

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ,  
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ,  
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ  
ВА НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.Т.11.01 РАҚАМЛИ  
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

**КАСИМОВ ИБРАХИМ ИРКИНОВИЧ**

**МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН БИТУМЛАР АСОСИДАГИ  
АСФАЛЬТБЕТОН ВА ТОМ ҚОПЛАМАЛАРИНИНГ СТРУКТУРАСИ,  
ХОССАЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**05.09.05 – Қурилиш материаллари ва буюмлари**

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

**Тошкент–2019**

**Докторлик (Doctor of Science) диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата докторской (Doctor of Science) диссертации**

**Contents of the Doctoral (DSc) Dissertation Abstract**

**Касимов Ибрахим Иркинович**

Модификацияланган битумлар асосидаги асфальтобетон ва том қопламаларининг структураси, хоссаси ва технологияси..... 3

**Касимов Ибрахим Иркинович**

Структура, свойства и технология асфальтобетонных и кровельных покрытий на основе модифицированных битумов ..... 27

**Kasimov Ibrakhim Irkinovich**

Structure, properties and technology of asphalt concrete and roofing coatings based on modified bitumen ..... 51

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 55

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ,  
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ,  
САМАРҚАНД ДАВЛАТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ  
ВА НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.Т.11.01 РАҚАМЛИ  
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ**

**КАСИМОВ ИБРАХИМ ИРКИНОВИЧ**

**МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН БИТУМЛАР АСОСИДАГИ  
АСФАЛЬТБЕТОН ВА ТОМ ҚОПЛАМАЛАРИНИНГ СТРУКТУРАСИ,  
ХОССАЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**05.09.05 – Қурилиш материаллари ва буюмлари**

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

**Тошкент–2019**

**Техника фанлари бўйича докторлик (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.3.DSc/T159 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент-архитектура қурилиш институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.taqi.uz](http://www.taqi.uz)) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий маслаҳатчи:**

**Ходжаев Саидаглам Аглоевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Негматов Сайибжан Садиқович**  
техника фанлари доктори, профессор, Ўзбекистон Республикаси фанлар Академияси академиги

**Хасанов Бахридин Баратович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Собиров Баходир Бойпулотович**  
техника фанлари доктори

**Етакчи ташкилот:**

**Тошкент темир йўл муҳандислари институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент-архитектура қурилиш институти, Тошкент темир йўл муҳандислари институти, Самарқанд давлат архитектура-қурилиш институти ва Наманган муҳандислик-қурилиш институти ҳузуридаги DSc.27.06.2017.т.11.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2019 йил 11 апрель соат 10<sup>00</sup> архитектура факультетининг мажлислар залида бўлиб ўтади (Манзил: 100011, Тошкент ш., Абдулла Қодрий кўчаси, 7В-уй. Тел.:(998 71) 241-10-84; факс: (998 71) 241-80-00, e-mail: [devon@taqi.uz](mailto:devon@taqi.uz) , [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

Диссертация билан Тошкент архитектура қурилиш институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 21 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 13-уй. Тел.:(998 71) 244-63-30; факс: (998 71) 241-80-00, e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

Диссертация автореферати 2019 йил 26 март куни тарқатилди.  
(2019 йил 20 февраль 4 - рақамли реестр баённомаси.)

**Х.А. Акрамов**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**Х. Х. Камилов**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.н., профессор

**Н.Х.Талипов**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси ўринбосари, т.ф.д., катта илмий ходим.

## КИРИШ (докторлик (DSc) диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда автомобиль йўллари ва қурилиш соҳасини ривожлантиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Ушбу йўналишда модификациялаш усули билан нефть гудронлари ва қовушқоқлиги паст бўлган битумларни оксидлаш технологиясини такомиллаштириш, модификацияланган битумлар асосидаги битум-минерал материалларининг структураси ва хоссаларини сифат даражасини ошириш катта аҳамият касб этмоқда. Ривожланган мамлакатларда, жумладан АҚШ, Германия, Франция ва Япония каби давлатларда турли хил табиий иқлим шароитида эксплуатация қилинадиган асфальтбетон ва том қопламаларига турли омилларнинг таъсирини татқиқот этиш, уларнинг таркибини аниқлаш ва ишлаб чиқаришда янги технологияларини жорий қилиш масалалари етакчи ўрин эгалламоқда. Шу жиҳатдан уларнинг хосса ва структураларини оптималлаштириш, узоқ вақт давомида хизмат қилишини ошириш ва ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштиришга муҳим вазифалардан бири ҳисобланмоқда.

Жаҳонда асфальтбетон ва том қопламалари таркибида қайта тикланмайдиган жараёнларни камайтириш, юқори ва паст ҳароратларда қопламаларнинг мустаҳкамлигини, эксплуатация хоссаларини ошириш борасида илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада мураккаб иқлим шароити ва ташқи кучлар таъсирида ишлайдиган асфальтбетон ва том қопламаларнинг боғловчиларини модификациялаш, физик-механик ва физик-кимёвий хоссаларини бошқариш ва тадқиқотлар олиб бориш, уларни ишлаб чиқаришнинг илғор замонавий технологияларини яратиш, мавжудларини такомиллаштириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Шу билан бирга нефть гудронлари ва қовушқоқлиги паст битумларни оксидлаш технология асосида ишлаб чиқаришдаги жараённи соддалаштириш, энергия ва ресурс тежамкорлигини ошириш зарур ҳисобланади.

Республикамызда автомобил йўллари ҳолати сифатини яхшилаш ва йўл-транспорт инфратузилмасини ривожлантириш, қопламаларнинг эксплуатация хоссаларини ишончилигини ва умрбоқийлигини оширишга қаратилган технологияларини жорий этиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасининг янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...қурилиш, йўл-транспорт, муҳандислик коммуникация ва ижтимоий инфратузилмаларни ривожлантириш ҳамда модернизация қилиш, .... иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришда энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш,...»<sup>1</sup> вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан оксидлашсиз интенсив технологияни қўллаб йўлбоп ва томбоп модификацияланган битумлар асосида юқори сифатли асфальтбетон ва том қопламалар ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

---

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

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги, 2017 йил 14 февралдаги ПФ-4954-сон “Йўл хўжалигини бошқариш тизимини янада такомиллаштириш чоратadbирлари тўғрисида”ги Фармонлари, 2016 йил 28 сентябрдаги ПҚ-2615-сон «2016-2020 йилларда қурилиш индустриясини янада ривожлантириш чоратadbирлари дастури тўғрисида”ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муаян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи<sup>2</sup>.** Янги қурилиш материалларини яратишга, модификацияланган битум-минерал материалларни таркиби ва хоссаларини оптималлаштиришга, уларнинг ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштиришга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий-тадқиқот марказлари ва олий таълим муассасаларида, жумладан Institute of asphalt (АҚШ), European Asphalt Pavement Association (Белгия), University of Tokyo (Япония), Baoli bitumina Construction (Сингапур), «Иттифоқ йўл илмий тадқиқот институти» Ёпиқ акциядорлик жамияти, Санкт-Петербург давлат технологик институти, (Россия), Харьков миллий автомобиль йўллари университети (Украина), Тошкент архитектура-қурилиш институтида (Ўзбекистон) кенг қамровли илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Жаҳонда янги қурилиш материалларини яратиш ва уларнинг эксплуатация хоссаларини оптималлаштириш ва ишлаб чиқариш жараёнларини такомиллаштириш бўйича бир қатор, жумладан қуйидаги илмий натижалар олинган: йўлбоп битумлар ва асфальтбетон қопламалари учун Superior Performance Pavements тизимининг оптимал таркибини ишлаб чиқиш (Institute of Asphalt, АҚШ); битум асосидаги композицион материалларни полимер қўшимчалар билан модификациялаб янги ҳароратга барқарор, ковушқоқлиги юқори бўлган турлари яратилган (University of Tokyo, Япония); йўлбоп битум-минерал материалларнинг узоқ вақт хизмат қилишини таъминлаш нанотехнологияси яратилган (Baoli bitumina Construction, Сингапур); асфальт-полимербетон қопламаларининг деформация таъсирига бардошлик даражасини ошириш усуллари ишлаб чиқилган (Харьков миллий автомобиль йўллари университети, Украина); асфальтбетон қоришмаси таркибдаги минерал материалларни активлаштиришнинг технологик усуллари яратилган («Иттифоқ йўл илмий тадқиқот институти» Ёпиқ акциядорлик жамияти, Россия);

---

<sup>2</sup> Superpave System. Web page on the NCEPT web site. The Pennsylvania Transportation Institute, Pennsylvania State University. University Park, PA. Accessed 18. November 2001. <https://www.pavementinteractive.org/reference-desk/design/mix-design/superpave-overview/>; University of Tokyo <https://www.u-tokyo.as.jp>; СоюздорНИИ – головной научно-исследовательский институт Госстроя (Россия) в области строительства автомобильных дорог, мостов, тоннелей и аэродромов <http://souzdornii.ru/kontakty/>; <http://www.uzavtoyul.uz/cy-/post/avtomobil-yollari-ilmiytdqiqot-instituti.html> ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

автомобиль йўллари учун қуруқ-иссиқ иқлим шароитида силжишга мустаҳкам асфальтбетон қопламалар яратилган (Автомобиль йўллари илмий тадқиқот институти, Ўзбекистон).

Дунёда модификацияловчи ва полимер қўшимчалар ёрдамида ишлаб чиқилган битумлар ва битум-минерал материалларнинг структураси, хоссаларини оптималлаштириш ва ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш бўйича қатор, жумладан қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: йўлбоп ва томбоп битумларни сирт фаёол қўшимчалар ва полимерлар таъсирини ҳисобга олган ҳолда модификациялашнинг янги усуллари ишлаб чиқиш; нефть гудронларидан юқори қовушқоқ битумларни оксидлаш технологиясини такомиллаштириш; битум-минерал материалларнинг қуруқ-иссиқ иқлим шароитига чидамли янги таркибларини яратиш; асфальтбетон ва том қопламаларининг физик-механик, физик-кимёвий хоссаларини оптималлаштириш бўйича тажрибаларини математик режалашнинг автомат-лаштирилган усулини ишлаб чиқиш; асфальтбетон ва том қопламаларининг эксплуатация хоссаларини олдиндан башорат қилиш ва ишончилигини ошириш ҳамда узок муддат хизмат қилишига йўналтирилган усулларни такомиллаштириш.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Қурилиш материалларининг физикавий ва кимёвий хоссаларини ҳамда модификацияловчи қўшимчалар ёрдамида битум ва битум-минерал моддаларнинг структурасини, хоссаларини, технологиясини ўрганиш, оптималлаштириш каби йўналишда илмий тадқиқотлар масалалари ва муаммолари бир қатор хориж олимлари: В.Нижбоер, А.А. Берлин (АҚШ), О.Добози Ж.Ромона, Р.Соттрре (Франция), Л.М.Гохман (Исроил), М.И.Волков, Л.Б.Гезенцвей, Н.В.Горельшев, Н.В.Иванов, А.Ф. Кемалов, А.С.Колбановская, М.И.Кучма, А.И.Лысихина, В.В.Михайлов, Б.Г. Печеный, П.А.Ребиндер, Д.А.Розенталь, И.А.Рыбьев, (Россия), И.В.Королев, В.А.Золотарев (Украина), А.М.Алиев (Азәрбайжон) ва бошқалар ишларида кўриб чиқилган ва муҳим натижаларга эришилган.

Ўзбекистонда битумларнинг модификаторлар ёрдамида сифатини ошириш, йўл ва том қопламаларининг хоссаларини яхшилаш масалаларига йўналтирилган илмий-амалий тадқиқотларга ҳисса қўшганлар: Н.С. Абед, У.Р.Жаббаров, А.Т.Жалилов, Э.У.Қосимов, А.М.Қорабоев, Ё.Н.Махмудов, С.С. Негматов, А.И.Одилхўжаев, Н.А. Самигов, Б.Б. Собиров, Т.И. Фозилов, Ф.Қ.Шамсиев ва бошқалар бу соҳада турли йилларда ўз тадқиқотларида шубу масалаларни ҳал қилишга катта ҳисса қўшганлар. Ушбу тадқиқотларнинг аксарияти мураккаб, кўп меҳнат ва энергия сарфланадиган анъанавий оксидловчи технология билан юқори маркали битум ва битум-минерал моддаларни ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштириш билан боғлиқ.

Битум, битум-минерал моддаларнинг хоссаларини яхшилаш ва уларнинг ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш бўйича ишлаб чиқилган структура ҳосил қилувчи ва полимер қўшимчалар ёрдамида оксидлашсиз интенсив технология билан қовушқоқлиги паст битумлардан юқори ҳароратга

чидамли, қовушқоқ модификацияланган йўлбоп ва томбоп битумлар ишлаб чиқиш етарли даражада ўрганилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент архитектура-қурилиш институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг №124/87 «Оксидланмаган томбоп битум асосида рубероид ишлаб чиқариш технологиясини яратиш», №3/18 «Йўл қопламалари учун модификацияланган асфальтбетон қоришмасини ишлаб чиқариш» (2018-2019) лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** модификацияланган битумлар ишлаб чиқаришнинг оксидлашсиз интенсив технологияни яратиш ҳамда улар асосида йўлбоп асфальтбетон ва томбоп қопламаларнинг структура ва хоссаларини оптималлаштириш ҳисобига эксплуатация хоссаларини ва ишончлилигини асослашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

полимерлар ва структура ҳосил қилувчи сирт фаол моддалар таъсирида битум ва битум-минерал моддаларнинг таркибини ўзгариши ва уларнинг физик-механик, физик-кимёвий хоссаларига боғлиқлигини тадқиқ этиш;

оксидлашсиз интенсив технологияни қўллаб ишлаб чиқарилган модификацияланган битумлар ва улар асосидаги битум-минерал моддаларнинг структурасини, хоссаларини шакллантириш ва оптималлаштириш;

модификацияланган битумлар асосидаги асфальтбетон ва томбоп қопламаларни структурасини, физик-механик, физик-кимёвий ва эксплуатацион хоссаларини тадқиқ этиш;

модификацияланган битумлар асосидаги автомобиль йўл асфальтбетон қопламаларнинг эксплуатация хоссаларини ва характеристикасини ташхис ўтказиш;

оксидлашсиз интенсив технологияни қўллаб модификацияланган битум асосида йўл асфальтбетон ва томбоп битумли қопламалар ишлаб чиқариш ва қурилишга жорий этиш, улардан кенг фойдаланишни таъминлайдиган илмий-асосланган норматив-методологик ҳужжатларларни ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида асфальтбетон ва томбоп битумли қопламалар ва уларни ишлаб чиқаришда қўлланилган интенсив технология билан модификацияланган битумлар олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** оксидлашсиз интенсив технологияси билан ишлаб чиқарилган модификацияланган битумлар ва уларнинг асосида ишлаб чиқарилган асфальтбетон ва томбоп битумли қопламаларнинг таркиби, хоссалари ва технологиясини ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқотлар жараёнида хроматографик таҳлил, инфрақизил спектроскопия ва физик-механик, физик-кимёвий синов ҳамда математик режалаштириш усулларида фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

полимерлар ва структура ҳосил қилувчи сирт фаол моддаларнинг модификациялаш таъсирини ҳисобга олган ҳолда қовушқоқлик, ҳарорат-



бардошлик даражаси юқори бўлган битумлар ва энергия ресурсларни тежовчи янги оксидлашсиз интенсив технология яратилган;

оксидланиш реакцияси натижасида мустаҳкам углеводород занжирларини ҳосил қилувчи эркин радикаллар пайдо бўлиши битумларни модификациялаш давридаги кечадиган физик ва кимёвий жараёнларни ҳисобга олган ҳолда асосланган;

оксидланиш реакцияси даврида кислород таъсирида органик бирикмалардан водород ажралиб чиқиши ҳисобига қўшимча мустаҳкам структурали смола ва асфальтенларнинг ҳосил бўлиши битумни модификацияланишига асосланган;

«битум - сирт фаол модда - полимер - минерал модда» композициясидаги модификациялашда битум таркибида структура ҳосил бўлиш механизми сирт фаол модданинг таъсирини ҳисобга олган ҳолда аниқланган;

модификацияланган асфальтбетон қопламаларининг эластик хоссалари ва деформацияга чидамлилиги ҳамда эксплуатацион кўрсаткичлари ортиши сирт фаол моддалар ва полимер қўшимчаларнинг каогуляцион структурани ҳосил қилишини ҳисобга олган ҳолда асосланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижаси** қуйидагилардан иборат:

полимерлар ва структура ҳосил қилувчи сирт фаол моддалар билан модификациялаш ҳисобига қовушқоқлик даражаси ва ҳароратга барқарорлиги юқори бўлган йўлбоп ва томбоп битумларни оксидлашсиз интенсив технологияси ишлаб чиқилган;

оксидлашсиз интенсив технологиясини қўллаш натижасида технологик жараён ҳароратини пасайтириш, ишлаб чиқариш вақтини ва зарарли моддаларнинг атроф муҳитга тарқалишини қисқариши асосланган;

модификациялаш натижасида ишлаб чиқарилган битум ва улар асосидаги асфальтбетон ва том қопламаларининг эксплуатация хоссалари ва ишончлилигини ошиши ҳамда узоқ муддат хизмат қилиши асосланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончилиги.** Тадқиқот натижаларнинг ишончилиги тадқиқотларнинг замонавий услуб ва воситалардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, математик статистика усуллариининг қўлланганлиги ва олинган натижаларни бошқа тажрибалар натижалари билан солиштириш орқали асосланганлиги, натижаларни меёрий-услубий хужжатларда қўлланилганлиги, назарий ва экспериментал тадқиқотларнинг ўзаро мутаносиблиги, ҳамда тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти, йўлбоп ва томбоп модификацияланган битумларнинг структура ва хоссаларни шакллантиришга оид тассавурларни ривожлантирилганлиги, оксидлашсиз интенсив технологияни яратиш натижасида битум таркибида смола ва асфальтенларнинг ҳосил бўлиши ҳисобига қўшимча мустаҳкам структура ҳосил бўлиши механизми тадқиқот қилингани ва янги усуллариини қўлланилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларнинг амалий аҳамияти, энергия ва ресурсларни тежашга имкон берувчи модификацияланган битумнинг оксидлашсиз интенсив

технологиясини ишлаб чиқилганлиги, анъанавий оксидлаш технологиясидан воз кечилганлиги ҳисобига экологик муҳитга салбий таъсирни камайтирилганлиги, асфальтбетон ва томбоп битумли қопламаларининг эксплуатация хоссаларини ошганлиги ва узоқ вақт давомида хизмат қилишини таъминланганлиги ва меъёрий ҳужжатлар яратишда қўлланилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Модификацияланган битумлар асосидаги асфальтбетон ва том қопламаларининг структураси, хоссалари ва технологияси бўйича олинган илмий натижалар асосида:

оксидлашсиз интенсиф технологияни қўллаб қовушқоқ ва хароратга барқарор модификацияланган битумлар «EURO GLOBAL ASPHALT» МЧЖ заводида ва Янгийўл туман йўл эксплуатация унитар корхонасида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Автомобиль йўллар давлат қумитасининг 2018 йил 17 декабрдаги 03-6607-сон маълумотномаси). Натижада ишлаб чиқариш технологик жараёнида харорати 140-150 °С даражага пасайтириш, технологик жараён вақти 10-12 соатга қисқартириш, зарарли моддаларнинг атроф муҳитга тарқалишини 50 фоизга камайтиришга эришилган;

модификацияланган йўлбоп битумлар асосида асфальтбетон қоришмалари Автомобиль йўллар давлат қумитасини тасаруфидаги корхоналарда, жумладан Янгийўл туман йўл эксплуатация унитар корхонаси ва «EURO GLOBAL ASPHALT» МЧЖ заводида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Автомобиль йўллар давлат қумитасининг 2018 йил 17 декабрдаги 03-6607-сон маълумотномаси). Натижада асфальтбетон қопламаларининг мустаҳкамлиги, сув таъсири ва музлашга чидамлилиги 1,5-2,0 баробарга ошириш, полимерларни 50-60 фоизгача тежашга эришилган;

модификацияланган йўлбоп битумлар асосида асфальтбетон қоришмалари Янгийўл шаҳридаги Самарқанд кўчасида 2400 м<sup>2</sup> ва Тошкент шаҳридаги «Бунёдкор-Муқумий» чоррахасидаги 1600 м<sup>2</sup> йўлларни қоплашга жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Автомобиль йўллар давлат қумитасининг 2018 йил 17 декабрдаги 03-6607-сон маълумотномаси). Натижада асфальтбетон қопламаларни тўшашда харорат 10 °С, пневмо катокларда асфальтбетон қопламаларни зичлаш сони 20%га камайтириш имкони яратилган;

асфальтбетон қоришмаларида структура ҳосил қилувчи қўшимчадан фойдаланишнинг талаблари МҚН 54-2009 муассасавий қурилиш нормалари «Йўл асфальтобетонларининг силжишга мустаҳкамлигини структура ташкил қилувчи қўшимчалар қўшиш ёрдамида ошириш бўйича методик қўлланма»си Автомобиль йўллар давлат қумитаси корхоналарида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Автомобиль йўллар давлат қумитасининг 2018 йил 17 декабрдаги 03-6607-сон маълумотномаси). Натижада йўлбоп модификацияланган битумларни 13-15 фоизга тежаш ва асфальтбетон қопламаларининг юқори хароратдаги силжишга бўлган мустаҳкамлигини 20 фоизга оширишга эришилган;

модификацияланган йўлбоп асфальтбетон қоришмаларини ишлаб чиқаришнинг талаблари ТИ-25982978:01-2018 технологик инструкция «Йўл қопламалари тўшаш учун модификацияланган асфальтобетон қоришмалари

ишлаб чиқариш» ШНҚ 3.06.03-08 шаҳарсозлик норматив қоидалари «Автомобиль йўллари»га қўшимча ўзгартиришлар киритиш учун жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Автомобиль йўллар давлат кумитасининг 2018 йил 17 декабрдаги 03-6607-сон маълумотномаси). Натижада модификацияланган битумлар асосидаги асфальтбетон қопламаларининг сифатини ва эксплуатация характеристикаларини оширишга эришилган;

юқори эксплуатация ишончилигига эга бўлган, том қопламалари учун томбоп қовушқоқ, ҳароратга барқарор битумларни оксидлашсиз интенсив технологияси Ўзбекистон Республикаси “Ўзқурилишматериаллари” АЖ тасарруфидаги “Ўзбеккровля” ишлаб чиқариш бирлашмаси заводида жорий қилинган. (Ўзбекистон Республикаси “Ўзқурилиш материаллари” АЖнинг 2018 йил 3 ноябрдаги ББ-01/03-3633-сон маълумотномаси). Натижада қовушқоқлиги паст БНК 40/180 битумлардан қовушқоқ, ҳароратбардош модификацияланган БНК 90/30 битумлар олиш технологик жараён вақтини 14-15 соатга қисқартириш, ҳароратини 130-140 °С даражага пасайтириш, энергия ва ресурслар сарфини 50 фоизга қисқартиришга эришилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари, жумладан 3 та ҳалқаро ва 6 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 26 та илмий иш чоп этилган. Шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик (DSc) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий журналларда 11, шу жумладан 1 та хорижий журналларда чоп этирилган ва меъёрий-услубий қўлланма ва технологик инструкция нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш қисми, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 195 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация тадқиқотининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, Ўзбекистон Республикасида фан ва технологияларнинг тарақиётини устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган шунингдек, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижалари амалиётга жорий қилинган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **"Асфальтбетон ва томбоп қопламалар учун модификацияланган битумларнинг таркиби, хоссалари ва технологияси ҳақидаги замонавий назарий тасавурлар"** деб номланган биринчи бобида илмий-техник адабиётлар, маҳаллий ва хорижий нашрлар, жаҳон ва Ўзбекистон амалиётида самарали йўлбоп ва томбоп битумли қоплама материалларини ишлаб чиқиш ва қўллашнинг бугунги ҳолати ва ривожланиши таҳлил қилинган,

асфальтбетон ва томбоп битумли қопламаларининг силжиш-, сув-, музлашда ва зарарли моддалар таъсирида унинг чидамлилигини оширишнинг назарий асослари ва амалий усуллари таҳлил қилинган.

