	0,386	0,334	0,487	0,600	0,630	0,660
Телик	0,386	0,354	0,469	0,558	0,610	0,668
Графит	0,386	0,365	0,544	0,665	0,705	0,738

Примечание: Исходный состав ЭД:ПУ 65:35

При этом обнаружено, что T_c эпоксидного составляющего смещается в сторону более высоких температур, а положение T_c полиуретанового компонента практически не меняется. Это обстоятельство свидетельствует о том, что наполнители селективно взаимодействуют с одним из составляющих системы - с эпоксидным полимером.

Таким образом, выявлено, что введенные в ВПС наполнители селективно взаимодействуют с одним из составляющих системы и приводят к снижению совместимости компонентов.

В пятой главе диссертации «**Разработка эффективных составов вибродемптирующих композиционных полимерных материалов на основе поли-ВПС и технологии получения покрытий из них для рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов и их эффективность**» приводятся результаты разработки эффективных составов и технологии получения вибродемптирующих композиционных полимерных материалов на основе ВПС, исследование их физико-механических свойств, технологический регламент их получения, опытно-производственные испытания и применение созданных композиционных полимерных материалов в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов и расчет технико-экономической их эффективности.

Для разработки эффективных составов вибродемптирующих свойств ВПС наряду с вязкоупругими были изучены механические свойства покрытий из ненаполненных и наполненных ВПС в зависимости от соотношения компонентов и содержания наполнителей. Адгезионная прочность и микротвёрдость покрытий с увеличением доли полиуретана в системе снижаются и проходят через минимум при равном соотношении компонентов. Ударная прочность системы увеличивается и достигает максимума при ЭД:ПУ 65:35.

Далее наблюдается уменьшение ударной прочности системы до соотношения компонентов равным 50:50. Когда полиуретан становится дисперсной средой, ударная прочность системы незначительно увеличивается. Увеличение величины ударной прочности системы до соотношения ЭД:ПУ 65:35 обусловлено снижением внутренних напряжений в эпоксидном полимере за счет пластифицирующего действия термопласта, а снижение ее уменьшением плотности упаковки макромолекул вследствие стерических эффектов. Уменьшение адгезионной прочности, а также микротвердости системы обусловлено ухудшением адсорбционного взаимодействия макромолекул компонентов с подложкой вследствии уменьшения плотности упаковки.

Введенные наполнители в ВПС снижают адгезионную прочность покрытий, а микротвёрдость заметно увеличивается. Это, по-видимому, обусловлено ухудшением адсорбционного взаимодействия макромолекул эпоксидного олигомера с подложкой вследствии взаимодействия их с частицами наполнителей.

На основе проведенных исследований вязкоупругих свойств ВПС и

механических свойств покрытий на их основе были предложены принципы создания эффективных вибропоглощающих материалов и покрытий из них на основе полимерных смесей. В зависимости от условия эксплуатации и предложенных принципов были разработаны новые высокоэффективные вибропоглощающие композиции на основе исследованных полу-ВПС, свойства которых приведены в таблице 3.

Эти композиции обладают высоким модулем потерь, превышающий почти в два раза модуля потерь существующих вибропоглощающих материалов, таких как "Адем", "Агат", Антивибрит-2 и др. Композиции ВЭГГУ-1 и ВЭПУ-2 можно успешно применять в условиях, где требуется интенсивное поглощение энергии колебаний, композиции ВЭПУ-ИК и ВЭПУ-ИТ рекомендуется для применения в тех местах, где требуется умеренное вибропоглощение.

Также было изучено влияние температуры и относительной толщины покрытия из ВПС на их вибропоглощающие свойства. В отличие от материала, покрытия из полу-ВПС в температурной шкале имеет один широкий максимум механических потерь, именуемый эффективным коэффициентом механических потерь $\eta_{\text{э}}$.

Таблица 3
Свойства разработанных вибропоглощающих композиций

Свойства Композиция	ВЭПУ-1	ВЭПУ-2	ВЭПУ- ИК	ВЭПУ- ИТ	Антивибрит- 2*
Коэффициент механических потерь η	1,35	1,50	1,06	1,03	0,44
Динамический модуль упругости $E' \cdot 10^{-3}$, МПа	1,77	1,56	2,02	1,87	3,00
Модуль потерь $E'' \cdot 10^{-3}$, МПа	2,40	2,25	2,12	1,92	1,32
Эффективный коэффициент механических потерь $\eta_{\text{э}}$ при $\beta = 2,0$	0,21	0,20	0,18	0,16	0,10
Адгезионная прочность σ_A , МПа	19,60	16,00	15,20	12,60	21,00
Ударная прочность $\sigma_{\text{уд}}$, $\text{Н}^* \text{м}$	4,56	4,17	5,00	4,48	2,00
Диапазон температуры эксплуатации, К	240	310	240	320	300÷340
Плотность ρ , кГ/м ³	1190	1180	1280	1230	1320
Относительная стоимость при $\eta_{\text{э}}=0,05$	C,61	0,65	0,49	0,53	1,00

