

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
КОРХОНАСИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**
DSc.27.06.2017.K/T.03.01 РАҚАМЛИ БИР МАРТАЛИК
ИЛМИЙ КЕНГАШ

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
КОРХОНАСИ**

ТЎХТАЕВ ФЕРУЗ САДУЛЛОЕВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ ВА ИККИЛАМЧИ ХОМАШЁЛАР АСОСИДА
КОМПОЗИЦИОН ПОЛИМЕР СОРБЕНТЛАРНИНГ САМАРАЛИ
ТАРКИБЛАРИНИ ОЛИШ ВА ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.07 – «Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва
технологияси»

02.00.06 – «Юқори молекуляр бирикмалар»
(техника фанлари)

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

Тошкент – 2019

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Тўхтаев Феруз Садуллоевич

Маҳаллий ва иккиламчи хомашёлар асосида композицион полимер сорбентларнинг самарали таркибини олиш ва технологияси ишлаб чиқиш.....3

Тухтаев Феруз Садуллоевич

Разработка эффективных составов композиционных полимерных сорбентов на основе местного и вторичного сырья и технологии их получения.....21

Tukhtaev Feruz Sadulloevich

Development of effective compositions of composite polymer sorbents based on local and secondary raw materials and their production technology.....39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works42

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
КОРХОНАСИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**
DSc.27.06.2017.K/T.03.01 РАҚАМЛИ БИР МАРТАЛИК
ИЛМИЙ КЕНГАШ

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
КОРХОНАСИ**

ТЎХТАЕВ ФЕРУЗ САДУЛЛОЕВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ ВА ИККИЛАМЧИ ХОМАШЁЛАР АСОСИДА
КОМПОЗИЦИОН ПОЛИМЕР СОРБЕНТЛАРНИНГ САМАРАЛИ
ТАРКИБЛАРИНИ ОЛИШ ВА ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.07 – «Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва
технологияси»

02.00.06 – «Юқори молекуляр бирикмалар»
(техника фанлари)

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

Тошкент – 2019

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.3.PhD/Т426 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУКда бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси (www.gupft.uz) да ва «Ziyonet» Ахборот таълим портали (www.ziyonet.uz) да жойлаштирилган.

Илмий раҳбарлар:

Негматов Сайибжан Садикович
ЎзР ФА академиги,
техника фанлари доктори, профессор,

Негматова Комила Сайибжановна
техника фанлари доктори, профессор

Расмий опонентлар:

Бабаев Туйғун Мирзаахмедович
кимё фанлари доктори, профессор

Ибодуллаев Аҳмаджон Собирович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Наманган давлат университети

Диссертация ҳимояси Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУК ҳузуридаги DSc.27.06.2017.K/T.03.01 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг 2019 йил «26» декабр соат «14⁰⁰» даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (71)246-39-28; факс: (71)227-12-73; e-mail: gupft@inbox.uz; «Фан ва тараққиёт» ДУК биноси, 2-қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан «Фан ва тараққиёт» ДУКнинг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (15-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100174, Ташкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (71)246-39-28; факс: (71)227-12-73.

Диссертация автореферати 2019 йил «12» декабр куни тарқатилди.
(2019 йил «18» ноябрдаги №15 рақамли реестр баённомаси).

А.В.Умаров

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

М.Г.Бабаханова

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
илмий котиби, к.ф.н., к.и.х.

Н.Х.Талипов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
ҳузуридаги илмий семинар раиси, т.ф.д., к.и.х.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Бугунги кунда дунёда композицион полимер материаллар (КПМ) ва улар асосидаги сорбентларни ишлаб чиқиш ҳамда қўллаш йўли билан кимё ва металлургия саноати оқава сувларидан чиқадиган рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиш олиш ҳамда тозалашга бўлган талаб ортиб бормоқда. Шу сабабли саноат оқава сувларидан рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиш ҳамда тозалаш учун КПМ ва улар асосидаги юқори самарали сорбентларни яратишга саноатнинг кўрсатилган соҳаларида қўлланилишига алоҳида эътибор берилмоқда.

Ҳозирги кунда дунё мамлакатларида ноёб бўлмаган, нисбатан арзон сорбцион қобиляти ва физик-механик хусусиятлари юқори бўлган ҳамда узок муддатли КПМни ишлаб чиқиш устида илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Кимё ва металлургия саноати ишлаб чиқаришида саноат оқава сувларидаги рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиш олиш ҳамда тозалаш учун мўлжалланган маҳаллий хомашё ва ишлаб чиқариш чиқиндилари асосида композицион полимер сорбентлар (КПС) нинг янги авлодини яратиш зарур.

