

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ВА ТОШКЕНТ  
КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**ЖУМАЕВА ДИЛНОЗА ЖЎРАЕВНА**

**МАҲАЛЛИЙ КЎМИРЛАР АСОСИДА САНОАТ ОҚАВА СУВЛАРИНИ  
ТОЗАЛАШ ВА ТЕХНОГЕН ЭРИТМАЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШ УЧУН  
АДСОРБЕНТЛАР ОЛИШ ВА ҚЎЛЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси**

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

**Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)**  
**Contents of the abstract of dissertation doctor of science (DSc)**

**Жумаева Дилноза Жўраевна**

Маҳаллий кўмирлар асосида саноат оқава сувларини тозалаш ва  
техноген эритмаларни қайта ишлаш учун адсорбентлар олиш ва қўллаш  
технологияси..... 3

**Жумаева Дилноза Жўраевна**

Технология получения и применения адсорбентов на основе местных  
углей для очистки промышленных стоков и переработки техногенных  
растворов..... 27

**Jumaeva Dilnoza Juraevna**

Technology of obtaining and application of adsorbents based on local coals  
for cleaning industrial effluents and processing of technogenic solutions..... 47

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 53

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ВА ТОШКЕНТ  
КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**ЖУМАЕВА ДИЛНОЗА ЖЎРАЕВНА**

**МАҲАЛЛИЙ КЎМИРЛАР АСОСИДА САНОАТ ОҚАВА СУВЛАРИНИ  
ТОЗАЛАШ ВА ТЕХНОГЕН ЭРИТМАЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШ УЧУН  
АДСОРБЕНТЛАР ОЛИШ ВА ҚЎЛЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси**

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

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузурдаги Олий аттестация комиссиясида В2017.1.DSc/T11 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида «Ziynet» Ахборот-таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Агзамходжаев Анварходжа Атаходжаевич  
кимё фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Абдурахимов Саидакбар Абдурахмонович  
техника фанлари доктори, профессор

Юнусов Мирахмат Пулатович  
Техника фанларидоктори, профессор

Нарметова Гульнора Розыкуловна  
кимё фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Самарқанд давлат университети

Диссертация химоysi Умумий ва ноорганик кимё институти ва Тошкент кимё-технология институти ҳузурдаги DSc.27.06.2017.K/T.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг «31» 10 2017 йил соат 10<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruiz@mail.ru)

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (8 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60).

Диссертация автореферати 2017 йил «17» 10 кун тарқатилди.  
(2017 йил «17» 10 даги 8 рақамли реестр баённомаси).



Б.С.Закиров

Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш раиси, к.ф.д.

Д.С.Салиханова

Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш котиби, т.ф.д.

С.Тухтаев

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

## **КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Бугунги кунда дунёда адсорбентлар табиий, техник мақсадларда фойдаланиладиган коммунал ва саноат оқава сувларини турли табиатга эга бўлган чиқиндилардан тозалашда, гидрометаллургияда рангли ва қимматбаҳо металллар адсорбциясида кенг қўлланилади. Кўмир асосида олинадиган адсорбентларни саноат оқава сувларини тозалаш ва нодир метал ионларни ажратиб олиш мақсадида қўлланилганда юқори самарадорликка эришилади.

Республикамиз мустақилликка эришганидан буён маҳаллий хом ашёлар асосида турли хилдаги кўмир адсорбентларини яратишни ривожлантириш йўналишида илмий изланишларни юқори даражада ташкил этиш ва уларни саноат оқава сувларини тозалашда қўллаш технологияларини ишлаб чиқишни йўлга қўйиш борасида кенг камровли чора-тадбирлар асосида назарий ва амалий натижаларга эришилди. Хусусан, саноат оқава сувларини тозалаш ва юмшатиш, металлургия саноатининг технологик эритмалари таркибидан қимматбаҳо металлларни ажратиб олишда қўлланилаётган импорт адсорбентлар ўрнига маҳаллий хом ашё асосида олинадиган адсорбентларнинг технологик усуллари ва шартлари ишлаб чиқилди. Таъкидлаш керакки, республикамиз табиий хом ашё ресурсларига бой бўлишига қарамай, бу борада амалга оширилаётган ишлар кўлами бугунги кун талабларига мос келмайди. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантиришга қаратилган Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хом-ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш» га қаратилган муҳим вазифалар белгиланган. Бу борада, жумладан саноат оқава сувларини тозалаш ва техноген эритмалар таркибидан рангли ва қимматбаҳо металл ионларини ажратиб олиш учун кўмир адсорбентларини маҳаллий хом-ашё асосида ишлаб чиқариш муҳим ҳисобланади.

Бугунги кунда жаҳонда экология муҳофазаси масаласидан бири саноат оқава сувларини тозалаш, техноген эритмалар таркибидан нодир металлларни ажратиб олиш, ушбу муаммолар ечими сифатида адсорбентлар ишлаб чиқиш ва уларни қўллаш долзарб вазифалардан ҳисобланади. Бунда танлаб ютиш хусусиятини ва кўп компонентли саноат оқава сувларини тозалашда фойдаланиш давомийлигини ошириш мақсадида кўмир адсорбентлари олтингугурт, фосфор ва бошқа қўшимчалар билан модификациялаш орқали адсорбентлар яратиш технологиясини ишлаб чиқиш, адсорбентлардан ишлаб чиқариш жараёнларининг нефть-газ саноати корхоналарида эритувчи буғлар рекуперациясининг технологиясида газларни тозалаш ва қуритишда қўллаш, суюқ ва буғли углеводородлар, шунингдек, саноат оқава сувларини органик зарарли заррачалардан регенератив ва деструктив комплекс ҳолда тўлиқ тозалашда фойдаланиш, уларнинг коллоид кимёвий, физик-кимёвий, технологик ва адсорбцион хусусиятларини тадқиқ этиш, кимё ва нефтни қайта ишлаш корхоналари саноати оқава сувларини тозалашда қўллашнинг

самарали усулларини яратиш кабилар илмий-амалий аҳамиятга эга бўлиб, долзарб масалалардан ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 4 мартдаги ПФ-4707-сон «2015–2019 йилларда ишлаб чиқаришни таркибий ўзгартириш, модернизация ва диверсификация қилишни таъминлаш бўйича чоратadbирлар дастури тўғрисида»ги ва 2017 йил 2 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармонлари, шунингдек 2015 йил 29 майдаги 142-сон «2015-2017 йилларда Сурхондарё вилоятининг саноат салоҳиятини ривожлантириш дастури тўғрисидаги» Қарори, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий – ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотларнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

#### **Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи<sup>1</sup>**

Кўмир адсорбентларининг турли хилларини яратиш ва уларни қўллашнинг самарали усулларини ишлаб чиқиш, саноат оқава сувларини тозалаш ва юмшатишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Institute for Global Environment Strategies (Япония), Nanyang Technological University (Сингапур), Environment Canada's National Water Research Institute (Канада), National Research Council (АҚШ), Safe Drinking Water Committee, Belhim (Белорусия), Technical Adviser (Chemical) Government of Gujrat Industries commissioner (Ҳиндистон), VVP Engineering College (Ҳиндистон), United States Environment Protection Agency, Institute of Chemical Engineering, Bulgarian Academy of Science (Болгария), ҳамда Умумий ва ноорганик кимё институти (Ўзбекистон)да олиб борилмоқда.

Саноат оқава сувларини органик ва ноорганик моддалардан тозалаш ва қаттиқлигини юмшатишга оид жаҳонда адсорбцион ва кимёвий усулларда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, саноат оқава сувларидан кадмий, хром, никель, мис ва рухдан тозалашнинг адсорбцион усули ишлаб чиқилган (Томск политехника илмий тадқиқот университети, Россия); симоб, кадмий, мишьяк, мис, цинк каби қатор металл катионларини ажратиб олиш, саноат ва ичимлик сувлари қаттиқлигини юмшатиб, органик кимёвий моддалардан тозалашнинг сорбцион усули яратилган (National Research Council, АҚШ, Safe Drinking Water Committee, Belhim (Белорусия), термик ва кислотали қайта ишлов берилган фаолланган кўмирдан фойдаланиб, саноат оқава сувларини органик ва ноорганик қўшимчалардан тозалаш усули ишлаб чиқилган (VVP Engineering College, Ҳиндистон); фаол

<sup>1</sup> Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи <http://www.iges.or.jp/en>; <http://www.ntu.edu.sg>; [www.newswise.com](http://www.newswise.com); <https://en.wikipedia.org>; [www.mass.gov](http://www.mass.gov); <https://ic.gujarat.gov.in>; [www.ionx.uz](http://www.ionx.uz) ва бошқа манбалар асосида бажарилган.

сорбцион хусусиятга эга адсорбентлар лигнит, бентонит ва цеолитлар ёрдамида саноат оқава сувларини адсорбция усулида тозалашнинг илмий асослари яратилган (Technical Adviser (Chemical) Government of Guigarat Industries commissione).

Дунёда саноат оқава сувларини тозалаш учун кўмир адсорбентларини олишда уларни турли усуллар билан фаоллаштириш бўйича қатор, жумладан, қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: кўмир хом ашёсини фаоллаштириб, адсорбент олиш усулини ишлаб чиқиш (термик, паргазли, кислотали, кимёвий фаоллаш); саноат оқава сувларини тозалаш ва юмшатиш усулларини ишлаб чиқиш (адсорбентлар ёрдамида адсорбция усулида, кимёвий реагентлар ва ионитлар билан тозалаш); ҳар хил металл ионлари билан тўйинган саноат оқава сувларини тозалаш учун адсорбентларнинг турли композицияларини яратиш; саноат оқава сувларини тозалаш жараёнларини такомиллаштириш; фаоллаштирилган кўмир адсорбентларини олишнинг янги технологияларини ишлаб чиқиш.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Тадқиқот мавзусига доир илмий-техникавий адабиётларда ўрганилаётган объектнинг дисперс тизимларда коллоид-кимёвий жараёнлар (хоссалар)ни ўрганиш ва тартибга солиш, уларни яратиш масалалари муҳокама қилинади. Ўзбекистонда коллоид кимё соҳасида К.С. Ахмедов бошчилигида илмий мактаб яратилган бўлиб, унинг вакилларида Э.А. Арипов, Ф.Л. Глекель, С.С. Хамраев, С.Н. Аминов, А.А. Агзамходжаев, У.К. Ахмедов, Г.У. Рахматқариев, В.П. Гуро, С.З. Муминов, Г.Р. Нарметова, С.А. Абдурахимов, И.К. Сатаев, О.К. Бейсенбаев, И.Д. Эшметов, Д.С. Салиханова ва бошқалар унинг ривожланиши учун салмоқли ҳисса қўшганлар. Шуни таъкидлаш керакки, ҳозирги пайтгача металлургия ва нефтни қайта ишлаш саноати оқава сувларини кўшимча металл ионлари ва нефть маҳсулотлари, шунингдек, металлургия саноатининг технологик эритмалари таркибидан қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш учун Ангрен қўнғир ва Бойсун ҳамда Шарғун тошкўмирлари асосида адсорбентлар олиш усулларини яратиш борасидаги тадқиқотлар олиб борилмаган.

**Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим ёки илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий тадқиқот ишлари режасининг ФА-А13-Т159 «Техноген чиқитлар ва технологик эритмалардан рангли ва нодир металлларни ажратиб олиш технологияси» (2012-2014 йй.) ва ФА-А13-Т131 «Рангли металлургия технологик қоришмаларини нефть ва газни қайта ишлаш маҳсулотларини адсорбциялаб тозалаш технологияси» (2015-2017 йй.) мавзуларидаги амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади:** маҳаллий қўнғир ва тошкўмирлар асосида импорт ўрнини босувчи адсорбентлар яратиш технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда, уларни саноат оқава сувларини тозалашда ва техноген эритмаларини қайта ишлашда қўллашдан иборат.

### **Тадқиқотнинг вазифалари:**

кўмир адсорбентларини олиш учун яроқли бўлган Ўзбекистон худудидаги кўмир конлари намуналарининг кимёвий таркиби, коллоид-кимёвий ва адсорбцион хоссалари таҳлилини бажариш;

олинадиган адсорбентларнинг селектив сирт фаоллиги билан кўмирларнинг физик-кимёвий хусусиятлари таъсирини тадқиқ этиш;

Бойсун, Шарғун ва Ангрен конларига мансуб маҳаллий кўмирлардан олинадиган термик, кислотали фаоллантирилган ва модификацияланган кўмир адсорбентлари таркибий тузилиши (текстурасини), яъни солиштирма сирт юзаси, ғоваклиги ва кислород тутувчи гуруҳ концентрациясини тадқиқ этиш;

саноат оқава сувларини тозалаш ва юмшатиш учун, шунингдек, металлургия саноати технологик эритмалари таркибидан рангли ва нодир металлларни ажратиш олиш учун импорт ўрнини босувчи индивидуал таъсирлашадиган кўмир адсорбентларини ва улар асосида самарали композицияларни яратиш;

саноат оқава сувларини тозалаш учун маҳаллий кўмирлар асосида олинган модифицирланган углеродли адсорбентларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш;

оқава сувларни тозалаш ва технологик эритмалар таркибидан рангли ва нодир (қимматбаҳо) металлларни ажратиш олиш жараёнларида сирти фаоллаштирилган, сульфурланган кўмир адсорбентларини қўллашнинг техник-иқтисодий самарадорлигини баҳолаш.

**Тадқиқотнинг объекти** Ангрен кўнғир, Бойсун ва Шарғун тошкўмирлари, улар асосида термик ва кислотали фаоллаштирилган кўмир адсорбентлари ва импорт-аналог фаоллаштирилган кўмир (ФК), металлургия ва нефтни қайта ишлаш саноати оқава сувлари, таркибида рангли ва нодир металллар мавжуд бўлган саноат технологик-модел эритмалари.

**Тадқиқотнинг предмети** маҳаллий хомашё-Ангрен кўнғир, Бойсун ва Шарғун тошкўмирлари асосида импорт ўрнини босувчи кўмир адсорбентларини олиш усуллари, уларнинг адсорбцион ва коллоид-кимёвий хоссалари ва уларни саноат оқава сувларини тозалаш, ҳамда техноген эритмалар таркибидан нодир металл ионларини ажратиш жараёнларидаги қонуниятларни ўрганиш.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишини бажаришда тадқиқотларнинг физик ва коллоид-кимёвий (ИК-спектроскопия, рентген дифрактографияси, адсорбцион, аналитик ва бошқа) каби тадқиқот ва таҳлил усуллари қўлланилган.

**Диссертация тадқиқотининг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

олеумнинг  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{SO}_3)$  19-20% ли концентрацияси ўрнига  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{SO}_3)$  10-12%ли концентрацияси қўлланилиб, Бойсун тошкўмирини кислотали фаоллаб олинган адсорбент саноатда қўлланилаётган импорт фаол адсорбентга нисбатан  $\text{Cu}^{2+}$  ва  $\text{Ag}^+$  ионларини адсорбцияси бўйича 1.3-1.5 марта юқори адсорбцион хусусиятга эга сульфокўмир адсорбентларини олиш



технологияси ишлаб чиқилган;

кам кул миқдорига эга Ангрен кўмиридан пиролиз усулида (500-550°C ҳароратда, 1-1.5 соат вақт давомида, ҳавосиз муҳитда) олинган танлаб ютувчи термик фаолланган адсорбентдан фойдаланиб, оқава сувларини нефть маҳсулотларидан тозалашнинг юқори самарали усули яратилган;

термик фаол углеродли адсорбентни паргаз усули билан 800°C ҳароратда 1 соат давомида фаоллантириб, саноат оқава сувларини органик моддалардан (полифеноллар, хлорли бирикмалар ва ш.к.) тозалашнинг шароитлари асосланган;

CaCO<sub>3</sub> билан модификациялаш орқали олинган кўмир адсорбенти ёрдамида саноат оқава сувларини юмшатиш усули ишлаб чиқилган.

саноат оқава сувларини кўп поғонали комплекс тозалаш технологияси ва ишлатилган адсорбентни республика халқ хўжалигининг турли соҳаларида қайта қўллашнинг усуллари ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** куйидагилардан иборат:

маҳаллий хом ашёлар асосида импорт ўрнини босувчи термик ва кислотали фаоллаштирилган адсорбентларни яратиш усуллари ва технологияси ишлаб чиқилди;

олинган адсорбентлар асосида саноат оқава сувларини селектив тозалашнинг уч босқичли технологияси ишлаб чиқилди;

тавсия этилган адсорбентлар олишнинг технологик схемаси ва регламенти ишлаб чиқилди;

«Ўзбекистон металлургия комбинати» АЖ, Магистрал газ қувурлари бошқармаси «Ўзтрансгаз» АЖ, «Газлинефтьгазқазибчиқариш» МЧЖ саноат оқава сувларини термик фаоллаштирилган адсорбент ёрдамида нефть маҳсулотларидан тозалаш бўйича тажриба синов ишлари амалга оширилди, саноат оқава сувининг сифати рухсат этилган меъёрга тўлиқ мос келиши кузатилди;

2 БПК маркали Ангрен қўнғир кўмирини ишқорий-ер металлари билан композиция ҳосил қилиб олинган адсорбентни «Андижонкабель» очик турдаги АЖ кўшма корхонасида саноат оқава суви, техник сув ва ичимлик сувларини тозалаш, ҳамда юмшатиш бўйича тажриба синовларидан ўтказилди.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Фойдаланилган кимёвий (аналитик кимё) ва физик-кимёвий таҳлил (рентгенфазали, ИҚ-таҳлил, визуал-полиметрик) натижалари тажриба-саноат қурилмаларида синовдан ўтганлиги билан тасдиқланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти Ўзбекистоннинг бир қатор: Ангрен, Бойсун ва Шаргун конларига мансуб қўнғир ва тошкўмирлар, улар асосида олинган кўмир адсорбентлари сиртларидаги фаолланиш жараёнларининг қонуниятлари ва хусусиятларининг аниқланганлиги ушбу йўналишдаги ёндашувларни такомиллаштиришда фойдаланиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти маҳаллий кўмирлар асосида фаоллаштирилган янги адсорбентлар олиш, шу йўналишдаги мўлжалланган

ишлаб чиқариш корхоналарини лойиҳалаш ва қуришда, шунингдек, Тошкент кимё-технология институти ва Тошкент давлат техника университетининг ўқув жараёнларида қўлланилишига хизмат қилади. Термик ва сульфокислотали қайта ишлов бериб, самарали фаоллашда ҳароратнинг ва сульфурлашдаги реагентлар концентрациясининг оптимал режими аниқланди, саноат оқава сувларини тозалаш жараёнларида ва қатор саноатларнинг технологик эритмалари таркибидан рангли ва нодир (қимматбаҳо) металлларни ажратиб олишда аҳамиятга эга бўлиб олинган адсорбентлар адсорбцион хусусиятлари бўйича импорт аналогига рақобатбардош бўлиб ҳисобланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Маҳаллий хом ашёлар асосида кўмир адсорбентларини ишлаб чиқиш технологияси ва улар ёрдамида саноат оқава сувларини тозалаш ва юмшатиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Ўзбекистоннинг кўнғир ва тошкўмирлари асосида кўмир (углеродли) адсорбентлари олишнинг технологик шартлари «Ўзстандарт» агентлиги томонидан тасдиқланган (Ts 17088447-02:2017). Мазкур техник шарт маҳсулотнинг сифати ва технологик жараёни назорат қилишга имкон беради;

саноат оқава сувларини нефть маҳсулотларидан тозалаш учун маҳаллий хомашё асосида углеродли адсорбентлар олиш бўйича Х-Республика инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳалар ярмаркасида «Ўзбекистон металлургия комбинати» АЖ билан хўжалик шартномаси тузилган (2017 йил 26 майда №1771-01/02/03/2017 рақам билан рўйхатга олинган). Натижада комбинат оқава сувларини нефть маҳсулотларидан тозалаш учун четдан олиб келинаётган адсорбент маҳаллий кўмир адсорбентига алмаштирилганда адсорбент таннархини 5-6 баравар камайтириш имконини берган;

маҳаллий хомашё асосида олинган (ТБКУ ва КБКУ) адсорбентлар саноат оқава сувларини нефть маҳсулотларидан тозалашда «Газлинефтьгазқазибчиқариш» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Ўзбекнефтьгаз» АКнинг 2017 йил 11 октябрдаги 12-2-148-сон маълумотномаси). Натижада таркибида нефть маҳсулотлари ва эриган ноорганик моддалар бўлган саноат оқава сувларини маҳаллий адсорбентлар ёрдамида тозаланганда талаб меъригача тозалаш ва техник сув сифатида қайта технологик циклга қайтариш имконини беради.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот ишининг натижалари 30 та, жумладан 13 та халқаро ва 17 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 50 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 1 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 17 та мақола, жумладан, 11 таси республика ва 6 таси хорижий журналларда нашр этилган, шунингдек ЎЗР интеллектуал мулк агентлигига (№ИАР 20160288) патент учун ариза билан мурожаат қилинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 189 бетни ташкил этган.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ ҚИСМИ**

**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Саноат технологиялари ва атроф-муҳит муҳофазасида кўмир адсорбентларининг қўлланилиши»** деб номланган биринчи бобида ёғочни фаоллаштириб олинган кўмир, кўмир-минералли композициялар, цеолитлар, углеродли нанотрубкалар)дан фойдаланишнинг илмий асослари ҳақидаги маълумотлар; адсорбент сиртининг физик-кимёвий хоссалари ҳақидаги, улар ёрдамида саноат оқава сувларини тозалаш; кўмир адсорбентларини гидрометаллургияда қўллаш ҳақида сўз юритилган. Кўриб чиқилган илмий ишларга танқидий ёндашиш асосида тадқиқотларнинг мақсади ва вазифалари белгилаб олинган.

