

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc 02/30.12.2019.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**КЎЧАРОВ АЗИЗБЕК АЛИШЕР ЎҒЛИ**

**АНГРЕН ҚЎНҒИР КЎМИРИНИ БОЙИТИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ  
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси**

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

**Тошкент–2023**

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

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

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

**Кўчаров Азизбек Алишер ўғли**

Ангрен кўнғир кўмирини бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш.....3

**Кучаров Азизбек Алишер угли**

Разработка технологии обогащения Ангенского бурого угля.....21

**Kucharov Azizbek Alisher ugli**

Development of technology for enrichment of Angen brown coal .....39

**Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати**

**Список опубликованных работ**

**List of published works**..... 42

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc 02/30.12.2019.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**КЎЧАРОВ АЗИЗБЕК АЛИШЕР ЎҒЛИ**

**АНГРЕН ҚЎНҒИР КЎМИРИНИ БОЙИТИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ  
ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси**

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

**Тошкент–2023**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.4.PhD/T1913 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация иши ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.  
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус ва инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси [www.ionx.uz](http://www.ionx.uz) ва “ZiyoNet” ахборот таълим порталига ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Юсупов Фарход Маҳкамович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Эргашев Ойбек Каримович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Жумаева Дилноза Жураевна**  
техника фанлари доктори, профессор

**Етакчи ташкилот:**

**Фарғона политехника институти**

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc 02/30.12.2019.К/Т.35.01 рақамли Илмий кенгашининг “30” май 2023 йил соат 15<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100170, Тошкент ш., Мирзо Улуғбек кўчаси 77-а Тел.: (+99871) 262-56-60, факс: (+99871) 262-76-90, e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (36-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент ш., Мирзо Улуғбек кўчаси 77-а Тел.: (+99871) 262-56-60, факс: (+99871) 262-76-90.

Диссертация автореферати 15 май 2023 йил куни тарқатилди.  
(2023-15 майдаги № 36 рақамли реестр баённомаси)



**B.S.Zakirov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
kengash raisi, k.f.d., prof.

**D.S.Salixanova**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
kengash kotibi, t.f.d., prof.

**I.D. Eshmetov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
kengash qoshidagi ilmiy seminar  
raisi o‘rinbosari t.f.d., prof.

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Бугунги кунда дунёда аҳолининг тез суръатлар билан ўсиб бориши натижасида аҳолини энергия билан таъминлаш тобора кескинлашиб бормоқда. Ушбу муаммо кўплаб нефт, газ ва бошқа турдаги ёқилғи энергия манбааларининг ривожлантириш бўйича юксак ютуқларга эришилганига қарамай XXI аср бошларига келиб ҳам ҳал этилмай қолмоқда. Бу муаммонинг ҳал этишнинг энг самарали усулларида бири кўмир манбаларига қайта ишлов бериш учун муқобил ёқилғи олишнинг янги усуллари ишлаб чиқиш ҳисобланади. Шу муносабат билан кўмир ёқилғисидан кенг миқёсда фойдаланиш учун илғор технологияларни жорий этиш ҳамда сифатсиз кўмир намуналарининг бойитишни янги самарали усуллари ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга.

Ҳозирги кунда дунёнинг етакчи илмий-тадқиқот марказлари томонидан кўмирни бойитишнинг иқтисодий самарадор технологияларини ишлаб чиқиш ва ушбу технологияларда қўлланиладиган кимёвий реагентларнинг янги авлодини яратиш йўналишида қатор илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада куллик даражаси юқори бўлган кўмирни минераллардан тозалашда мақбул хом ашёларни танлаш; технологияда сарфланадиган сув сарфини камайтиришнинг технологик режимини аниқлаш; гравитацион ва флотацион жараёнларнинг мақбул шароитларини ишлаб чиқиш; олинган флотореагентларнинг флотацион қобилятини аниқлаш; технологик чиқиндилардан иккиламчи хом ашё сифатида фойдаланиш имконини илмий асослаш; маҳаллий хом ашёлар асосида фойдаланишга яроқсиз кўмирнинг бойитиш технологиясини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда маҳаллий ҳомашёлар асосида кўмирни бойитишнинг иқтисодий самарадор технологияларини яратиш бўйича бир қатор илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «...саноатни сифат жиҳатдан янги босқичга кўтариш, маҳаллий хом ашё манбаларини чуқур қайта ишлаш, тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни жадаллаштириш, янги турдаги маҳсулотлар ва технологияларни ўзлаштириш»<sup>1</sup> вазифалари белгилаб берилган. Бу борада, жумладан, Ангрен кўнғир кўмирини бойитиш технологиясини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқотлар катта аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 1 майдаги ПҚ-4302-сон «Саноат кооперациясини янада ривожлантириш ва талаб юқори бўлган маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2017 йил 6 апрелдаги ПФ-4891-сон «Товарлар (ишлар, хизматлар) ҳажми ва таркибини танқидий таҳлил қилиш, импорт

---

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

ўрнини босадиган ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришни чуқурлаштириш тўғрисида»ги, 2015-йил 2 июлдаги 177-сонли “Кўмир саноати бошқариш тузилмасини такомиллаштириш ва унинг корхоналар фаолияти самарадорлигини ошириш чора тадбирлари тўғрисида”ги шунингдек 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236 сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида»ги Қарори ва Фармонлари ҳамда 2020 йил 12 августдаги ПҚ-4805 “Кимё ва биология йўналишларида узлуксиз таълим сифатини ва илм-фан натижадорлигини ошириш чора-тадбирлари туғрисида” қарори асосида мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII “Кимё технологиялар ва нанотехнология” устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Кўнғир ва тошкўмирларни физик-кимёвий хоссаларининг тадқиқи, қазиб олиш ва бойитиш технологиялари бўйича В. Е. Зайденварг, Т. А. Кулагина, В.А. Кулагин, А.С.Макарова, Л.И. Малцева, В.И.Мурко, К.Н.Трубейкой С. В. Алексеенко, А. А. Беляев, А. И. Борзов, ўзларининг илмий тадқиқот ишларида кенг маълумотлар берилган. Е.Г. Горлов, К. А. Григориев, Г. Н. Делягин, Schurmann Horst, Л.Л. Хотунцева, Э.М. Тай, В.Н. Крохин, А.Т. Элишевич, М.Г. Акопов, И.Ф. Пахал ва бошқа олимлар ушбу йўналишда илмий тадқиқотлар олиб боришган.

Ўзбекистонда коллоид кимё соҳасида Академик К.С. Ахмедов бошчилигидаги илмий мактаб яратилган бўлиб, уларнинг вакилларидан Э.А.Арипов, Ф.Л.Глекель, С.С.Хамраев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамходжаев, У.К.Ахмедов, С.З.Муминов, Г.У.Рахматқариев, Ф.М.Юсупов, Б.Н.Хамидов, В.П.Гуро, И.К.Сатаев, Г.Р.Нарметова, Р.К.Ахмедов ва бошқалар унинг ривожланиши учун салмоқли хисса қўшганлар. Ўзбекистонда кўмир кимёси ва уларни қайта ишлаш бўйича тадқиқот олиб борган олимлардан И.Календарев, Р.Р.Хайитов, И.Д.Эшметов, Д.Ж.Жумаева, Д.С.Салиханова каби олимларимиз ўзларининг илмий тадқиқотларини олиб боришган. Республикамиз олимлари томонидан кўмир хом-ашёсини тадқиқ қилиш бўйича бир қанча тадқиқотлар олиб борилган.

Мазкур диссертация ишида куллик даражаси юқори бўлган кўмирларни бойитиш технологияси ва ёниш иссиқлиги юқори бўлган кўмир намуналарини олиш имкониятлари кўрсатиб берилган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим ёки илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №1-30/10/2019 «2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали кўмирлар учун бойитиш технологиясини

ишлаб чиқиш ва уни “Ўзбеккўмир” АЖда жорий этиш мақсадида синовдан ўтказиш» мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** куллик даражаси юқори бўлган кўмирларни бойитишни кам харажатли ва самарали усулларини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

Кўнғир кўмирни бойитиш учун физик-механик хоссаларини ҳамда кимёвий хоссаларини таҳлил қилиш;

кўнғир кўмирни бойитиш жараёнига турли омилларнинг таъсирини аниқлаш;

кўмирни турли хил усулларда бойитиш орқали синовлар олиб бориш ва мақбул усулни тавсия қилиш;

кўнғир кўмирни бойитишнинг янгича технологик схемасини ишлаб чиқиш ва флотация орқали бойитиш мақсадида маҳаллий хом ашёлар асосида янгича композицион флотореагент олиш;

кўнғир ва тошкўмирни бойитишнинг технологик регламентини ва ташкилот стандартини ишлаб чиқиш;

кўнғир кўмирни бойитишнинг пилот қурилмасини яратиш;

такомиллаштирилган техник хусусиятларга эга кўмир намуналари олиш мақсадида ишлаб чиқилган технологияни саноат тажриба синовидан ўтказиш;

“Ўзбеккўмир” АЖ конлари шароитида саноат синов тажрибаларини ўтказиш ва жорий этиш.

**Тадқиқотнинг объекти сифатида** маҳаллий кўмир намуналари (Шарғун ва Ангрен конларининг турли хил кўмир маркалари), сульфанол, СФКМ-1, СФКМ-2, кўмирни бойитишдан чиққан чиқиндилар олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** флотация, намуналарнинг физик-механик хоссалари, гравитация, механик жараёнларнинг кинетикаси, технология босқичларини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқотлар жараёнида термогравиметрик анализ, дифференциал термик анализ, элемент анализ, сканерловчи электрон микроскопия, спектрофотометрия, комплекснометрия каби замонавий экспериментал тадқиқот усуллари қўлланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгиллиги қуйидагилардан иборат:**

кийин бойитиладиган кўмирларнинг физик-кимёвий хусусиятларини тадқиқ қилиш натижасида куллик даражаси 35-60 %, паст ёниш иссиқлиги 1500-2000 Ккал/кг бўлган 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали кўнғир кўмирларни куллик даражаси 20-35%, паст ёниш иссиқлиги 3200-4000 Ккал/кг бўлган ёқилғи массасини 75-80 % унум билан бойитиш имконияти илмий исботланган;

2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали кўнғир кўмирлар бойитилганда 3 мм дан 10 мм гача бўлган фракцион таркиб бошқа ўлчамдагиларга нисбатан юқори кулли кўмир зарраларидан ташкил топганлиги аниқланган;

кўнғир ва тошкўмирни бойитишда янги технологияси яратилди, бунда гравитация жараёнини тезлатиш учун СФКМ-2 маркали композиция ишлаб чиқилган бўлиб, бунда СФКМ-1 флотореагентини сульфанол билан ҳосил

қилган СФКМ-2 маркали композитсияси мақбул нисбати 50/50 эканлиги аниқланган;

тебранма элакда 6.0-15 МРа босим остида сув билан ювилиши, 10-20 даража бурчак остида жойлашуви ҳамда гравитация жараёнида барабан минутига 17-18 марта айланиши ва СФКМ-2 нинг гравитацион барабанда аралашуши энг мақбул эканлиги аниқланган;

флотореагент сифатида ишлаб чиқилган СФКМ-2 маркали композициядан фойдаланишда 100 л кўмир суспензиясига ишлаб чиқилган СФКМ-2 маркали композициядан 20 мин давомида 50 мл қўшилганда энг мақбул эканлиги аниқланган.

#### **Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:**

Кўмирни флотацион ва гравитацион усулда бойитишнинг технологиясида қўлланиладиган СФКМ-2 маркали флотореагент ишлаб чиқилган;

2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали фойдаланишга яроқсиз Ангрен қўнғир кўмирларини бойитиш технологияси яратилган;

бойитиш жараёни бўйича илмий-техник ҳужжатлар жумладан, технологик регламент ва ташкилот стандарти ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** термогравиметрик анализ, дифференциал термик анализ, элемент анализ, микдорий ва сифат рентгенографик таҳлил, сканерловчи электронмикроскопия, оптик эмиссион спектроскопия, спектрофотометрия, комплексонометрия каби замонавий усуллар ёрдамида экспериментал натижалар олинганлиги билан асосланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти, 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали фойдаланишга яроқсиз Ангрен қўнғир кўмирларини бойитиш учун СФКМ-1 флотореагентини ва сульфанола реагентларининг мақбул нисбатлари топилиб янги СФКМ-2 флотореагенти ишлаб чиқилди, унинг физик-кимёвий хоссалари, флотацион бойитишдаги самарадорлиги ҳамда бойитиш технологиясидаги бир қанча техник кўрсаткичларнинг ўрганилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, фойдаланишга яроқсиз кўмирларни қайта ишлаш имконияти, юқори куликка эга кўмир намуналарини турли минераллардан тозаланиши, бойитилган кўмир намуналарининг юқори ёниш иссиқлигига эгаллиги, кўмирдан ажратиб олинган чиқинди минералларни шиша саноатида ишлатиш орқали утилизация қилиш ҳамда ўқув жараёнларида бу маълумотлар манба сифатида хизмат қилади.

#### **Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.**

Қўнғир кўмирини бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш ёрдамида Ангрен кўмирини бойитиш ва унинг физик кимёвий таҳлил қилиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Ангрен қўнғир кўмирини бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш учун техник шарт «Ўзбеккўмир» ОАЖ билан келишилган ва Ўзбекистон Республикаси Санитария-эпидемиологик осойишталик ва жамоат

саломатлиги хизмати томонидан тасдиқланган (Ts 23766064-15:2021). Мазкур техник шарт маҳсулотнинг сифати ва технологик жараёнини назорат қилиш имконини берган;

Яратилган Ангрэн қўнғир кўмирини бойитиш технологияси «Ўзбеккўмир» ОАЖ да амалиётга жорий этилган («Ўзбеккўмир» АЖ нинг 2021-йил 08.07.2021 даги маълумотномаси). Натижада, фойдаланишга яроқсиз 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали қўнғир кўмирлардан фойдаланиш ва халқ хўжалигида қўллаш имконини беради.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 25 та, жумладан 8 та халқаро ва 17 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 30 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 3 та мақола республика, 1 та мақола хорижий журналларда ва 1 та монография нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, адабиётлар рўйхати, иловалардан иборат.

Диссертациянинг ҳажми 120 саҳифани ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асослаб берилган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари белгилаб олинган, объекти ва усуллари тавсифланган, илмий янгилиги белгилаб берилган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялар тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг амалий натижалари келтирилган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилиниш ҳолати, нашр қилинган мақолалар бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Қўнғир кўмирни бойитиш технологиясининг замонавий ҳолати: муаммо ва ечимлар»** деб номланган биринчи бобида ёқилғи энергетикасидаги ресурсларни асраш ва улардан оқилона фойдаланиш билан боғлиқ долзарб муаммоларни ечишнинг амалий ёндашуви ва назарий асослари келтирилган бўлиб, хусусан кўмирнинг бойитиш борасидаги илмий-техник адабиётлар, патентлар шарҳи ва жаҳон амалиёти тажрибалари ёритилган.

Диссертациянинг **«Хом ашё базасининг таҳлили ва экспериментал тадқиқотлар олиб бориш усуллари»** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот ишида фойдаланилган Давлат Стандартларига мувофиқ бўлган анъанавий ва замонавий тадқиқот усуллари келтирилган бўлиб, улар ёрдамида кўмир намуналарининг физик, кимёвий, механик, каталитик ва адсорбцион хоссалари, шунингдек кимёвий таркиби аниқланган. Ушбу бобда кўмир

намуналарини олиш усуллари ва технологияси, унда фойдаланилган хомашёлар ҳақида маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Кўмирни бойитишнинг мақбул шароитларини аниқлаш**» деб номланган учинчи бобида кўмирни бойитиш технологияси, флотация жараёни учун флотореагентларнинг физик-механик хоссалари ҳақида маълумотлар келтирилган.

