

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК–ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМӢ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.03/28.02.2022.Т.101.01 РАҚАМЛИ ИЛМӢ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ–ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**АЗИМОВА ШОДИЯХОН АБРАРОВНА**

**КЎМИР САНОАТИ ИККИЛАМЧИ РЕСУРСЛАРИ БИЛАН  
МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН ИМПОРТ ЎРНИНИ БОСУВЧИ ЛИТИЙ  
СУРКОВ МОЙЛАРИНИ ОЛИШ**

**02.00.08 - Нефть ва газ кимёси ва технологияси**

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

**Тошкент-2022**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**Азимова Шодияхон Аббаровна**

Кўмир саноати иккиламчи ресурслари билан модификацияланган импорт ўрнини босувчи литий сурков мойларини олиш..... 7

**Азимова Шодияхон Аббаровна**

Получение импортозамещающих литиевых смазок модифицированных вторичными ресурсами угольной промышленности..... 23

**Azimova Shodiyakhon**

Obtaining import-substituting lithium greases modified by secondary resources of the coal industry..... 43

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 49

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК–ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.03/28.02.2022.Т.101.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ–ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**АЗИМОВА ШОДИЯХОН АБРАРОВНА**

**КЎМИР САНОАТИ ИККИЛАМЧИ РЕСУРСЛАРИ БИЛАН  
МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН ИМПОРТ ЎРНИНИ БОСУВЧИ ЛИТИЙ  
СУРКОВ МОЙЛАРИНИ ОЛИШ**

**02.00.08 - Нефть ва газ кимёси ва технологияси**

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

**Тошкент-2022**

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/T1707 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.  
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.bmti.uz](http://www.bmti.uz)) ва «Ziynet» ахборот таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Арсланов Шарафутдин Султанович кимё фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Ҳамидов Босит Набиевич техника фанлари доктори, профессор Абдурахмонов Олим Рустамович техника фанлари доктори, профессор
Етакчи ташкилот:	И.Каримов номидаги Тошкент Давлат техника университети

Диссертация химояси Бухоро муҳандислик-технология институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.03/28.02.2022.T.101.01 рақамли Илмий кенгашнинг «20» май 2022 йил соат 10<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 200117, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15. Тел.: (+99865)223-68-42; Факс: (+99865) 223-78-84. e-mail: [bmti\\_info@edu.uz](mailto:bmti_info@edu.uz)).

Диссертация иши билан Бухоро муҳандислик-технология институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (№ 370 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 200117, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15. Тел.: (+99865)223-68-42; Факс: (+99865) 223-78-84).

Диссертация автореферати 2022 йил «б» май куни тарқатилади.  
(2022 йил «18» февралдаги № 10 рақамли реестр баённомаси)



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

Р.Р. Хайитов  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
котиби, т.ф.д., катта илмий ходим

Х.Б. Дўстов  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
кошидаги илмий семинар  
раиси к.ф.д., профессор

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти.** Бутун дунёда айни пайтда ёқилғи-энергетика соҳаси, кимё, нефть-газ саноатини комплекс ривожлантириш ва энергия манбаларини диверсификация қилиш бўйича изчил амалга оширилаётган ишлар тежамкор мойлаш материалларига эҳтиёжнинг ортишига олиб келмоқда. Шу муносабат билан бугунги кунда иқтисодиёт ва технология тармоқларининг энергия ресурслари, хусусан мойлаш материалларига тобора ортиб бораётган талабни қондириш муаммоси муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда ишлатилган мотор мойларини (ИММ) регенерация қилиш, кўмир саноатининг иккиламчи ресурсларидан экологик жиҳатдан хавфсиз фойдаланиш муаммосини ўрганиш бўйича муҳим илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада пластик сурков мойларини ишлаб чиқариш учун мос хомашёни танлаш, пластик сурков мойларни олиш жараёнининг мақбул ҳарорат режимини тадқиқ қилиш, графитли тўлдирувчиларни қўшиш билан ишлаб чиқилган литий сурков мойларининг хоссалари ва таъсир қилиш механизмларини ўрганиш, кўмир саноатининг иккиламчи ресурслари билан ИММ асосида литий сурков мойларини олиш технологиясини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикада кимё, металлургия ва нефть ва газ саноатини модернизация қилиш, саноат корхоналарини маҳаллий хомашёга ўтказиш, уларнинг асосида экспортга яроқли янги материалларни ишлаб чиқаришга катта эътибор қаратилмоқда. Бу борада шу кунгача маҳаллий хомашё асосида пластик сурков мойларни олиш ва улардан турли саноат тармоқларида фойдаланиш, шунингдек ишлатилган мотор мойларини қайта тиклаш бўйича илмий-амалий натижаларга эришилди. 2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистон тараққиёт стратегиясида “Иқтисодиётга инновацияларни кенг жорий қилиш, саноат корхоналари ва илм-фан муассасаларининг кооперация алоқаларини ривожлантириш”<sup>1</sup> каби муҳим вазифалар ўз ифодасини топган. Шу муносабат билан қайта ишлашга иккиламчи ресурсларни максимал даражада жалб қилиш самарадорлигини ошириш алоҳида аҳамият касб этади. Бу эса импорт ўрнини босиш - республика ҳудудидаги маҳаллий хомашёдан юқори самарали тежамкор ишлаб чиқаришни ташкил қилиш ҳисобига республика иқтисодиётини яхшилашга хизмат қилади.

Мазкур диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги “2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистон тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги ПФ-60-сон фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 3 апрелдаги “Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибдорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4265-сон қарори, 2018 йил 17 январдаги “Мамлакат иқтисодиётининг тармоқларини талаб юқори бўлган маҳсулот ва хом ашё турлари билан барқарор таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистон тараққиёт стратегияси тўғрисида» Фармони

қарори, шунингдек мазкур соҳага оид қабул қилинган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришда муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. “Кимё, кимёвий технологиянинг назарий асослари ва нанотехнологиялар” устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Ишлатилган мойларни тозалаш ва улар асосида иккиламчи мой ҳамда техник суюқликларни олиш, пластик сурков мойларининг турли таркибларини ишлаб чиқиш, графит кўшимчаларининг литий сурков мойлари хусусиятига таъсирини ўрганиш масалаларига хорижий олимлардан Э.И. Удлер, И.Г. Фукс, В.П. Коваленко, К.В. Рибак, М.А. Григорьев, М.В. Осипов, В.В. Стрельцов, А.П. Картошкин, В.В. Остриков, R.M. Mortier, M.F. Fox, G.Ren, P. Zhang, Б.М. Школьников, И.Н. Шихалев, Г.И. Сорокин, М.Б. Бакалейников, Э.А. Смиотанко, И.Е. Зелькин, С.Б. Шибряев, С.Л. Boner, E.N. Myers, А.А. Аноприенко, С.В. Покровская, Е.В. Юревич, А.С. Скобельцин, Ж.Л. Миронов, Р.Л. Рудник, В.В. Синицин, Ю.С. Виктор, В.В. Мисюра ва маҳаллий олимларимиздан Б.Н. Хамидов, Г.Р. Нарметова, Ш.М. Сайдахмедов, Ф.А. Абдурахмонова, С.Ф. Фозилов, Р.Б. Хожиев, З.В. Нуриллаев, Ф.Ф. Рўзиев, М.Н. Муродов ва бошқа олимларнинг илмий тадқиқотлари бағишланган.

Юқорида санаб ўтилган олимлар томонидан ушбу соҳаларда олиб борилган илмий изланишлар натижасида чиқинди мойларни тозалаш ва улар асосида иккиламчи мой ва техник суюқликларни олишнинг турли усуллари ишлаб чиқилган, мойларнинг турли таркиби аниқланган, уларнинг хоссалари баҳоланган ва ўрганиб чиқилган, графитнинг литий сурков мойларининг хусусиятларига таъсири ўрганилган.

Бироқ, шу кунгача ҳам регенерация қилишнинг мақсадга мувофиқлиги, ишлатилган мойлардан юқори сифатли мойлаш материалларни олиш, нефт чиқиндиларидан фойдаланиш ҳисобига уларни ишлаб чиқариш таннархини пасайтириш, иккиламчи ресурслардан самарали фойдаланиш муаммолари бўйича етарлича илмий изланишлар амалга оширилмаган. Шу билан бирга барча маъумотлар асосан патент ва ахборот-реклама манбаларида келтирилган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг А-12-41 “Энергия ва ресурсларни тежаш ва маҳаллий ва иккиламчи хомашё асосида иссиқликка чидамли ҳамда коррозияга чидамли композицион материалларининг таркиби ва ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш” (2012-2014 йиллар) илмий-амалий тадқиқот лойиҳаси ҳамда ОТ-F7-04 “Шўртон газ-кимё мажмуасининг оралик маҳсулотлари (суюқ олефинлар) асосида олинадиган фаол-функционал бирикмаларнинг

структураси ва хоссалари боғлиқлигини илмий асосларини яратиш” (2017-2020 йиллар) мавзусидаги фундаментал лойиҳа доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** пластик сурков мойларнинг мақбул таркиблари ва қайта тикланган ишлатилган мотор мойлар ҳамда тўлдирувчи сифатида кўмир саноатининг иккиламчи ресурсларидан фойдаланиб уларни олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

ИММни намлик, тўйинмаган углеводородлар, олтингугуртли ва азотли бирикмалардан тозалаш;

тозаланган ИММ асосида литий сурков мойларининг оқилона таркибий тузилмасини аниқлаш;

графитли тўлдрувчиларни кўшиш билан ишлаб чиқилган литий сурков мойларининг ўзига хос хусусиятлари ва таъсир қилиш механизмини ўрганиш;

юқори триботехник хусусиятга эга графитли тўлдирувчи моддалар билан қайта тикланган ИММ асосида литий сурков мойларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш;

олиб борилган илмий-тадқиқот ишлари натижалари бўйича илмий-техник ҳужжатларни тайёрлаш ва расмийлаштириш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида ИММ, кўмир саноатининг иккиламчи ресурслари, Навбаҳор кони бентонити олинган.

**Тадқиқотнинг предмети**ни ИММни тозалаш, литий сурков мойларининг рационал компонентли таркиби, графитли тўлдирувчи қўшилган литий сурков мойларининг хусусиятлари ва хоссалари ташкил этгаган.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишида ИММ ва сурков мойлари учун давлат стандартлари ва ТУга мувофиқ стандарт таҳлил методлари ҳамда физик-кимёвий таҳлил усуллари қўлланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгиллиги** куйидагилардан иборат:

ишлатилган мотор мойларини намлик, тўйинмаган углеводородлар, олтингугуртли ва азотли бирикмалардан тозалашда бентонитнинг фракцион таркиби 0,073-0,25 мм ва ҳарорат интервали 80-120°C бўлган мақбул режим аниқланган;

литий сурков мойларининг қайта тикланган ишлатилган мой ҳамда базавий мойнинг 30:70 нисбати ва дисперс муҳитнинг дисперс фазасига 80:20 нисбатидан ташкил топган энг мақбул таркиби ишлаб чиқилган;

тўлдирувчи сифатида турли дисперсликдаги ва 4% концентрацияли графитдан фойдаланиш орқали литий сурков мойларининг триботехник хусусиятларини оширишнинг принципиал имконияти исботланган;

шикастланиш шароити муддати чекланган бўлганда сурков мойларидан фойдаланишда графит қўшимчаларининг дисперслилиги “металл-мой-металл” учлиги ишқаланишининг триботехник хусусиятларига деярли таъсир кўрсатмаслиги, мой узоқ вақт давомида ишлатиладиган ишқаланиш узелларида эса графитнинг майда дисперсли қўшимчалари эскиришга қарши хусусиятларнинг юқори даражада бўлишини кафолатлаши аниқланган;

литий сурков мойларини ишлаб чиқаришнинг мавжуд технологик

схемаси кўндирма ва тўлдирувчиларни тайёрлаш учун кўшимча қурилмани кўшиш билан модернизацияланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

ИММларни регенерация қилишнинг мақбул режими ишлаб чиқилган; литий сурков мойининг дисперс муҳити сифатида тозаланган ИММ ва қуйилтирувчилар сифатида дисперс фазадан ташкил топган рационал таркиби ишлаб чиқилган;

графитли тўлирувчилардан фойдаланиш орқали литий сурков мойларининг триботехник хусусиятларини ошириш методи ишлаб чиқилган;

графитли тўлдирувчили литий сурков мойларини ишлаб чиқариш технологик линиясининг схемаси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** аналитик, физик-кимёвий таҳлил, лаборатория тажрибалари, ишлаб чиқариш синовлари натижалари ҳамда фаоллаштирилган кўмирлар ишлаб чиқаришнинг амалдаги стандарт талаблари бўйича аниқланганлиги билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти маълум назарий ёндошувлар, трибология фанига оид билимлар асосида ИММдан пластик сурков мойларининг дисперс муҳитини олиш усулининг асослаш, тозаланган ИММнинг дисперс муҳити ҳамда қуюқлаштирувчи моддалар кўринишидаги дисперс фазадан ташкил топувчи мойларнинг рационал таркибини аниқлаш, асосланган ечимларни инobatга олган ҳолда таркибидаги тўлдирувчи сифатида кўмир саноатининг иккиламчи ресурсларидан фойдаланилган инновацион мойлаш материални таклиф қилиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ИММ ҳамда Ангрен кўнғин кўмири чангини утилизация қилишнинг долзарб масаласи ечим топишидан иборат. ИММни қайта ишлатишнинг бошқа усуллари (утилизация қилиш, иккиламчи мой сифатида қайта тиклаш, ёқиш)дан фарқли тарзда уни мойлар учун дисперс муҳит сифатида ишлатиш 100 % чиқиндисиз жараён бўлиб, мазкур сурков мойини ишлаб чиқариш сезиларли ҳам иқтисодий ва ҳам экологик самарага эга.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Ишлатилган мотор мойларини регенерациялаш ва кўмир саноатининг иккиламчи ресурсларидан фойдаланиб литий сурков мойлари олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича илмий тадқиқот натижалари асосида:

дисперс муҳит сифатида ишлатилган мотор мойлари ва тўлдирувчи сифатида майда дисперсли графит қўлланилган литий сурков мойлари “Ўзнефтгаз бурғилаш ишлари” МЧЖнинг бурғилаш устуни кронблокиннинг тебратиш подшипникларида мойлаш учун амалиётга жорий этилган (“Ўзбекнефтгаз” АЖнинг 2021 йил 6 сентябрдаги 04-17-5/130-сон маълумотномаси). Натижада юқори эксплуатацион хусусиятлари туфайли эскиришга чидамлилиқ ошган, ишқаланиш камайган, энергия сарф-ҳаражатлари қисқарган ва сезиларли тежамкорликка эришиш имконини берган;

кўмир саноати иккиламчи ресурслари билан модификацияланган литий сурков мойлари “Ўзнефтгаз бурғилаш ишлари” МЧЖнинг бурғилаш устуни кронблокиннинг тебратиш подшипникларини мойлаш учун амалиётга жорий этилган (“Ўзбекнефтгаз” АЖнинг 2021 йил 6 сентябрдаги 04-17-5/130-сон маълумотномаси). Натижада реологик хусусиятлар ишқаланиш зонасига оптимал миқдордаги пластик сурков мойининг етиб боришини таъминлаган, ишқанашувчи қисмларнинг эскириши 5-15% га камайган, хизмат муддатини ошириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 5 та Республика миқёсидаги илмий-амалий конференцияларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 19 та илмий иш нашр қилинган. Улардан 6 таси Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссияси томонидан докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия қилинган илмий нашрларда чоп этилган илмий мақола бўлиб, шундан 5 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр қилинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топади. Диссертациянинг умумий ҳажми 105 бетни ташкил қилади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш қисмида** диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асослаб берилган. Тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, мазкур диссертация ишининг илмий янгилиги ва амалий аҳамияти белгилаб берилган.

**Биринчи боб “Литий пластик сурков мойларининг тузилиши, таркиби ва хусусиятлари”** деб номланади ва унда пластик мойларни олиш ҳамда улардан фойдаланиш технологияларининг замонавий ҳолати, шу жумладан уларнинг таркиби ва асосий тавсифлари, уларни тайёрлаш усуллари ҳамда уларни ишқаланишнинг турли узелларида қўлланишига бағишланган адабиётлар таҳлили тақдим қилинган.

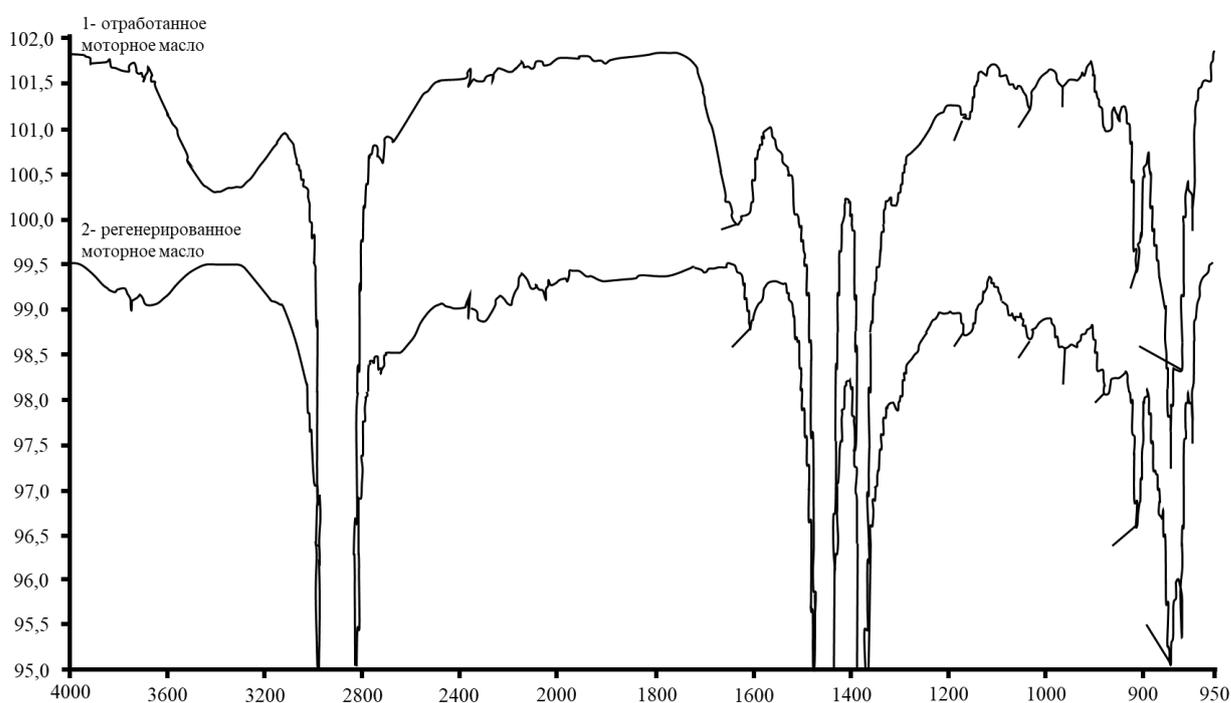
Диссертациянинг **“Ишлатилган қайта тикланган мотор мойлари асосидаги литий сурков мойлари”** деб номланувчи иккинчи боби ИММларни йиғиш, қайта тиклаш ва утилизация қилиш, ИММни адсорбцион тозалаш учун Ўзбекистондаги Навбахор конидаги ишқорли тупроқ бентонитидан фойдаланишнинг замонавий муаммосига бағишланган.

ИММ асосида саноатда эҳтиёж мавжуд бўлган Солидол Ж ва Литол-24 сурков мойларини олиш мақсадида ОММни тозалаш ўтказилди. Қайта тиклаш учун “SHELL HelixHX8 5W/30” русумидаги мотор мойи танлаб олинди.

Тозалаш ишлари қуйидаги схема бўйича ўтказилди: тиндириш, адсорбциялаш, центрифугирлаш, филтрлаш. Фойдаланиш олдин бентонитга дастлабки ишлов берилди.

Тозаланган ишлатилган мотор мойини таркибий ўзгаришларини аниқлаш учун ИҚ- спектрал таҳлили ўтказилди. Спектрлар Перкин-Элмер PE-100 ИҚ-Фурье-спектрометрда  $4000-650\text{ см}^{-1}$  оралиғини қайд қилди (1-расм).

Таъкидлаш лозимки, дастлабки ишлатилган мой спектри фақат  $\text{C} - \text{H} - 2854$  ва  $2924\text{ см}^{-1}$  боғлиқликдаги тебранишнинг валентли тўғри чизиқлари ва  $1458$  и  $1377\text{ см}^{-1}$  даги деформацион тебранишни ўзида сақлайди. Кўрсатилган ютилиш чизиқларидан ташқари, ароматик бирикмаларга асосланган  $722, 1605\text{ см}^{-1}$  кузатилади. Таъкидлаш лозимки, дастлабки ишлатилган мотор мойи спектри фақат  $\text{C} - \text{H} - 2854$  ва  $2924\text{ см}^{-1}$  боғлиқликдаги валентли тебраниш чизиқлари ҳамда  $1458$  ва  $1377\text{ см}^{-1}$ даги деформацион тебранишларни сақлайди. Кўрсатиб ўтилган ютилиш чизиқларидан ташқари ароматик бирикмаларга асосланган  $722, 1605\text{ см}^{-1}$ даги ютилиш чизиқлари ҳам кузатилади.



**1-расм. Ишлатилган мотор мойи (1) ва регенерацияланган мотор мойи (2) нинг ИҚ-спектрлари.**

Мойларни ишлатиш жараёнида уларнинг ароматиклиги ортиб боради. Ароматик углеводородлар концентрациясининг ўзгариши ароматик углеводородларнинг  $\text{C}-\text{C}$  цикли скелетли тебранишларига хос бўлган  $1605\text{ см}^{-1}$  частотасида аниқ кузатилади.  $\text{C}=\text{O}$  карбонал гуруҳи кислоталарининг ютилишнинг юқори нуқталарининг интенсивлиги бўйича ( $1714\text{ см}^{-1}$ ) мойнинг кислоталилик сони тўғрисида мулоҳаза қилиш мумкин. Ютиш чизиғининг тахминан  $1936 - 1937\text{ см}^{-1}$  га тенглиги оксидланишда моно ва 1,2-ди-ўрни босилган бензоллар ҳосил бўлишидан дарак беради. Интенсивликнинг ушбу ютилиш чизиғининг минимумигача пасайиши бензолларнинг бентонитли сорбент билан адсорцияланишини исботлайди. Мойларда тозалаш пайтида тўлиқ йўқ бўлмаган тўйинмаган ва ароматик углеводородларнинг пайдо

бўлиши регенерациялашда мойнинг дастлабки углеводород таркиби тикланмаслиги ва регенерацияланган мойнинг оксидланишга мойиллиги товар мотор мойиникидан юқори бўлишидан дарак беради. Кислоталилик сони ва Навбахор конининг ишқорли тупроқ бентонити билан тозаланган ИММнинг ИҚ-спекторлари натижалари регенерациялаш натижасида оксидланиш маҳсулотлари йўқолгани ва маҳсулотнинг ишлатишга яроқлилигини белгиловчи мойнинг асосий компонентлари сақлаб қолингани кўрсатди.

1-жадвалда акс эттирилган маълумотларга кўра, қотиш ҳарорати 7-8°C даражага пасайганини кўришимиз мумкин. Бу қатронли-асфальтен бирикмаларинг адсорбцияланиши билан боғлиқ. Уларнинг мой таркибидан йўқолиши депрессорли кўндирмалар таъсирининг тикланиши ва ёқилғининг ажратиб олиниши натижасида ҳароратнинг ортиши кераклигига қарамай, қотиш ҳароратининг пасайишига олиб келади.

Ўтказилган тозалаш натижасида чакнаш ҳароратининг 14 °С даражага ортиши юз берди. Тозалашнинг 120 °С даража ҳароратда ўтказилиши мойдан ёқилғи ва сувнинг ажралишига олиб келди. Ёқилғининг ажралиши, шунингдек 100 °С даражада қовушқоқликнинг 8 дан 10 мм<sup>2</sup>/с гача бироз ортишига олиб келиб, бу регенерацияланган мой таркибида паст молекулали углеводородларнинг мавжуд эмаслиги билан изоҳланади. Кислота сонининг 2-2,5 баробар камайиши юз берди. Кислоталилик сонининг камайиши адсорбент сифатида ишқорли тупроқ бентонитидан фойдаланганлик билан асосланади (1-жадвал). 1-жадвалдан кўриниб турибдики, ишқорлилик қийматнинг 6,7 дан 5,5гача пасайиши юз берган. Ишқорлилик сони кўрсаткичи антиоксид ва бошқа ўз таркибида нафтенли халқаларни сақловчи кўндирмалар ҳисобига юз берганлиги, улар адсорбцияланиши билан асосланади.

Адсорбциялаш ва центрифугаланишдан сўнг механик аралашмаларнинг умумий миқдори камайди, бироқ ёнмайдиган аралашмалар миқдори ортди. Буни адсорбциялаш ва центрифугаланишдан сўнг органик аралашмаларнинг адсорбциялангани ва сорбентда қолгани билан тушунтириш мумкин. Шу билан бир вақтда центрифугалаш натижасида тупроқ тўлиқ чўкмаган, чунки 12,5 мкм дан кичик зарралар тозалашнинг мазкур режимда седиментацион чидамлиликини намоён қилдилар. Аммо тозаланган мойни филтрлашдан сўнг механик аралашмаларнинг миқдори 1,5-2 бараварга камайди. Мойни дастлабки тозаламасдан филтрлаш аралашмаларнинг бирозгина камайишига олиб келди. Бу ҳол мойни тозалаш учун филтрлашнинг ўзи камлик қилишидан дарак беради.

Тупроқнинг +0 ÷ -0,073 мм га тенг солиштирма юзаси катталиги бўйича фракциянинг +0,073 ÷ -0,25 мм солиштирма юзасига жуда яқин. Ҳар икки фракция учун тозалаш даражаси бир хил (1-жадвал). Шу сабабли мойни самарали тозалаш учун +0,073 ÷ -0,25 мм фракциядан фойдаланишнинг ўзи кифоя. Тадқиқотни амалга ошириш учун “SHELL HelixHX8 5W/30” русумидаги синтетик асосдаги ишлатилган ва регенерацияланган мотор мойидан фойдаланилди.