Асфальтбетон ва томбоп битумли қопламалардаги битумдан фойдаланишнинг ҳолати ва истиқболлари таҳлили шуни кўрсатдики, нефт битумини ишлаб чиқаришнинг мавжуд усуллари энергия сарифи юқри ва мураккаб технологик жараёнларга, хусусан, юқори даражада ва кўп вақт давомида катализаторлардан фойдаланмасдан, ҳаводаги кислород таъсирида оксидланишини техник ва иқтисодий кўрсаткичларни пастлиги, ҳамда экологик зарарлиги кўрсатилган.

Диссертация мавзуси бўйича адабий ва патент манбаларининг муаммони ҳал этиш ҳолатини танқидий таҳлил қилиш натижасида тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилди.

**"Асфальтбетон ва томбоп қопламалар учун битумлар олишнинг назарий асослари ва илмий-услубий ёндашувлари"** мавзусидаги иккинчи бобида диссертацияни бажаришдаги эксперименталь тажриба ишларида қўлланилган хомашёлар, битум ва битум-минерал материалларнинг тузилиши ва хоссалари берилган.

Битум ишлаб чиқаришда кенг қўлланиладиган нефт гудронини оксидлашини интенсификация қилиш учун мавжуд бўлган усулларни танқидий таҳлил қилинди. Илмий асосларини шакллантириб ишчи гипотезани қуйидагича таърифлаш мумкин: битум ва битум минерал моддаларининг структураси ва хоссаларини шаклланиш жараёни, юқори молекуляри бирикмалар назариясига асосланиб, нефт гудрони ва нефт дисперс системаси таркибидаги фаза ўзгаришлар назарияси асосида тўпланган экспериментал маълумотлар қабул қилинган.

Структура ҳосил қилувчи сирт фаол моддалар (СФМ) ва полимерлар ёрдамида, нефт гудронлари ва қовушқоқлиги паст бўлган битумларни оксидлашсиз интенсив технология асосида маркали қовушқоқ ва юқори ҳароратларга чидамли битум олиш натижасида физик ва кимёвий жараёнлар содир бўлади, шу билан бирга, хомашё таркибидаги ўзгаришлар занжирли механизм орқали содир бўлади ва кислород органик бирикмалар билан таъсир ўтказди, водородни ажратади ва молекулага киритилади, оксидланиш реакцияларида иштирок этувчи эркин радикаллар ҳосил бўлади, шунда юқоримолекуляр структуранинг қайта таркиб топиши ва узоқ муддатли оксидланиш жараёнига ўхшаш битумларнинг физик-кимёвий хоссалари кескин ўзгариши содир бўлади.

Оксидлашсиз интенсив технология битумларнинг физик-механик хоссаларини, асосан қовушқоқлигини ва иссиқликка чидамлилигини оширади. Модификацияланган битум асосида ишлаб чиқарилган асфальтбетон ва томбоп битумли қопламаларининг эксплуатация хоссаларини оширади, ишлаб чиқаришда энергия ресурси ва меҳнат сарфини сезиларли даражада пасайишини таъминлайди.

Тадқиқотнинг мақсад ва вазифаларига мувофиқ хом ашёни танлаш, характерлаш ва уларни синаш усуллари аниқланди. Экспериментларда стандарт

усуллар билан биргаликда муаллиф томонидан тавсия этилган усуллар ва физик-механик ва физик-кимёвий таҳлилнинг замонавий усуллари, битум ва битум-минерал моддаларининг хоссаларини ўрганиш қўлланилди. Асфальтбетонларининг таркиби ва хоссаларини оптималлаштириш учун экспериментларни математик режалаштириш усуллари қўлланилди.

Битум хом ашёси оксидланишини интенсифлаштириш учун мавжуд бўлган усулларни таҳлил қилганда катализаторлар сифатида ишлатилаётганган қўшимчаларнинг паст самарадорлиги, битумларни анъанавий тайёрлаш технологияси мураккаблиги аниқлади. Битум хом ашёни узоқ вақт оксидланиши ишлаб чиқариш ресурслари ва энергия сарфини оширади, атмосферани ифлослантиради ва шу сабабли атроф-муҳитга катта зарар етказади.

Диссертациянинг учинчи **"Оксидлашсиз интенсиф технология асосида ишлаб чиқарилган йўлбоп ва томбоп битумларнинг структураси ва хоссаларига модификация қилувчи қўшимчаларнинг таъсири"** деб номланган бобида структура ҳосил қилувчи СФМлар ва полимерлар ёрдамида йўлбоп ва томбоп битумнинг физик-механик ва физик-кимёвий хоссалари экспериментал ва назарий тадқиқотлар асосида, ишлаб чиқариш учун оптимал параметрлар аниқланилди.

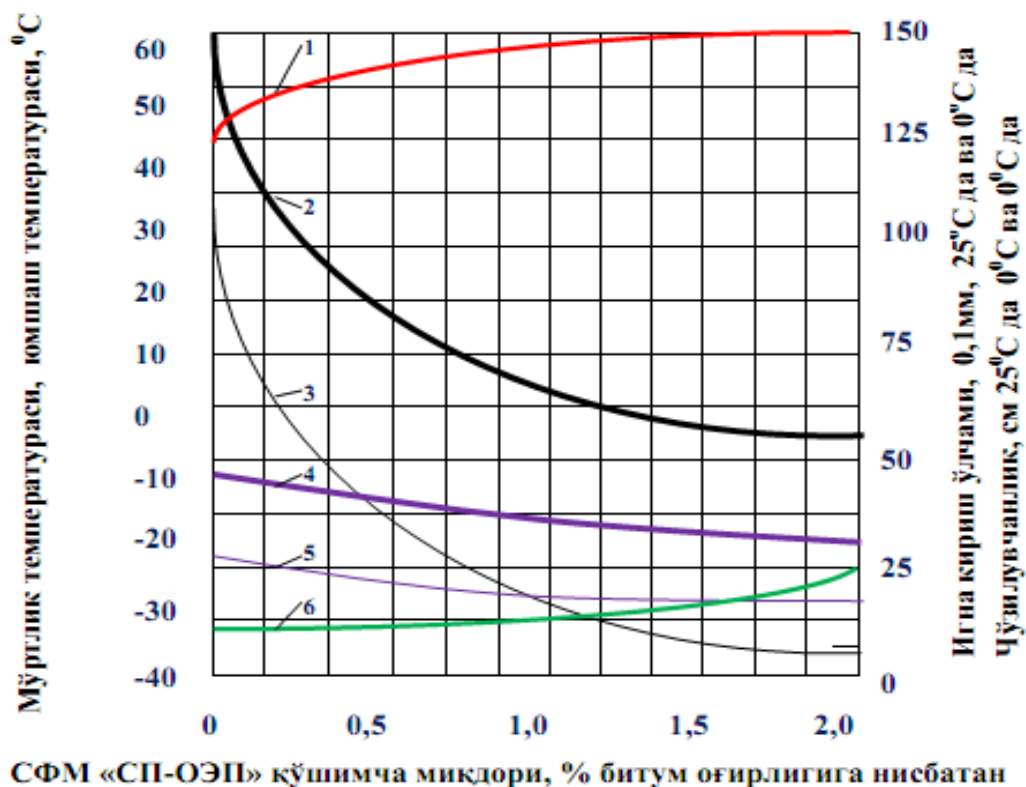
СФМ "СП-ОЭП" моддасининг нефт битумларига нисбатан максимал фаоллигини уларнинг миқдори, маркаси, олинган ҳудуди ва қайта ишлаш технологиясига боғлиқ бўлганлигини ҳисобга олган ҳолда, унинг оптимал тадбиқ қилиш, қовушқоқлиги паст ва юқори ҳароратларга чидамсиз битумларни модификациялаш учун қўллаш мақсадга мувофиқ бўлди.

Синов натижаларини таҳлил қилинганда (1-расм) СБС "Кратон Д1101" полимер ва СФМ "СП-ОЭП" ёрдамида ишлаб чиқарилган йўлбоп битумлари уч компонентли моддалар таркибига қараб, янада кенг ҳарорат доирасида пластик хоссага эга эканлигини кўриш мумкин.

Полимер қўшимчаси сифатида СБС каби энг самарали турлари таланган ва уни олиш технологияси содда ва қовушқоқлиги паст битумлар асосида олинга.

Асосан қовушқоқлик даражасининг ошиши ва юқори ҳароратларга чидамлилиги, мўртлик температурасини пасайши модификаторларнинг миқдориини боғловчи таркибида ошиши билан боғлиқ. Бу процесс битум-минерал қоришмасидаги когезия ва адгезия мустаҳкамлигини кучайишига ёрдам беради.

Структура ҳосил қилувчи СФМ «СП-ОЭП» қўшимчанинг битум билан ўзаро таъсирида унинг структураси қайта қурилади ва бу жараён битумлар физик-кимёвий хоссаларининг кескин ўзгариши билан кечади, деб тахмин қилиш мумкин. Бу нефть гудронларини ва паст қовушқоқ, юқори ҳароратларга чидамсиз битумларни анъанавий энергия кўп сарфланадиган ва узоқ муддатли оксидлаш технологик жараёнидан воз кечиш имконини беради.



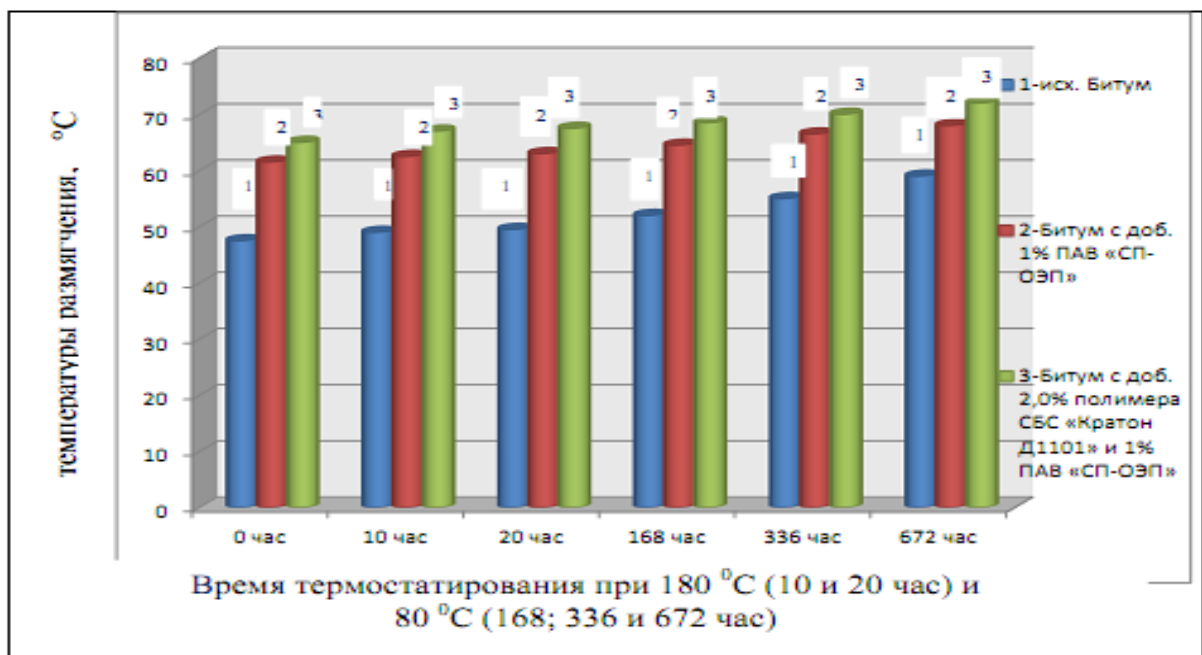
1- расм. СФМ «СП-ОЭП» қўшимча миқдорининг, 2,0% СФС «Кратон 1101» полимер қўшилган БНД-200/300 битумнинг физик-химівий хоссаларига таъсири. 1-юмшаш температураси, °С; 2- игна кириш ўлчами, 0,1мм, 25 °С да, 3 - шу жумладан 0 °С да; 4 - чўзилувчанлик, см 25°С да, 5- шу жумладан 0 °С да; 6-мўртлик температураси - °С

2-расмда келтирилган маълумотлардан кўришиб турганидек, модификаторсиз дастлабки битум синовдан олдин, модификацияланган битумга қараганда, анча паст юмшаш температурасига эга, бироқ термостатлаш вақтининг бошланғич давридаёқ унда юмшаш температурасининг жадал кўтарилиши кузатилади.

Тадқиқ қилинаётган таркибларда битумни юмшаш температураси, қовушқоқлик, мўртлик температураси, масса йўқотиш каби хоссаларининг, таҳлили шуни кўрсатадики, модификацияланмаган битумда қариш жараёни айниқса тез кечади.

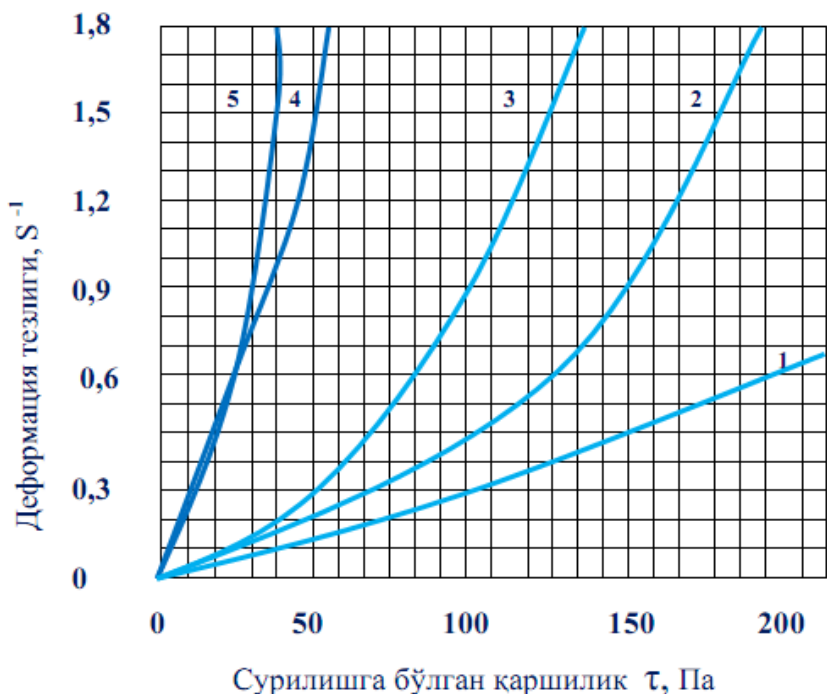
Материалнинг вақт ўтиши билан юмшаш температурасининг ошиши эксплуатация пайтида битумнинг ўз хоссаларини узоқ вақт сақлай олиш қобилиятига қараб аниқланди. Тадқиқотлар 80°С ҳароратда бажарилди, бунда боғловчининг хоссалари 7, 14 ва 28 кеча-кундуз назоратда аниқланди (2-расм).

СФМ «СП-ОЭП» қариш ингибитори бўлиб хизмат қилади ва битум структурсидаги компонентлар ўртасидаги ўзаро таъсирини блокуровка қилиб, фаол моддалар билан реакцияга киришиб, ҳар хил ташқи омилларнинг салбий таъсирига тўсқинлик қиладиган кам фаолликка эга радикаллар ҳосил қилади.



2-расм. Вақт давомида термостатик усулда БНК-45/190 битуми ва уни модификациялангандан кейинги эриш температурасига таъсири

3-расмда келтирилган маълумотлар гувоҳлик беришича, СФМ «СП-ОЭП» қўшимчасининг қўлланиши битумнинг силжишга бўлган температурда қаршилигини оширади.



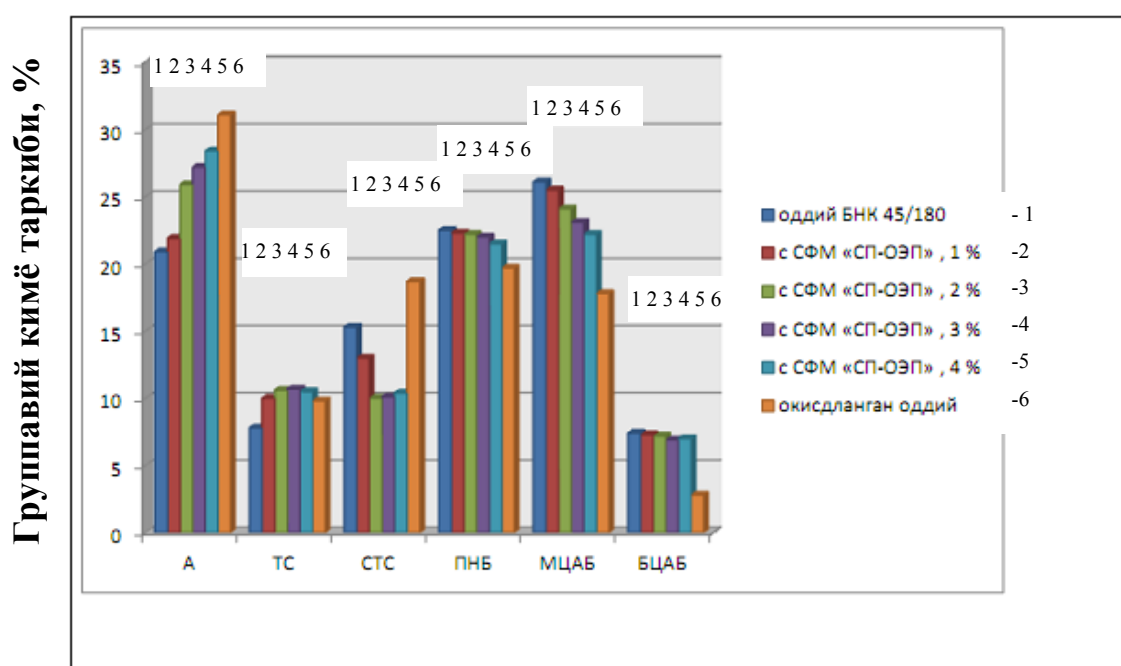
3-расм. СФМ «СП-ОЭП» 2,0% қўшилган БНД-200/300 битумининг реограммаси, 1-45 °С; 2-50 °С; 3-55 °С; 4-60 °С; 5-65 °С

Бу жараён мос равишда, улар асосидаги асфальтбетонларнинг силжишга бардошлилигини ошириш имконини беради. Полимер СБС «Кратон Д1101»

модификацияланган битум таркибидаги ПАВ «СП-ОЭП»нинг миқдорини ошириши боғловчининг динамик айниқса хақиқий қовушқоқлигини ошириши билан ифодаланган. Натижада мустақил уски молекуляр структура – смолалар, асфальтенлар хоссаларига эга бўлган ва уларнинг концентрациядан ҳосил бўлиши кимё-структура ўзгариш усули билан ҳам аниқланган.