* - Существующий вибропоглощающий композиционный материал на основе эпоксидного олигомера

Определен температурный интервал эксплуатации (240 - 320 К), при котором покрытия из полу-ВПС можно успешно применять в качестве гасителя энергии при колебаниях. На основе результатов исследования

получено эмпирическое уравнение, связывающее η_3 вязкоупругими характеристиками материала и толщины покрытия

$$\eta_3 = A \eta \frac{E'}{E'_n} B \beta \quad (11)$$

где: А - параметр, зависящий от структуры полимерной смеси (-в данном случае А = 2,3);

η - коэффициент механических потерь материала;

E' и E'_n динамические модули упругости материала и подложки;

β - относительная толщина.

Уравнение (II) действительно при $\beta = 0,5 * 2,5$.

Проведенные производственные испытания вибродемптирующих композиционных полимерных покрытий ВПС на вибрирующих элементах машин и механизмов (корпуса, лопасти вентиляторов, тонкостенные корпуса очистителей и питатели линтеров) Пискентского хлопкоочистительного завода позволили снизить уровень шума в очистительном и джинно-линтерном цехах от 7 до 24 дБ. Улучшились условия работы обслуживающего персонала машин и механизмов переработки хлопка-сырца. Сумма экономического эффекта от внедрения разработанных вибропоглощающих композиций в виде покрытия на данном заводе составила 152 млн. сум. в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан научный подход создания вибродемптирующих композиционных полимерных материалов и покрытий на основе проведенных комплексных исследований вязкоупругих и механических свойств ВПС на основе эпоксидного полимера из олигомера ЭД-16, полиуретана УК-1 и минеральных наполнителей.

2. Показано, что модуль потерь Е" ВПС превышает модуля потерь существующих вибропоглощающих материалов в 1,5 + 2,0 раза.

3. Разработан и теоретически обоснован резонансно-энергетический метод определения вязкоупругих характеристик полимерных систем, образующих полу-ВПС, заключающийся в комбинированном использовании резонансных и энергетических методов исследования вязкоупругих свойств полимеров.

4. Предложен новый способ определения степени сегрегации компонентов в двухфазных полимерных системах по параметрам резонансных максимумов, отличающийся простотой и хорошей экспериментальной воспроизводимостью.

5. Установлено, что вязкоупругие свойства двухфазных полимерных систем, имеющих ВПС, существенно зависят от степени сегрегации компонентов.

6. Выявлены корреляционные зависимости между коэффициентом механических потерь и динамическим модулем упругости при различных температурах между коэффициентом механических потерь и степенью сегрегации компонентов в ненаполненных и наполненных системах.

7. Установлено, что покрытия из ВПС обладают высоким η_s , чем существующие вибропоглощающие покрытия при одинаковой относительной толщине.

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER
ISLAM KARIMOV SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC
DEGREES DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 AT STATE UNITARY
ENTERPRISE «FAN VA TARAKKIYOT»**

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

NAVRUZOV FARKHOD MAMATKULOVICH

**DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS OF VIBRATION-ABSORBING
COMPOSITE MATERIALS BASED ON INTERPENETRATING
POLYMER SYSTEMS AND TECHNOLOGY FOR PRODUCING
COATINGS FOR MACHINE-BUILDING PURPOSES**

**02.00.07 - Chemistry and technology of composite, paint and varnish and rubber materials
05.02.01 - Materials Science in Mechanical Engineering. Foundry. Heat treatment and
metal pressure treatment. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare metals. Technology
of radioactive, rare and noble metals (technical sciences)**

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

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 B2021.3.PhD/T2346.

The dissertation has been prepared at the Tashkent State technical university named after Islam Karimov at State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot».

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

Research supervisor:

Negmatov Sayibjhan Sadikovich

doctor of technological sciences, professor,
Academician of the Academy of Sciences
of the Republic of Uzbekistan

Abed Nodira Sayibjanovna

doctor of technological sciences, professor

Official opponents:

Risqulov Alimjon Ahmadjonovich

doctor of technical sciences, professor

Halimjonov Tokhir Salimovich

candidate of technical sciences, dotsent

Leading organization:

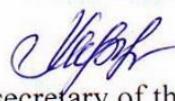
Andijan Institute of Mechanical Engineering

The defense will take place **«26» october 2021 at 15⁰⁰** at the meeting of Scientific council No.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). The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot», (is registered under No.24-21). Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (+99871) 246-39-28 / (+99871) 227-12-73).