Диссертациянинг **«Республикамиз саноатига кўмир адсорбентларини ишлаб чиқариш учун хомашё ресурслари»** деб номланган иккинчи бобида маҳаллий хомашёларга қўйилган талабларга асосан кўмир адсорбентларини олиш учун яроқли бўлган 2БПК маркали Ангрен қўнғир кўмири, 1ССКОМ маркали Шарғун ва 1Т маркали Бойсун тошкўмирлари танлаб олинди, ва уларнинг физик-кимёвий, техник ва минералогик хоссалари ўрганилди. Маҳаллий кўмир адсорбентларини олиш учун хомашё базаси бўлган Тошкент (Ангрен захиралари) ва Сурхондарё (Шарғун ва Бойсун захиралари) вилоятига мансуб кўмир захиралари таркиби (1-жадвалда) келтирилган.

Кўмирнинг ноорганик қисми кимёвий таркиби адсорбент тузилмасини ташкил қилишда аҳамиятга эга бўлганлиги сабабли, дастлабки кўмир намуналарининг кимёвий таркиби ва кул микдорлари ўрганилди. Кўмирнинг минерал қисмидаги сувда эрувчи ноорганик моддалари ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$  катионлари,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^{-}$  анионлари) кўмир адсорбентининг адсорбцион хусусиятларига салбий таъсир кўрсатади.

Ангрен қўнғир кўмирлари Бойсун ва Шарғун тошкўмирларидан сирт юзасининг физик-кимёвий хоссалари билан фарқ қилади. Улар сирт юзасида реакцион-фаол кислород тутувчи функционал гуруҳларга (карбоксил ва гидроксил) эга. Кўмирнинг минерал таркиби бирдан бир неча ўн фоизларни ташкил этиши мумкин. Қўнғир ва тошкўмирларнинг минерал ёт унсурлари ва гил моддалар таркибига: темир сульфидлари, карбонатлар ва кварц моддалари киради. Кўмир кулининг кимёвий таркибини ўзига хослиги

адсорбентнинг адсорбцион хусусиятларига таъсир қилади.

1-жадвал

**Ангрен қўнғир кўмири, Шарғун ва Бойсун тошкўмирларининг кимёвий ва техник таҳлили**

Кўмир намунаси рақами	Техник таҳлил				Ёнувчи қисмидан чикувчи учувчан моддалар миқдори, V <sup>г</sup> , %	Кимёвий таҳлил		
	Намлиги, %		Кул миқдори, %			Кўмир таркибидаги ёнувчан қисм таркиби, мг-экв/г		
	Ишчи ёнилғи, W <sup>p</sup>	Аналитик намуна, W <sup>A</sup>	Аналитик намуна, A <sup>л</sup>	Қуруқ масса, A <sup>c</sup>		COOH гуруҳи	OH гуруҳи	COOH+OH Суммаси
1	22.6	10.0	11.5	12.8	34.2	0.32	1.4	1.72
2	10.6	11.6	30.9	34.9	36.6	0.21	1.6	1.81
3	42.0	16.7	47.4	56.9	40.8	0.16	1.5	1.66
4	35.0	2.1	10.3	10.5	35.4	0.36	0.2	0.56
5	8.0	1.8	10.0	10.2	25.8	0.25	0.21	0.46

Изоҳ: 1-Ангрен қўнғир кўмири; 2-Ангрен 2БОМСШ-Б1 маркали кондицион кўмири; 3-Ангрен 2БОМСШ-Б2 маркали кондицион кўмири; 4-Шарғун 1ССКОМ маркали тошкўмири; 5-Бойсун 1Т маркали тошкўмири

Ангрен қўнғир кўмирлари Бойсун ва Шарғун тошкўмирларидан сирт юзасининг физик-кимёвий хоссалари билан фарқ қилади. Улар сирт юзасида реакцион-фаол кислород тутувчи функционал гуруҳларга (карбоксил ва гидроксил) эга. Кўмирнинг минерал таркиби бирдан бир неча ўн фоизларни ташкил этиши мумкин. Қўнғир ва тошкўмирларнинг минерал ёт унсурлари ва гил моддалар таркибига: темир сульфидлари, карбонатлар ва кварц моддалари киради. Кўмир кулининг кимёвий таркибини ўзига хослиги адсорбентнинг адсорбцион хусусиятларига таъсир қилади.

Маълумки, кўмирларда мавжуд кислород тутувчи гуруҳлар термик фаоллаштиришда сусаяди, оксидланиш жараёнида эса кўпаяди. Бундан келиб чиққан ҳолда кўмирнинг сорбцион сиғимига термик фаоллаштириш ва оксидланишнинг таъсири (Ангрен қўнғир кўмири мисолида) бўйича тадқиқот ишлари олиб борилди (2-жадвал).

Кўмир сиртида функционал гуруҳларнинг мавжудлиги, хусусан кислоталик хусусиятни намоён этиб, карбоксил гуруҳларнинг мавжудлиги адсорбцион сиғими билан боғлиқлигини ифодалайди. Оксидланган кўмирда катионлар билан ион алмашилишнинг юқори танловчанлиги бир неча ўзига хосликларга эга.

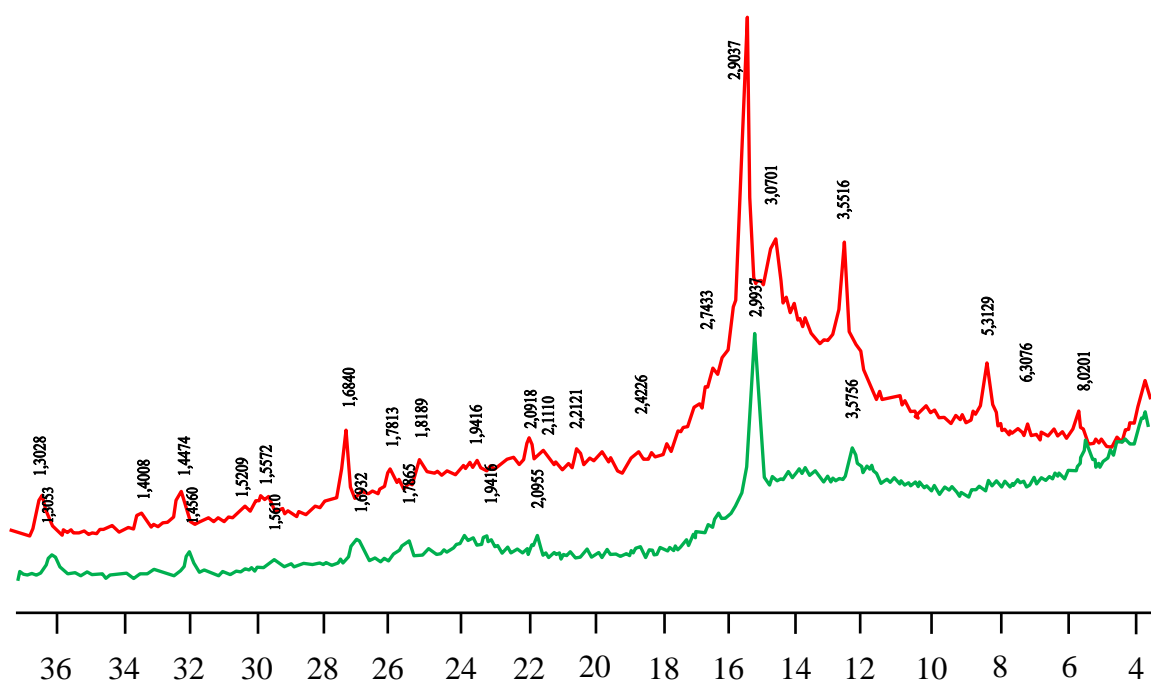
**2БПК маркали Ангрен кўнғир кўмирига термик ишлов беришнинг унинг сорбцион хоссаларига таъсири**

Кўмир номи	Сувдаги рН	Таркиби мг.экв/г			Сорбцион сифими
		сумма	СООН	ОН	Cu <sup>2+</sup> г/кг қуруқ модда массаси бўйича
Ангрен, 2БПК дастлабки	6.20	1.72	0.32	1.40	34.2
120°C қиздирилган	6.20	1.67	0.28	1.39	26.30
200°C гача	6.30	1.63	0.25	1.38	24.80
300°C гача	6.50	1.54	0.02	1.34	9.10
400°C гача	6.70	0.60	0.00	0.60	0.00
500°C гача	6.70	0.25	0.00	0.25	0.00
600°C гача	6.60	0.07	0.00	0.07	0.00

Тадқиқотлар натижасига кўра, динамик шароитларда статик шароитларга нисбатан 30% мис ионининг кам сорбцияланиши ион алмашилиш жараёни барқарорлигининг давомийлиги билан тушунтирилади.

Диссертациянинг «**Маҳаллий хомашё бўлган кўнғир-тошкўмирлари асосида кўмир адсорбенти олиш усулини ишлаб чиқиш**» номли учинчи бобида кўмир сиртини модификациялаш жараёнини унинг сорбцион фаоллигига таъсири ўрганилди. Термик ва кимёвий фаоллаштириш натижасида кўмир юзасида кислород тутувчи функционал гуруҳларга эгаллиги сорбцион хусусиятига ва ион алмашилиш ҳолатига таъсири аниқланди. 2БПК маркали Ангрен кўнғир кўмирининг дастлабки ва 550°C ҳароратда термик қайта ишлов берилгандан кейинги хусусиятларининг рентген дифрактометрияси 1-расмда келтирилган. Кўнғир кўмир микро тузилмасининг пиролиз жараёнидан келиб чиқадиган (термик қайта ишлов бериш 500-550°C гача) ўзгариши (метаморфизми)нинг тадқиқоти олиб борилди. Кўмир таркибидаги асосий сув ҳажми 115°C ҳароратга етгунча йўқолиб бориши аниқланди. Ҳароратнинг кейинги ошиб боришида структуранинг кўмир қатламлари юзасининг минерал қисмидаги кимёвий реакциялар билан боғлиқ ўзгаришлар кузатилади. Ҳароратнинг охири кўтарилиши билан боғлиқ, яъни пиролиз жараёнининг ярим коксланиш давригача (500-550°C ҳароратгача) кўмир юмшайди, учувчан моддаларнинг ажралиши кузатилади, кўмир заррачаларида эса ғоваклар ҳосил бўла бошлайди.

2БПК маркали Ангрен кўнғир кўмирини ҳавосиз шароитда 550°C да термик фаоллантириш натижасида янги адсорбент олишга эришилди. Уларнинг физик-кимёвий ва адсорбцион хоссалари ўрганилди.



**1-расм. Дастлабки ва термик ишлов берилган (550°C да) кўмирларнинг рентген дифрактометрияси натижалари**

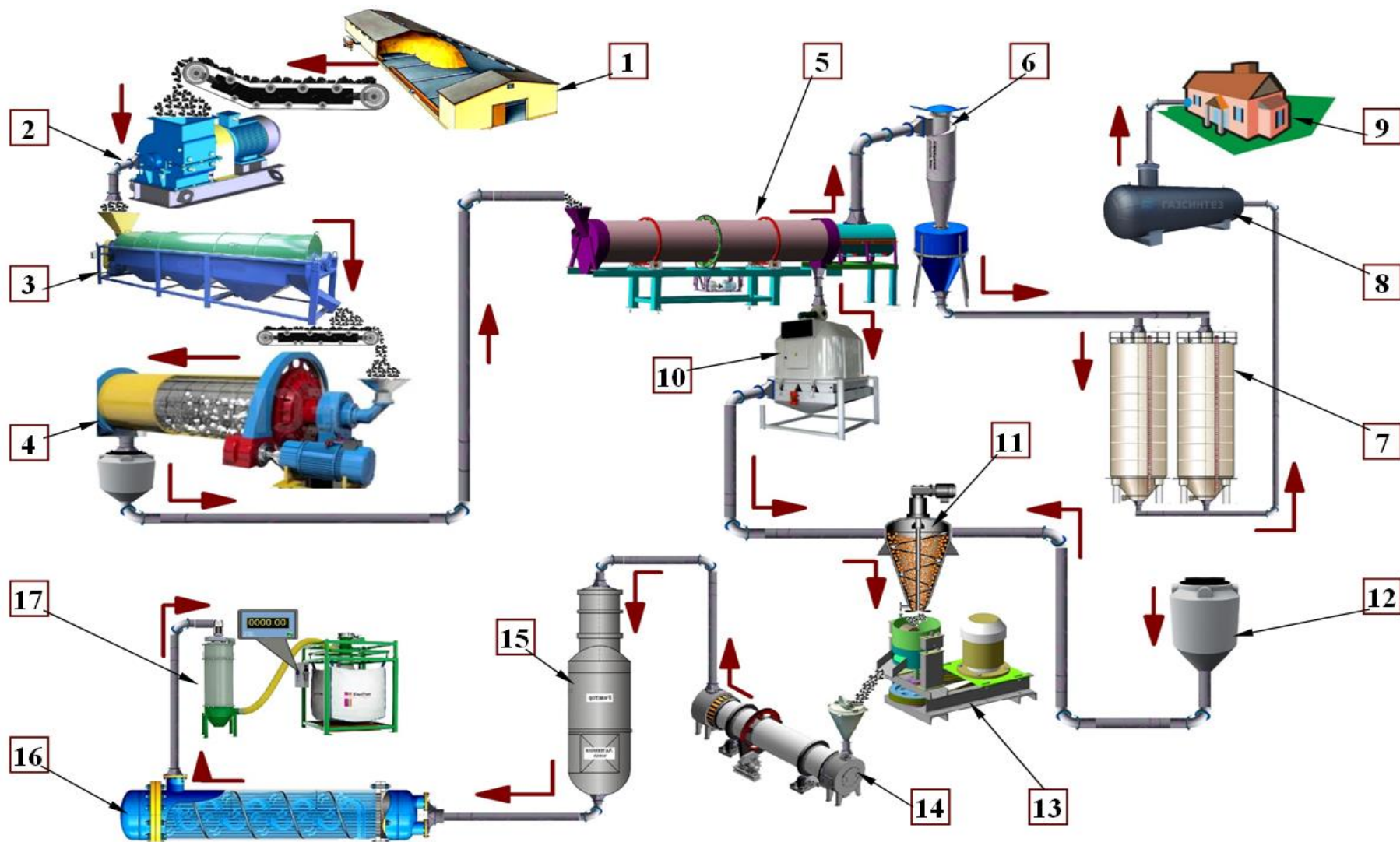
Термик фаоллаштириш натижасида кўмир сув юқтирмаслик хусусиятини намоён этиб (юзанинг намланиш бурчаги  $\alpha=99^\circ$ ), юқори ғовакликка (30% ғоваклар ҳажми) эга эканлиги аниқланди (3-жадвал).

**3-жадвал**

**Термик ишлов берилган углеродли адсорбентлар ёрдамида тозаланган «Муборак ГҚИЗ» УК оқава сувларидаги нефть маҳсулотларининг миқдори\***

Тозалаш учун кетган адсорбент миқдори, г/л	Термик ишлов берилган адсорбент ёрдамида тозалангандан кейинги қолган нефть маҳсулотлари миқдори, мг/л
0.2	13.8
0.4	10.6
0.6	6.4
0.8	3.2
1.0	0.91
2.0	0.45
3.0	0.44

\* оқава сув таркибидаги дастлабки нефть маҳсулоти миқдори 14.6 мг/л га тенг.



**2-расм. Фаоллаштирилган кўмир адсорбентини олиш ва термик қайта ишлашнинг технологик схемаси.**

1– Ангрен кўмирини сақлаш омбори; 2 – болғали майдалагич; 3 – барабанли қуритгич; 4 – шарли майдалагич; 5 – термик қайта ишлаш учун айланувчи печ; 6 – тозаланмаган газ учун газгольдер; 7 – оҳакли сут учун сиғим; 8 – CO<sub>2</sub> дан тозаланган газ учун газгольдер; 9 – газ истеъмолчиси; 10 – совутиш агрегати; 11 – аралаштиргич; 12 – боғловчи учун сиғим; 13 – гранула ҳосил қилувчи; 14 – барабанли қуритгич; 15 – буғ-газли фаоллаш реактори; 16 – музлатгич; 17 – қопларга жойлаш.