Олинган тажриба натижаларини таҳлил қилганда модификацияланган битумларни юқори тезликда ҳам деформацияланишига қаршилиги ошади бу дегани структурани бошқа фазага ўтиши ва уни силжишга бўлган қаршилигини оширади.

4-расмдан кўриниб турганидек, оксидланган битум таркибида, қўшимчали битумга нисбатан ёғлар миқдори 13,2% кам, смолалар 7,5 % ортиқ ва асфальтенлар эса 5,2% ортиқ.



**4-расм. СФМ «СП-ОЭП» қўшимча миқдорининг, БНК 45/180 битумнинг групповий кимё таркибига таъсири. БЦАБ– (1) бициклоароматик бирикмалар, МЦАБ– (2) моноцикло-ароматик бирикмалар, ПНБ - (3) парафин-нафтен бирикмалар, СТС – (4) спирт-толуол смолалар, ТС – (5) толуол смоласи, А – (6) асфальтенлар**

Битумлардаги моддаларнинг кимёвий таркибларининг ўзгариши уларга қўшилаётган СФМ «СП-ОЭП» миқдорига боғлиқлигини аниқлашга доир бажарилган тажриба ишлари натижаларини таҳлил қилганда шундай хулоса келиб чиқадики, битум таркибидаги СФМ «СП-ОЭП» миқдори 2 % гача бўлганда янги структура бирликлар фазаси асосан спирт-толуолли смолалар ҳисобига ҳосил бўлади.

Қўшимча миқдори оширилганда эса моноциклоароматик бирикмалардан ҳосил бўлади. Демак, битумдаги асфальтенлар миқдорининг кўпайиш жараёни толуолли ва спирт-толуолли смолалар ҳисобига содир бўлади. Бу битумнинг

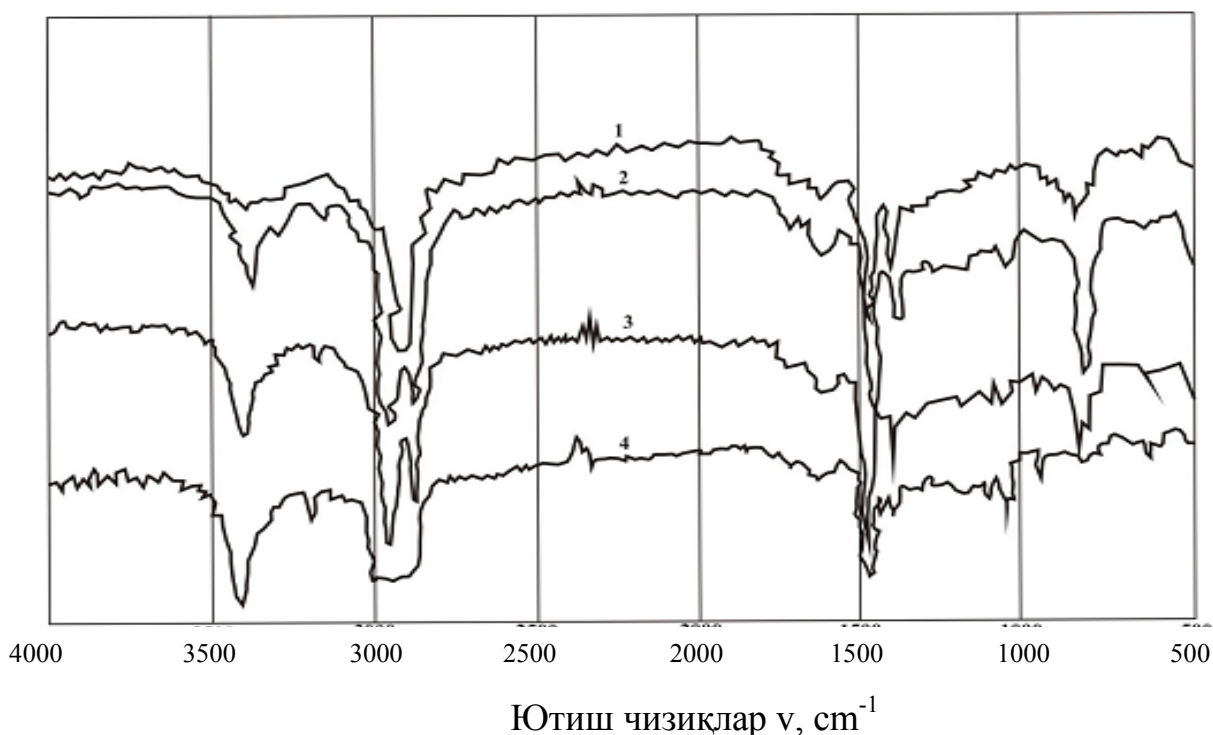


пластик хоссаларининг сақланганлиги ва мўртлигининг камайганлигидан ва юмшаш температурасининг пастлиги ёғли қисм миқдорининг анча сақланиб қолганлиги билан изоҳланади.

Битумлар таркибига структура ҳосил қилувчи СФМ «СП-ОЭП» қўшимчаси қўшилганида, ундаги смолалар миқдори кўп бўлса, кимёвий реакция анча жадал кечади, бунда дисперсион муҳитда кучли структураланган асфальтенлардан коагуляцион тўрли каркас ҳосил бўлади. Тахмин қилиш мумкинки, структура ҳосил қилувчи СФМ «СП-ОЭП» қўшимчанинг битум билан ўзаро кимёвий бирикишида молекула сирти структураси кўп сонли макромолекулалардан ташкил топган молекулалараро кучлар таъсирида асфальтен каркасли структуралар ҳосил бўлади.

Инфрақизил спектроскопия (ИҚС) усули (5-расм) билан олиб борилган тадқиқотда аён бўладики, дастлабки БНД 200/300 битум  $700-900\text{ см}^{-1}$  оралиқада ароматик бирикмаларни ўртача интенсивликда ютиш чизикларининг кенг чизикга эга эканлиги билан ажралиб туради:  $1040$ ,  $1160$ ,  $1510$  да ва  $1700\text{ см}^{-1}$  да кичик,  $1600\text{ см}^{-1}$  да ўртача.

Юқори частотали оралиқада фақат водород алоқасининг кенг чизик ( $3200-3500\text{ см}^{-1}$ ) турар эди. Битум БНД 200/300 га СФМ «СП-СЭП»  $1\%$  қўшилганида (2 - эгри чизик) унда  $700-850\text{ см}^{-1}$  оралиқада аниқ чўққили чизиклар интенсивлиги кескин ошди,  $850$ ,  $920$  ва  $1030\text{ см}^{-1}$  да кичик, аммо аниқ чўққилар пайдо бўлди.  $1500-1700\text{ см}^{-1}$  ли соҳа деярлик ўзгармади.



**5-расм. ИҚ- Спектрлари:** 1 - БНД 200/300; 2 - БНД 200/300 га СФМ «СП-ОЭП» қўшимчидан  $1\%$  миқдорда; 3 – шу жумладан  $2\%$ ; 4 – шу жумладан  $3\%$

Аммо юқори частотали оралиқада интенсив чўққилар ҳамма эгри чизикларда пайдо бўлди, шунингдек  $3400\text{ см}^{-1}$  чизикда тобора ортиб борувчи

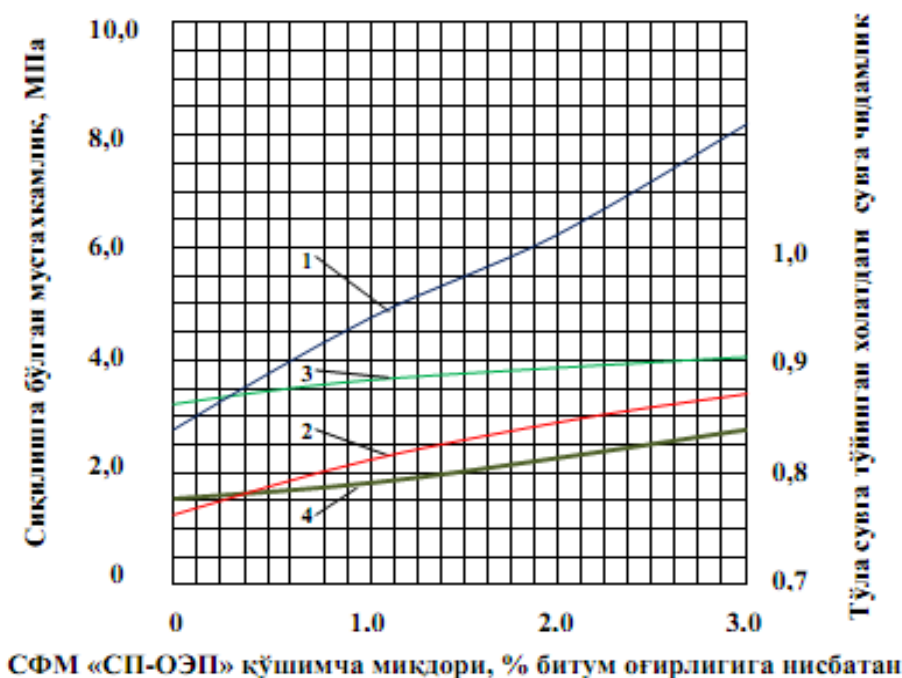
интенсивликдаги ва  $3160 \text{ см}^{-1}$  да унча катта бўлмаган, лекин аниқ чўкқилар пайдо бўлди.

ИҚС синов натижаларини таҳлил қилиб, шундай хулосага келиш мумкинки, спектрларни юқори нуқтаси  $3460 \text{ см}^{-1}$  бўлган, парафин-нафтен углеводородлар миқдорининг камайиши ҳисобига ҳосил бўлган ароматик углеводородларга тегишли интенсив ютувчи чизиқнинг пайдо бўлиши модификацияланган битумларда қўшимча мустақил структуравий тўрнинг ҳосил бўлиши тўғрисидаги бизнинг назарий тасаввурларимизни тасдиқлайди.

Тажрибалар асосида олинган экспериментал-назарий маълумотлар асосида асфальтбетонли йўллар ва томбоп битумли қопламалар учун оксидлашсиз интенсив технология бўйича модификацияланган битумларни олиш методлари ва усуллари ишлаб чиқилди ва илмий-методик ёндошувлар ва назарий асослари таҳлил қилинди.

Диссертациянинг тўртинчи бобида **“Модификацияланган битумлар асосидаги асфальтбетонларнинг физик-механик ва деформатив хоссалари”** мавзуидаги экспериментал-назарий таҳлил натижалари келтирилди.

Полимер СБС «Кратон Д1101» билан модификацияланган битум асосидаги асфальт боғловчи хоссаларига СФМ «СП-ОЭП» миқдорининг қандай таъсир кўрсатишини ўрганиш (6-расм) натижасида шу нарса аён бўлдики, у  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ва  $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$  да сиқилишга бўлган мустаҳкамлигини юқорилиги, сувга чидамлилиги, узок вақт сувга тўйинганда сувга чидамлилигини намоён қилди.



6-расм. СФМ «СП-ОЭП» қўшимча миқдорининг полимер СБС «Кратон Д1101» асосида модификацияланган асфальтбоғловчининг хоссаларига таъсири; 1, 2 -  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ва  $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ҳароратда асфальтбетонни сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги; 3 – сувни вақтинча таъсирида чидамлилиги, 4 – сувга тўла тўйинган ҳолатдаги чидамлилиги.

Хоссаларнинг яхшиланганлиги шундан далолат берадики, модификаторлар комплекс қўлланишида асфальт боғловчи модификацияланган битум структурасига СБС «Кратон Д1101» полимери ва СФМ «СП-ОЭП» таъсир кўрсатади.

Математик моделлаштириш усулида асфальтбоғловчининг сиқилишга чидамлилиги оптималлаштириш синовлари 50 °С температура таъсирида олиб борилди.

Корреляцион-регрессив таҳлил асосида модификацияланган битум, битум-минерал материаллар ва белгиланган хоссага эга асфальтбетонлар олиниши, бошқарилиши ва прогноз қилиниши учун математик моделлар ишланди.

Ўзгариб турадиган омиллар:

$x_1$  - БНД 200/300 маркали битумнинг асфальт боғловчи таркибидаги микдори (қоришмадаги битум кукун массасига нисбатан %да олинади);

$x_2$  - СБС «Кратон Д1101»нинг қоришмадаги таркиби, битум массасига нисбатан %да;

$x_3$  - СФМ «СП-ОЭП»нинг қоришмадаги таркиби, битум массасига нисбатан % да.

Оптималлаштириш жараёни иккинчи тартибдаги полином билан тавсифланади, бунинг учун тўлиқ факторли экспериментнинг ортогонал режаси танлаб олинди (1-жадвал):

1-жадвал

Режалаштирилган экспериментнинг дастлабки маълумотлари	$x_1$	$x_2$	$x_3$
Эксперимент маркази	12,5	2,0	2,0
Ўзгариш оралиғи	1,0	0,5	0,5
Юқори босқич ( $x_i=+1$ )	13,5	3,0	1,0
Қуйи босқич ( $x_i=-1$ )	11,5	1,0	3,0

$x_0$  – эксперимент маркази;

$\Delta x_i$  – ўзгариш интервали.

Натурал қийматлардан кодланганларига ўтиш

$$x_i = \frac{x_i - x_0}{\Delta x_i} \quad (1)$$

формула бўйича аниқланади, бу ерда  $x_i$  – кодли ўзгарувчан қиймат.

Оптималлаштириш жараёнини тавсифлаш учун қўлланган тенглама  $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{1,1}x_1^2 + a_{2,2}x_2^2 + a_{3,3}x_3^2 + a_{1,2}x_1x_2 + a_{1,3}x_1x_3 + a_{2,3}x_2x_3 + a_{1,2,3}x_1x_2x_3$  (2) кўринишга эга.

Асфальтбетоннинг оптимал таркибини асфальтбоғловчи ва асфальтбетон даражасида босқичма-босқич аниқлаш йўл қопламаларида асфальтбетонларнинг эксплуатацион хоссаларини яхшилаш муаммосини ҳал қилишда, айниқса, мақсадга мувофиқдир. Шунинг учун асфальт- боғловчининг

модификаторлар, битум ва минерал кукун миқдорига боғлиқ ҳолда 50 °Сда сиқилишга чидамлилиги синовдан ўтказилди.

Оптималлаштириш тўлиқ факторли экспериментнинг ортогонал режаси бўйича ўтказилди, шунинг учун таҳлил қилинаётган омилларнинг асфальт-боғловчининг чидамлилигига таъсирини иккинчи тартибдаги полином кўринишида тақдим этиш мумкин.

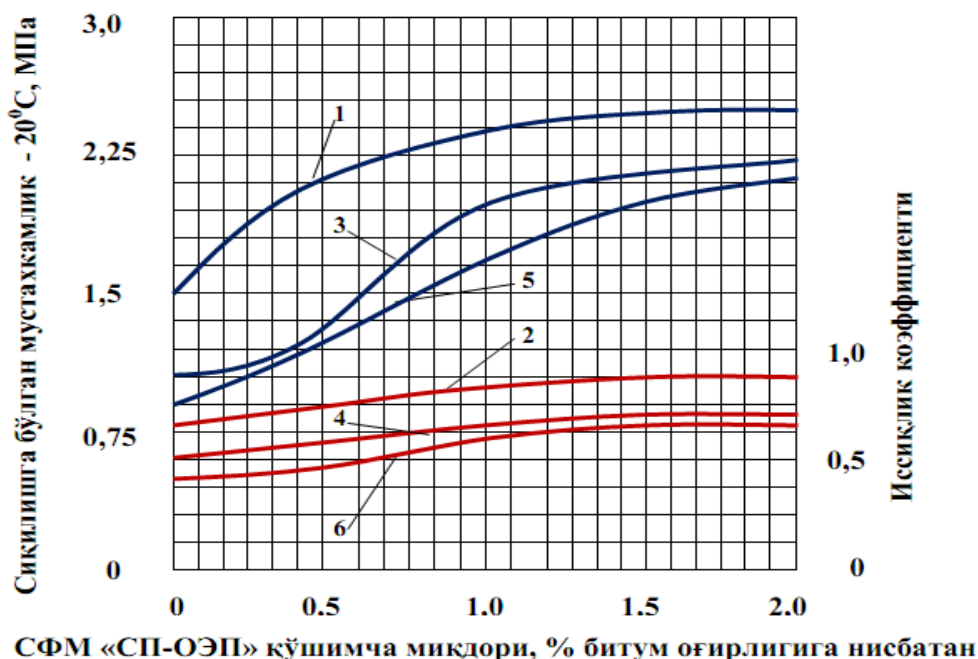
Асфальт боғловчи чидамлилигининг статистик модели куйидаги кўринишга эга:

$$Y = 7,92 + 0,313x_1 + 0,281x_2 + 0,621x_3 - 0,585x_1^2 - 3,380x_2^2 - 0,778x_3^2 + 0,0659x_1x_2 + 0,901x_1x_3 + 0,526x_2x_3 + 0,374x_1x_2x_3 \quad (3)$$

бу ерда  $Y = R_{сж}^{50} - 50$  °С да асфальт боғловчининг сиқилишга чидамлилиги.

Асфальт боғловчи таркибини оптималлаштириш уни максимал чидамликка эришишни таъминлашни назарда тутган ҳолда таркибдаги модификаторлар, битум ва минерал кукун миқдорларининг ҳар хил қийматларида режадаги мустаҳкамликка эришиш мукинлиги аниқланди. Кўриб чиқилган хулосалар орасида 50 °С хараратда сиқилишга мустаҳкамлиги ва сувга тўла тўйингандаги чидамлилиги информативлиги катта эканлиги исботланди.

7-расмдан кўриниб турганидек, таклиф этилаётган СФМ «СП-ОЭП»

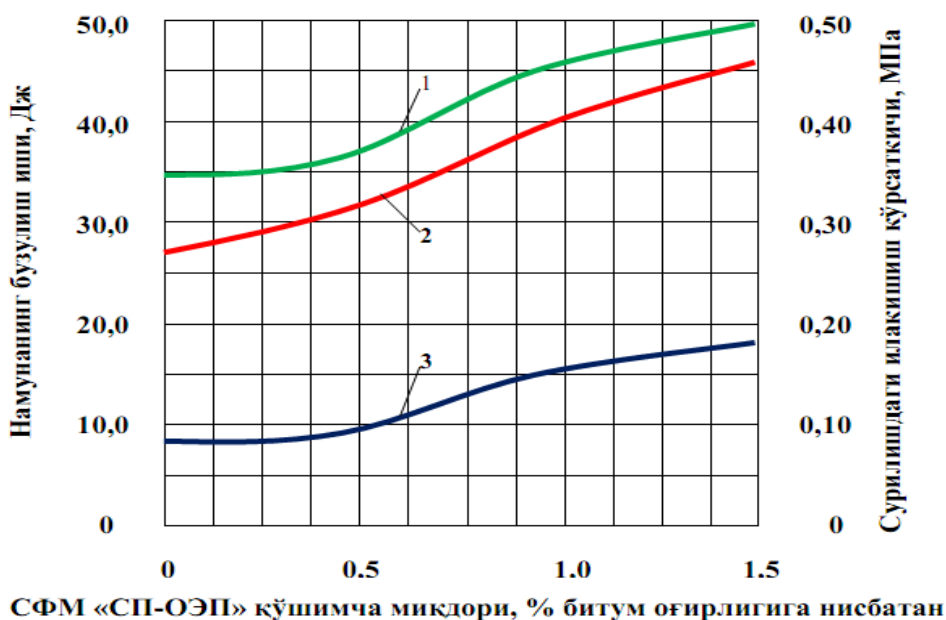


7-расм. СФМ «СП-ОЭП» кўшимча миқдорининг, полимерлар кўшилган БНД-200/300 битум асосида ишлаб чиқарилган асфальт-бетоннинг - 20 °С температурада сиқилишдаги мустаҳкамлигига ( $R_{сж}$ ) ва иссиқлик коэффициенти ( $K_T$ ) га таъсири: 1-  $R_{сж}$ , с СБС «Кратон Д1101»; 2-  $K_T$ , с СБС «Кратон Д1101»; 3-  $R_{сж}$ , с «БК – 1040Т»; 4-  $K_T$ , с «БК – 1040Т»; 5-  $R_{сж}$ , с «ДСТ»; 6-  $K_T$ , с «ДСТ»

қўшимча ишлатилган полимер-битумли боғловчи (ПББ) таркибли асфальтбетон қоришмаларининг қўлланиши унинг сиқилишда мустаҳкамлик чегарасини 1,5 дан 2,4 МПа гача ошириш имконини берди.