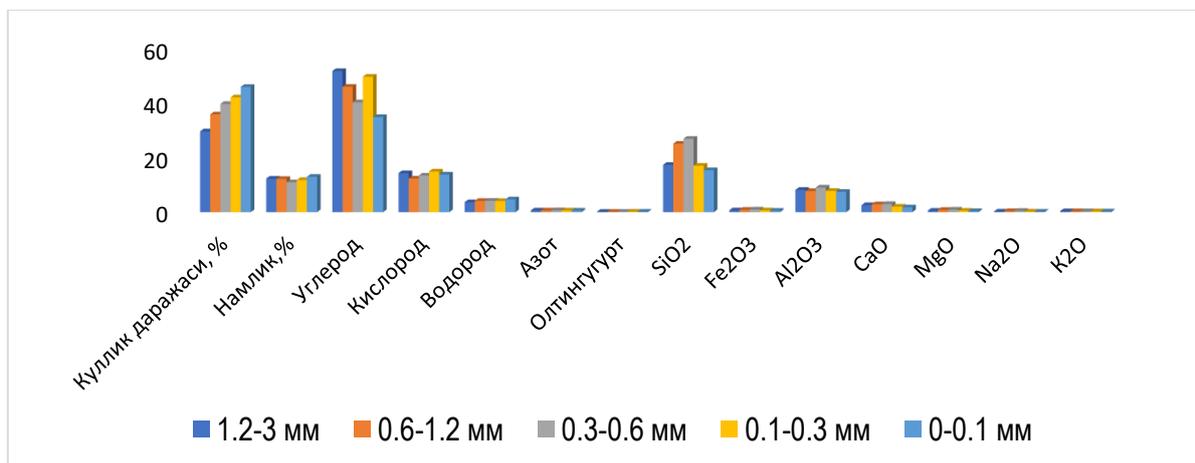
Илмий тадқиқот ишида Ўзбекистондаги Ангрен кўмир конидан қазиб олинган фойдаланишга яроқсиз 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали кўнғир кўмирларнинг сифатини яхшилаш мақсадида уларнинг сифат кўрсаткичлари аниқланиб, натижалар таҳлил қилинди (1-жадвал).

### 1-жадвал

#### Ангрен кўнғир кўмирларининг кимёвий таҳлил натижалари

Анализ тури	Кўрсаткичлар номи	2БР-Б2	2БОМСШ-Б2
Техник анализлар	Намлиги, %	11.5	14.2
	куллик даражаси, А°, %	48.09	52.44
	юқори ёниш иссиқлиги ккал/кг	1610-2450	1540-2380
Элемент таркиби, %	Углерод, С	63-77	60-75
	Кислород, О	16-28	17-34
	Водород, Н	4.0-6.3	4.2-5.8
	Азот, N	0.7-1.4	0.5-1.5
	Олтингугурт, S	0,1-1,8	0,1-1,8
Кўмир кули кимёвий таркиби, %	SiO <sub>2</sub>	58.1	66.9
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.1	1.6
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.6	18.2
	CaO	8.4	7.9
	MgO	1.8	2.3
	Na <sub>2</sub> O	0.6	0.9
	K <sub>2</sub> O	1.2	0.7

Қийин бойитиладиган кўмирларнинг физик ва физик-кимёвий характеристикалари аниқланиб, бойитилаётган синфнинг чегараси ва бойитишнинг рухсат этилган технологик кўрсаткичлари аниқланди бунда куллик даражаси 35-60 %, ёқилғи массасини ажратиш 75-80 % га тенг эканлиги кузатилди. Ёқилғи массаси ва кўмир турининг ажралиши 3 дан 10 мм. ҳамда юқори минералли кўмир фракцияси борлиги аниқланди. Қийин бойитиладиган кўмирларни физик ва физик-кимёвий характеристикалари аниқланди (1-расм). Кўп жинсли кўмирларни фракцияларга ажратилди ва кўллилик даражаси ўрганилди. Хар хил фракцияларда натижаларнинг турлича эканини жадвалдан куриш мумкин. Агар куллик даражалари фарк килса, кўмирнинг кимёвий таркибида ҳам ўзгаришларни кўриш мумкин.



**1-расм. 2БОМСШ-Б2 кўмирнинг кимёвий таркибини фракцияларга боғликлиги**

Кўпик ҳосил қилувчи реагент сифатида СФКМ-2, Экофол 440 S ва бутил спирти ишлаб чиқариш қолдиқларидан фойдаланилиб, СФКМ-2 нинг физик кимёвий хусусиятлари бошқа импорт маҳсулотлари билан таққосланганда юқори натижага эришилди. Флотореагентлар кимёвий таркиби 2-жадвалда келтирилган.

**2-жадвал**

**Турли хил флотореагентлар ва уларнинг таркиби**

Флотореагентлар номи	Таркибидаги кимёвий гуруҳлар, %
Термогазойл	ароматик углеводородлар-41
	тўйинмаган углеводородлар-29
	парафинлар ва нафтенлар-30
ЛДП	тўйинмаган углеводородлар-60
	аренлар-10
Экофол 440 S	2-этил-1-гексанол-18,3-18,6
	нормал занжирли (C9-C12) спиртлар-5,6-6,0
	тармоқланган занжирли (C10-C13) спиртлар-14,0-14,5
	2-(дисиклокси)-этанол-14,0-14,5
	йоғ кислоталарининг (C10-C12) эфирлари-2,2-2,5
	тармоқланган олефинлар (C10-C12) -32,8-33,0
СКФМ-2	йоғ кислоталарининг (C10-C18) эфирлари-2,2-2,5
	нормал занжирли (C6-C20) углеводород радикаллари-5,6-6,0
	Занжирли углеводород радикаллари C15-C20 ва сулфогуруҳлар, $-C\equiv N$ , $N=O$ , $R-NO_2$ $C=O$ гуруҳли бирикмалар
	ОН гуруҳи борлигини аниқлайди, углеводород радикаллари $C_{12}-C_{20}$ ва органик тузлар

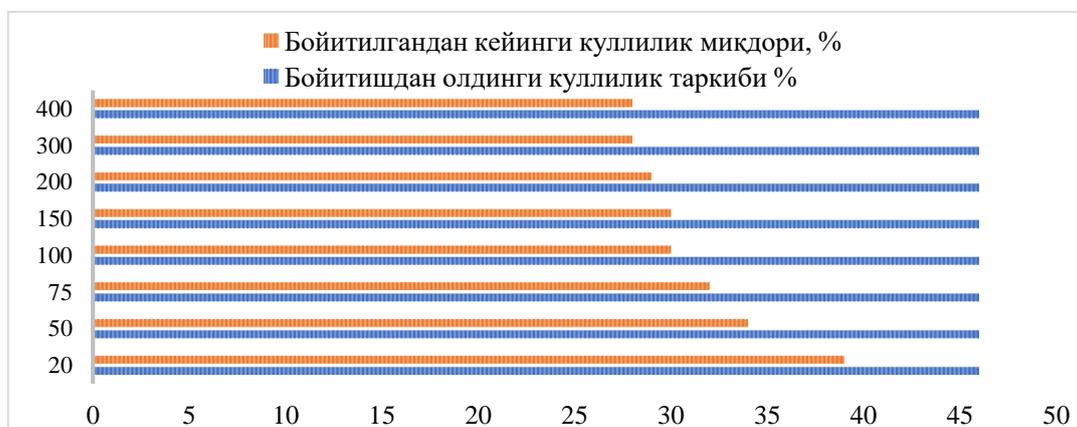
Бунда СФКМ-1 маркали сирт фаол модда сульфанола моддаси билан модификация қилинди ва СФКМ-2 маркали флотореагент олинди. СФКМ-1 нинг карбоксил гуруҳидаги ёки сульфанола таркибидаги кислород ва радикал таркибидаги водородлар орасида вужудга келадиган водород боғланишлар натижасида турли хил композициялар ҳосил бўлган. Олинган композициянинг физик кимёвий хусусиятлари ўрганилган. Натижада, сирт фаоллик хусусияти ва флотореагентлик хоссаларидан келиб чиқиб 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали Ангрен қўнғир кўмирларини флототацион бойитиш жараёни учун тадқиқ қилинган.

Олинган натижаларга кўра, СФКМ-1 флотореагентини сульфанола билан ҳосил қилган СФКМ-2 маркали композитсияси мақбул нисбати 50/50 эканлиги аниқланди (2-расм). Олинган композициянинг сирт фаоллик хусусияти туфайли 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали Ангрен қўнғир кўмири бойитилганда куллик даражаси 46 % дан 28 % гача камайтирилганлиги аниқланган.



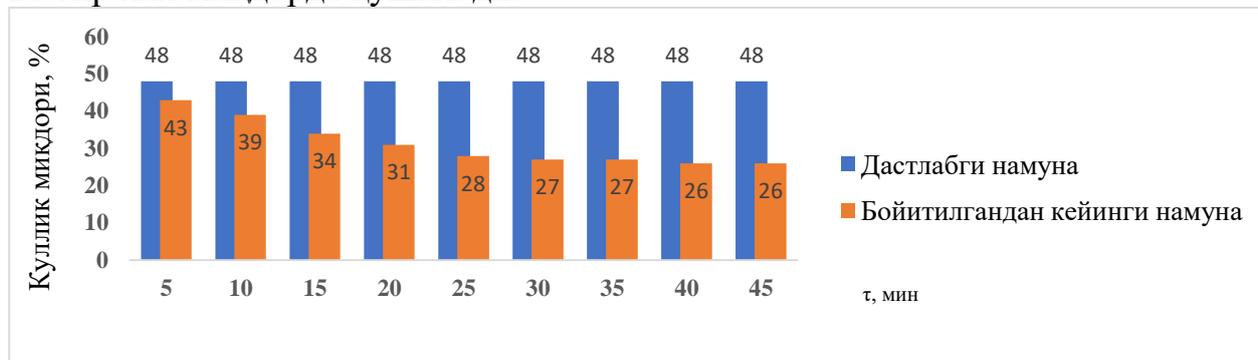
**2-расм. СФКМ-2 ни сульфанола билан ҳосил қилган СФКМ-2 маркали композитциясининг куллик даражасини камайтиришга таъсири**

Бойитилган 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали Ангрен қўнғир кўмирининг физик кимёвий хусусиятлари таҳлил қилинганда, энг мақбул ҳажм 50 мл эканлиги аниқланган (3-расм). Бунда 50 мл реагент қўшилганда юқори иқтисодий самарали ва энергия тежамкорликка эришилиши кузатилди.



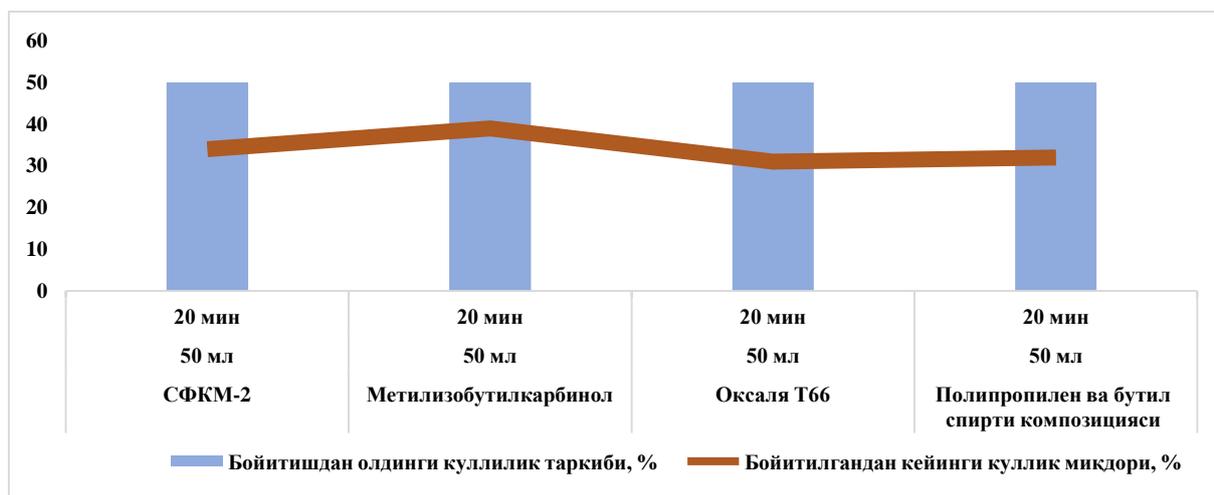
**3-расм. СФКМ-2 моддасини 100 л суспензияга қўшилаётган миқдори**

О'zDSt талабига кўра куллик даражаси 34% гача бўлган кўнғир кўмир фойдаланишга яроқли ҳисобланади. Ангрен кўнғир кўмирини 15 минут давомида реакция олиб борилганда иқтисодий самарали яъни энергия тежамкор мақбул шароит эканлиги аниқланди (4-расм). Тажрибада кўмирни бойитишда ишлатиладиган сирт фаол модда танланиб, унинг унимдорлиги ўрганилган. Бунинг учун сифатли ва флотация жараёнида ишлатиладиган кўпик ҳосил қилувчи реагент сифатида СФКМ-2 танлаб олиниб бир хил вақт ва бир хил миқдорда кўшилади.



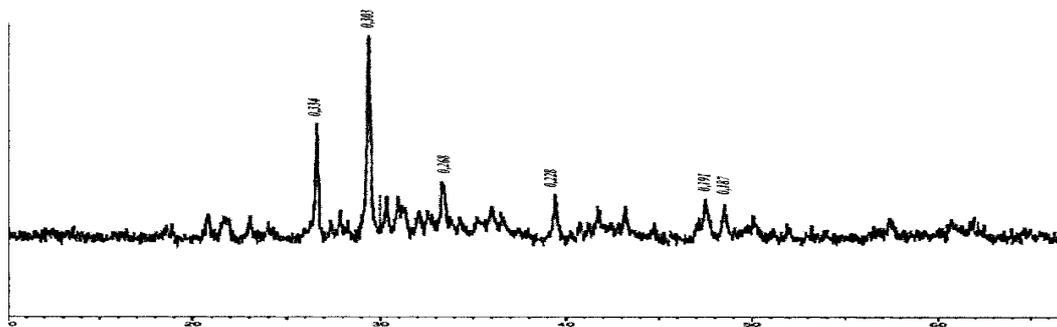
**4 -расм. СФКМ-2 моддасини 100 л суспензияга кўшиладиган вақти**

Олинган натижалардан кўриниб турибдики, Оксаля Т-66 маркали кўпик ҳосил қилувчи реагентдан фойдаланиб кўмир гравитацион ва флотацион бойитилганда ижобий кўрсаткичли натижага эришилган. Бу модда асосида олинган СФКМ-2 ёрдамида гравитацион ва флотацион бойитилганда О'zDSt талабларига мос кўмир намуналари олинди (5-расм). 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали Ангрен кўнғир кўмир намуналари ишлаб чиқилган тажриба қурилмасида бойитилган.