Кўмирни ҳавосиз муҳитда 550°C ҳароратда термик фаоллаштириш усули билан олинган адсорбент иқтисодий камхарж бўлиб, 1 тонна 2БПК маркали ангрен кўнғир кўмири фаоллаштирилганда 750 кг кўмир адсорбенти ва ёқилғи сифатида фодаланиш учун 57 м<sup>3</sup> газни олиш мумкин.

Ангрен кўмирини ҳавосиз шароитда 550°C ҳароратда термик фаоллаштириб олинган адсорбент юзасида оксидланиш жараёнининг тезлашиши ва кислород тутувчи гуруҳларни ҳосил бўлишининг эркин реакция қобилиятли радикалларга эга бўлиши аниқланди. Бунинг асосида ҳавосиз шароитда 550°C ҳароратда 30 минут вақт давомида термик фаоллаштириш асосида углеродли адсорбент олишнинг, кейинчалик эса 60 минут вақт давомида 800°C ҳароратда сув буғи ёрдамида фаоллаштиришнинг технологик схемаси ишлаб чиқилди (2-расм).

Дастлабки кўнғир кўмир саноат оқава сувларини ноорганик туз ионларидан тозалаш учун энг мақбул ва энг арзон табиий адсорбент бўлиб ҳисобланади. Лекин кўнғир кўмирнинг ўзи адсорбент сифатида ишлатилса, унинг адсорбцион сифими тўла-тўқис ишламайди. Бу жараён эритмадан металл ионларини ажратиб олишда десорбцияга тескари жараён бўлган эркин кислоталарнинг ажралиб чиқиши билан тушунтирилади. Бундай ҳолатнинг олдини олиш учун ажралиб чиқаётган кислотани нейтраллаш керак бўлади.

#### 4-жадвал

#### 2БПК маркали Ангрен кўмири ва улар асосида олинган композицион адсорбент ёрдамида «Ангрен тоғ-металлургия комбинати» АЖ «Кўч-булок» кони саноат оқава сувларини тозалаш

Саноат суви таркибидаги ингридиентлар, мг/л	«Кўч-Булок» оқава сувининг дастлабки таркиби	2БПК маркали кўмир билан тозалангандан сўнг оқава сув таркиби	Композицион кўмир адсорбенти ёрдамида тозалангандан сўнг оқава сув таркиби
Калий	9.30	6.80	3.00
Натрий	156.00	6.40	6.20
Кальций	230.42	105.45	24.25
Хлоридлар	153.17	29.58	20.10
Сульфатлар	2249.80	349.37	214.58
рН	8.00	8.00	7.80
СО <sub>2</sub>	2.46	2.82	0.0
Қуруқ қолдиқ	3931.00	846.00	766.00
Умумий қаттиқлик, мг экв/л	16.40	8.40	8.10



Қўйилган масаланинг ечимини топиш учун кўмир адсорбенти, ҳамда кальций ва/ёки барий карбонати асосида олинган янги композицион адсорбент таклиф этилди. Уларни саноат оқава сувларини тозалашнинг лаборатория шароитида тадқиқ этилган натижалари 4-жадвалда келтирилган.

Янги термик фаоллаштирилган ва композицион кўмир адсорбентларининг лаборатория тадқиқотлари асосида олинган ижобий натижалари нефтни қайта ишлаш саноати оқава сувлари таркибидан ноорганик бирикмалар ва нефть маҳсулотларини тозалаш учун тавсия этилди. Ишлаб чиқаришнинг турли жабҳаларида селективлик хусусиятига эга бўлган (сорбция жараёнида эритмадан металл ионларини танлаб ютувчи) ғовак тузилма ҳосил қилувчи адсорбентларга талаб юқори. Шунинг учун асосий эътибор адсорбцион материалларни олиш усулларини такомиллаштиришга, ҳамда уларнинг физик-механикавий ва адсорбцион хусусиятларини ошириш мақсадида хомашё базасини кенгайтиришга қаратилган.

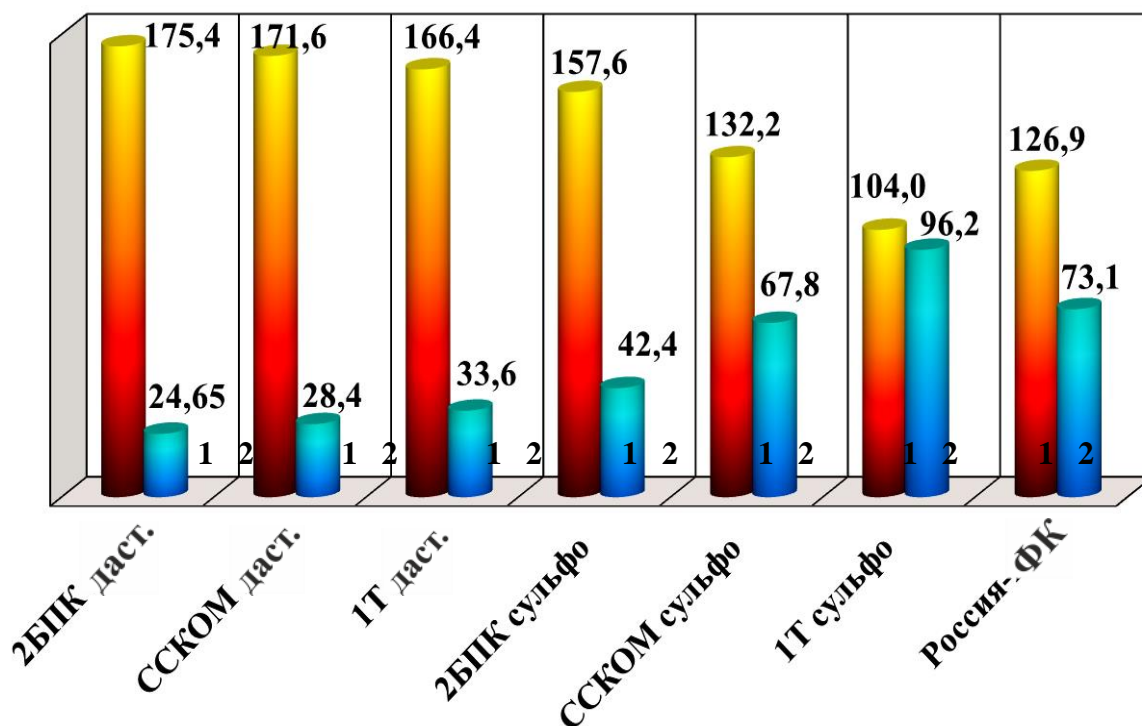
Ҳозирги вақтда адсорбент олиш учун бошқа усуллар сингари таркибида табиий углерод сақловчи хом ашёни кимёвий фаоллаштириш усулидан кенг фойдаланиб келинмоқда. Бунда кимёвий фаоллаштирувчи сифатида ишқорий-ер металлларининг карбонатлари, ноорганик кислоталар ва тузлар термолиз жараёнида кўмирларнинг ғовак тузилмасини ривожлантиришга ёрдам беради.

Сульфокўмирларни олиш учун хом ашё сифатида Сурхондарё вилояти кўмир конига мансуб (1ССКОМ маркали) Шарғун ва (1Т маркали) Бойсун тошкўмирлари намуналари танланди. Таклиф этилаётган сульфокўмир адсорбентларини олиш усули хомашё кўмирни икки хил ёндошувдан фойдаланиб, кимёвий ва термик фаоллаш усулига асосланиб олинган. Дастлабки ёндошувда юқори концентрацияга эга бўлмаган маълум технология асосида олинган паст концентрацияли (таркиби 3-5% ли сульфат кислота) реагент-олеумдан фойдаланиб амалга оширилди. Иккинчи ёндашувда эса термик ишлов бериш усули кўмир юзасини термик фаоллантиришда маълум бўлган технологиясидан фарқ қилмайдиган, металл ионларининг хемосорбциясига ёрдам берувчи ион алмашилиш механизми бўйича гидроксид ва карбоксил бирикмаларининг тузилишига олиб келувчи усулдан фойдаланилди. Фаоллаштиришнинг иккала усулидан фойдаланган ҳолда янги сульфокўмир адсорбентлари олишга эришилди.

Сувли эритмалардан кумуш ионларини адсорбцияси бўйича лаборатория шароитида олиб борилган изланишлар натижасида 1Т маркали Бойсун кўмири асосида олинган адсорбент четдан келтирилган фаоллаштирилган кўмир (ФК) адсорбенти билан солиштирилганда  $Ag^+$  ионларининг адсорбцияси бўйича 30-40% юқори сорбцион самарадорликни ташкил этганлигини кузатиш мумкин (3-расм).

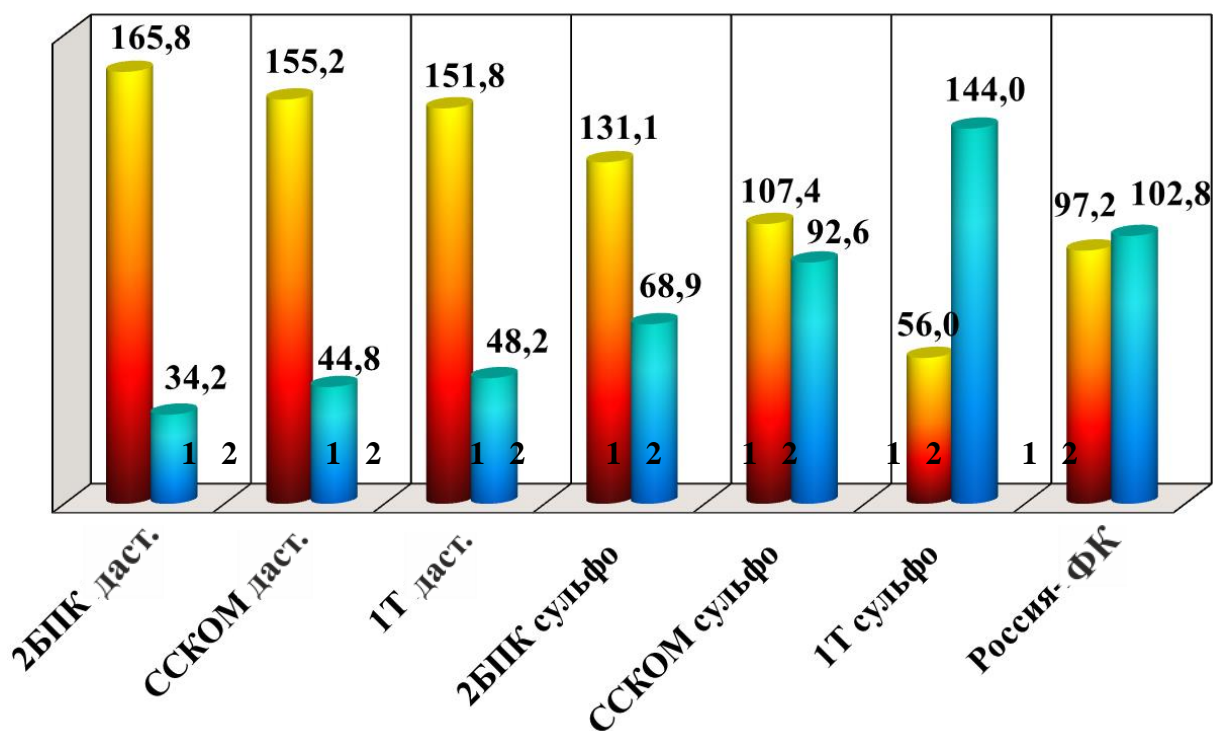
Мис ионларига нисбатан адсорбентларнинг сорбцион фаоллигини ўрганиш натижаси шуни кўрсатадики, маҳаллий Бойсун кўмири асосида

олинган адсорбент четдан келтирилган адсорбентга нисбатан 1.5 марта кўпроқ мис ионлари ( $\text{Cu}^{2+}$ ) ни ютиши кузатилди (4-расм).



3-расм. Эритмадаги  $\text{Ag}^+$  чўкмаси ва  $\text{Ag}^+$  адсорбция микдорининг такқослаш графиги.

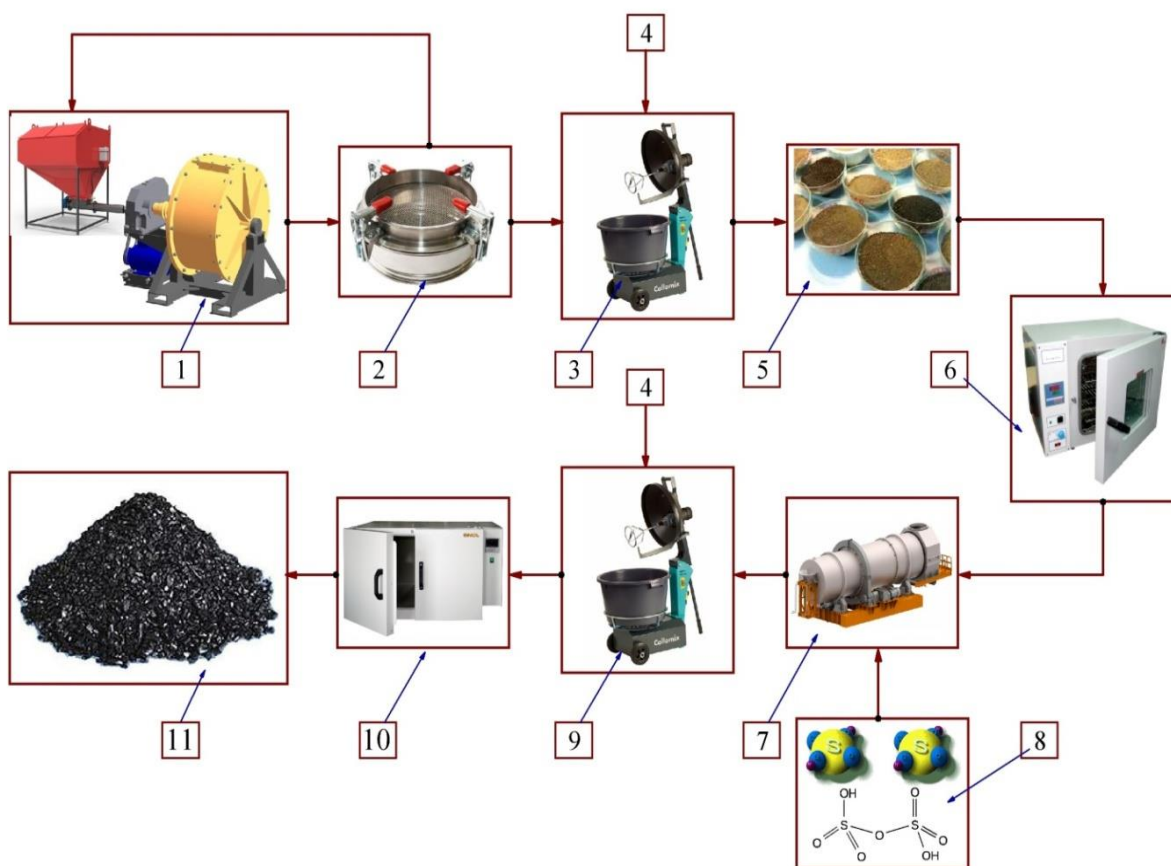
1 –  $\text{Ag}^+$  ионининг эритмада қолгани, мг/г; 2 –  $\text{Ag}^+$  ионининг адсорбентда ютилгани, мг/г.



4-расм.  $\text{Cu}^{2+}$  нинг дастлабки ва унинг асосида сульфокўмир юзасидаги адсорбциянинг микдори

1 –  $\text{Cu}^{2+}$  ионининг эритмада қолгани, мг/г; 2 –  $\text{Cu}^{2+}$  ионининг адсорбентда ютилгани, мг/г.

Кам куллик миқдорига эга (8%) 1Т маркали Бойсун тошқўмири асосида сульфурлаш ва термик фаоллаш асосида юқори сиғимли адсорбент олиш технологиясининг схемаси ишлаб чиқилди (5-расм). Шундан сўнг кўмир бир вақтнинг ўзида олеум билан биргаликда герметик берк барабан грануляторга (7) тушади. Бунда олеум ( $H_2SO_4(SO_3)$ -10-12% концентрацияли):тошқўмир (1Т маркали) муносабати 4.0:1.0 нисбатга тўғри келади. Ҳосил бўлган масса узлуксиз равишда 40 дақиқа давомида аралаштириб турилади. Сўнгра олинган сульфомаҳсулот ваннада (9) дистилланган сув ёрдамида рН муҳити 5-6 га тенглашгунча ювилади, қуритиш печида (10) 110-120°C ҳароратда 5-10 % намлик қолгунича қуритилади. Олинган маҳсулот фаол сирт юзага ва юқори адсорбцион ҳажмга эга бўлиб, гидрометаллургияда техноген эритмалар таркибидан нодир металлларни ажратиш олишда селектив адсорбциялаш имконини беради. Тайёр маҳсулот сульфокўмир адсорбентларини қопларга қадоқлаш учун омборхонага (11) юборилади. Таклиф этилаётган кўмирни сульфурлаш жараёни олеум билан ишлов берганда герметик берк реакторида техника ҳавфсизлигига қоидаларига қатъий риоя қилган ҳолда (махсус кийим, респиратор, ниқоб ва бошқаларда) амалга оширилади.



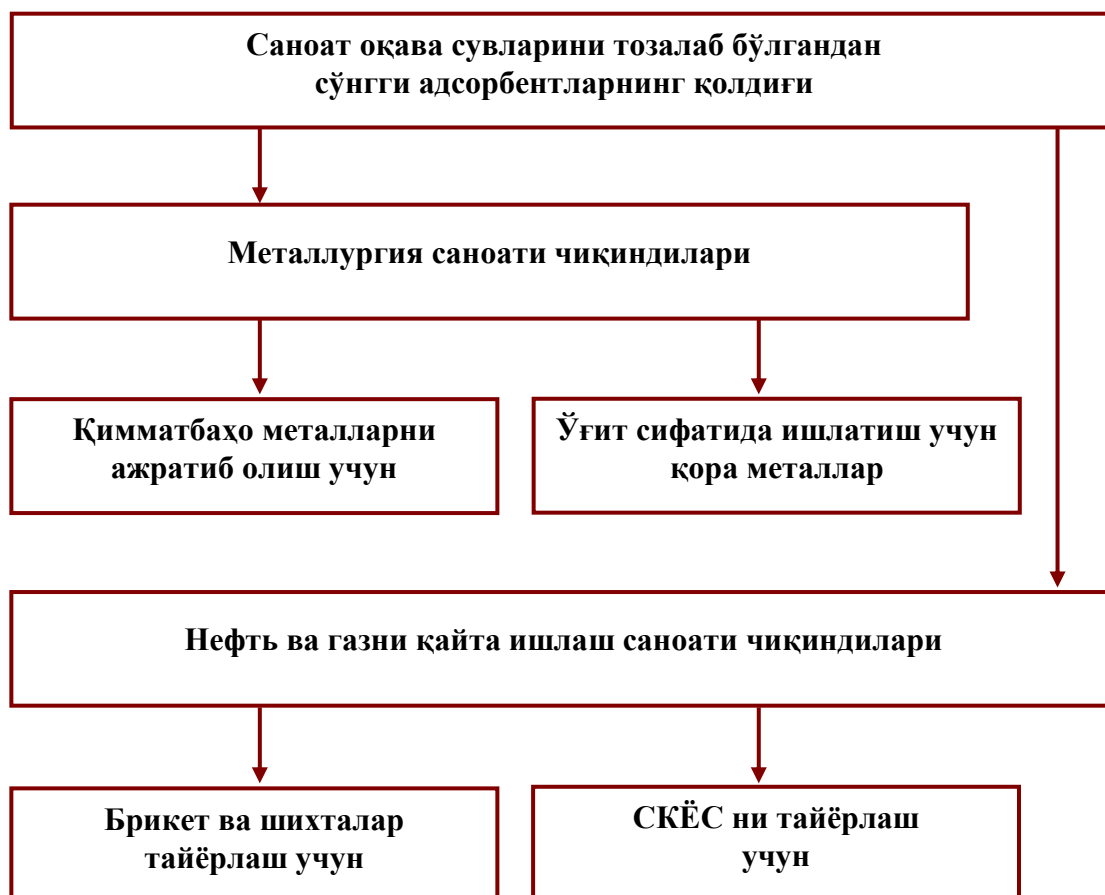
**5-расм. Сульфокўмир адсорбентини олишнинг технологик схемаси.**

1. Бункерли барабан тегирмони; 2. Элаклар (2÷5) жамланмаси; 3. Даствлабки кўмирни ювиш ваннаси; 4. Дистилланган сув; 5. 20-22°C ҳароратли хона температурасида қуритиш; 6. Қуритиш шкафи (даствлабки кўмир намуналарини 110°C да 1% намликкача қуритиш); 7. Аралаштиргичли герметик барабан гранулятори; 8. Олеумни узатиш  $H_2SO_4(SO_3)$  10-12%; 9. Сульфомаҳсулотни нейтраллаштириш учун ванна; 10. Қуритиш шкафи (110°C да сульфурланган кўмирни 30% намликкача қуритиш); 11. Тайёр маҳсулот.