Мустаҳкамлик чегарасини оширишга оид маълумотлар таҳлили шуни кўрсатадики, ПББга СФМ «СП-ОЭП» қўшимчасининг киритилиши кенг эксплуатацион ҳарорат диапазонида асфальтбетоннинг куч таъсирига қаршилиқ кўрсатиш қобилиятини оширади. Бу эса эксплуатацион ҳароратларнинг кенг интервалида асфальтбетон қопламаларининг юқори ишончли-лигини таъминлайди.

СФМ «СП-ОЭП» қўшимчали ПББ асосидаги асфальтбетон намуналарининг (8-расм) синовлари унинг юқори ҳароратларда силжишга чидамли эканлигини кўрсатди, бу эса қўшимчанинг структура ҳосил қилиш қобилиятини оширишини билдиради. Структура ҳосил қилувчи СФМ «СП-ОЭП» қўшимчасининг силжишга мустаҳкамликка ижобий таъсири қўшимча миқдорининг оширилиши билан боғлиқ.



**8-расм. СФМ «СП-ОЭП» қўшимча миқдорининг, 2,0% СБС «Кратон Д1101» полимери қўшилган БНД-200/300 битум асосида ишлаб чиқарилган асфальтбетоннинг - 50 °С температурада силжишдаги мустаҳкамлигига таъсири:** 1 - Маршал схемаси бўйича, 2 - силжишдаги илакишиш кўрсаткичи, 3-бир ўқли сиқилиш

Қўшимчаларни самарадорлик кўрсаткичсини таҳлил қилинганда асфальтбетоннинг силжиш пайтидаги тўлдирғичларни ўзаро ёпишиш мустаҳкамлиги ва уларни ички ишқаланиш коэффициентини 1,5 марта ортириши, иссиқликка бардошлилиги эса (сиқилишдаги мустаҳкамлик кўрсаткичлари  $R_{50}/R_{20}$ нинг нисбати) ўртача 20%га ортирилганлиги аниқланди.

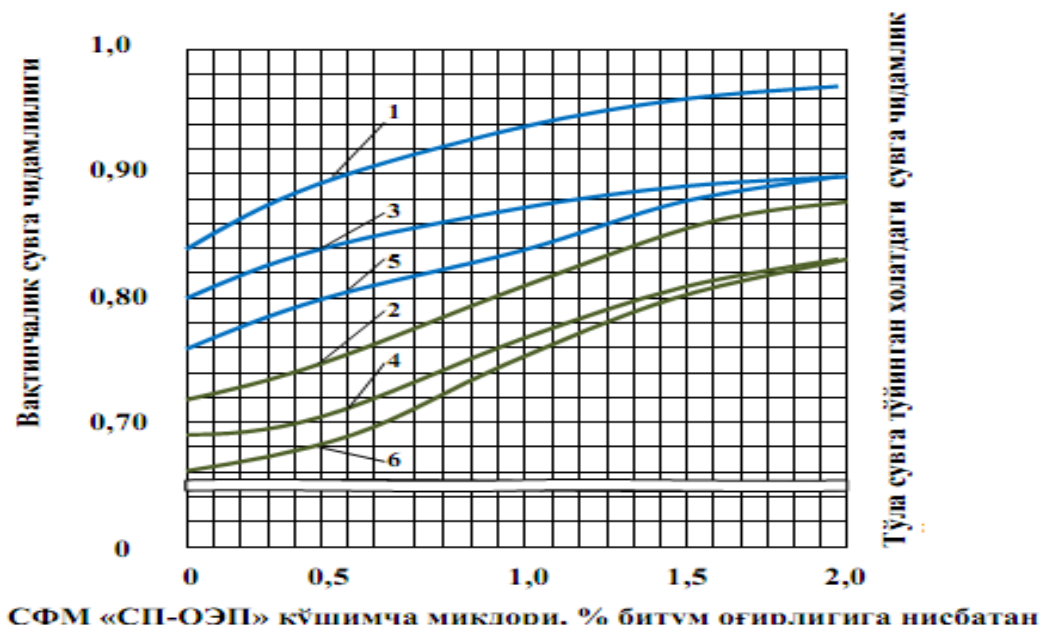
Агар битумга СБС «Кратон Д1101» полимери қўшилса, бу ҳолда асфальтбетоннинг силжишдаги кўрсаткичи ва намунанинг бузилиш иши

тахминан 10%га камаяди, ички ишқаланиш коэффициентлари 10–15%га камаяди. Ушбу кўрсаткичлар битумларга полимер қўшимчалар ишлатилганда уларни эластик хоссаларининг кўтарилиши кузатилади.

Асфальтбетонни силжиш пайтидаги фаол сурилиш оқимлардан анча кам бўлган пластик султ сурилиш оқимлардаги қолдиқ деформация СФМ «СП-ОЭП» қўллангандан кейинги анъанавий асфальтбетонларникидан кўп марта паст бўлиб чиқди. СФМ «СП-ОЭП» қўшимчаси қўлланган асфальтбетонларнинг силжишга чидамлилигини ортиши умуман олганда битум қовушқоқлигининг ортиши ва мос равишда минерал заррачаларни ўзаро туташ (контакт) зонасидаги битум юпқа қопламасининг юқори когезион мустаҳкамлиги ошганлиги билан боғлиқ.

Таркиб ва технологик омилларни ҳарорат ва юкланишларнинг кенг доирасида битум ва битум-минерал материалларнинг физик-механик хоссаларига таъсири бўйича экспериментал тадқиқотлар натижасида уларнинг таркибига структура ҳосил қилувчи СФМлар ҳамда полимерлар киритилганда структуравий-механик хоссалари яхшиланиши, юқори ҳароратларда сурилишга ва деформацияга бардошлиги, паст ҳароратларда ёриқ ҳосил бўлишига бардошлиги оширилиши аниқланди. Шундай қилиб, силжишга мустаҳкамлик бўйича олиб борилган синовлар тавсия қилинаётган модификацияланган асфальтбетоннинг юқори ҳароратда унинг мустаҳкамлигини сақланиши ГОСТ 9128-2013 талабларига мос эканлигини кўрсатди.

9-расмда «Кратон Д1101», «БК – 1040Т» ва «ДСТ» полимерлари асосидаги



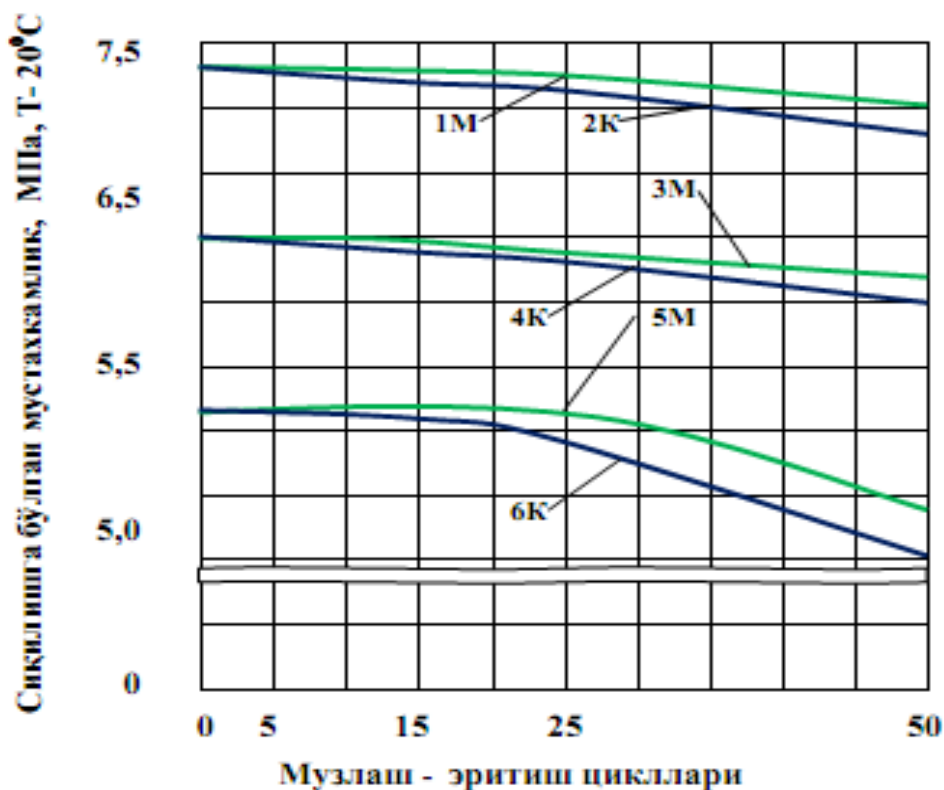
9-расм. СФМ «СП-ОЭП» қўшимча миқдорининг, полимерлар қўшилган БНД-200/300 битум асосида ишлаб чиқарилган асфальтбетонининг – вақтинчалик сувга чидамлилиги ( $K_{вс}$ ) ва тўла сувга тўйинган ҳолатдаги сувга чидамлик кўрсаткичига ( $K_{тшс}$ ) таъсири: 1-  $K_{вс}$ , с СБС «Кратон Д1101»; 2-  $K_{вд}$ , с СБС «Кратон Д1101»; 3-  $K_{вс}$ , с «БК – 1040Т»; 4-  $K_{вд}$ , с «БК – 1040Т»; 5-  $K_{вс}$ , с «ДСТ»; 6-  $K_{вд}$ , с «ДСТ»

асфальтбетонларнинг сувга бардошлилиги ва сувга тўла тўйингандаги чидамлилиги СФМ «СП-ОЭП» қўшимчаси миқдорига боғлиқ экани кўрсатиб берилган.

Асфальтбетонлар вақинчалик сув таъсирига тавсия қилинаётган полимер қўшимчалар ва СФМнинг қандай таъсир кўрсатишини ўрганиш натижалари шуни кўрсатдики, натижалар, аввалам бор, асфальт бетонларнинг битум хоссаларига, унинг асосий ва нордон минерал материаллар билан адгезиясининг (ёпишишига) яхшиланишига, қовушқоқлик ва мос равишда когезион мустаҳкамликка, мўртлик температурасининг пасайишига кўрсатадиган самарали таъсирга боғлиқ экани аён бўлди. Бу санаб ўтилган хоссалар асфальтбетон қопламаларнинг совуқа ва дарз кетишга бардошлигини, коррозияга чидамлилигини оширишга ёрдам беради.

Ҳар хил полимерлар ва структура ҳосил қилувчи қўшимчалардан комплекс фойдаланиш эвазига 5, 10, 15, 25, 50 мартаба музлатиш – эритиш циклларида ҳам музлашга бардошлилик, коррозияга чидамлик борасида энг яхши натижалар кузатилди.

Модификацияланган намуналарнинг (10-расм) 50 марта музлатиш – эритиш циклидан кейин чидамлилиги дастлабки кўрсаткичларга нисбатан кўпи



10-расм. СФМ «СП-ОЭП» қўшимча ва полимерлар қўшилган БНД-200/300 битум асосида ишлаб чиқарилган асфальтбоғловчининг 5, 10, 15, 25, 50 мартаба музлаш - эритиш циклларида сўнг музлашга (М) ва коррозияга (К) бардошлилиги: 1М, 2К-  $R_{сж}$ , с СБС «Кратон Д1101»; 3М, 4К -  $R_{сж}$ , с «БК – 1040Т»; 5М, 6К -  $R_{сж}$ , қўшимчасиз

Бундан ташқари, модификацияланган асфальтбоғловчиларнинг тузли эритмалар ва реагентлар каби зарарли муҳитлар таъсирига чидамлилигини оширади.

Диссертациянинг **“Оксидлашсиз интенсив технология бўйича ишлаб чиқарилган модификацияланган битумлар асосидаги асфальтбетон ва томбоп битумли қопламаларни жорий этишнинг техник-иқтисодий самарадорлиги”** деб номланган бешинчи бобида асфальтбетон йўллар ва томбоп битумли қопламалар учун қовушқоқ, иссиққа бардошли маркали битумларга эга бўлиш мақсадида таклиф қилинаётган оксидлашсиз интенсив технологиядан фойдаланишдан келадиган иқтисодий самарадорлик ҳисоб-китобларининг натижалари ёритилган. Модификацияланган йўлбоп ва томбоп битумли қопламаларни тайёрлаш технологияси ишлаб чиқилди. Модификацияланган қовушқоқ битум асосида “Б” турдаги I маркали иссиқ асфальтбетонли майда донадор қоришмаларнинг автомобиль йўлларни реконструкция қилиш ва таъмирлаш учун тажриба-саноат партияси 200 т миқдорда ишлаб чиқилди.

Қалинлиги 5 см га тенг асфальт бетон қоришма Тошкент шаҳридаги Муқимий ва Халқлар дўстлиги кўчаларининг кесишувидаги автомобиль йўлини (ҳаракат интенсивлиги 10 тыс. авт/сут) капитал таъмирлашда 1600 м<sup>2</sup> майдонга қопланди.

Оксидлашсиз интенсив технология бўйича “Ўзбеккровля” ИЧБ комбинатида тажриба учун ишлаб чиқарилган структура ҳосил қилувчи СФМ «СП-ОЭП» кўшимчали модификацияланган битум партиядан модификацияланган битум боғловчилари асосида 3,0 минг м<sup>2</sup> дан ортиқ РКП-350Б маркали рубироиднинг ишлаб чиқарилиши бундай боғловчиларнинг самарадорлигини исботлайди ва томбоп материалларининг узоқ хизмат қиладиган турларини олишда қоплама масса қоришма сифатида фойдаланиш имконини беради

1231 км йўллар ҳолати назоратдан ўтказилди, шу жумладан йўлбоп битумларни интенсив оксидлашсиз технологияни қўллаб қурилган модификацияланган асфальтбетон қопламаларнинг эксплуатация хоссаларининг юқорилиги ва афзаллиги аниқланган.

Асфальтбетон қоришмаларни оксидланмайдиган интенсив технология асосида Ўзбекистон Республикаси автомобил йўллар Давлат кумитаси ва «EURO GLOBAL ASPHALT» МЧЖ заводларида 4,8 минг тонна миқдорда ишлаб чиқарилишидан олинган иқтисодий самара 245,1 млн. сўмни, “Ўзбеккровля” ИЧБ заводида 3125 м<sup>2</sup> миқдорда томбоп битумли қопламаларини ишлаб чиқаришда олинган иқтисодий самара эса 2,9 минг тона қоплама битумга 1,92 млрд сўмни ташкил қилди (2018 й. нархларига кўра).

Диссертация иши натижаларидан норматив базани яратишда, асфальт-бетонли материалларнинг ишлаб чиқарилиши ва қўлланишини кенгайтириш имконини берадиган соҳага оид норматив-методик ҳужжатлардан фойдаланилди.



## ХУЛОСА

1. Таҳлилий, умумхулоса ва экспериментал-назарий тадқиқотлар асосида структура ҳосил қилувчи СФМ ва полимерлардан фойдаланиш ҳисобига қовушқоқлиги паст битумлар ҳамда нефт гудронларидан ишлаб чиқарилган битум-минерал материалларнинг физик-механик хоссалари ва структура шаклланиши қонуниятлари аниқланиб, назарий тасаввурлар ривожлантирилган. Йўл асфальтбетон ва томбоп битумли қопламалар учун модификацияланган битум ва битум-минерал материалларни ишлаб чиқариш учун энергия тежовчи, оксидлашсиз интенсив технологиянинг илмий асослари яратилган.

2. Инфрақизил спектроскопик тадқиқотлар натижасида оксидлашсиз интенсив технология буйича модификацияланган битумлар ишлаб чиқарилганда ёғ ичида деструкция, яъни ароматик ва нафтен-ароматик цикллардан парафинли занжирларнинг узулиши, уларнинг деалкиллашиши, смолалар ва асфальтенлар эса деструкция маҳсулотларини ўзларига бириктиш жараёнида алкилланиши ва шунда алифатик занжирлар ҳосил бўлиши, фазалар ўртасида катализ-алкилланиш содир бўлиши аниқланган.

3. Структура ҳосил қилувчи СФМлардан фойдаланилганда битумда янги структура пайдо бўлади ва зич молекуляли бирикмалар модификацияланиш жараёнидаги оксидланиш реакцияси натижасида эркин радикаллар пайдо бўлиши натижада мустақил уски молекуляр структура – смолалар, асфальтенлар хоссаларига эга бўлган ва уларнинг концентрациядан ҳосил бўлиши аниқланган.

4. Полимер ва структура ҳосил қилувчи СФМлар билан модификацияланган битумларнинг хоссалари ва структураси шаклланиши қонуниятлари аниқланган ва узоқ муддатли оксидлаш жараёнидан воз кечиш амалий ва назарий исботланган.

5. Ҳарорат ва юкланишларнинг кенг доирасида модификацияланган битум ва битум-минерал материалларнинг таркиби ва технологик омиллари уларнинг физик-механик, физик-кимё хоссаларига таъсирини тадқиқотлар натижасида аниқлаш уларнинг структуравий-механик хоссалари яхшиланиши, юқори ҳароратларда сурулишга ва деформацияга бардошлиги, паст ҳароратларда ёриқ ҳосил бўлишига бардошлиги оширилиши аниқланди. Бу эса эксплуатацион ҳароратларнинг кенг интервалида асфальтбетон ва том қопламаларининг узоқ вақт давомида юқори ишончлилигини таъминлашга эришилган.

6. Силжишга мустаҳкамликни аниқлаш бўйича олиб борилган синовлар тавсия қилинаётган модификацияланган асфальтбетоннинг юқори ҳароратда ҳам мустаҳкамлигини кўрсатди. Асфальтбетонни силжиш пайтидаги фаол пластик қолдиқ сурилиш оқимлардаги деформация модификациялангандан кейинги анъанавий асфальтбетонларга нисбатан паст бўлиб чиқган. Модификацияланган битумлар асосида ишлаб чиқарилган асфальтбетонларнинг сувга ва узоқ вақт сувга тўйиниши давридан кейин чидамлилиги, музлашга ва коррозияга бардошлилиги ўрганилганда туз ва реогентлар қўлланишида модификаторлар материалнинг музга ва коррозияга бардошлигини оширишини кўрсатган.

7. Ўзбекистон Республикаси автомобил йўллар Давлат қумитаси, «EURO GLOBAL ASPHALT» МЧЖ и "Ўзбеккровля" ИЧБ заводларида модификацияланган битум ва битум-минерал материалларини тажрибавий жорий этилишида оксидлашсиз интенсив технология асосида битум ишлаб чиқариш қўшимча ҳово юбормасдан қовушқоқ битум олиш вақтини 10-12 соатга камайишига, ҳароратини 1,5 маротабага пасайтиришга имкон беради. Шу билан бирга зарарли моддалар атмосферага чиқарилишини олдини олади, чиқарилаётган маҳсулот балансини сақланишини тامينлаш имконини яратган, материаллар ва энергия талаб этувчи жихозлардан воз кечиш имконини яратади, меҳнат ва моддий ресурслар сарфини сезиларли камайитиришга эришилди ва энергия тежалишига эришилган, ҳамда асфальтбетон ва томбоп битумли қопламаларининг узоқ муддатли хизматини, мустахкмлигини ва ишончлилигини таъминлашга эришилган.

8. ГК РУз АД и ООО «EURO GLOBAL ASPHALT» заводларида 4,8 минг тоннадан ортиқ оғирликдаги асфальтбетон аралашмаларини оксидлашсиз интенсив технология бўйича ишлаб чиқарилди ва автомобил йўлларида қопланди, ПО «Ўзбеккровля» заводида 2,9 минг тонна қоплама битум асосида 3125 м<sup>2</sup> рубероид бино ва иншоатлар том қоплама сифатида жорий этилди. «Жарқўрғон нефтни қайта ишлаш» қўшма корхонаси ишлаб чиқариш шароитида йўлбоп битум ишлаб чиқарилганда йилига 23,45 млрд. сўм, томбоп битум ишлаб чиқарилганда эса йилига 2,15 млрд. сўм иқтисодий фойда кутилмоқда.

9. ЎзР «Қурилиш вазирлиги»нинг стандартлаштириш маркази томонидан келишиб мувофиқлаштирилган ҳолда Автомобиль йўллари илмий тадқиқот институти томонидан: 30.12.2009 йилда МКН 54-2009 09 октябр 2009 йилдаги 275 - сонли шартномага асосан меъёрий-услубий қўлланма, Тошкент архитектура-қурилиш институти томонидан: «ТИ 25982978:01-2018 Технологическая инструкция» 11. 11. 2018 йилдан ва МУ 21-153-55 - сонли «Вақтинча технологик регламент» ишлаб чиқилган, натижада йўлбоп ва томбоп модификацияланган битумларини 3-5 фоизгача, полимерларни 50-60 фоизгача тежашга эришилган ва уллар асосида асфальтбетон ва том қопламалари ишлаб чиқаришга жорий этилган. Натижалар ШНҚ 3.06.03-08 шаҳарсозлик норматив қоидалари «Автомобиль йўллари»га қўшимча ўзгартиришлар киритиш учун жорий қилинган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.Т.11.01  
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ, ТАШКЕНТСКОМ  
ИНСТИТУТЕ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА,  
САМАРКАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ АРХИТЕКТУРНО-  
СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ И НАМАНГАНСКОМ  
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

**КАСИМОВ ИБРАХИМ ИРКИНОВИЧ**

**СТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ  
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ И КРОВЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИТУМОВ**

**05.09.05 – Строительные материалы и изделия**

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

**Ташкент – 2019**

**Тема диссертации доктора по техническим наукам (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № B2017.3.DSc/T159**

Диссертация выполнена в Ташкентском архитектурно-строительном институте. Автореферат диссертации на трех языках (русский, узбекский, английский (резюме)) размещен на веб-странице ([www.taqi.uz](http://www.taqi.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet».