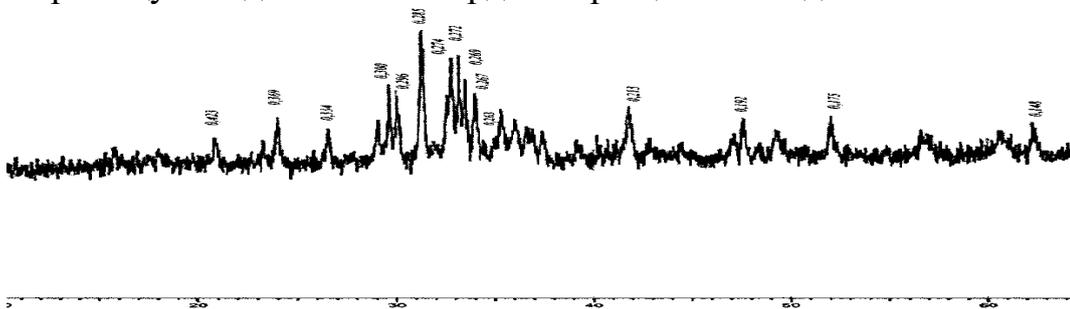
**5- расм. Кўмирни бойитишда ишлатиладиган сирт фаол моддалар таҳлили**

Кўмирни бойитиш натижасида ҳосил бўладиган технологик чиқинди ва ҳозирда шиша ишлаб чиқариш корхонасида фойдаланиладиган кремний оксиди композитларининг тузилиши рентген нурлари диффракцияси диффрактограмма эгрлари ёрдамида таққослаш йўли билан тадқиқ қилинди.



**6-расм. Кремний бирикмасининг дифрактограммаси**

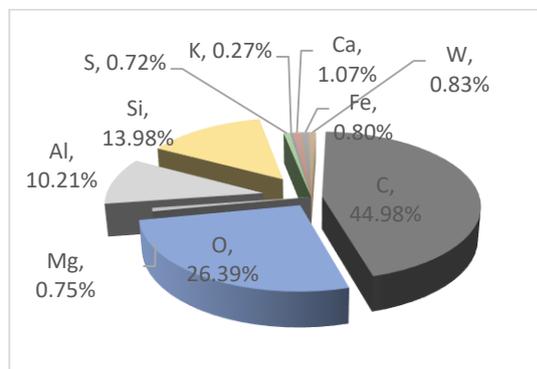
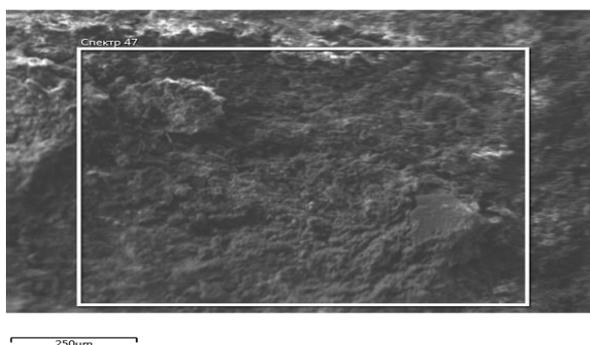
Технологик чиқинди ва кремний тўрт оксидининг диффракция шакли уларнинг кристалл тузилишини кўрсатади. Кристалл тузилишли кремний бирикмаларидан фойдаланиш шиша саноати учун қўлланиладиган кремний бирикмаларига қуйиладиган талаблардан бири ҳисобланади.



**7 -расм. Технологик чиқиндининг дифрактограммаси**

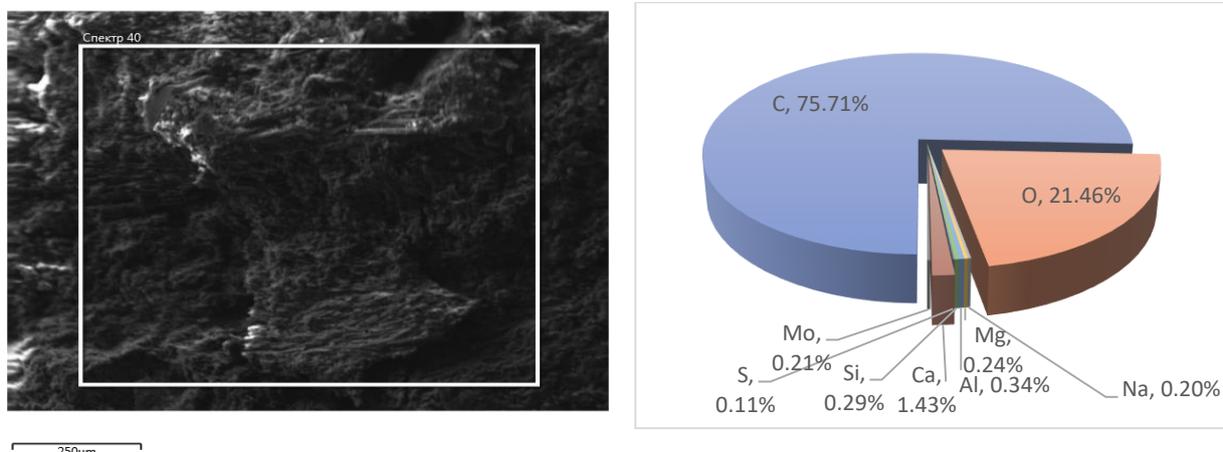
Кремний бирикмаси эгри чизиғини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, намунада 200<sup>0</sup>С гача бўлган ҳароратда деярли ҳеч қандай ўзгаришлар рўй бермайди, вазн йўқотиш жуда кичиклиги туфайли, уларни эътиборсиз қолдириш мумкин (6-расм), аммо технологик чиқиндида бошқача кўриниш кузатилади, бу ерда 200<sup>0</sup>С гача вазн йўқотиш сезиларли ва уларни эътиборсиз қолдириб бўлмайди. Уларнинг қиймати умумий массанинг 7 дан 9% гача етиши 6-7-расмларда келтирилган натижалардан кўриниб турибди.

Бойитишдан олдин ва бойитиш натижасида олинган 2БР-Б2 маркали Ангрен кўнғир кўмири сирт юзасининг ҳолати сканерланган электрон микроскоп ёрдамида ўрганилди.



**8-расм. Бойитишдан олдинги 2БР-Б2 маркали Ангрен кўнғир кўмирининг электрон микроскоп ёрдамида олинган тасвири ва унинг элемент таркиби**

Тадқиқот давомида олинган электрон микроскоп тасвирларидан маълум бўлдики, бойитишдан олдинги Ангрен кўнғир кўмирининг юзаси текис, чунки сирт юзасидаги ғоваклар очилмаган (8-расм).



**9-расм. Бойитилгандан кейин 2БР-Б2 маркали Ангрен кўнғир кўмирининг электрон микроскоп ёрдамида олинган тасвири ва унинг элемент таркиби**

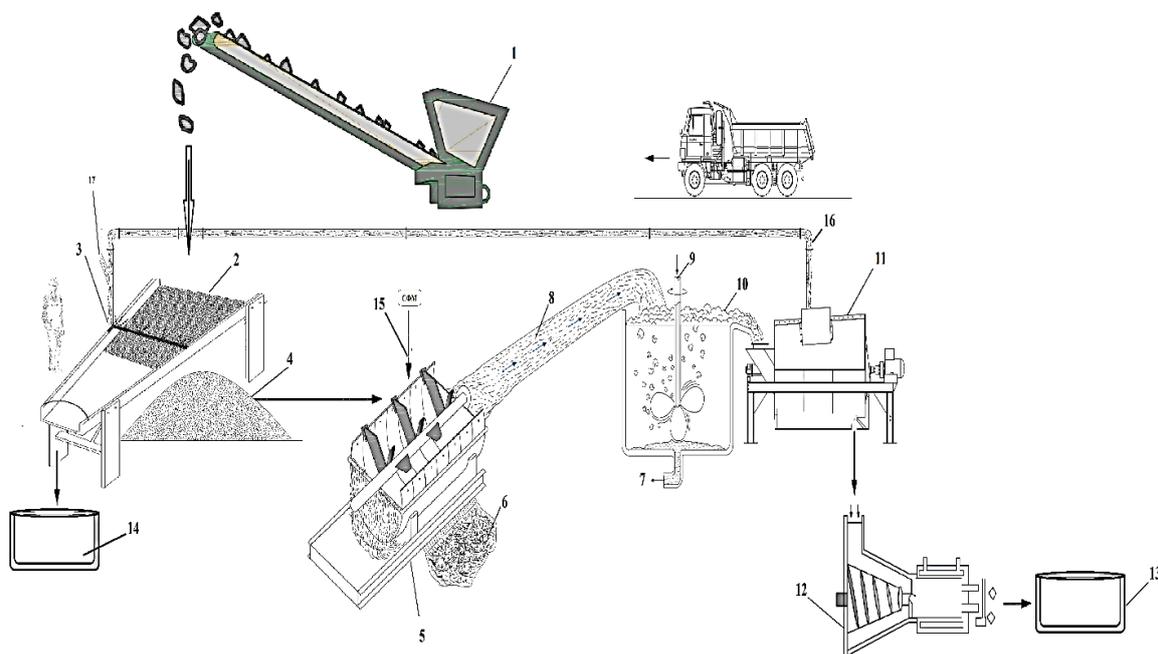
СЭМ таҳлили шуни кўрсатадики, бойитишдан олдинги намуналарда 2БР-Б2 маркали Ангрен кўнғир кўмир таркибидаги қўшимчалар ҳисобига тасвирда кўмир қисм юзаси тиниқ эмас. Углерод 45%, алюминий 10% ва кремнийнинг миқдори 14% эканлигини элемент таркибидан маълум. Бунда кремний ва алюминийни камайтириш орқали углерод миқдори ортганини кўриш мумкин (9-расм).

Диссертациянинг “Кўмирни бойитиш жараёни ва уларнинг таснифи” деб номланган тўртинчи бобда кўмирни бойитиш вақтида борадиган жараёнлар ва уларнинг таснифи ўрганилган. 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 кўнғир кўмир маркаларини бойитиш учун аввал у тебранма элакдан ўтказилди ва кичик фракцияли кўмирлар гравитацион барабанга юборилди. Катта бўлақларининг сифати ёмон бўлса майдалагичда майдаланади. Гравитациявий барабанда кимёвий ишловдан ўтиб, турли минерал таркибдан тозаланади. Барабандан ўтган кўмирлар флотация реакторида қайта ишланади ва кўмир қуритиш мосламасига юборилади. Бойитилган ва қуритилган кўмирлар брикетлаш машинасига юборилади ва брикет шаклида тайёр маҳсулот олинади (10-расм).

Тажирибада 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали кўнғир кўмирнинг ёниши натижасида ҳосил бўлган кул ўрганилди, уларнинг минерал таркиби (35-60%) кўплиги аниқланди ва кул миқдори текширилди. Кўмир кулида кўп миқдорда кремний, алюминий ва калций оксидлари мавжудлиги кўзатилди.

Яратилган пилот ускунада «Ўзбеккўмир» ОАЖ Ангрен кўмир конида жойлашган 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 маркали кўнғир кўмирнинг 0-30 см фракцияли намуналари бойитилди. Бунинг учун кўмир намуналари дастлаб босим остида артизан суви юборилади ва тебранма элакдан ўтказилади.

Тебранма элак 0.3-1.0 см лик ситадан иборат бўлиб, эни 80 см ва буйи 100-120 смга тенг. (11-расм).



**10-расм. Кўмирни бойитишнинг технологик схемаси**

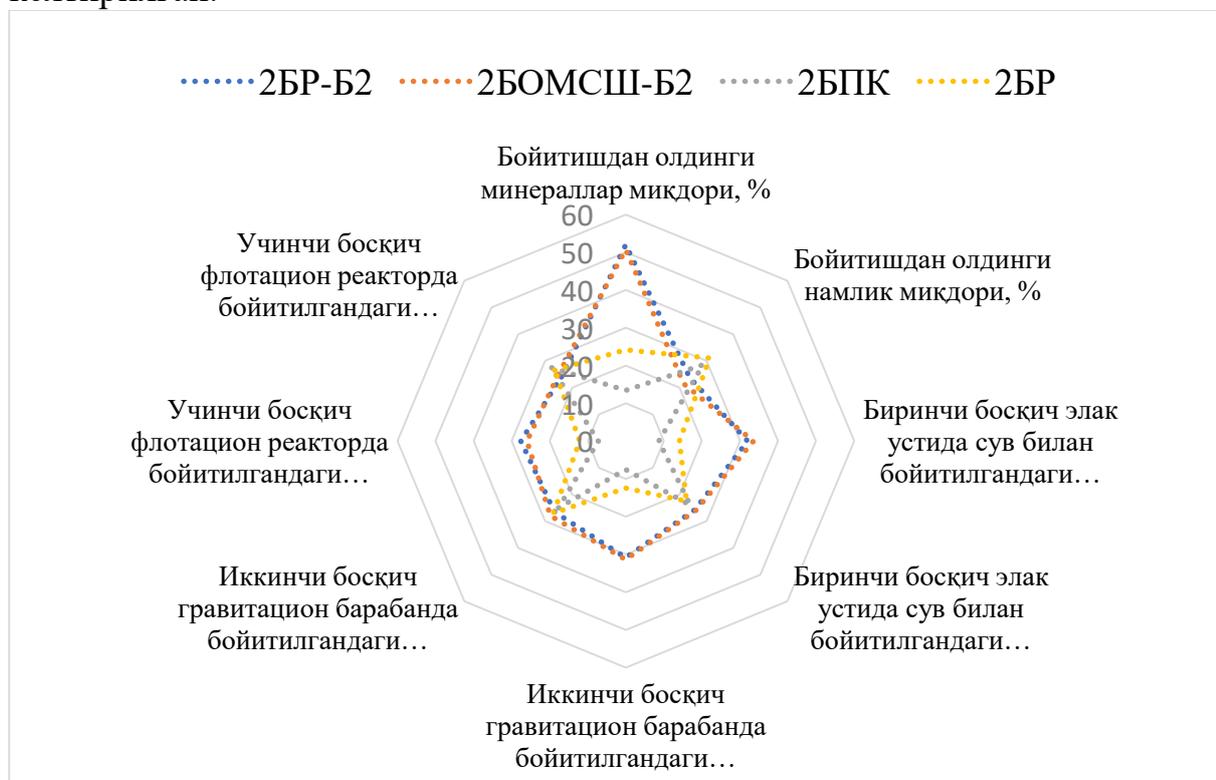
1-дастлабги кўмир намуналари, 2-тебранма элак, 3-сув крани 4 -элакдан ўтган кўмир, минерал қисм ва сув, 5-гравитацион барабан, 6, 7- технологик чиқинди, 8- конвейер орқали ўтаётган суспензия ҳолатидаги кўмир ва минерал қисм. 9- ҳаво учун кран, 10-флотацион реактор, 11- куритиш мосламаси, 12- брикет қурилмаси, 13,14-тайёр маҳсулот, 15-СФМ солинадиган қисм, 16- куритиш мосламасидан чиқадиган сув, 17- оқова сув



**11-расм. Кўмирни бойитиш учун яратилган пилот қурилмаси**

Бойитиш жараёнида флотареагент сифатида йиғгичлар ва кўпик ҳосил қилувчилар биргаликда комплекс реагент сифатида қўлланилади. Кўпик ҳосил қилувчилар органик сирт актив моддалар бўлиб, кўпикнинг ташқи қаватида адсорбцион парда ҳосил қилади ва кўпикнинг барқарорлигини оширади. Йиғгичлар органик моддалар бўлиб, молекуласи қутбсиз (углеводородли) ва қутбли (карбоксил, гидроксил ва бошқа) қисмлардан тузилган бўлади. Бу моддалар ўзининг қутбли қисми билан кўмир юзасига адсорбцияланади ва кўмир гидрофоблигини кескин оширади. Натижада гидрофоб кўмир заррачалари пуфакчалар сиртида йиғилиб суюқлик юзасига қалқиб чиқади. Қалқиб чиққан концентрат ажратиб олинади ва қурилади. 2БР-Б2 ва маркали кўмирни флотацион бойитиш натижалари келтирилган (12-расм).