Хулоса қилиб айтганда, энг кам куллар миқдорига эга, 2-5 мм ўлчамли маҳаллий 1Т маркали Бойсун тошкўмирини олеум кислотаси билан 110-120°C ҳароратда сульфурлаш орқали сульфокўмирли адсорбенти олинди.

Тажриба натижаларига асосланиб тенглама функциялари ёрдамида сульфокўмир адсорбентини олишнинг оптимал режими ва динамик сиғимини аниқлашнинг математик модели орқали уларнинг дастлабки асосий параметрлари ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган математик модель олинган натижаларнинг тўғри ва аниқлигига ишонч ҳосил бўлишида муҳим аҳамиятга эга. Моделнинг дастлабки маълумотларга мос келиш таҳлили олинган натижаларнинг қанчалик тўғри эканлигини билдиради. Чизикли регрессион тенгламалар ёрдамида олинган коэффицентлар аҳамиятга эга, модель эса адекват сифатида баҳоланади.

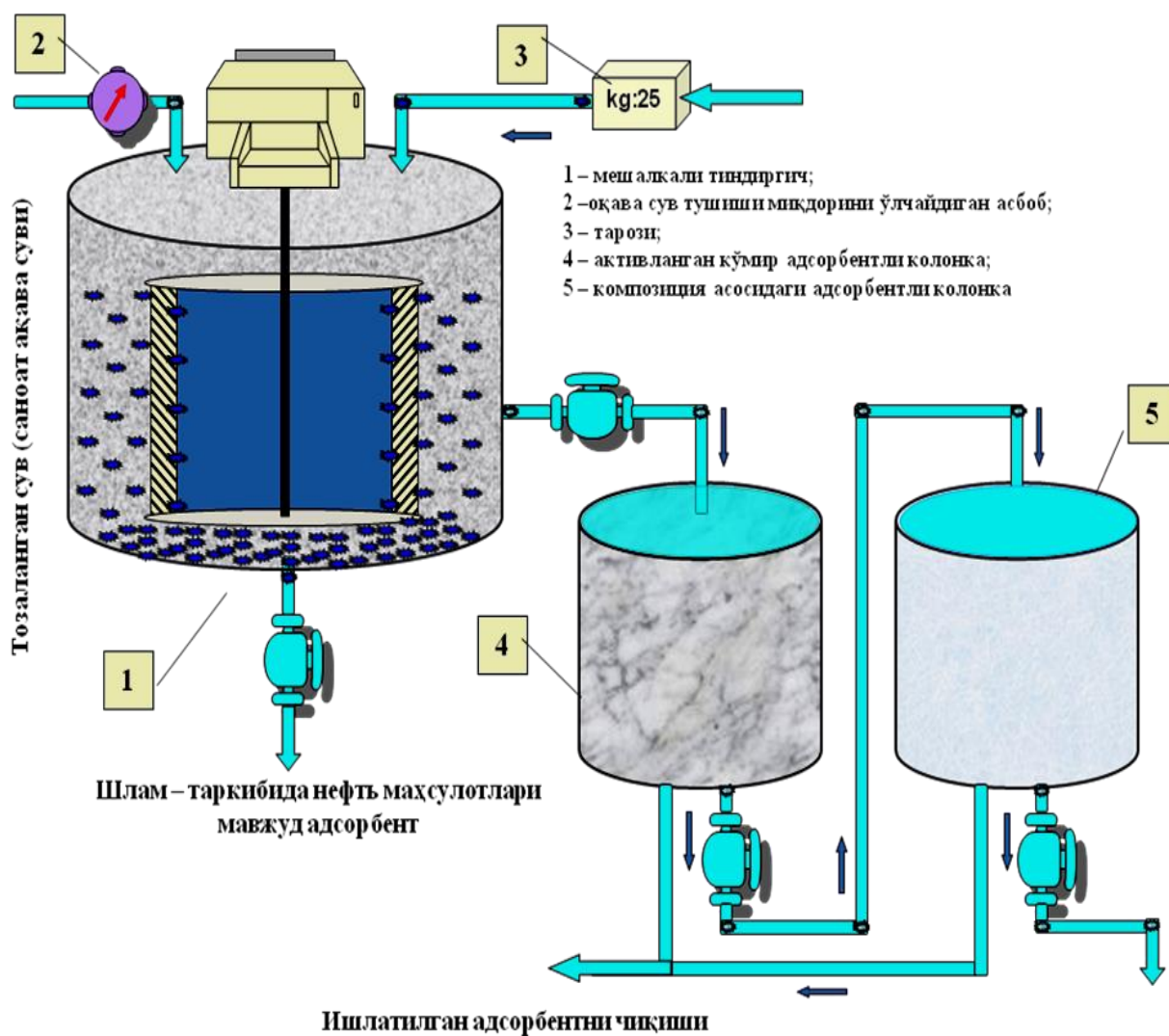
Углеродли адсорбентлардан фойдаланиш соҳаси ошиб бориши билан уларга бўлган талабнинг йилдан йилга ошиб боришига ва бу ҳолат эса ўз навбатида саноат оқава сувларини тозалашдан кейин ишлатиб бўлинган чиқинди адсорбентлар миқдорининг ошиб боришига сабаб бўлади. 6-расмда металлургия ва нефтни қайта ишлаш корхоналарининг оқава сувларини тозалагандан сўнг ишлатиб бўлинган кўмир адсорбентларидан иккиламчи маҳсулот сифатида фойдаланиш жараёнининг схемаси келтирилган.



6-расм. Оқава сувларни тозалагандан сўнг ишлатиб бўлинган кўмир адсорбентларидан фойдаланиш схемаси

Оқава сувларни нефть маҳсулотлари ва металл ионларидан тозалаш жараёнида ишлатилган кўмир адсорбентларидан қишлоқ хўжалигида органик ўғит сифатида ва иссиқлик энергетикасида ёқилғи сифатида фойдаланиш учун тавсия этилади.

Диссертациянинг «Янги кўмир адсорбентларини ишлаб чиқиш натижаларининг амалда қўлланилиши» номли тўртинчи бобида Ўзбекистон Республикасида мавжуд металлургия ва нефтни қайта ишлаш корхоналари оқава сувларини тозалаш учун ишлаб чиқилган янги кўмир адсорбентларининг лаборатория ва ишлаб чиқариш корхоналаридаги олиб борилган изланишлари ва уларнинг натижалари келтирилган.



**7-расм. Ишлаб чиқариш корхоналаридаги оқава сувларни нефть ва газни қайта ишлаш маҳсулотларидан ва ноорганик минерал аралашмалардан тозалашнинг технологик схемаси.**

1-Оқава сув ва термик қайта ишланган углеродли адсорбент билан тўлган аралаштиргичли тиндиргич; 2-оқава сув учун сув ўлчагич. 3- тарози; 4-фаолланган кўмир адсорбентли адсорбцион колонка; 5- композицион адсорбентли адсорбцион колонка.

Оқава сувларни тозалаш ва юмшатиш технологиясини танлаш усули уларнинг кимёвий таркибини билиш орқали аниқланади. Республикамиздаги

металлургия, нефть ва газ саноати тармоқларидаги оқава сувлар таркиби нефть маҳсулотлари ва эрувчан ноорганик моддалар билан ифлосланган бўлади. Ушбу корхоналарнинг оқава сувларини ишлаб чиқилган адсорбентлар ёрдамида тозалаш иқтисодий асосланган ва самарали усуллардан бири бўлиб ҳисобланади.

Маҳаллий кўмир хомашёси асосида олинган адсорбентларнинг физик-кимёвий ва адсорбцион хоссаларини ўрганиш билан бир қаторда улардан фойдаланишнинг аниқ соҳалари аниқлаб олинди. Масалан, «Ўзбекистон металлургия комбинати» АЖ оқава сувларини тозалашда кўнғир кўмир асосида олинган янги адсорбент ишлаб чиқариш корхонасида тажриба синовидан ўтказилди. Саноат оқава сувларини тозалашнинг уч босқичли принципаал технологик тизими ишлаб чиқилди (7-расм).

#### 7-жадвал

#### «Ўзбекистон металлургия комбинати» АЖ оқава сувларини термик қайта ишланган, паргаз фаоллаштирилган ва композицион кўмир адсорбентлари ёрдамида тозалаш натижалари

Оқава сув таркибидаги моддалар	«Ўзбекистон металлургия комбинати» АЖ оқава сувлари таркибидаги моддалар миқдори	Термик қайта ишланган адсорбент билан тозалангандан кейинги натижалар (I босқич) мг/л	Фаоллантирилган адсорбент билан тозалангандан кейинги натижалар (II босқич) мг/л	Композицион адсорбент билан тозалангандан кейинги натижалар (III босқич) мг/л
Нефть маҳсулотлари	12.9	2.5	-	-
Калий	3.0	2.8	2.6	1.0
Натрий	40.0	38.6	34.5	17.3
Кальций	100.4	95.6	90.2	26.2
Магний	22.7	22.6	21.0	8.2
Хлоридлар	53.2	52.0	48.7	8.4
Сульфатлар	169.8	167.0	158.0	42.0
pH	7.9	8.0	8.1	8.0
CO <sub>2</sub>	2.5	2.4	1.5	0.0
Қуруқ қолдиқ	531.0	490.6	418.8	188.6
Умумий қттиқлик, мг экв./л	8.9	8.4	8.0	0.5



Тозаланиши керак бўлган ифлосланган саноат оқава сувлари аралаштиргичли (1) идишга сув сарфини ўлчайдиган асбоб (2) орқали тушади. Маълум миқдордаги оқава сув солинган идишга тарозида ўлчанган (3) термик фаоллаштирилган кўмир адсорбенти, оқава сув миқдорига мўлжалланган массаси юборилади. Идишнинг пастки қисмида нефть маҳсулотларига тўйинган углерод адсорбенти чўкмага тушади. Маълум меъёргача тозаланган сув кейинги босқичлардаги фаоллаштирилган кўмир (4) ва композицион адсорбентлар (5) билан тўлдирилган идишларга навбати билан келиб тушади.

Рухсат этилган меъёр даражасигача тозаланган ва юмшатирилган техник сув саноат корхонасига қайта ишлатиш учун циклга қайтарилади ва ёки сувлар сақланадиган табиий ҳовузларга юборилади. Бу технологик жараён орқали биринчи босқичда саноат оқава сувлари 90% тозаланган бўлса, кейинги иккинчи ва учинчи босқичларда, яъни паргаз фаоллаштирилган кўмир ва композицион адсорбентлар ёрдамида оқава сувлар рухсат этилган меъёр даражасигача батамом тозаланишига эришилади (7-жадвал).

«Ўзбекистон металлургия комбинати» АЖ оқава сувларини тозалаш ва юмшатиш учун таклиф этилаётган адсорбентларнинг амалиётга қўллашда кутилаётган иқтисодий самара йилига 425.0 млн. сўмни ташкил этади. Ангрен кўнғир кўмири асосида олинган адсорбентлар «Андижонкабель» кўшма корхонаси, Газлимагистрал қувур бошқармаси «Ўзтрансгаз» АЖ каби саноат корхоналари оқава сувларини тозалашда ишлатиб кўрилди ва ижобий натижаларга эришилиб, амалиётга қўллаш учун тавсиялар берилди.

Диссертация ишидаги ўхшаш маълумотлар тошкўмир асосида олинган адсорбентлар бўйича ҳам келтирилган. «Газлинефтьгазқазибчиқариш» МЧЖ саноат корхонаси оқава сувларини тозалашда Бойсун тошкўмири асосида олинган адсорбентлар ёрдамида ишлаб чиқариш корхонасида синов ишлари ўтказилди. Бизнинг адсорбентларимиз асосида бу корхона учун оқава сувларни тозалашнинг икки босқичли адсорбцион усули ишлаб чиқилди. Саноат синов натижалари шуни кўрсатадики, тозалаш самарали бўлиб тозаланиш даражаси рухсат этилган меъёрлари тўғри келади (8-жадвал).

«Газлинефтьгазқазибчиқариш» МЧЖ оқава сувларини тозалаш ва юмшатиш учун таклиф этилаётган адсорбентларнинг амалиётда қўллашдан кутилаётган иқтисодий самара йилига 77.85 млн. сўмни ташкил этади.

**«Газлинефтегазқазибчиқариш»МЧЖ саноати оқава сувларини  
адсорбцион тозалашнинг тажриба саноати синови натижалари**

Оқава сув намунасининг кўрсаткичлари	Дастлабки оқава сув таркиби, мг/л	Тозаланган оқава сув таркиби (I босқич), мг/л	Тозаланган оқава сув таркиби (II босқич), мг/л
Нефть маҳсулотлари	23.1	0.1	0
Калий	6.0	1.20	0.9
Натрий	250.0	10.5	7.2
Кальций	67.0	18.2	2.0
Магний	45.3	15.9	2.1
Хлоридлар	186.2	50.8	8.5
Сульфатлар	467.5	160.2	13.2
Гидрокарбонат	573.0	250.2	35.5
рН муҳит	8.0	7.1	7.0
CO <sub>2</sub>	2.8	1.6	0.0
Қуруқ қолдиқ	1060.0	439.7	198.8
Умумий қаттиқлик, мг экв./л	9.1	5.3	1.12

### ХУЛОСА

1. Республикамиздаги Ангрэн, Бойсун, Шарғун конларига мансуб маълум хомашё ресурсларининг коллоид-кимёвий ва технологик, минералогик хоссаларининг таҳлили асосида саноат оқава сувларини рухсат этилган меъёргача тозалаш ва юмшатишда қўлланиладиган импорт ўрнини босувчи адсорбентларни ишлаб чиқиш учун 2БПК маркали Ангрэн қўнғир кўмири, 1ССКОМ маркали Шарғун ва 1Т маркали Бойсун тошкўмирлари танлаб олинди.

2. Ангрэн қўнғир 2БПК маркали кўмирини ҳавосиз шароитда 550°С ҳароратда 1-1.5 соат вақт давомида қиздириб ғовакли, самарали адсорбцион хусусиятга эга бўлган, нефть ва газ саноати оқава сувларини тозалаш учун тавсия этиладиган термик фаолаштирилган кўмир адсорбенти олинди.

3. Ангрэн қўнғир кўмирини термик фаоллаштиргач, адсорбент сиртини сув буғи ёрдамида паргазли фаоллаштиришнинг оптимал



режимлари асосида олинган адсорбент саноат оқава сувларини эриган ноорганик кўшимча (ионлар) дан тозалаш учун тавсия этилди.

4. Кўмир юзасини турли вақт ораликларида термик ва  $800^{\circ}\text{C}$ - $900^{\circ}\text{C}$  ҳароратда буғ-газли фаоллаш режимларини кўмир адсорбентининг адсорбцион хоссаларига таъсири, сорбцион қобилияти адсорбентни юзасидаги функционал гуруҳларни кимёвий фаоллигига боғлиқлиги аниқланди.

5. Ангрен ва Бойсун кўмирларига ишқорий-ер металл тузларини кўшиш натижасида адсорбцион қобилияти 75-80% гача ошадиган янги композицион кўмир адсорбентларини олиш технологияси ишлаб чиқилди ва саноат оқава сувларини умумий қаттиқлигини 35.0 мгэкв/г дан 0 гача камайтириш учун тавсия этилди.

6. Металлургия ва нефть-газ саноати оқава сувларини металл ионлари ва нефть маҳсулотларидан селектив босқичма-босқич тозалашнинг уч босқичли технологик схемаси таклиф этилган.

7.  $550^{\circ}\text{C}$  да термик,  $800$ - $900^{\circ}\text{C}$  да сув буғи билан фаоллаштирилган ва композицион адсорбентларини «Ўзбекистон металлургия комбинати» АЖда уч босқичли технологияда оқава сувларини тозалаш ва юмшатишда ишлаб чиқаришга жорий этишдан олинган иқтисодий самара кўрсаткичи йилига 425.0 млн. сўмни ташкил этади. Комбинат оқава суви таркибидан нефть маҳсулотларини ажратиб олишда қўлланиладиган графит асосида олинган импорт адсорбент (ХХР)га нисбатан термик адсорбент 2 баробар юқори адсорбциялаши асослаб берилган.

8. Тавсия этилган адсорбентларни ишлаб чиқишга доир технологик регламентлар ва Ўзбекистоннинг қўнғир ва тошкўмирлари асосида кўмир (углеродли) адсорбент олиш техникавий шартлар ишлаб чиқилган ва «Узстандарт» агентлиги томонидан Давлат рўйхатига олинган (Ts 17088447-02:2017).

9. 1Т маркали Бойсун тошкўмири олеум билан кислотали фаоллаштирилганда юқори ион-алмашинув сиғимга эга сульфокўмир адсорбентини олиш технологияси ишлаб чиқилган. 1Т ва 1ССКОМ маркали тошкўмирларни кислотали фаоллаш ёрдамида олинган импорт ўрнини босувчи янги адсорбент «Навоий кон-металлургия комбинати» ДКда техноген эритмалари таркибидан рангли ва нодир металл ионларини ажратиб олишда қўлланилаётган импорт фаоллаштирилган кўмир (ФК) (Россия) адсорбентига нисбатан  $\text{Ag}^+$  ва  $\text{Cu}^{2+}$  ионларини 1.3:1.5 баробар нисбат билан юқори адсорбциялаши асослаб берилган.