**Научный консультант:**

**Ходжаев Саидаглам Аглоевич**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Негматов Сайибжан Садилович**  
доктор технических наук, профессор, академик Академии Наук Республики Узбекистан

**Хасанов Бахридин Баратович**  
доктор технических наук, профессор

**Собиров Баходир Бойпулотович**  
доктор технических наук

**Ведущая организация:**

**Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта**

Защита диссертации состоится 11 апрель 2019 года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.т.11.01 при Ташкентском архитектурно-строительном институте, Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта, Самаркандском архитектурно-строительном институте и Наманганском инженерно-строительном институте. (Адрес: 100011, г. Ташкент, улица Абдуллы Кадрий, дом № 7В в зале заседания архитектурного факультета, Тел.: 241-10-84; факс: (998 71) 241-80-00, e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного института (зарегистрирована за №21). (Адрес: 100011, г. Ташкент улица Навои, дом №13. Тел.: (998 71) 244-63-30; факс: (998 71) 241-80-00, e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

Автореферат диссертации разослан 26 марта 2019 года.  
(реестр протокола рассылки № 4 от 20 февраля 2019 года.)

**Х.А. Акрамов**

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

**Х.Х. Камилов**

Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, к.т.н., профессор

**Н.Х.Талипов**

Заместитель председателя научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., старший научный сотрудник

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской (DSc) диссертации)**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире особое внимание уделяется развитию строительства и дорожной отрасли. Большое значение в этом направлении приобретает совершенствование технологии окисления нефтяных гудронов и битумов с низкой вязкостью методом модификации, повышение уровня качества структуры и свойств битумно-минеральных материалов на основе модифицированных битумов.

В развитых странах мира, в частности, в таких как США, Германия, Франция и Япония, занимает ведущее место исследование воздействия различных факторов на асфальтобетон и кровельные покрытия, эксплуатируемые в различных климатических условиях, определение их составов и внедрение новых технологий в производство. В этой связи особое внимание уделяется оптимизации их структуры и свойств, повышению срока службы и усовершенствованию технологии производства.

В мире ведутся научные исследования по улучшению эксплуатационных свойств, прочности покрытий при высоких и низких температурах, уменьшению не поддающихся восстановлению процессов в составе асфальтобетона и кровельных покрытий. В этом отношении особое значение имеют научно-исследовательские работы, направленные на регулирование физико-механических и физико-химических свойств модифицированных вяжущих для асфальтобетона и кровельных покрытий, эксплуатируемых под воздействием внешних сил в сложных климатических условиях, создание передовых современных технологий их производства и усовершенствование существующих методов их получения.

В то же время важное значение приобретает управление структурой и свойствами нефтяных гудронов и маловязких битумов, упрощение технологии окислительного процесса при их производстве, повышение энерго- и ресурсосбережения.

В нашей Республике осуществляются широкомасштабные мероприятия по внедрению эффективных технологий, направленных на повышение эксплуатационной надежности и долговечности, качества автомобильных дорог и транспортной инфраструктуры. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы поставлена задача «...реализации целевых программ по развитию и модернизации строительства, дорожно-транспортной, инженерно-коммуникационной и социальной инфраструктуры, ... сокращение энергоемкости и ресурсоемкости экономики, широкое внедрение в производство энергосберегающих технологий, ...»<sup>1</sup>. Одним из важных вопросов при реализации этих задач является внедрение в производство модифицированных дорожных и кровельных битумов, полученных по интенсивной безокислительной технологии, а также асфальтобетонных и кровельных покрытий на их основе.

<sup>1</sup>Указ Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан: от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и от 14 февраля 2017 года №УП-4954 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления дорожного хозяйства», Постановлением Президента Республики Узбекистан от 28 сентября 2016 года №ПП-2615 "О программе мер по дальнейшему развитию строительной индустрии на 2016-2020 годы", а также других нормативно-правовых документов, принятых в данной сфере в республике.

**Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в рамках передового направления развития науки и технологий II. «Энергетика, энергия-и ресурсосбережение».

**Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации.**<sup>2</sup> Широкомасштабные научно-исследовательские работы, направленные на создание новых строительных материалов оптимизацию состава и свойств модифицированных битумоминеральных материалов, совершенствование технологий и производства проводятся в ведущих мировых научно-исследовательских центрах и высших образовательных учреждениях, в том числе Institute of asphalt (США), European Asphalt Pavement Association (Белгия), University of Tokyo (Япония), Baoli bitumina Construction (Сингапур), Закрытом акционерном обществе "Союздор научно-исследовательский институт", Санкт-Петербургском государственном технологическом институте, (Россия), Харьковском национальном автомобильно-дорожном университете (Украина); Ташкентском архитектурно-строительном институте (Узбекистан).

В мире по созданию новых строительных материалов, оптимизации их эксплуатационных свойств, и совершенствованию процессов их производства получены ряд научных результатов, в том числе: разработка оптимальных составов дорожных битумов и асфальтобетонных покрытий системы Superior Performance Pavements (Institute of Asphalt, США); созданы новые виды термостабильных, с высокой вязкостью композиционные материалы на основе битума, модифицированного полимерными добавками (University of Tokyo, Япония); создана нанотехнология обеспечения длительного срока службы дорожных битумно-минеральных материалов (Baoli bitumina Construction, Сингапур); разработаны методы повышения устойчивости к деформационному воздействию асфальтно-полимербетонных покрытий (Харьковский национальный университет автомобильных дорог, Украина); созданы технологические методы путем активации минеральных материалов используемые в составе асфальтобетонных смесей (Закрытое акционерное общество "Союздор научно-

---

<sup>2</sup> Superpave System. Web page on the NECEPT web site. The Pennsylvania Transportation Institute, Pennsylvania State University. University Park, PA. Accessed 18. November 2001. <https://www.pavementinteractive.org/reference-desk/design/mix-design/superpave-overview/>; University of Tokyo <https://www.u-tokyo.as.jp/>; СоюздорНИИ – головной научно-исследовательский институт Госстроя (Россия) в области строительства автомобильных дорог, мостов, тоннелей и аэродромов <http://souzdornii.ru/kontakty/>; <http://www.uzavtoyul.uz/cy-/post/avtomobil-yollari-ilmiytdaqiqot-instituti.html> и других источников.

исследовательский институт", Россия); созданы сдвигоустойчивые асфальтобетонные покрытия для автомобильных дорог в условиях сухого жаркого климата (Научно-исследовательский институт автомобильных дорог, Узбекистан).

В мире проводятся ряд исследований по оптимизации структуры, свойств и совершенствованию технологии производства битумов и битумно-минеральных материалов с помощью модификаторов и полимерных добавок, в том числе по следующим приоритетным направлениям: разработка новых методов модификации дорожных и кровельных битумов с учетом воздействия поверхностно-активных добавок и полимеров; совершенствование технологии окисления высоковязких битумов из нефтяных гудронов; создание новых составов битумно-минеральных материалов, стойких в условиях сухого жаркого климата; разработка автоматизированных методов математического планирования экспериментов по оптимизации физико-механических, физико-химических свойств асфальтобетонных и кровельных покрытий; разработать и внедрить новые методы оптимизации физико-механических, физико-химических свойств; совершенствование методов прогнозирования эксплуатационных свойств и надежности асфальтобетонных и кровельных покрытий, а также долгосрочного их обслуживания.

**Степень изученности проблемы.** Научные исследования и проблемы в таких направлениях как совершенствование и оптимизация структуры, свойств, технологии битумов и битумно-минеральных материалов с применением модифицирующих добавок, изучение физических и химических свойств строительных материалов рассмотрены в работах ряда зарубежных учёных, в частности: В.Нижбоер А.А. Берлин (США), О.Добози, Ж.Ромона, Р.Соттре (Франция), Л.М.Гохман (Израиль), М.И.Волков, Л.Б.Гезенцевей, Н.В.Горелышев, Н.В.Иванов, А.Ф. Кемалов, А.С.Колбановская, М.И.Кучма, А.И.Лысихина, В.В.Михайлов, Б.Г. Печеный, П.А.Ребиндер, Д.А.Розенталь, И.А.Рыбьев, (Россия), В.А.Золотарев, И.В.Королев (Украина), А.М. Алиев (Азербайжан) и другие.

Вопросами повышения качества битумов с применением различных модификаторов и свойств дорожных и кровельных покрытий в условиях Узбекистана занимались А.И.Адылходжаев, Н.С.Абед, У.Р.Джаббаров, Э.У.Касимов, А.М.Карабаев, Я.Н.Махмудов, С.С.Негматов, Н.А. Самигов, Б.Б. Сабиров, Т.И. Фазилов, Ф.К.Шамсиев и другие.

В то же время большинство этих исследований связаны с совершенствованием традиционной окислительной технологии, характеризующейся сложностью, высокой трудо- и энергоемкостью технологического процесса получения марочных битумов и битумно-минеральных материалов на их основе.

Улучшение свойств битумов, битумно-минеральных материалов и совершенствование технологии их производства, получение марочных термостабильных, вязких битумов из маловязких битумов с применением модифицирующих структурообразующих добавок поверхностно-активных

веществ и полимеров по интенсивной безокислительной технологии, недостаточно изучено.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационная работа выполнена в Ташкентском архитектурно-строительном институте в рамках плана научно-исследовательских работ №124/87 «Разработка технологии получения кровельного битума без окисления и рубероида на его основе», №3/18 «Производство модифицированной асфальтобетонной смеси для устройства дорожных покрытий» (2018-2019).

**Цель исследования** является создание интенсивной безокислительной технологии производства модифицированных битумов, а также обоснование надежности и эксплуатационных свойств дорожных асфальтобетонных и кровельных покрытий на их основе за счет оптимизации их структуры и свойств.

**Задачи исследования:**

исследование зависимости изменения структуры и физико-механических, физико-химических свойств битумов и битумно-минеральных веществ под воздействием структурообразующих поверхностно-активных веществ и полимеров;

оптимизация и формирование структуры и свойств модифицированных битумов с применением интенсивной безокислительной технологии, а также битумно-минеральных материалов на их основе;

исследование структуры, физико-механических, физико-химических и эксплуатационных свойств асфальтобетонных и кровельных битумных покрытий на основе модифицированных битумов;

диагностика и анализ эксплуатационных свойств и характеристик асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог на основе модифицированных битумов;

внедрение в производство и строительство дорожных асфальтобетонных и кровельных битумных покрытий на основе модифицированных битумов, полученных по безокислительной интенсивной технологии, создание научно обоснованных нормативно-методологических документов, обеспечивающих их широкое использование.

**Объектом исследования** являются модифицированные битумы полученные по интенсивной технологии, а также дорожные асфальтобетонные и кровельные покрытия на их основе.

**Предмет исследования** составляет структура, свойства и технология модифицированных битумов, полученных по интенсивной безокислительной технологии, а также дорожные асфальтобетонные и кровельные покрытия на их основе.

**Методы исследований.** В процессе исследований использованы хроматографический анализ, инфракрасная спектроскопия, физико-механические, физико-химические методы исследований, а также методы математического планирования.



### **Научная новизна исследования заключается в следующем:**

создана энерго- и ресурсосберегающая интенсивная безокислительная технология получения вязких и термостабильных дорожных и кровельных битумов за счет применения модифицирующих структурообразующих добавок поверхностно-активных веществ и полимеров;

обосновано с учетом физико-химических реакций окисления то, что в процессе модификации битумов появляются свободные радикалы, способствующие образованию прочных углеводородных цепей;

образование дополнительной прочной структура из смол и асфальтенов основано на модификации битума за счет отщепления водорода из органических соединений в период реакции окисления при воздействии кислорода;

определен механизм модификации композиции, состоящей из «битум - поверхностно-активное вещество – полимер - минеральный материал» с учетом влияния поверхностно-активных веществ на структурообразование;

повышение эластичных свойств и стойкости к деформации, а также повышение эксплуатационных показателей модифицированных асфальтобетонных покрытий обосновано за счет того, что поверхностно-активные вещества и полимерные добавки способствуют образованию коагуляционной структуры.

### **Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана интенсивная безокислительная технология вязких и термостабильных дорожных и кровельных модифицированных битумов за счет применения полимеров и структурообразующих поверхностно-активных добавок;

в результате применения интенсивной безокислительной технологии обосновано снижение температуры технологического процесса, сокращение времени производства и снижение загрязнение вредных веществ в окружающую среду;

обосновано, что асфальтобетонные покрытия на основе модифицированных битумов обладают повышенными эксплуатационными свойствами, обеспечивающими надежность и долговечность асфальтобетонных и кровельных покрытий.

**Достоверность полученных результатов.** Достоверность результатов определяется проведением исследований с использованием современных средств и методов, использованием методов математической статистики и обоснованием полученных результатов путем сопоставления результатов с результатами других экспериментов, применением результатов в нормативно-методических документах, соответствием полученных теоретических и экспериментальных выводов, а также внедрением в практику результатов исследований.

### **Научная и практическая значимость результатов исследований.**

Научное значение результатов исследования заключается в развитии представлений о формировании структуры и свойств дорожных и кровельных модифицированных битумов, исследовании механизмов образования дополнительной прочной структуры за счет смол и асфальтенов, а также применении

новых методов в результате создания интенсивной безокислительной технологии.

Практическое значение результатов исследования заключается в разработке энерго- и ресурсосберегающей интенсивной безокислительной технологии модифицированных битумов, в улучшении экологии за счет исключения традиционной окислительной технологии, повышении эксплуатационных свойств и сроков службы асфальтобетонных и кровельных битумных покрытий, создании нормативных документов.

**Внедрение результатов исследования.** На основе результатов исследований структуры, свойств и технологии асфальтобетонных и кровельных покрытий на основе модифицированных битумов внедрены:

модифицированные вязкие и термостабильные битумы, полученные по интенсивной безокислительной технологии на заводе ООО «EURO GLOBAL ASPHALT» и Янгийульском районе дорожно-эксплуатационном унитарном предприятии Государственного комитета Республики Узбекистан по автомобильным дорогам (справка Государственного комитета Республики Узбекистан по автомобильным дорогам от 2018 года 17 декабря № 03-6607). В результате применения интенсивной безокислительной технологии процесс получения модифицированных битумов сократился на 10-12 часов, температура приготовления снизилась на 140-150 °С, выбросы вредных веществ в атмосферу уменьшились более чем на 50%;

опытно-промышленные партии асфальтобетонных смесей на основе модифицированного битума на заводе ООО «EURO GLOBAL ASPHALT» и Янгийульском районе дорожно-эксплуатационном унитарном предприятии Государственного комитета Республики Узбекистан по автомобильным дорогам (справка Государственного комитета Республики Узбекистан по автомобильным дорогам от 2018 года 17 декабря №03-6607). В результате прочность, водо- и морозостойкость асфальтобетонных покрытий повысилась в 1,5-2,0 раза, экономия полимеров на 50-60 %;

опытно-промышленные партии асфальтобетонных смесей на основе модифицированного битума, выпущенные Янгийульским районом дорожно-эксплуатационным унитарным предприятием Государственного комитета Республики Узбекистан по автомобильным дорогам и ООО «EURO GLOBAL ASPHALT», уложены в асфальтобетонные покрытия при строительстве дорожных покрытий площадью 2400 м<sup>2</sup> по улице Самарканд в городе Янгийуль и 1600 м<sup>2</sup> по улице «Бунёдкор-Мукимий» в городе Ташкенте соответственно (справка Государственного комитета Республики Узбекистан по автомобильным дорогам от 2018 года 17 декабря № 03-6607). В результате при укладке обеспечена ровность асфальтобетонных покрытий, снижена температура укладки на 10 °С и количество проходов пневмокотков сокращено на 20%;

в Межотраслевые строительные нормы МКН 54-2009 «Методическое руководство по повышению сдвигустойчивости дорожных асфальтобетонов с использованием структурообразующих добавок» в которых отражены требования применению структурообразующих добавок в асфальтобетонных

смесях для дорожных покрытий нормы введены в действие предприятиями Государственным комитетом по автомобильным дорогам (справка Государственного комитета по автомобильным дорогам Республики Узбекистан от 17 декабря 2018 года № 03-6607). В результате использования норм достигнута экономия 10-15 процентов дорожных модифицированных битумов и увеличена на 20 процентов сдвигоустойчивость асфальтобетонных покрытий при высоких температурах;

в Технологической инструкции ТИ-25982978: 01-2018 «Производство модифицированных асфальтобетонных смесей для покрытия дорожных покрытий» в которых отражены требования к производству модифицированных дорожных асфальтобетонных смесей. Результаты внесены в качестве дополнений и изменения в ШНК 3.06.03-08 градостроительные нормы и правила «Автомобильные дороги», (справка Государственного комитета Республики Узбекистан по автомобильным дорогам от 17 декабря 2018 года № 03-6607). В результате использования норм достигнуто повышение качества и эксплуатационные характеристики асфальтобетонных покрытий на основе модифицированных битумов;

в ПО «Узбеккровля» Акционерного общества «Узкурилиш материаллари» Республики Узбекистан, на котором выпущены вязкие, термостабильные битумы по интенсивной безокислительной технологии для кровельных покрытий повышенной эксплуатационной надежности (справка АО «Узкурилиш материаллари» Республики Узбекистан от 03 ноября 2018 года № ББ-01/03-3633). В результате время для приготовления вязкого, термостабильного битума марки БНК 90/30 из низковязкого битума марки БНК 40/180 сократилось на 14-15 часов и температура приготовления снизилась на 130-140 °С, снижен расход энергии и ресурсов на 50%.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были обсуждены на 3 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 26 научных работ, из них 10 в республиканских и 1 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (DSc) диссертаций. Изданы методическое руководство и одна технологическая инструкция.

**Структура и объём диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, приложений. Объём диссертации составляет 195 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** диссертации обосновывается актуальность и востребованность выполненных исследований, формулируются цели и задачи исследований, приводятся объект и предмет исследований, показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и

технологий Республики Узбекистан, излагаются научная новизна исследований и научно-практическая значимость полученных результатов, внедрение результатов исследований в практику строительства, приводятся сведения об апробации результатов исследований и опубликованных научных трудах по теме диссертационной работы, а также сведения о структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации **«Современные теоретические представления о структуре, свойствах и технологии модифицированных битумов для асфальтобетонных и кровельных покрытий»** приведен аналитический обзор научно-технической литературы, отечественных и зарубежных публикаций, современного состояния развития и применения эффективных дорожных и кровельных строительных материалов в мировой практике и Узбекистане. Выполнен анализ теоретических основ и практических способов повышения сдвигоустойчивости, водо-, морозо-, и коррозионностойкости асфальтобетонов и кровельных покрытий.

Анализ состояния и перспектив применения битумов в асфальтобетонных и кровельных покрытиях показал, что существующие способы получения нефтяных битумов включают энергоемкие и сложные технологические процессы, в частности, окисление нефтяных гудронов кислородом воздуха при высокой температуре в течение длительного времени без применения катализаторов и характеризуются низкими технико-экономическими показателями.

В результате критического анализа состояния решения проблемы, литературных и патентных источников по теме диссертационной работы сформулированы цель и задачи исследований.

Во второй главе диссертации **«Теоретические предпосылки и научно-методические подходы получения битумов для асфальтобетонных и кровельных покрытий»** приводятся сведения об особенностях структуры, свойств битумов и битумно-минеральных материалов.

Проведен критический анализ существующих методов интенсификации процесса окисления битумного сырья, достаточно широко применяемого до настоящего времени в производстве битумных вяжущих. Сформулированы научные предпосылки и рабочая гипотеза, которая заключается в нижеследующем: исходя из современных представлений о формировании структуры и свойств битумов и битумно-минеральных материалов, основанных на теории высокомолекулярных соединений, а также теории фазовых переходов в структуре нефтяного сырья и нефтяных дисперсных систем.

Из накопленных экспериментальных данных, предполагается, что благодаря применению модифицирующих структурообразующих добавок поверхностно-активных веществ (ПАВ) и полимеров в структуре нефтяных гудронов и маловязких битумов протекают физико-химические процессы, приводящие к структурным изменениям состава сырья. При этом происходит образование свободных радикалов и гидроперекисей в качестве промежуточных продуктов, возникает цепная реакция и обрыв цепей в результате рекомбинации радикалов.

Происходит повышение вязкости и теплостойкости, снижение хрупкости при исключении сложных окислительных процессов с одновременным улучшением физико-механических свойств и повышением эксплуатационных показателей модифицированных битумов, а также асфальтобетонных и кровельных покрытий на их основе при существенном снижении энерго-, ресурсо- и трудоемкости производственных процессов.

В соответствии с поставленными целями и задачами исследований обоснован выбор, характеристика исходных сырьевых материалов и методы их исследования. В экспериментах наряду со стандартными методами были использованы предлагаемые автором методы нестандартного исследования, и современные методы физико-механического анализа свойств битума и битумно-минеральных материалов. Для оптимизации состава и свойств асфальтовяжущих были использованы методы математического планирования экспериментов.