Қазиб олинаётган кўмир таркибида майда фракциялар миқдори кўп бўлиб, бойитиш жараёнида шу майда фракцияларни ажратиб олиш аҳамиятли ҳисобланади. Майда фракцияларни бойитишнинг самарали усулларида бири флотация жараёни ҳисобланади. Бунда биринчи босқич элак устида сув билан бойитилгандаги минераллар миқдори 25.7 % ни ташкил қилган. Бунда фракция ўлчами 3-100 мм орасида бўлади ва намлик 27-35 % ни ташкил қилади. Иккинчи босқич гравитацион барабанда бойитилгандан сўнг минераллар миқдори 30.9 % ни ташкил қилган. Намлик эса кўмир намуналари филтрлаб кейин ҳисобланганда 26.5 % ни ташкил қилган. Учинчи босқич флотацион реакторда бойитилгандаги минераллар миқдори 25.7 % гача тушганини ва намлиги 24-30 % миқдоридаги натижалар 12-расмда келтирилган.



**12-расм. Турли маркали кўнғир кўмирларни яратилган пилот қурилмаси ёрдамида бойитилгандаги натижалар таҳлили**

Яримсаноат усулида 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали кўнғир кўмирларни бойитиш жараёнида чиқадиган технологик чиқиндидан хом-ашё сифатида фойдаланиб КТ маркали жигарранг шиша олинди. Бу шишанинг O'zDsT ва Республикада чиқадиган КТ маркали жигарранг шишалар билан солиштирилганда бошқа шишалардан қолишмайдиган шиша олинди ва натижалари 3-жадвалда келтирилган. Олинган шишанинг физик-кимёвий хоссалари белгиланган талаблар асосида текширилиб ўзаро таққосланди.

### 3-жадвал

#### Бойитиш жараёнида чиқадиган технологик чиқиндини шиша саноатида қўллагандаги КТ маркали жигарранг шишанинг хоссалари

Шишанинг технологик кўрсаткичлари		Шиша маркалари			
		КТ	КТ	КТ	КТ
		O'zDsT	Campalia	Асл ойна	Технологик чиқинди/ ишлатиладиган кўмир нисбати 40/60
Кимёвий таркиби	SiO <sub>2</sub>	71.1(±2.5)	72.09	72.2	70.9
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.3±1.5	2.8	3.1	3.3
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0.278		0.29
	CaO	11.0(±1.5)	6.8	11.0	6.9
	MgO		3.4		3.7
	Na <sub>2</sub> O	14.3 ± 0.9	14.1	14.2	14.4
	K <sub>2</sub> O		0.09		0.2
	SO <sub>3</sub>	0,3	0.1	0.2	0.1
Зичлиги ГОСТ 32131-2013		2.47-2.51	2.5023	2.4955	2.5049
Сувга чидамлиги ГОСТ 32131-2013		0≥0.35	0.21	0.18	0.19
Кимёвий барқарорлиги ГОСТ 32131-2013		0≥0.35	0.17	0.21	0.17
Температурага чидамлиги ГОСТ 32131-2013		+	+	+	+

Лаборатория шароитида дастлабки синовдан ўтказилган натижалар асосида ЎзР ФА УНКИ "Кимёвий технология, газни қайта ишлаш ва СФМ" лабораториясида яратилган технология иштирокида кўмир намуналари

бойитилиши Ўзбеккўмир ОАЖ да ярим саноат синовдан ўтказилди. Натижада, Ўзбеккўмир ОАЖ да саноат миқёсида кўмирларни бойитиш технологиясини жорий этишга тавсия берилди. Дастлабки иқтисодий кўрсаткичлар натижалари шуни кўрсатдики, кўнғир кўмир намуналари бойитилганда йиллига 4000 тонна кўмир учун 1,3 млрд. сўмлик кутилаётган иқтисодий самарага эришилади.

Тадқиқотда олиб борилган изланишлар асосида яроқсиз холдаги кўмир намуналаридан фойдаланиш учун янги турдаги бойитиш технологияси яратиш бўйича долзарб илмий-техникавий муаммолар ҳал этилиши кўзатилади.

## ХУЛОСАЛАР

1. Кўнғир кўмирининг физик-механик хоссалари ва кимёвий таркиби таҳлил қилинди, бунда кўмир намуналарининг фракция ўлчами кичик (0-5 мм) намуналарда куллик даражаси юқорилиги (48-55%) ҳамда ёниш исскилиги пастлиги аниқланди, бойитишнинг асосий параметрлари ва сувли муҳитда минераллардан тозалашнинг мақбул шароитлари аниқланди.

2. Ишлаб чиқилган технология асосида биринчи бор куллик даражаси 50-55% лик Анрген кўнғир кўмирини гравитацион ва флотацион усуллар ёрдамида 20-30 % гача туширилиб, натижада ёниш исскилигини 1000 кж дан 5000 кж гача оширилди.

3. Гравитация жараёнини тезлаштиришнинг мақбул шароитлари аниқланди, бунда барабанн бир минутда 16-18 марта айланиш ва 120-200 л сувда 20 мин давомида 100 кг кўмир СФКМ-2 ёрдамида бойитиш мақбул эканлиги аниқланди.

4. Флотацион реагент сифатида маҳаллий хом ашёлар асосида яратилган сульфаноли моддаси асосида СФКМ-2 маркали янги композиция яратилди. Бойитиш жараёнида уларни қўллашнинг мақбул шароитлари сифатида 50 мл композицияни 20 мин давомида фойдаланишнинг параметрлари ўрганилиб флотореагентларнинг хоссалари ва уларнинг моделлари таклиф этилди.

5. СФКМ-2 нинг гравитацион ва флотацион усулларда қўлланилганда куллик даражасини тадқиқи ва уларнинг физик кимёвий таҳлиллари олиб борилди. Ҳар хил усулда бойитилган кўмирларнинг ёнувчанлик даражаси ошишига хизмат қилувчи куллик миқдори ва кимёвий таркиби, шунингдек технологик чиқиндининг кристал тузилиши ўрганилди.

6. Олинган натижалар асосида, тадқиқот ишида кўнғир кўмирни бойитиш учун чиқиндисиз технология ишлаб чиқилди. Бунда технологик чиқинди ҳисобланган сувни қайтадан гравитацион барабанга йўналтирилиши сув муаммосини олдини олишга эришилди. “САНПАЛИА” МЧЖ да фойдаланиладиган кўмир ва технологик чиқинди нисбатини 60/40 нисбатда қўллаш орқали мақбул режим ишлаб чиқилди. Кўмирдан ажратиб олинган чиқинди ҳолатдаги минераллар шиша ишлаб чиқариш саноати учун тавсия берилди.

7. «Ўзбеккўмир» ОАЖ да Анрген кўмир конидан қазиб олинган фойдаланишга яроқсиз 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали кўнғир кўмирларнинг

сифатини яхшилаш мақсадида, мазкур тавсия этилган технологияни амалиётда жорий қилиш учун пилот қурилма яратилди. Кўмирларни бойитиш учун тажриба-саноат синови ўтказилди ва жорий этишга тавсия берилди.

8. Танланган кўмир маркалари учун уларни бойитиш орқали талаб этиладиган иқтисодий самарадорлик кўрсаткичларининг моддий баланси ишлаб чиқилди. Яроқсиз ҳолатдаги кўмирларни бойитиш натижасида, Республикамиздаги 2,0 млн тонна кул миқдори юқори (48-65 %) сифатсиз кўмирнинг куллик миқдори 20-35% гача туширилди. Бунда йиллик иқсодий самарадорлик 4000 тонна кўмирдан 1,3 млрд. сўмлик кутилаётган иқтисодий самарага эришилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc 02/30.12.2019.К/Т.35.01 ПРИ ИНСТИТУТЕ  
ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ**

---

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**КУЧАРОВ АЗИЗБЕК АЛИШЕР УГЛИ**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ АНГРЕНСКОГО  
БУРОГО УГЛЯ**

**02.00.11 – Коллоидная ва мембранная химия**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)**

**Ташкент–2023**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2020.4.PhD/Т1913 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии АН РУз.  
Автореферат диссертации размещен на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на веб-странице Научного совета по адресу [www.ionx.uz](http://www.ionx.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу [www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Юсупов Фарход Маҳкамович</b> доктор технических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Эргашев Ойбек Каримович</b> доктор химических наук, профессор <b>Жумаева Дилноза Жураевна</b> доктор технических наук, профессор
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Ферганский политехнический институт</b>

Защита диссертации состоится «30» мая 2023 года в «15<sup>00</sup>» часов на заседании Научного совета 02/30.12.2019.К/Т.35.01 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77а, Тел.: (99871)2625660; факс: (99871)2627990; e-mail [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за №36, с которой можно ознакомиться в информационно ресурсном центре (100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77а, тел: (+99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан «15» мая 2023 года.  
(реестр протокола рассылки №36 от «15» мая 2023 года).



**Б.С. Закиров**  
Председатель научного совета по  
присуждению ученой степени, д.х.н., проф.

**Д.С. Салиханова**  
Ученый секретарь научного совета по присуждению  
ученой степени, д.т.н., проф.

**И.Д. Эшметов**  
Зампредседателя научного семинара при научном  
совете по присуждению ученой степени, д.т.н., проф.

## **ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора наук (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Во всем мире на сегодняшний день, в результате быстрого роста населения, все более актуальным становится обеспечение населения энергией. Эта проблема остается нерешенной до 21 века, несмотря на высокие успехи, достигнутые в освоении многих нефтяных, газовых и других видов топливных источников энергии. Одним из наиболее эффективных путей решения этой проблемы является разработка новых способов получения альтернативных видов топлива для переработки угольных ресурсов. В связи с этим важно внедрение передовых технологий крупномасштабного использования угольного топлива и разработка новых эффективных методов обогащения низкокачественных проб углей.

В настоящее время ведущие мировые научно-исследовательские центры проводят ряд научных исследований в направлении разработки экономически эффективных технологий обогащения углей и создания химических реагентов нового поколения, используемых в этих технологиях. В связи с этим особое внимание уделяется на выбор оптимального сырья для обессоливания углей с высоким уровнем зольности; определение технологического режима снижения расхода воды в технологии; разработка оптимальных режимов гравитационных и флотационных процессов; определение флотационной способности полученных флотореагентов; научное обоснование возможности использования технологических отходов в качестве вторичного сырья; разработке технологии обогащения непригодных углей на основе местного сырья.

В нашей Республике достигается ряд научных и практических результатов по созданию экономичных и эффективных технологий обогащения углей на основе местного сырья. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан поставлены задачи «...поднятия отрасли по качеству на новый уровень, глубокая переработка местных источников сырья, ускорения производства готовой продукции, освоения новых видов продукции и технологий»<sup>1</sup>. Большое значение имеют научные исследования, направленные на разработку технологии обогащения ангреноского бурого угля.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан от 1 мая 2019 г. № УП-4302 «О мерах по дальнейшему развитию производственной кооперации и расширению производства востребованной продукции», УП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию химической отрасли и повышению ее инвестиционной привлекательности», ПП-4891 от 6 апреля 2017 года «О критическом анализе объема и состава товаров (работ, услуг), углублении локализации

---

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

импортозамещающего производства», УП-177 от 2 июля 2015 года «О мерах по совершенствованию структуры управления угольной промышленностью и повышению эффективности ее предприятий», а также УП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы» и УП-4805 от 12 августа 2020 года «О мерах по повышению качества непрерывного образования и продуктивности науки в области химии и биологии», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

**Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Узбекистана VII. «Химическая технология и нанотехнология».

#### **Степень изученности проблемы.**

Исследование физико-химических свойств бурых и каменных углей, технологий добычи и обогащения В. Э. Зейденварг и другие ученые проводили научные исследования в этом направлении.

Зайденварг и другие ученые проводили научные исследования в этом направлении по изучению физико-химических свойств бурого угля и угля, технологий добычи и обогащения.

В. Е. Зайденварг, Т. А. Кулагина, В.А. Кулагин, А.С.Макарова, Л.И. Малцева, В.И.Мурко, К.Н.Трубецкой С. В. Алексеенко, А. А. Беляев, А. И. Борзов в своих научно-исследовательских работах по изучению физико-химических свойств бурых и каменных углей, технологии добычи и обогащения дали обширную информацию. Е.Г. Горлов, К. А. Григориев, Г. Н. Делягин, Schurmann Horst, Л.Л. Хотунцева, Э.М. Тай, В.Н. Крохин, А.Т. Элишевич, М.Г. Акопов, И.Ф. Пахал и другие ученые также проводили научные исследования в этом направлении.

В Узбекистане была создана научная школа в области коллоидной химии под руководством академика К.С. Ахмедова, представители которой Э.А.Арипов, Ф.Л.Глекель, С.С.Хамраев, С.Н.Аминов, А.А.Агзамходжаев, У.К.Ахмедов, С.З.Муминов, Г.У.Рахматкариев, Ф.М.Юсупов, Б.Н.Хамидов, В.П.Гуро, И.К.Сатаев, Г.Р.Нарметова, Р.К.Ахмедов и другие ученые внесли значительный вклад в ее развитие. Среди ученых, проводивших исследования по химии углей и их переработке в Узбекистане, свои научные исследования вели такие наши ученые, как И.Календарев, Р.Р.Хайитов, И.Д.Эшметов, Д.Ж.Жумаева, Д.С.Салиханова. Ученые нашей республики провели ряд исследований по изучению угольного сырья.

В данной диссертационной работе показана технология обогащения углей с высоким уровнем зольности и возможности получения образцов углей с высокой теплотой сгорания.

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

Диссертационное исследование в соответствии с планом научно-исследовательской работой Института общей и неорганической химии

реализуется в рамках контракта №1-30/10/2019 на тему «Разработка технологии обогащения углей 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 и ее испытания с целью внедрения на АО «Узбекуголь».

**Цель исследования.** Разработка малозатратных и эффективных способов обогащения углей с высоким содержанием золы.

**Задачи исследования:**

анализ физико-механических свойств и химических свойств бурого угля для обогащения;

определить влияние различных факторов на процесс обогащения бурого угля;

проведение испытаний по обогащению угля различными способами и рекомендация оптимального метода;

разработка новой технологической схемы обогащения бурого угля и получение нового композиционного флотореагента на основе местного сырья для обогащения методом флотации;

разработка технологических регламентов и организационных стандартов по обогащению бурых и каменных углей;

создание пилотного устройства для обогащения бурого угля;

проведение опытно-промышленных испытаний разработанной технологии с целью получения образцов угля с улучшенными техническими характеристиками;

Проведение и внедрение опытно-промышленных опытов в месторождениях АО «Узбекуголь».

**Объектами исследования** являются местные пробы углей (разные марки угля месторождений Шаргун и Ангрэн), сульфанола, СФКМ-1, СФКМ-2, отходы обогащения углей.

**Предметом исследования** являются флотация, физико-механические свойства образцов, гравитация, кинетика механических процессов, разработка технологических стадий.