10. Сульфокўмир адсорбенти олишнинг асосий параметрлари функциясида динамик алмашинувчи сиғимини математик модели ишлаб чиқилди, яратилган ушбу модел экспериментал тадқиқотлар йўли орқали олинган дастлабки натижалар бир хиллиги тенглама билан мос келади.

11. 2 БПК маркали Ангрен қўнғир кўмири асосида олинган композицион адсорбентни «Андижонкабель» очик турдаги АЖ қўшма корхонасида саноат оқава суви, техник сув ва ичимлик сувларини тозалаш ва юмшатишда фойдаланишдан кутилаётган иқтисодий самара йилига

31.70 млн. сўмни ташкил этади. Термик фаоллаштирилган ва композицион адсорбентлар ёрдамида Газли «Ўзтрансгаз» АЖ ва «Газлинефтвазқазибчиқариш» МЧЖнинг Муллахол объектида оқова сувларни нефть маҳсулотларидан тозалашда қўлладан кутилаётган иктисодий самаралар йилига 40.70 ва 77.85 млн. сўмни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.К/Т.35.01 ПРИ ИНСТИТУТЕ  
ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ТАШКЕНТСКОМ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ ПО  
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**

---

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**ЖУМАЕВА ДИЛНОЗА ЖУРАЕВНА**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ АДсорбентов на  
основе местных углей для очистки промышленных  
стоков и переработки техногенных растворов**

**02.00.11 – Коллоидная и мембранная химия**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

**Ташкент – 2017**

Тема диссертации доктора наук (Ds) зарегистрирована под номером B2017.1.DSc/T11 Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного семинара Информационно-образовательном портале «ZIYONET» (www.ziyonet.uz)

Научный консультант: **Агзамходжасв Анварходжа Атаходжасевич**  
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Абдурахимов Саидакбар Абдурахмонович**  
доктор технических наук, профессор

**Юнусов Мирахмат Пулатович**  
доктор технических наук, профессор

**Нарметова Гульнара Розыкуловна**  
доктор химических наук, профессор

Ведущая организация: Самаркандская государственная университет

Защита состоится 31 10 2017 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.K/T.35.01 при Институте общей и неорганической химии и Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: ionxanpuz@mail.ru

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за № 8, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан 17 10 2017 года.  
(протокола рассылки № 8 от 17.10 2017 г).



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

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

**С. Тухтаев**  
Председатель научного семинара при научном совете  
по присуждению учёной степени, д.х.н., проф., академик

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Сегодня в мире адсорбенты используются для очистки вод природного, технического назначения, коммунальных и промышленных стоков - от загрязнителей различной природы, а также для сорбции цветных и благородных металлов в гидрометаллургии. Использование угольных адсорбентов с целью очистки промышленных стоков и извлечения ионов благородных металлов даёт высокий экономический эффект.

С момента приобретения республикой независимости на основе проведения мер по организации на высоком уровне научных исследований в области развития разработки различных видов угольных адсорбентов на основе местного сырья и разработки технологий их применений для очистки промышленных стоков получены теоретические и практические результаты. В частности, разработаны технологические режимы и условия получения адсорбентов на основе местного сырья, вместо импортных адсорбентов, используемых для очистки и умягчения промышленных сточных вод и выделения из технологических растворов металлургической промышленности драгоценных металлов. Нужно отметить, несмотря на то, что наша Республика является богато сырьевыми ресурсами, работы, проводимые в этом направлении, не отвечают требованиям сегодняшнего дня. В третьем направлении стратегии развития Республики Узбекистан, отмечены важные задачи, направленные на опережающее «развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов». Важно в этом направлении, в том числе производство угольных адсорбентов из местного сырья, для очистки промышленных стоков и выделения ионов цветных и драгоценных металлов из техногенных растворов.

Сегодня в мире одной из задач по защите экологии является очистка промышленных стоков, извлечение из техногенных растворов благородных металлов, для решения которых разработка адсорбентов и их применение считается актуальной задачей. При этом, с целью увеличения избирательного поглощения и продления сроков использования при очистке многокомпонентных промышленных сточных вод, разработка технологии получения адсорбентов с модификацией угля серой, фосфором и другими добавками; использование разработанных адсорбентов на производственных предприятиях нефтегазовой промышленности в процессе рекуперации для очистки и осушения газообразных углеводородов и паров растворителей; использование при полной регенеративной и деструктивной комплексной очистке промышленных сточных вод от вредных органических частиц; исследование их коллоидно-химических, физико-химических, технологических и адсорбционных свойств; разработка методов эффективной очистки промышленных сточных вод химических и нефтеперерабатывающих предприятий имеют научно-практическое значение

и являются актуальными.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан УП-4707 от 4 марта 2015 г. «О программе мер по обеспечению структурных преобразований, модернизации и диверсификации производства на 2015-2019 годы» и УП-4947 от 2 февраля 2017 г., «Стратегию действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017 - 2021 годах», а также Постановление ПП-142 от 29 мая 2015 г., «О программе развития промышленного потенциала Сурхандарьинской области на 2015-2017 годы» и других нормативно-правовых документов, принятых в данной сфере.

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

#### **Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации<sup>1</sup>.**

Научные исследования, направленные в области создания и эффективного применения различных видов угольных адсорбентов для очистки и умягчения промышленных сточных вод ведутся в высших образовательных учреждениях и ведущих международных научных центрах мира, в том числе, в Institute for Global Environment Strategies (Япония), Nanyang Technological University (Сингапур), Environment Canada's National Water Research Institute (Канада), National Research Council (США), Safe Drinking Water Committee, Belhim (Республика Беларусь), Technical Adviser (Chemical) Government of Gujarat Industries commissioner (Индия), VVP Engineering College (Индия), United States Environment Protection Agency, Institute of Chemical Engineering, Bulgarian Academy of Science (Болгария) и в Институте общей и неорганической химии АН РУз (Узбекистан).

В результате исследований проведенных в мире, по очистке и умягчению производственных сточных вод от органических и неорганических примесей адсорбционным и химическим методами получены ряд научных результатов, в том числе, разработан способ сорбционного удаления кадмия, хрома, никеля, меди и цинка из предварительно очищенных сточных вод (Национальный исследовательский центр Томского Политехнического Университета, Россия); разработана технологии извлечения катионов металлов, таких, как ртуть, кадмий, мышьяк, медь, цинк, а также по умягчению промышленной и питьевой воды (National Research Council (США), Safe Drinking Water Committee, Belhim (Белорусия); разработан способ очистки промышленных сточных вод от органических и неорганических примесей с использованием активированного угля, полученного термо- и кислотной обработкой. (VVP Engineering College, Индия); научно обосновано способ очистки сточных вод адсорбционным

---

<sup>1</sup> Обзор по теме диссертации выполнен на основе зарубежных <https://en.wikipedia.org>; [www.iied.org](http://www.iied.org); [www.nsche.org](http://www.nsche.org); [www.gsj.jp](http://www.gsj.jp); [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net); [www.iwu.edu](http://www.iwu.edu); <http://www.inu.edu.pk>; <http://www.isuct.ru>; [kubstu.ru](http://kubstu.ru); и других источников.

методом с помощью лигнина, бентонита и цеолита – адсорбентами обладающих активным адсорбционным свойством (Technical Adviser (Chemical) Government of Guigarat Industries).

В мире над различными способами активации сырья для получения угольных адсорбентов для очистки промышленных стоков по ряду приоритетных направлений проводятся исследования, в том числе, по следующим основным направлениям: разработке способа активации угольного сырья для получения адсорбента (термическая, парогазовая, кислотная, химическая активации); разработке методов очистки и умягчения воды (адсорбция с помощью адсорбентов, очистка химическими реагентами); созданию различных композиции адсорбентов для очистки промышленных стоков насыщенных ионами различных металлов; усовершенствованию процессов очистки сточных вод; созданию новых технологий получения адсорбентов из активированного угля.

**Степень изученности проблемы.** В доступной научной литературе по теме исследования рассматриваются вопросы создания, изучения и регулирования коллоидно-химических процессов в дисперсных системах изучаемого типа. В Узбекистане под руководством К.С. Ахмедова была создана коллоидно-химическая научная школа, представители которой: Арипов Э.А., Глекель Ф.Л., Хамраев С.С., Аминов С.Н., Агзамходжаев А.А., Ахмедов У.К., Рахматкариев Г.У., Гуро В.П., Муминов С.З., Нарметова Г.Р., Абдурахимов С.А., Сатаев И.К., Бейсенбаев О.К., Эшметов И.Д., Салиханова Д.С. и др. – внесли весомый вклад в ее развитие. Следует отметить, что поиск путей получения угольных адсорбентов на основе ангренических бурых, байсунских и шаргунских каменных углей для очистки производственных сточных вод металлургической и нефтеперерабатывающей промышленности от примесных ионов металлов и продуктов нефтепереработки, а также извлечения благородных металлов из технологических растворов металлургической промышленности, до настоящего времени не проводились.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии по прикладным проектам: ФА-А13-Т159 «Технология переработки техногенных отходов и технологических растворов для доизвлечения цветных и благородных металлов» (2012-2014 гг.) и ФА-А13-Т131 «Технология адсорбционной очистки технологических растворов цветной металлургии, отходов нефтегазопереработки и продуктов переработки растительного сырья» (2015-2017 гг.).

**Целью исследования** является разработка технологии получения на основе местных буро-каменных углей импортозамещающих адсорбентов и применения их для очистки промышленных стоков и переработки техногенных растворов.

### **Задачи исследования:**

определение химического состава, коллоидно-химических и адсорбционных свойств углей месторождений Узбекистана, пригодных для получения угольных адсорбентов;

установление влияния физико-химических свойств углей на поверхностно-активную селективность получаемых адсорбентов;

получение данных о текстуре (удельной поверхности, пористости и концентрации кислородсодержащих групп) для термо-, кислотно-активированных и модифицированных угольных адсорбентов из углей ангреновского, байсунского и шаргунского месторождений;

создание, как индивидуальных угольных адсорбентов, так и эффективных композиций на их основе для очистки от примесей и снижения жесткости производственных сточных вод, а также - для извлечения цветных и благородных металлов из технологических растворов металлургических производств;

разработка технологий получения модифицированных углеродных адсорбентов из местных углей для очистки промышленных стоков;

оценка технико-экономической эффективности применения поверхностно активированного сульфированного угля, в качестве адсорбентов, в процессах очистки сточных вод и извлечения цветных и благородных металлов из технологических растворов.

**Объект исследования** являются буро-каменные угли ряда месторождений республики: Ангреновского, Байсунского и Шаргунского, их термо- и кислотно- активированные производные – активированные угли (АУ) -адсорбенты, сточные воды металлургических и нефтеперерабатывающих предприятий, модели производственных технологических растворов, содержащих ионы цветных и благородных металлов.

**Предмет исследования** являются способы получения на основе местного сырья бурых ангреновских, каменных байсунских и шаргунских углей импортозамещающих угольных адсорбентов, их адсорбционные и коллоидно-химические свойства, закономерности процессов очистки адсорбентами промышленных сточных вод и извлечения из состава техногенных растворов ионов ценных металлов.

**Методы исследования.** Для выполнения диссертационной работы использованы физико - и коллоидно-химические (ИК-спектроскопия, рентгенографическое, адсорбционные, аналитические и др.) методы исследования и анализов.

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

разработана технология получения сульфоугольных адсорбентов путем кислотной активации байсунских углей с использованием олеума- $H_2SO_4(SO_3)$ -10-12% в замен олеума- $H_2SO_4(SO_3)$ -19-20% с сорбционной емкостью по ионам  $Cu^{2+}$  и  $Ag^+$  в 1.3-1.5 раза больше, чем у используемого в промышленности импортного активированного угля;



создан высокоэффективный способ очистки сточных вод от нефтепродуктов с использованием избирательного термоактивированного адсорбента полученного путем пиролиза (при температуре 500-550°C в течение 1-1.5 часа без доступа воздуха) из низкозольного Ангренского угля;

обоснованы условия очистки промышленных стоков от органических веществ (полифенолов, хлористых соединений и т.п.) с использованием термоактивированным углеродным адсорбентом, активированным парогазовым методом при 800°C в течении 1 часа;

разработан способ умягчения жесткости промышленных сточных вод, с использованием углеродного адсорбента модифицированного CaCO<sub>3</sub>;

разработана технология комплексной многоступенчатой очистки промышленных стоков и пути вторичного применения отработанных адсорбентов в различных отраслях народного хозяйства Республики.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработаны технология и методы получения импортозамещающих термо- и кислотно активируемых адсорбентов на основе местного сырья;

разработана трех ступенчатая технология селективной очистки промышленных сточных вод;

разработаны схема и технологический регламент получения предложенных адсорбентов;

на АО «Узметкомбинат», Газлийского УМГ АО «Узтрансгаз» и ООО «Газлинефтегаздобыча» проведены успешные опытно-промышленные испытания по очистке сточных вод с применением новых термообработанных адсорбентов; чистота очищенных вод соответствует нормам ПДК.

проведены исследования по очистке и умягчению питьевой, технической и производственной сточной вод СП ОАО «Андижанкабель» полученными композиционными адсорбентами из ангренового угля марки 2 БПК с добавками углекислых солей щелочноземельных металлов.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования поясняется применением химического (аналитическая химия) и физико-химического методов анализа (рентгенофазовый, ИК-анализ, визуально-полиметрический), подтверждены проведением испытаний на опытно-промышленном оборудовании.

**Научная и практическая значимость результатов исследований.**

Научная значимость результатов исследований заключается в использовании для совершенствования подхода в этом направлении, в выявлении особенностей и закономерностей процессов активирования поверхностей буро-каменных углей ряда месторождений Узбекистана: ангренового, байсунского и шаргунского, при получении из них угольных адсорбентов. Выявлены оптимальные режимы эффективного активирования, за счет термо- и сульфокислотной обработки в заданных диапазонах температур и концентраций сульфидирующих реагентов. Полученные адсорбенты не уступают по сорбционным, эксплуатационным характеристикам импортным аналогам, что имеет значение при их

использовании в процессах очистки промышленных сточных вод и при извлечении цветных и благородных металлов из технологических растворов ряда производств.

Практическая значимость исследований могут быть также использованы при проектировании и строительстве новых производств адсорбентов, получении активированных адсорбентов из местных углей, а также в учебных процессах ТашХТИ и ТашГТУ.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов исследований при разработке технологии получения из местного сырья угольных адсорбентов, очистке и умягчении с их помощью промышленных сточных вод:

утверждены Узгосстандартом технологическое условие Ts 17088447-02:2017 получения угольных (углеродных) адсорбентов на основе бурых и каменных углей Узбекистана. Данное технологическое условие дает возможность контролировать качество продукта и технологические процессы;

на X-Республиканской ярмарке инновационных идей, технологий и проектов заключен договор с АО «Узметкомбинат» №01/02/03/2017 от 26 мая 2017 года «Получение углеродных адсорбентов на основе местного сырья для очистки промышленных стоков от нефтепродуктов». В результате, замена для очистки сточных вод комбината импортного адсорбента на местный позволило снизить себестоимость адсорбента 5-6 раз;

на ООО «Газлинефтегаздобыча» проведены испытания полученных на основе местного сырья адсорбентов (ТБКУ и КБКУ) в процессах очистки сточных вод от нефтепродуктов и внедрены в практику (справка АК «Узбекнефтегаз» от 11 октября 2017 г.). В результате, при очистке с помощью местных адсорбентов промышленные сточные воды содержащих нефтепродукты и растворенные неорганические вещества очищаются до нормы, что даёт возможность возвращения его в обратный технологический цикл в качестве технической воды.

**Апробация результатов исследования.** Результаты полученных исследований апробированы на 30, в том числе 13 международных и 17 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы 50 научных работ. Из них 1 монография, 17 научных статей, в том числе 11 в республиканских и 6 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикаций основных научных результатов докторских диссертаций, а также подана заявка на получение патента РУз (№IAP 20160288).

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертация состоит из: введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, приложения. Объем диссертации составляет 189 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о состоянии внедрения в практику результатов исследования, по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Применение угольных сорбентов в промышленных технологиях и защите окружающей среды**» изложены: сведения о научных основах использования сорбентов (активированных древесных углей, угольно-минеральных композиций, цеолитов, углеродных нанотрубок); о физико-химических свойствах поверхности адсорбентов; очистке с их помощью промстоков; о практическом применении угольных адсорбентов в гидрометаллургии. На основе проведенного анализа современного состояния данного вопроса определены цель и задачи настоящей диссертационной работы.

Во второй главе диссертации «**Сырье для производства угольных сорбентов в Республике**» изложена подборка сырья для получения местных угольных адсорбентов пригоден для получения адсорбентов, в том числе, Ангренский уголь марки 2БПК, 1ССКОМ и 1Т, приведены сведения о составе углей угольных бассейнов Ташкентской (Ангренское месторождение) и Сурхандарьинской (Шаргунское и Байсунское месторождения) областей марки (таблица 1).

В соответствии с требованиями к качеству сырья, пригодного для получения угольных адсорбентов, для дальнейших исследований отобраны ангренский бурый уголь марки 2БПК, шаргунский - марки 1ССКОМ и байсунский - марки 1Т каменные угли.

Поскольку химический состав неорганической части углей играет значительную роль при образовании структуры адсорбента, проведен химический анализ исходных углей и элементный анализ их зольной составляющей. Содержание минеральных компонентов в углях колеблется в больших пределах – от единиц до двух и более десятков процентов. К основным минеральным примесям в бурых и каменных углях относятся глинистые вещества, сульфиды железа, карбонаты и кварц. Особенности химического состава золы сказываются на адсорбционных свойствах угольных адсорбентов. Водорастворимые неорганические составляющие в минеральной части углей (катионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ , анионы  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^{-}$ ) отрицательно влияют на адсорбционные свойства угольных адсорбентов.

Таблица 1

**Характеристики бурого ангреного, каменного шаргунского и байсунского углей**

Номера проб углей	Технический анализ				Выход летучих веществ из горной массы, V <sub>г</sub> , %	Химический анализ		
	Влажность, %		Зольность, %			Содержание в горючей массе угля мг-экв/г		
	Рабочее топливо, W <sup>P</sup>	Аналитическая проба, W <sup>A</sup>	Аналитическая проба, A <sup>л</sup>	Сухая масса, A <sup>c</sup>		COOH групп	OH групп	Сумма COOH+OH
1	22.6	10.0	11.5	12.8	34.2	0.32	1.4	1.72
2	10.6	11.6	30.9	34.9	36.6	0.21	1.6	1.81
3	42.0	16.7	47.4	56,9	40.8	0.16	1.5	1.66
4	35.0	2.1	10.3	10.5	35.4	0.36	0.2	0.56
5	8.0	1.8	10.0	10.2	25.8	0.25	0.21	0.46

Примечание: 1 – Ангреноский кусковой марки 2БПК, 2 – Ангреноский кондиционный товарный марки 2БОМСШ-Б1, 3 – Ангреноский кондиционный товарный марки 2БОМСШ-Б2, 4 – Шаргунский каменный уголь марки 1ССКОМ, 5 – Байсунский каменный уголь марки 1Т

Бурые ангреноские угли отличаются по физико-химическим свойствам поверхности от каменных байсунских и шаргунских углей. Они содержат на своей поверхности реакционно-активные кислородсодержащие функциональные группы (карбокисильные и гидрокисильные). Известно, что наличие в угле кислородсодержащих групп при термической обработке снижается, а при окислении - повышается. Исходя из этого, проведены исследования влияния термообработки и окисления на сорбционную емкость угля (на примере Ангреного бурого угля) (таблица 2).