**Ишлатилган мотор мойларининг Навбахор конининг ишқорли тупроқ бентонити билан адсорбцияланишидан олдинги ва кейинги физик-кимёвий тавсифлари**

Кўрсаткич	5W-30 синтетик мойи						
	ДТС бўйича	Ишлатилган мой		Тозаланган мой			
		Фильтрланмаган	Фильтрланган	Фильтрланмаган		Фильтрланган	
				1 намуна	2 намуна	1 намуна	2 намуна
20 °C даги зичлик, г/см <sup>2</sup>	Кўпи билан 0,905	0,888	0,888	0,890	0,890	0,889	0,889
100 °C даги кинематик қовушқоқлик мм <sup>2</sup> /с	12,0 ±0,5	8,0	8,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Очиқ тиглдаги чакнаш ҳарорати, °C	камида 180	152	152	186	166	166	166
Қотиш ҳарорати, °C	Кўпи билан -40	-41	-41	-47	-48	-48	-48
Ишқорлилик сони, КОН/г	Камида 8,8	6,7	6,7	5,4	5,5	6,5	5,5
Кислоталилик сони, КОН/г	-	2,6	2,6	1,2	1,3	1,2	1,3
Бензинда эримайдиган қолдиқ, %	Кўпи билан 0,015	0,38	0,35	0,28	0,27	0,13	0,12
Сув миқдори	Излар	излари	излари	Мажуд эмас	Мажуд эмас	Мажуд эмас	Мажуд эмас

Мой таркибларини аниқлашда Ўзбекистондаги “Chilon Lubricants” МЧЖ ХК томонидан ишлаб чиқарилган Солидол-Ж ва Литол-24 сурков мойлари базавий асос сифатида қабул қилинди. Солидол-Ж пластик сурков мойини тайёрлашда дисперли фаза сифатида 10, 20, 30 мас. % фоиз нисбатидаги синтетик ёғли кислоталарнинг кубли қолдиқлари(СЁККК)дан фойдаланилди. Литол 24 аналоги тозланган ишлатилган синтетик мойга 10, 15, 20 и 25 мас.% литийли совун киритиш билан олинди. Сурков мойлари олинганидан кейин ГОСТ 9.080 га кўра электр кимёвий ўлчаш мажмуаси ёрдамида коррозияга чидамлилик хусусиятларини аниқлаш бўйича тадқиқотлар ўтказилди. Адгезион хусусиятлар ГОСТ 7143 бўйича К-2ЖВ пластомер ўлчаш асбобида ҳамда мустаҳкамлилик тавсифлари турли ҳароратларда аниқланди. Иссиқликнинг ютуми ГОСТ 23630.2. бўйича ИТ-С-400 ўлчагичи ёрдамида баҳоланди. Сурков мойларининг эксплуатацион хусусиятлари, триботехник хусусиятларини ўлчашни ГОСТ 9490 бўйича автоматик тўрт шарли машина (ТШМ)да ўтказилди.

Тадқиқотларнинг кейинги босқичида дисперс муҳитни дисперс фаза билан аралаштириш орқали сурков мойларининг мақбул таркиблари

аниқланди. Дисперс муҳитни дисперс фаза билан аралаштиришнинг мақбул концентрацияларини аниқлаш учун қуйдаги нисбатлар қабул қилинди: 90 : 10 дисперсли муҳит (ds) ва дисперс фазаси (df); 80 : 20 (ds : df); 70 : 30 (ds : df). Таъкидлаш лозимки, 20 га 80 пропорциядан тузилган сурков мойи таркиби мойнинг 90 °С га тенг томчи тушиш ҳароратига эришиш имконини беради ва бу Солидол туридаги сурков мойи учун қўллаш мумкин бўлган қиймат саналади. Концентрациянинг у ёки бошқа томонга ўзгариши ижобий натижага олиб келмайди.

Литол-24 сурков мойини олиш бўйича олиб борилган тадқиқотларда дисперсли фаза сифатида литийли совундан фойдаланилди. 2-жадвалда дисперсли муҳит (тозаланган синтетик асосдаги ИММ) билан дисперсли фазанинг аралаштирилишида томчи тумиш ҳароратининг ўзгариши кўрсаткичлари акс эттирилган.

## 2 -жадвал

### Мой таркибининг томчилаб томиши ҳароратининг дисперсли муҳит (тозаланган ишлатилган SHELL HelixHX8 5W/30 мойи) ва дисперсли фазага кўра ўзгариши

Кўрсаткич	Дисперсли муҳит (ds) нинг дисперсли фаза(df)га нисбати						
Томчи тушиш ҳарорати	90/10	88/12	86/14	84/16	82/18	80/20	78/22
	94	115	123	134	147	161	180

Таъриба-синов таркибларининг томчи тушиш ҳарорати қийматларини Литол-24 мойининг томчи тушиш ҳарорати билан таққослаш билан 82/18, 80/20 ва 78/22 концентрацияда у товар сурков мойларининг қийматларига яқинлашиши аниқланди. Шунингдек, бунда (df) миқдорининг 80/20 қийматидан ортиши сурков мойи таркибининг ўзгаришига олиб келиши ҳам аниқланди.

## 3-жадвал

### Сурков мойларининг реологик ва физик-кимёвий хоссалари

Кўрсаткичлар	Пластик сурков мойлари					
	Солидол-Ж (ГОСТ 4.23-83)	ИММ асосдаги аналог	Тозаланган ИММ асосдаги аналог	Литол-24 (ГОСТ 4.23-83)	ИММ асосдаги аналог	Тозаланган ИММ асосдаги аналог
Томчи тушиш ҳарорати, °С	75–80	70	90	185	150	180
25 °С даги пенетрацияси, $\times 10^{-1}$ мм	230–290	300	240	220–250	260	230
0°С ва 10 с <sup>-1</sup> даги самарали қовушқоқлиги, Па•с	250	280	235	280	290	260
Таркибидаги қўшимчалар (микроскоп остида)	мавжуд эмас	мавжуд	мавжуд эмас	мавжуд эмас	мавжуд	мавжуд эмас
Ташқи туси (ранги)	оч-жигар.	қора	оч-жигар.	сарғиш	қора	сарғиш
Коллоид барқарорлиги, %	13.0	13.0	8.0	12.0	13.0	10.0

ИММдан дисперс мухит сифатида фойдаланиш самарадорлигини баҳолаш учун, тозаламанмаган ва тозалашдан кейинги ишлатилган синтетик мойлар асосида тайёрланган сурков мойларининг реологик ва физик-кимёвий хоссаларининг қиёсий тадқиқотлари ўтказилди (3-жадвал).

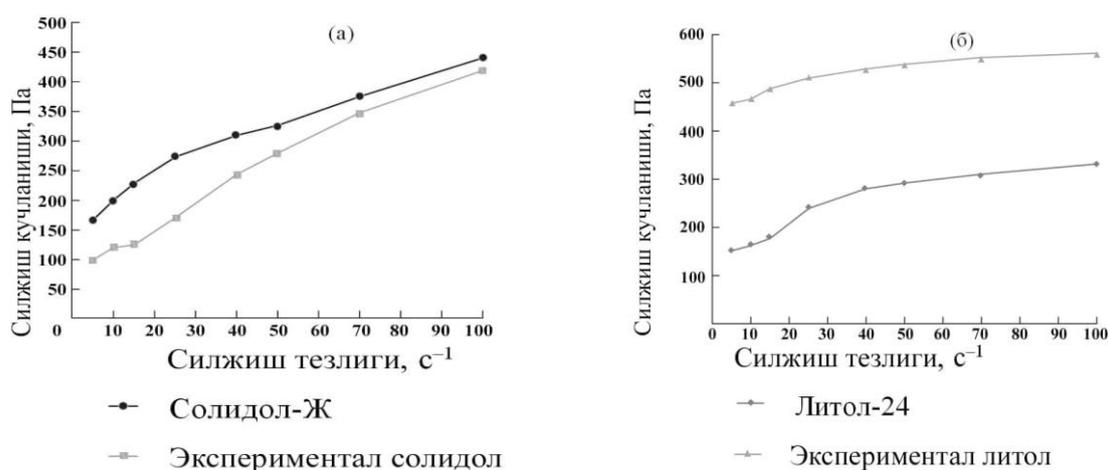
Сурков мойи таркибини мақбуллаштириш бўйича тадқиқотларнинг натижаларини умумлаштирган ҳолда ҳулоса қилиш мумкинки, тозаланмаган ишлатилган мотор мойлари асосидаги сурков мойлари асосий физик-кимёвий ҳамда реологик хоссаларига кўра меъёрий ҳужжатларда белгиланган талабларга жавоб бермайди, таркибида аралашмаларни мавжуд, қора рангга эга, тозаланган ишлатилган мойларга нисбатан коллоид барыарорлиги паст.

Сурков мойларининг химоя хусусиятларининг электр кимёвий тадқиқотлари ГОСТ 9.080.га кўра ўтказилди. Ўрганилаётган сурков мойларининг пўлат юзаларининг химоя самарадорлиги ~40–55% ни ташкил қилади.

Адгезион хусусиятларни ўрганиш натижасида 1 мм қалинликда Солидол-Ж сурков мойини суртиш билан Р пластиналарини узиш учун керак бўладиган куч 0.39 кН ни ташкил қилиди, тозаланган ИММ асосида тайёрланган худди ўша дисперсли фазага эга солидолнинг аналогини қўллашда эса узиш учун керакли куч қиймати 0.30 кН га тенглигини кўрсатиб, бу ишлаб чиқилган сурков мойининг юқори даражадаги адгезион хусусиятларга эгаллигини исботлайди.

Тажириба-синовлар 10–100 °С ҳароратда олиб борилди. 10–15 °С ҳароратда товар Солидоли ИММ асосида тайёрланган бошқа тажириба-синов аналогларига нисбатан юқори чидамлилиқ хусусиятларига эгаллиги аниқланди. (2 а-расм).

Литол намуналарининг (2 б-расм) силжиш учун кучланиши Солидолнинг кўрсаткичларидан юқори бўлди, чунки Литол-24 туридаги сурков мойларининг таркиблари янада оғирроқ шароитларда ишлашга қодир ва юқори ишлаш хусусиятларига эга.



**2-расм. Силжиш кучланишининг силжиш тезлигига боғлиқ ўзгариши**

Сурков мойларининг иссиқлик сиғимини ўрганиш натижасида товар солидолини иситиш ҳароратининг кўтарилишида унинг иссиқлик хажми ортди ва 100-110°C ҳароратда 2300 Дж/(кг·К)га етди. Кейинчалик, ҳароратнинг ошиши билан сурков мойларининг иссиқлик сиғимининг пасайиши ва секин аста ўсиши кузатилди. Намуналарни иситиш вақтида барча ҳолатларда иссиқлик сиғими бирдек ошган ва максимал қиймат 2400 Дж/(кг·К) фақат минерал асосдаги Литол намунасида олинди.

Тозаланган ишлатилган синтетик мотор мойи ва унинг асосидаги сурков мойларининг эскиришни камайтириш қобилияти 20 °С ҳароратда 392 – 784 Н юклама оралиғида баҳоланди (4-жадвал).

#### 4 -жадвал

#### Синалаётган сурков мойларининг триботехник тавсифлари

№	1-юкلامалар қатори	2-юкلامалар қатори	Эскириш қиймати чегараси	Тозаланган мойнинг эскириш қиймати чегараси	Тозаланган мой асосидаги сурков мойининг эскириш қиймати чегараси	Литол-24 сурков мойининг эскириш қиймати чегараси
	Н	Н	(±0,15) мм	мм	мм	мм
1.	392		0,44	0,32	0,38	0,41
2.		416	0,45	0,31	0,39	0,40
3.		441	0,46	0,33	0,41	0,44
4.		465	0,46	0,34	0,42	0,44
5.	490		0,47	0,5	0,48	0,45
6.		519	0,47	0,62	0,55	0,57
7.		549	0,48	0,65	0,63	0,63
8.		588	0,49	0,71	0,74	0,75
9.	617		0,49	0,9	1,02	0,88
10.		657	0,50	0,95	2,5	2,8
11.		696	0,51	1,03	2,78	2,92
12.		735	0,51	1,2	3,1	2,93
13.	784		0,52	2,4	бузилди	3,3

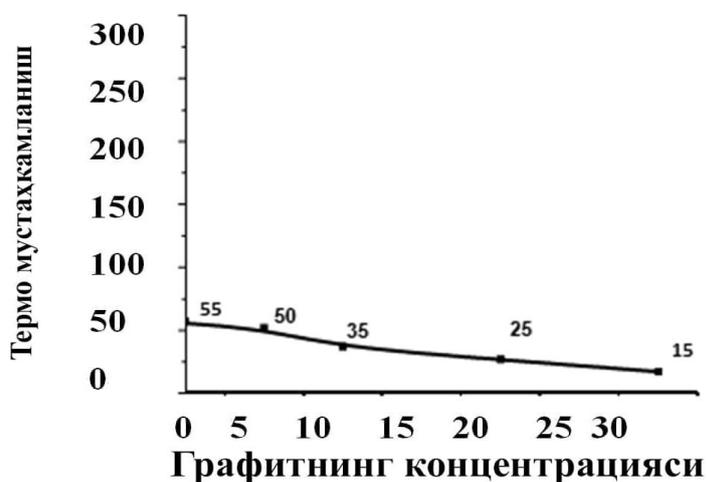
Диссертациянинг “Кўмир саноатининг иккиламчи ресурсларини модификация қилиш ва литий сурков мойларида майда дисперсли графитдан фойдаланиш” деб номланувчи учинчи боби графит ва унинг модификацияларини сурков мойларига қўшимча ёки тўлдирувчи сифатида ишлатиш ҳамда уларнинг таъсир қилиш механизмларига бағишланган. Ангрэн кўнғир кўмирининг графитли тўлдирувчили литий сурков мойларининг реологик ва триботехник хусусиятлари аниқланди. Дсперслилик ва графитли тўлдирувчилар миқдорининг литий сурков мойларининг хусусиятларига таъсири ўрганилди. Тажриба-синовни ўтказиш учун базавий сурков мойлари тайёрланди, сўнг эса уларга уч ўрамли силлиқлаш машинаси ёрдамида Ангрэн кўнғир кўмирининг графитли тўлдирувчилари қўшилди (оғирликнинг 4 % нисбатида). Олинган сурков мойларининг реологик хусусиятларини баҳолаш

натижалари 5-жадвалда келтирилган. Дисперслиги 150-170 ва 1-10 мкм бўлган 4 % масс. концентрациядаги литий сурков мойининг реологик хусусиятларини баҳолашда мустаҳкамлик чегараси ва коллоид барқарорлик бироз ўзгарди; самарали қовушқоқлик барча графит қўшимчалари учун ўзгарувчан бўлади. 1-10 мкм дисперсликдаги графит концентрациясининг литий сурков мойининг термо мустаҳкамланишига таъсирин баҳолашда қўшимчанинг самарадорлиги куйидаги тарзда ошиб борди (3-расм).