Республикамызда маҳаллий хомашё ресурслари асосида КПСни олиш соҳасида турли чора-тадбирлар ўтказилмоқда ва бу борада маълум натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегиясида «Илмий-тадқиқот ва инновацион фаолиятни рағбатлантириш, инновацион ютуқларни амалиётга татбиқ этишнинг самарали механизмларини яратиш»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада ушбу илмий йўналишни ривожлантиришда, саноат оқава сувларини тозалаш ҳамда рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиш олиш учун КПСни олиш ва уларнинг самарали таркибларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантиришнинг бешта устивор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони, 2017 йил 1 ноябрдаги «Илмий-тадқиқот муассасаларининг инфратузилмасини янада мустаҳкамлаш ва инновацион фаолиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-3365-сонли қарори, 2018 йил 27 апрелдаги «Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалиётга тадбиқ этиш тизимларини янада такомиллаштириш тўғрисида»ги ПҚ-3382-сонли қарори, 2018 йил 7 майдаги «Иқтисодиёт соҳаси ва тармоқларида инновацияларни жорий этиш механизмларини такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги ПҚ-3698-сонли қарори, шунингдек, мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-4947 «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устивор йўналишлари бўйича ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги фармони

хукукий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устивор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожланишининг VII «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устивор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Янги КПМ, жумладан, сорбцион материалларни ишлаб чиқишда А.Найаши, S.Hulemand, R.Morgen, A.D'Amore, D.Jully, G.Akovali, Н.С.Ениколопов, С.Н.Журков, В.В.Коршак, С.А.Белый, В.А.Вольфсон, А.А.Берлин, М.С.Акутин, Ю.С.Липатов, Э.Ф.Олейник, Ф.Мэттьюз, Г.С.Головкин, М.А.Аскаров, С.Ш.Рашидова, С.С.Негматов, О.М.Ёриев, Т.М.Бабаев, Н.Р.Ашуров, А.Х.Юсупбеков каби таниқли олимлар ўз ҳиссаларини қўшишган. Полимер композицион ва сорбцион материалларни олиш, хоссаларини ўрганиш ва технологиясини ишлаб чиқишга А.Kumar, М.М.Perlman, В.Arkes, S.Geracaris, R.Goudhue, А.А.Askadski, А.Д.Яковлев, В.Г.Савкин, В.П.Соломко, Х.И.Акбаров, М.Г.Мухамедиев, Ф.Н.Юсупов, А.С.Ибодуллаев, К.С.Негматова, Д.А.Гафурова, Д.А.Каримова, А.Н.Набиев ва бошқа кўплаб олимларнинг илмий изланишлари бағишланган.

Мавжуд ишлар таҳлилига кўра, сорбцион қобилияти ва физик-механик хусусиятлари юқори мустаҳкамликка эга бўлган саноат оқава сувлари таркибидаги рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиш ҳамда тозалаш учун самарали КПМ ва сорбентларни ишлаб чиқиш соҳасидаги ишлар етарли ҳал қилинмаган. Бу эса металлургия ва кимё саноатида саноат оқава сувларини тозалаш ҳамда рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиш учун фойдаланиладиган КПМнинг ўзаро таъсирида полимер-полимер, минерал ингредиентлар ва металл бирикмалар, уларнинг механизмлари билан биргаликда мажмуавий ўрганиш билан боғлиқ мураккабликлар билан боғлиқдир. Мазкур диссертация иши ушбу муаммоларни ҳал этишга бағишланган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий тадқиқот муассасаси илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУК илмий-тадқиқот ишлари режасининг А-12-024 «Композицион полимер сорбентлардан фойдаланилган ҳолда заҳарли чиқинди газларни утилизация қилиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017 йй.) ва ИОТ-2013-7-31 «Саноатда ишлаб чиқаришнинг технологик чиқиндиларидан рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни тозалаш ва ажратиш олиш учун композицион интерполимер сорбентларнинг самарали таркибини ва олиш технологияси ишлаб чиқиш» (2011-2013 йй.) мавзусидаги фундаментал лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади маҳаллий ва иккиламчи хомашёлар асосида КПСнинг самарали таркибларини олиш ва технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