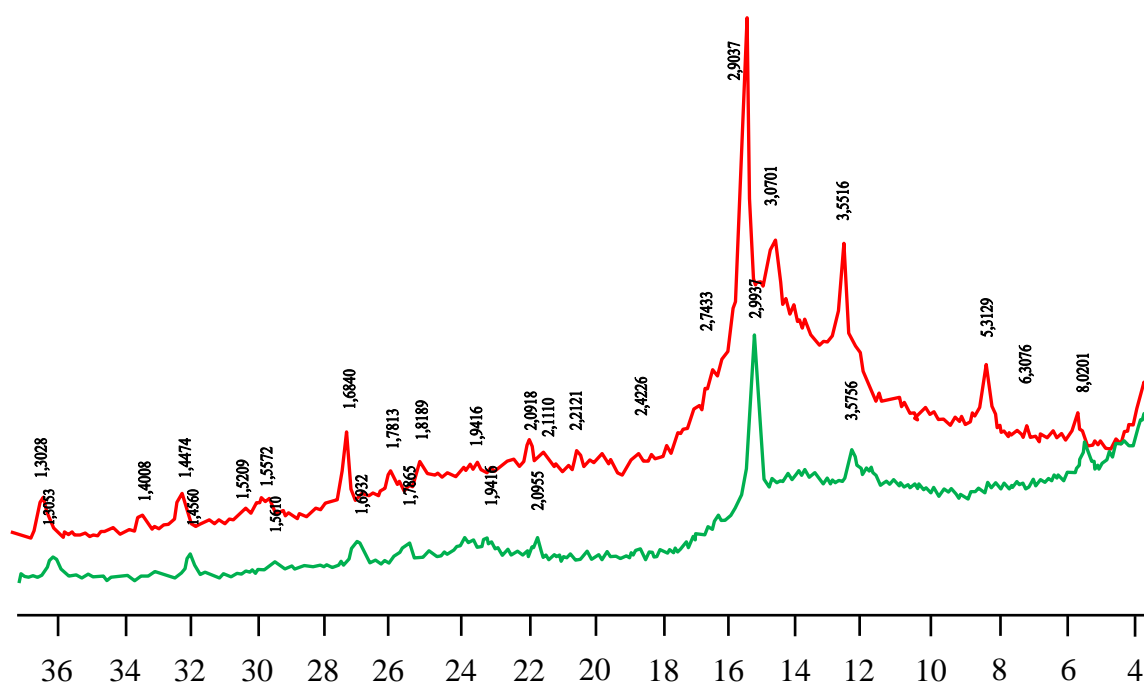
Выявлена прямая зависимость сорбционной емкости углей от наличия на их поверхности функциональных групп, проявляющих кислотные свойства, главным образом, карбокисильных. Ионный обмен катионами на окисленных углях характеризуется рядом особенностей, из которых наиболее важной является высокая избирательность такого обмена. Результаты исследований показали что, в динамических условиях сорбция меди происходит на 30% ниже, чем в условиях статических, что предположительно объясняется длительным периодом установления ионообменного равновесия.

**Таблица 2**

**Влияние термической обработки ангреного угля марка 2БПК  
на его сорбционные свойства**

Угли	рН в воде	Содержание мг.экв/г			Сорбционная емкость по $\text{Cu}^{2+}$ г/кг на сух. массу
		сумма	СООН	ОН	
Ангрэн, 2БПК исход.	6.20	1.72	0.32	1.40	34.2
То же, прогрет. 120 °С	6.20	1.67	0.28	1.39	26.30
до 200 °С	6.30	1.63	0.25	1.38	24.80
до 300 °С	6.50	1.54	0.02	1.34	9.10
до 400 °С	6.70	0.60	0.00	0.60	0.00
до 500 °С	6.70	0.25	0.00	0.25	0.00
до 600 °С	6.60	0.07	0.00	0.07	0.00

В третьей главе диссертационной работы «Разработка способа получения угольного сорбента из местного буро-каменного сырья» исследовано влияние модифицирования поверхности угля на изменение его сорбционной активности. Установлено, что на поверхности термо- и химически активированных углей находятся кислородсодержащие функциональные группы, которые обуславливают особенности сорбционного и ионообменного поведения углей. Изучены свойства ангреного бурого угля марки 2БПК методами рентгеновской дифрактометрии до и после термообработки при 550°С (рис.1).



**Рис. 1. Результаты рентгеновской дифрактометрии исходного и термообработанного (до 550°С) угля марки 2БПК**

Были проведены исследования изменений (метаморфизма) микроструктуры бурых углей, происходящих при проведении пиролиза (термической обработке до 500-550°C без доступа воздуха). Определено, что основная масса воды была удалена при температуре до 115°C. Дальнейшее нагревание сопровождалось изменениями структуры, связанное с химическими реакциями в минеральной части межслойного пространства углей.

В зависимости от температуры конца нагревания, т.е. пиролиза перед периодом полукоксования (до температуры 500-550°C), угли размягчаются, начинается выделение летучих веществ, частично разлагающихся, а в теле угольных частиц образуются поры.

Путем термообработки без доступа воздуха при 550°C образцов ангреновского бурого угля марки 2БПК, получен новый адсорбент. Изучены его физико-химические и адсорбционные свойства.

Установлено, что при термообработке, угля получают гидрофобные (с углом смачивания поверхности  $\alpha=99^\circ$ ), высокопористые (объем пор 30 %) адсорбенты с сорбционной емкостью 25 % по бензину и удельной поверхностью 150 м<sup>2</sup>/г, которые рекомендованы для очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов (таблица 3).

**Таблица 3**

**Содержание нефтепродуктов\* в процессе адсорбционной очистки сточных вод УДП «Мубарекский ГПЗ» с использованием термообработанных углеродных адсорбентов**

Количество используемого для очистки адсорбента, г/л	Количество оставшегося нефтепродукта после очистки термообработанным углеродным адсорбентом, мг/л
0.2	13.8
0.4	10.6
0.6	6.4
0.8	3.2
1.0	0.91
2.0	0.45
3.0	0.44

\* содержание нефтепродуктов в исходной сточной воде 14.6 мг/л.

Выявлено, что при термоактивировании исходного угля при 550°C без доступа воздуха, получается экономически низкзатратный адсорбент: так, из одной тонны ангреновского угля можно получить около 57 м<sup>3</sup> газа для использования в качестве топлива и 750 кг обуглероженного материала (адсорбент).

Установлено, что поверхность адсорбента, полученного термообработкой ангреновского угля при 550°C без доступа воздуха, содержит

свободные реакционноспособные радикалы, которые стимулируют процесс окисления и образования кислородсодержащих групп. На основании этого создан способ получения углеродных адсорбентов путем термообработки ангреного угля при 550°C без доступа воздуха в течение 30 минут, с последующей парогазовой активацией водяным паром при температуре 800°C в течение 60 минут, разработана технологическая схема производства адсорбента (рис. 2).

Наиболее приемлимым и дешевым адсорбентом для очистки сточных вод от ионов неорганических солей является природный бурый уголь. Но при использовании бурого угля в качестве адсорбента, не полностью реализуется его сорбционная емкость. Это объясняется тем, что процесс сорбции ионов металлов из растворов сопровождается выделением свободной кислоты, которая приводит к обратному процессу – десорбции. Чтобы предотвратить это явление, необходимо нейтрализовать выделяющуюся кислоту.

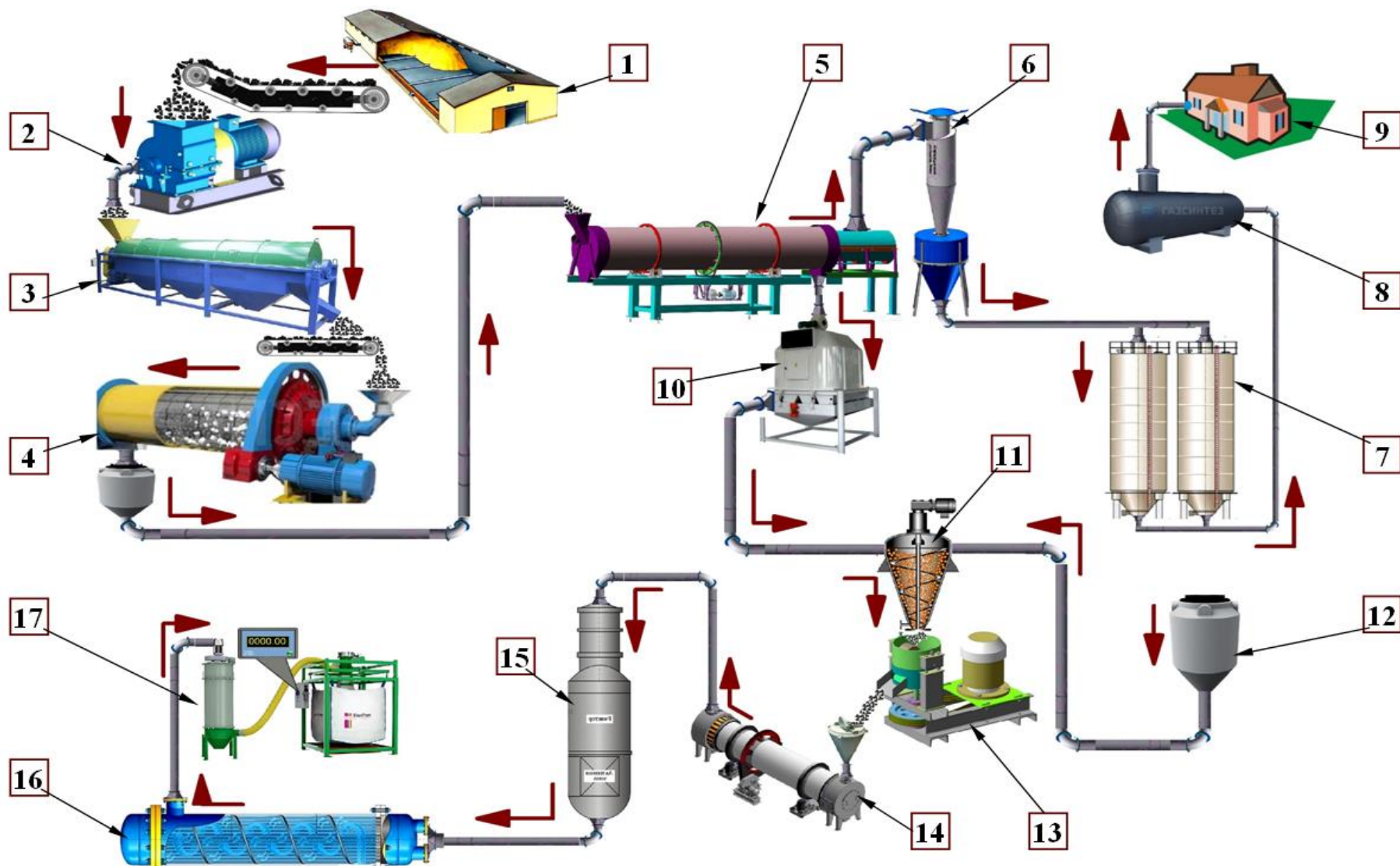
Для решения поставленной задачи предложен новый композиционный адсорбент, состоящий из угольного адсорбента в сочетании с карбонатами кальция и/или бария. Его лабораторные исследования при очистке сточных вод показали (таблица 4).

**Таблица 4**

**Очистка сточных вод рудника «Коч-Булак» АО «Алмалыкский ГМК» ангреним углем марки 2 БПК и композиционным углеродным адсорбентом, полученным на его основе**

Ингредиенты, мг/л	Состав производственной сточной воды «Коч-Булак»	После очистки с исходным углем марки 2БПК	После очистки композиционным углеродным адсорбентом
Калий	9.30	6.80	3.00
Натрий	156.00	6.40	6.20
Кальций	230.42	105.45	24.25
Хлориды	153.17	29.58	20.10
Сульфаты	2249.80	349.37	214.58
pH	8.00	8.00	7.80
CO <sub>2</sub>	2.46	2.82	0.0
Сухой остаток	3931.00	846.00	766.00
Жесткость общая, мг экв/л	16.40	8.40	8.10

На основании полученных положительных результатов лабораторных исследований новые термообработанные, активированные и композиционные угольные адсорбенты рекомендованы для практического применения при комплексной очистке промышленных сточных вод нефтегазовых предприятий от водорастворимых неорганических соединений и нефтепродуктов.



**Рис. 2. Технологическая схема термической обработки и получения активированных угольных адсорбентов.**

1 – склад ангренового угля; 2 – молотковая дробилка; 3 – барабанная сушилка; 4 – шаровая мельница; 5 – печь вращающаяся для термообработки; 6 – газгольдер для неочищенного газа; 7 – емкость для известкового молока; 8 – газгольдер для очищенного газа от CO<sub>2</sub>; 9 – газ к потребителю; 10 – охладительный агрегат; 11 – смеситель; 12 – ёмкость для связующего; 13 – гранулятор; 14 – барабанная сушилка; 15 – реактор для парогазовой активации; 16 – холодильник; 17 – затаривание в мешки.



Различные отрасли промышленности нуждаются в адсорбентах, обладающих селективностью (избирательностью при сорбции ионов металлов из растворов), обусловленных заданностью их пористой структуры. Большое внимание уделяется совершенствованию методов получения адсорбционных материалов в целях повышения их физико-механических и адсорбционных свойств, расширению сырьевой базы. В настоящее время для получения адсорбентов, наряду с другими способами, используются методы химической активации природного углеродсодержащего сырья. Химические активаторы - гидроксиды щелочных металлов, неорганические кислоты и соли, способствуют развитию пористой структуры углей в процессе термолиза.

В качестве сырья для получения сульфоуглей были взяты каменные угли Шаргунского (марка 1ССКОМ) и Байсунского (марка 1Т) месторождений Сурхандарьинской области. Предложенный способ получения сульфоуглей основан на использовании двух подходов: химической и термо- активаций сырьевого угля. Первый из подходов предусматривает использование реагента – олеума, однако не высококонцентрированного, как при общеизвестной технологии, а низкоконцентрированного (с содержанием 3-5% серного ангидрида). Второй подход - термообработка, не отличается от известных технологий термоактивации поверхности угля, приводящей к формированию на ней гидроксидных и карбоксильных соединений, способствующих хемосорбции ионов металлов по механизму ионного обмена. С использованием двух методов активации были получены новые сульфугольные адсорбенты.

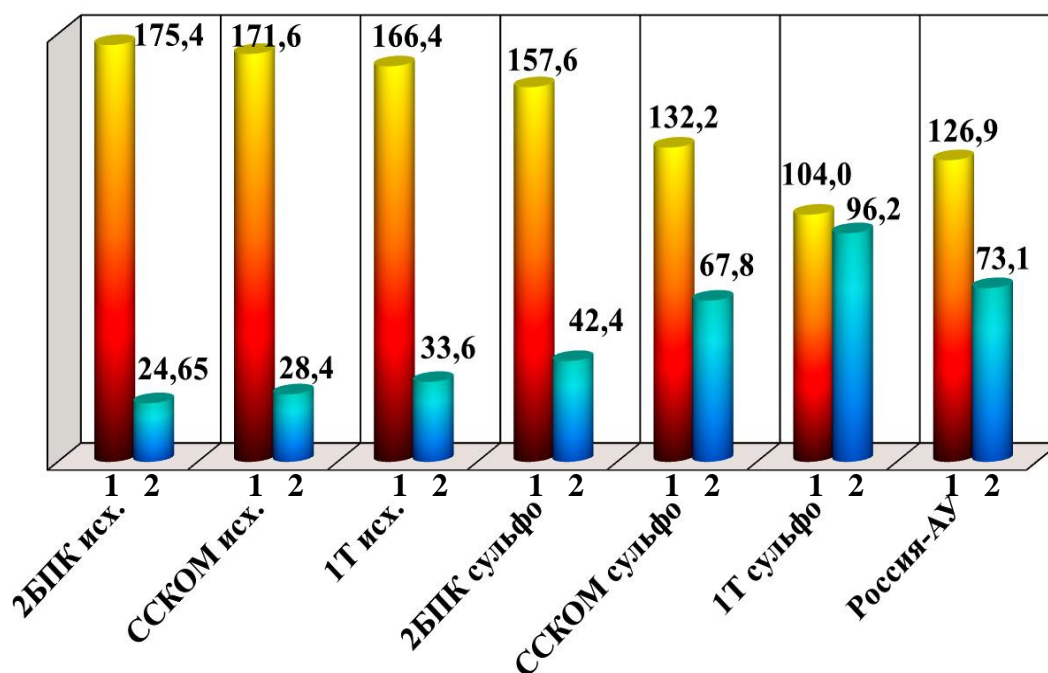
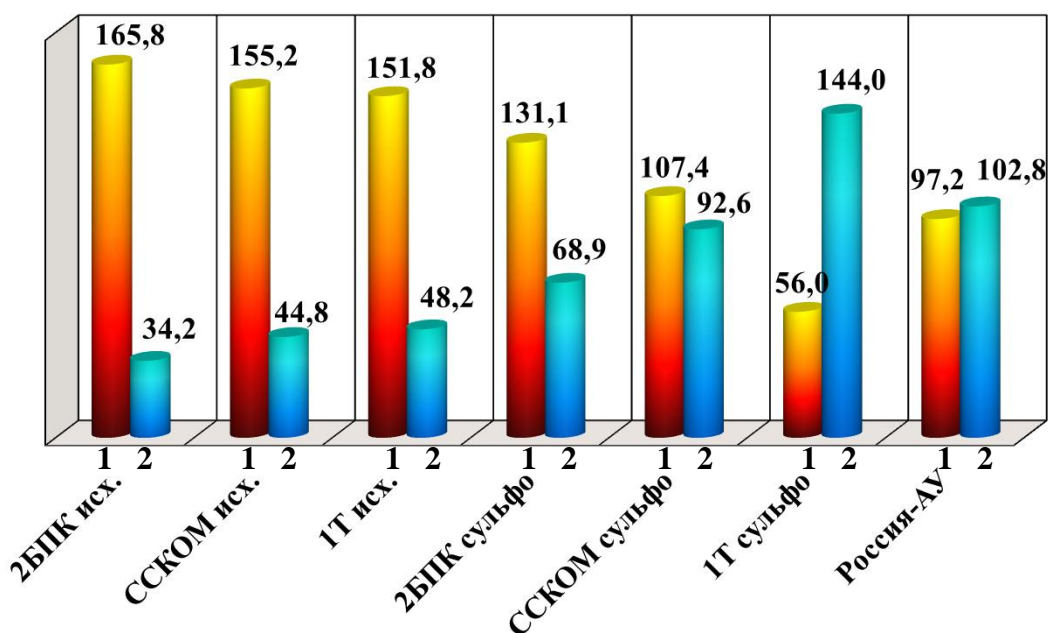


Рис. 3. Сравнительный график: остаток  $Ag^+$  в растворе и адсорбированное количество  $Ag^+$ .