**Методы исследования.** В ходе исследований были использованы современные экспериментальные методы исследования, такие как термогравиметрический анализ, дифференциально-термический анализ, элементный анализ, сканирующая электронная микроскопия, спектрофотометрия, комплексонометрия.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

Доказано, в результате исследований физико-химических свойств трудных обогащенных углей установлено, что бурые угли марок 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 с зольностью 35-60%, с низшей теплотой сгорания 1500-2000 Ккал/кг топливные массы обогащаются до зольности 20-35%, малой теплотой сгорания 3200-4000 Ккал/кг с выходом 75-80%;

определено, что буроугольная фракция от 3 мм до 10 мм состояла из угольных частиц с высокой зольностью по сравнению с другими размерами при обогащении бурых углей марки 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2;

определено, в результате создания новой технологии обогащения бурых и каменных углей разработан марочный состав СФКМ-2, ускоряющий гравитационный процесс, в котором оптимальное соотношение марочного состава СФКМ-2, образующего СФКМ-1 флотореагент с сульфанолам составляет 50/50;

определено, промывка угля маркой 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 водой под давлением 6,0-15 МПа и установка под углом 10-20 градусов, а также вращение барабана 17-18 раз в минуту в процессе гравитации и перемешивания СФКМ-2 в гравитационном барабане признаны оптимальными;

доказано, что при использовании разработанной композиции марки СФКМ-2 в качестве флотореагента желаемый результат был достигнут при добавлении 50 мл композиции СФКМ-2 на 100 л угольной суспензии в течение 20 минут.

**Практические результаты исследования** заключается в следующем:

Разработан флотореагент СФКМ-2, применяемый в технологии флотации и гравитационного обогащения углей;

создана технология обогащения негодных Ангрениских бурых углей марок 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2;

разработаны научно-технические документы по процессу обогащения, в том числе технологический регламент и стандарт организации.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность информации, представленной в диссертации основана на экспериментальных результатах, полученных с использованием современных методов, таких как термогравиметрический анализ, дифференциальный термический анализ, элементный анализ, количественный и качественный рентгеноструктурный анализ, сканирующая электронная микроскопия, оптическая-эмиссионная спектроскопия, спектрофотометрия, комплексонометрия.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследований заключается разработкой нового флотореагента СФКМ-2 путем нахождения оптимальных соотношений флотореагента СФКМ-1 и сульфаноламовых реагентов для обогащения непригодных Ангрениских бурых углей 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2, изучением его физико-химических свойств эффективность во флотационном обогащении и технологии обогащения объясняется изучением ряда технических показателей.

Практическая значимость результатов исследований заключается возможностью переработки непригодных к использованию углей, очистки проб углей с высокой зольностью от различных минералов, высокой теплоты сгорания обогащенных проб углей, утилизации извлекаемых из углей отработанных полезных ископаемых с использованием их в стекольной промышленности, и эта информация служит ресурсом в образовательных процессах.

**Внедрения результатов исследования.** На основании полученных научных результатов по обогащению ангрениского угля и его физико-химического анализа с применением разработки технологии обогащения бурого угля:

заключен технический контракт с АО «Узбекуголь» на разработку технологии обогащения Ангренского бурого угля и одобрен Санитарно-эпидемиологической службой мира и здравоохранения Республики Узбекистан (Ts 23766064-15:2021). Этот технический контракт позволял контролировать качество продукта и технологического процесса;

созданная технология обогащения Ангренского бурого угля внедрена в практику на АО «Узбекуголь» (справка АО «Узбекуголь» от 08.07.2021). В результате негодные бурые угли 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 были использованы и допущены к использованию в народном хозяйстве.

**Апробация результатов исследования.** Результаты этих исследований были представлены и обсуждены на 25, в том числе 8 международных и 17 республиканской научно-практических конференциях.

**Объявление результатов исследования.** Основные результаты диссертации изложены в 30 научных работ, из них 3 статьи в республиканских журналах, 1 статья в зарубежных журналах, 1 монография в научных изданиях, рекомендованных к публикации диссертации основных научных результатов доктора философии Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения, рекомендаций к производству, использованных источников литературы, приложений. Основной печатный текст диссертации составляет 120 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обосновывается актуальность и востребованность, цель и задачи темы диссертации, а также характеризуются объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, излагаются научная новизна и практические результаты исследований, обоснована достоверность полученных результатов, изложены теоретическая и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние технологии обогащения бурого угля: проблемы и пути решения**» изложены практический подход и теоретическая база решения актуальных проблем, связанных с сохранением и рациональным использованием ресурсов топливной энергетики, в частности, освещаются научно-техническая литература, обзоры патентов и мировой опыт по обогащению угля.

Во второй главе диссертации «**Анализ сырьевой базы и методы проведения экспериментальных исследований**» описаны традиционные и современные методы исследования в соответствии с Государственными Стандартами, применяемыми в научно-исследовательской работе, с их помощью которого определяли физико-химические, механические,

каталитические и адсорбционные свойства образцов угля, а также их химический состав. В данной главе приведены сведения о методах и технологии отбора проб угля, а также об используемом при этом сырье.

В третьей главе диссертации «**Определение оптимальных условий обогащения угля**» были изучены сведения о технологии обогащения углей, физико-механических свойствах флотореагентов для флотации.

В научно-исследовательской работе с целью повышения качества непригодных бурых углей 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2, добываемых на Ангреном угольном месторождении в Узбекистане, были определены их качественные показатели и проведен анализ результатов (1-таблица).

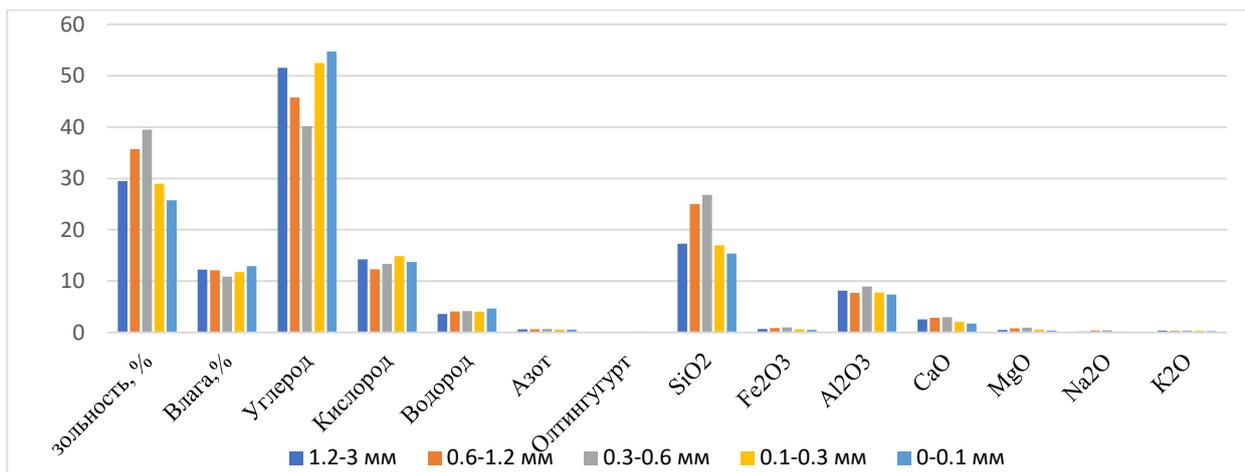
**1-таблица**

**Результаты химического анализа Ангреномских углей**

Вид анализа	Название показателей	2БР-Б2	2БОМСШ-Б2
Технические анализы	Влажность, %	11.5	14.2
	степень зольности, А°, %	48.09	52.44
	высокая теплота сгорания ккал/кг	1610-2450	1540-2380
Состав элемента, %	Углерод, С	63-77	60-75
	Кислород, О	16-28	17-34
	Водород, Н	4.0-6.3	4.2-5.8
	Азот, N	0.7-1.4	0.5-1.5
	Сера, S	0,1-1,8	0,1-1,8
Химический состав угольного зола, %	SiO <sub>2</sub>	58.1	66.9
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.1	1.6
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.6	18.2
	CaO	8.4	7.9
	MgO	1.8	2.3
	Na <sub>2</sub> O	0.6	0.9
	K <sub>2</sub> O	1.2	0.7

Путем определения физических и физико-химических характеристик трудно обогащаемых углей определены границы класса обогащения и допустимые технологические показатели обогащения, отмечено, что уровень зольности составляет 35-60 %, отделение топливной массы 75-80 %.

Установлено, что разделение топливной массы и типа угля составляет от 3 до 10 мм и присутствует высокоминеральная угольная фракция. Определены физические и физико-химические характеристики труднообогащаемых углей (1-рис.). Различные виды углей были разделены на фракции и изучен уровень зольности. Из таблицы видно, что результаты в разных фракциях разные. Если уровни зольности различаются, то можно наблюдать и изменения в химическом составе угля.



**1-рис. Зависимость химического состава угля марки 2БОМСШ-Б2 от фракций**

В качестве пенообразователей использовали СФКМ-2, Экофол 440 S и остатки производства бутилового спирта (КОБС), физико-химические свойства СФКМ-2 по сравнению с другими импортными продуктами достигли высокого результата. Химический состав флотореагентов представлен в 3-таблице.

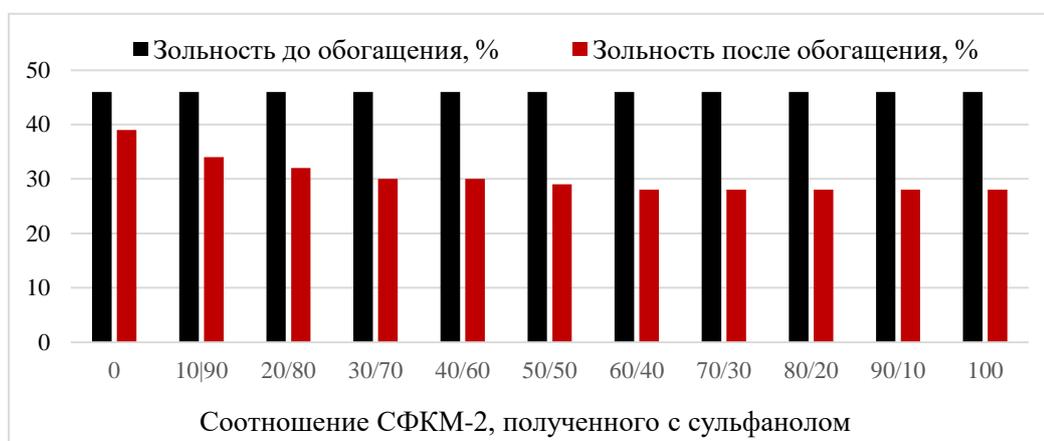
**3-таблица**

**Различные флотореагенты и их состав**

Название флотореагентов	Химические группы в его составе, %
Термогазойл	Ароматические углеводороды – 41
	Ненасыщенные углеводороды – 29
	Парафины и нафтены – 30
ЛДП	Ненасыщенные углеводороды – 60
	Арены – 10
Экофол 440 S	2-этил-1-гексанол - 18,3–18,6
	Спирты с нормальной (C <sub>9</sub> -C <sub>12</sub> ) цепью - 5,6–6,0
	Спирты с разветвленной (C <sub>10</sub> -C <sub>13</sub> ) цепью -14,0–14,5
	2-(дисиклокси)-этанол - 14,0–14,5
	Эфиры жирных кислот (C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub> ) - 2,2–2,5
	Разветвленные олефины (C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub> ) - 32,8–33,0
СКФМ-2	Эфиры жирных кислот (C <sub>10</sub> -C <sub>18</sub> ) - 2,2–2,5
	Радикалы углеводородов с нормальной цепью (C <sub>6</sub> -C <sub>20</sub> ) - 5,6–6,0
	Углеводороды с цепными радикалами (C <sub>15</sub> -C <sub>20</sub> ) и сульфогруппы, соединения с –C≡N, N=O, R-NO <sub>2</sub> C=O группами
	Обнаруживает наличие группы OH
	Радикалы углеводород C <sub>12</sub> -C <sub>20</sub> и органические соли

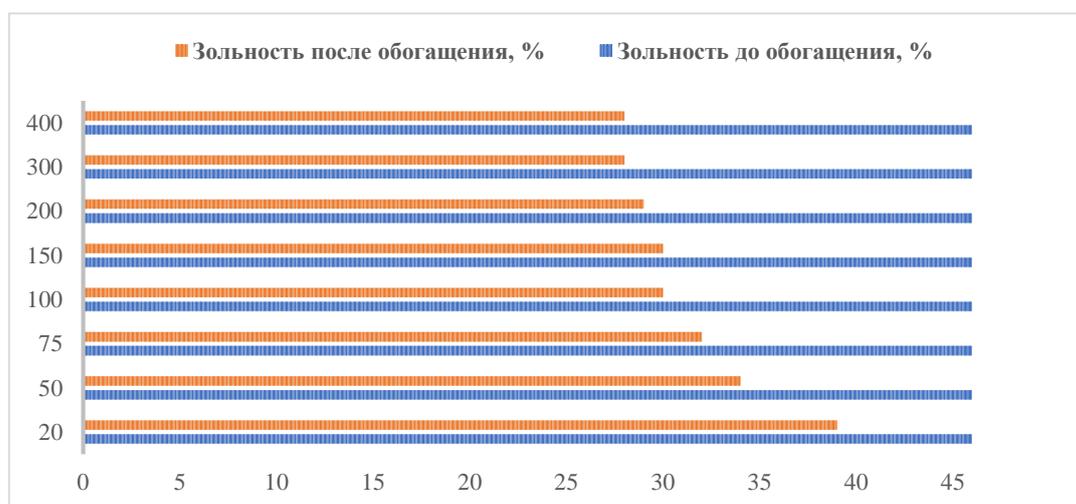
В данном случае поверхностно-активное вещество марки СФКМ-1 модифицировали сульфанолам и получили флотореагент марки СФКМ-2. В результате образования водородных связей между кислородом в карбоксильной группе СФКМ-1 или сульфанолам и водородом в радикале образовались различные композиции. Изучены физико-химические свойства полученных композиций. В результате был изучен Ангренские бурые угли марки 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 для процесса флотационного обогащения по поверхностно-активным и флотационным свойствам.

По полученным результатам установлено, что оптимальное соотношение состава марки СФКМ-2, образующего флотореагент СФКМ-1 с сульфанолам, составляет 50/50 (2-рис.). За счет поверхностной активности полученной композиции было установлено, что зольность снизилась с 46% до 28% при обогащении ангрениских бурых углей 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2.



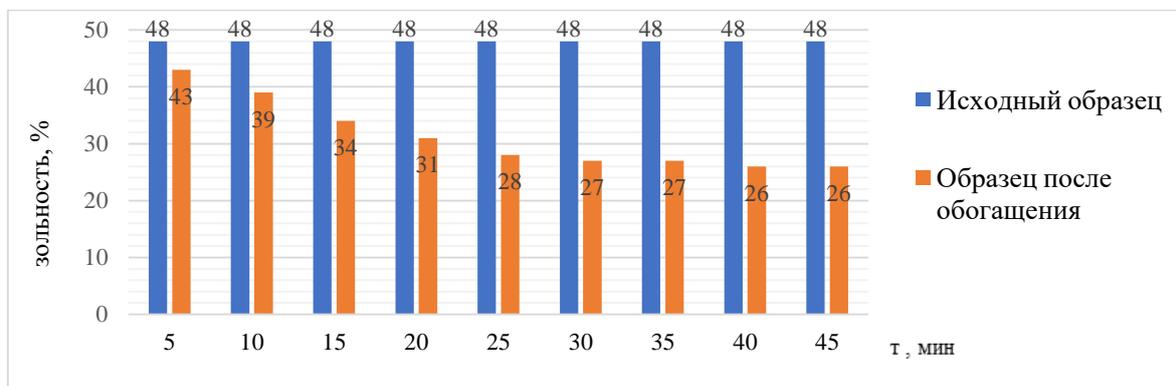
**2-рис. Влияние СФКМ-2 на снижение зольности композиции марки СФКМ-2, образуемой с сульфанолам**

При анализе физико-химических свойств обогащенных Ангрениских бурых углей 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 установлено, что оптимальным объемом является 50 мл (3-рис). Установлено, что добавлением 50 мл реагента можно добиться высокой экономической эффективности и энергосбережения.



