

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ  
ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ  
НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ**

**ЖЎРАЕВ ШОҲРУХ ТЎЛҚИНОВИЧ**

**ЭСКИРГАН ШИНАЛАРДАН УГЛЕРОД САҚЛАГАН МАТЕРИАЛЛАР  
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ ВА УНИ РЕЗИНОТЕХНИК  
БУЮМЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШДА ҚЎЛЛАНИЛИШИ**

**02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси  
02.00.07 – Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси**

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

**Тошкент– 2020**

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

**Жўраев Шохрух Тўлкинович**

Эскирган шиналардан углерод  
сақлаган материаллар олиш технологиясини  
яратиш ва уни резинотехник буюмлар ишлаб  
чиқаришда қўлланилиши.....3

**Жураев Шохрух Тулкинович**

Разработка технологии получения  
углеродсодержащих материалов из  
изношенных шин и его применение в  
производстве резинотехнических изделий .....21

**Juraev Shohrux Tulkinovich**

Development of technology for producing  
carbon-containing materials from wire  
tires and its application in the production  
of rubber-technical products.....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works.....43

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ  
ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ  
НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ**

**ЖЎРАЕВ ШОҲРУХ ТЎЛҚИНОВИЧ**

**ЭСКИРГАН ШИНАЛАРДАН УГЛЕРОД САҚЛАГАН МАТЕРИАЛЛАР  
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ ВА УНИ РЕЗИНОТЕХНИК  
БУЮМЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШДА ҚЎЛЛАНИЛИШИ**

**02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси  
02.00.07 – Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси**

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

**Тошкент– 2020**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.4.PhD/Т981 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Навоий давлат кончилик институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме) Илмий кенгаши веб саҳифасида (ik.kitmo.uz) ва «Ziyouet» Ахборот таълим порталида (www.ziyouet.uz) жойлаштирилган.

<b>Илмий раҳбарлар:</b>	<b>Муҳиддинов Баходир Фахриддинович</b> кимё фанлари доктори, профессор
	<b>Ибадудласв Аҳмаджон Сабиорович</b> техника фанлари доктори, профессор
<b>Расмий оponentлар:</b>	<b>Қодиров Тўлқин Жумаевич</b> техника фанлари доктори, профессор
	<b>Ванасв Муроджон Дусумматович</b> техника фанлари фалсафа доктори (PhD)
<b>Етакчи ташкилот:</b>	<b>Бухоро муҳандислик технология институти</b>

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.04.01 рақамли Илмий кенгашининг 2020 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ соат \_\_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўч. 32. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871)244-79-17, e-mail: tkti\_info@edu.uz.)

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институти Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (\_\_\_ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўч. 32. Тел.: (99871)244-79-20).

Диссертация автореферати 2020 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ куни тарқатилган.

(20 \_\_\_ йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ даги №\_\_\_ рақамли реестр баённомаси).



*[Handwritten signature]*

**С.М.Туробжонов**

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

*[Handwritten signature]*

**Ҳ.И.Қодиров**

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

*[Handwritten signature]*

**Т.Раҳмонбердиев**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қoшидаги илмий семинар раиси, к.ф.д. профессор

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Бугунги кунда дунёда кукунсимон углеродли материаллардан кўплаб юқори мустаҳкамликка эга бўлган юқори молекулали бирикмалар асосидаги композициялар ва буюмлар олинади ва кимё, озиқ-овқат, машинасозлик, авиациясозлик, электр асбоб-ускуналар ишлаб чиқаришда ва ҳарбий техникаларда ишлатилади. Юқори молекулали бирикмалар асосида олинadиган буюмларни технологик, физик-механик ва динамик хоссаларини олдиндан берилган талаб асосида структурасини шакллантирувчи кукунсимон углеродли материаллар яратиш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда юқори молекулали бирикмалар асосидаги буюмларни технологик, техник ва специфик хоссаларини яхшилаш учун углеродли моддаларни яратиш, улар асосида юқори молекулали бирикмалар асосидаги композициялар таркибига кирувчи ингредиентларни модификация қилиш ва ҳар хил шароитларда ишлатилувчи юқори мустаҳкамликка эга бўлган, органик кислоталар ва эритувчиларга, радиацияга, иссиққа, совуққа ва ишқаланишга чидамли техник буюмлар олиш, композиция таркиби ва олиш технологияларини илмий асосини яратиш борасида илмий-тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Республикамизда охириги йилларда кимё ва озиқ-овқат саноатини, ер, ҳаво, сув транспортларини ва қишлоқ хўжалик техникаларини юқори молекулали бирикмалар асосидаги техник маҳсулотлари (резина-техника буюмлари, транспартёр ленталари ва шиналар, полимер буюмлар) билан таъминлаш мақсадида ишлаб чиқариш маҳсулотларини кўпайтириш, технологик жараёнини такомиллаштириш, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар сифати ва миқдорини ошириш, хомашёнинг янги захираларини яратиш борасида бир қанча ишлар амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича «Ҳаракатлар стратегияси»да «маҳаллий хомашё ва иккиламчи ресурслардан импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар олиш технологияларини яратиш» вазифаси белгилаб берилган. Бу борада юқори молекулали бирикмалар асосида олинувчи маҳсулотларни технологик, техник ва специфик хоссаларини яхшилаш учун маҳаллий хомашёлар асосида кукунсимон углеродли материаллар олиш технологияларини ва уларни кўшиб олдиндан режалаштирилган хоссаларга эга бўлган композиция таркибларини яратиш бўйича илмий-тадқиқотлар олиб бориш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 11 февралдаги «2015-2019 йилларга буюм ва материалларни маҳаллийлаштириш дастури тўғрисида»ги ПФ-2298-сон, 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ПФ-4947-сон ва 2017 йил 6 апрелдаги «Товарлар (ишлар, хизматлар) ҳажми ва таркибини танқидий таҳлил қилиш, импорт ўрнини босадиган ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришни чуқурлаштириш тўғрисида»ги ПФ-4891-сон, 2017 йил 21 апрелдаги «2017-2021 йилларда маиший чиқиндилар билан боғлиқ ишларни амалга ошириш тизимини тубдан

такомиллаштириш ва ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-2916-сон фармонлари ва қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа норматив-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Углеродли материаллар ва улар асосида композицион материаллар олиш таркиби ва технологиясини яратиш бўйича Г.С.Кац, Дж.Краус, А.А.Донцов, Б.А.Догадкин, А.А.Берлин, Ф.Ф.Кошелев, А.Е.Корнев, А.М.Буканов, М.Л.Уральский, Б.Е.Гуль, Ю.С.Липатов, А.М.Смирнова, Ю.С.Зуев, В.М. Гончаров, П.В.Ракова, Л.Б.Коварская, А.Г.Шварц, Г.А.Сорокин, Н.Д.Захаров, Г.А.Блох, Д.Н.Мак-Келви, С.С.Негматов, А.Х.Юсупбеков, А.С.Ибадуллаев, Э.У.Тешабаева, Б.Ф.Мухиддинов ва бошқалар илмий-тадқиқот ишлари олиб боришган.

Улар томонидан углеводородлардан углеродли материаллар, юқори молекулали композициялардан юқори мустаҳкамликка эга бўлган композицион материаллар (резина-техника буюмлари, резина-текстил, резина-метал материаллари ва шиналар) олиш учун вулканлаш жараёнини тезлаштирувчи органик моддалар, пластификаторлар, тўлдиргичлар, юмшатгичлар, фаолловчи моддалар, стабилизаторлар, ранг берувчи моддалар, модификаторлар олиш технологиялари жорий этилган.

Шу билан бирга композицион материалларни техник ва махсус хоссаларини ошириш учун углеродли моддаларнинг янги авлодини яратиш, улар асосида минерал тўлдиргичларни модификация қилиш, наноконпозициялар таркибини яратиш, модификаторлар олиш, махсус хоссага эга бўлган юқори молекулали бирикмалар асосидаги композицияларнинг таркиби, олиш технологияларини ва улардан буюмлар ишлаб чиқиш усулларини яратиш бўйича илмий ишлар олиб борилмоқда.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Навоий Давлат кончилик институти ва Тошкент кимё-технология институтлари илмий тадқиқот ишлари режасининг А-12-41 «Энергия ва ресурсни тежашни таъминловчи маҳаллий ва иккиламчи хомашё ресурслари асосида иссиқликка ва коррозияга чидамли бўлган композицион материаллар олиш таркиби ва технологиясини ишлаб чиқиш» (2012-2014 йй.), А-12-37 «Композицион эластомер материаллардан иккиламчи материаллар ва махсус хусусиятга эга бўлган резина-техник маҳсулотлар ҳамда улар асосида кабел олиш таркиби ва технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017 йй.) ҳамда ПЗ-201709286 «Маҳаллий хомашёлар асосида эластомерларни вулканловчи тезлаштиргичларни ва улар асосида эластомер композицияларини олиш технологияларини яратиш» (2018-2020 йй.) амалий лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади:** иккиламчи резина-техника буюмлари ва шиналардан углеродли материаллар ва у асосида ҳар хил шароитларда ишлатилувчи юқори молекулали бирикмали композициялар олиш технологияларини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

иккиламчи резина-техника буюмларини ва шиналарни қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш;

олинган органик маҳсулотларнинг физик-кимёвий хоссаларини ва ишлатилиш соҳасини аниқлаш;

олинган кукунсимон углеродли органик материални кўшиб ҳар хил шароитларда ишлатилувчи юқори молекулали бирикмалар асосидаги композицион материаллар таркибини тузиш;

кукунсимон углеродли органик материални юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композицияни вулканланиш кинетикасига таъсирини аниқлаш;

органик материални юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композицияни пласто-эластик, реологик ва технологик хоссаларига таъсирини аниқлаш;

органик материални юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композицияни физик-механик, динамик ва эксплуатацион хоссаларига таъсирини тадқиқ қилиш;

кукунсимон углеродли материални кўшиб юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композициялардан ҳар хил шароитларда ишлатилувчи қолипланувчи ва қолипланмайдиган резина-техника-текстил буюмлар олиш технологияларини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** иккиламчи резина-техника буюмлари ва шина, резина саноати чиқиндилари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг предмети** юқори молекулали бирикмалар асосидаги композицион материаллари, улардан олинган резина-техника-текстил буюмлари ва уларни олиш технологиялари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишида физик-кимёвий анализ усуллари (ИКС, ДТА, микроскопик анализ, газ-суюқлик хроматографияси ва рентгеноструктур анализ), юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композициялар учун стандартлаштирилган физик-механик, кинематик, динамик ва экспериментларни режалаштириш ҳамда математик статистика усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

иккиламчи резина-техника буюмларини ва шиналарни қайта ишлашнинг илмий асосланган технологияси ишлаб чиқилган;

қайта ишлаш жараёнида олинган органик маҳсулотларнинг физик-кимёвий хоссалари ва ишлатилиш соҳаси аниқланган;

олинган кукунсимон углеродли органик материални кўшиб ҳар хил шароитларда ишлатилувчи юқори молекулали бирикмалар асосидаги композицион материаллар таркиби ишлаб чиқилган;

олинган органик материални юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композицияни вулканланиш кинетикасига таъсири асосланган;

олинган органик материални юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композицияни пласто-эластик, реологик ва технологик хоссаларига таъсири асосланган;

олинган органик материални юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композицияни физик-механик, динамик ва эксплуатацион хоссаларига таъсири аниқланган;

кукунсимон углеродли органик материални қўшиб юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композициялардан ҳар хил шароитларда ишлатилувчи қолипланувчи ва қолипланмайдиган резина-техника-текстил буюмлари олиш технологиялари ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

иккиламчи резина-техника буюмларини ва шиналарни қайта ишлаш илмий асосланган технологияси ишлаб чиқилган ва олинган маҳсулотларни физик-кимёвий хоссалари ва ишлатилиш соҳаси аниқланган;

кукунсимон углеродли органик материални юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композицияни вулканланиш кинетикасига, пласто-эластик, реологик, технологик, физик-механик, динамик ва эксплуатацион хоссаларига таъсири исботланган;

кукунсимон углеродли органик материални қўшиб юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композициялардан ҳар хил шароитларда ишлатилувчи қолипланувчи ва қолипланмайдиган резина-техника-текстил буюмлари олиш технологиялари ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** диссертация тадқиқотида замонавий усуллар кимёвий, физик-кимёвий, технологик, физик-механик, техник ва стенд ўрганишни қўлланилганлиги, ишлаб чиқаришга жорий этилганлиги билан тасдиқланганлиги ҳамда яратилган углеродли материални қўллаб юқори молекулали бирикмалар асосидаги композицион материаллар ва улардан ҳар хил шароитларда ишлатилувчи резина-техника-текстил буюмлари ишлаб чиқариш таркиблари ва технологиялари яратилганлиги билан асосланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти иккиламчи резина-техника буюмлари, шина ва резина саноати чиқиндиларини қайта ишлаш ва улар асосида олинган углеродли материални қўллаб композицион материаллар ва берилган структура ва хусусиятларга эга бўлган резина-техника-текстил маҳсулотлари олиш технологияларини илмий асослари яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти иккиламчи резина-техника буюмлари, шина ва резина саноати чиқиндиларини қайта ишлаш ва улар асосида олинган углеродли материални қўллаб импорт ўрнини босадиган, рақобатбардош мақсадли композицион материаллар ва берилган структура ва хусусиятларга эга бўлган резина-техника-текстил маҳсулотлари олиш технологияларини ишлаб чиқаришга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Иккиламчи резина-техника буюмлари, шина ва резина саноати чиқиндиларини қайта ишлаш асосида олинган углеродли материални қўллаб композицион материаллар олиш технологиясини яратиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

иккиламчи резина-техника буюмлари, шина ва резина саноати чиқиндиларини қайта ишлаш технологияси «НКМК» ДКнинг резинатехника буюмлари ишлаб чиқариш цехида амалиётга жорий этилган («НКМК» ДКнинг 2020 йил 5 мартдаги 02-06-04/38-67-сон маълумотномаси). Натижада, «НКМК» ДКнинг машиналаридан чиқувчи эскирган резина-техника буюмлари ва шиналарни 100 % қайта ишлаш имконини берган;

иккиламчи резина-техника буюмлари, шина ва резина саноати чиқиндиларини қайта ишлаш асосида олинган углеродли материални органик тўлдиргич сифатида қўллаш асосида ҳар хил шароитларда ишлатилувчи қолипланувчи ва қолипланмайдиган резина-техника-текстил буюмлари олиш технологиялари «НКМК» ДКнинг резинатехника буюмлари ишлаб чиқариш цехида амалиётга жорий этилган («НКМК» ДКнинг 2020 йил 5 мартдаги 02-06-04/38-67-сон маълумотномаси). Натижада, хориждан олиб келинаётган техуглерод П803 тўлдиргични 100 % алмаштириш ва композиция таннархини 32 % га камайтириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари маъруза кўринишида 2 халқаро ва 4 республика илмий-техник анжуманларда апробациядан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича 12 та илмий ишлар чоп этилган бўлиб, Ўзбекистон Олий Аттестация Комиссияси томонидан докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этилиши тавсия қилинган илмий нашрларда, 6 та мақола, шундан 3 та чет эл ( 1 та scopus таркибидаги журналда) 3 та республика журналларида нашр қилинган. Халқаро ва Республика илмий-амалий анжуманларда 6 та маъруза тезислари чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 116 бетни ташкил этади.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

**Кириш қисмида** диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати, мақсади ва вазифалари, тадқиқотнинг объекти ва предметлари ҳамда Ўзбекистон Республикасининг илм-фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги кўрсатиб ўтилган, илмий янгилиги ва амалий аҳамияти, олинган натижалари, қўлланилиш соҳалари, нашр этилган ишлар тўғрисида ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Таркибида углерод мавжуд бўлган материаллар: олиниши, хоссалари ва ишлатилиши**» деб номланган биринчи бобида мавзу бўйича адабиётлар таҳлил қилиниб, композицион материаллар учун юқори молекулали бирикмалар асосидаги маълум бўлган углеродли (таркибида

углерод сақлаган) материалларини ва уларни композицияларини комплекс хоссаларига таъсирини ўрганиш учун батафсил анализлар олиб борилди. Таркибида углерод мавжуд бўлган материаллар билан тўлдирилган резина-техник буюмларнинг ишлаб чиқаришдаги технологик кўрсаткичларига таъсир қиладиган асосий факторлар кўрсатилган.