### 5-жадвал

#### Турли дисперсликдаги графит қўшимчалари қўшилган литий сурков мойларининг реологик хусусиятлари (оғирликнинг 4 %)

Кўрсаткичлар	Қўшимчасиз	Графитли литий сурков мойи	
		150-170 мкм	1-10 мкм
1. Силжишга мустаҳкамлик чегаралари $10 \text{ с}^{-1}$ , Па, 20 °С 50 °С 80 °С	700	650	720
	450	400	500
	300	300	320
2. Самарали қовушқоқлиги $D=10 \text{ с}^{-1}$ , Па·с, 0 °С 20 °С 50 °С	180	182	220
	155	155	160
	75	78	75
3. Коллоид барқарорлиги, %	15,4	13,0	13,1



#### 3-расм. графит концентрациясининг термо мустаҳкамланишга таъсири (%)

деярли ҳамма вақт дисперслиги 150-170 мкм бўлган графитдан юқори бўлди. SRV вибротрибометрда ишқаланиш коэффиценти ва графит қўшимчали сурков мойларининг  $D_i$  кўрсаткичлари ёмонлашади. Буни контакт зонасида суртиш қатламининг гетерогенлиги билан тушунтириш мумкин. Фалекс-1 ишқалаш машинасида 150-170 мкм дисперсликдаги графит қўшимчали сурков мойлари учун дастлабки мойлашдан 2 марта юқори, 1-10 мкм дисперсликдаги

Литий сурков мойининг триботехник хусусиятларини баҳолаш натижалари 6-жадвалда келтирилган.

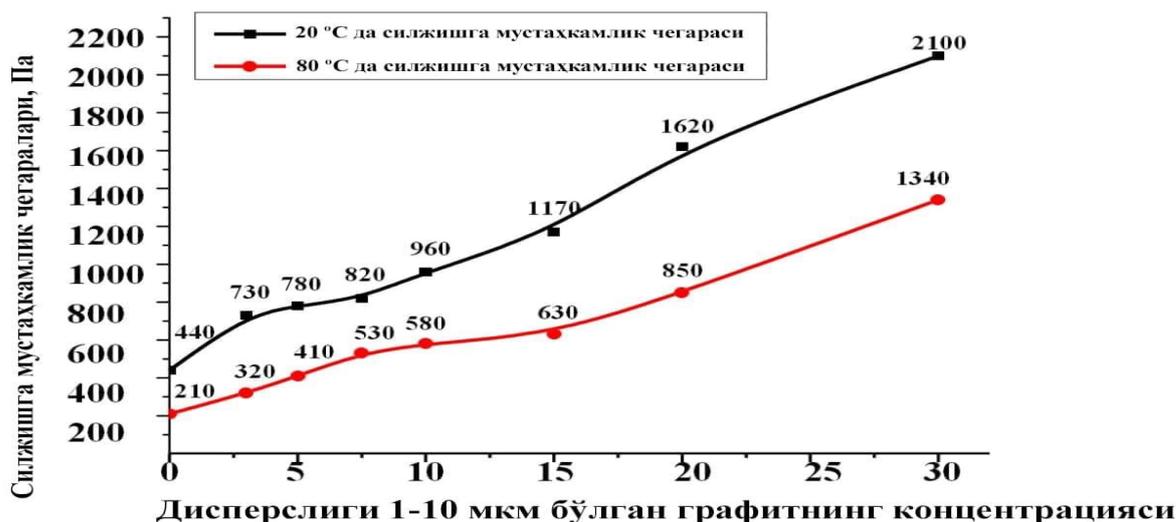
Графит қўшилган сурков мойларининг триботехник хусусиятларини баҳолашда ТШМ билан синаб кўришда литий сурков мойларида дисперслиги 150-170 ва 1-10 мкм бўлган графит қўшимчалари  $R_k$ ,  $I_3$ ,  $D_i$  кўрсаткичларни яхшилади ва  $R_c$  кўрсаткичини сезиларли даражада оширади. Дисперслиги 1-10 мкм графитнинг самарадорлиги

кўшимча учун эса 3 марта юқори. SRV вибротрибометрда синовдан ўтказишда, графит кўшимчали сурков мойларининг кўрсаткичлари дастлабки сурков мойларига қараганда ёмонроқ бўлди.

#### 6-жадвал

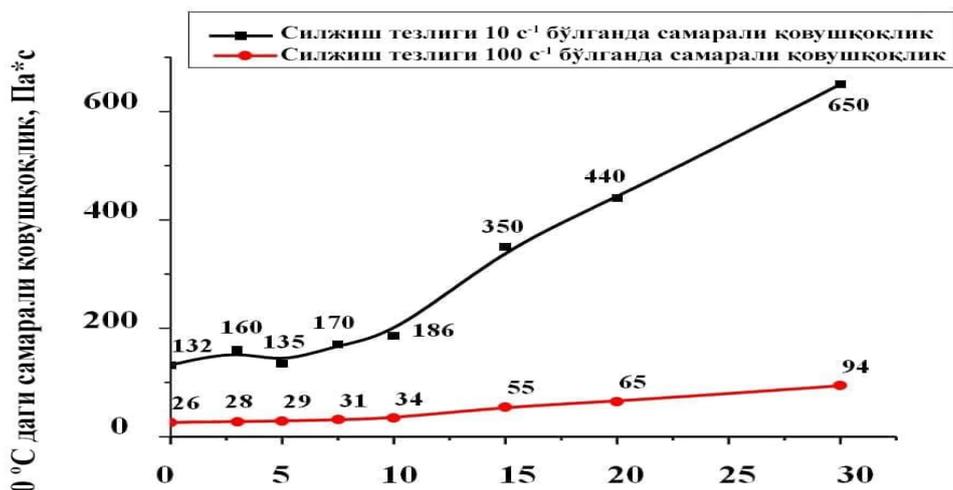
#### Турли дисперсликдаги графитлар кўшилган литий сурков мойларининг триботехник хусусиятлари (10 % масс.)

Кўрсаткичлар	Кўшимчасиз	Графитли литий сурков мойи	
		150-170 мкм	1-10 мкм
1. Тўрт шарчали машина ТШМ: - кескин юклама, Н - пайвандлаш юкламаси, Н - задир индекси, Н - 392 Н юкламада эскириш доғининг диаметри, мм	630 1260 340 1,10	750 2720 460 0,80	790 3360 530 0,75
2. Вибротрибометр SRV: - ўрнатилган ишқаланиш коэффиценти - эскириш доғининг диаметри, мкм	0,16 1,3	0,21 1,9	0,18 1,7
3. Фалекс-1 машинаси: - юк кўтариш қобилияти, Н	ажратилма йди.	2540	3160



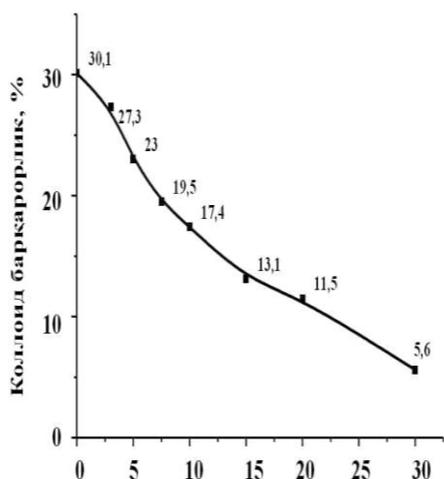
#### 4-расм. Кўмир чанги концентрациясининг литийли мойлаш материалининг мустахкамлиги чегарасига таъсири

Литий сурков мойларининг реологик хусусиятларини баҳолашда (4-6-расмлар) дисперслиги 1-10 мкм бўлган графит кўшимчаси концентрациясининг ошиши билан “силжиш учун чидамлилиқ чегараси” ва “самарали қовушқоқлик” кўрсаткичларининг монотон тарзда ўсиши ҳамда прессланаётган мой миқдорининг (“колоидли барқарорлик” кўрсаткичи) камайиши юз бериши аниқланди.

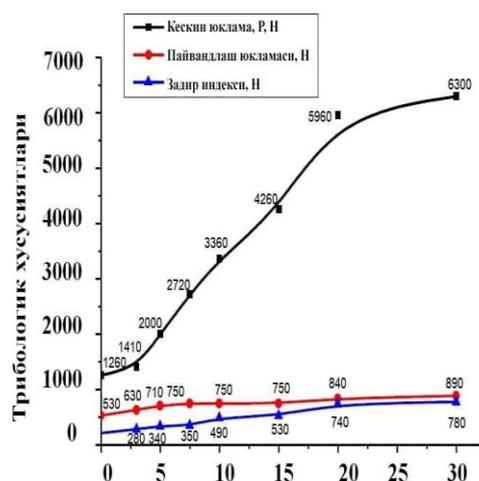


Дисперслиги 1-10 мкм бўлган графитнинг концентрацияси

**5-расм. Графитли тўлдирувчи концентрациясининг литийли мойлаш материалининг самарали ёпиқоқлигига таъсири**



Дисперслиги 1-10 мкм бўлган графитнинг концентрацияси



Дисперслиги 1-10 мкм бўлган графитнинг концентрацияси

**6-расм. Графитли тўлдирувчи концентрациясининг литийли мойлаш материалининг коллоидли барқарорлигига таъсири**

**7-расм. Нуқтали контакт шароитида графит дисперслигининг литийли мойлаш материалининг триботехник хусусият-ларига таъсири**

Литий сурков мойларининг триботехник хусусиятларини баҳолашда (7-расм ва 7-жадвал) дисперслиги 1-10 мкм бўлган графит қўшимчаси концентрациясининг ошиши тўрт шарчали машинадаги (Рк, Рс и Из) ва Фалекс-1 ишқалаш машинасидаги (Рнс)ги задирага қарши хусусиятларини оширади.

Тўрт шарчали машинадаги эскиришга қарши хусусиятлар (Д<sub>и</sub> кўрсаткич) мақбул концентрация диапазони – 3-7,5 % масс. билан тавсифланади, SRV вибротрибометр ёрдамида аниқланувчи ишқаланишга қарши ва эскиришга қарши хусусиятлар дисперслиги 1-10 мкм бўлган графит



гомогенлаштирувчи клапан, 19 - конденсатор, 20 - вакуумли насос, I – қўшимча, тўлидрувчи, II – металл гидроксид эритмаси, III - совунланадиган компонент, IV - мой, V – тайёр маҳсулот, VI - конденсат, VII – конденсат бўлмаган газлар.

Шундан сўнг, қўшимчаларни қўшиш учун мойлаш материали 145 – 165 °С ҳароратгача совутилади ва ундан сўнг, қисмловчи насослар билан аралаштирилган қоришмани скребкали музлатгич, гомогенизатор ва деаэраторга ва охирида кейинги қадоқлаш учун тўплагичга ўтказилади. Амалдаги реакторлар сони белгиланган маҳсулодрликни амалга ошириш учун барча тугунларнинг узлуксиз ишлашини таъминлашга кўра танланади. Тавсия қилинган маҳсулдорлик 27 тон/кун.

## ХУЛОСА

Кўмир саноатининг иккиламчи ресурслари билан модификацияланган импорт ўрнини босувчи литий сурков мойларини ишлаб чиқиш бўйича олиб борилган илмий-тадқиқот ишлари хулосалари қуйидагича:

1. Ўзбекистондаги Навбахор конининг ишқорий тупроқли бентонитининг 0,073-0,25 мм фракцияларидан фойдаланиб ва ҳарорат 80-120°С оралиғида ИММдан намликни, тўйинмаган углеводородларни, азотли ва олтингугуртли бирикмаларни максимал йўқотиш ҳамда унинг оч рангга киришига (очариши) таъсир қилувчи адсорбцион тозалаш учун фойдаланишнинг самарадорлиги исботланди, регенерациялашнинг мақбул шарт-шароитлари белгиланди.

2. Ўзининг асосий физик-кимёвий хоссаларига кўра товар базавий мойлар асосида ишлаб чиқилган литий пластик сурков мойларининг аналогларидан кам бўлмаган ишлатилган синтетик мотор мойлар базасида тайёрланган сурков мойларининг рационал таркиби ишлаб чиқилди.

3. Ангрен конидаги графит ва унинг модификацияларини тўлдирувчи сифатида қўллаш ҳисобига юқори триботехник хусусиятларга эга сурков мойларини ишлаб чиқиш имконини берадиган янги илмий ва тажриба-синов натижалари олинди.

4. Графит қўшимчасининг концентрацияси ва дисперслигининг литий сурков мойларининг триботехник хусусиятларига таъсири ишқаланувчи жуфтликнинг ўзаро алоқа шаклига боғлиқлиги аниқланди.

5. Литий сурков мойларини ишлаб чиқаришнинг мавжуд схемаси кўндирма ва тўлдирувчиларни тайёрлаш учун қўшимча қурилмани ўрнатиш орқали модернизация қилинди.

6. Тўлдирувчи сифатида майда дисперсли графит ва унинг модификацияларидан фойдаланган ҳолда танлаб олинган мотор мойлари асосида импорт ўрнини босувчи литий сурков мойлари ишлаб чиқилди ва оғир юкламали ишқаланиш тугунларида қўллаш учун тавсия қилинди.