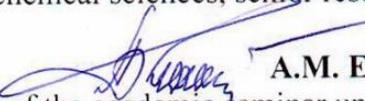
Abstract of dissertation sent out on «14» october 2021 y.
(mailing report No24-2021 on «27» August 2021 y.).

 **A.V. Umarov**

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

 **M.E. Ikramova**

Scientific secretary of the scientific council awarding scientific degrees, candidate of chemical sciences, senior researcher

 **A.M. Eminov**

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



INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work development of compositions of vibration-absorbing composite materials based on interpenetrating polymer systems and technology for producing coatings for machine-building purposes.

The object of the research work are vibration damping, thermoplastic and thermosetting polymers, hardener: polyethylene polyamine-PEPA and maleic anhydride-MA, organomineral fillers - graphite, talc, kaolin, rubber powder.

Scientific novelty of the research work:

complex studies of the viscoelastic and mechanical properties of IPN based on epoxydian polymers and thermoplastic polyurethane revealed that the viscoelastic properties of the systems depend on the mode of obtaining the polymer composition;

proposed and theoretically substantiated a method for studying the viscoelastic properties of heterophase polymer systems that form IPN, the essence of which is the combined use of resonance and energy methods for determining the viscoelastic characteristics of polymers;

it was found that the viscoelastic properties of the IPN significantly depend on the degree of segregation of the components and the kinetics of the formation of the system, and a method has been developed for determining the degree of segregation of the components in the IPL by the parameters of the resonance maxima, which are simple and have good experimental performance;

correlation dependences between the coefficient mechanical losses and dynamic modulus of elasticity of IPN at various ratios of components and temperatures, as well as between the coefficient of mechanical losses and the degree of segregation of components in the system.

Implementation of the research results. Based on scientific results on the development of compositions of vibration-absorbing composite materials on the basis of interpenetrating polymer systems and technology for obtaining coatings for machine-building purposes, the following has been achieved:

the developed compositions of vibration-absorbing composite polymeric materials based on interpenetrating systems were introduced by the Piskentsky cotton ginning plant as coatings on thin-walled metal structures of the working bodies of saw-type cotton cleaners (Reference of PAXTASANOAT ILMIY MARKAZI JSC dated 08.24.2021 No. 02-11 / 403). As a result, it became possible to reduce the noise level by 7-24 dB in industrial premises, the service life of the saw headset increased, as a result, the replacement of saw sectors due to breakage and bending of saw teeth was reduced by 50%;

the developed compositions of vibration-absorbing composite polymer materials based on interpenetrating systems were introduced by the Piskent cotton ginning plant as coatings on the surface of gin and linter housings, (Reference of PAXTASANOAT ILMIY MARKAZI JSC dated 08.24.2021 No. 02-11 / 403). As a result, it became possible to reduce the fragmentation of seeds from 0.18-0.36%;

The developed compositions of vibration-absorbing composite polymeric materials based on interpenetrating systems were introduced by the Piskent cotton

ginnery as coatings on the fans of yard pneumatics, (Reference of PAXTASANOAT ILMIY MARKAZI JSC dated 08.24.2021 No. 02-11 / 403). As a result, it became possible to reduce the damageability of cotton fibers by 0.5 -0.7%, while economic efficiency is 152 million soums for each ginning plant.

The structure and volume of the thesis. The thesis structure consists of an introduction, five chapters, conclusion, list of literature applications. The dissertation volume consists 110 pages.