Адабиётларнинг критик анализига асосланиб композицион органик материалларни ва техуглеродларни олиниш жараёнини замонавий ҳолатини ўрганиш, композицияларни яратишда энг перспектив йўналишларни ва маҳаллий хомашё асосида кўп функционал ингредиентлар топиш ва композицион материаллар технологияларни яратилиши ва улар асосида специфик хоссали буюмлар яратиш асосланган. Шунингдек, юқори молекулали бирикмалар асосида композицион материаллар ишлаб чиқаришда техник углероднинг қўлланиши бўйича адабиёт манбалари критик ўрганилиб чиқилган. Шундан келиб чиққан ҳолда, диссертация ишининг мақсади ва вазифалари аниқланган.

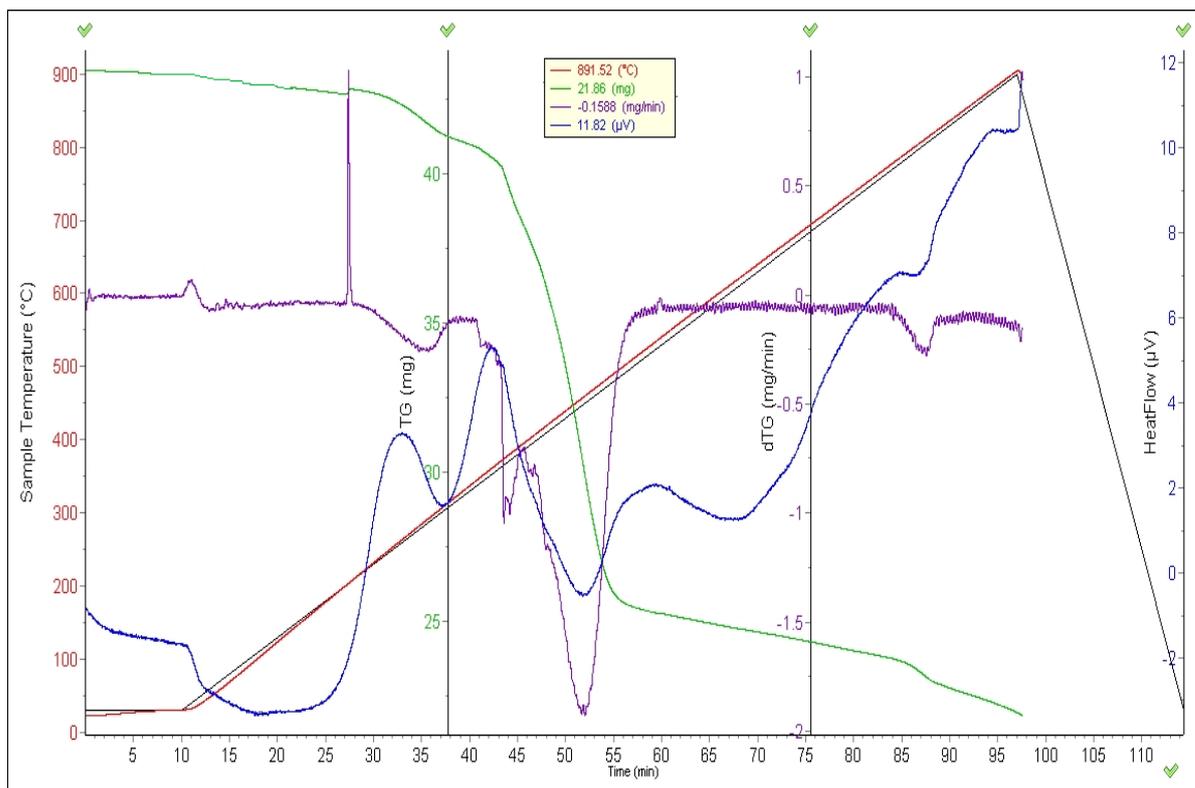
Диссертациянинг **«Ингредиентларнинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш усуллари»** деб номланган иккинчи бобида танланган ингредиентларнинг структуравий, физик-кимёвий хоссалари келтирилган.

Юқори молекулали бирикмалар сифатида: изопренли каучук СКИ-3, кам тўлдирилган бутадиен метил стирол каучук СКМС-30 АРКМ-15, бутадиен нитрил каучук наирит КР-50 танланган. Диссертация ишида физик-кимёвий, механик, кинематик, динамик хоссаларини ўрганиш ва математик моделлаштиришда ИҚС, ДТА, микроскопик анализ, газ-суюқ хроматографияси ва рентгеноструктур анализ усулларидан фойдаланилган.

Диссертациянинг **«Углеродли материалнинг таркиби, структураси хоссалари ва олиниш технологияси»** деб номланган учинчи бобида иккиламчи резинали буюмларни қайта ишлаш технологиясини ўрганилган натижалари ва ҳосил бўлган бирикмаларни физик-кимёвий хоссалари келтирилган. Адабиётлар таҳлилига кўра, резинотехник буюмларнинг ва эскирган шиналарни энг юқори термоларчаланishi 400-500 °С температура интервалида содир бўлади.

«Labsys evo Setaram» маркали дериватограммада эскирган автомобил шиналари ўрганилди. Ҳосил бўлган дериватограмма (1-расм) да кўрсатилган.

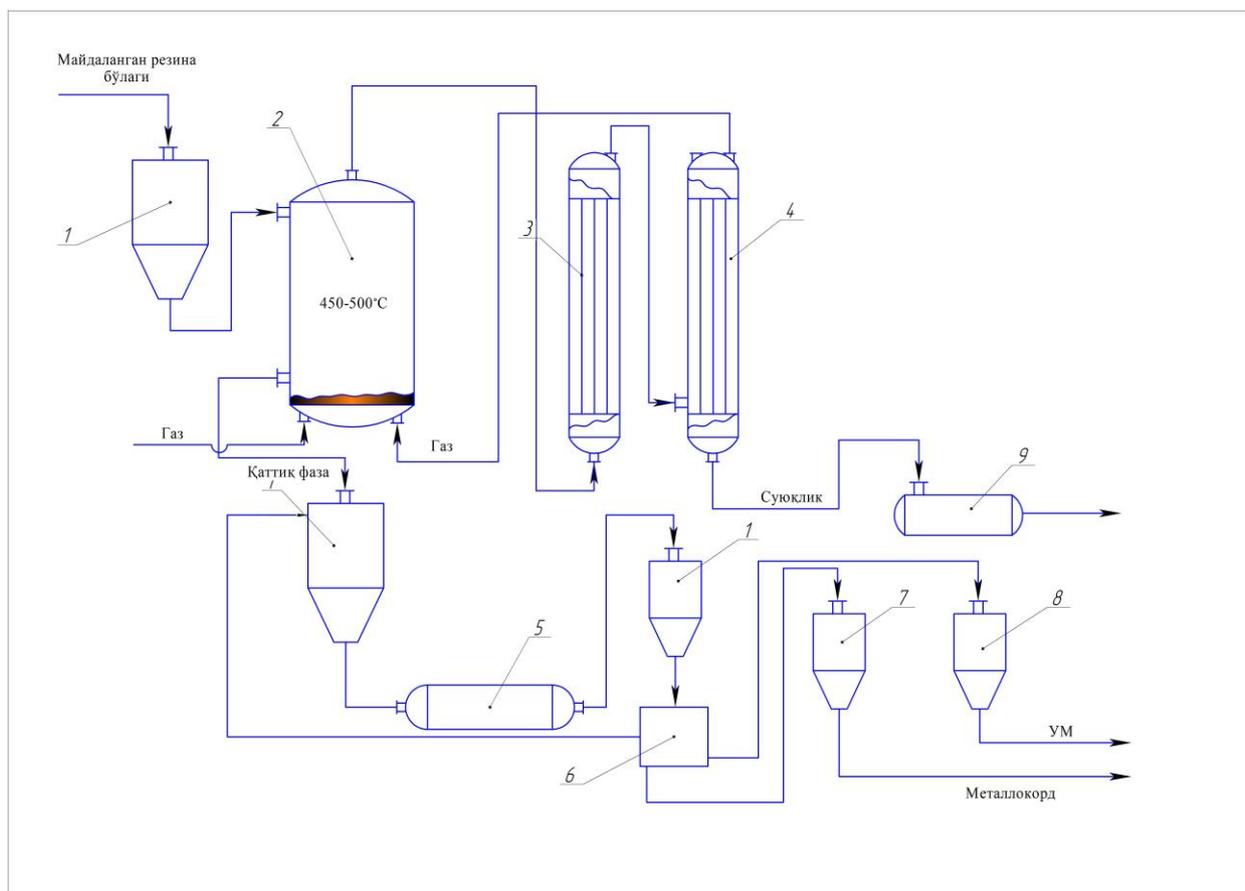
ДТГА эгри чизиғи таҳлилига кўра эгри чизиқ асосан иккита сигмоиддан ташкил топган. Бу сигмоидлар термодеструкция жараёнини иккита босқичда, биринчи босқич температура интервали 50-500 °С, иккинчи босқич температура интервали 500-800 °С амалга ошишини кўрсатади. Бу ҳолатда, масса йўқотиши 17,8 мг тенг, бу 40,5 % ташкил қилади ва резинани парчаланishi тезлиги 2,609 мг/мин га тенг бўлади. Иккинчи босқич 500-800 °С оралиғида содир бўлиб, бунда умумий массанинг 47,4 % йўқотилади, бунда парчаланishi бир оз секинроқ бориб, 0.643 мг/мин ни ташкил этади. Таҳлил натижаларга кўра, шундай хулоса қилиш мумкин: термооксидли пиролизни иложи борица, 500-550 °С температура интервалида ўтказиш керак.



**1-расм. Эскирган автомобил шиналарини дериватограммаси**

Олинган натижалар асосида яроқсиз ҳолга келган резинотехник буюмлар ва шиналарнинг қайта ишлаш жараёнининг технологик схемаси ишлаб чиқилди (2-расм). Тозаланган хомашё ретортага (тигель) жойлаштирилади. Ретортада хомашё 500-550 °С температурада парчаланиш жараёнида куйидаги ярим маҳсулотлар ҳосил бўлади: газ, пиролиз суюқлиги, углеродли сақлаган материал қолдиқ ва металлокорд (металлолом). Пиролиз жараёнида реторта герметик ёпилади. Ҳамма резин қиздирилади, лекин ёнмайди (Истисно чўғланиб турган паст қисмидан ташқари). Пиролиз қурилмаси ва форсункага газ берилиб, 800 кг миқдорга яқин ёғочли чиқиндилар ҳаво билан аралашган газ билан ёқилади. Ҳаво аралашмаси ишчи температурани 550 °С гача ушлаб туриш имкониятини беради. Пиролиз газлари (шиналар парчаланишидан ҳосил бўлган) хомашёни қиздириш труба (тигель) орқали чиқиб кетади. Хомашёни (яроқсиз автомобиль шиналари) термик парчаланиш жараёни ҳаво киритмасдан олиб борилади.

Хомашё қиздирилиб ишчи температурага келтирилгандан кейин, термик парчаланиши натижасида кўп миқдорда газ ажралиб чиқади. Ажралиб чиққан газлар бириктирувчи трубка орқали конденсация учун иссиқлик алмашилиш аппаратига юборилади. Резина қиздирилганда ажралиб чиққан (ҳосил бўлган) углеводородли фракциялар ретортадан иссиқлик алмашилиш аппаратига юборилади (пиролизли газларнинг конденсацияси), кейин углеводородли фракциялар совутилади, конденсацияланади ва натижада суюқ пиролиз ёқилғига айланади.



## 2- расм. Пиролизнинг принципиал технологик схемаси

Конденсацияланмаган фракциялар газ сифатида қисман ретортага жўнатилади, қолгани эса чиқариб юборилади. Совутишга мўлжалланган сув қайтар бўлгани учун қайта қўлланилади. Суюқ ёқилғи, металлокорд ва таркибида углерод мавжуд бўлган қолдиқ омборга жўнатилади. Пиролиз жараёнида ҳосил бўлган суюқлик йиғилиб бориб, йиғувчи сиғимга куйилади, маҳсулот таркибидаги сув эса патрубки орқали йиғувчининг пастки қисмидан чиқариб юборилади. Иссиқлик алмашилиш аппарати техник сув билан совутилади (совутилган сув ҳавзасидан қайтар сув олинади). Жараён тугагандан сўнг, печлар совутилгандан кейин тигеллар олинади, тигелнинг қопқоғи табиий совугандан кейин очилиб қаттиқ қолдиқ модда олинади. Кейин қайта ишланадиган хомашё билан тўлдирилган бошқа тигел печга-қиздирувчида жойлаштирилади.