КПСни ишлаб чиқиш методлари ва қўллаш имкониятини баҳолаш, ўрганиш ва замонавий ҳолатини таҳлил қилиш;

КПМ ва улар асосидаги сорбентларни ишлаб чиқиш учун тадқиқот усуллари ва объектларини илмий асосланган ҳолда танлаш;

сувли-органик муҳитда полимер-полимер комплекслар (ППК) асосида КПМни олишнинг технологик жараёнларини тадқиқ қилиш;

ишлаб чиқилган КПМ ва улар асосидаги сорбентларнинг муҳим физик-кимёвий, механик ва сорбцион хусусиятларини белгилаш;

ППК ва минерал ингредиентлар асосида КПСнинг самарали таркибини ишлаб чиқиш;

КПСни олиш учун технологик регламент ва ташкилот стандартини ишлаб чиқиш;

саноат оқава сувларини тозалаш ва рангли, оғир, қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш учун КПСни яратилган таркиблари ҳамда ишлаб чиқилган технологияларининг амалий, иқтисодий ва экологик жиҳатларини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида полианилин (ПАНИ), полиакрил кислотаси (ПАК), поликапроамид (ПКА), бентонит (Б), каолин (К) ва улар асосидаги композицион полимер сорбент танланди.

Тадқиқотнинг предмети КПСнинг органик минерал ингредиентлари сорбцион хоссалари ва физик-механик хусусиятлари, диффузия тадқиқоти, полимер-полимер, полимер органик ингредиентларнинг ўзаро таъсир механизми ва жараёндаги қонуниятларини ўрганиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация иши ИҚ спектроскопия, электрон сканерлаш ва дифференциал-термик таҳлиллар асосида бажарилган. КПМнинг физик-кимёвий ва физик-механик ҳамда сорбцион хусусиятлари стандарт усулларда аниқланган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

ППК ва органик минерал ингредиентлардан фойдаланиб КПСнинг самарали таркиби ишлаб чиқилган;

қўлланилаётган ППК, минерал ингредиентлар ва ишлаб чиқариш чиқиндиларининг тури ва таркиби КПМнинг физик-механик ва кимёвий хоссаларига боғлиқлиги ўрганилган;

КПМ асосидаги сорбентлар саноат оқава сувлари таркибида мавжуд металл ионлари билан ўзаро таъсирлашганда юқори сорбцион хусусиятларга эга эканлиги аниқланган;

рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш ҳамда кимё ва металлургия саноати корхоналарида ишлаб чиқариш оқава сувларини тозалаш учун КПМ ва улар асосида сорбентлар олишнинг самарали технологияси ишлаб чиқилган;

КПС орқали рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни олиш ва саноат оқава сувларини тозалаш, юқори физик-механик ва сорбцион хусусиятлари ҳамда улардан кўп бора фойдаланиш имкониятининг самарали технологик жиҳатлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

олиб борилган физик-кимёвий тадқиқотлар натижасида маҳаллий ва иккиламчи хомашёлар асосидаги ППК ва органик минерал ингредиентлардан КПСнинг самарали таркиби ишлаб чиқилган;

КПМнинг сорбцион ва физик-механик хоссаларини асосий ўзгариш қонуниятлари полимер боғловчилар ва органик минерал тўлдирувчиларнинг тури ва таркибига боғлиқлиги ўрганилган;

кимё ва металлургия саноати ишлаб чиқаришида ҳосил бўладиган оқава сувлар таркибидаги рангли, оғир ва қимматбаҳо металллар ажратиб олиш ва саноат оқава сувларини тозалаш учун КПС олинган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги КПМнинг сорбцион ва физик-механик хоссалари, олинган натижалар математик-статистик метод билан қайта ишлаб чиқилган ҳамда сорбцион, физик-кимёвий ва физик-механик усуллардан фойдаланилганлиги билан асосланган.

Тадқиқотнинг илмий ва амалий аҳамияти.