1 – Остаток  $Ag^+$  в растворе, мг/г; 2 – Адсорбция  $Ag^+$  в угле; мг/г.

Проведенные лабораторные исследования по поглощению ионов серебра из водных растворов показали, что адсорбент на основе байсунского угля марки 1Т, по сравнению с используемым в настоящее время импортным адсорбентом АУ, обеспечивает на 30-40 % большую эффективность сорбции ионов  $Ag^+$  (рис. 3).

Изучение сорбционной активности адсорбентов, в отношении ионов меди, показало, что адсорбент на основе байсунского угля поглощает в 1.5 раза больше ионов  $Cu^{2+}$ , чем импортный (рис. 4).



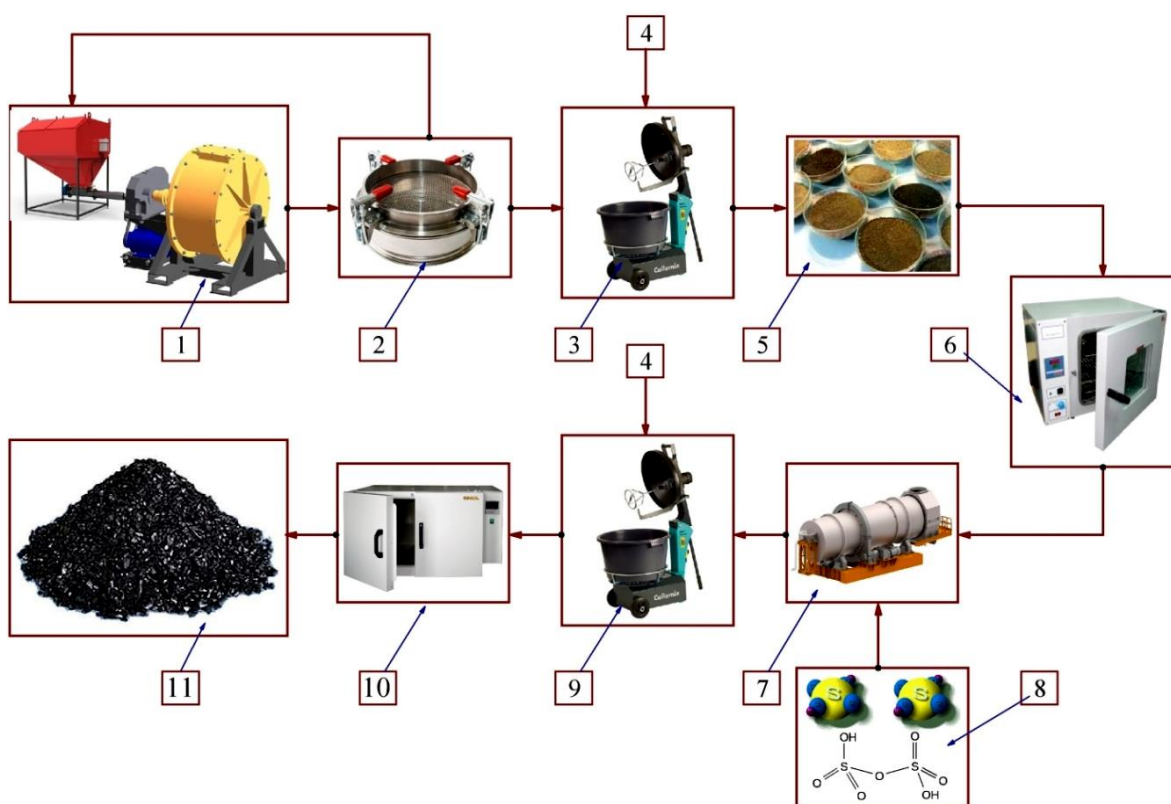
**Рис. 4. Результаты адсорбции  $Cu^{2+}$  на поверхности исходных углей и сульфoadсорбентов на их основе.**

1 – Остаток  $Cu^{2+}$  в растворе, мг/г; 2 –Адсорбция  $Cu^{2+}$  в угле; мг/г.

На основе сульфирования и термоактивации разработана технологическая схема получения адсорбента из низкозольного (8%) каменного байсунского угля марки 1Т с повышенной обменной емкостью (рис. 5).

Со склада уголь поступает в бункер барабанной шаровой мельницы (1), где измельчается до размера  $2\div 5$  мм. Затем отделяется крупка фракция угля  $2\div 5$  мм с помощью набора сит (2), фракция угля большего размера обратно поступает в бункер, барабанной шаровой мельницы. Измельченный до 2-5 мм уголь поступает в ванну для отмывания от внешних загрязнений (3) водой, где с помощью смесителя 2-3 раза отмывается (4). Далее идет сушка при комнатной температуре (5), примерно, в течение 7-8 часов, где уголь подсушивается до влажности 50-65 %, после чего подается в сушильный шкаф (6) (сушка угля до влажности 1 % при  $110^{\circ}C$ ). Данный режим важен для обработки угля олеумом низкой концентрации. В результате, адсорбционная способность сульфоугля-адсорбента повышается, несмотря на активацию низкопроцентным олеумом. После этого, уголь подается в герметичный барабанный гранулятор (7), туда же одновременно поступает

олеум (8) при соотношении масс – олеум (концентрация  $\text{SO}_3$  10-12 %): каменный уголь, равном 4.0:1.0. Масса обрабатывается при непрерывном перемешивании, в течении 40 мин. Далее полученный сульфопродукт промывают в ванне (9) с помощью воды до pH 5-6, сушат (10) при температуре 110-120°C до влажности 5-10 %. Полученный продукт обладает хорошо развитой поверхностью и высокой адсорбционной емкостью, что позволяет ему селективно адсорбировать ценные металлы из гидрометаллургических растворов. Готовый продукт – сульфоугольный адсорбент поступает на склад, где затаривается в мешки (11). Предлагаемый процесс сульфирования угля проводится в герметичном реакторе, необходимо строго следовать требованиям техники безопасности при работе с олеумом (применять специальный защитный костюм, респиратор и пр.).



**Рис. 5. Технологическая схема получения сульфоугольного адсорбента.**

1. Барабанная шаровая мельница с бункером; 2. Набор сит (2÷5); 3. Ванна для отмывания исходного угля; 4. Дистиллированная вода; 5. Сушка при комнатной температуре (20-22°C); 6. Сушильный шкаф (сушка исходного угля до влажности 1% при 110°C); 7. Герметичный барабанный гранулятор с мешалкой; 8. Подача олеума  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$  ( $\text{SO}_3$  10-12%); 9. Ванна для нейтрализации сульфопродукта; 10. Сушильный шкаф (сушка сульфированного угля до влажности 30 % при 110°C); 11. Готовый товарный продукт.

В итоге, на основе местного байсунского каменного низкосольного угля, с размером крупки 2-5 мм, путем сульфирования олеумом при температуре 110-120°C, получен сульфоугольный адсорбент.

Разработана математическая модель определения динамической обменной емкости сульфоугольного адсорбента, в функции основных

параметров, которая аппроксимирована уравнением с исходным массивом данных, полученным в ходе эксперимента. Анализ соответствия модели исходным данным, позволяет говорить о достаточной степени точности полученных результатов. Коэффициенты полученного уравнения линейной регрессии оцениваются, как значимые, а модель - как адекватная.

Область применения углеродных адсорбентов год за годом постоянно расширяется, соответственно растет и количество отработанных адсорбентов. Вторичное использование отработанных угольных адсорбентов (ОУА) после очистки стоков нефтеперерабатывающей и металлургической промышленности представлены на рисунке 6.

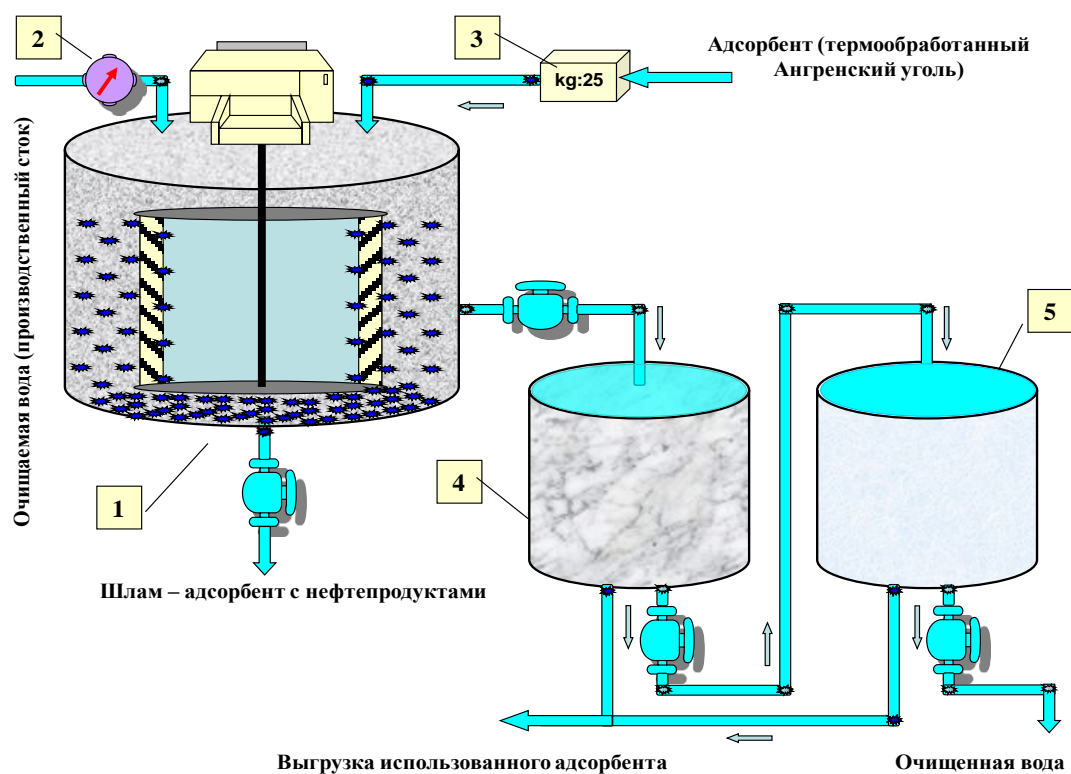


Рис.6. Схема использования отработанного угольного адсорбента после очистки стоков

Рекомендован путь утилизации угольных адсорбентов, после цикла их работы в качестве адсорбентов в процессах водоочистки от ионов металлов и нефтепродуктов, соответственно, в качестве органического удобрения, обогащенного микроэлементами в сельском хозяйстве, и в качестве топочного материала для котлов в теплоэнергетике.

В четвертой главе диссертации **«Практическое применение результатов разработки новых угольных адсорбентов»** представлены результаты проведенных лабораторных и промышленных испытаний полученных новых угольных адсорбентов по очистке промышленных стоков предприятий Узбекистана. Выбор способа и технологии очистки и умягчения сточных вод определяются их химическим составом. В республике сточные

воды предприятий нефтегазовой и металлургической отраслей могут содержать растворенные неорганические вещества и нефтепродукты. Очистка этих промышленных стоков разработанными адсорбентами – один из экономически оправданных и эффективных методов очистки. На основе изучения физико-химических и адсорбционных свойств разработанных на основе местного угольного сырья адсорбентов определены конкретные практические области их применения на отечественных предприятиях. Например, проведено производственно – промышленное испытание полученных новых адсорбентов на основе бурого угля при очистке сточных вод АО «Узметкомбинат». Разработана 3-х ступенчатая принципиальная технологическая схема очистки производственных сточных вод (рисунок 7).



**Рис. 7. Принципиальная технологическая схема очистки производственных сточных вод от продуктов нефте - и газопереработки и растворенных неорганических минеральных примесей.**

1 – отстойник с мешалкой, заполненный производственной сточной водой и термообработанным углеродным адсорбентом; 2 – расходомер для сточных вод; 3 – весы; 4 – адсорбционная колонка с активированным угольным адсорбентом; 5 – адсорбционная колонка с композиционным адсорбентом.

В осадительную емкость с мешалкой (1) через расходомер (2) поступает загрязненная производственная сточная вода подлежащая очистке. После заполнения емкости сточной водой туда же порциями подается расчетное количество термообработанного угольного адсорбента, взвешенного на весах (3). В нижней части емкости осаждается насыщенный нефтепродуктами углеродный адсорбент. Очищенная вода самотеком поступает на доочистку в адсорбционные колонки, заполненные активированным углем (4) и

композиционным адсорбентом (5). Затем очищенная до нормы ПДК и смягченная техническая вода поступает на производство или природный водоем.

Установлено, что на первой стадии степень очистки сточных вод достигает 90 %, а на второй и третьей стадиях очистки, проведенных с использованием активированного угля и композиционного адсорбента, степень очистки сточной достигает норм ПДК (табл. 7). Ожидаемый экономический эффект, от внедрения предлагаемых адсорбентов при очистке и смягчении сточных вод АО «Узметкомбинат», составляет 425.0 млн. сум в год.

**Таблица 7**

**Результаты очистки сбросных вод АО «Узметкомбинат»  
термообработанным, паргаз активированным и композиционным  
угольными адсорбентами**

Наименование видов загрязнений	Состав сточной воды АО «Узметкомбинат» мг/л	После очистки термообработанным углем (I-стадия) мг/л	После очистки активированным углем (II-стадия), мг/л	После очистки композиционным адсорбентом, (III-стадия) мг/л
Нефтепродукты	12.9	2.5	-	-
Калий	3.0	2.8	2.6	1.0
Натрий	40.0	38.6	34.5	17.3
Кальций	100.4	95.6	90.2	26.2
Магний	22.7	22.6	21.0	8.2
Хлориды	53.2	52.0	48.7	8.4
Сульфаты	169.8	167.0	158.0	42.0
pH	7.9	8.0	8.1	8.0
CO <sub>2</sub>	2.5	2.4	1.5	0.0
Сухой остаток	531.0	490.6	418.8	188.6
Жесткость общая, мг экв./л	8.9	8.4	8.0	0.5

Адсорбенты на основе ангреноского бурого угля были практически использованы при очистке промышленных сточных вод предприятий СП ОАО «Андижанкабель», Газлийского УМГ АО «Узтрансгаз», показали положительный результат и были рекомендованы для внедрения в производство.

Аналогичные данные в диссертационной работе представлены и для адсорбентов, полученных на основе каменных углей.

Проведены опытно-промышленные испытания разработанных адсорбентов на основе байсунского каменного угля при очистке производственных стоков ООО «Газлинефтегаздобыча». На основе наших адсорбентов разработан двухстадийный адсорбционный способ очистки



сточных вод. Результаты опытно-промышленных испытаний показали, что очистка эффективна: степень очистки воды удовлетворяет нормам ПДК (таблица 8).

**Таблица 8**

**Данные опытно-промышленного испытания адсорбционной очистки стоков ООО «Газлинефтегаздобыча»**

Показатели пробы воды	Состав исходных стоков, мг/л	Состав очищенных стоков (I - стадия), мг/л	Состав очищенных стоков (II – стадия), мг/л
Нефтепродукты	23.1	0.1	0
Калий	6.0	1.20	0.9
Натрий	250.0	10.5	7.2
Кальций	67.0	18.2	2.0
Магний	45.3	15.9	2.1
Хлориды	186.2	50.8	8.5
Сульфаты	467.5	160.2	13.2
гидрокарбонат	573.0	250.2	35.5
pH	8.0	7.1	7.0
CO <sub>2</sub>	2.8	1.6	0
Сухой остаток	1060.0	439.7	198.8
Жесткость общая, мг экв./л	9.1	5.3	1.12

Ожидаемый экономический эффект, от внедрения предлагаемых адсорбентов при очистке и смягчении сточных вод ООО «Газлинефтегаздобыча», составляет 77.85 млн. сум в год.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. На основании исследований коллоидно-химических, технологических и минералогических свойств сырьевых ресурсов Ангреновского, Байсунского, Шаргунского месторождений Республики для получения импортозамещающих адсорбентов, применяемых при очистке и умягчении промышленных сточных вод до норм ПДК, отобраны ангреновский бурый уголь марки 2БПК, шаргунский марки 1ССКОМ и байсунский марки 1Т каменные угли.

2. Из Ангреновского бурого угля марки 2БПК, путем термоактивации нагревом при 550°С, в течении 1-1.5 часа без доступа воздуха получены пористые, обладающие высокими адсорбционными свойствами адсорбенты, которые рекомендованы для очистки сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий от нефтепродуктов.

3. Разработан способ направленной активации ангреновских углей путем их термообработки и активации их поверхности при оптимальных режимах водяным паром, полученные адсорбенты рекомендованы для очистки

промышленных стоков от неорганических (ионов) примесей.

4. Установлено влияние длительности времени термической и парогазовой при 800-900°C активаций на адсорбционные свойства угольного адсорбента, установлена связь сорбционных свойств с химической активностью функциональных групп поверхности адсорбента.

5. Разработана технология получения нового композиционного адсорбента с повышенными на (75-80%) адсорбционными свойствами путем добавления к ангренскому и байсунскому углям солей щелочноземельных металлов; полученный адсорбент рекомендован к применению для снижения общей жесткости промышленных стоков от 35.0 мгэкв/г до 0.

6. Предложена технологическая схема трех ступенчатой селективной очистки металлургических и нефтеперерабатывающих сточных вод от ионов металлов и нефтепродуктов.

7. При практическом внедрении трех ступенчатой очистки и умягчения технологических сточных вод АО «Узметкомбинат» термоактивированными при 550°C, пароактивированными при 800-900°C и композиционными адсорбентами, экономический эффект составит 425 млн. сумм в год. Доказано, что при очистке сточных вод комбината от нефтепродуктов, термоактивированный адсорбент адсорбирует в 2 раза больше, чем полученный на основе графита импортный (КНР) адсорбент.

8. Разработаны технологический регламент и технические условия на получение предлагаемых угольных (углеродных) адсорбентов на основе бурых и каменных углей Узбекистана, которые зарегистрированы в Государственном агентстве «Узстандарт» (Ts 17088447-02:2017).

9. Разработана технология получения сульфугольного адсорбента с повышенной ионно-обменной емкостью путем кислотной обработки олеумом байсунского каменного угля марки 1Т. Доказано, что полученные с помощью кислотной активации каменных углей марок 1Т и 1ССКОМ новые импортозамещающие адсорбенты в 1.3-1.5 раза больше адсорбируют ионы  $Ag^+$  и  $Cu^{2+}$ , чем используемый на «Навоийском ГМК» для извлечения из техногенных растворов цветных и редких металлов импортный адсорбент-активированный уголь (АУ) (РФ).