Доимий ишлаб чиқариш жараёнини таъминлаш мақсадида 6 та тигел ишлатилади (3 та ишчи тигел ва 3 та совутиш учун тигел). Жараённи ушлаб туриш учун газ печ ёқилғисидан қайта берилди. Зарурият бўлганда қолдиқ газ қувур най орқали чиқариб юборилади. Углеродли қолдиқ совутилгандан сўнг, металлокорднинг симларини ажратиш мақсадида элакда ўтказилади. Пиролиз маҳсулотлари асосий газсимон, суюқ ва қаттиқ фазадан ташкил топган (1-жадвал).

**Эскирган автомобил шиналарини термооксидли пиролиз  
натijasидаги махсулотларнинг характеристикаси**

№	Пиролиз махсулотларининг номи	Унум %	Махсулотлар характеристикаси	Тавсия қилинган, қўлланилиш соҳаси
1.	Пиролиз гази	13,0	Газ таркиби: метан-45 %, этан-14,9%, пропан-5 %, бутан -3,5 %, пропилен-1,5 %, этилен-2,2%, бутен-1,3 %, водород-17,5 %, ис гази-4,2 %, углерод(IV) оксид -4,9%	Пиролиз реакторларини қиздириш учун
2.	Суюқ фракция	41,0	Зичлиги=16948 кг/м <sup>3</sup> Қовушқоклиги=1,7957	Нефт махсулотлари ва ароматик углеводородлар олиш ва печ ёқилғиси
3.	Углерод сақлаган материал	39,0	Зичлиги=0,408±0,02 Қовушқоклиги=0,4±0,05 Намлиги=22,7±0,44	Активланган кўмир, кокс ва иссиқлик энергия ҳосил қилиш, тўлдирувчи сифатида
4.	Металлокорд	7,0	Яхши прессланадиган, тўқ кулранг, қисман ялтирок юзали симлар	Металлолом сифатида

Тадқиқот натижалари бўйича газ фазаси асосан-45 % метандан, 14,9 % этандан ва 17,5 % водороддан иборат. Шунинг учун, бу газсимон аралашмани, пиролиз реактор қурилмасида автомобиль шиналарини ёқиш учун, ёқилғи сифатида ишлатилади. Пиролиз махсулотлари орасида углерод сақлаган материал алоҳида ўрин тутди, шу сабабли унинг хоссалари атрофлича ўрганилди. Пиролиздан кейинги ва майдаланган углерод сақлаган материални микроскопик кўриниши 3-расмда келтирилган. Углерод сақлаган материал-мўрт, кул ранг тус берадиган қора бурда, ёқимсиз (қўлланса) ҳидга эга модда ҳисобланади (3-а расм), баъзи бир бурдаларида металл қўшимчалари ҳам мавжуд (3-б расм). Қўлланилишдан олдин углеродли материални ВВ 600 маркали жағли майдалагичда майдаланади. Майдаланган углерод сақлаган материалнинг гранулометриқ таркиби ўрганилди ва унинг натижалари 4-расмда келтирилган.

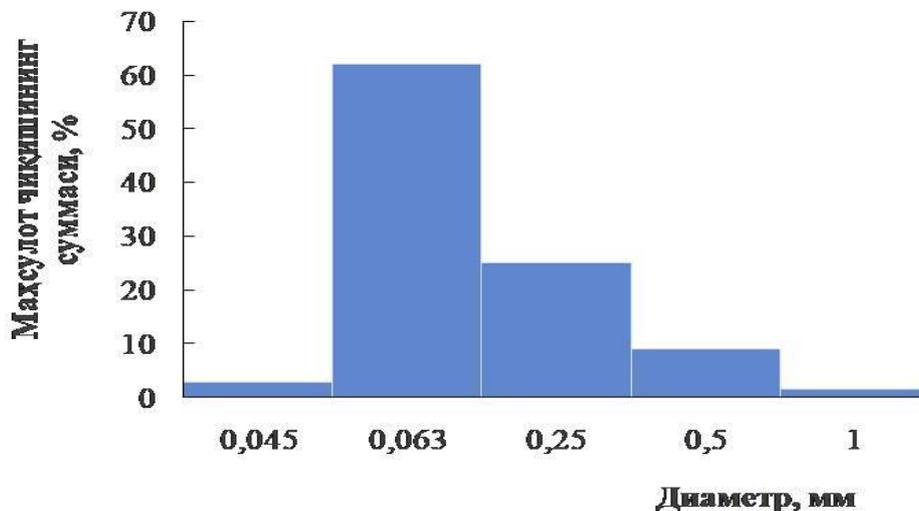


а

б

### 3-расм. Пиролиз жараёнидан сўнг углерод сақлаган материалнинг микроскопик кўриниши

Тадқиқот натижалари таҳлили углерод сақлаган материал зарраларининг ўлчами ҳар хил катталигига эгаллигини кўрсатди. Заррачаларнинг 0,063 нм ўлчамдаги фракцияси 63,0 %, 0,25 % ўлчамдаги фракцияси 24,0 %, 0,5 нм ўлчамдаги фракцияси 9,0 % ва 0,045 нм ўлчамдаги фракцияси эса 3,0 % ни ташкил этади.



### 4-расм. Майдаланган углерод сақловчи моддаларнинг грануломерик таркиби

Таркибида майин майда бириккан металл заррачалари мавжуд бўлган углерод сақлаган материаллар резинотехник буюмларга тўлдирувчи сифатида фойдаланилса салбий таъсир кўрсатади. Шу майда бириккан металл заррачаларидан магнитли сепаратор ёрдамида ажратилади. Майдаланган углерод сақлаган материал тўқ қора рангли дисперс порошок кўринишда бўлади (2-жадвал).

Олинган натижалар таҳлили (2-жадвал) кўрсатадики, заррачаларнинг ўлчами кичрайиши натижасида углерод сақлаган материалнинг сочма зичлиги,

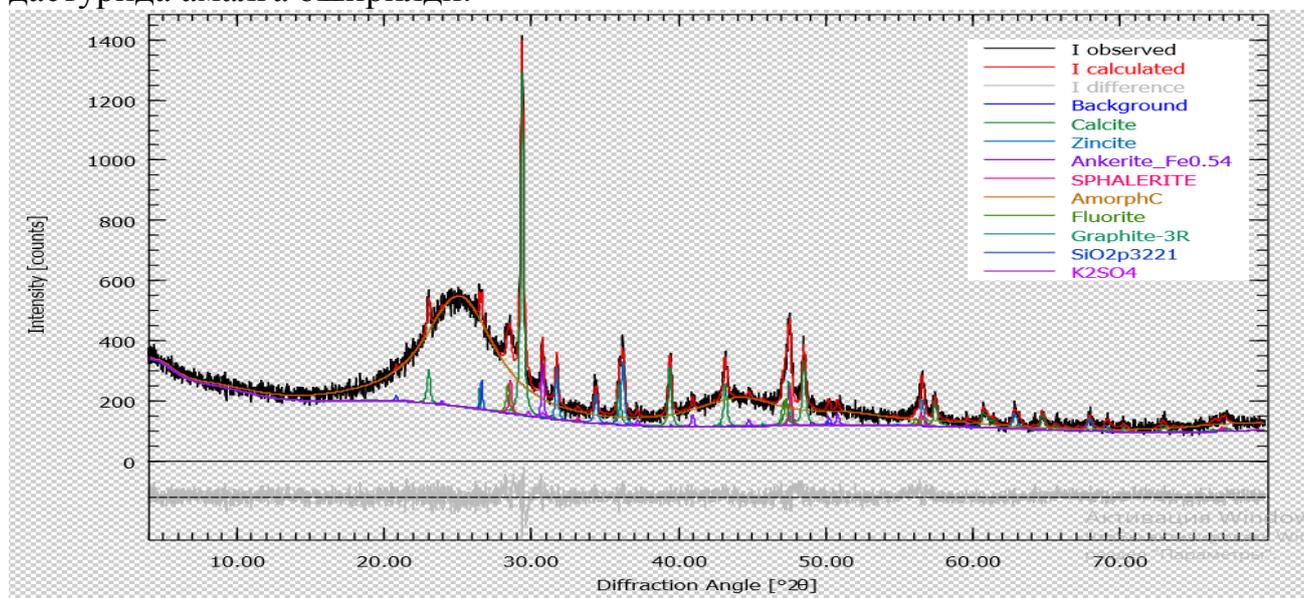
кислоталилиги, намлиги ортишига олиб келади, аммо золь микдори деярли ўзгармайди.

## 2-жадвал

### Бирламчи углеродли материал (УМ-1) ва майдаланган углеродли материалнинг (УМ-2) физик-кимёвий характеристикалари

Характеристика	$\rho_n, \text{г/см}^3$	pH	A <sup>d</sup> , %	W <sup>a</sup> , %
УМ-1	0,323 ± 0,02	6,5	22,65 ± 0,44	0,24 ± 0,05
УМ-2	0,408 ± 0,02	6,5-5,4	22,70 ± 0,44	0,40 ± 0,05

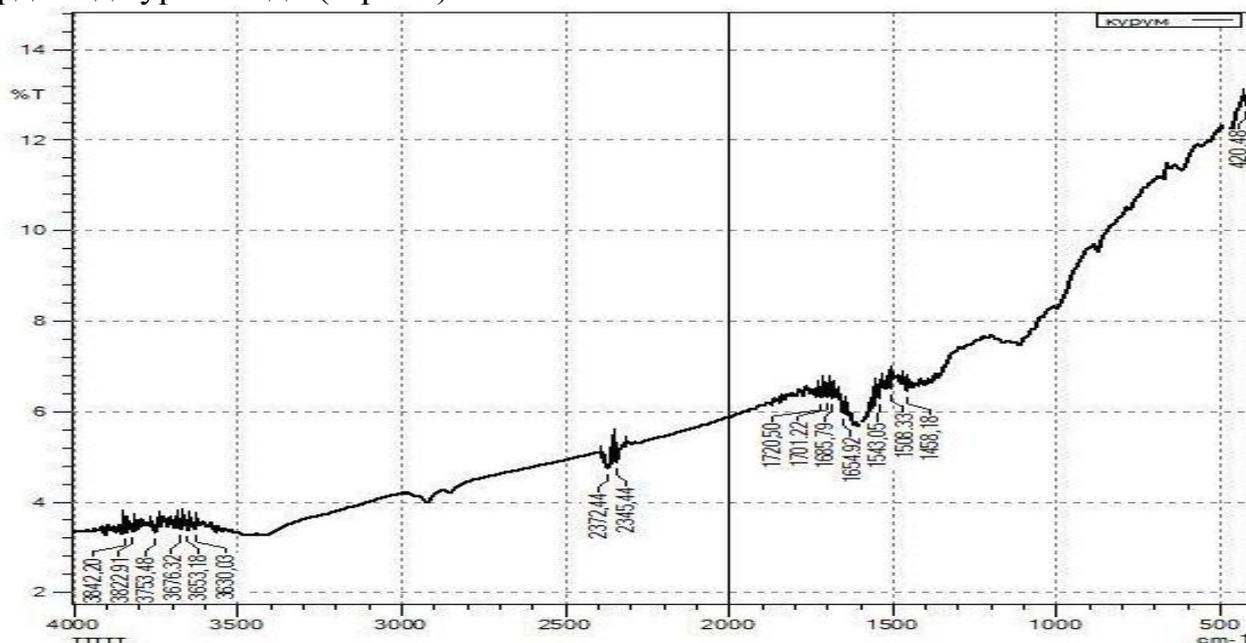
Бундан ташқари, углерод сақлаган материалнинг таркиби, рентгенофази усул ёрдамида тадқиқ қилинди. Унинг натижаси 5-расмда келтирилган. «Shimadzu XRD-6100» маркали кукунли рентген дифрактометрда дифрактограммалар олинди. Рентгенофази анализ детектор-сцинтилляционли, Риетвелд усули билан “Profex-Open source XRD and Reitveld Refinement” дастурида амалга оширилди.



### 5-расм. Яроқсиз автомобил шиналарини пиролиз натижасида ҳосил бўлган углеродли материалнинг рентгенограммаси

Анализ натижалари таҳлилга кўра, углерод сақлаган материал асосан 88,24 % аморф углерод, 7,59 % кальцит, 1,14 % рух оксиди, 1,21 % анкерит ва бошқа компонентлардан иборат эканлиги аниқланди. Шундай қилиб углерод сақловчи материални рентгенофази анализи унинг таркибидаги турли компонентлар мавжудлигини исботлайди. Бундан ташқари, деривотографик усули билан углерод сақлаган материални термик турғунлиги тадқиқ қилинди. Намуналарни термик таҳлили “Labsys evo Setaram ТГ ДТА ДСК+1600” приборида 30-950 °С температура оралиғида, 5 град/мин қизиш тезлигида олиб борилди. ДТГА эгри чизикнинг таҳлили шуни кўрсатадики, у асосан икки сигмоиддан иборат бўлиб, жараёни икки босқичда боришини кўрсатади.

Биринчи босқич 150-640 °С температура интервалида содир бўлади, бунда масса йўқотиши 3,46 % ташкил қилади. Иккинчи босқич 650-900 °С ҳарорат оралиғида содир бўлиб, бунда масса йўқотилиши 15,7 % ташкил этади. ТГП эгри чизигининг таҳлили шуни кўрсатадики, 800-880 °С ҳарорат оралиғида техник углероднинг парчаланиш тезлиги максимал бўлади ва 1,88 мг/мин тенг ташкил этади. Пиролиз натижасида ишлатилган автомобил шиналаридан олинган углерод сақлаган материалнинг тузилиши ҳам ИҚ спектроскопик усул ёрдамида ўрганилди (6-расм).