7. Ишлаб чиқилган литий пластик сурков мойларидан фойдаланишдан олинадиган иқтисодий самара ишлаб чиқарилган сурков мойининг бир килограммига 1312 сўмни ташкил қилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/28.02.2022.Т.101.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ БУХАРСКОМ ИНЖЕНЕРНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**АЗИМОВА ШОДИЯХОН АБРАРОВНА**

**ПОЛУЧЕНИЕ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ЛИТИЕВЫХ СМАЗОК  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВТОРИЧНЫМИ РЕСУРСАМИ УГОЛЬНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**02.00.08 - Химия и технология нефти и газа**

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

**Бухара-2022**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером В2020.2.PhD/T1707.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.  
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www.bmti.uz](http://www.bmti.uz)) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

Научный руководитель:	<b>Арсланов Шарафутдин Султанович</b> доктор химических наук, профессор
Официальные оппоненты:	<b>Хамидов Босит Набиевич</b> доктор технических наук, профессор <b>Абдурахманов Олим Рустамович</b> доктор технических наук, профессор
Ведущая организация:	<b>Ташкентский государственный технический университет имени И.Каримова</b>

Защита диссертации состоится «20» мая 2022 года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.03/28.02.2022.T.101.01 при Бухарском инженерно-технологическом институте (Адрес: 200117, г. Бухара, ул. Каюма Муртазаева, дом 15. Тел.: (+99865)223-68-42; Факс: (+99865) 223-78-84. e-mail: [bmti\\_info@edu.uz](mailto:bmti_info@edu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Бухарского инженерно-технологического института (зарегистрировано под № 370) (Адрес: 200117, г. Бухара, ул. Каюма Муртазаева, дом 15. Тел.: (+99865) 223-68-42).

Автореферат диссертации разослан «6» мая 2022 года.  
(Реестр за № 10 от 18 февраля 2022 г).



**Н.Р. Баракаев**  
Председатель научного совета по  
присуждению учёных степеней,  
д.т.н., профессор

**Р.Р. Хайитов**  
учёный секретарь научного совета по  
присуждению учёных степеней,  
д.т.н., ст.науч.сот.

**Х.Б. Дустов**  
Председатель научного семинара при научном  
совете по присуждению учёных степеней  
д.х.н., профессор

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В настоящее время последовательная работа по комплексному развитию топливно-энергетической, химической, нефтегазовой отраслей и диверсификации источников энергии во всем мире приводит к увеличению спроса на топливосберегающие смазочные материалы. В связи с этим в настоящее время проблема обеспечения возрастающей потребности отраслей экономики и технологии в энергоресурсах, в частности в смазочных материалах актуальна.

В мире проводятся значительные исследования по изучению проблемы регенерации отработанных моторных масел (ОММ), экологически безопасного использования вторичных ресурсов угольной промышленности. В связи с этим особое внимание уделяется подбору подходящего сырья для производства пластичных смазочных масел, изучению оптимального температурного режима процесса получения пластичных смазочных масел, изучению свойств и механизмов действия литиевых смазочных масел, разработанных с добавлением графитовых наполнителей, разработке технологии получения литиевых смазочных масел на основе ОММ и с добавлением вторичных ресурсов угольной промышленности.

В Республике придается большое значение модернизации химической, металлургической и нефтегазовой промышленности, переводу промышленных предприятий на местное сырье, получение на их основе новых материалов, пригодных на экспорт. Достигнуты научные и практические результаты в получении пластичных смазок на основе местного сырья и применение их в различных отраслях промышленности, а также регенерации отработанных моторных масел. Стратегия развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы включает такие важные цели, как «Широкое внедрение инноваций в экономику, развитие кооперационных связей промышленных предприятий и научных учреждений»<sup>2</sup>. В этом плане приобретает особое значение повышению эффективности максимального вовлечения вторичных ресурсов в переработку, что улучшит экономику республики за счет импортозамещения – организация производства высокоэффективных смазочных материалов из местного сырья на территории республики.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», Постановлениями Президента Республики Узбекистан ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», ПП-3479 от 17 января 2018 «О мерах по стабильному обеспечению отраслей экономики страны востребованными

---

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

видами продукции и сырья», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии в Республике.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики IV «Теоретические основы химии, химической технологии и нанотехнологий».

**Степень изученности проблемы.** Научными исследованиями по вопросам очистки отработанных масел и получения на их основе вторичных масел и технических жидкостей, разработки различных составов пластичных смазок, влияния добавок графита на свойства литиевых смазок посвящены работы Удлера Э.И., Фукса И.Г., Коваленко В.П., Рыбакова К.В., Григорьева М.А., Осипова М.В., Стрельцова В.В., Картошкина А.П., Острикова В. В., Mortier R.M., Fox M.F., Ren G., Zhang P., Школьников Б.М., Шихалева И.Н., Сорокин Г.И., Бакалейников М.Б., Смиотанко Э.А., Зелькинд И.Е., Шибряев С.Б., Voner C.J., Myers E.N., Аноприенко А.А., Покровская С.В., Юревич Е.В., Скобельцин А.С., Миронова Ж.Л., Рудник Р.Л., Сеницын В.В., Викторова Ю.С., Мисюра В.В. и научные исследования соотечественников Хамидова Б.Н., Нарметовой Г.Р., Сайдахмедов Ш.М., Абдурахмоновой Ф.А., Фозилова С.Ф., Ходжиева Р.Б., Нуриллаева З.В., Рузиева Ф.Ф., Мурадова М.Н. и др.

В результате проведенных научных исследований в этих областях со стороны вышеперечисленных ученых, разработаны разные методы очистки отработанных масел и получения на их основе вторичных масел и технических жидкостей, определены различные составы пластичных смазок, оценены и изучены их свойства, исследовано влияния добавок графита на свойства литиевых смазок.

Однако, до настоящего времени не были проведены научные исследования относительно целенаправленности регенерации, проблемы получения высококачественных смазок из отработанных масел, снижения затрат на их производство за счет применения отработанных нефтепродуктов, эффективного использования вторичных ресурсов угольной промышленности в качестве наполнителя пластичных смазок. Также вся информация в основном представлена в патентных и рекламно-информационных источниках.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках научно исследовательских работ Ташкентского химико-технологического института прикладного исследовательского проекта А-12-41 на тему «Разработка состава и технологии производства жаропрочных и коррозионно-стойких композиционных материалов на основе местного и вторичного сырья для экономии энергии и ресурсов» (2012-2014 годах) и фундаментального проекта F7-04 на тему «Разработка научных основ и определение закономерностей взаимосвязи строения и свойств

функционально активных соединений на основе промежуточных продуктов (жидких олефинов) Шуртанского газохимического комплекса» (2017-2020 годах).

**Целью исследования** является разработка оптимального состава пластичных смазок и технологию её получения с применением регенерированных отработанных моторных масел и вторичных ресурсов угольной промышленности в качестве наполнителя.

**Задачи исследования:**

очистка ОММ от влаги, непредельных углеводородов, сернистых и азотистых соединений;

установить рациональный компонентный состав литиевых смазок на основе очищенного ОММ;

изучить характеристики и механизм смазочного действия разработанных литиевых смазок с добавлением в них графитовых наполнителей;

разработать технологии получения литиевой смазки на основе регенерированных ОММ с графитовыми наполнителями с высокими триботехническими характеристиками.

подготовка и оформление научно-технических документаций по результатам проведенных научно-исследовательских работ.

**Объект исследования.** В качестве объекта исследования применены ОММ, вторичные ресурсы угольной промышленности, бентонит Навбахарского месторождения.

**Предметом исследования** является очистка ОММ, рациональный компонентный состав литиевых смазок, характеристики и свойства литиевых смазок с графитовым наполнителем.

**Методы исследования.** В диссертации использованы стандартные методы анализа, согласно ГОСТам и ТУ для ОММ и смазок, а также физико-химические методы.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

определен оптимальный режим – фракционный состав бентонита 0,073-0,25 мм и температурный интервал 80-120°C очистки ОММ от влаги, непредельных углеводородов, сернистых и азотистых соединений;

разработан оптимальный состав литиевой смазки, состоящий из регенерированного отработанного масла и базового масла в соотношении 30:70, и дисперсионной среды к дисперсной фазе 80:20;

доказана принципиальная возможность повышения триботехнических свойств литиевых смазок путем применения графита разной дисперсностью и концентрацией 4% в качестве наполнителя;

установлено, что при применении смазок в условиях повреждаемости с ограниченным сроком работы дисперсность добавок графита практически не влияет на триботехнические свойства триады трения «металл-смазка-металл», а в узлах трения, где смазка работает продолжительный период времени, мелкодисперсные добавки графита гарантирует более высокий уровень противоизносных характеристик;

модернизирована существующая технологическая схема производства литиевых смазок с добавлением в него дополнительной установки для приготовления присадок и наполнителей.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработан оптимальный режим регенерации ОММ;

разработан рациональный состав литиевой смазки, которая состоит из дисперсионной среды очищенного ОММ и дисперсной фазы в виде загустителей;

разработан метод повышения триботехнических свойств литиевых смазок путем применения графитовых наполнителей;

разработана схема технологической линии производства литиевых смазок с графитовыми наполнителями.

**Достоверность полученных результатов** обоснована совокупностью результатов аналитических, физико-химических анализов, лабораторных экспериментов, производственных испытаний, а также по требованиям действующих стандартов технологии производства пластичных смазок.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в обосновании способа получения дисперсионной среды пластичных смазок из ОММ, определить рациональный состав смазок, состоящий из дисперсионной среды очищенного ОММ и дисперсной фазы в виде загустителей, на основании известных теоретических подходов, знаний науки трибологии, с учетом обоснованных решений предлагается инновационная смазка, в которой в качестве наполнителя используются вторичные ресурсы угольной промышленности.

Практическая значимость исследования заключается в том, что решается актуальная проблема утилизации ОММ и угольной пыли Ангреноского бурого угля. В отличие от других способов вторичного использования ОММ (утилизация, восстановление в качестве вторичных масел, сжигание) использование его в качестве дисперсионной среды для смазок является 100 % безотходным, производство данной смазки имеет существенный экономический и экологический эффект.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения литиевых смазок из регенерированных отработанных моторных масел и вторичных ресурсов угольной промышленности:

литиевая смазка, где в качестве дисперсионной среды применяются отработанные моторные масла и в качестве наполнителя применяется мелкодисперсный графит, внедрена в практику для смазывания узлов трения подшипников качения кронблока буровых вышек на ООО «Узнефтваз бургулаш ишлари» (Справка № 04-17-5/130 от АО «Узбекнефтегаз» от 6 сентября 2021 года). В результате, благодаря своим высоким эксплуатационным свойствам способствовала повышению износостойкости, уменьшению трения, снижению энергозатрат и дала значительную экономию;

полученная литиевая смазка, модифицированная вторичными ресурсами угольной промышленности внедрен в практику на ООО «Узнефтваз бургулаш ишлари» по смазыванию подшипников качения кронблоков буровых вышек (Справка № 04-17-5/130 от АО «Узбекнефтегаз» от 6 сентября 2021 года). В результате реологические характеристики обеспечили поступление оптимального количества пластичной смазки в зону трения, снизился износ деталей трения на 5-15% при одновременном увеличении срока службы.

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

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы 19 научных работ. Из них 6 научных статей, в том числе 5 статьи в республиканских и 1 статья в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации составляет 105 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность данной темы. Определены цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость данной диссертационной работы.

**В первой главе** диссертации под названием «**Структура, состав и свойства литиевых пластичных смазок**» представлен литературный обзор, посвященный современному состоянию технологий получения и применения пластичных смазок, включающий их состав и основные характеристики, способы их приготовления, а также их применения в различных узлах трения.

**Вторая глава** диссертации под названием «**Литиевые смазки на основе регенерированных отработанных моторных масел**» посвящена современному состоянию проблемы сбора, регенерации и утилизации ОММ, использования щелочноземельной глины Навбахарского месторождения Узбекистана для адсорбционной очистки ОММ. Обоснован процесс приготовления пластичных смазок на основе отработанных синтетических моторных масел Узбекистана.

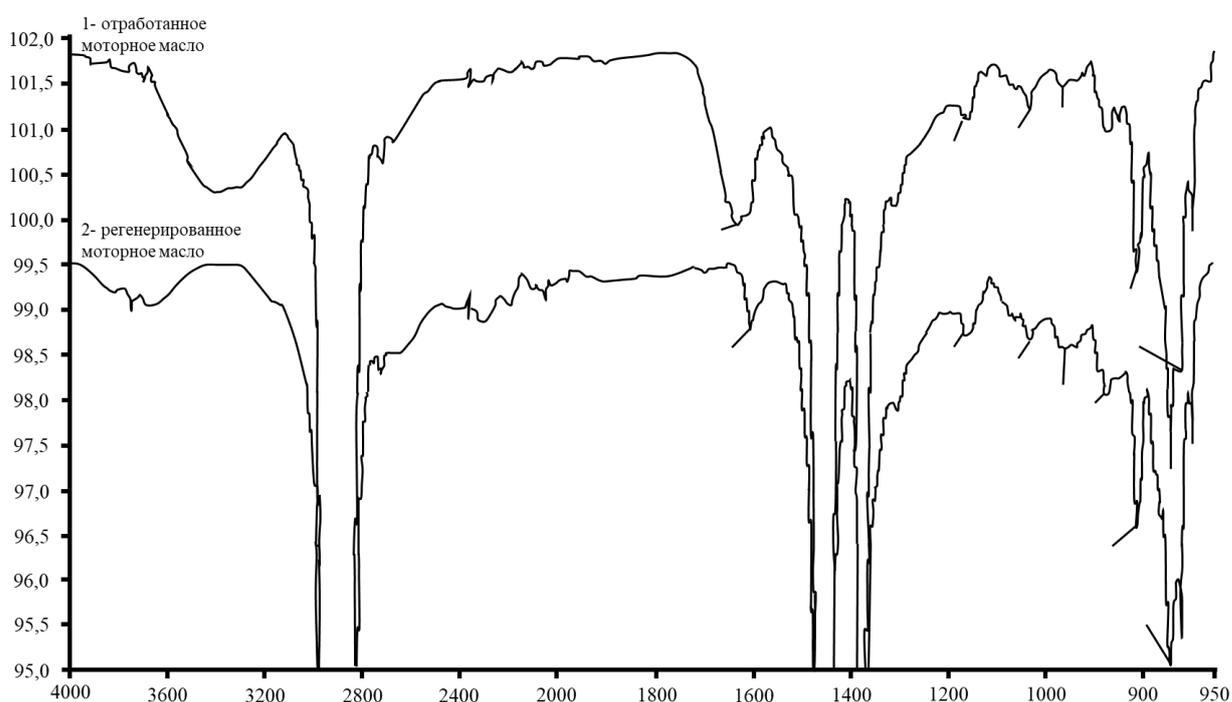
С целью получения востребованных в промышленности смазок Солидол Ж и Литол – 24 на основе ОММ проведена очистка ОММ. Для регенерации выбрано отработанное моторное масло марки «SHELL HelixHX8 5W/30».