Анализ существующих методов интенсификации процесса окисления битумного сырья выявил малую эффективность применяемых добавок катализаторов, а также незначительное упрощение технологии приготовления битумов. Длительное время окисления битумного сырья при высоких температурах с продувкой воздуха повышают ресурсо- и энергоемкость производства, значительно загрязняют атмосферу, тем самым ухудшают состояние окружающей природной среды.

В третьей главе диссертации **«Влияние модифицирующих добавок на структуру и свойства дорожных и кровельных битумов, полученных по интенсивной безокислительной технологии»** приведены результаты экспериментально-теоретических исследований влияния структурообразующих добавок и полимеров на физико-химические свойства дорожных и кровельных битумов, по определению оптимальных параметров их получения.

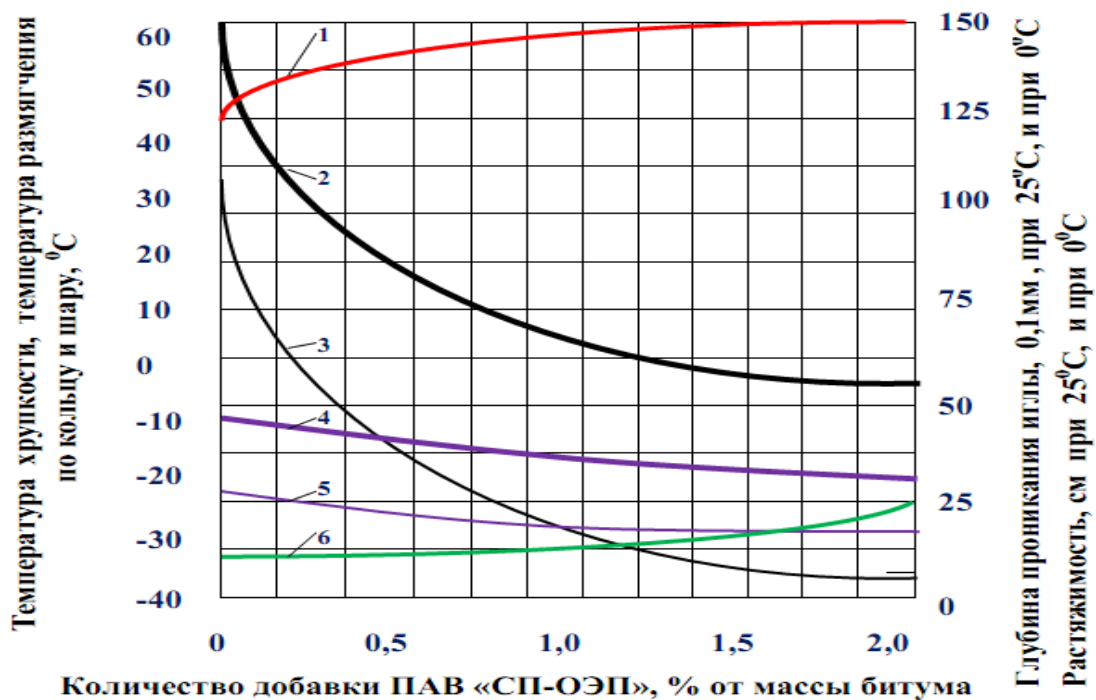
При использовании ПАВ «СП-ОЭП» максимум активности по отношению к нефтяному гудрону смещается в область их большего содержания. Такое же влияние ПАВ «СП-ОЭП» оказывает и на битумы различных марок с разными температурами размягчения. Поэтому дальнейшие исследования были направлены на применение структурообразующих добавок к маловязким битумам и нефтяным гудронам, что позволяет переводить их соответственно в вязкие и маловязкие битумы без энергоемких и длительных технологических процессов окисления.

Из анализа результатов испытаний (рис. 1) можно сделать вывод о том, что дорожные битумы, полученные с применением полимера «СБС Кратон Д1101» и ПАВ «СП-ОЭП» из тройных композиций, имеют более широкий интервал пластичности в зависимости от содержания ПАВ, главным образом, за счет повышения вязкости, температуры размягчения и понижения температуры хрупкости по мере увеличения ее содержания.

В качестве полимерной добавки в наших исследованиях были использованы наиболее эффективные виды полимеров типа СБС. Особенность технологии заключается в том, что она позволяет стабильно производить

модифицированные ПБВ, которые в качестве основы содержат маловязкие битумы.

Это явление связано с увеличением количества поверхностно активных структурообразующих компонентов в битуме, способствующих повышению когезионной прочности особенно при положительных температурах и адгезионной прочности при отрицательных температурах битумно-минеральных покрытий.



**Рисунок 1. Изменение физико-химических свойств битума БНД-200/300 с добавкой 2,0% полимера «Кратон 1101», в зависимости от содержания добавки ПАВ «СП-ОЭП».** 1-температура размягчения по кольцу и шару, °C; 2- глубина проникания иглы, 0,1мм, при 25 °C, 3 - то же при 0 °C; 4 - растяжимость, см при 25 °C, 5- то же при 0 °C; 6-температура хрупкости - °C

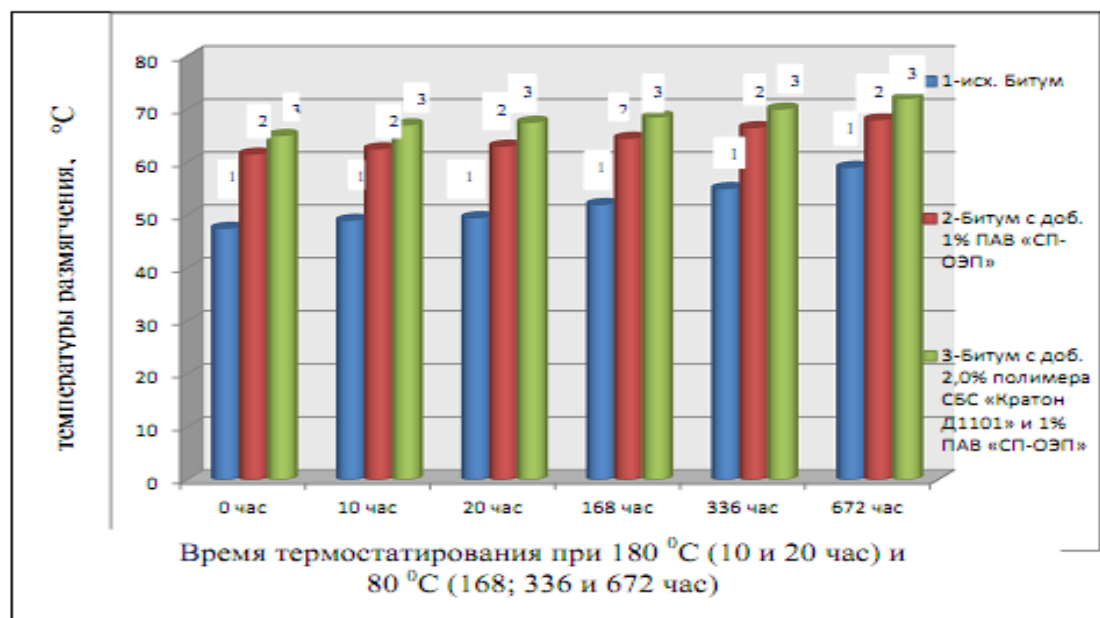
Можно предположить, что при взаимодействии структурообразующей добавки ПАВ «СП-ОЭП» с битумом происходит перестройка его структуры, образуются свободные радикалы, в реакциях окисления создаются надмолекулярные частицы, аналитически определяемые как асфальтены, которая сопровождается резким изменением физико-химических свойств битумов.

Как видно из данных, представленных на рисунке 2, исходный битум без модификатора до испытания обладает значительно меньшей температурой размягчения, чем модифицированный, однако уже в начальном периоде времени термостатирования в нем наблюдается интенсивное повышение температуры размягчения.

Анализ результатов испытаний изучаемых составов: глубины проникания иглы, 0,1мм, при 25 °C, температуры хрупкости - °C и потери массы - %

показал, что старение возрастает особенно быстрее у немодифицированного битума. У образцов модифицированного битума старение замедляется.

Показатели долговечности материала определяли по его способности сохранять свойства длительное время в условиях эксплуатации. Исследования проводились при более длительном термостатировании при 80 °С с оценкой свойств вяжущего через 7, 14 и 28 суток.



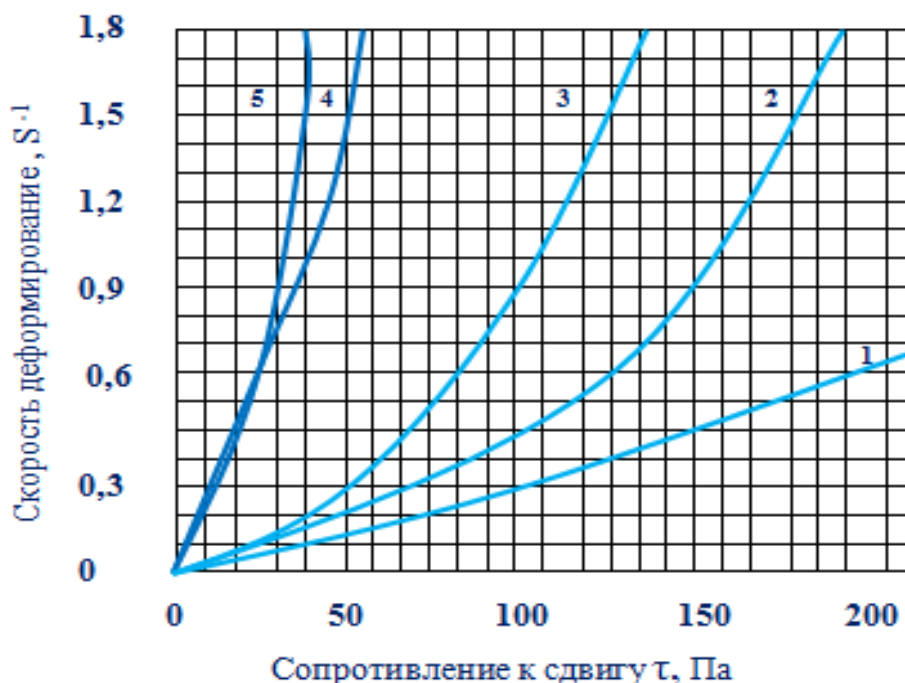
**Рисунок 2. Изменение температуры размягчения битума БНК-45/190 и модифицированных битумов от времени термостатирования**

Изменения физико-химических свойств битума БНК-45/190 и модифицированных битумов в зависимости от времени термостатирования показали, что ПАВ «СП-ОЭП» является ингибитором старения, и как поверхностно-активное вещество, блокируя взаимодействие между структурообразующими компонентами, реагирует с активными частицами с образованием малоактивных радикалов, которые препятствуют отрицательному влиянию различных внешних факторов.

Данные, представленные на рис. 3, свидетельствуют о том, что использование добавки ПАВ «СП-ОЭП» приводит к увеличению сопротивления битума сдвигу, и соответственно, способствует повышению сдвигоустойчивости асфальтобетонов на их основе. При добавлении ПАВ «СП-ОЭП» меняется структура битума, доказательством чего служат изменение сопротивления сдвигу в области фазового перехода при высоких скоростях деформирования.

Структурообразующее влияние добавки ПАВ «СП-ОЭП» на битум выражается в росте истинной и динамической вязкости вяжущего, особенно сильно, при увеличении содержания добавки ПАВ «СП-ОЭП» в модифицированном полимером «СБС Кратон Д1101» битуме.

Это свидетельствует также о образовании надмолекулярной структуры битумов и умеренной повышении количества структурообразующих компонентов – асфальтенов и смол, что подтверждается данными структурно-химического анализа.



**Рисунок 3. Реограмма битума БНД-200/300 с добавкой 2,0 % ПАВ «СП-ОЭП», при температуре, 1-45 °C; 2-50 °C; 3-55 °C; 4-60 °C; 5-65 °C**

Из рисунка 4. видно, что окисленный битум содержит на 13,2% меньше масел, на 7,5% больше смол и на 5,2 % больше асфальтенов, чем битум с добавкой.

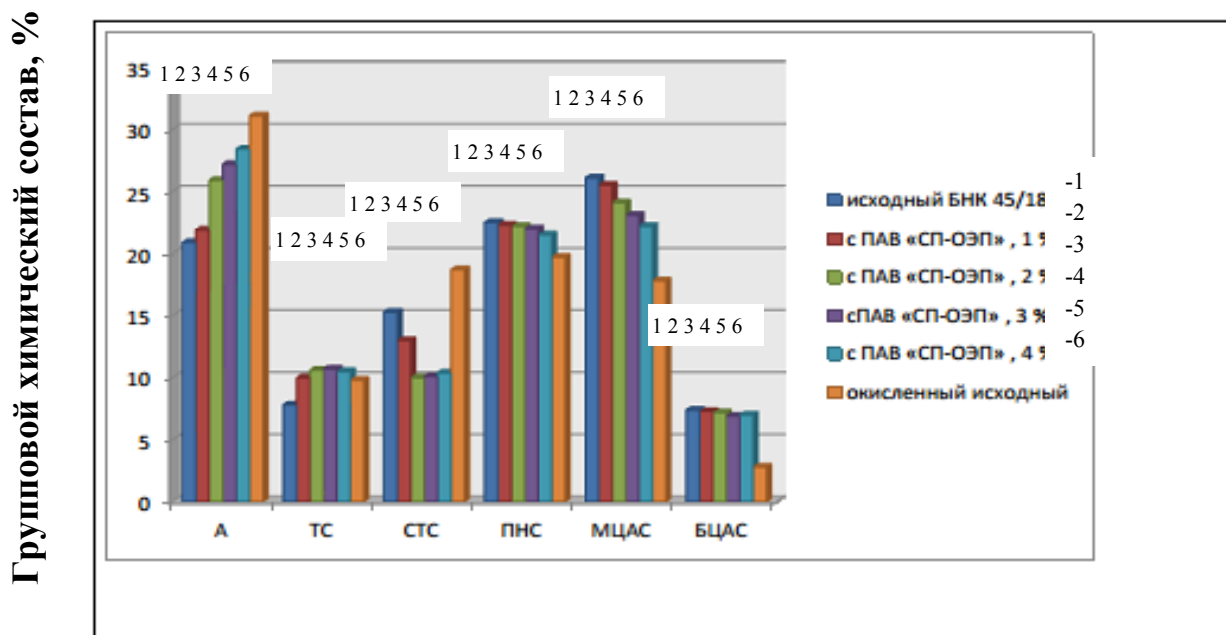
Из анализа экспериментальных данных зависимости группового химического состава битумов, от количество вводимой ПАВ «СП-ОЭП» можно сделать заключение, что при добавке до 2% вновь созданные структурные единицы получаются в основном за счет спирто-толуольных смол. При увеличении количества добавки они образуются из моноциклоароматических соединений. Далее процесс образования асфальтенов происходит за счет преобразования толуольных и спирто-толуольных смол.

При добавлении в состав битумов структурообразующей добавки ПАВ «СП-ОЭП», химическая реакция происходит намного интенсивнее при большом количестве в смеси смол, при этом сильно структурированные в дисперсионной среде асфальтены образуют коагуляционный сетчатый каркас.

Это свидетельствует о сохранении пластических свойств битума и уменьшении его хрупкости. Незначительное изменение температуры размягчения во время термостатирования модифицированных структурообразующими добавками битумов объясняется значительным



сохранением содержания маслянистой части, которое было показано в исследованиях группового химического анализа составов.



**Рисунок 4. Влияние содержания добавки ПАВ «СП-ОЭП» на компонентный групповой химический состав битума БНК 45/180**  
 БЦАС– (1) бициклоароматические соединения, МЦАС– (2) моноциклоароматические, ПНС - (3) парафино-нафтеновые, СТС – (4) спирто-толуолные смолы, ТС – (5) толуолные смолы, А – (6) асфальтены

Можно предположить, что при взаимодействии структурообразующей добавки ПАВ «СП-ОЭП» с битумом происходит перестройка надмолекулярной структуры, то есть сложные агрегаты из большого числа макромолекул, образующиеся в результате действия межмолекулярных сил.

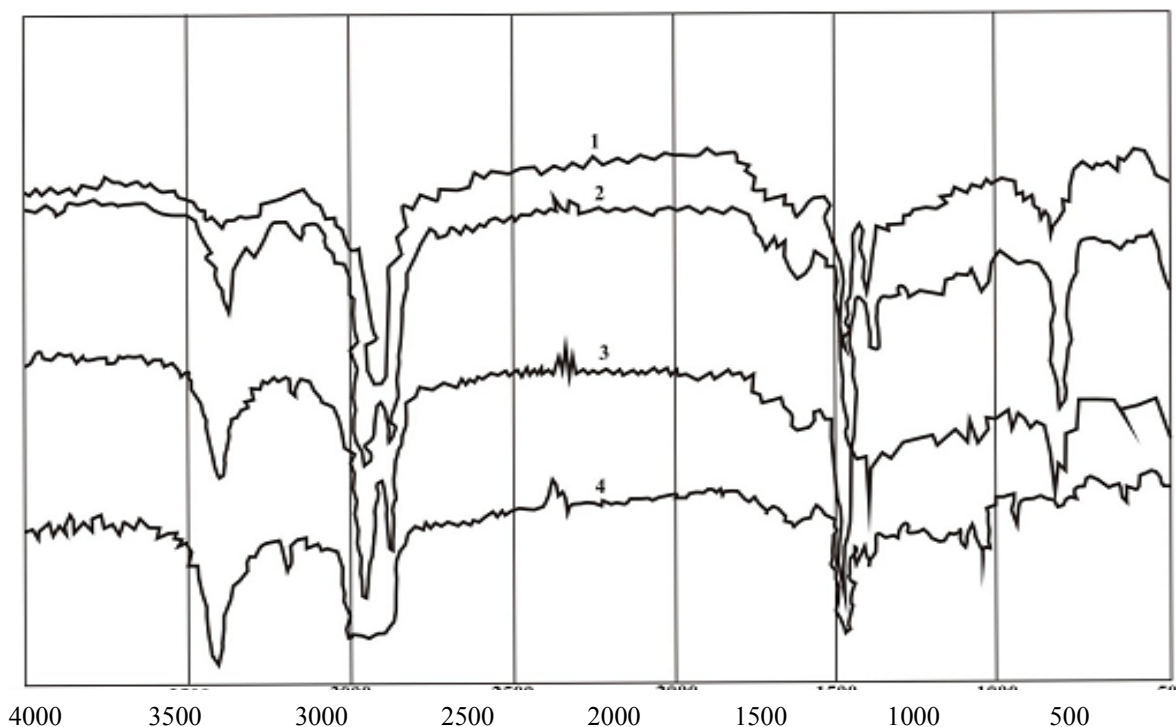
Как видно из рисунка 5, исходный битум БНД 200/300 характеризовался широкой полосой средней интенсивности полос поглощения ароматических соединений в области  $700-900\text{ см}^{-1}$ , малой при  $1040, 1160, 1510$  и  $1700\text{ см}^{-1}$ , средней - при  $1600\text{ см}^{-1}$ . В высокочастотной области находилась лишь широкая полоса водородной связи ( $3200-3500\text{ см}^{-1}$ ).

При добавлении 1% ПАВ «СП-СЭП» в битуме (кривая 2) резко увеличилась интенсивность полос с четкими пиками в области  $700-850\text{ см}^{-1}$ , появились малые, но четкие пики при  $850, 920$  и  $1030\text{ см}^{-1}$ . Область  $1500-1700\text{ см}^{-1}$ , осталась без особых изменений. Но в высокочастотной области интенсивные пики появились на всех кривых, а также все увеличивающейся интенсивностью на полосе  $3400\text{ см}^{-1}$ , и небольшие, но четкие пики  $3160\text{ см}^{-1}$ .

Анализируя результаты испытаний ИКС, можно сказать, что появление интенсивной полосы поглощения с пиком  $3460\text{ см}^{-1}$ , относящиеся к ароматическим углеводородам, образовавшимся за счет снижения количества парафино-нафтенных углеводородов, подтверждает наши представления об

образовании дополнительной самостоятельной структурной сетки в модифицированных битумах.

На основании полученных экспериментально-теоретических данных разработаны методы и способы получения модифицированных битумов по интенсивной безокислительной технологии для дорожных асфальтобетонных и кровельных покрытий.



Полосы поглощения  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$

**Рисунок 5. ИК- Спектры исходного битума и битума с добавкой ПАВ «СП-СЭП»:** 1 - БНД 200/300; 2- с добавкой ПАВ «СП-СЭП» 1%; 3 – то же 2%; 4 – то же 3%

Приведены научно-методические подходы и теоретические обоснование получения модифицированных битумов по интенсивной безокислительной технологии для асфальтобетонных и кровельных покрытий.

В четвёртой главе диссертации **«Физико-механические и деформативные свойства асфальтобетонов на основе модифицированных битумов»** приведены результаты экспериментально-теоретических исследований влияния ПАВ и полимеров на прочностные и деформационные свойства асфальтобетонов.

Изучение влияния количества ПАВ «СП-ОЭП» на свойства асфальтовяжущего на основе модифицированного полимером СБС «Кратон Д1101» битума (рис. 6) показало высокую прочность на сжатие при 20<sup>0</sup> и 50<sup>0</sup>С, водостойкость, водостойкость при длительном водонасыщении.