### 6-расм. Углеродли материални ИҚ-спектри

Спектр таҳлил шуни кўрсатадики, углерод сақлаган материалнинг ИҚ-спектрда  $> 3600 \text{ cm}^{-1}$  соҳада жуда кам интенсивлиги билан ютилиш чизиқлари кузатилади ва бу ҳолат баъзи органик спиртлар, сув ва нам ҳаво қурум юзасида адсорбцияланганини кўрсатади,  $\text{C}\equiv\text{C}$  га тегишли валент тебранишлар ҳам шу соҳада кузатилади. Каучукнинг пиролизидан сўнг органик таркибнинг ёниши туфайли барча унга характерли ютилиш чизиқлари йўқолади.  $2916 \text{ cm}^{-1}$  майдонида жуда кучсиз ютилиш кузатилади, бу  $-\text{CH}_2$  гуруҳига тегишли дейиш мумкин, бундан ташқари парчаланиш маҳсулотларидан ташқари углеводородларнинг турлари ҳосил бўлган қурумга ютилиши мумкин. Тўйинмаган углеводородларга ( $-\text{CH}=\text{CH}-$ ) тегишли бўлган кам интенсивликка эга бўлган ютилиш соҳалари одатда боғлиқ  $693 \text{ cm}^{-1}$ , шунингдек  $600 \text{ cm}^{-1}$  соҳада пайдо бўлади.  $2372$  ва  $2345 \text{ cm}^{-1}$  соҳада  $\text{CH}_2$  ва  $\text{CH}_3$  гуруҳлари учун хос бўлган ютилиш чизиқлари спектрларда пайдо бўлади.  $1720-1684 \text{ cm}^{-1}$  соҳада ароматик углеводородларга тегишли чизиқлар пайдо бўлади.  $1458-1543 \text{ cm}^{-1}$  соҳада  $\text{CH}_3\text{C}$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{C}$ - гуруҳларига хос чизиқлар кузатилади.  $1100-1000 \text{ cm}^{-1}$  кенгликни  $(\text{SiO}_4)^{4-}$  ва  $\text{SiO}_2$  ларга мос дейиш мумкин ва бу  $800 \text{ cm}^{-1}$  да ҳам тегишли чизиқлар пайдо бўлади. Одатда, автомобил шиналарининг адгезиясини ошириш учун тўлдирувчи оқ - қурум  $n \text{ SiO}_2 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$  қўшилади.  $400 \text{ cm}^{-1}$  дан  $500 \text{ cm}^{-1}$  гача бўлган тебранишлар оралиғидаги ИҚ спектрларда металл оксидларининг  $\text{Me}-\text{O}$  ютилиш чизиқлари кузатилади. Шундай қилиб, ИҚ

спектр шиналарни пиролизидан сўнг ҳосил бўлган углерод сақлаган материалларнинг тузилишини кўрсатади.

Диссертациясининг «Углерод сақлаган материаллар билан тўлдирилган модел резина қоришмаларининг технологик хоссалари» деб номланган тўртинчи боби углерод сақлаган материалнинг умумий ва махсус каучуклар асосида резина қоришмалари технологик хоссаларини ўрганишга бағишланган. Берилган хоссаларга эга бўлган композицион эластомер материалларни яратиш учун вулканизация тўрининг тузилишини ўзгартириш керак. Резина қоришмалари таркибига техуглерода П803 нинг ўрнига углерод сақлаган материал қўшилганда макромолекулалар билан олтингугуртнинг боғланиши интенсив равишда содир бўлади. Олтингугуртнинг углерод сақлаган материал юзасига адсорбцияси ва унинг таркибида бир хилда тақсимланиши ва бир хил кучга эга бўлган структура ҳосил бўлиши аниқланди. Бу таъсир углерод сақлаган материал вулканизация жараёнини нафақат тезлаштиришини ва фаоллаштиришини, балки бир хил кучлар билан вулканизация тўри шаклланишига таъсир қилади ва композицияни бутун ҳажмига тақсимланишига ёрдам беради (3 жадвал).

Шу муносабат билан, таркибида углерод сақлаган материални тутган ингредиентлар фаол марказ билан таъсирга эга бўлган донор-акцептор боғ хусусиятини ўйнайди деб тахмин қилиш мумкин.

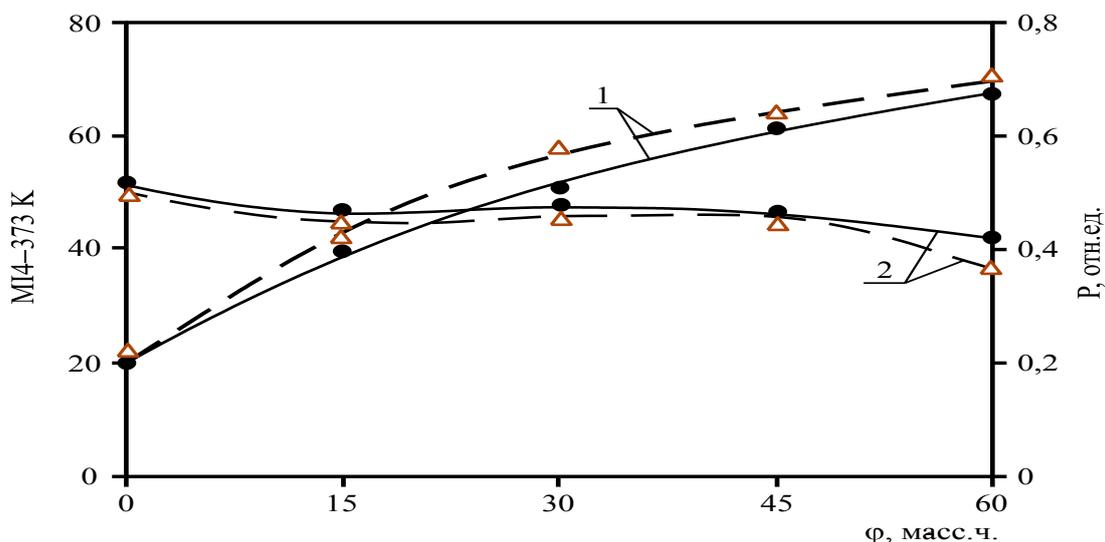
### 3-жадвал

**Углерод сақлаган материалнинг ҳосил бўладиган боғлар хусусиятига таъсири. (СКМС-30АРКМ-15, вулканизация вақти 40 мин температураси 143 °С, иссиқликдан эскириш 100 °С 72 соат).**

Номланиши	Ҳосил бўладиган боғлар, %				F <sub>p</sub> , МПа	K <sub>T</sub> , нисб. бир.
	-C-S <sub>x</sub> -C-	-C-S-S-C-	-C-S-C-	-C-C-		
Стандарт наъмуна	31	35	23	11	10,2	0,68
Углерод сақлаган материал	29	25	24	22	12,1	0,88
Техуглерод П803	31	30	26	13	8,6	0,51

Композициянинг пластик-эластик хусусиятларига углерод сақлаган материалнинг таъсирини ўрганиш учун стандарт рецепт ишлаб чиқилган. Углерод сақлаган материал билан умумий ва махсус хоссага эга каучукларни аралаштириш жараёнини тадқиқ қилиш шуни кўрсатдики, уни техуглеродом П803 билан таққослаганда яхши аралашади ва натижада композиция таркибида ингредиент заррачалари бир хилда тақсимланади ва гомоген қоришма олинади.

Углерод сақлаган материал билан тўлдирилган аралашмаларнинг технологик хусусиятлари кенг қўлланилаётган техуглеродом П803 билан тўлдирилганлардан фарқ қилмайди (7 расм).

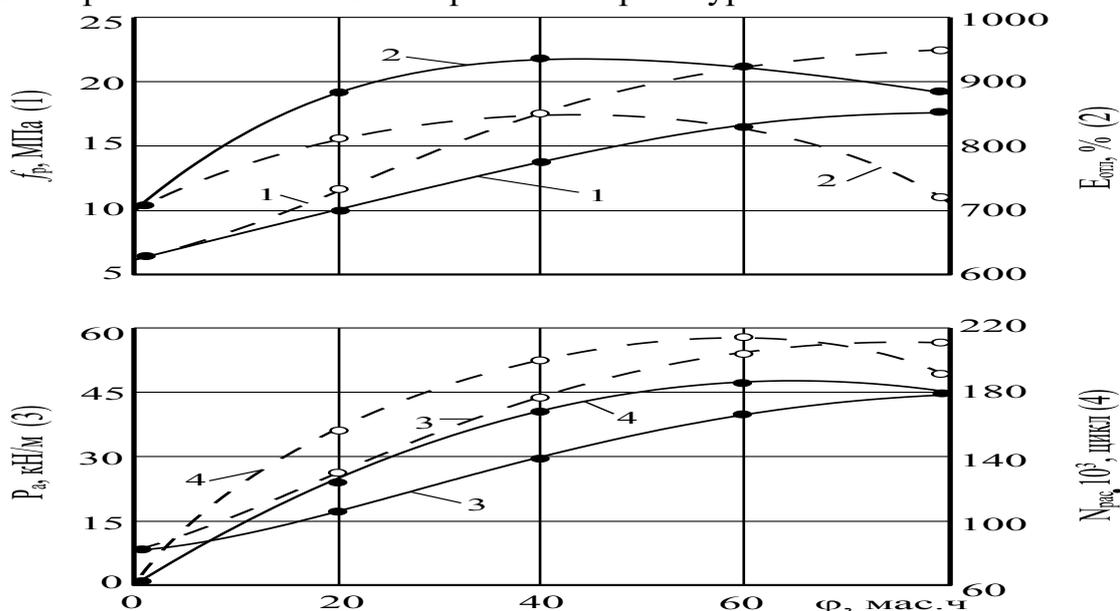


(-) – Техуглерод П803, (---) – Углерод сақлаган материал.

**7-расм. СКМС-30 АРКМ-15 асосидаги резина қоришма пластиглиги (P) ва Муни (ML-100 °C) бўйича қовушқоқлигининг тўлдиригич миқдорига боғлиқлиги.**

Углерод сақлаган материални композицион эластомер материалга қўллаш натижасида композит ва улар асосидаги буюмларнинг физик-механик хусусиятларини ва тузилишини мақсадга мувофиқ ҳолда ўзгартириш имконияти пайдо бўлади.

Диссертациясининг «Углерод сақлаган материал билан тўлдирилган композицион эластомер материалларнинг техник ва эксплуатацион хоссалари» деб номланган бешинчи боби углерод сақлаган материалнинг композитларининг техник хоссаларига таъсирини ўрганишга бағишланган.



УМ (---), П-803 (-), чўзилувчанлик 300%, чўзилиш частотаси 250 цикл/дақ.

**8-расм. Резинанинг узилишдаги мустаҳкамлиги ( $f_p$ )-1, нисбий чўзилувчанлиги ( $E_{отн}$ )-2, йиртилишдаги мустаҳкамлик ( $P_a$ )-3 ва динамик чидамлигининг ( $N_{рас}$ )-4 тўлдирувчилар миқдорига боғлиқлиги**

Уни резиналар таркибига қўшиб техуглерод П803 билан тўлдирилганлар билан таққосланганда чўзилувчанликда мустаҳкамликни 100-300 % га ошириши аниқланди. Мисол учун, бу кўрсаткичи 100 мас. қ. каучукка 40-60 мас. қ. қўшилганда 9,34 МПа га тенг. Резинанинг динамик хусусиятлари ҳамда унинг композиция таркибидаги миқдори 40-60 мас.с. бўлганда яхшиланиши аниқланди (8 расм).

Шундай қилиб, композицион эластомер материалларда углерод сақлаган материални қўллаш турли мақсадларда ишлатиш мумкин бўладиган резина-техник буюмларни олиш имконини беради.

#### 4-жадвал

**Текстил ва металл-каркас буюмларнинг технологик ва эксплуатацион хоссалари (тўлдирувчи миқдори 76 мас.қ. 100 мас.қ. каучукга нисбатан)**

Кўрсаткичлар номланиши	Текстил материал билан композиция		Металл билан композиция	
	Тўлдирувчилар			
	П803	УМ	П803	УМ
Р, тақ. қий..	0,35	0,35	0,40	0,40
$f_p$ , МПа	9,2	9,8	3,6	4,6
$E_{отн}$ , %	320	300	210	210
$F_{изг}$ , %	8	8	4	4
$R_a$ , кН/м	42	44	44	48
Ўпишқоқ (ВН-500б, куч 1,5), кг.	1,06	1,06	1,20	1,20
Адгезия мустаҳкамлиги, МПа	0,80	0,80	0,74	0,80

#### 5-жадвал

**Қолипланувчи резина-техник буюмларнинг технологик ва эксплуатацион хоссалари (тўлдирувчи миқдори 50 мас.қ. 100 мас.қ. каучукга нисбатан)**

Кўрсаткичлар номланиши	10308		8313А	
	Тўлдирувчилар			
	П803	УМ	П803	УМ
$R_{нисб.}$ қий..	0,36	0,34	0,41	0,42
Ўпишқоқлик коэф., нисб.қий.	0,58	0,60	0,51	0,61
Кольцевой модуль, 3/2	3,8	3,5	2,9	3,2
$f_p$ , МПа	13,4	14,0	13,1	13,7
$E_{отн}$ , %	200	21,0	180	160
$E_{ост}$ , %	6	4	4	4
$K_T$ , 373 К, 72 соат.	0,89	0,90	0,65	0,72
Йир.муст., кН/м	18,3	20,1	16,1	17,8
Шору-А бўйича қаттиқлиги	59	60	45	48

Маълумки, эластомер композицион материаллар ишлаб чиқаришда кўп компонентли системадан фойдаланилади, улар бир-биридан кимёвий таркиби, фаоллиги, тузилиши ва композициядаги миқдори билан фарқ қилади. Шу муносабат билан, асосан стандарт рецептларда углерод сақлаган материаллар таъсири ўрганилди, чунки якуний хулосалар олиш учун ишлаб чиқариш рецептларида тадқиқот ўтказиш зарур. Ишлаб чиқариш рецептларидаги

Ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, углерод сақлаган материал билан тўлдирилган эластомер композициялар ҳар томонлама ТР, ТШ, ГОСТ талабларига тўлиқ жавоб беради, айрим ҳолларда эксплуатацион хусусиятлари бошланғич композициялар билан солиштирилганда 1,2-1,4 марта ошади (4-5 жадвал).

Ишлаб чиқариш шароитида технологик жараёни ўзгартирмаган ҳолда углерод сақлаган материаллар билан тўлдирилган композицион эластомер материаллар ва улар асосида олинган буюмлар техник ҳужжатлар талабларига жавоб берди. Диссертация тадқиқотлари натижалари 2018-2019-йилларда тегишли корхоналарда синовдан ўтказилди ва амалиётга жорий этилди.

## ХУЛОСА

1. Иккиламчи резина-техника буюмларини ва шиналарни қайта ишлашнинг илмий асосланган технологияси тавсия этилди.