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

1. С.С. Негматов, Н.С. Абед, Р.Х. Саидахмедов, Т.У. Улмасов, А.Я. Григорьев, В.П. Сергиенко, К.С. Негматова, С.С. Жовлиев, Ж.Н. Негматов, З.У. Махамаджонов, М.М. Садыкова, М.Н. Негматова, О.Х. Абдуллаев, Ф.М. Наврузов. Исследование вязкоупругих и адгезионно-прочностных свойств и разработка эффективных вибропоглощающих композиционных полимерных материалов и покрытий машиностроительного назначения // Пластические массы, №7-8, 2020, -С.32-36, (02.00.00.№5).
2. С.С. Негматов, Г. Гулямов, Н.С. Абед, О.Х. Эшкобилов, М.Н. Тухташева, Н. Икрамов, Ш.А. Бозорбоев, М.М. Садыкова, О.Х. Абдуллаев, Ф.М. Наврузов. Зависимость коэффициента трения, температуры в зоне трения и температуры стеклования эпоксидных композитов от различных технологических факторов // Композиционные материалы, Специальный выпуск, Ташкент, 2020 г., - С. 38-41 (02.00.00.№4).
3. С.С. Негматов, Т.У. Улмасов, З.У. Махамаджонов, Ф.Р. Иксанов, М.М. Сайдова, Ф.М. Наврузов. Исследование зависимости влияния температуры на адгезионную прочность полимерных покрытий // Композиционные материалы – Ташкент, 2020 - №1. - С. 140-142 (02.00.00.№4).
4. С.С. Негматов, М.М. Садыкова, Г. Гулямов, Н.С. Абед, М.М. Матшарипова, Ф.М. Наврузов, О.Х. Эшкобилов, М.Н. Тухташева, О.Х. Абдуллаев. Зависимость коэффициента трения, температуры в зоне трения и температуры стеклования эпоксидных композитов от засоренности и влажности хлопка-сырца // Композиционные материалы, Ташкент, 2020, №3, - С. 46-50 (02.00.00.№4).
5. С.С. Негматов, З.У. Махамаджонов, О.Х. Абдуллаев, Ф.М. Наврузов, Н.С. Абед, Т.У. Улмасов, М.М. Садыкова, М.М. Матшарипова, М.Ш. Тухлиев, Ш.А. Агзамова. Исследование адгезии наполненных поликапроамидных покрытий к металлическим субстратам // Композиционные материалы, Ташкент, 2020, №3. - С. 299-300 (02.00.00.№4).
6. С.С. Негматов, Н.С. Абед, Т.У. Улмасов, С.С. Жовлиев, Ф.М. Наврузов, М.Ш. Тухлиев, М.М. Матшарипова, А. Атаходжаев, А.Р. Сатторов. Особенности механического поведения вязкоупругих свойств демпфирующих полимерных материалов // Композиционные материалы, Ташкент, 2020, №3, - С. 319-320 (02.00.00.№4).
7. Ф.М. Наврузов, Т.У. Улмасов, С.С. Жовлиев, Н.С. Абед, М.М. Матшарипова, А. Атаходжаев, А.Р. Сатторов. Обоснование выбораполимерных материалов демпфирующего назначения // Композиционные материалы, Ташкент, 2020, №3, С. 320-322 (02.00.00.№4).
8. С.С. Негматов, А.Я. Григорьев, Н.С. Абед, В.П. Сергиенко, Т.У. Улмасов, С.С. Жовлиев, Ф.М. Наврузов. Исследование вибропоглощающих свойств

композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе // Композиционные материалы, Тошкент, 2021, №1, - С. 151-154 (02.00.00.№4).

II-бўлим (II часть; II part)

9. С.С. Негматов, М.М. Садыкова, Т.У. Улмасов, С.С. Жовлиев, М.Г. Бабаханова, Н.С. Абед, Ф. М. Наврузов, ГУП «Фан ва тараккиёт» при ТГТУ имени И. Каримова. Исследование влияния порошкообразного эластомера на вязкотекучие свойства вибропоглощающих покрытий // «Polimerlar haqidagi fanning zamonaviy muammolari» Respublika ilmiy anjumani, Toshkent, 2020y 25-26 noyabr. - С. 97-99.
10. С.С. Негматов, Ф.М. Наврузов, С.С. Жовлиев, Т.У. Улмасов, О.Х. Абдуллаев, А. Атахожаев, А.Р. Сатторов. Пути создания демпфирующих композиционных полимерных материалов // «Polimerlar haqidagi fanning zamonaviy muammolari» Respublika ilmiy anjumani, Toshkent, 2020, 25-26 noyabr, - С. 101-102.
11. З.У. Мухамеджанов, М.М. Садыкова, С.С. Жовлиев, Ф.М. Наврузов, Т.У. Улмасов. Исследование влияния порошкообразного эластомера на адгезионно-прочностные свойства вибропоглощающих полимерных композиционных материалов // Материалы VI Международной научно-технической конференции молодых ученых, посвящённая памяти члена-корреспондента НАН Беларуси С.С. Песецкого. Гомель, 9–11 ноября 2020 г. – Гомель: ИММС НАН Беларуси, 2020, - С. 112-113.
12. Soyibjon Negmatov, T. Ulmasov, Farxod Navruzov* and S. Jovliyev. Vibration damping composition polymer materials and coatings for engineering purpose // International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO - 2021) Volume, 264, 02 June 2021.