10. Создана адекватная математическая модель разработанного сульфугольного адсорбента, которая позволяет рассчитывать основные закономерности и оптимальные условия адсорбционной очистки ценных благородных металлов из техногенных растворов.

11. Ожидаемый экономический эффект при использовании для очистки и умягчения промышленных стоков, технологических и питьевых вод СП ОАО «Андижанкабель» полученных на основе бурого ангренского угля марки 2БПК композиционных адсорбентов, составит 31.7 млн. сум. От внедрения термоактивированных и композиционных адсорбентов для очистки сточных вод на Газлийском УМГ АО «Узтрансгаз» и объекте Муллахол ООО «Газлинефтегаздобыча», ожидается получить экономический эффект 40.70 млн. сум и 77.85 млн. сум в год.



**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARING OG SCIENTIFIC DEGREE  
DSc.27.06.2017.K/T.35.01 AT INSTITUTE OF  
GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY AND TASHKENT  
CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

---

**INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

**JUMAEVA DILNOZA JURAEVNA**

**TECHNOLOGY OF OBTAINING AND APPLICATION OF ADSORBENTS  
BASED ON LOCAL COALS FOR CLEANING INDUSTRIAL EFFLUENTS  
AND PROCESSING OF TECHNOGENIC SOLUTIONS**

**02.00.11 – Colloid and membrane chemistry**

**DISSERTATION ABSTRACT  
OF DOCTOR OF SCIENCE IN TECHNICS**

**Tashkent – 2017**

**The dissertation subject of doctor of science is registered at Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number B2017.1.DSc/T10**

Dissertation was carried out at Institute of General and Inorganic chemistry.

Abstract of dissertation in three languages (uzbek, russian, and English (resume)) is placed on the web page ([www.ionx.uz](http://www.ionx.uz)) and Information-educational portal of «Ziyonet» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific consultant:**

**Agzamkhodjaev Anvarkhodja Atadjanovich**

doctor of chemical sciences, professor

**Official opponents:**

**Abdurakhimov Saidakbar Abdurakhmonovich**

doctor of technical science, professor

**Unusov Mirakhmat Pulatovich**

doctor of technical science, professor

**Narmetova Gulnara Rozikulovna**

doctor of chemical science, professor

**Leading organization:**

**Samarkand State University**

Defense will take place on 31.10. 2017 at 10<sup>00</sup> o'clock at the meeting of scientific council DSc.27.06.2017.K/T.35.01 under Institute of General and Inorganic Chemistry and Tashkent chemical-technological Institute. Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek district, Mirzo Ulugbek street, 77-a.tel.: (99871) 262-56-60, Fax: (99871) 262-79-90, e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru).

Dissertation can be re viewed at the Information-resource centre at the Institute of General and Inorganic Chemistry of AS RUz (registration number 8). (Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek street, 77-a.tel.: (99871) 262-56-60).

Abstract of dissertation sent out on "17" of "10" 2017 y.  
(mailing report No 8 on "17" "10" 2017 y.).



**B.S.Zakirov**

Chairman of scientific council on awarding of scientific degree, d.ch.s.

**D.S.Salikhanova**

Scientific secretary of scientific council on award of scientific degree, d.t.s

**S.Tuhtaev**

Chairman of scientific seminar at scientific council on awarding of scientific degree, d.ch.s., professor, academician

## INTRODUCTION (abstract of DSc. thesis)

**The aim of the research work** is development of technology of obtaining thermally activated and composite coal adsorbents based on local brown Angren coals, their application for cleaning industrial effluents from organic and inorganic substances, with acid treatment of Baysun and Shargun coals of reception sulfonated coal adsorbents for extraction of non-ferrous and precious metals from technological solutions of mining and metallurgical industries.

**The object of the research work** are brown-coal coals of the number of deposits of the republic: Angren, Baysun and Shargun, their thermo- and acid-activated derivatives - activated coals (AC) - adsorbents, waste water of the metallurgical and oil refining enterprises, models of the industrial technological solutions containing ions of non-ferrous and precious metals.

**Scientific novelty of the research work.** The scientific novelty of the study consists of the following items:

the technology of obtaining of sulfonated adsorbents by acid activation of the Baysun coals with use oleum -  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{SO}_3)$  - 10-12% in the replacement of the used oleum -  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{SO}_3)$  - 19-20% with a sorption capacity on ions  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Ag}^+$  in 1.3-1.5 times more, than that used in industry imported activated coal was developed;

the highly effective method of wastewater treatment from oil products with use of the selective thermally activated adsorbent received by pyrolysis was created (at a temperature of 500-550°C for 1-1.5 hours without air access) from low-ash Angren coal;

the conditions for cleaning industrial effluents from organic substances (polyphenols, chloride compounds, etc.) using a thermally activated carbon adsorbent activated by the vapor-gas method at 800°C in a current of 1 hour are grounded;

a method for softening the rigidity of industrial wastewater, using a carbon adsorbent of modified  $\text{CaCO}_3$  is developed;

the technology of complex multistage clearing of industrial effluents and ways of secondary application of the fulfilled adsorbents in various sectors of the national economy of the Republic is developed.

**Implementation of the research results** on the basis of the obtained scientific results of researches in the development of technology for obtaining from local raw materials of coal adsorbents, clearing and softening with their help of industrial wastewater:

technological conditions Ts 17088447-02:2017 obtaining of coal (carbonic) adsorbents based on brown and coal coals of Uzbekistan are approved by Uzgosstandart. This technological condition gives the possible to control the quality of the product and the technological processes;

on the X-Republican Fair of Innovative Ideas, Technologies and Projects, the contract with JSC «Uzmetkombinat» No.01/02/03/2017 from May 26, 2017 «Obtaining carbon adsorbents based on local raw materials for cleaning of industrial effluents from oil products» is concluded. As a result, replacement for

wastewater treatment of the combine of imported adsorbent on the local will reduce the cost price of adsorbent 5-6 times;

on LLC Gazlineftegazdobycha, tests were carried out on the basis of local raw materials of adsorbents (TBKU and KBKU) in processes of wastewater treatment from oil products and introduced into practice (a reference of AK "Uzbekneftegaz" on October 11, 2017). As a result, when cleaning with local adsorbents, industrial wastewater containing oil products and dissolved inorganic substances are cleaned to normal, which makes it possible to return it to the reverse technological cycle as technical water.

**The structure and volume of the thesis.** The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, list of references, applications. The volume of the dissertation is 189 pages.

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Салиханова Д.С., Агзамходжаев А.А. Отечественные адсорбенты для комплексной очистки промышленных стоков // Монография, – Ташкент, «Навруз», 2017. – С. 159.
2. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Адсорбционная очистка и смягчение производственных сточных вод угольными адсорбентами // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2014. – Т. 91. – № 3. – С. 150-154. (02.00.00. №21)
3. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Очистка производственных сточных вод угольными адсорбентами, полученными на основе Ангренского угля // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2014. – № 5. – С. 38-41. (02.00.00. №7)
4. Dilnoza Jumayeva, Shuxrat Mutalov, Berdah Jumabaev, Anvarkhodja Agzamkhodjayev. Pyrolysis products angren coal of Uzbekistan and the possibilities of their use for wastewater treatment // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. – Vienna, 2015. – №5-6. – P. 138-144. (02.00.00. №2)
5. Жумаева Д.Ж., Очилов Г.М., Аймирзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А. Адсорбенты для осветления сточных вод // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2015. – Т. 92. – № 1. – С. 126-130. (02.00.00. №21)
6. Жумаева Д.Ж., Агзамходжаев А.А. Углеродные адсорбенты на основе ангренового угля для очистки производственных сточных вод // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2015. – Т. 92. – № 5. – С. 120-126. (02.00.00. №21)
7. Жумаева Д.Ж., Агзамходжаев А.А. Получение новых углеродных адсорбентов на основе ангренового угля для очистки и смягчения производственных сточных вод // Химическая технология, контроль и управление. – Ташкент, 2015. – № 2. – С. 11-16. (02.00.00. №10)
8. Жумаева Д.Ж., Агзамходжаев А.А. Получение углеродного адсорбента для очистки сточных вод нефти и газопереработки // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2015. – № 2. – С. 55-59. (02.00.00. №7)
9. Dilnoza Jumayeva, Olimjon Toirov. The obtainment of carbon adsorbents and their composition for clearing industrial wastewater // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. – Vienna, 2016. – №3-4. – P. 67-70. (02.00.00. №2)
10. Жумаева Д.Ж., Агзамходжаев А.А. Композиционный углеродный адсорбент для очистки и смягчения производственных сточных вод ОА «Андижанкабель» // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2016. – № 2. – С. 30-33. (02.00.00. №7)

11. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Гуро В.П., Муталов Ш.А., Шамсиев Ш.Д. Очистка промышленных стоков нефтегазовой отрасли импортозамещающими сорбентами // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2016. – № 3 (53). – С. 74-76. (02.00.00. №9)

12. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Гуро В.П. Разработка технологии получения сульфоугольных адсорбентов // «Вестник СамГУ». – Самарканд, 2016. – № 5 (99). – С. 30-33. (02.00.00. №9)

13. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А., З.Э. Искандаров Высокоэффективные углеродные адсорбенты для очистки сточных вод промышленных предприятий // Химическая технология, контроль и управление. – Ташкент, 2016. – № 2. – С. 14-18. (02.00.00. №10)

14. Жумаева Д.Ж. Угольные адсорбенты для очистки сточных вод и их вторичное использование // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн.–Россия, 2016.-№ 11(29). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/3851> (02.00.00. №2)

15. Жумаева Д.Ж. Импортозамещающие высокоэффективные угольные адсорбенты // Химическая технология, контроль и управление. – Ташкент, 2016. – № 4. – С. 45-50. (02.00.00. №10)

16. Жумаева Д.Ж. Физико-химические и адсорбционные свойства угольных адсорбентов // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2017. – № 1. – С. 9-15. (02.00.00. №7).

17. Жумаева Д.Ж. физико-химические свойства новых отечественных угольных адсорбентов // Химическая технология, контроль и управление. – Ташкент, 2017. – № 2. – С. 45-50. (02.00.00. №10).

18. Жумаева Д.Ж. Водоочистка стоков в нефтегазовой промышленности новыми отечественными адсорбентами // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2017. – № 2. – С. 9-15. (02.00.00. №7)

## **II бўлим (II часть; part II)**

19. Заявка на получение патента РУз № IAP 20160288 от 22.07.2016. Способ получения сульфоугольного адсорбента на основе каменного угля (авторы: Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Тоиров О.З., Гуро В.П., Закиров Б.С.).

20. Dilnoza Jumayeva, Izzat Eshmatov, Berdah Jumabaev, Anvarkhodja Agzamkhodjayev. Carbon adsorbents on the basis of brown coal of Angren for cleaning industrial wastewater // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – Bulgaria, 2016. – V.52. – № 2. – P. 210-214.

21. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Очистка сточных вод производства угольными адсорбентами // IV Республика илмий амалий анжумани. Аналитик кимёнинг долзарб муаммолари. – Термиз, 2014. – С. 301-303.

22. Жумаева Д.Ж., Агзамходжаев А.А. Адсорбенты для очистки производственных сточных вод // Материалы Республиканской научно-практической конференции: «Современное состояние и перспективы

развития коллоидной химии и нанохимии в Узбекистане». – Ташкент, 2014. – С. 133-134.

23. Жумаева Д.Ж. и др. Очистка сточных вод новыми угольными адсорбентами // Республика илмий-назарийва амалий анжумани. «Ажиниёзий номидаги Нукус давлат педагогика институтининг фан, таълим ва тарбия масалаларини ривожлантиришдаги ўрни». – Нукус. 2014, – С. 243-244.

24. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Очистка производственных сточных вод угольными адсорбентами // Материалы Республиканской научно-технической конференции «Ингредиенты из местного и вторичного сырья для получения новых композиционных материалов». – Ташкент, 2014. – С. 116-117.

25. Jumaeva D.J., Eshmetov I.D., Jumabaev B.A., Agzamkhodjaev A.A. Coal adsorbents for sewage treatment // European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences. 6<sup>th</sup> International scientific conference 04<sup>th</sup> April 2015. East West Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. – Vienna. Austria, 2015. – P. 104-109.

26. Жумаева Д.Ж., Агзамходжаев А.А., Хамраев С.С. Новые углеродные адсорбенты для очистки и смягчения производственных сточных вод // Тезисы докладов IV Международной научной конференции «Коллоид и поверхности-2015». – Алматы, 2015. – С. 135.

27. Жумаева Д.Ж., Муталов Ш.А., Агзамходжаев А.А. Очистка сточных вод с использованием реагента на основе отхода Кунградского содового завода // Тезисы докладов IV Международной научной конференции «Коллоид и поверхности-2015». – Алматы, 2015. – С. 138.

28. Жумаева Д.Ж., Агзамходжаев А.А. Угольные адсорбенты на основе ангреновского бурового угля для очистки и смягчения сточных вод // Мат. Международной научно-практической конференции «Химия и экология-2015». – Салават. Россия, 2015. – С. 109-113

29. Жумаева Д.Ж., Агзамходжаев А.А. Адсорбенты на основе Ангреновских углей для очистки производственных сточных вод // Мат. Рес. научн. - техн. конф. «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов и изделий из них». – Ташкент, 2015. – С. 135-136.

30. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Жумабаев Б.А., Аймирзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А. Новые угольные адсорбенты для очистки производственных сточных вод // Мат. IV межд. экологической научн. конф. «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар. Россия, 2015. – С. 251-252.

31. Жумаева Д.Ж., и др. Адсорбенты для очистки и смягчения производственных сточных вод // Мат. Рес. научн.-техн. конф. Нукусского педагогического института. – Нукус, 2015. – С. 315-316.

32. Жумаева Д.Ж., Агзамходжаев А.А. Продукты пиролиза Ангреновского угля // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы отраслей химической технологии». – Бухара, 2015. – С. 221-225.

33. Жумаева Д.Ж., и др. Получение углеродных адсорбентов для очистки производственных сточных вод // Материалы VIII международной научно-практической конференции «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития». – Навои, 2015. – С. 338.

34. Жумаева Д.Ж., Кулдашева Ш.А., Агзамходжаев А.А. Продукт пиролиза ангреноского угля – гидрофобный углеродный адсорбент для очистки сточных вод // Мат. Рес. научн.-техн. конф. «Роль и место экологического образования в XXI веке: решения экологических проблем техногенных производств». – Ташкент, 2015. – С. 200-205.

35. Жумаева Д.Ж., Агзамходжаев А.А. Углеродные адсорбенты, полученные путем пиролиза ангреноского угля Узбекистана для очистки производственных сточных вод // Мат. Международной научно-практической конференции «Неделя науки СПбПУ 2015». – Санкт-Петербург, Россия, 2015. – С. 109-113.

36. Жумаева Д.Ж., Агзамходжаев А.А. Новые композиционные угольные адсорбенты для очистки производственных сточных вод // Республиканской научно-практической конференции молодых ученых. – Ташкент, 2015. – С. 280-282.

37. Жумаева Д.Ж. и др. Получение гидрофобного углеродного адсорбента путем пиролиза ангреноского угля для очистки сточных вод // Научно-практическая конференция посвященной ко дню всемирной охраны окружающей среды «IV рациональное использование природных ресурсов Южного Приаралья». – Нукус, 2015. – С. 220-223.

38. Жумаева Д.Ж., Агзамходжаев А.А. Адсорбенты на основе ангреноских углей для очистки производственных сточных вод // Материалы Республиканской научно-технической конференции «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов и изделий из них». – Ташкент, 2015. – С. 161-162.

39. Жумаева Д.Ж. и др. Адсорбенты для очистки производственных сточных вод // Научная практическая конференция посвященной ко дню всемирной охраны окружающей среды «IV рациональное использование природных ресурсов Южного Приаралья». – Нукус, 2015. – С. 209-211.

40. Jumayeva D.J., Eshmetov I.D., Agzamkhodjaev A.A. Getting of effective of sorbents of wide application for treating industrial process wastewater // XII International scientific and practical conference. – Boston. USA. April 7-8, 2016. – P. 15-16.

41. Жумаева Д.Ж., и др. Экономическая эффективность углеродного адсорбента очистки сточных вод // Республиканской научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и образование» посвящено 2016 – год «Здоровая мама - здоровый ребенок». – Нукус, 2016. – С. 16-17.

42. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Жумабаев Б.А., Аймирзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А. Очистка сточных вод металлургической промышленности угольными адсорбентами // Республиканской научно-



практической конференции «Актуальные проблемы химической науки и инновационные технологии её обучения». – Ташкент, 2016. – С. 15-16.

43. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Композиционные углеродные адсорбенты для очистки производственных сточных вод // Международная XIX Всероссийская конференция молодых ученых-химиков. – Нижний Новгород, 2016. – С. 181-182.

44. Жумаева Д.Ж., Жумабаев Б.А., Очилов Г.М., Эшметов И.Д., Агзамходжаев А.А. Очистка сточных вод и извлечение из них ионов цветных металлов // Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы химической науки и инновационные технологии её обучения». – Ташкент, 2016. – С. 13-15.

45. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Гуро В.П. Очистка промышленных стоков импортозамещающими сорбентами // Республиканская научно-теоретическая конференция «Вопросы сохранения, восстановления и охраны биологического разнообразия». – Нукус, 2016. – С. 247-248.

46. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д. Очистка стоков в нефтегазовой отрасли // XV Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире». – Санкт-Петербург, 2016. – С. 120-121.

47. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д. Утилизация отработанных в металлургической и нефтеперерабатывающей промышленности угольных адсорбентов // Сборник материалов II Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Введение в энергетику». – Кемерово, 2016. [Электронный ресурс]. – С. 1-4.

48. Жумаева Д.Ж. Очистка промстоков в нефтегазовой промышленности // IX Международной научно-технической конференции «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 2017. – С. 241.

49. Жумаева Д.Ж. Эшметов И.Д. Очистка промышленных сточных вод в нефтегазовой отрасли новыми адсорбентами // IX Международной научно-технической конференции «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 2017. – С. 242.

50. Жумаева Д.Ж. Физико-химические характеристики угольных адсорбентов // XX Всероссийская конференция молодых ученых химиков (с международным участием). – Нижний Новгород, 2017. – С. 310.

51. Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д. Очистка стоков в нефтегазовой промышленности // «Аҳолининг экологик ва тиббий маданиятини ошириш, соғлом турмуш тарзини тарғиб қилиш ҳамда экологик муаммоларни ҳал этишнинг долзарб масалалари» илмий-амалий конференцияси. – Наманган, 2017. – С. 128-131.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журнали» таҳририятида таҳрир қилинди.

Босишга рухсат этилди: 16.10.2017 йил  
Бичими 60x45 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>, «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табағи 3,4. Адади: 100. Буюртма: № 285.

Ўзбекистон Республикаси ИИВ Академияси,  
100197, Тошкент, Интизор кўчаси, 68

«АКАДЕМИЯ НОШИРЛИК МАРКАЗИ»  
Давлат унитар корхонасида чоп этилди.