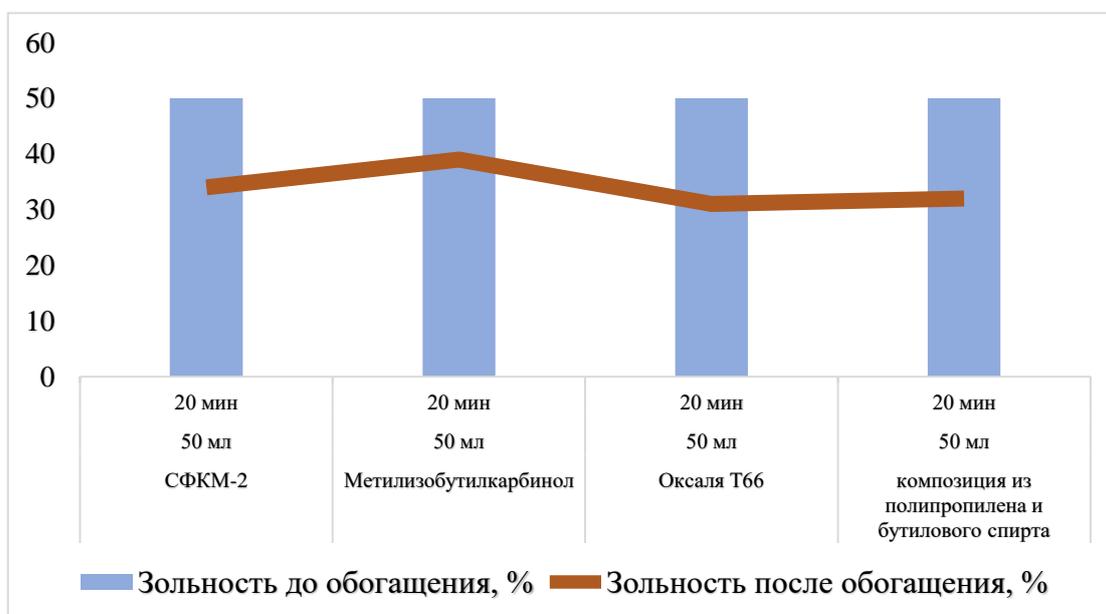
**3-рис. Количество вещества СФКМ-2, добавляемого на 100 л суспензии.**

Бурый уголь с зольностью до 34% пригоден к использованию согласно требованиям O'zDSt было установлено, что 15-минутная реакция с Ангрениским бурым углем является экономически эффективным, т.е. оптимальным энергосберегающим режимом (4-рис). В ходе эксперимента было выбрано поверхностно активное вещество, используемое при обогащении угля и изучена его эффективность. С этой целью в качестве качественного пенообразующего реагента, используемого в процессе флотации, был выбран СФКМ-2, который добавляется одновременно и в одинаковом количестве.



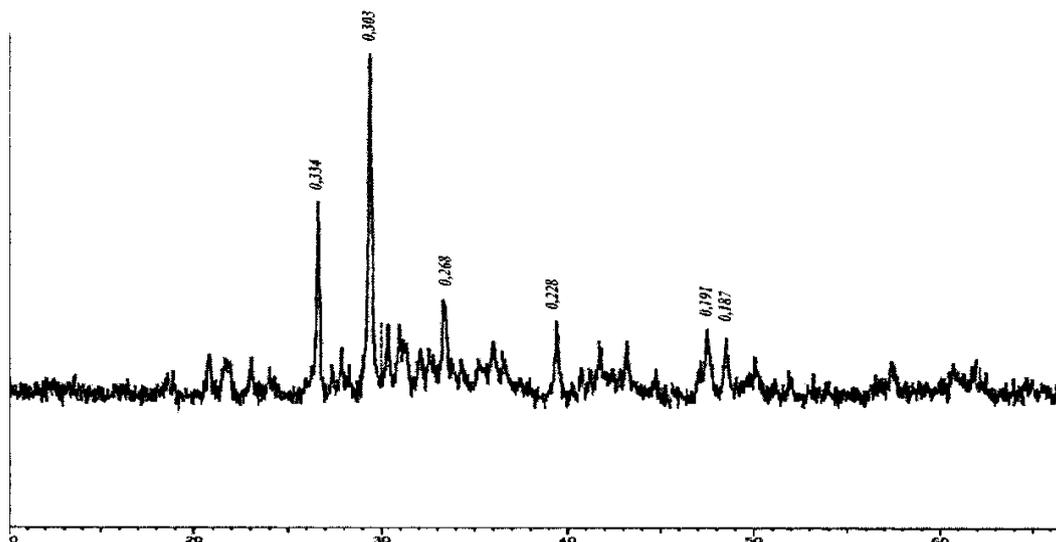
**4-рис. Время добавления вещества СФКМ-2 на 100 л суспензии.**

Из полученных результатов видно, что положительные показатели были достигнуты при гравитационном и флотационном обогащении угля с применением пенообразователя Оксаля Т-66. При гравитационно-флотационном обогащении угля с помощью СФКМ-2, полученного на основе этого вещества, были получены образцы угля, соответствующие требованиям O'zDSt (5-рис). Образцы Ангрениского бурого угля марки 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 были обогащены в разработанной экспериментальной установке.



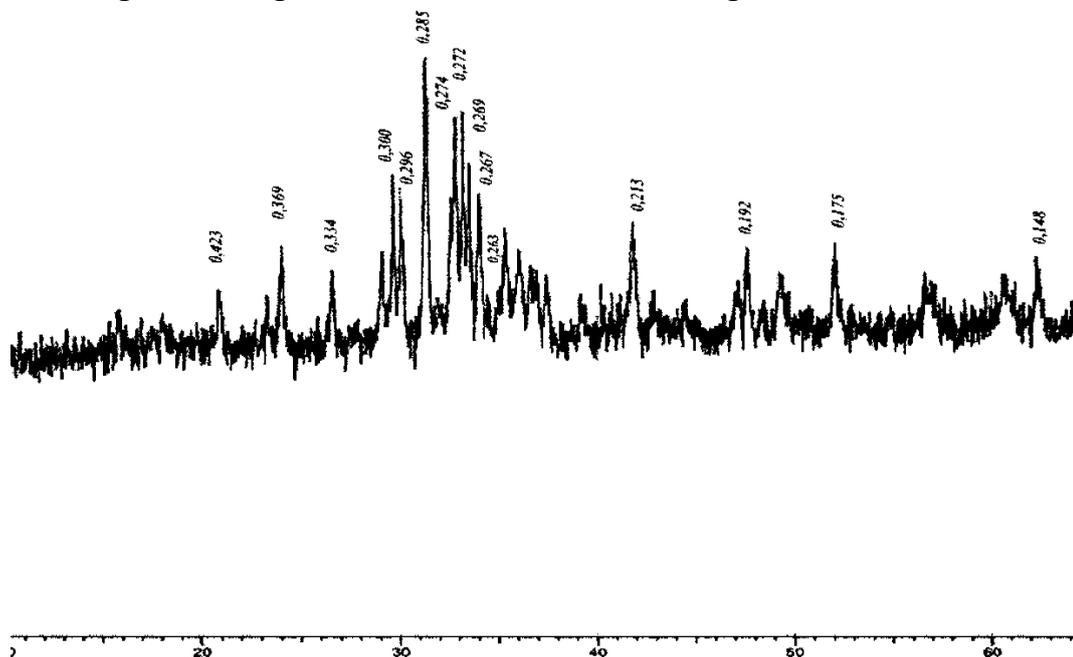
**5-рис. Анализ поверхностно-активных веществ, используемых при обогащении угля.**

Структура кремнеземных композитов из отходов углеобогащения и кремнеземных композитов, используемых в настоящее время в стекольном производстве, исследована путем сравнения кривых рентгенодифрактограмм.



**6-рис. Дифрактограмма соединения кремния.**

Электроннограмма технологических отходов и тетраоксида кремния показывает их кристаллическую структуру. Использование соединений кремния с кристаллической структурой является одним из требований к соединениям кремния, применяемым в стекольной промышленности.

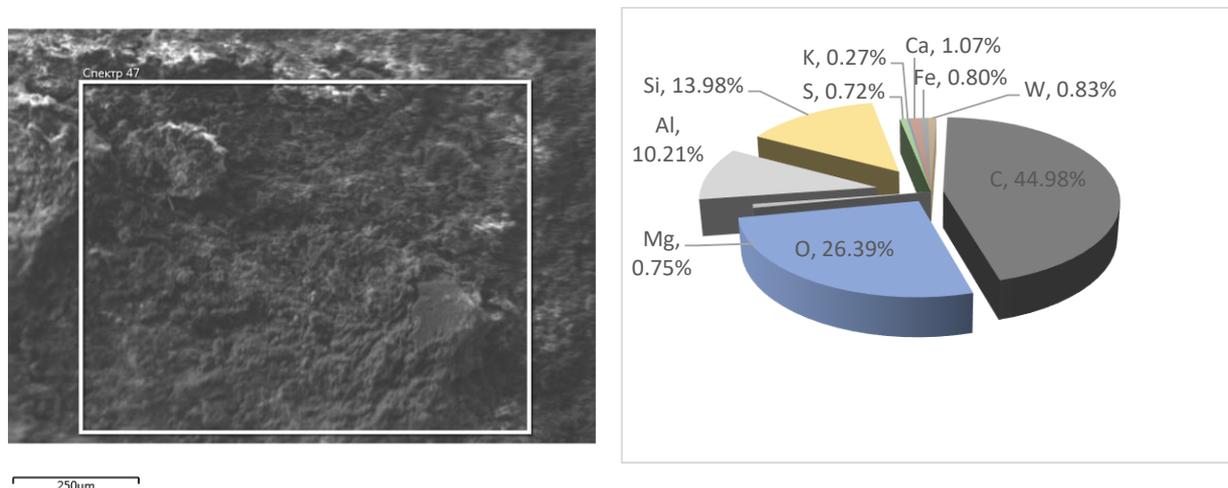


**7-рис. Дифрактограмма технологических отходов**

Анализ кривой соединения кремния показывает, что в образце при температурах до 200°C практически не происходит изменений, в связи с очень малой потерей массы они считаются незначительными (рис. 6), однако в технологических отходах наблюдается иная картина, где наблюдается потеря

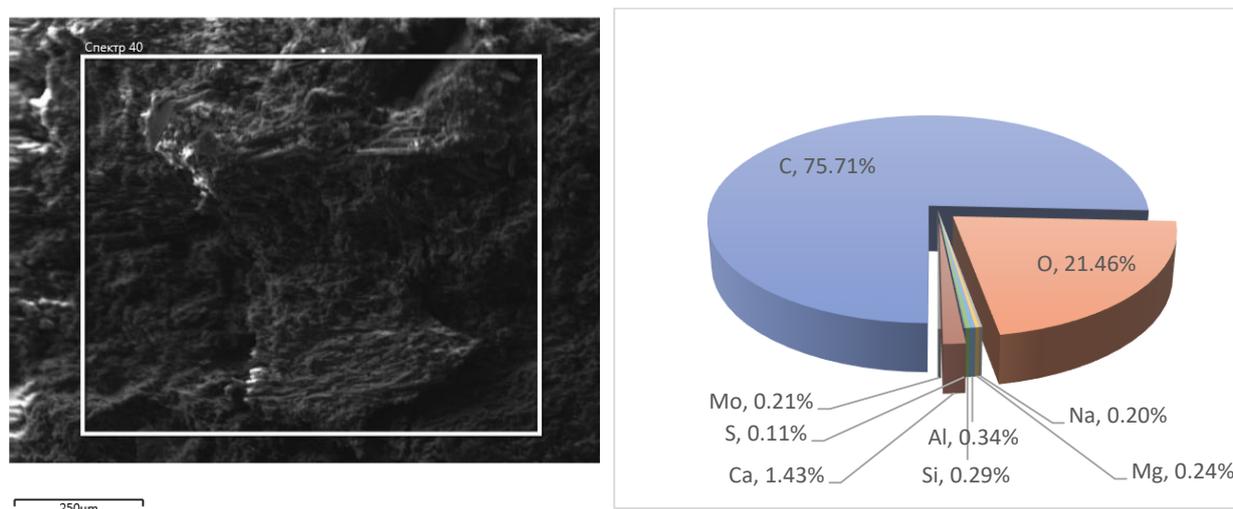
массы до 200°C и это наблюдение имеет большое значение. Их величина составляет от 7 до 9% от общей массы, что видно из результатов, представленных на рисунках 6-7.

Состояние поверхности Ангренского бурого угля марки 2БР-Б2, полученного до обогащения и в результате обогащения, изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ).



**8-рис. Электронно-микроскопическое изображение бурого угля Ангренского месторождения 2БР-Б2 до обогащения и его элементный состав.**

По электронно-микроскопическим снимкам, полученным в ходе исследования, установлено, что поверхность ангренского бурого угля до обогащения плоская, так как поры на поверхности не вскрыты (8-рис.).

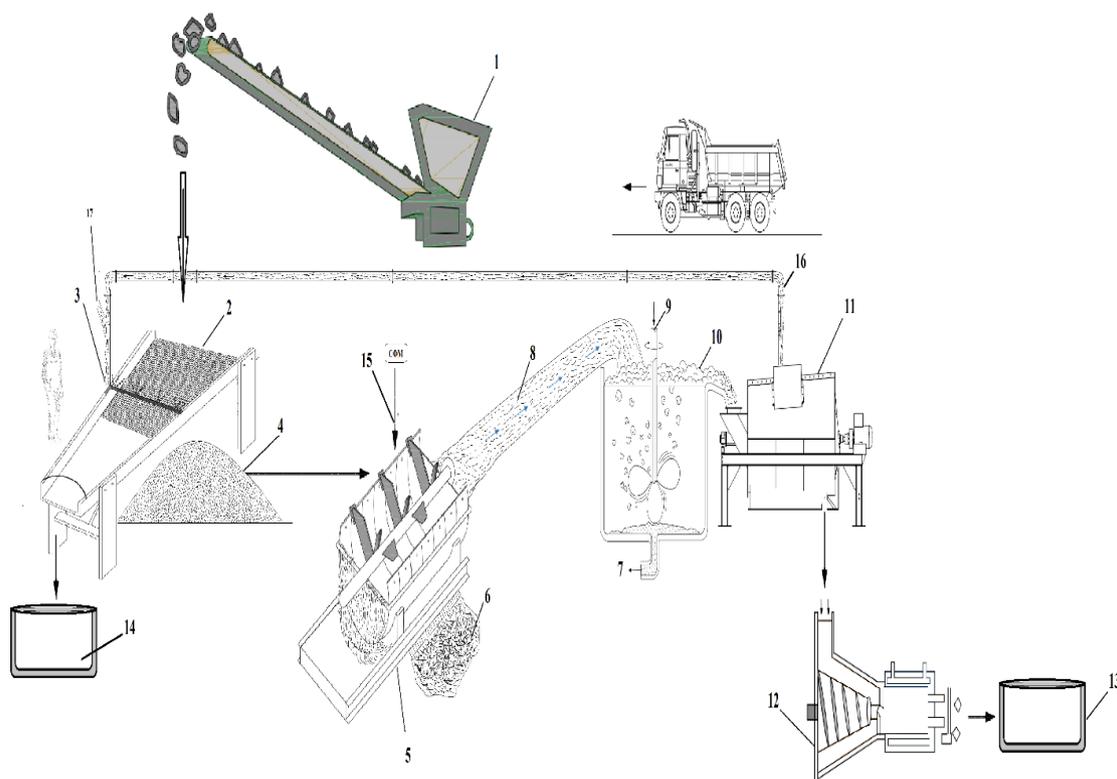


**9-рис. Электронно-микроскопическое изображение Ангренского бурого угля 2БР-Б2 после обогащения и его элементный состав.**

Анализ СЭМ показывает, что поверхность угольной части на изображении нечеткая из-за включений в ангренского бурого угля марки 2БР-Б2 в образцах до обогащения. Состав элементного анализа показал, что количество углерода составляет 45 %, алюминия — 10 % и кремния — 14 %.