Олинган тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, саноат чиқиндиларидан ППК ва органик минерал ингредиентлар тури ва таркибига таъсирининг қонуниятларини аниқлаш йўли билан КПМнинг мустаҳкамлиги ва сорбцион хоссалари белгиланди, кимё ва металлургия саноати оқава сувларини тозалаш ҳамда рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратишда КПСни олиш принциплари назарий асосланиши билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг амалий аҳамияти КПСларнинг кимё ва металлургия саноати оқава сувларини тозалашда рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратишдан иборат.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Маҳаллий ва иккиламчи хомашёлар асосида КПС яратиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

«Композицион полимер сорбент» учун ташкилот стандарти «Ўзстандарт» агентлигида рўйхатдан ўтказилган (Ts 21645528-08:2019). Натижада кимё ва металлургия саноатида КПСдан оқава сувларни тозалаш, рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш имконини берган;

ишлаб чиқилган КПС Навоий кон-металлургия комбинати марказий илмий-тадқиқот лабораториясида рангли, оғир ва металлларни ажратиб олиш ва саноат чиқинди сувларни тозалаш учун амалиётга жорий этилган (НКМКнинг 2019 йил 7 октябрь 02-06-04/12786-сонли маълумотномаси). Натижада кимё саноати ишлаб чиқаришидаги оқава сувлардан рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиш, саноат чиқинди сувларини тозалаш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 13 та республика ва 3 та халқаро илмий амалий ва илмий-техникавий анжуманларда апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 22 та илмий иш чоп этилган. Шулардан, Ўзбекистон

Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 9 та, жумладан, 3 та хорижий ва 6 та Республика журналларида нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши 120 бетни ташкил этади ва таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация ишининг долзарблиги ва зарурати асосланган, мақсад ва вазифалар ифодаланган, объекти ва предмети тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиниши, апробациядан ўтказилган натижалар, эълон қилинган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг биринчи **«Полимер материаллар ва улар асосидаги сорбентларни олиш ва қўллаш технологиясини ишлаб чиқишнинг замонавий ҳолати ва таҳлили»** деб номланган бобида саноатнинг турли ишлаб чиқариш соҳаларида КПМ ва улар асосидаги сорбентларни олиш ва қўллаш технологиясини ишлаб чиқиш, ППК ва улар асосидаги композицияларнинг хоссалари ва тузилмасини ўрганишга бағишланган бўлиб, диссертация мавзуси бўйича илмий тадқиқотлар таҳлили билан умумлаштирувчи маълумотлар келтирилган. Саноат оқава сувларини тозалашда рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш учун самарали КПСни ишлаб чиқиш масалалари ва истиқболлари кўрсатилган.

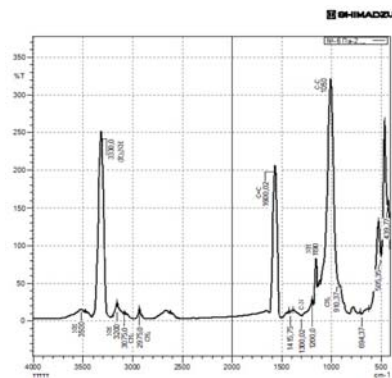
Умумлаштирувчи маълумотлардан саноат оқава сувларини тозалашда рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни олиш учун ППК ва органик минерал тўлдирувчилардан фойдаланиб КПМ ва сорбентларни самарали таркибини ишлаб чиқиш ҳамда уларни олишнинг оптимал технологик режимлари ҳақидаги ишлар амалга оширилмаган ва етарли ўрганилмаган. Бу технологик омиллар, ППК ва органик минерал тўлдирувчилар асосидаги КПСнинг физик-механик ва кимёвий хоссаларининг биргаликда мажмуавий тадқиқотлар ўтказишнинг мураккаблиги уларнинг таркиби ва тури, технологик омилларга, шунингдек, илмий-технологик ёндашувлар ва илмий-услубий принципларнинг йўқлигига боғлиқ ва ушбу диссертациянинг асосий мақсадини белгилайди.

Диссертациянинг иккинчи **«Композицион полимер сорбентларнинг таркибини ишлаб чиқиш учун полимер ва минерал материалларнинг тадқиқот объектларини танлаш ва асослаш ҳамда уларнинг хусусиятларини ўрганиш методикаси»** номли бобида саноат оқава сувларида мавжуд металл ионлари билан ўзаро таъсирлашадиган КПСни ишлаб чиқиш учун полимерлар ва органик минерал тўлдирувчиларни ҳамда тажриба-синов тадқиқотларини ўтказиш мақсадида методларини танлаш ва

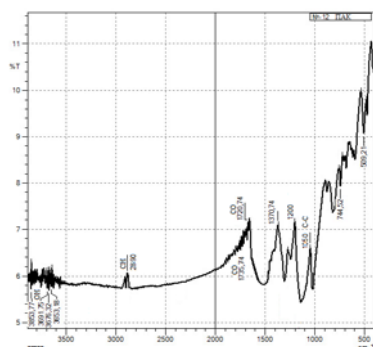
асослаш ҳисобланади. КПМ ва сорбентларни олиш усуллари физик-кимёвий ва механик, электрофизик ва сорбцион хусусиятларини аниқлаш ҳамда натижаларни математик-статистик ишлаб чиқиш методикаси келтирилган.