Улучшение свойств свидетельствует о влиянии на структуру асфальтовяжущего модифицированного битума при комплексном применении модификаторов - полимера СБС «Кратон Д1101» и ПАВ «СП-ОЭП».

Оптимизируемой величиной является прочность асфальтовяжущего при сжатии, температура испытаний 50 °С.

Варьируемые факторы:

$x_1$ -количество битума марки БНД 200/300 в асфальтовяжущем (содержание битума в смеси, % к массе порошка);

$x_2$ -содержание СБС «Кратон Д1101» в смеси, % к массе битума;

$x_3$ - содержание ПАВ «СП-ОЭП» в смеси, % к массе битума;

Процесс описывается полиномом второго порядка, для чего был выбран ортогональный план полного факторного эксперимента (табл.1):

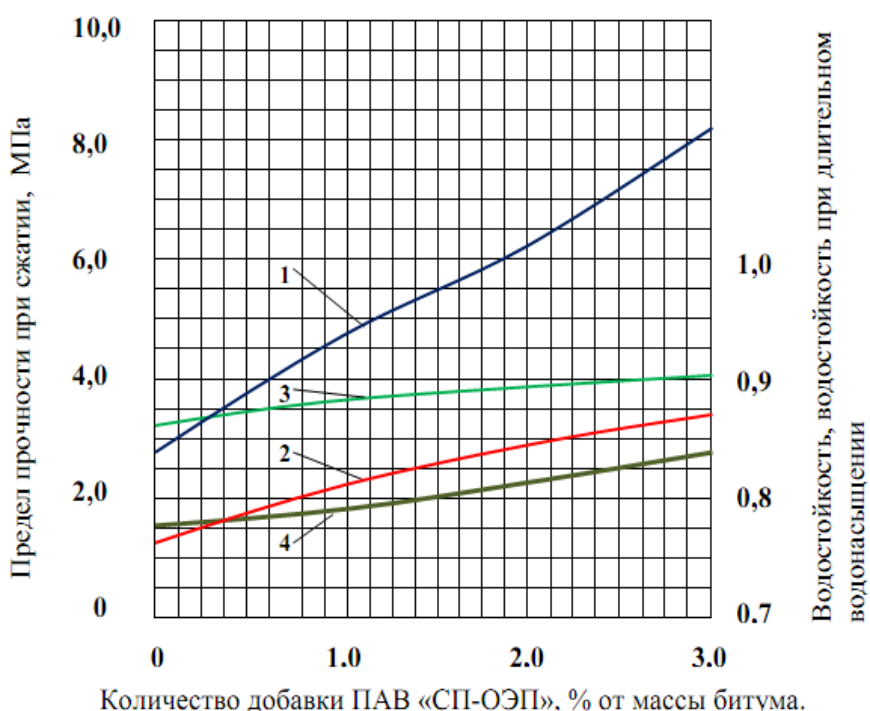
$x_0$ -центр эксперимента;

$\Delta x_i$ -интервал варьирования.

Переход от натуральных значений к кодовым определяется по формуле;

$$x_i = \frac{x_i - x_0}{\Delta x_i} \quad (1)$$

где  $x_i$ -кодовая переменная;



**Рисунок 6. Влияние количества ПАВ «СП-ОЭП» на свойства асфальтовяжущего на основе модифицированного полимером СБС «Кратон Д1101»; 1, 2 - прочность на сжатие при 20 °С, 50 °С; 3 - водостойкость, 4 - водостойкость при длительном водонасыщении**

Таблица 1

Исходные данные планируемого эксперимента	$x_1$	$x_2$	$x_3$
Центр эксперимента	12,5	2,0	2,0
Интервал варьирования	1,0	0,5	0,5
Верхний уровень ( $x_i=+1$ )	13,5	3,0	1,0
Нижний уровень ( $x_i=-1$ )	11,5	1,0	3,0

Уравнение, которым описывается процесс, имеет вид:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{1,1}x_1^2 + a_{2,2}x_2^2 + a_{3,3}x_3^2 + a_{1,2}x_1x_2 + a_{1,3}x_1x_3 + a_{2,3}x_2x_3 + a_{1,2,3}x_1x_2x_3 \quad (2)$$

Поэтапное определение оптимального состава асфальтобетона на уровне микро- и макроструктуры наиболее целесообразно при решении проблемы улучшения эксплуатационных свойств асфальтобетонов в дорожных покрытиях. С этой целью проведены испытания на сжатие асфальтовяжущего при 50<sup>0</sup>С в зависимости от количества модификаторов, битума и минерального порошка.

Оптимизацию проводили по ортогональному плану полного факторного эксперимента, поэтому влияние анализируемых факторов на прочность асфальтовяжущего можно представить в виде полинома второго порядка.

Статистическая модель прочности асфальтовяжущего имеет вид:

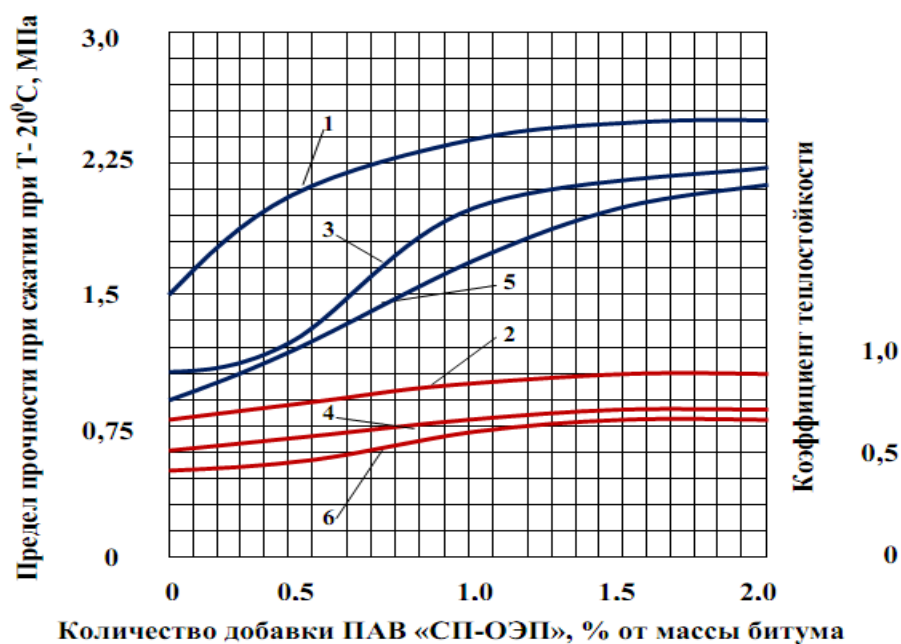
$$Y = 7,92 + 0,313x_1 + 0,281x_2 + 0,621x_3 - 0,585x_1^2 - 3,380x_2^2 - 0,778x_3^2 + 0,0659x_1x_2 + 0,901x_1x_3 + 0,526x_2x_3 + 0,374x_1x_2x_3 \quad (3)$$

где:  $Y = R_{сж}^{50}$  - прочность на сжатие асфальтовяжущего при температуре 50<sup>0</sup>С.

Из рисунка 7, видно, что использование предлагаемого полимер-битумного вяжущего (ПБВ) с добавкой ПАВ «СП-ОЭП» в составе асфальтобетонных смесей обеспечивает значительное увеличение предела прочности при сжатии с 1,5 на 2,4 МПа.

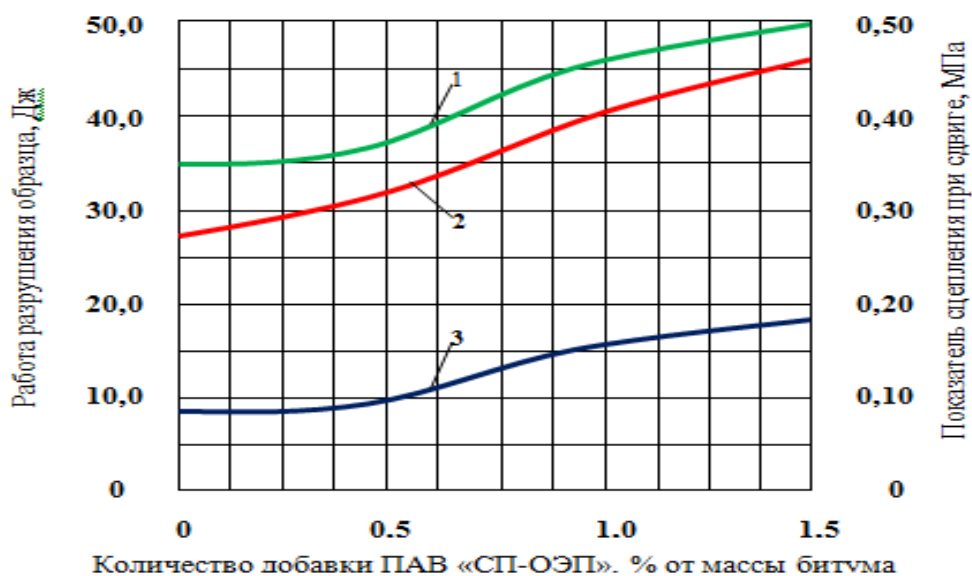
Анализ данных увеличения предела прочности показывает, что введение добавки ПАВ «СП-ОЭП» в ПБВ позволяет увеличить способность асфальтобетона сопротивляться воздействию нагрузок в широком диапазоне эксплуатационных температур.

Оптимизация состава асфальтовяжущего обеспечивала получение максимальной прочности и установлено, что заданная прочность может быть достигнута при различных значениях содержания модификаторов, количества битума и минерального порошка. Доказано, что из числа рассмотренных факторов самыми информативными являются прочность на сжатие при температуре 50<sup>0</sup>С и водонасыщения.



**Рисунок 7. Зависимость предела прочности на сжатии при температуре  $-20^{\circ}C$  ( $R_{сж}$ ) и коэффициента теплостойкости ( $K_T$ ) асфальтобетонов от количества добавки ПАВ «СП-ОЭП»:** 1-  $R_{сж}$ , с СБС «Кратон Д1101»; 2-  $K_T$ , с СБС «Кратон Д1101»; 3-  $R_{сж}$ , с «БК – 1040Т»; 4-  $K_T$ , с «БК – 1040Т»; 5-  $R_{сж}$ , с «ДСТ»; 6-  $K_T$ , с «ДСТ»

Испытания образцов (рис. 8) асфальтобетона на основе ПБВ с добавкой ПАВ «СП-ОЭП» показали его повышенную сдвигоустойчивость при высоких температурах, что связано с структурообразующей способностью добавки.

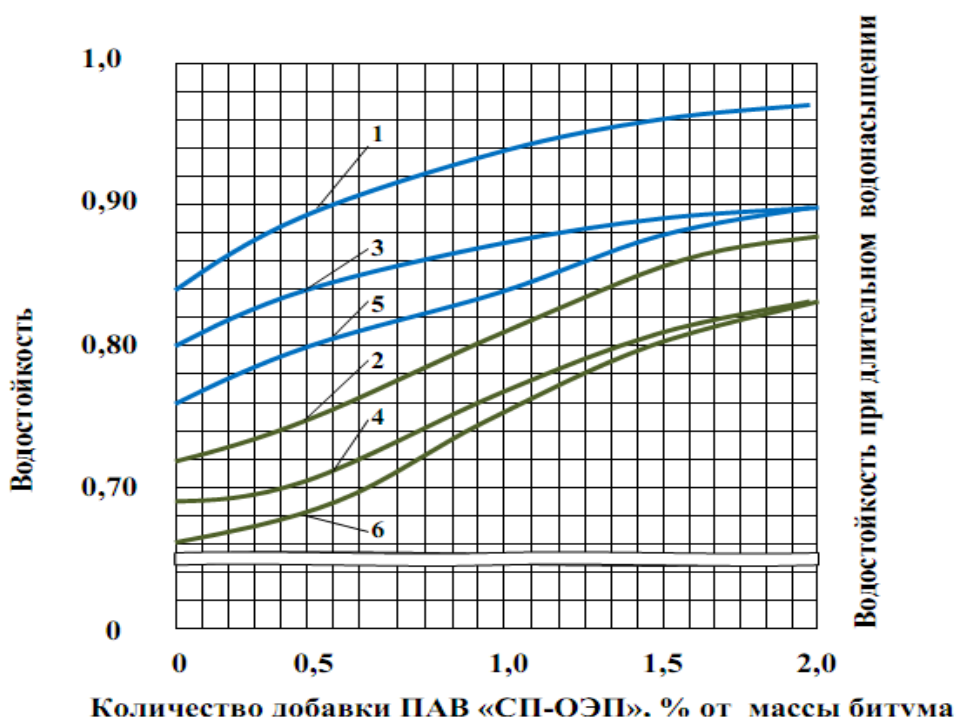


**Рисунок 8. Влияние содержания добавки ПАВ «СП-ОЭП» на сдвигоустойчивость асфальтобетона на основе модифицированного битума БНД-200/300 с добавкой 2,0% полимера «СБС Кратон Д1101», от:** 1 - по схеме Маршалла, 2-показатель сцепления при сдвиге, 3-при одноосном сжатии

Положительное влияние структурообразующей добавки ПАВ «СП-ОЭП» на сдвигоустойчивость проявляется больше с увеличением количества добавки.

Анализы результатов показали, что показатель сцепления и коэффициент внутреннего трения асфальтобетона при сдвиге увеличились в 1,5 раза, термоустойчивость (отношение показателей прочности при сжатии  $R_{50}/R_{20}$ ) повышается в среднем на 20 %. Если в битум добавить полимер СБС «Кратон Д1101», то показатель сцепления асфальтобетона при сдвиге и работа разрушения образца снижается примерно на 10%, коэффициент внутреннего трения снижается на 10–15%. Эти явления связаны с повышением эластических свойств битумов при применении полимера.

Остаточные деформации при пластических течениях, гораздо меньших критических, оказались во много раз ниже у асфальтобетонов с применением ПАВ «СП-ОЭП». Повышение сдвигоустойчивости асфальтобетонов с применением добавки ПАВ «СП-ОЭП» в основном связано с повышением вязкости битума, и соответственно с высокой когезионной прочностью битумных пленок в зоне контакта с минеральными частицами. Таким образом, проведенные испытания на сдвигоустойчивость показали высокую устойчивость предлагаемого асфальтобетона при высоких температурах. На рисунке 9 представлены зависимости водостойкости и водостойкости при длительном водонасыщении

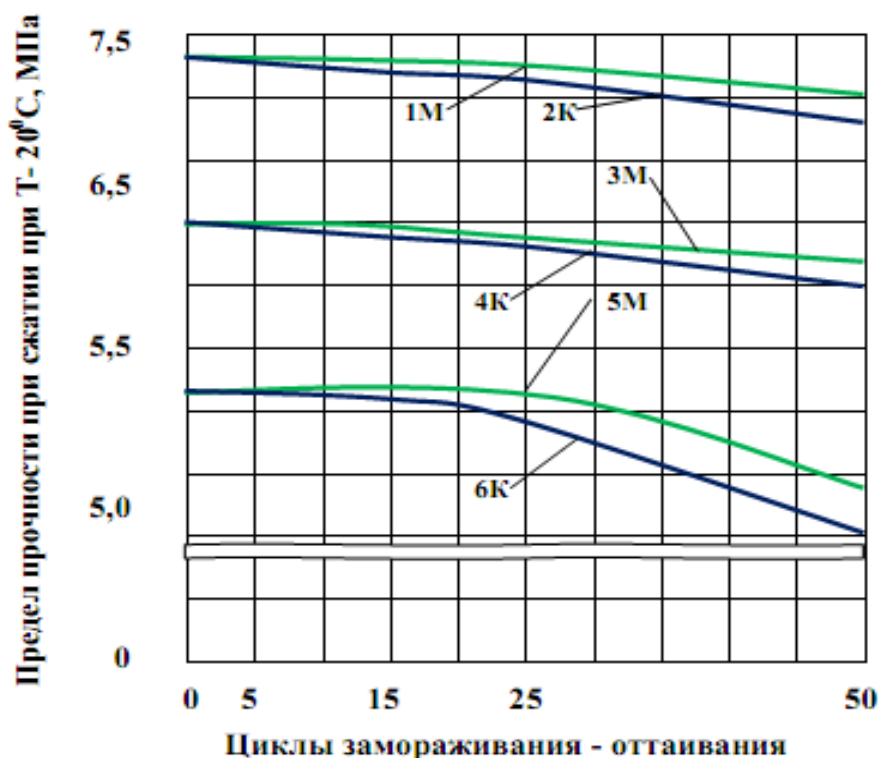


**Рисунок 9. Зависимость водостойкости ( $K_v$ ) и водостойкости при длительном водонасыщении ( $K_{вд}$ ) модифицированных асфальтобетонов от количества добавки ПАВ «СП-ОЭП»: 1-  $K_v$ , с СБС «Кратон Д1101»; 2-  $K_{вд}$ , с СБС «Кратон Д1101»; 3-  $K_v$ , с «БК – 1040Т»; 4-  $K_{вд}$ , с «БК – 1040Т»; 5-  $K_v$ , с «ДСТ»; 6-  $K_{вд}$ , с «ДСТ»**

при длительном водонасыщении асфальтобетонов на основе полимеров СБС «Кратон Д1101», «БК – 1040Т» и «ДСТ» от количества добавки ПАВ «СП-ОЭП».

Изучение влияния предлагаемых добавок полимеров и ПАВ на водостойкость при длительном водонасыщении асфальтобетонов показало, что результаты прежде всего, связаны с эффективностью влияния последних на свойства битума, улучшение адгезии его с основными и кислыми породами, повышение вязкости и соответственно когезионной прочности, снижение температуры хрупкости, которые способствуют повышению морозостойкости, коррозионностойкости и трещиностойкости асфальто-бетонных покрытий.

Из рисунка 10 видно, что при комплексном использовании различных полимеров и структурообразующей добавки наблюдались лучшие результаты морозостойкости и коррозионностойкости после 5, 10, 15, 25, 50 циклов замораживания – оттаивания.



**Рисунок 10. Морозостойкость (М) и коррозионностойкость (К) модифицированных асфальтовязующих с добавкой ПАВ «СП-ОЭП» после 5, 10, 15, 25, 50 циклов замораживания – оттаивания: 1М, 2К-  $R_{сж}$ , с СБС «Кратон Д1101»; 3М, 4К -  $R_{сж}$ , с «БК – 1040Т»; 5М, 6К -  $R_{сж}$ , с без добавки**

Прочность модифицированных образцов после 50 циклов замораживания – оттаивания уменьшается не более чем на 5% по сравнению с исходными величинами, у образцов без добавки более чем на 10%. Причем устойчивость модифицированных асфальтовязующих в случае применения растворов солей и реагентов к воздействию агрессивных сред подтверждает гипотезу о том, что модификаторы повышают морозостойкость и коррозионную стойкость.

В пятой главе диссертационной работы: **«Технико-экономическая эффективность внедрения асфальтобетонных и кровельных покрытий на основе модифицированных битумов полученных по интенсивной безокислительной технологии»** приведены результаты расчета экономической эффективности от использования предлагаемой интенсивной безокислительной технологии, с целью получения вязких, теплоустойчивых марочных битумов для дорожных асфальтобетонных и кровельных покрытий. Разработана технология приготовления дорожных и кровельных модифицированных битумов.

На основе модифицированного вязкого битума выпущена опытно-промышленная партия асфальтобетонных горячих мелкозернистых смесей типа «Б» марки I в количестве 200 тонн, предназначенных для реконструкции и ремонта автомобильной дороги.

Асфальтобетонные смеси толщиной 5 см уложили при капитальном ремонте автодороги в г.Ташкенте, на пересечении ул.Мукимий и Бунеткор (интенсивность движения – 10 тыс. авт/сут) на покрытие 1600 м<sup>2</sup>.

Использование опытной партии модифицированного битума со структурообразующей добавкой ПАВ «СП-ОЭП», выпущенной на комбинате ПО "Узбеккровля" по интенсивной безокислительной технологии при выпуске более 3,0 тыс. м<sup>2</sup> рубероида марки РКП-350Б на основе модифицированных битумных вяжущих подтвердило их эффективность.

Применение предлагаемого нами модифицированного битума на основе комплексных добавок позволяет рекомендовать его в качестве покровной массы при получении новых видов кровельных материалов, отличающиеся высокой долговечностью и удлинением срока службы мягком кровельном покрытии.

Обследовано транспортно-эксплуатационные характеристики 1231 км автомобильных дорог, в том числе возведенных на основе модифицированных битумов полученных по интенсивной безокислительной технологии и было доказана их перспективность. Применение установки ударного нагружения Дина-3М позволила осуществлять диагностику прочности асфальтобетонного покрытия на протяженных участках автомобильных дорог.

Экономический эффект при производстве асфальтобетонных смесей по интенсивной безокислительной технологии на заводах ГК РУз АД и ООО «EURO GLOBAL ASPHALT» массой более 4,8 тыс. тонн составил 245,1 млн. сум, а в производстве кровельных покрытий на заводе ПО "Узбеккровля" в количестве 3125 м<sup>2</sup>, на основе 2,9 тыс. тонн покровного битума - 1,92 млрд сум (в ценах 2018г.).