2. Иккиламчи резина-техника буюмлари ва шиналарни қайта ишлаш жараёнида олинган маҳсулотларни физик-кимёвий хоссалари ва ишлатилиш соҳаси тавсия этилди.

3. Яратилган кукунсимон углеродли органик материални қўшиб ҳар хил шароитларда ишлатилувчи резина-техника буюмларни олиш учун юқори молекулали бирикмалар асосида композицион материаллар таркиби тавсия этилди.

4. Кукунсимон углеродли органик материални юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композицияни вулканланиш кинетикасига таъсири натижасида ҳосил бўлувчи -С-С-, -С-S-С- боғларини миқдори ошиши изоҳланади.

5. Кукунсимон углеродли материални юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композицияни пласто-эластик, реологик ва технологик хоссаларига таъсири изоҳланади.

6. Кукунсимон углеродли органик материални юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композицияни физик-механик, динамик ва эксплуатацион хоссалари тадқиқ қилиниб, унинг композиция таркибидаги оптимал миқдорлари тавсия этилди.

7. Кукунсимон углеродли органик материални қўшиб юқори молекулали бирикмалар асосида олинган композициялардан ҳар хил шароитларда ишлатилувчи, қолипланувчи ва қолипланмайдиган резина-техника-текстил буюмлари олиш технологиялари тавсия этилди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSC.03/30.12.2019.Т.04.01 ПО  
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**  

---

**НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**

**ЖУРАЕВ ШОХРУХ ТУЛКИНОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ  
МАТЕРИАЛОВ ИЗ ИЗНОШЕННЫХ ШИН И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В  
ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЗИНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

**02.00.14 – Технология органических веществ и материалы на их основе**

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

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

**Тошкент – 2020**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2020.4.PhD/T981

Диссертация выполнена в Навоийском государственном горном институте  
Автореферат диссертации написан на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)), размещен на веб-странице Научного совета по адресу [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz) и информационно-образовательном портале Ziyonet по адресу [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz).

**Научные руководители:** **Мухиддинов Баходир Фахриддинович**  
доктор химических наук, профессор  
**Ибадуллаев Ахмаджон Сабирович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Кодиров Тулкин Жумаевич**  
доктор технических наук, профессор  
**Вапая Муроджон Дусумматович**  
доктор философии технических наук (PhD)

**Ведущая организация:** **Бухарский инженерно-технологический институт**

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г. в \_\_\_ часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: 100011, г. Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А.Навои, дом 32. тел: (99871) 244-79-20, факс: (99871) 244-79-17, e-mail:tkti\_info@edu.uz.

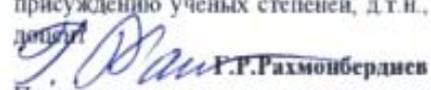
Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за №\_\_\_, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (100011, г. Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А.Навои, 32. тел: (99871-244-79-20).

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 года  
(протокол рассылки №\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)



  
**С.М.Туробжонов**  
Председатель научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н.,  
профессор

  
**Х.И.Кадиров**  
Ученый секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н.,  
доцент

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

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Сегодня в мире используя порошкообразные углеродные материалы получают композиции и детали на основе высокомолекулярных соединений с высокой прочностью, применяя их в химической, пищевой, машиностроительной, аэрокосмической, промышленности, а также в производстве электрических приборов и спецтехники. Поэтому, важно создавать порошкообразные углеродные материалы, полученные на основе высокомолекулярных соединений с ранее заданными технологическими, физико-механическими требованиями и динамическими свойствами формирующих структуру деталей.

В мире ведутся исследования по созданию углеродных материалов для улучшения технологических, технических и специфических свойств изделий на основе высокомолекулярных соединений, на их основе производится модификация входящих в состав ингредиентов, полученных из высокомолекулярных соединений и получению технических материалов с высокой прочностью, стойкостью к воздействию органических кислот и растворителей, коррозии, тепла, холода и трения, применяемых в различных условиях, создание научных основ состава композиций и технологии их получения.

В республике в последние годы проводится ряд работ по увеличению объема производства продукции, совершенствованию технологического процесса, повышению качества и количества выпускаемой продукции с целью обеспечения химической и пищевой промышленности, земных, воздушных, водных транспортов и сельскохозяйственной техники с продуктами на основе высокомолекулярных соединений (резинотехнические изделия, резиновые ленты и шины, полимерные материалы). В стратегии действий развития Республики Узбекистан поставлены важные задачи «создание технологий получения продукции, замещающей импорт из местного сырья и вторичных ресурсов»<sup>1</sup>. В связи с этим, проведение исследований по технологии получения порошковых углеродных материалов из изношенных шин и резино-технических изделий и создание композиционных материалов на основе высокомолекулярных соединений с заранее заданными свойствами с его применением и улучшение технологических, технических и специфических свойств изделий является актуальным и востребованным.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по пяти приоритетам развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы», УП-4891 от 6 апреля 2017 года «Критический анализ производства и состава товаров (работ, услуг), углубление локализации производств, направленных на

---

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

импортозамещение» и Постановлении от 23 августа 2017 года ПП-3236 «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых для данной деятельности.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики VII. «Химические технологии и нанотехнологии»

**Степень изученности проблемы.** Научным исследованиям по разработке состава и технологии получения углеродных материалов и композиционных материалов на их основе, внесли определённый вклад известные учёные, как Г. Кац, Ю. Краусс, А. Донцов, Б. А. Догадкин, А. А. Берлин, Ф. Ф. Кошелев, А. Е. Корнев, А.М. Буканов, М.Л. Уральский, Б.Е. Гуль, Ю.Л.Лататов, А.М. Смирнова, Ю.С.Зуев, В.М. Гончаров, П.В. Ракова, Л.Б. Коварская, А.Г. Шварц, Г.А. Сорокин, Н.Д. Захаров, Г.А. Блох, Д.Н. Мак-Кельви, С.С. Негматов, А.Х.Юсупбеков, А.С.Ибадуллаев, Е.У.Тешабаева, Б.Ф.Мухиддинов и другие.

Ими разработаны технологии получения органических веществ, пластификаторов, наполнителей, умягчителей, активаторов, стабилизаторов, красителей, модификаторов, ускоряющих процесс вулканизации с целью получения углеродных материалов из углеводородов, изделий с высокой степенью прочности из высокомолекулярных композиций (резинотехнические изделия, резино-текстиль, резинометаллические материалы и шины).

Вместе с тем, с целью повышения технических и специальных свойств композиционных материалов, ведутся научные работы по созданию нового поколения углеродных веществ, модификации минеральных наполнителей на их основе, по созданию состава наноконпозиций, получению модификаторов, состава композиций на основе высокомолекулярных соединений с особыми свойствами, а также по созданию технологий получения деталей из них.

**Связь диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Навоийского государственного горного института и Ташкентского химико-технологического института по прикладным проектам А-12-41 «Разработка состава и технологии получения жаропрочных и коррозионностойких композиционных материалов на основе местного и вторичного сырья, обеспечивающих энерго и ресурсосбережение» (2012-2014 г.г.), А-12-37 «Разработка состава вторичных материалов и резинотехнических изделий со специальными свойствами из эластомерных материалов, а также состава и технологии получения кабелей на их основе» (2015-2017 г.г.) и ПЗ-201709286 «Разработка ускорителей вулканизации эластомеров на основе местного сырья и технологии получения эластомерных композиций на их основе» (2018-2020 г.г.).

**Целью исследования** является разработка технологий получения углеродсодержащих материалов из изношенных шин и на его основе композиционных высокомолекулярных материалов и резино-технических изделий различного назначения.

**Задачи исследования:**

разработка технологии переработки вторичных резинотехнических изделий и шин;

определение физико-химических свойств и области применения полученных продуктов;

разработка состава композиционных материалов на основе высокомолекулярных соединений, применяемых в различных условиях, путем добавления полученного порошка углеродного органического материала;

определение влияний порошкообразного углеродного органического материала на кинетику вулканизации композиции, полученной на основе высокомолекулярных соединений;

определение влияний полученного органического материала на пластоупругие, реологические и технологические свойства композиции, полученной на основе высокомолекулярных соединений;

исследование влияний органического материала на физико-механические, динамические и эксплуатационные свойства композиции на основе высокомолекулярных соединений;

разработка технологий получения формовых и неформовых резино-технических-текстильных изделий различного назначения из композиций на основе высокомолекулярных соединений, наполненных порошкообразным углеродсодержащим органическим материалом.

**Объектами исследования** являются вторичные резино-технические изделия и шины, отходы резинотехнической промышленности.

**Предметом исследования** являются резино-техничко-текстильные изделия и технология получения этих композиционных материалов на основе высокомолекулярных соединений.

**Методы исследования.** В диссертационной работе применялись физико-химические методы (ИКС, ДТА, микроскопический анализ, газо-жидкостная хроматография, рентгеноструктурный анализ), физико-механические, кинематические, динамические и экспериментальные методы планирования и математико-статистические методы для композиций, полученных на основе высокомолекулярных соединений.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработана научно-обоснованная технология переработки вторичных резинотехнических изделий и шин;

определены области применения и физико-химические свойства полученного органического продукта;

разработан состав композиционных материалов на основе высокомолекулярных соединений, применяемых в различных условиях, путем

добавления полученного порошка углеродсодержащего органического материала;

определено влияние органического материала на кинетику вулканизации композиции на основе высокомолекулярных соединений;

определено влияние порошкообразного углеродсодержащего органического материала на пластоупругие, реологические и технологические свойства композиции на основе высокомолекулярных соединений;

определено влияние полученного органического материала на физико-механические, динамические и эксплуатационные свойства композиции на основе высокомолекулярных соединений;

разработана технология получения формовых и неформовых резинотехнических-текстильных изделий различного назначения из композиций на основе высокомолекулярных соединений наполнённых порошкообразным углеродсодержащим органическим материалом.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана научно-обоснованная технология переработки вторичных резинотехнических изделий и шин и определены физико-химические свойства и области применения полученных продуктов;

доказано влияние порошкообразного углеродсодержащего органического материала на кинетику вулканизации, пласто-эластические, реологические, технологические, физико-механические, динамические и эксплуатационные свойства композиции на основе высокомолекулярных соединений;

разработана технология получения формовых и неформовых резинотехническо-текстильных изделий, применяемых в различных условиях.

**Достоверность результатов исследования** обоснована применением химических, физико-химических, технологических, физико-механических, технических и стендовых исследований; подтверждением о внедрении в производство, также разработкой технологии и состава производимого резинотехническо-текстильных изделий, применяемых в различных условиях, полученных из композиций на основе высокомолекулярных соединений, наполненных порошкообразным углеродсодержащим материалом

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования объясняется тем, что созданы научные основы переработки вторичных резинотехнических изделий, шин и отходов резинотехнической промышленности и технология получения резинотехническо-текстильных изделий, полученных из композиций на основе высокомолекулярных соединений, наполненных порошкообразным углеродсодержащим материалом, с заданными структурами и свойствами.

Практическая значимость научно-исследовательской работы заключается в разработке технологий производства импортозамещающих и конкурентоспособных резинотехническо-текстильных изделий композиционных материалов с заданными структурами и свойствами, наполненных углеродсодержащим материалом, полученного из вторичных резинотехнических изделия, путём переработки шин и отходов производства резины.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по созданию технологии получения композиционных материалов, с применением углеродного материала, полученного на основе переработки вторичных резино-технических изделий, шин и отходов резинотехнической промышленности:

внедрена технология переработки вторичных резинотехнических изделий, шин и отходов резинотехнической промышленности в цеха резинотехнических изделия ГП «НГМК» (справка № 02-06-04/38-67 ГП «НГМК» от 5 марта 2020 года). В результате удалось переработать 100 % отходов вторичных резинотехнических изделий и шин резинотехнической промышленности и ГП «НГМК»;

внедрена технология получения формовых и неформовых резинотехническо-текстильных изделий различного назначения из разработанных эластомерных композиций, наполненных углеродсодержащими материалами в цеха резинотехнических изделий ГП «НГМК» (справка № 02-06-04/38-67 ГП «НГМК» от 5 марта 2020 года). В результате появилось возможность 100 % замены импортируемого наполнителя-техуглерода П803, что позволило снизить себестоимость композиции на 32 %.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований были представлены на 2 международных и 4 республиканских научно-технических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, 6 статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (PhD) диссертаций, в 3 зарубежных (1- в журнале в составе Скопуса) и 3 республиканских журналах. На международных и республиканских научно-практических конференциях опубликовано 6 тезисов.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 116 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, приводится соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии республики, изложены научная новизна и практическая значимость результатов исследования, приведен перечень внедрения в практику, результатов исследования, по опубликованным работам и структуре диссертации.

Первая глава диссертации «**Углеродсодержащие материалы: получение, свойства и применение**» представляет собой литературный обзор, в котором проведен подробный анализ известных углеродсодержащих материалов для композиционных материалов на основе высокомолекулярных соединений и

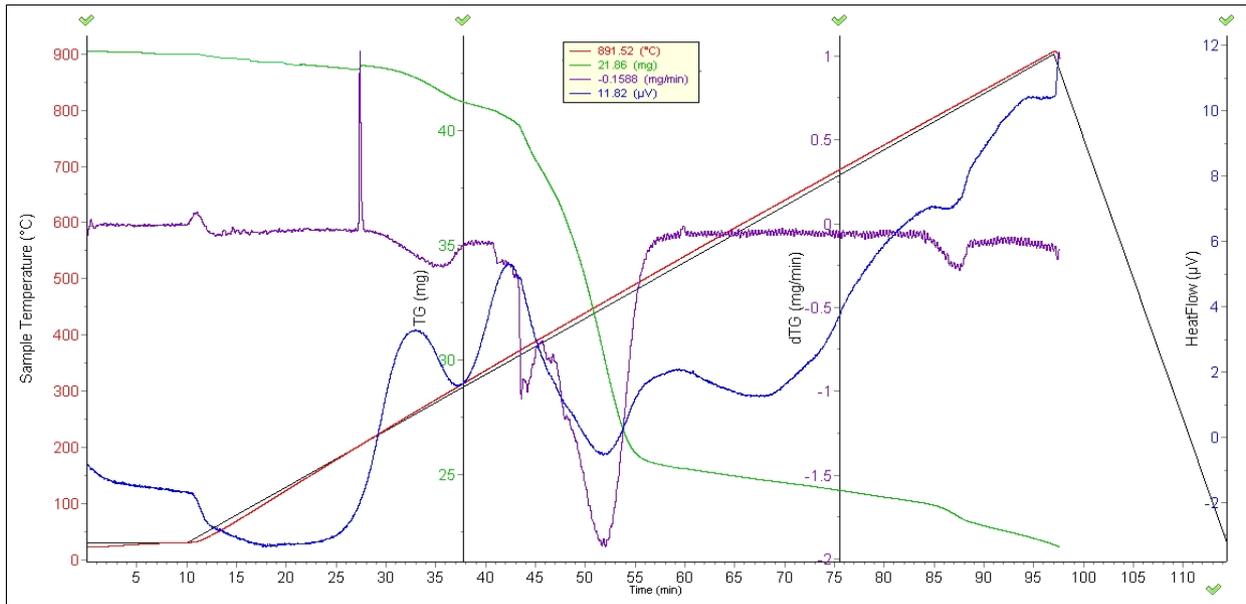
их влияние на комплексные свойства композиции. Показаны основные факторы, влияющие на технологические показатели производства резинотехнических изделий, наполненных углеродсодержащими материалами. Основываясь на критическом анализе литературы и изучении современного состояния процесса получения техуглеродов и композиционных органических материалов наиболее перспективным направлением в создании композиции является поиск многофункциональных ингредиентов на основе местного сырья, создание композиционных материалов и технологии для композиционных материалов и изделий с их специфическими свойствами.