Диссертациянинг учинчи «Композицион полимер материаллар ва улар асосидаги сорбентлар олишнинг самарали таркибларни тадқиқ қилиш ва ишлаб чиқиш» номли бобида ППК ва улар асосида сорбцион материалларни олишнинг асосий жараёнларини, уларнинг физик-кимёвий ва механик хоссаларини тадқиқ қилиш натижалари, КПС тузилишида комплекслар ҳосил бўлишининг самарали миқдори ҳосил бўлишига минерал тўлдирувчи концентрациясининг таъсири ҳамда ишлаб чиқилган КПСларнинг самарали таркибларини ўрганиш келтирилган.

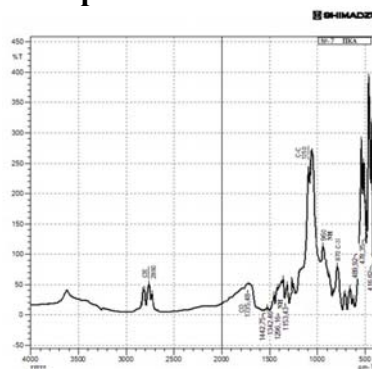
Полианилин ва полиакрил кислота ҳамда полианилин ва поликапроамид асосидаги ППКнинг кинетикаси, шунингдек, уларнинг физик-кимёвий хоссалари ИҚ спектроскопия усулида ўрганилган (1-3 расмлар).



1-расм. ПАНИнинг ИҚ спектри



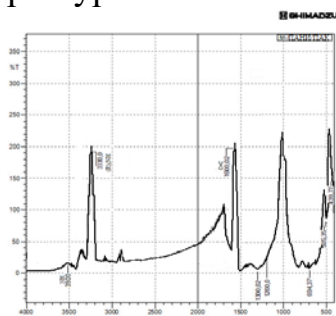
2-расм. ПАКнинг ИҚ спектри



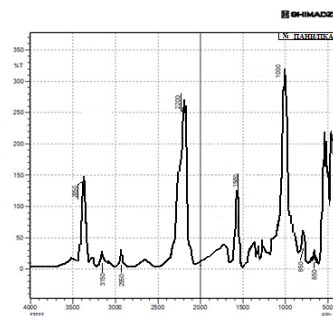
3-расм. ПКАнинг ИҚ спектри

ИҚ спектроскопияси тадқиқоти натижалари шуни кўрсатадики (1-3 расмлар), дастлабки компонентлар ва олинган ППКларнинг ИК спектрлари тегишли функционал гуруҳлар билан тўғри келади, ПАНИнинг ИҚ спектрлари 3330 cm^{-1} ; 1305 cm^{-1} валент тебранишларида C-N гуруҳига, 3085; 2750; 910 cm^{-1} валент тебранишларида CH_2 гуруҳига, 1600-1580 cm^{-1} валент тебранишларида бензол ҳалқасига, валент тебранишларда C-N гуруҳига, 3500; 3200; 1360; 1180; 960; 690 cm^{-1} валент тебранишларида NH гуруҳига, ПАКнинг ИҚ спектрлари 1720; 1735 cm^{-1} , 1700; 1150 cm^{-1} валент тебранишларида карбоксил гуруҳларига, шунингдек, ПКАнинг ИҚ спектрлари 3500; 960; 690 cm^{-1} валент тебранишларида NH гуруҳига тегишли.

4-5 расмларда ПАНИ-ПАК ва ПАНИ-ПКА комплексларининг ИҚ спектрлари кўрсатилган.