Очистка проведена по следующей схеме: отстаивание, адсорбция, центрифугирование, фильтрование. Бентонит перед использованием подвергался предварительной обработке.

Проведен ИК-спектральный анализ очищенного отработанного моторного масла для определения изменений его состава. Спектры

регистрировали на ИК-Фурье-спектрометре Перкин-Элмер PE-100 в области 4000-650  $\text{см}^{-1}$  (рис. 1).

Следует отметить, что спектр исходного отработанного масла содержит только полосы валентных колебаний С – Н – связей 2854 и 2924  $\text{см}^{-1}$  и деформационных колебаний при 1458 и 1377  $\text{см}^{-1}$ . Помимо указанных полос поглощения, прослеживаются такие как 722, 1605  $\text{см}^{-1}$ , обусловленные ароматическими соединениями. Следует отметить, что спектр исходного отработанного масла содержит только полосы валентных колебаний С – Н – связей 2854 и 2924  $\text{см}^{-1}$  и деформационных колебаний при 1458 и 1377  $\text{см}^{-1}$ . Помимо указанных полос поглощения, прослеживаются такие как 722, 1605  $\text{см}^{-1}$ , обусловленные ароматическими соединениями.



**Рисунок 1. ИК-спектры отработанного моторного масла (1), и регенерированного моторного масла (2)**

В процессе эксплуатации масел происходит увеличение их ароматичности. Изменение концентрации ароматических углеводородов наглядно прослеживается на частоте 1605  $\text{см}^{-1}$ , характеризующей скелетные колебания С–С цикла ароматических углеводородов. По интенсивности пиков поглощения карбонильной группы С=О кислот (1714  $\text{см}^{-1}$ ) можно судить о кислотном числе масла. Полоса поглощения около 1936 – 1937  $\text{см}^{-1}$  говорит об образовании при окислении моно- и 1,2-ди-замещенных бензолов. И снижение интенсивности до минимума этой полосы поглощения свидетельствует об адсорбции бензолов бентонитовым сорбентом. Появление в маслах непредельных и ароматических углеводородов, которые убираются при очистке не полностью, говорит о том, что при регенерации не восстанавливается полностью исходный углеводородный состав, и склонность к окислению у регенерированного масла будет выше, чем у товарного моторного масла. Из результатов определения кислотного числа и ИК-

спектров ОММ, очищенного щелочноземельным бентонитом Навбахарского месторождения, в результате регенерации удаляются продукты окисления при сохранении основных компонентов масла, определяющих эксплуатационную пригодность продукта.

По данным таблицы 1 можем видеть, что произошло понижение температуры застывания на 7- 8 °С. Связано это, с адсорбцией смолисто-асфальтовых соединений. Их удаление из масла привело к восстановлению действия депрессорных присадок и понижению температуры застывания, хотя в результате отгона горючего она должна была повыситься.

**Таблица 1**

**Физико-химические характеристики отработанных моторных масел до и после адсорбции щелочноземельным бентонитом Навбахарского месторождения**

Показатель	Масло синтетическое 5W-30						
	По ГОСТ	Отработанное масло		Очищенное масло			
		Нефильтрованное	Профильтрованное	Нефильтрованное		Профильтрованное	
				проба 1	проба 2	проба 1	проба 2
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	Не более 0,905	0,888	0,888	0,890	0,890	0,889	0,889
Вязкость кинематическая при 100 °С, мм <sup>2</sup> /с	12,0 ±0,5	8,0	8,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Температура вспышки в открытом тигле, °С	Не ниже 180	152	152	186	166	166	166
Температура застывания, °С	Не выше -40	-41	-41	-47	-48	-48	-48
Щелочное число, КОН/г	Не менее 8,8	6,7	6,7	5,4	5,5	6,5	5,5
Кислотное число, КОН/г	-	2,6	2,6	1,2	1,3	1,2	1,3
Нерастворимый в бензине остаток, %	Не более 0,015	0,38	0,35	0,28	0,27	0,13	0,12
Содержание воды	Следы	Следы	Следы	Отсут.	Отсут.	Отсут.	Отсут.

В результате проведенной очистки произошло увеличение температуры вспышки на 14 °С. Проведение очистки при температуре 120 °С привело к отгону из масла горючего и воды. Отгон горючего привел также к незначительному увеличению вязкости при 100 °С с 8 до 10 мм<sup>2</sup>/с, что объясняется отсутствием низкомолекулярных углеводородов в регенерированном масле. Произошло уменьшение в 2-2,5 раза кислотного числа. Уменьшение кислотного числа обусловлено использованием в качестве адсорбента щелочноземельного бентонита. (табл. 1). Из таблицы 1 следует, что произошло снижение щелочного числа с 6,7 до 5,5. Значение щелочного числа обусловлено наличием антиокислительных и других присадок, которые

содержат в своем составе нафтеновые кольца, за счет которых произошла адсорбция этих присадок.

После адсорбции и центрифугирования общее содержание механических примесей уменьшилось, но содержание несгораемых примесей увеличилось. Это можно объяснить тем, что после адсорбции и центрифугирования органические примеси были адсорбированы и остались в сорбенте. В то же время глина не была полностью осаждена в результате центрифугирования, так как частицы меньше 12,5 мкм оказались при данном режиме очистки седиментационно устойчивыми. Но после фильтрования очищенного масла содержание механических примесей снизилось в 1,5-2 раза. Фильтрация масла без предварительной очистки глиной привела лишь к небольшому уменьшению примесей. Это свидетельствует о том, что использование фильтрации для очистки масла недостаточно.

Удельная поверхность глины  $+0 \div -0,073$  мм близка по величине к удельной поверхности фракции  $+0,073 \div -0,25$  мм. Степень очистки для обеих фракций одинакова (табл.1). Поэтому для эффективной очистки масла достаточно использовать фракцию  $+0,073 \div -0,25$  мм.

Для проведения исследования использовали отработанное и регенерированное моторное масло на синтетической основе марки «SHELL HelixHX8 5W/30».

В качестве базовых ориентиров для определения составов смазок принимали смазки Солидол-Ж и Литол-24 производства СП ООО «Chilon Lubricants» Узбекиста. В качестве дисперсионной фазы при приготовлении пластичной смазки Солидол-Ж применяли кубовые остатки синтетических жирных кислот (КОСЖК) в процентном соотношении 10, 20, 30 мас. %. Аналог Литола 24 получен внесением в очищенное отработанное синтетическое масло литиевого мыла 10, 15, 20 и 25 мас.%. После получения смазок проводили исследования по определению противокоррозионных свойств в электрохимическом измерительном комплексе по ГОСТ 9.080. Адгезионные свойства определяли на измерителе пластометр К-2ЖВ по ГОСТ 7143, а также прочностные характеристики пластичных смазок при различных температурах. Теплоемкость оценивали с помощью измерителя ИТ-С-400 по ГОСТ 23630.2. Эксплуатационные характеристики смазок, триботехнические свойства, проводили на автоматической четырехшариковой машине (ЧШМ) MRS-10А по ГОСТ 9490.

На следующем этапе исследований были определены оптимальные составы смазок путем смешивания дисперсионной среды с дисперсной фазой. Для определения оптимальной концентрации смешивания дисперсионной среды и дисперсной фазы принимались следующие соотношения: 90 : 10 дисперсионной среды (ds) и дисперсной фазы (df); 80 : 20 (ds : df); 70 : 30 (ds : df). Следует отметить, что состав смазки, состоящий из пропорции 80 на 20, позволяет получить температуру каплепадения смазки равную 90 °С, что является приемлемым значением для смазок типа Солидол. Изменения

концентрации в ту или другую сторону не приводит к положительному результату.

В исследованиях по получению смазок Литол-24 в качестве дисперсной фазы используется литиевое мыло. В таблице 2 представлены значения изменения температуры каплепадения при смешивании дисперсионной среды (очищенного ОММ на синтетической основе) и дисперсной фазы.

Сравнивая полученные значения температуры каплепадения экспериментальных составов с температурой каплепадения смазки Литол-24 установлено, что при концентрации 82/18, 80/20 и 78/22 она приближается к значениям товарных смазок. При этом также установлено, что увеличение содержания (df) выше значения 80/20 приводит к изменению структуры смазки.

**Таблица 2**

**Изменение температуры каплепадения состава смазки в зависимости от соотношения дисперсионной среды (очищенного отработанного масла SHELL HelixHX8 5W/30) и дисперсной фазы**

Показатель	Соотношение дисперсионной среды (ds) к дисперсной фазе (df)						
	90/10	88/12	86/14	84/16	82/18	80/20	78/22
Температура каплепадения	94	115	123	134	147	161	180

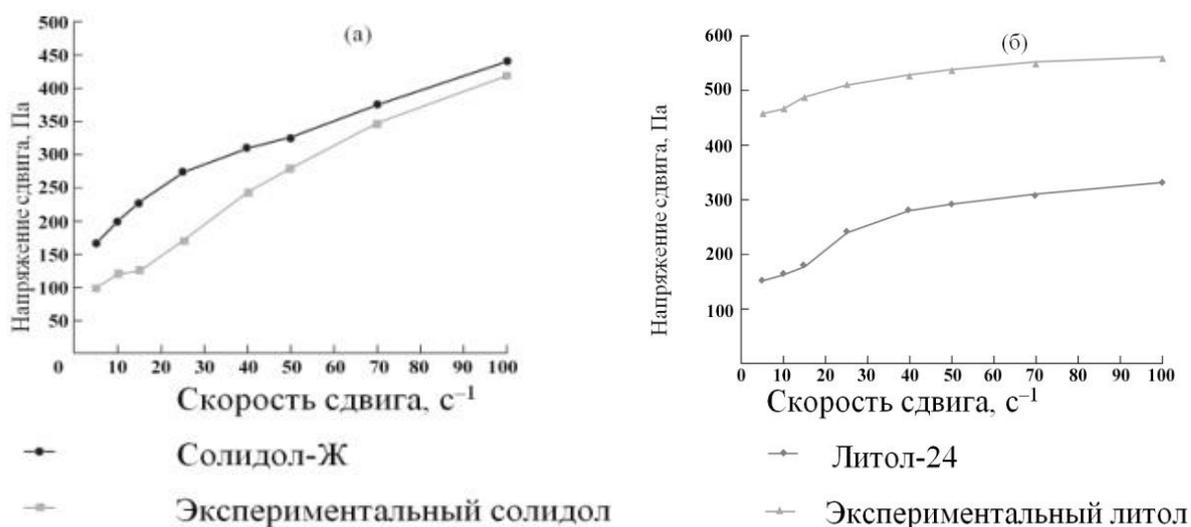
Для оценки эффективности использования ОММ в качестве дисперсионной среды проводились сравнительные исследования реологических и физико-химических свойств составов смазок, приготовленных на основе отработанных синтетических масел без их очистки и после очистки (табл. 3).

**Таблица 3**

**Реологические и физико-химические свойства смазок**

Показатели	Пластичные смазки					
	Солидол-Ж (ГОСТ 4.23-83)	Аналог на основе очищенного ОММ	Аналог на основе ОММ	Литол-24 (ГОСТ 4.23-83)	Аналог на основе ОММ	Литол на основе очищенного ОММ
Температура каплепадения, °С	75–80	70	90	185	150	180
Пенетрация при 25 °С, ×10 <sup>-1</sup> мм	230–290	300	240	220–250	260	230
Вязкость эффективная при 0°С и 10 с <sup>-1</sup> , Па•с	250	280	235	280	290	260
Содержание примесей (под микроскопом)	отс.	присут.	отс.	отс.	присут.	отс.
Внешний вид (цвет)	св-корич.	черн.	св-корич.	желтый	черн.	желт.
Коллоидная стабильность, %	13.0	13.0	8.0	12.0	13.0	10.0

Обобщая результаты исследований по оптимизации составов смазок, можно сделать вывод, что смазки на основе неочищенных моторных отработанных масел по основным физико-химическим и реологическим свойствам не соответствуют требованиям нормативных документов, содержат примеси, имеют черный цвет, низкую коллоидную стабильность по сравнению со смазками из очищенных отработанных масел.



**Рисунок 2. Зависимость изменения напряжения сдвига от скорости сдвига**

Электрохимические исследования антикоррозионных защитных свойств смазок проводили по ГОСТ 9.080. Исследуемые пластичные смазки обеспечивают защитную эффективность стальных поверхностей ~40–55%.