Критически изучая литературные источники по применению технических углеродов в производстве композиционных материалов на основе высокомолекулярных соединений и их применение в будущем, технологии получения были определены цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе диссертации **«Методы исследования физико-химических свойств ингредиентов»**, приведены физико-химические свойства структурной особенности выбранных ингредиентов. В качестве высокомолекулярных соединений выбраны изопреновый каучук СКИ-3, малонаполненный бутадиен-метилстирольный каучук СКМС-30 АРКМ-15, бутадиен-нитрильный каучук СКН-18 и хлоропеновый каучук наирит-КР-50. В диссертационной работе приведены характеристики с использованием физико-химических методов (ИКС, ДТА, микроскопический анализ, газожидкостная хроматография и рентгеноструктурный анализ) и стандартных методов по получению физико-механических, кинематических, динамических свойств и математическое моделирование.

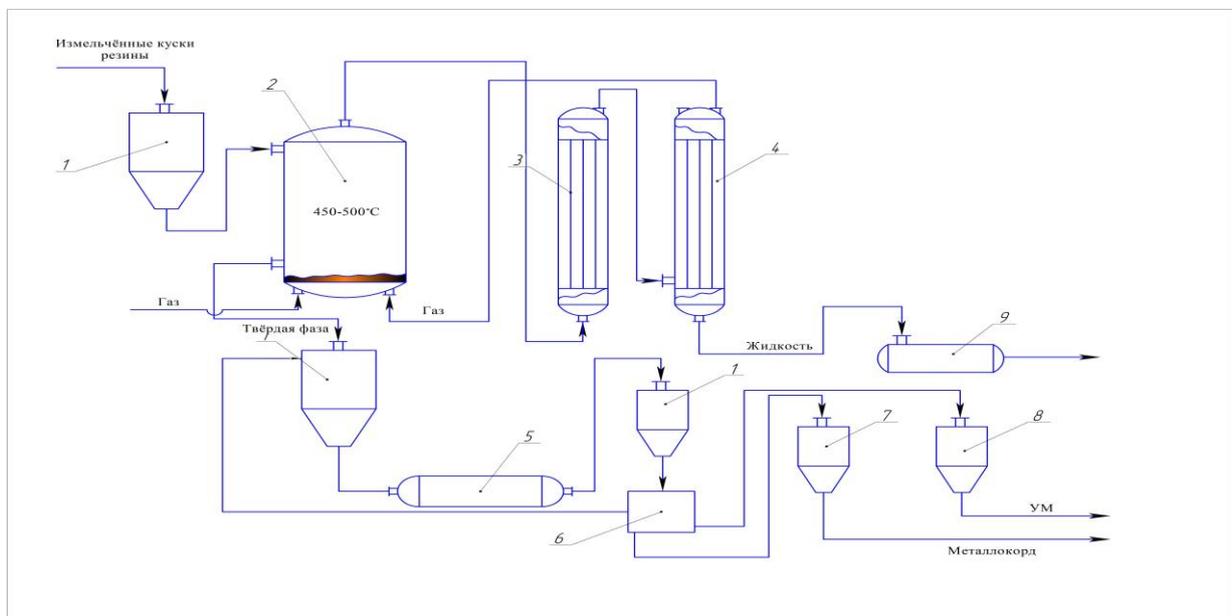
В третьей главе диссертации **«Состав, структура, свойства и технология получения углеродсодержащего материала»** приведены результаты изучения технологии переработки вторичных резиновых изделий и физико-химические свойства образованных продуктов. Анализ литературных источников подтверждает, что значительный термораспад резинотехнических изделий и изношенных шин происходит в интервале температур 400-500 °С. Нами были исследованы термические характеристики изношенных автомобильных шин на дериватографе марки «Labsys evo Setaram» (рис. 1).

По анализу кривой ДТГА видно, что кривая состоит из двух сигмоидов, которая показывает протекание термодеструкции в двух стадиях, протекающие в интервале температур: первый температурный интервал 50-500 °С, второй температурный интервал 500-800 °С. По анализу кривых ДТГА видно, что в интервале температур от 50 °С до 500 °С потеря массы 17,8 мг, это составляет 40,5 %. При этом интервале температур скорость разложения резины протекает интенсивно и составляет 2,609 мг/мин. В интервале температур 500-800 °С, скорость разложения резины протекает умеренно и составляет 1,836 мг/мин, а потеря массы 47,4 %. Из результатов анализа можно сделать вывод о том, что термоокислительный пиролиз, желателно, проводить в интервале температур 500-550 °С.



**Рис.1. Дериватограмма изношенных автомобильных шин.**

На основании полученных результатов нами был разработан технологический процесс по переработке отработанных резинотехнических изделий и шин (рис.2). После зачистки сырье загружается в реторту (тигель). Сырье в реторте подвергается разложению при температуре в пределах 500-550 °С, в процессе которого получают полупродукты: газ, пиролизная жидкость, углеродсодержащий материал и металлокорд (металлолом).



**Рис.2. Принципиальная технологическая схема пиролиза**

При проведении процесса пиролиза реторта герметично закрывается. Вся резина прогревается, но не горит (за исключением нижней части, которая тлеет). После выделения газов на форсунку и на пиролизную установку, сжигают-

ся древесные отходы в количестве около 800 кг и подается газ с разбавлением воздухом, производится его сжигание. Разбавление воздухом в определенном соотношении, позволяет выдерживать рабочую температуру (температуру в тигле выдерживать не более 550 °С.) Пиролизные газы (газы от разложения шин) отводятся через трубу нагрева сырья (через тигль). Процесс термического разложения сырья (изношенных автомобильных шин) происходит без доступа воздуха. При нагревании сырья и доведения его до рабочей температуры, происходит его термическое разложение с выделением большого количества газа, который отводится на теплообменник посредством соединительной трубы, где и конденсируется. Образовавшиеся углеводородные фракции, выделяемые при нагреве резины, направляются из реторты в теплообменник (конденсирование пиролизных газов) через которую углеводородные фракции охлаждаются и конденсируются, превращаясь в жидкое пиролизное топливо. Те фракции, которые не конденсировались, в качестве газа направляются частично в реторту, а частично на выброс. Вода для охлаждения является оборотной и используется повторно. Жидкое топливо, металлокорд и углеродосодержащий материал отправляются на склад.

**Таблица 1**

**Характеристика продуктов термоокислительного пиролиза изношенных автомобильных шин**

№	Наименование продуктов пиролиза	Выход, %	Характеристика продукта	Рекомендуемая область применения
1.	Пиролизный газ	13,0	Состав газа: метан-45,0 %, этан-14,9 %, пропан-5,0 %, бутан-3,5 %, пропилен-1,5 %, этилен-2,2 %, бутен-1,3 %, водород-17,5 %, закись углерода-4,2 %, диоксид углерода-4,9%.	В миникотельных установках, для топки в реакторах пиролиза.
2.	Жидкая фракция	41,0	Плотность=16948 кг/м <sup>3</sup> Вязкость=1,7957	Для получения ароматических углеводородов, нефтепродуктов и печного топлива.
3.	Углерод содержащий материал	39,0	Плотность=0,408±0,02 Вязкость=0,4 ± 0,05 Влажность= 22,7 ± 0,44	Для получения активированного угля, кокса и тепловой энергии и в качестве наполнителя
4.	Металлокорд	7,0	Проволки с частично блестящей поверхностью, темно-серого цвета. Хорошо прессуются.	В качестве металлолома

Жидкость собирается в отстойник продукта. По мере накопления пиролизной жидкости полученная жидкость сливается в накопительную емкость, образовавшаяся вода сливается со дна отстойника через смонтированные патрубки. Охлаждение теплообменника производится технической водой (вода

используется обратная, которая скачивается с бассейна охлажденной воды). После окончания процесса печь остужается, тигль вынимается из печи, после естественного охлаждения, с тигля снимается его крышка и выгружается твердый остаток. Затем в печь устанавливается следующий тигль, который загружается перерабатываемым сырьем. Для обеспечения непрерывного производственного цикла используется 6 тиглей (3 тигля рабочих и 3 тигля на охлаждение). Газ возвращается в топку печи для поддержания процесса, при необходимости оставшаяся часть газа выбрасывается через трубу. Углеродсодержащий остаток после гашения и охлаждения просеивается через сито с целью отделения проволоки металлокорда. Продукты пиролиза в основном состоят из газовой, жидкой и твердой фазы (табл. 1).

Исследования газовой фазы показывают, что в основном она состоит из 45 % метана, 14,9 % этана, и 17,5 % водорода, поэтому газовую смесь можно использовать для топки автомобильных шин в реакторах, в пиролизных установках в качестве топлива.

Среди продуктов пиролиза особое место занимает углеродсодержащий материал. Поэтому всесторонне исследованы его свойства, а именно, микроскопический анализ углеродсодержащего материала после пиролиза в измельченном виде, результаты которых представлены на рис. 3.



а

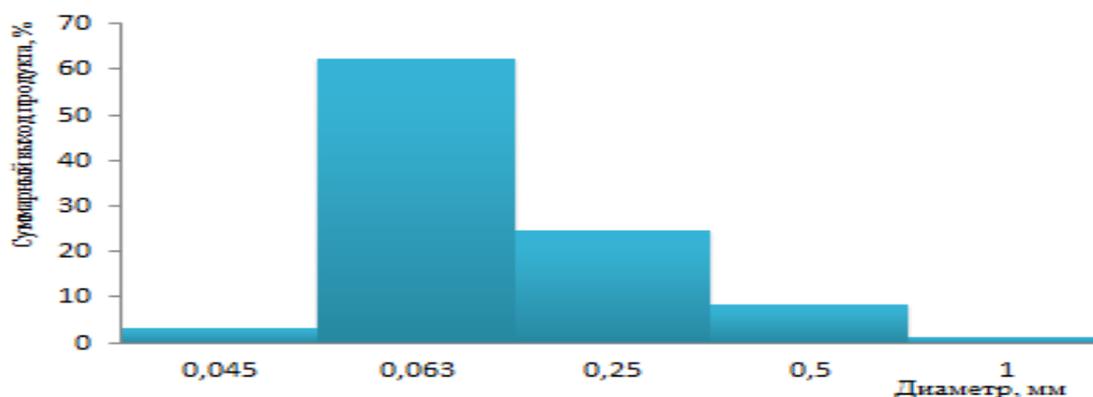


б

**Рис.3. Микроскопический общий вид углеродсодержащего материала после пиролиза**

Углеродсодержащий материал, представляющий собой относительно хрупкий, кусковый черный с сероватым оттенком, с неприятным запахом вещество (рис.3а), в некоторых кусках которого присутствуют металлические включения (рис.3б). Перед использованием углеродсодержащий материал измельчали лабораторной щековой дробилкой марки ВВ 600.

Определяли гранулометрический состав измельченного углеродсодержащего материала, результаты которого приведены на рис. 4.



**Рис.4. Гранулометрический состав измельченного углеродсодержащего материала**

Анализ результатов исследования показывает (рис.4), что частицы углеродсодержащего материала имеют разную крупность. Среди частиц углеродсодержащего материала фракции с размером 0,063 мм составляет 63,0 %, фракция с размером 0,25 мм-24,0 %, фракция с размером 0,5 мм-9,0 %, и фракция с размером 0,045 мм составляет 3,0 %. Применение углеродсодержащего материала, имеющего измельченные металлические включения в качестве наполнителя резинотехнических изделий, отрицательно влияет на качество резинотехнический изделий. Для извлечения этих металлических включений используют магнитную сепарацию. После измельчения углеродсодержащий материал представляет собой дисперсный порошок темного цвета. Также исследованы физико-химические характеристики исходного и измельченного углеродсодержащего материала, результаты которых представлены в табл. 2.