Результаты работы использованы в отраслевых нормативно-методических документах, способствующих созданию нормативной базы расширению их производства и применения, а также использованы в учебном процессе при подготовке магистров и бакалавров в высших и средних учебных заведениях, при подготовке учебно-методических документов, учебников и учебных пособий для средних и высших специальных учебных заведений.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе анализа, обобщения и экспериментально-теоретических исследований развиты и сформулированы теоретические представления, выявлены закономерности формирования структуры и физико-механических свойств вязких и термостабильных, с пониженной температурой хрупкости битумов и битумно-минеральных материалов на основе нефтяных гудронов и маловязких битумов за счет использования структурообразующих добавок ПАВ и полимеров. Созданы научные основы энерго-ресурсосберегающей интенсивной безокислительной технологии получения вязких термостабильных модифицированных битумов и дорожных асфальтобетонных и кровельных покрытий с повышенными эксплуатационными показателями.

2. В результате анализа группового химического состава битумов и инфракрасно-спектроскопических методов исследований установлено, что при интенсивной безокислительной технологии получения модифицированных битумов в маслах происходит деструкция – отрыв парафиновых цепей от ароматических и нафтено-ароматических циклов, идет их деалкилирование; смолы и асфальтены алкилируются, присоединяя продукты деструкции.

3. При применении структурообразующих ПАВ в битуме появляются новообразования и происходит концентрирование высокомолекулярных соединений – смол и асфальтенов. При взаимодействии структурообразующей добавки ПАВ «СП-ОЭП» с битумом образуются свободные радикалы, которые участвуют в реакциях окисления, происходит перестройка структуры. Образуются надмолекулярные частицы, аналитически определяемые как асфальтены.

4. Выявлены закономерности формирования структуры и свойств модифицированных битумов полимерами и структурообразующими добавками ПАВ, использование которых позволяет получить вязкие и термостабильные битумы без длительных окислительных процессов.

5. В результате экспериментальных исследований влияния состава и технологических факторов на физико-механические, физико-химические свойства битума и битумно-минеральных материалов в широком интервале температур и нагрузок установлено, что введение в их состав структурообразующих ПАВ и полимеров позволяет существенно повысить упруго-пластические свойства и замедлить процессы старения, что обеспечивает эксплуатационную надежность и долговечность в широком интервале положительных и отрицательных температур.

6. Испытания образцов асфальтобетона на основе модифицированных битумов показали их повышенную сдвигоустойчивость при высоких температурах. Остаточные деформации при пластических течениях, гораздо меньших критических, оказались во много раз ниже, чем у асфальтобетонов с применением модифицированных добавок. Повышение водостойкости и водостойкости при длительном водонасыщении асфальтобетонов, морозостойкости и коррозионной стойкости асфальтовязких на основе модифицированных битумов в случае применения растворов солей и реагентов

показывает, что модификаторы повышают стойкость материала к морозу и коррозии.

7. Опытное-производственное внедрение модифицированных битумов и битумно-минеральных материалов, выполненное на объектах Государственного комитета Республики Узбекистан по автомобильным дорогам, ООО «EURO GLOBAL ASPHALT» и ПО "Узбеккровля", подтвердили высокую эффективность, простоту разработанной интенсивной безокислительной технологии производства дорожных и кровельных битумов. Применение интенсивной безокислительной технологии позволяет сократить на 10-12 часов время и снизить в 1,5-2,0 раза температуру приготовления, что способствует исключению сложных окислительных процессов, уменьшает выбросы вредных веществ в атмосферу, обеспечивает сохранность баланса выпускаемой продукции, отказаться от применения дорогостоящего материало- и энергоемкого оборудования. Все это в целом позволяет существенно снизить расходы трудовых и материальных ресурсов, энергопотребление, обеспечить повышенную эксплуатационную надежность и долговечность дорожных и кровельных покрытий.

8. Экономический эффект при производстве асфальтобетонных смесей по интенсивной безокислительной технологии на заводах ГК РУз АД и ООО «EURO GLOBAL ASPHALT» массой более 4,8 тыс. тонн составил 245,1 млн. сум, а в производстве кровельных покрытий на заводе ПО "Узбеккровля" в количестве 3125м<sup>2</sup>, на основе 2,9 тыс. тонн кровельного битума - 1,92 млрд. сум (в ценах 2018г.). Ожидаемый экономический эффект, в производственных условиях СП "Джаркурганнефтепереработка" от производства битумов составляет 23,45 млрд. сум в год при выпуске дорожного битума и 2,15 млрд. сум в год при выпуске кровельного битума.

9. Разработано руководство МКН 54-2009 от 30.12.2009 г. по применению структурообразующей добавки для асфальтобетонных покрытий введено в ведомственные нормы и правила. В результате применение данного руководства способствовало выпуску качественных асфальтобетонных покрытий и экономии битума на 13-15 %, а также повышению сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий на 20%, разработаны «Технологическая инструкция ТИ 25982978 01-2018» от 11.11.2018 г. и «МУ 21-153-55 Временный технологический регламент» которые использованы при внедрении в производство модифицированных дорожных и кровельных битумов и дали возможность экономии полимеров на 50-60 % и производство дорожных и кровельных покрытий на их основе. Результаты внесены в качестве дополнений и изменения в ШНК 3.06.03-08 градостроительные нормы и правила «Автомобильные дороги». В результате использования норм достигнуто повышение качества и эксплуатационные характеристики асфальтобетонных покрытий на основе модифицированных битумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.27.06.2017.T.11.01 AT TASHKENT  
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION INSTITUTE, TASHKENT  
RAILWAY TRANSPORT ENGINEERING INSTITUTE, SAMARKAND  
STATE ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING INSTITUTE AND  
NAMANGAN ENGINEERING-CONSTRUCTION INSTITUTE ON  
GRADUATION OF DOCTOR OF SCIENCE**

---

**TASHKENT ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION INSTITUTE**

**KASIMOV IBRAKHIM IRKINOVICH**

**STRUCTURE, PROPERTIES AND TECHNOLOGY OF ASPHALT  
CONCRETE AND ROOFING COATINGS BASED  
ON MODIFIED BITUMEN**

**05.09.05 - Buildings materials and products**

**ABSTRACT OF THE DOCTORAL (DSc)  
DISSERTATION ON TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent-2019**

**The theme of doctoral dissertation (DSc) is registered with № B2017.3.DSc/T159 at Higher Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.**

The dissertation was conducted at Tashkent architecture and construction institute.

The abstract of the dissertation is in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) it is web paged at ([www.taqi.uz](http://www.taqi.uz)) and informational and educational portal «Ziyonet» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Academic consultant:**

**Hodjaev Saidaglam Agloevich**

Doctor of technical sciences, Professor

**Official opponents:**

**Negmatov Saipdgan Sadikovich**

Doctor technical sciences, Professor , academic  
Academic of as Republic of Uzbekistan

**Khasanov Bakhrudin Baratovich**

Doctor of technical sciences, Professor

**Sobirov Bahodir Boepulotovich**

Doctor of technical sciences

**Leading organization:**

**Tashkent railway transport engineering institute**

Defensing of the dissertation will take place on 11 april 2019 at 10<sup>00</sup> at the Scientific Council numbered DSc.27.06.2017.T.11.01 meeting at Tashkent Architecture and Construction Institute, Tashkent Railway Transport Engineering Institute, Samarkand State Architecture and Civil - Engineering Institute and Namangan Engineering-Construction Institute as the following address: 100011, Tashkent si., Abdulla Qadiri Street, 7V, in the meeting room of the faculty of architecture. Phone: (99871) 241-10-84, Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: [devon@taqi.uz](mailto:devon@taqi.uz), [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz).

The dissertation is registered in Information-Resource Center at Tashkent Architecture and Construction Institute (registration number № 21). The text of the dissertation is available at the Information Research Center at the following address: 100011, Tashkent, Navoi Street, 13. Phone: (99871) 244-63-30, Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz).

The abstract of the dissertation was circulated on 26 march 2019 year.  
(Mailing report № 4 on 20 february 2019 year).

**Kh.A. Akramov**

Chairman of the Scientific Council for the award  
the degree of Doctor of Science, Doctor of technical Sciences, Professor

**Kh. Kh. Kamilov**

Scientific Secretary of the Scientific Council for the award  
doctoral degree, Candidate of technical Sciences, Professor

**N. Kh. Talipov**

Deputy chairman of scientific seminar at the attachment to the Scientific Council  
for award the degree of Doctor of technical Sciences,  
Doctor of technical Science senior scientific worker

## INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

**The aim of the research** is the creation of intense oxidation-free technology of modified bitumen, as well as the rationale of reliability and performance properties of road asphalt and roofing coatings based on them at the expense of optimization of their structure and properties.

**The object of the research** is modified bitumen obtained by intensive technology, as well as asphalt concrete road and roofing based on them.

### **Scientific novelty of the research:**

the energy - and resource-saving intensive oxidation-free technology for the production of viscous and heat-stable road and roof bitumen through the use of modifying structure-forming additives of surfactants and polymers has been developed;

taking into account the physical and chemical oxidation reactions, it is proved that, in the process of bitumen modification, free radicals appear, contributing to the formation of strong hydrocarbon chains;

the formation of an additional solid structure of resins and asphaltenes is based on the modification of bitumen due to the cleavage of hydrogen from organic compounds during the oxidation reaction under the influence of oxygen;

the mechanisms of modification of the composition consisting of "bitumen-surfactant-polymer-mineral material" are determined taking into account the influence of surfactants on the structure formation;

the increase in elastic properties and resistance to deformation, as well as the increase in the performance of modified asphalt concrete coatings is justified due to the fact that the surfactants and polymer additives contribute to the formation of a koagulyatsionnoy structure.

**Adoption of the research results.** Based on the results of studies of the structure, properties and technology of asphalt concrete and roofing based on modified bitumen introduced:

viscous and thermally stable modified bitumen obtained by intensive oxidation-free technologies implemented in factories OOO "EURO GLOBAL ASPHALT" and Yangiyul County road maintenance unitary enterprise of the State Committee of the Republic of Uzbekistan on automobile road (certificate of the State Committee of the Republic of Uzbekistan on avtomobile roads from 2018 17 Dec No. 03-6607). As a result of application of intense oxidation-free technology process for production of modified bitumen decreased by 10-12 hours, cooking temperature decreased by 140-150 0C, emissions of harmful substances into the atmosphere decreased by more than 50%;

pilot batch of asphalt mixtures based on modified bitumen introduced at the plants of LLC "EURO GLOBAL ASPHALT" and Yangiyul County road maintenance unitary enterprise of the State Committee of the Republic of Uzbekistan on avtomobilni road (certificate of the State Committee of the Republic of Uzbekistan on avtomobilni roads from 2018 Dec 17, No. 03-6607). As a result, the strength, water and frost resistance of asphalt concrete coatings increased by 1.5 - 2.0 times; polymer savings of 50-60 %;

with the release of pilot batches of asphalt mixtures based on modified bitumen plants Yangiyul County road maintenance unitary enterprise of the State Committee of the Republic of Uzbekistan on avtomobilni roads and LLC "EURO GLOBAL ASPHALT" was laid in asphalt concrete pavement during the construction of road surfaces on 2400 m<sup>2</sup> on the street in Samarkand in the city of Yangiyul and 1600 m<sup>2</sup> in the street "Bunyodkor-Mukimiy" in the city of Tashkent respectively, (certificate of State Committee of Republic Uzbekistan on roads from 2018 Dec 17, No. 03-6607). As a result, when laying, the smoothness of asphalt concrete coatings is ensured, the laying temperature is reduced by 10 0C and the number of passes of pneumatic rollers is reduced by 20%;

in Intersectoral building codes MKH 54-2009 "Methodological guidance for enhancing the shear resistance of road asphalt concretes with the use of structure-forming additives" which reflect the requirements of the application of structure-forming additives in asphalt mixtures for road surface standards introduced in the enterprises of the State action Committee on highways (certificate of State Committee of highways of the Republic of Uzbekistan from December 17, 2018 No. 03-6607). As a result of the use of norms, the savings of 10-15 percent of road modified bitumen were achieved and the shear resistance of asphalt concrete coatings at high temperatures was increased by 20 percent;

Technological instruction ТИ-25982978: 01-2018 "Production of modified asphalt mixtures for the coating of road surfaces" which contain requirements for the production of modified road asphalt mixes. The results were made as additions and changes in the IIIHK 3.06.03-08 town planning rules and regulations "Roads" (certificate of State Committee of highways of the Republic of Uzbekistan from December 17, 2018 No. 03-6607). As a result, the use of standards has improved the quality and performance of asphalt concrete coatings based on modified bitumen;

in ON"Uzbekkrovlya" Joint stock companies "Uzkurilishmaterial" of the Republic of Uzbekistan, which released a viscous, thermally stable bitumen intense basicsliderui technology for roof coatings increased the operational reliability (certificate JSC "Uzkurelis, materiallari" of the Republic of Uzbekistan dated November 03, 2018 No. BB-01/03-3633). As a result, the time for the preparation of viscous, thermostable bitumen grade BNC 90/30 of low-viscosity bitumen grade BNC 40/180 decreased by 14-15 hours and the cooking temperature decreased by 130-140 0C, reduced energy consumption and resources by 50%.

**The structure and volume of the thesis.** The dissertation work consists of introduction, five chapters, conclusion, references, appendices. The volume of the thesis is 195 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим ( I часть, I part )**

1. Kasimov I.I. Influence of structure-forming additive and polymer on the aging of road and roofing bitumen // International journal for innovative research in multidisciplinary field. ISSN: 2455-0620; Scientific Journal Impact Factor (№ 23), Impact Factor: 6.497, SJIF - 2018, Issue - 1, Jan – 2019, Vol. 5. - pp. 183-186.

2. Касимов И.И. Улучшение сдвигоустойчивости асфальтобетонов в условиях Узбекистана с применением структурообразующей добавки // Архитектура, строительство и дизайн. - Ташкент, 2016. № 1. – С. 26-29. (05.00.00. № 4).

3. Касимов И.У., Ходжаев С.А., Касимов И.И., Модификация дорожных и кровельных битумов полимерными и структурообразующими добавками в условиях Узбекистана // Архитектура и строительство Узбекистана. - Ташкент, 2016. № 4-5. - С. 86 - 89. (05.00.00. № 7).

4. Касимов И.И. Обследование асфальтобетонных автомобильных дорог и современные методы подготовки специалистов // ТАЙЛК ва ЭИ Хабарномаси. - Ташкент, 2017. № 1-2. – С. 103-107. (05.00.00. № 15).

5. Алимов Б.Р., Холмухамедов А.С., Касимов И.И. Оценка транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог Республики Узбекистан // ТАЙЛК ва ЭИ Хабарномаси. - Ташкент, 2017, № 1. - С.51-66. (05.00.00. № 15).

6. Касимов И.И. Интенсификация процесса получения дорожных и кровельных битумов структурообразующими добавками// Композиционные материалы. - Ташкент, 2017. № 3. – С. 4 - 6. (05.00.00. № 13).

7. Касимов И.И. Дорожные и кровельные битумы с применением эффективных структурообразующих добавок, полимеров // Архитектура, строительство и дизайн. - Ташкент, 2017. № 3 - 4. – С. 99-102. (05.00.00. № 4).

8. Касимов И.И. Свойства дорожных битумов модифицированных структурообразующими добавками и полимерами // Композиционные материалы. - Ташкент, 2017. № 4. – С. 4-6. (05.00.00. № 13).

9. Касимов И.И. Влияния структурообразующей добавки ПАВ «СП-ОЭП» на изменение реологических свойств модифицированного полимером «СБС Кратон Д1101» дорожного битума // Проблемы механики. - Ташкент, 2017. № 4. – С. 75-77. (05.00.00. № 6).

10. Касимов И.И. Современные кровельные материалы на основе модифицированных битумов // Меъморчилик ва қурилиш муаммолари. - Самарканд, 2018. №1. – С. 53 - 55. (05.00.00. № 14).

11. Касимов И.И. Применение модифицированных битумов в возведении долговечных кровель с повышенной эксплуатационной надежностью в условиях Узбекистана. // Архитектура и строительство Узбекистана.- Ташкент, 2018 №1. – С. 56 - 58. (05.00.00. № 29).

## II бўлим ( II часть, II part )

12. Kasimov I.I. Complex Influence of Structure-Forming Additives on the Adhesive and Cohesive Properties of Low-Viscosity Bitumen and Asphaltic Concretes // USA. AASCIT Journal of Materials Sciences and Applications. ISSN: 2381-0998; 2017; 3(5). - pp. 79-92.

13. Инновационные материалы и технологии в строительстве / Самигов Н.А., Тулаганов А.А., Адылходжаев А.И., Вахитов М.М., Косимов Э.У., Ходжаев С.А., Шипачева Е.В., Мирахмедов М.М., Касимов И.И. - Ташкент, "Fan va tehnologiya", 2016, – 292 с.

14. Касимов И.И., Касимова Г.А. Анализ причин деформации и разрушений асфальтобетонных и кровельных покрытий в условиях Узбекистана // Материалы международной научно-практической конференции "Социально-экономическое развитие городов и регионов". 22 апрель 2016. г. Волгоград. – 2016. С. 421-424.

15. Касимов И.И. Теоретические представления о формировании структуры битумно-минеральных материалов, модифицированных структурообразующими ПАВ и полимерами // Материалы VI Международной научно-практической конференции, 2018. г. Пенза. – 2018. С. 64-67.

16. Методическое руководство по применению структурообразующей добавки для повышения сдвигоустойчивости асфальтобетонов при устройстве дорожных покрытий // МКН 54-2009 Ташкент: Касимов И.И., Бердиев М.Ю., Бишимбаев В.К., Касимов И.К., Ходжиханов Н.А., Шамсиев Ф.К., Касимова Г.А., Жадаков А.А. АДНИИ ГАК «Узавтойул» - 64 с.

17. Технологическая инструкция. Производство модифицированной асфальтобетонной смеси для устройства дорожных покрытий / ТИ 25982978: 01-2018. Ташкент: Касимов И.И. ТАСИ, 2018. – 28 с.

18. Розенталь Д.А., Таболина Л.С., Касимов И.К., Тилябаев Б.А., Касимов И.И. Состав и свойства битумов, получаемых по энергосберегающей технологии с введением структурообразующей добавки // Строительные материалы. – М. 1991. - № 7. - С.20-21.

19. Касимов И.И., Касимов Э.У., Байбулеков А.Б. Влияние активированных наполнителей на свойства асфальтобетона с добавкой ПАВ «СП-ОЭП» / Весник Каз ГАСА 2015. № 3(57) – С. 137-142.

20. Касимов И.И. Улучшение адгезионных свойств дорожного битума // Производство строительных материалов и изделий с использованием отходов промышленности / Сборник трудов I<sup>го</sup> научно - практического семинара с участием иностранных специалистов 9-10 ноября 2011 года ТАСИ. - Ташкент, 2011. - С. 209 - 214.

21. Хаджиханов Н.А., Касимов И.И. Основы структурообразования много смолистых жидких битумов с добавкой ПАВ нового типа // Производство строительных материалов и изделий с использованием отходов промышленности / Сборник трудов научно-практического семинара с участием иностранных специалистов 9-10 ноября 2011. ТАСИ. - С. 223-228.



22. Касимов И.И. Новая энергосберегающая технология получения дорожных и кровельных битумов // Научно-практическая конференция 17 апрель 2013. Новые материалы для дорожных покрытий. Туринский политехнический университет– ТПУТ, Ташкент, - С 3-4.

23. Касимов И.И., Касимов Э У, Байбулеков А. Б. Механо-химическая активация наполнителей в улучшение свойства асфальтобетона // Халқоро симпозиуми маърузалар тезислар тўплами. 2015. РУз. - Ташкент, "Yengil polat konsruksiyalarni qollab zilzilabardosh qurilish"/ xalqaro simpoziumi maъruzalar tezislari toplami". Toshkent. - С.44 - 45.

24. Касимов И.И. Энергосберегающая технология получение вязкого дорожного битума с применением структурообразующей добавки // Илмий - амалий семинар “Қурилиш ашёларининг тузилиши ва хоссаларини яхшилаш усуллари”. ТАҚИ. Ташкент, 2015. – С. 56-59.

25. Касимов И.И. Получение вязкого модифицированного дорожного битума с применением сруктурообразующих поверхностно-активных веществ (ПАВ) // “Қурилишда инновацион технологиялар” Республика илмий-техник анжумани/ УзР. “О ва ЎМТВ” ТАҚИ. Тошкент -2017.- С. 21-22.

26. Касимов И.И. Влияние поверхностно-активных веществ (ПАВ), структурообразующих добавок, полимеров на свойства дорожных, кровельных и гидроизоляционных битумов // ТАҚИ Илмий - амалий семинар “Қурилиш ашёларининг тузилиши ва хоссаларини яхшилаш усуллари”. - Ташкент, 2018. – С. 301 - 305.

Автореферат «Архитектура. Қурилиш. Дизайн» илмий-амалий журнал  
тахририятдан ўтказилди ва матнларини мослиги текширилди  
(11.02.2019 й.)

Нашриёт лицензияси №10-3694. 24.05.2016  
Бичими 60x84<sup>1/16</sup>. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табағи 3,5. Адади: 100. Буюртма: №36  
—Special printing service|| босмахонасида чоп этилган.  
Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Чилонзор кўчаси, 1А-уй.