Видно, что количество углерода увеличилось за счет восстановления кремния и алюминия (рис. 9).

В четвертой главе диссертации «**Процессы обогащения угля и их классификация**» изучаются процессы, происходящие при обогащении угля, и их классификация. Для обогащения бурых углей марки 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 их сначала пропускают через колебательного сита, а угли с мелкими фракциями направляются в гравитационный барабан. Если качество больших кусков плохое, их измельчают в измельчителе. Он проходит химическую обработку в гравитационном барабане и очищается от различного минерального состава. Уголь, проходящий через барабан, перерабатывается во флотационном реакторе и направляется на установку сушки угля. Обогащенные и высушенные угли направляются на брикетировочную машину и получают готовый продукт в виде брикетов (10-рис.).



**10-рис. Технологическая схема для обогащения угля.**

1 - исходные образцы угля, 2 – колебательное сито, 3 - водопроводный кран, 4 - просеянный уголь, минеральная часть и вода, 5 - гравитационный барабан, 6, 7 - технологические отходы, 8 - угольно-минеральная часть в состоянии суспензии, проходящая по конвейеру, 9 - воздушный кран, 10 - реактор флотации, 11 - сушильное устройство, 12 - брикетировочное устройство, 13,14

- готовое изделие, 15 – часть для СФМ, 16 – вода вышедшая из осушителя, 17  
- сточные воды.

В опыте исследовали золы, образующиеся при сжигании бурых углей марок 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2, установили, что их минерализация (35-60%) увеличилась, а также проверили количество золы. Отмечено наличие в угольной золе большого количества оксидов кремния, алюминия и кальция (11-таблица).

Некачественный уголь, добытый из шахты или разреза, направляется на опытную фабрику с помощью специального оборудования. Там основную массу предварительно готовят к обогащению. На этом этапе куски угля разделяются на классы в зависимости от их крупности и наличия минеральных содержаний. Основная задача состоит в извлечении других компонентов помимо углерода.

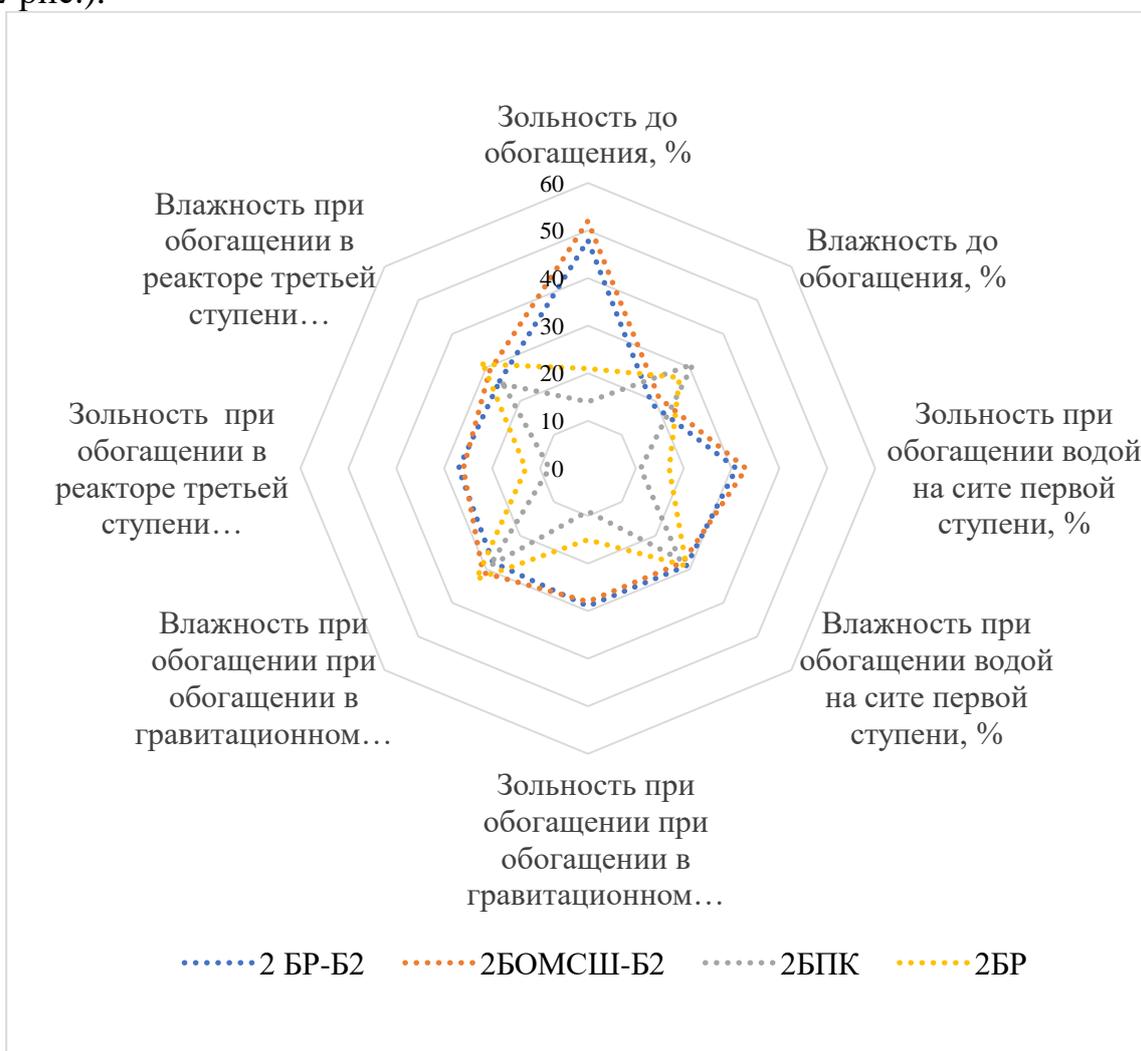


**11-рис. Пилотная установка для обогащения угля.**

В качестве флотоагента в процессе обогащения собиратели и пенообразователи используются вместе как комплексный реагент. Пенообразователи представляют собой органические поверхностно-активные вещества, образующие адсорбционную пленку на внешнем слое пены и повышающие устойчивость пены. Собиратели представляют собой органические вещества, молекулы которых состоят из неполярных (углеводородные) и полярных (карбоксильная, гидроксильная и т.д.) частей. Эти вещества адсорбируются на поверхности угля своей полярной частью и резко повышают гидрофобность угля. В результате гидрофобные частицы угля скапливаются на поверхности пузырьков и всплывают на поверхность

жидкости. Полученный концентрат отделяют и сушат. На 12-рис. представлены результаты флотационного обогащения 2БР-Б2 и марочного угля. Добываемый уголь содержит большое количество мелких фракций, в процессе обогащения важно отделять эти мелкие фракции. Одним из эффективных способов обогащения мелких фракций является процесс флотации. При этом количество минералов на первой стадии обогащения водой на сите составило 25,7%. В этом случае размер фракции находится в диапазоне 3-100 мм, а влажность составляет 27-35%.

На втором этапе после обогащения угля в гравитационном барабане минерализация составила 30,9%. Влажность проб угля после фильтрования составила 26,5 %. На третьем этапе при обогащении угля во флотационном реакторе минерализация снизилась до 25,7%, а влажность составила 24-30% (12-рис.).



**12-рис. Анализ результатов обогащения различных марок бурого угля на разработанной пилотной установке.**

С использованием в качестве сырья технологических отходов, образующихся в процессе обогащения бурых углей марок 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 полупромышленным методом получено бурое стекло КТ. При сравнении этого стекла с O'zDsT и коричневыми стеклами марки КТ, произведенными в

республике, получено стекло, ничем не выделяющаяся на фоне других стекол (5-таблица). Физико-химические свойства полученного стекла проверялись и сравнивались на основе заданных требований.

5-таблица

**Свойства коричневого стекла марки КТ при использовании технологических отходов процесса обогащения в стекольной промышленности**

Технологические показатели стекла		Марки стекол			
		КТ	КТ	КТ	КТ
		О'zDsT	Campalia	Асл ойна	Технологический отход/ соотношение используемого угля 40/60
Химический состав	SiO <sub>2</sub>	71.1(±2.5)	72.09	72.2	70.9
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.3±1.5	2.8	3.1	3.3
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0.278		0.29
	CaO	11.0(±1.5)	6.8	11.0	6.9
	MgO		3.4		3.7
	Na <sub>2</sub> O	14.3 ± 0.9	14.1	14.2	14.4
	K <sub>2</sub> O		0.09		0.2
	SO <sub>3</sub>	0,3	0.1	0.2	0.1
Плотность по ГОСТ 32131-2013		2.47-2.51	2.5023	2.4955	2.5049
Водостойкость по ГОСТ 32131-2013		0≥0.35	0.21	0.18	0.19
Химическая устойчивость по ГОСТ 32131-2013		0≥0.35	0.17	0.21	0.17
Термостойкость по ГОСТ 32131-2013		+	+	+	+

По результатам предварительных испытаний в лабораторных условиях обогащение проб угля по технологии, созданной в лаборатории «Химическая технология, газопереработка и СФМ» Институт общей и неорганической химии Академии Наук Республики Узбекистан, проведено в полупромышленных испытаниях на АО «Узбекуголь». В результате было рекомендовано внедрить технологию обогащения угля на АО «Узбекуголь» в промышленных масштабах. Результаты исходных экономических показателей показали, что ожидаемая экономическая эффективность в размере 1,3 млрд сумов может быть достигнута при обогащении 4000 тонн проб бурого угля в год.

На основе проведенных в научно-исследовательских работ исследований предусматривалось решить актуальные научно-технические задачи создания нового вида технологии обогащения с использованием непригодных к использованию проб угля.

## ВЫВОДЫ

1. Проанализированы физико-механические свойства и химический состав бурого угля и установлено, что образцы угля с мелкой фракцией (0-5 мм) имеют высокий уровень зольности (48-55%) и низкую температуру горения, определены основные параметры обогащения и оптимальные условия обессоливания в водной среде.

2. На основе разработанной технологии впервые гравитационным и флотационным методами удалось снизить до 20-30% Ангреноского бурого угля с зольностью 50-55%, в результате теплота сгорания увеличилась с 1000 кДж до 5000 кДж.

3. Определены оптимальные условия ускорения гравитационного процесса и установлено, что допустимо вращать барабан 16-18 раз в минуту и обогащать 100 кг угля с использованием СФКМ-2 в 120-200 л воды в течение 20 мин.

4. В качестве флотореагента создана композиция новой марки СФКМ-2 на основе сульфанола, созданной на базе местного сырья, изучены параметры использования 50 мл композиции в течение 20 мин как оптимальные условия их использования в процессе обогащения, предложены свойства флотореагентов и их модели.

5. При использовании СФКМ-2 гравитационным и флотационным методами изучалась зольность углей и проводились их физико-химические анализы. Изучено содержание и химический состав золы, служащей для повышения горючести углей, обогащенных различными способами, а также кристаллическая структура технологических отходов.

6. На основании полученных результатов в научно-исследовательских работ разработана безотходная технология обогащения бурого угля. В этом случае перенаправление воды, считающейся технологическим отходом, в самотечный барабан позволяет предотвратить проблему с водой. Оптимальный режим был разработан при использовании соотношения угля и технологических отходов, применяемых в ООО «СAMPALIA» в соотношении 60/40. Минеральные отходы, извлеченные из угля, были рекомендованы для стекольной промышленности.

7. В целях повышения качества негодных бурых углей марок 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2, добываемого на Ангреноском угольном месторождении в АО «Узбекуголь», создана пилотная установка для реализации данной рекомендованной технологии на практике. Проведено опытно-промышленное испытание по обогащению углей и дана рекомендация по его внедрению.

8. Разработан материальный баланс показателей экономической эффективности, необходимых при их обогащении для отдельных марок углей. В результате обогащения непригодных к употреблению высокзольных (48-65%) углей в количестве 2,0 млн тонн в нашей республике зольность снижена на 20-35%. При этом годовая экономическая эффективность с 4000 тонн угля составляет 1,3 миллиарда сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREE  
DSc 02/30.12.2019.K/T.35.01 AT INSTITUTE OF  
GENERAL AND INORGANIK CHEMISTRY**

---

**INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIK CHEMISTRY**

**KUCHAROV AZIZBEK ALISHER UGLI**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR ENRICHMENT OF ANGREN  
BROWN COAL**

**02.00.11 – Colloidal and Membrane Chemistry**

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

**Tashkent-2023**

**The dissertation subject of Doctor of Philosophy (PhD) is registered at Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number B2020.4.PhD/T1913**

Dissertation was carried out at the Institute of General and Inorganic Chemistry of the AS RUz.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific website [www.ionx.uz](http://www.ionx.uz) and on the website of «ZiyoNet» Information and educational portal [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz).

<b>Research supervisors:</b>	<b>Yusupov Farhod Mahkamovich</b> Doctor of Technical Sciences, Professor
<b>Official Opponents:</b>	<b>Ergashev Oybek Karimovich</b> Doctor of Chemical Sciences, Professor <b>Jumaeva Dilnoza Juraevna</b> Doctor of Technical Sciences, Professor
<b>Leading organization:</b>	<b>Fergana Polytechnic Institute</b>

The defense of the thesis will take place on “30” may 2023 y. at 15<sup>00</sup> o'clock at the meeting of scientific council DSc 02/30.12.2019.K/T.35.01 under Institute of General and Inorganic Chemistry. Address: 77-a, Mirzo Ulugbek Street, Mirzo Ulugbek District, 100170, Tashkent, tel.: (99871) 262-56-60, Fax: (99871) 262-79-90, e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru).

Dissertation can be reviewed at the Information-resource Centre at the Institute of General and Inorganic Chemistry of AS RUz (registration number 36). (Address: 77-a, Mirzo Ulugbek Street, 100170, Tashkent, tel.: (99871) 262-56-60).

The abstract of dissertation has been distributed on “15” may 2023 year.  
(mailing report №36 on “15” May 2023 year).