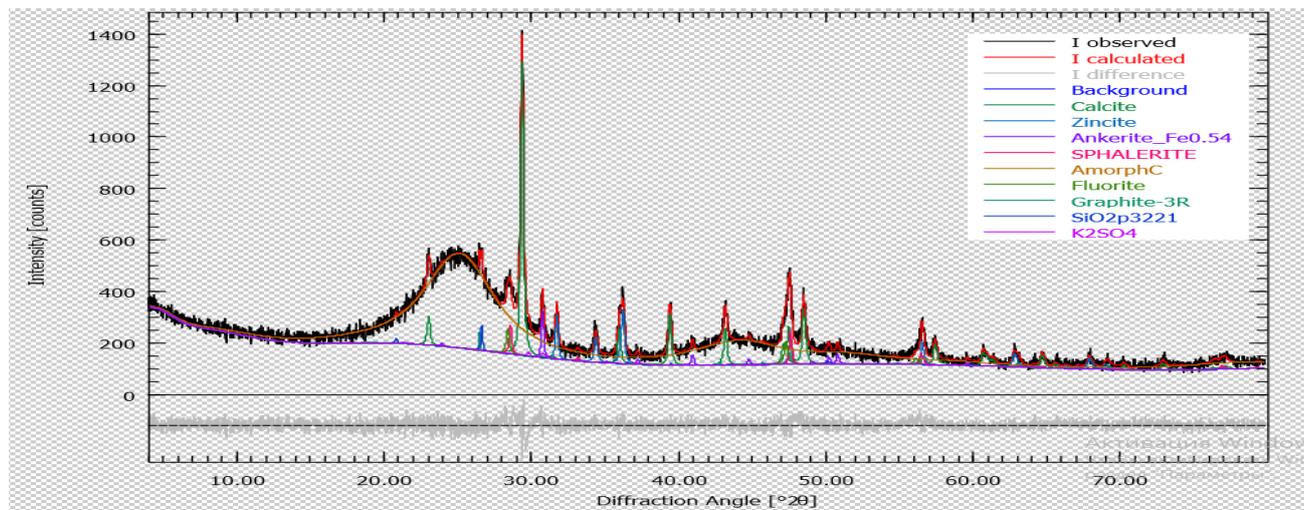
**Таблица 2**

**Физико-химические характеристики углеродсодержащего материала исходного(до измельчения ТУ-1) и измельченного (ТУ-2)**

Характеристики	$\rho_n, \text{г/см}^3$	pH	$A^d, \%$	$W^a, \%$
ТУ-1	$0,323 \pm 0,02$	6,5	$22,65 \pm 0,44$	$0,24 \pm 0,05$
ТУ-2	$0,408 \pm 0,02$	6,5-5,4	$22,70 \pm 0,44$	$0,40 \pm 0,05$

Анализ результатов исследования (табл.2) показывает, что уменьшение размера частиц углеродсодержащего материала, приводит к увеличению насыпной плотности, кислотности, влажности и практически не влияет на зольность. Исследован также состав углеродсодержащего материала методом рентгенофазового анализа, результаты которой представлены на рис.5. Дифрактограммы были получены на порошковом рентгеновском дифрактометре марки «Shimadzu XRD-6100». Детектор-сцинтилляционный, рентгенофазный анализ методом Риетвелда производился на программном обеспечении «Profex-Open source XRD and Reitveld Refinement». По результатам анализа 88,24 %

углеродсодержащий материал состоит в основном аморфного углерода, 7,59 % кальцита, 1,21 % анкерита, 1,14 % окиси цинка и других компонентов.



**Рис.5. Рентгенограммы углеродсодержащего материала полученного пиролизом изношенных автомобильных шин**

Таким образом, проведенный рентгенофазовый анализ углеродсодержащего материала доказывает его состав с содержанием в нём различных компонентов.

Также методом дериватографии исследована термостабильность углеродсодержащего материала. Термический анализ образцов проводили на приборе типа «Labsys evo SETARAM ТГ ДТА ДСК+1600 » в интервале температур 30-950 °С со скоростью нагрева 5 град/мин. Анализ кривой ДТГА показывает, что кривая состоит в основном из двух сигмоидов, которые в процессе происходят в две стадии. Первая стадия происходит в интервале температур от 150°С до 640°С, при этом потеря массы составляет 3,46 %.

Вторая стадия происходит в интервале температур от 650 °С до 900 °С, при этом потеря массы составляет 15,7 %. Анализ кривой ТПП показывает, что скорость разложения технического углерода в интервале температур 800-880 °С протекает максимально и составляет 1,88 мг/мин. Структура углеродсодержащего материала, полученного пиролизом изношенных автомобильных шин также исследована ИК-спектроскопическим методом, результаты которых приведены на рис. 6.

Анализ спектра показывает, что в ИК-спектрах углеродсодержащего материала наблюдаются полосы поглощения с очень слабой интенсивностью в области  $> 3600 \text{ см}^{-1}$ , указывающие, что некоторые органические спирты, вода и влажный воздух адсорбированы на поверхности сажи, валентные колебания  $\text{C}\equiv\text{C}$  тоже наблюдается в этой области. После пиролиза каучука, все характерные полосы поглощения исчезают, из-за сгорания органического состава. Очень слабое поглощение наблюдается в области  $2916 \text{ см}^{-1}$ , которую можно отнести к  $-\text{CH}_2$  группе, помимо продуктов разделения, виды углеводородов частично поглощаются образуемой сажой. Виды пологих полос слабой интенсивности появляются в области  $693 \text{ см}^{-1}$ , а также  $600 \text{ см}^{-1}$ , обычно относящиеся к

непредельным углеводородам (-CH=CH-). В спектрах появляются полосы поглощения, характерные для CH<sub>2</sub> и CH<sub>3</sub> группы в области 2372 и 2345 см<sup>-1</sup>. В области 1720-1684 см<sup>-1</sup> появляются полосы, относящиеся к ароматическим углеводородам. В области 1458-1543 см<sup>-1</sup> наблюдаются характерные полосы CH<sub>3</sub>C, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C-групп. Колебания в диапазоне 1100-1000 см<sup>-1</sup> можно отнести к содержанию (SiO<sub>4</sub>)<sup>4-</sup> или SiO<sub>2</sub>, которые при 800 см<sup>-1</sup> также появляются полосы, относящиеся к этой группе. Обычно, для повышения адгезии автомобильных шин добавляется наполнитель-белая сажа и SiO<sub>2</sub>\* nH<sub>2</sub>O. В ИК - спектрах колебания в диапазоне от 400 см<sup>-1</sup> до 500 см<sup>-1</sup> наблюдаются полосы поглощения оксидов металлов Me-O.

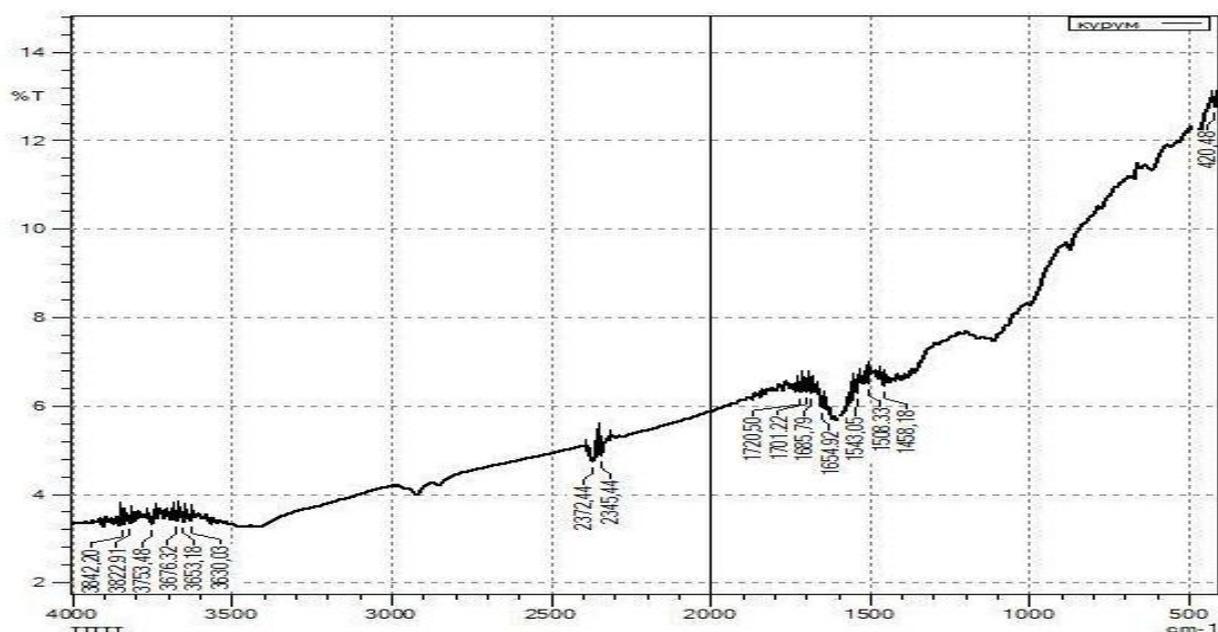


Рис. 6. ИК- спектры углеродсодержащего материала.

Таким образом, ИК-спектр также показывает структуру углеродсодержащего материала, образованного после пиролиза шин.

Четвертая глава диссертации «Технологические свойства модельных резиновых смесей, наполненных углеродсодержащим материалом» посвящена исследованию углеродсодержащего материала на технологические свойства резиновых смесей на основе каучуков общего и специального назначения. Для создания композиционных эластомерных материалов с заданными свойствами, необходимо изменить структуру вулканизационной сетки. При добавлении углеродсодержащего материала в состав резиновых смесей вместо технического углерода П803, соединение серы с макромолекулами происходит более интенсивно. Определено адсорбирование серы на поверхности частиц углеродсодержащего материала и равномерное его распределение в композиции и образование структуры с одинаковой сеткой. Этот эффект показывает, что углеродсодержащий материал в вулканизационных процессах не только ускоряет и активирует, но и влияет на образование вулканизационной сетки с одинаковыми силами и помогает распределению по всему объему композитов (табл.3).

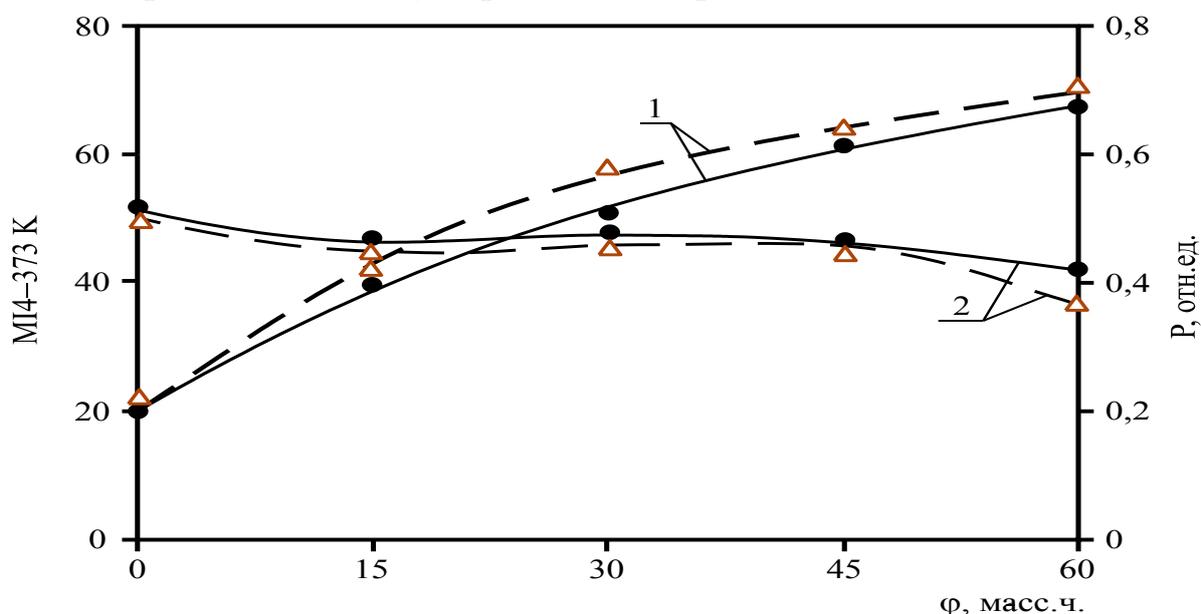
В связи с этим предполагаем, что имеющиеся в составе углеродсодержащего материала ингредиенты играют роль ингибиторов донорно - акцепторных связей с взаимодействием активных центров.

**Таблица 3**

**Влияние углеродсодержащего материала на свойства образующихся связей (СКМС-30 АРКМ-15, время вулканизации 40 минут,  $t=143\text{ }^{\circ}\text{C}$ , время старения 72 часа).**

Наименование	Образующиеся связи, %				F <sub>p</sub> , МПа	K <sub>T</sub> , ус. ед.
	-C-S <sub>x</sub> -C-	-C-S-S-C-	-C-S-C-	-C-C-		
Стандартный рецепт	31	35	23	11	10,2	0,68
углеродсодержащий материал	29	25	24	22	12,1	0,88
Техуглерод П803	31	30	26	13	8,6	0,51

Для изучения влияния углеродсодержащего материала на пласто-эластические свойства композиции разработан стандартный рецепт. Исследование процесса смешения каучуками общего и специального назначения с углеродсодержащим материалом, показало, что он по сравнению с техуглеродом П803 хорошо смешивается, то есть наблюдается уменьшение крутящего момента и амплитуды смешения, и в результате, в составе композиции частицы ингредиентов распределяются равномерно и получается гомогенный композиционный материал. Технологические свойства смесей наполненных углеродсодержащим материалом не отличаются от наполненных серийным применяемым техуглеродом П803 (рис.7).

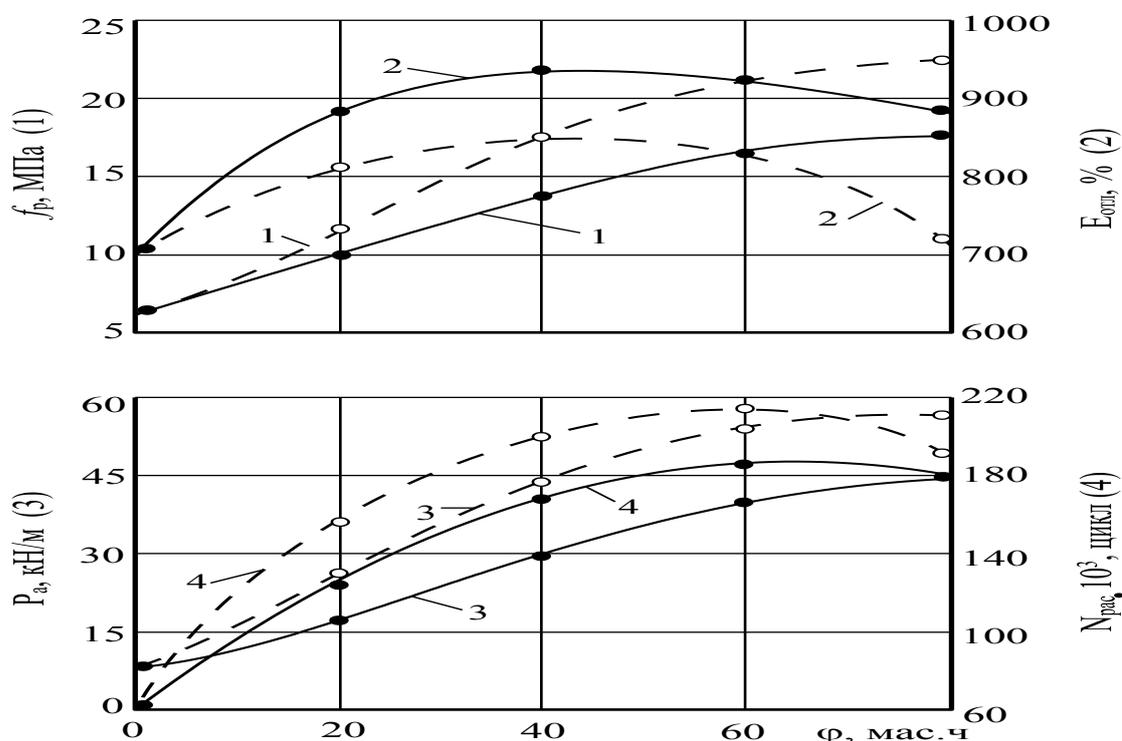


(—) — Техуглерод П803, (---) — Углеродсодержащий материал.