В результате исследований адгезионных свойств установлено, что усилие на разрыв  $P$  пластин с нанесением на них пластичной смазки Солидол-Ж толщиной 1 мм составляло 0.39 кН, а аналог солидола, приготовленный на основе очищенного ОММ с той же дисперсной фазой, имел значение на разрыв равное 0.30 кН, что доказывает высокие адгезионные свойства разработанного смазочного материала.

Испытания проводились при температуре 10–100 °С. Установлено, что при температурах 10–15 °С Солидол товарный имеет более высокие прочностные характеристики, чем экспериментальные аналоги, приготовленные на основе ОММ (рис. 2а).

Напряжение на сдвиг у образцов Литола (рис. 2б) выше показателей Солидола, так как составы смазок типа Литол-24 способны работать в более жестких условиях и имеют высокие эксплуатационные характеристики.

В результате исследования теплоемкости смазок установлено, что при повышении температуры нагрева товарного солидола его теплоемкость увеличивалась и к 100-110°С достигла 2300 Дж/(кг·К). Далее по мере увеличения температуры наблюдалось снижение теплоемкости смазки с последующим медленным ростом. Установлено, что теплоемкость при нагреве образцов во всех случаях увеличивалась равномерно и максимальное

значение получено в образце Литол на минеральной основе – более 2400 Дж/(кг·К).

Способность очищенного отработанного синтетического моторного масла и смазок на его основе уменьшать износ оценены в диапазоне нагрузок 392 – 784 Н при 20 °С (табл. 4).

**Таблица 4**

**Триботехнические характеристики исследуемых смазочных материалов**

№	Ряд нагрузок 1	Ряд нагрузок 2	Величина предельного износа	Величина износа очищенного масла	Величина износа смазки из очищенного масла	Величина износа смазки Литол-24
	Н	Н	(±0,15) мм	мм	мм	мм
1.	392		0,44	0,32	0,38	0,41
2.		416	0,45	0,31	0,39	0,40
3.		441	0,46	0,33	0,41	0,44
4.		465	0,46	0,34	0,42	0,44
5.	490		0,47	0,5	0,48	0,45
6.		519	0,47	0,62	0,55	0,57
7.		549	0,48	0,65	0,63	0,63
8.		588	0,49	0,71	0,74	0,75
9.	617		0,49	0,9	1,02	0,88
10.		657	0,50	0,95	2,5	2,8
11.		696	0,51	1,03	2,78	2,92
12.		735	0,51	1,2	3,1	2,93
13.	784		0,52	2,4	сварилось	3,3

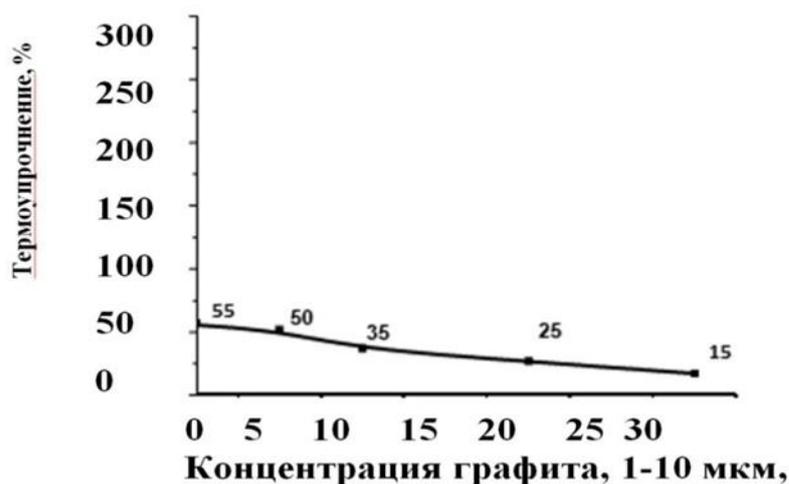
Третья глава диссертации под названием «**Модификация вторичных ресурсов угольной промышленности и применение мелкодисперсного графита в литиевых смазках**» посвящена разработке смазок с графитом и его модификациями, используемыми в качестве добавок или загустителя, а также механизмам их смазочного действия.

**Таблица 5**

**Реологические характеристики литиевых смазок с добавками графитов разной дисперсности (4 % масс.)**

Показатели	Без добавки	Литиевая смазка с графитом	
		150-170 мкм	1-10 мкм
1. Предел прочности на сдвиг $10 \text{ с}^{-1}$ , Па, при			
20 °С	700	650	720
50 °С	450	400	500
80 °С	300	300	320
2. Эффективная вязкость при $D = 10 \text{ с}^{-1}$ , Па·с, при:			
0 °С	180	182	220
20 °С	155	155	160
50 °С	75	78	75
3. Коллоидная стабильность, %	15,4	13,0	13,1

Определены реологические и триботехнические характеристики литевых смазок с графитовыми наполнителями Ангреноского бурого угля. Исследованы влияния дисперсности и количества графитового наполнителя на характеристики литевых смазок. Для проведения эксперимента готовили базовые смазки, а затем в них затирали графитовые наполнители Ангреноского бурого угля (4 % масс.) на трехвалковой перетирочной машине. Результаты оценки реологических свойств полученных смазок приведены в таблице 5.



**Рисунок 3. Влияние концентрации графита на термоупрочнение (в %) литевой смазки**

При оценке реологических характеристик литевой смазки с графитами дисперсностью 150-170 и 1-10 мкм в концентрации 4 % масс. предел прочности и коллоидная стабильность изменялся незначительно; эффективная вязкость меняется для всех добавок графита. При оценке влияния концентрации графита дисперсности 1-10 мкм на термоупрочнение литевой смазки эффективность добавки повышалась следующим образом (рисунок 3). Результаты оценки триботехнических характеристик литевой смазки приведены в таблице 6.

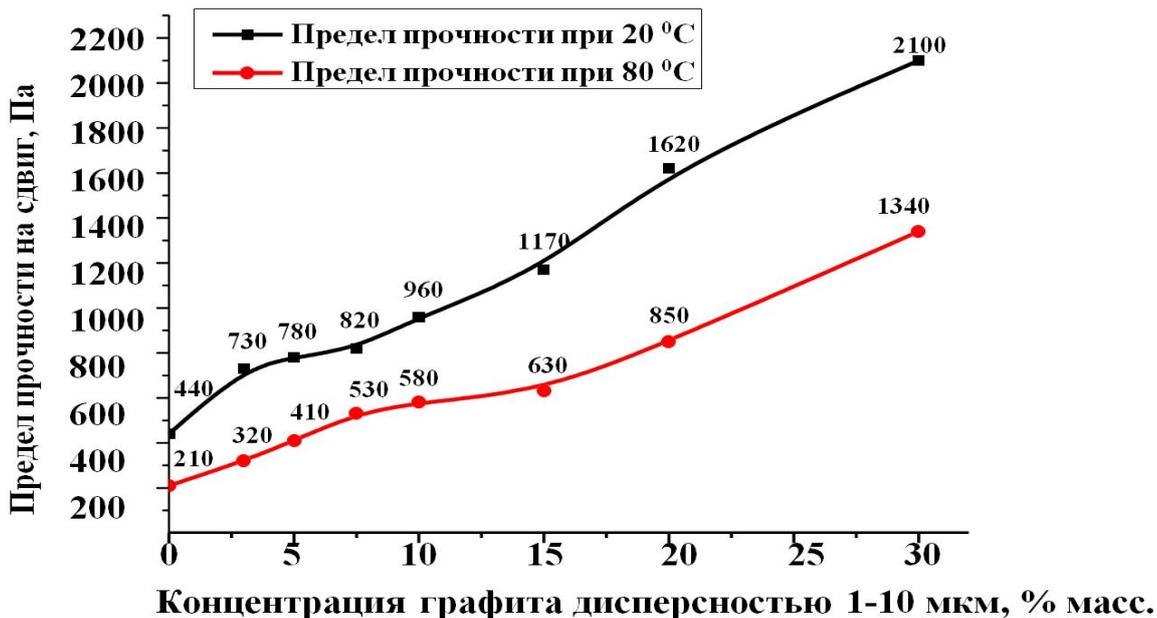
**Таблица 6**

**Триботехнические характеристики литевых смазок с добавками графитов разной дисперсности (10 % масс.)**

Показатели	Без добавки	Литевая смазка с графитом	
		150-170 мкм	1-10 мкм
1. Четырехшариковая машина ЧШМ: нагрузка критическая, Н нагрузка сваривания, Н индекс задира, Н диаметр пятна износа при нагрузке 392 Н, мм	630 1260 340 1,10	750 2720 460 0,80	790 3360 530 0,75
2. Вибротрибометр SRV: установившейся коэффициент трения диаметр пятна износа, мкм	0,16 1,3	0,21 1,9	0,18 1,7
3. Машина Фалекс-1: несущая способность, Н	Не выд.	2540	3160

При оценке триботехнических характеристик смазок с добавкой графита выявлено, что в литевых смазках при испытании на ЧШМ добавки графита дисперсностью 150-170 и 1-10 мкм улучшают показатели  $P_k$ ,  $I_z$ ,  $D_i$ , и существенно повышают показатель  $P_c$ . Эффективность графита

дисперсностью 1-10 мкм практически всегда была выше, чем графита дисперсностью 150-170 мкм. На вибротрибометре SRV происходит ухудшение и коэффициента трения и показателя  $D_{и}$  для смазок с добавками графита, что можно объяснить гетерогенностью смазочного слоя в зоне контакта. На машине трения Фалекс-1 для смазки с добавкой графита дисперсностью 150-170 мкм в 2 раза выше исходной смазки, а с добавкой дисперсностью 1-10 мкм в 3 раза. При испытаниях на вибротрибометре SRV показатели смазок с добавками графита хуже, чем для исходной смазки. Полученные результаты исследований свидетельствуют о большей эффективности добавки графита дисперсностью 1-10 мкм.



**Рисунок 4. Влияние концентрации угольной пыли на предел прочности литиевой смазки**



### Рисунок 5. Влияние концентрации графитового наполнителя на эффективную вязкость литиевой смазки

Так как добавки графита дисперсностью 1-10 мкм показали высокую эффективность в дальнейшей части работы исследовали влияние его концентрации на реологические и триботехнические характеристики литиевой смазки, изготовленной с использованием ОММ и 7,5 % масс. LioSt (рисунки 4-6).

При оценке реологических свойств литиевых смазок (рисунки 4-6) отмечено, что с увеличением концентрации добавки графита дисперсностью 1-10 мкм происходит монотонное увеличение показателей «предел прочности на сдвиг» и «эффективная вязкость», и уменьшение количества отпрессовываемого масла (показатель «коллоидная стабильность»).

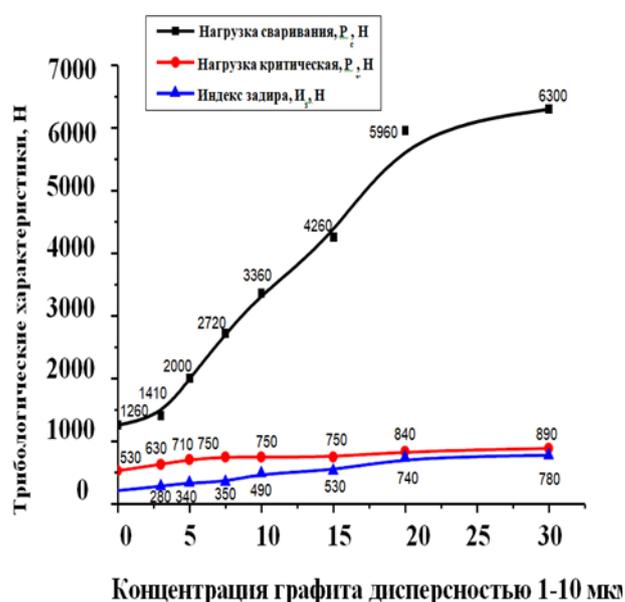
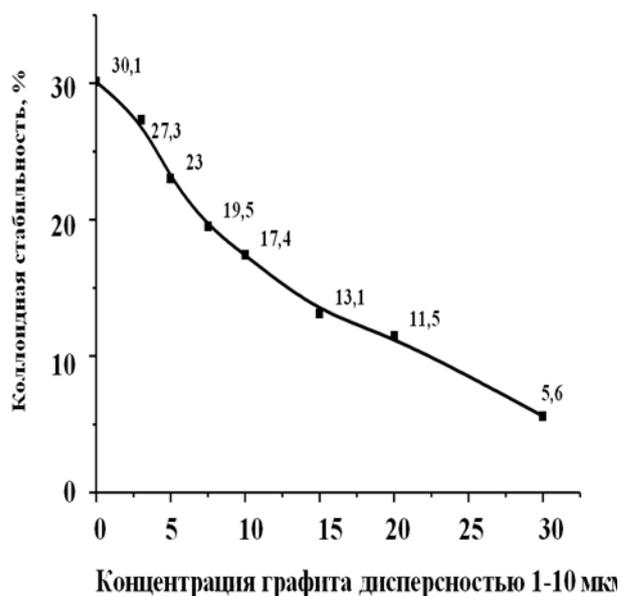


Рисунок 6. Влияние концентрации графитового наполнителя на коллоидную стабильность литиевой смазки.

Рисунок 7. Влияние дисперсности графита на триботехнические характеристики литиевой смазки в условиях точечного контакта.