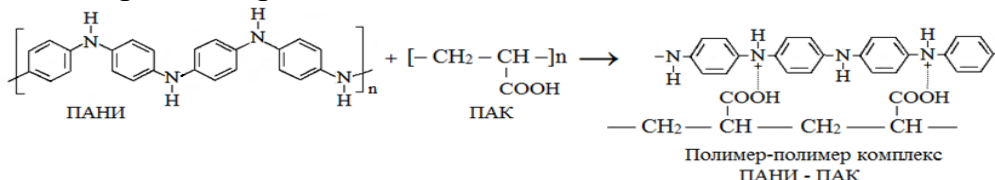
4-расм. ПАНИ-ПАК комплексининг ИҚ спектри



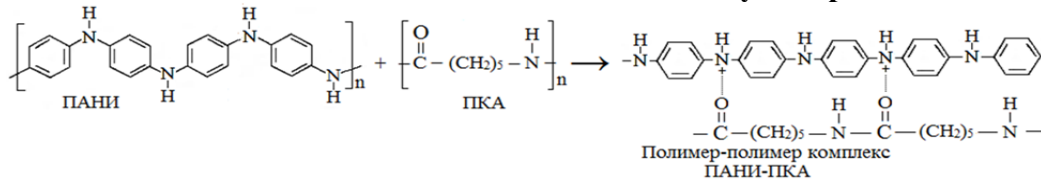
5-расм. ПАНИ-ПКА комплексининг ИҚ спектри

4-5 расмлардан кўриниб турибдики, ПАНИ-ПАКнинг ИҚ спектрида қуйидаги ўзгаришлар кузатилди: NH гуруҳига тегишли 3200 см^{-1} валент тебранишлари 3100 см^{-1} гача силжиган, CH_2 гуруҳига тегишли 910 см^{-1} валент тебранишлари 800 см^{-1} гача силжиган, C-C гуруҳига тегишли 1050 см^{-1} валент тебранишлари ютилиш чўққилари пасайган, CO гуруҳига тегишли 1720 см^{-1} валент тебранишлари 1600 см^{-1} гача силжиган, ПАНИ-ПКАда NH гуруҳига тегишли 3200 см^{-1} валент тебранишлари 3150 см^{-1} гача силжиган, CH_2 гуруҳига тегишли 2975 см^{-1} валент тебранишлари 2950 см^{-1} га силжиган, CN гуруҳига тегишли 870 см^{-1} валент тебранишлари 850 см^{-1} гача силжиган.

1-2 схемаларда ПАНИ-ПАК ва ПАНИ-ПКА комплексларининг ҳосил бўлиш реакциялари келтирилган.

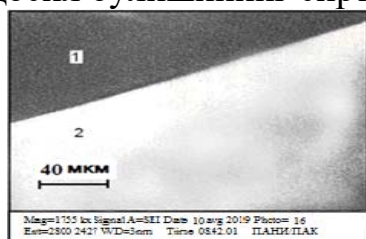


1-схема. ПАНИ-ПАК комплексининг ҳосил бўлиш реакцияси

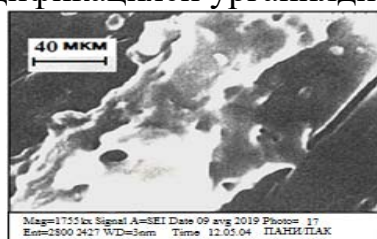


2-схема. ПАНИ-ПКА комплексининг ҳосил бўлиш реакцияси

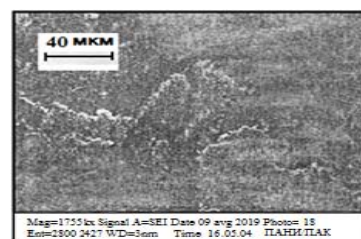
6-расмда ПАНИ-ПАК комплекси ҳосил бўлишининг вақтга боғлиқлиги келтирилган. Электрон сканерлаш методи ёрдамида ПАНИ-ПАК комплекси ҳосил бўлишининг сирт модификацияси ўрганилди.