**Рис. 7. Зависимость пластичности (P) и вязкости резиновой смеси по Муни (M4-100 °C) от количества наполнителя на основе каучука СКМС-30 АРКМ-15**

В результате применения углеродсодержащего материала в композиционном эластомерном материале, приводит к целенаправленному регулированию структуры и физико-механических свойств композитов и изделий на их основе.

Пятая глава диссертации «Технические и эксплуатационные свойства композиционных эластомерных материалов, наполненных углеродсодержащим материалом» посвящена исследованию влияния углеродсодержащего материала на технические свойства композитов. Установлено, что при добавлении его в состав резины, прочность и удлинение при растяжении повышается на 100-300 % по сравнению с наполненным техуглеродом П803. Например, это явно видно при добавлении 40-60 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука, показатель прочности равен 9,34 МПа. Динамические свойства резины, также улучшаются (рис.7).



УМ (---), П-803 (-), растяжение 300%, частота растяжения 250 цикл/мин.

**Рис.8. Зависимость прочности при растяжении ( $f_p$ )-1, относительного удлинения ( $E_{отн}$ )-2, сопротивления раздиру ( $P_a$ )-3 и динамической выносливости ( $N_{рас}$ )-4 резин от содержания наполнителей.**

Таким образом, применение углеродсодержащего материала в композиционных эластомерных материалах дает возможность для получения резино-технических изделий различного назначения.

Известно, что в производстве эластомерных композиционных материалов применяется многокомпонентная система, они отличаются друг от друга по химическому составу, активности, структуре и содержанием в составе композиции. В связи с этим, мы изучали в основном влияние углеродсодержащего материала в стандартных рецептах, для окончательных выводов необходимо было провести исследования в производственных рецептах. Исследования в производственных рецептах показали, что эластомерные

композиции, наполненные углеродсодержащим материалом полностью соответствует требованиям ТР, ТУ, ГОСТ, в некоторых случаях эксплуатационные свойства увеличиваются в 1,2-1,4 раза по сравнению с исходными композициями (табл.4-5).

**Таблица 4**

**Технологические и эксплуатационные свойства текстильных и металлокаркасных изделий (количество наполнителя 76 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука)**

Наименование показателей	Композиция с текстильным материалом		Композиция с металлом	
	Наполнители			
	П803	УМ	П803	УМ
Р, усл.ед.	0,35	0,35	0,40	0,40
$f_p$ , МПа	9,2	9,8	3,6	4,6
$E_{отн}$ , %	320	300	210	210
$F_{изг}$ , %	8	8	4	4
$R_a$ , кН/м	42	44	44	48
Клейкость (ВН-5006, куч 1,5), кг.	1,06	1,06	1,20	1,20
	0,80	0,80	0,74	0,80
Прочность Адгезии, МПа				

**Таблица 5**

**Технологические и эксплуатационные свойства формовых резинотехнических изделий (количество наполнителя 50 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука)**

Наименование показателей	10308		8313А	
	Наполнители			
	П803	УМ	П803	УМ
Р, усл.ед.	0,36	0,34	0,41	0,42
Коэф.клейкости, усл.ед.	0,58	0,60	0,51	0,61
Кольцевой модуль, 3/2	3,8	3,5	2,9	3,2
$f_p$ , МПа	13,4	14,0	13,1	13,7
$E_{отн}$ , %	200	21,0	180	160
$E_{ост}$ , %	6	4	4	4
$K_T$ , 373 К, 72 соат.	0,89	0,90	0,65	0,72
Противораздир, кН/м	18,3	20,1	16,1	17,8
Твердость по Шору-А	59	60	45	48

В производственных условиях получили композиционные эластомерные материалы, наполненные углеродсодержащим материалом, и изделия на их основе, не изменяя технологического процесса, оторые отвечают всем требованиям технической документации. Результаты диссертационных исследований апробированы и внедрены в 2018-2019 гг. на предприятия Навоийского горно-металлургического комбината.

## ВЫВОДЫ

1.Рекомендована научно обоснованная технология переработки вторичных резинотехнических изделий и шин.

2.Рекомендованы физико-химические свойства и области применения продуктов, полученных в процессе переработки вторичных резино-технических изделий и шин.

3.Рекомендованы составы композиционных материалов на основе высокомолекулярных соединений для получения резино-технических изделий различного назначения наполненных разработанным порошкообразным углеродсодержащим органическим материалом.

4. Объяснено рост количества -С-С-, -С-S-С- связей, образующихся в результате влияния состава порошкового углеродсодержащего материала на кинетику вулканизации композиции на основе высокомолекулярных соединений.

5.Объяснено, влияние порошкообразного углеродсодержащего органического материала на пласто-эластические, реологические и технологические свойства композиций на основе высокомолекулярных соединений.

6.Рекомендовано оптимальное содержание порошкового углеродсодержащего органического материала в композиции на основе высокомолекулярных соединений и исследованы их физико-механические, динамические и эксплуатационные свойства.

7. Рекомендована технология получения формовых, неформовых резинотехнико-текстильных изделий различного назначения из композиций на основе высокомолекулярных соединений, наполненных порошкообразном углеродсодержащим органическом материалом.

**TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE SCIENTIFIC  
COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES DSC.03 / 30.12.2019.T.04.01**  
**NAVOI STATE MINING INSTITUTI**

**JURAEV SHOHRUH TULKINOVICH**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING CARBON-  
CONTAINING MATERIALS FROM WIRE TIRES AND ITS APPLICATION  
IN THE PRODUCTION OF RUBBER-TECHNICAL PRODUCTS**

**02.00.14 - Technology of organical compounds and materials on their base  
02.00.07 - Chemistry and technology of composite, paint and varnish and rubber materials**

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

**Tashkent – 2020**

The theme of dissertation Doctor of Philosophy (PhD) was registered by Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number of B2020.4.PhD/T981

The dissertation has been carried out at the Navoiy Mining Institute

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) is available on line www.tkti.uz and on the website of information-educational portal «ZiyoNet» www.ziyo.net.uz

**Scientific supervisor:** **Mubiddinov Bahodir Fakhriddinovich**  
doctor of chemical sciences, professor

**Ibadullaev Akhmadzhon Sabirovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:** **Kodirov Tulkin Zhumaevich**  
doctor of technical sciences, professor

**Vapaev Murodzhon Dusummatovich**  
doctor of Philosophy of Engineering Sciences (PhD)

**Leading organization** **Bukhara Engineering and Technology Institute**

Defence of the dissertation will take place on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 at the meeting of Scientific council DSc 03/30 12 2019 T 04 01 at Tashkent Chemical Technological Institute. (Address: Navoi str., 32, Tashkent, 100011, Tel.: +998-71-244-79-20, Fax: +998-71-244-79-17, e-mail: info\_tkti@edu.uz. Conference hall of the Tashkent Chemical Technological Institute)

The dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Tashkent Chemical Technological Institute under №\_\_ (Address: Navoi str., 32 Tashkent, 100011, Administrative Building of the Tashkent Chemical Technological Institute, Tel.: +998-71-244-79-20)

The abstract of the dissertation has been distributed on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020

Protocol at the register №\_\_ dated «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_



**S.M.Turobjonov**

Chairman of scientific Council for the Award of the scientific Degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

**X.I.Kadirov**

Scientific Secretary of the Scientific Council for the Award of the scientific Degrees, Doctor of Technical Sciences, associate Professor

**R.RAYMONBERDIEV**

Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific Council for the Award of the scientific Degrees, Doctor of Chemical Sciences, Professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of the research work** is to develop technologies for producing high molecular weight composite compositions from secondary rubber materials and tires using carbon materials and various conditions based on them.

**The object of the research work** are secondary rubber products and tires, waste rubber industry

**Scientific novelty of the research work.**

developed a scientifically based technology for processing secondary rubber products and tires;

scopes and physicochemical properties of the obtained products are determined;

the composition of composite materials based on macromolecular compounds used in various conditions was developed by adding the obtained powder of carbon material;

the effect of powdered carbon material on the kinetics of vulcanization of a composition obtained on the basis of high molecular weight compounds is determined;

the effect of the powdered carbon material on the plastoelastic, rheological and technological properties of the composition obtained on the basis of high molecular weight compounds is determined;

the effect of powdered carbon material on the physicomechanical, dynamic, and operational properties of a composition obtained on the basis of high molecular weight compounds was studied;

developed technologies for the production of molding and non-molding rubber technical textiles, which are used under various conditions obtained from compositions based on high molecular weight compounds by adding powdered carbon-containing material.

**Implementation of the research results.** Based on the scientific results obtained on the creation of a technology for producing composite materials, using carbon material obtained from the processing of secondary rubber products, tires and rubber industry waste:

a technology for the processing of secondary rubber products, tires and waste from the rubber industry was introduced at the workshops of rubber products of the State Enterprise "NMMK" (certificate No. 02-06-04 / 38-67 of the State Enterprise "NMMK" dated March 5, 2020). As a result, it was possible to recycle 100 % of the waste of secondary rubber products and tires of the rubber industry and the state enterprise "NMMK";

the technology for producing molded and non-molded rubber-technical-textile products for various purposes from the developed elastomeric compositions filled with carbon-containing materials at the rubber-technical workshops of the State Enterprise "NMMK" (reference No. 02-06-04 / 38-67 GP "NMMK" dated March 5 2020). As a result, it became possible to 100 % replace the imported filler carbon black P 803, which allowed to reduce the cost of the composition by 32 %.

**Structure and volume of the dissertation.** The thesis consists of introduction, five chapters, conclusions, list of the literature and applications. The volume of the thesis is 115 pages.

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Ш.Т.Жураев, Б.Ф.Мухиддинов, А.С.Ибадуллаев, Б.Б.Кахаров. Исследование технологических свойства резиновых смесей, наполненных углеродсодержащим материалом. // Горный вестник Узбекистана.-Навои, 2020.-№1.- С.100-103 (05.00.00; №7)

2. Ш.Т.Жураев, Б.Ф.Мухиддинов, А.С.Ибадуллаев, Х.М.Вапоев. Дериватографические и ИК-спектроскопические исследования технического углерода, полученного пиролизом резино-технических изделий. // ДАН РУз, 2020. – № 1. – С. (05.00.00, №19)

3. Ш.Т.Жураев, Б.Ф.Мухиддинов, А.С.Ибадуллаев. Исследование физико-химических характеристик технического углерода, полученного при пиролизе изношенных автомобильных шин. // Узбекский химический журнал. – 2020. – № 1. – С. 42-49. (02.00.00, №6)

4.Sh.T. Juraev, A.S. Ibodullaev, B.F. Mukhiddinov. Investigation of the properties of rubber compositions filled with carbon material // «International Journal of Recent Advancement In Engineering and Research» India. Volume 04, Issue 04; April-2018. [ISSN:2456-401x] PP.1-5. (№16. Directory Indexing of International Research Journals-Cite Factor. 2019-2020: 1,44)

5. Juraev Sh.T., Ibodullaev A.S., Muhiddinov B.F., Xusenov K.Sh. Properties Of Rubber Mixtures Filled With Carbon-Containing Material // International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 9s, (2020), pp. 4111-4118 (№3. Scopus; №41. SCImago, impact factor - SJR 2019: 0,11)

**II бўлим (II часть; part II)**

6.Sh.T. Juraev, B.F. Mukhiddinov, A.S. Ibodullaev. Research of technological properties of rubber mixtures based on synthetic rubbers filled with carbon-containing material // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)№ 3 (72) / 20202 часть С.13-19

7.Резинотехник материалларнинг дериватографик тадқиқоти.// “Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства” Республиканской научно-технической конференции. 22 ноябрь 2018 г. Навои ш. 107-109 б.

8. Sh.T.Juraev, Teshabayeva E.U, A.S.Ibodullaev, B.F.Mukhiddinov. Investigation of the properties of rubber compositions filled with carbon material // The international conference on “Integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects”. Navoi. 26-27 october, 2017. – pp. 387-391.

9. Ш.Т.Жураев, Б.Ф.Мухиддинов, А.К.Тилолов, Ё.Ю.Юсуфджонов, А.С.Ибадуллаев,. Исследование органо-минерального наполнителя на основе резиновых смесей. // “Достижения, проблемы и современные тенденции разви-

тия горно-металлургического комплекса” IX Международной научно-технической конференции. 12-14 июня 2017 й. Навоий ш. 359 б.

10. Sh.T.Juraev, B.F.Mukhiddinov, A.S.Ibadullaev, O.I.Isroilov. Physical and chemical characteristics of the carbon material obtained by the pyrolysis of rubber technical products // XIV international scientific specialized conference «international scientific review of the technical sciences, mathematics and computer sciences» Boston. USA. March, 2020. – pp. 32-36.

11. Ш.Т.Жураев, Б.Ф.Муҳиддинов, А.С.Ибадуллаев. Физико-химические характеристики углеродистого материала полученного пиролизом резино-технических изделий // “Функционал полимерлар фанининг замонавий ҳолати ва истиқболлари” Профессор-ўқитувчилар, ёш олимлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий-амалий конференцияси. 19-20 март 2020й. Тошкент ш. 340-342 б.

12.Sh.T.Juraev, B.F.Mukhiddinov, A.S.Ibadullaev, O.I.Isroilov. Study by infrared spectroscopic analysis of carboncontaining material obtained by the pyrolysis of rubbertechnical products // LXVIII International Scientific and Practical Conference «International Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education». Boston. USA. MARCH 22-23, 2020. – pp. 10-13.

Автореферат «Кимё ва кимёвий технология» журнали  
тахририятида таҳрирдан ўтказилди

Бичими 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси. Рақамли босма усулида  
босилди. Шартли босма табоғи: 2,75. Адади 80. Буюртма № 59

«Тошкент кимё-технология институти» босмахонасида чоп этилди.  
100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32-уй.