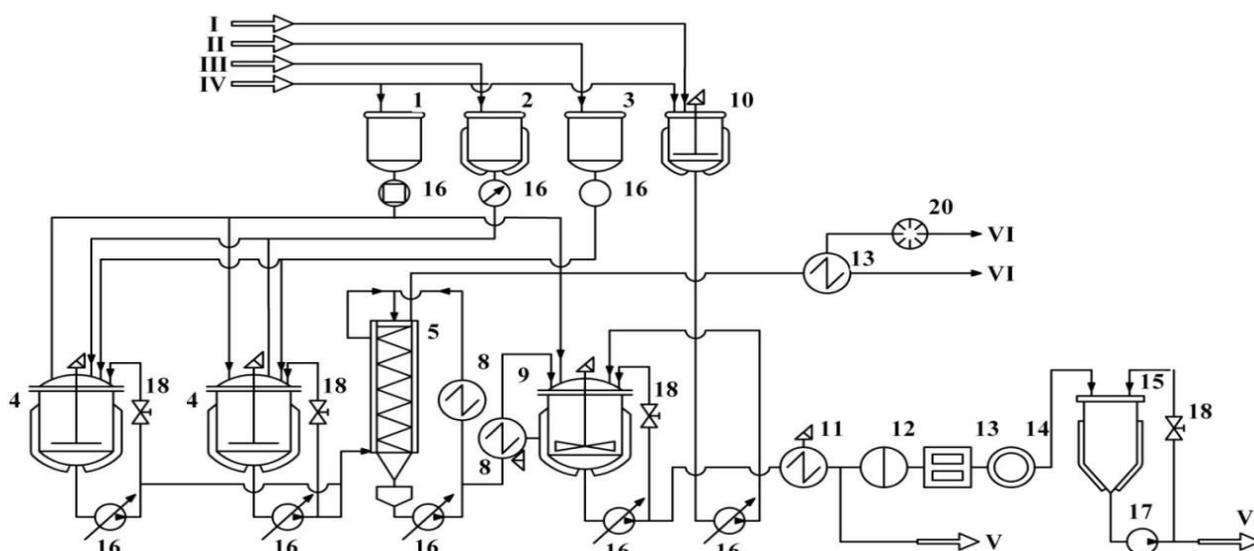
Таблица 7  
Влияние концентрации графита дисперсностью 1-10 мкм на триботехнические характеристики литиевой смазки

Концентрация графита, 1-10 мкм, % масс.	ЧШМ	SRV		Фалекс-1
	Ди, мм (P=392 Н)	μ	ди, мкм	Рнс, Н
-	1,90	0,13	Не выд.	Не выд.
3	0,70	0,14	1,1	1970
5	0,70	0,15	1,3	2540
7,5	0,72	0,16	1,5	3160
10	0,75	0,18	1,6	4160
15	0,80	0,21	1,8	6680
20	0,80	0,23	2,1	7000
30	0,80	0,24	2,5	7560

При оценке триботехнических свойств литиевых смазок (рис.7 и табл. 7) увеличение концентрации добавки графита дисперсностью 1-10 мкм повышает противозадирные характеристики на четырехшариковой машине ( $P_k$ ,  $P_c$  и  $I_3$ ) и машине трения Фалекс-1 ( $P_{нс}$ ).

Противоизносные характеристики на четырехшариковой машине (показатель  $D_{и}$ ) характеризуются диапазоном оптимальной концентрации – 3–7,5 % масс., а антифрикционные и противоизносные характеристики, определяемые на вибротрибометре SRV с увеличением концентрации добавки графита дисперсностью 1-10 мкм ухудшаются, что можно объяснить увеличением гетерогенности смазочного слоя в зоне контакта.

Лабораторные исследования получения литиевых смазок, модифицированных вторичными ресурсами угольной промышленности, позволили нам выбрать технологическую схему его получения (рис.8).



1-3 - емкости для сырья, 4 - реактор смеситель, 5 - выпарной аппарат, 6 - буфер, 7 - теплообменник, 8 - скребковый теплообменник, 9 – скребково - лопастной аппарат, 10 – аппарат для приготовления присадок и наполнителя, 11 - скребковый холодильник, 12 - фильтр, 13 - гомогенизатор, 14 - деаэрактор, 15 - накопитель, 16 - дозир. устройство, 17 - насос, 18 – гомогенизирующий клапан, 19 - конденсатор, 20 - вакуумный насос, I – присадки, наполнитель, II - раствор гидроксида металла, III - омыляемый компонент, IV - масло, V - готовая продукция, VI - конденсат, VII - несконденсированные газы.

**Рис.8. Технологическая схема производства смазок полупрерывным способом**

Основное сырье из емкости дозаторами передается в реактор, оснащенный быстродействующей мешалкой. Омыленная смесь, приготавливаемая попеременно в параллельно соединенных реакторах, дозаторами подается в выпарной аппарат, для извлечения свободной влаги. Далее смесь дозаторами через скребковый теплообменник отправляется в реактор 9 для термообработки. Затем смазку охлаждают до 145 – 165 °С для внесения присадок, после чего дозирующими насосами перемешанную смесь переводят в скребковый холодильник, гомогенизатор и деаэрактор и в заключении в накопитель для дальнейшей расфасовки. Число действующих реакторов подбирают так, чтобы при заданной производительности

осуществлялась непрерывная работа всех узлов. Рекомендуемая производительность 27 тон/сутки.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Научно – исследовательские работы, проведенные по разработке импортозамещающих литиевых смазок, модифицированных вторичными ресурсами угольной промышленности, позволили сформулировать следующие выводы:

1. Доказана эффективность применения щелочноземельной глины Навбахарского месторождения Узбекистана фракциями 0,073-0,25 мм и температурным интервалом 80-120°C для адсорбционной очистки ОММ, который позволяет максимально удалять влагу, непредельных углеводородов, азотистых и сернистых соединений, и способствует его осветлению, установлены оптимальные условия регенерации.

2. Разработан рациональный состав литиевых пластичных смазок на базе отработанных синтетических моторных масел, которая по своим основным физико-химическим свойствам не уступает известным аналогам на основе товарных базовых масел.

3. Получены новые научные и экспериментальные результаты, позволившие разработать смазки с высокими триботехническими свойствами за счет применения графита Ангреновского месторождения и его модификаций в качестве наполнителя.

4. Установлено, что воздействия концентрации и дисперсности добавки графита на триботехнические свойства литиевой смазки зависит от формы контакта пары трения.

5. Модернизирована существующая технологическая схема производства литиевых смазок, с добавлением дополнительной установки для приготовления присадок и наполнителей.

6. Разработаны импортозамещающие литиевые смазки, на базе отработанных моторных масел с использованием мелкодисперсного графита и его модификаций в качестве наполнителя и рекомендована для применения в тяжело нагруженных узлах трения.

7. Экономический эффект от применения разработанных составов литиевых пластичных смазок составляет 1312 сум с одного килограмма произведенной смазки.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREE OF  
DSc.03/28.02.2022.T.101.01 AT THE BUKHARA ENGINEERING-  
TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

---

**TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

**AZIMOVA SHODIYAKHON**

**OBTAINING IMPORT-SUBSTITUTING LITHIUM GREASES MODIFIED  
BY SECONDARY RESOURCES OF THE COAL INDUSTRY**

**02.00.08-Chemistry and technology of oil and gas**

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

**Tashkent – 2022**



## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of the research work** is to develop a set of greases and obtain it using regenerated used motor oils and secondary resources of the coal industry as a filler.

**Object of study.** Used engine oil, secondary resources of the coal industry, bentonite of the Navbakhar deposit were used as the object of study.

**The scientific novelty of the research work is as follows:**

the optimal mode was established - the fractional composition of bentonite is 0.073-0.25 mm and the temperature range is 80-120 ° C for cleaning used engine oil from moisture, unsaturated hydrocarbons, sulfur and nitrogen compounds;

an optimal composition of lithium grease has been developed, consisting of regenerated waste oil and base oil in a ratio of 30:70, and a dispersion medium to a dispersed phase of 80:20;

the fundamental possibility of increasing the tribotechnical properties of lithium greases by using graphite with different dispersions and a concentration of 4% as a filler has been proved;

It was found that when using lubricants under damage conditions with a limited-service life, the dispersion of graphite additives practically does not affect the tribotechnical properties of the friction triad "metal-lubricant-metal", and in friction units where the lubricant operates for a long period of time, finely dispersed graphite additives guarantee a higher level of antiwear characteristics;

the existing technological scheme for the production of lithium greases was modernized with the addition of an additional unit for the preparation of additives and fillers.

**Implementation of the research results.** Based on the obtained scientific results on the development of technology for the production of lithium greases from regenerated used motor oils and secondary resources of the coal industry:

lithium grease, where used motor oils are used as a dispersion medium and finely dispersed graphite is used as a filler, has been put into practice for lubricating the friction units of the rolling bearings of the crown block of drilling rigs at Uzneftgaz Burgulash Ishlari LLC (Reference No. 04-17-5 / 130 dated Uzbekneftegaz JSC dated September 6, 2021). As a result, due to its high operational properties, it contributed to an increase in wear resistance, a decrease in friction, a decrease in energy costs and gave significant savings;

the resulting lithium grease modified with secondary resources of the coal industry was put into practice at Uzneftgaz Burgulash Ishlari LLC for lubricating rolling bearings of crown blocks of drilling rigs (Reference No. 04-17-5 / 130 from Uzbekneftegaz JSC dated September 6, 2021). As a result, the rheological characteristics ensured the flow of the optimal amount of grease into the friction zone, the wear of friction parts decreased by 5-15% while increasing the service life.

**The structure and volume of the dissertation.** The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, applications. The volume of the dissertation is 116 pages.

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С., Арипджанов О.Ю., Азимов Д.М. Модификация литиевых смазок // *Kimyo va kimyoviy texnologiya*, 2020. – №1. – С. 27-30. (02.00.00, №3).
2. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С., Арипджанов О.Ю., Азимов Д.М., Насирова Н.К. Литиевые смазки с добавками отработанных моторных масел // *O'zbekiston neft va gaz jurnali*, 2020. – №1. – С.52-54. (02.00.00, №7).
3. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С., Турахужаев С.А., Азимов Д.М., Повх И.С. Характеристики и технология получения импортозамещающих комплексных литиевых смазок // *O'zbekiston neft va gaz jurnali*, 2020, – №3. – С.64-69. (02.00.00, №7).
4. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С., Турахужаев С.А., Азимов Д.М. Регенерация отработанных моторных масел бентонитом Навбахорского месторождения // *Kimyo va kimyoviy texnologiya*, 2020. – №3. – С. 50-55. (02.00.00, №3).
5. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С. Регенерация отработанных моторных масел бентонитом и оптимизация их использования // *Universum: технические науки*, 2020. – № 12(81). – С. 15-20. (02.00.00, №1).
6. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С. Prospects for the production of plastic lubricants based on regenerated synthetic motor oils *O'zbekiston neft va gaz jurnali*, 2021, – №3. – С.39-44. (02.00.00, №7).

**II бўлим (II часть; part II)**

7. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С., Азимов Д.М. Взаимосвязь фракционного состава и вязкостно-температурных свойств синтетических полиальфаолефиновых масел // *Республиканский межвузовский сборник научных трудов «Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук»*, Ташкент, 2020, с. 25-26.
8. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С., Азимов Д.М. Разработка технологии очистки отработанных моторных масел Узбекистана // *Сборник тезисов студенческой конференции «Нефть и газ-2020»* Ташкент, 29.02.2020, с. 233-234.
9. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С. Трансформация литиевых смазок // *Материалы международной конференции «Инновационное развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы»*. 26 май, 2020, Ташкент, с. 214-215.
10. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С., Султанов К.З., Ибрагимова И.З. Влияние состава пластичных смазок на их свойства // *Материалы международной конференции «Инновационное развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы»*. 26 май, 2020,

- Ташкент, с. 511-512.
11. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С. Смазки с добавками отработанных моторных масел // Материалы международной конференции «Инновационное развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы». 26 май, 2020, Ташкент, с. 620-621.
  12. Азимова Ш.А., Султанов К.З., Ибрагимов И.З. Инновационный подход к регенерации отработанных моторных масел Узбекистана // Материалы международной конференции «Инновационное развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы». 26 май, 2020, Ташкент, с. 685-686.
  13. Азимова Ш.А. Lubricants with additives of waste engine oils // XVI International Forum-Contest of Students and Young Researchers “Topical Issues of Rational Use of Natural Resources”. June 17th-19th, 2020.
  14. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С. Регенерация отработанных моторных масел бентонитом Навбахарского месторождения и исследования оптимизации их использования // Республиканская научно-техническая конференция «Инновационные разработки в сфере науки, образования и производства - основа инвестиционной привлекательности нефтегазовой отрасли». 3 ноябрь 2020, Ташкент, с. 322-338.
  15. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С. Способы исследования взаимодействий на границе раздела «смазочная среда-металл» пластичных смазок // Материалы Республиканской научно-практической конференции с международным участием учёных на тему: “Актуальные проблемы химической технологии”. 10-11 март, 2021, Ташкент, с. 144-145.
  16. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С. Влияние графитовых наполнителей на реологические и трибологические характеристики смазок с различной природой загустителя // Материалы Республиканской научно-практической конференции с международным участием учёных на тему: “Актуальные проблемы химической технологии”. 10-11 март, 2021, Ташкент, с. 147-149.
  17. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С. Применение графита и его модификаций в качестве загустителя пластичных смазок // «Умидли кимёгарлар-2021» Труды XXX научно-технической конференции молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата. Ташкент, с. 58-59.
  18. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С. Исследования графита и его модификаций в качестве антифрикционной добавки к литиевым смазкам // «Умидли кимёгарлар-2021» Труды XXX научно-технической конференции молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата. Ташкент, с.60-61.
  19. Азимова Ш.А., Арсланов Ш.С., Назарова Д.В., Бобоев А.С. Определение тонкости помола угольной пыли в качестве наполнителя для различных видов смазок // «Умидли кимёгарлар-2021» Труды XXX научно-технической конференции молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата. Ташкент, с. 223-224.