**B.S. Zakirov**  
Chairman of a Scientific council  
on awarding of scientific degree Dr ch.sci., prof.

**D.S. Salikhanova**  
Scientific secretary of Scientific council  
on award of scientific degree, Dr tech.sci., prof.

**I.D. Eshmetov**  
Deputy chairman of scientific seminar at the  
Scientific council for the award of a scientific degree,  
Dr tech.sci., prof.

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is Development of low-cost and efficient methods for enrichment of coals with a high ash content.

**The subject of the research work** are flotation, physical and mechanical properties of samples, gravity, kinetics of mechanical processes, development of technological stages.

**The scientific novelty of the research work is the following:**

As a result of studies of the physicochemical properties of hard coals, it was found that brown coals of grades 2BR-B2 and 2BOMSSH-B2 with an ash content of 35-60%, a low calorific value of 1500-2000 Kcal/kg enrich fuel masses with an ash content of 20-35%, low calorific value 3200-4000 Kcal/kg with a yield of 75-80%.

It was established that the brown coal fraction from 3 mm to 10 mm consisted of coal particles with a high ash content compared to other sizes during the enrichment of brown coal grades 2BR-B2 and 2BOMSSH-B2;

As a result of the creation of a new technology for the enrichment of brown and hard coals, the grade composition SFCM-2 has been developed, which accelerates the gravitational process, in which the optimal ratio of the grade composition SFCM-2, which forms the SFCM-1 flotation reagent with sulfanol, is 50/50;

Washing of coal grade 2BR-B2 and 2BOMSSH-B2 with water under pressure of 6.0-15 MPa and installation at an angle of 10-20 degrees, as well as rotation of the drum 17-18 times per minute in the process of gravity and mixing of SFKM-2 in the gravity drum are recognized optimal;

When using the developed composition of the SFKM-2 brand as a flotation agent, the desired result was achieved by adding 50 ml of the SFKM-2 composition per 100 l of coal suspension for 20 minutes.

**Implementation of research results.**

The SFKM-2 flotation agent was developed, which is used in the technology of flotation and gravity enrichment of coals;

A technology for the enrichment of unusable Angren lignite grades 2BR-B2 and 2BOMSSH-B2 has been created;

scientific and technical documents on the enrichment process were developed, including technological regulations and organizational standards.

**The structure and volume of the thesis.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Ф М Юсупов., Н. Ёдгаров., С К Юсупов., Ю.Х.Исоков., А.А Кучаров  
Уголь: активирование, обогащение, переработка и применение - Т. Изд.  
«Бизнес полиграф», 2022 г. – 250 с
2. Кўчаров А. А., Юсупов Ф. М., Маманазаров М. М., Халилов С. У.,  
Қурбонов А. Р., Фойдаланишга яроқсиз 2БР-В2 ва 2БОМСШ-В2 маркали  
Ангрен кўнғир кўмирини бойитиш технологиясини ишлаб чиқиш ва бу  
жараёнда чиқадиган чиқиндидан тара шиша саноатида рангли шишалар  
учун хом-ашё сифатида фойдаланиш. // Ўзбекистон Республикаси олий  
ва ўрта махсус таълим вазирлиги Фарғона политехника институти  
И Л М И Й – Т Е Х Н И К А журналі 2021. Том 25. № 3 139-144 (05.00.00  
№20)
3. Кўчаров А. А., Юсупов Ф. М., Маманазаров М. М., Тошбобоева Р. А.  
2БОМСШ-В2 маркали кўнғир кўмирни флотация усули билан  
бойитишда композицион реагентлардан фойдаланиш // O‘zbekiston  
Kompozitsion Materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali. №3/2020.113-  
118 б. (05.00.00 №13)
4. Кўчаров А.А., Юсупов Ф.М., Маманазаров М.М., Саъдуллаева Х.Н.  
Улучшение качества бурых углей марки 2БР-В2 и 2БОМСШ-В2 с  
помощью химической обработки UNIVERSUM:ТЕХНИЧЕСКИЕ  
НАУКИ Выпуск: 3(72) Март 2020 Часть 2 42-48 (02.00.00 №1)
5. Кўчаров А .А., Юсупов Ф. .М., Маманазаров.М.М., Халилов С.У.,  
Тошбобоева Р.А. Кўнғир кўмирни бойитишга турли факторларни  
таъсирини ўрганиш, физик-механик параметрларни ва турли  
шароитларга бардошлилигини аниқлаш. // Ўзбекистон Республикаси  
Олий ва Ўрта Махсус Таълим Вазирлиги Фарғона Давлат Университети  
ILMIY XABARLAR №4-2020 «ILMIY XABARLAR /15-20 б (02.00.00  
№17)

**II бўлим (II часть; part II)**

6. A.A. Kucharov, U.S. Xalilov, A.Q. Qurbonov, Y. Yaxshiyeva, R. Yuldashev  
Development of technology for water concentration of brown coal without  
use and use of red waste in this process as a raw material for colored glass in  
the glass industry. // E3S Web of Conferences **264**, 01050 (2021)  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126401050> CONMECHYDRO – 2021

7. Кўчаров А.А., Юсупов Ф.М., Саъдуллаева Х.Н. Определение фракционного состава для обогащения бурого угля. // Сборник материалов XV Международной научной конференции студентов и молодых ученых «G'YLYM JBNE BILIM - 2020» (1026-1029 б)
8. Кўчаров А. А., Тошбобоева Р. А., Саъдуллаева Х. Н. Кўмир таркибидаги умумий олтингугурт миқдорини ўрганиш орқали муқобил энергия сифатини яхшилаш. // Международная конференция «Инновационное развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы» сборник материалов// 14–15 мая 2020 года
9. Кўчаров А.А., Курбонов А.Р., Саъдуллаева Х. Н. // Кўнғир кўмирни гранулометрик таркибининг хоссаларига боғлиқлигини ўрганиш Ислом Каримов номидаги Тошкент Давлат Техника Университети Термиз филиали “техника ва технологик фанлар соҳаларининг инновацион масалалари” мавзусидаги халқаро илмий-техник анжуман материаллари 22 сентябрь 2020 йил (118-121 б)
10. Кўчаров А.А., Юсупов С.Қ., Халилов С.У. Республикамизда бойитилмаган кўнғир кўмир асосида сифатли кўмир олишнинг инновацион ечимлари // “Ўзкимёсаноат” АЖ “Металлорганик юқори молекулали бирикмалар соҳасидаги долзарб муаммоларнинг инновацион ечимлари” Халқаро илмий-амалий онлайн-конференция Ўзбекистон Республикаси Тошкент ш. 28 май 2021 йил (60-63 б)
11. А.А. Kucharov, F.M. Yusupov, R.Y. Yaxshiyeva Actual problems of industrial processing of angron brown coal\ Abstracts book of international scientific-practical conference on the theme “modern pharmaceuticals: actual problems and prospects” Tashkent 2021 (520-523 s)
12. Кўчаров А.А. Халилов С.У. Султонов С.Б. Жовлиев Т.Т. Роль химической науки в обогащении ангренических бурых углей марки в 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 // Материалы Международной конференции по теме «Роль современной химии и инноваций в развитии национальной экономики». В сборник вошли научные работы участников Международной конференции «Роль современной химии и инноваций в развитии национальной экономики» прошедшей 27-29 мая 2021 года в Ферганском политехническом институте. (427-428 с)
13. Кўчаров А.А., Маманазаров М.М., Хурсандов Б.Ш., Юсупов Ф.М. Получение образцов обогащённого бурого угля в лабораторных условиях // Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта махсус таълим вазирлиги Ислом Каримов номидаги тошкент давлат техника Университети «Табиий фанлар соҳасидаги долзарб муаммолар ва инновацион технологиялар» мавзусидаги халқаро илмий-амалий online анжумани илмий ишлар тўплами 2020-йил 20-21-ноябрь 2-ТОМ (107-110 б)
14. Кўчаров А. А., Саъдуллаева Х. Н. Ангрени кўмир конидаги 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали кўнғир кўмирнинг кул таркибини ўрганиш// Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий Университети

- функционал полимерлар фанининг замонавий ҳолати ва истиқболлари  
Профессор ўқитувчилар ва ёш олимларнинг илмий- амалий анжумани  
материаллари (19-20 март 2020 йил) (113-114 б)
15. А.А.Кўчаров, Б.А.Шукуруллаев, А.Р.Қурбонов Эшка усули орқали  
кўмир таркибидаги умумий олтингугурт микдорини аниқлаш\\  
Ўзбекистон фанлар академияси бирлашган касаба уюшмаси кўмитаси  
фан ва таълимни ривожлантиришда ёшларнинг ўрни мавзусидаги  
Республика илмий ва илмий-техник анжумани материаллари 30 октябрь  
2020 йил (135-137 б)
  - 16.Кўчаров А.А., Юсупов С.К., Маманазаров М. М. Исследование влияния  
различных факторов на обогащения бурого угля \\Филиал Российского  
Государственного Университета нефти и газа (национальный  
исследовательский Университет) имени И.М. Губкина в городе  
Ташкенте «Инновационные разработки в сфере науки, образования и  
производства - основа инвестиционной привлекательности  
нефтегазовой отрасли» Материалы республиканской научно-  
технической конференции 3 ноября 2020 года (350-351 б)
  - 17.Кўчаров А. А., Султонов С. Б., Саъдуллаева Х. Н. Ўзбекистонда  
кўмирни бойитиш технологиясини ривожлантириш \\ Самарқанд давлат  
Архитектура қурилиш институти ёш олимлар кенгаши “Фан, таълим ва  
ишлаб чиқариш интеграциясининг долзарб муаммолари” мавзусидаги I  
республика илмий-амалий online конференцияси материаллари (2020  
йил, 20 июл) (150-152 б)
  - 18.Кўчаров А.А., Юсупов Ф.М., Маманазаров М.М., Саъдуллаева Х.Н.  
Юқори минерал таркибли 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали кўнғир  
кўмирга кимёвий ишлов бериш \\Ўзбекистон Республикаси Олий ва  
Ўрта махсус таълим вазирлиги Тошкент кимё-технология институти  
«Умидли кимёгарлар-2020» ёш олимлар, магистрантлар ва бакалавриат  
талабаларини ХХІХ илмий-техникавий анжуманининг мақолалар  
тўплами Тошкент – 2020 17-19 б
  - 19.Юсупов Ф. М., Кўчаров А. А., Тошбобоева Р. А. 2БР-Б2 маркали кўнғир  
кўмирни флотация усули ёрдамида бойитишда турли омилларнинг  
таъсирини ўрганиш \\ Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий  
Университети кимё факультети профессор – ўқитувчилари ва ёш  
олимлари ўртасида олиб бориладиган анъанавий “Ўзбекистонда кимё  
фанининг ривожланиши ва истиқболлари” мавзусидаги илмий-амалий  
анжумани материаллари 26-май Тошкент-2020 (80-81 б)
  - 20.Юсупов Ф.М., Кўчаров А.А Жигарранг тара шиша ишлаб чиқариш учун  
хом-ашё сифатида кўнғир кўмирни бойитиш жараёнидан чиқадиган  
саноат чиқиндисидан фойдаланиш \\ Ўзбекистон Миллий Университети  
Кимёнинг Долзарб Муаммолари мавзусидаги Республика Илмий-  
Амалий Анжумани 2021 йил 4-5 февраль (458-459 б)
  - 21.Тошматов Д.А., Кўчаров А. А., Ахмадалиева Ю.У. Кўнғир кўмирни  
бойитиш учун яратилган пилот қурилмада борадиган жараёнлар

- //Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта махсус таълим вазирлиги Тошкент кимё-технология институти «Умидли кимёгарлар-2021» ёш олимлар, магистрантлар ва бакалаврият талабаларини ХХХ илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами Тошкент – 2021
- 22.Кўчаров А.А., Юсупов Ф.М., Байматова Г., Каримова З.Э. Энергосбережение и энергоэффективность - факторы устойчивого развития отрасли обогащения угля\| Филиал Российского Государственного Университета нефти и газа (национальный исследовательский Университет) Имени И.М. Губкина в городе Ташкенте «Роль науки и образования в модернизации Предприятий нефтегазовой отрасли» Материалы республиканской научно-технической конференции 3 ноября 2021 года (326-328 с)
  - 23.Кўчаров А.А., Юсупов С.Қ. Қўнғир кўмирни комплекс бойитиш технологияси ва дастлабки синов натижалари \| Махсумов Абдухамид Гофурович таваллудининг 85 йиллиги ҳамда меҳнат ва илмий фаолиятининг 65 йиллигига бағишланган “Кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари” мавзусидаги илмий-амалий анжумани материаллар тўплами 2021 йил 10-11 март (424-425 б)
  - 24.Кўчаров А.А., Хурсандов Б.Ш. 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали қўнғир кўмирлардан халқ хўжалигида фойдаланиш \| Ўзбекистон Миллий Университети Кимёнинг Долзарб Муаммолари мавзусидаги Республика Илмий-Амалий Анжумани 2021 йил 4-5 февраль (458-459 б)
  - 25.Кўчаров А.А. Шукуруллаев Б.А., Юқори кулли кўмирни бойитишнинг чиқиндисиз технологияларини яратиш \| Бердақ номидаги Қорақалпоқ Давлат Университети Кимё – технология факультети «Қорақалпоғистон Республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб масалалари» мавзусидаги илмий-амалий конференция материаллари тўплами 2021 йил 24 март (361-362 б)
  - 26.Кўчаров А.А., Юсупова Д.Д, Қурбонов А.Р. Ангрен кўмир конидаги юқори минерал таркибли қўнғир кўмирларни флотация усули ёрдамида бойитиш \| “Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар” мавзусидаги илмий-амалий онлайн конференция материаллари тўплами 24-қисм 2021 йил 31 май (7-8 б)
  - 27.Кўчаров А. А., Юсупов Ф. М. 2БР-Б2 ва 2БОМСШ-Б2 маркали бойитилган ангрен қўнғир кўмирларининг ёниш ва оксидланиш жараёнини термик таҳлил қилиш \| Урганч давлат университети «Маҳаллий хом ашёлар ва иккиламчи ресурслар асосидаги инновацион технологиялар» мавзусидаги илмий-техник конференция материаллари тўплами 2021 йил 19-20 апрель (194-195 б)
  - 28.Кўчаров А. А. Юсупов Ф. М., Юсупов С.Қ. Синтетик органик комплекс флотореагентларнинг кўмирни бойитишдаги ўрни \| Ўзбекистон Миллий Университети кимё факультети «Комплекс бирикмалар кимёсининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Республика илмий-

амалий конференция материаллари тўплами 2021 йил 14-15 сентябрь (166-168 б)

29. Кўчаров А.А., Абдухомидова Ф.О., Тошбобоева Р. А Технология материалов для обогащения угля || Термиз Давлат Университети Ўзбекистон Миллий Университети “Комплекс бирикмалар кимёси ва аналитик кимё фанларининг долзарб муаммолари” республика илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами 2-қисм 2022 йил 19-21 май (280-281 б)
30. Кўчаров А. А. Юсупов Ф.М., Ахмедов Р.К., Тошбобоева Р.А. Ангрен кўмирининг бойитиш жараёнидаги камёб, рангли ва нодир металлларни ўрганиш || Академия Наук Республики Узбекистан институт общей и неорганической химии Материалы Республиканской научно-практической конференции по теме «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов» Ташкент 12-14 май 2022 года (46-48 б)

Автореферат «Ўзбекистон кимё» журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табағи: 3. Адади 100 дона. Буюртма № 38/23.

Гувоҳнома № 851684.  
«Тирографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.  
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.