а



б

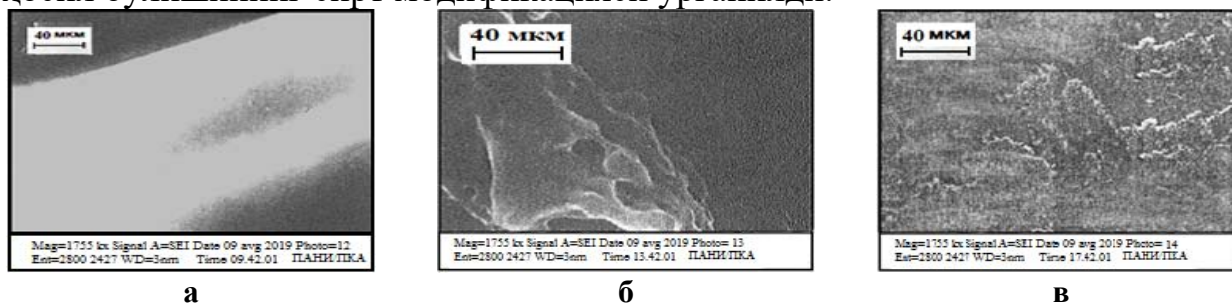


в

а) 2 соатдан кейин; б) 6 соатдан кейин; в) 10 соатдан кейин

6-расм. ПАНИ-ПАК комплексининг электрон сканерловчи микросурати

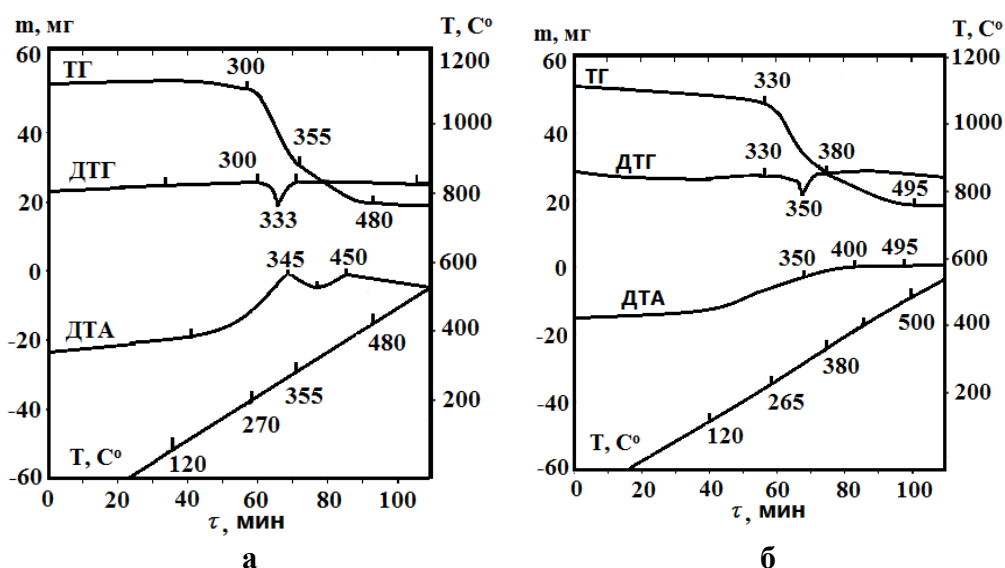
7-расмда ПАНИ-ПКА комплекси ҳосил бўлишининг вақтга боғлиқлиги келтирилган. Электрон сканерлаш методи ёрдамида ПАНИ-ПКА комплекси ҳосил бўлишининг сирт модификацияси ўрганилди.



7-расм. ПАНИ-ПКА комплексининг электрон сканерловчи микросурати

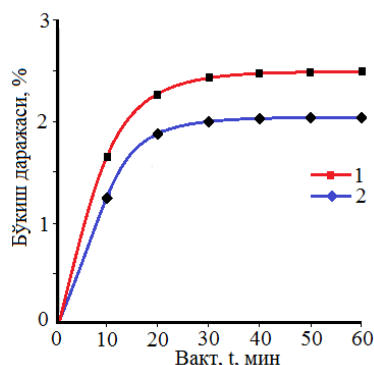
Электрон сканерловчи микросуратлардан ПАНИ-ПАК ҳамда ПАНИ-ПКА комплекслари устмолекуляр тузулишга эга эканлиги аниқланди. Расмдан ПАНИ ва ПАКнинг ўзаро таъсирланишини аниқ кўриш мумкин.

Термогравиметрик таҳлил усули билан 15°C дан 500°C гача ҳарорат оралиғида ППКларининг вазни йўқолиши аниқланди. 8-расмда ПАНИ-ПАК ва ПАНИ-ПКА комплексларининг термо-деструкцияси дериватограммаси келтирилган. Дериватограммалардан олинган таҳлиллар шуни кўрсатадики, ПАНИда $70\div 80^{\circ}\text{C}$ гача бўлган ҳароратда, ПАКда $90\div 105^{\circ}\text{C}$ гача бўлган ҳароратда, ПКАда $110\div 115^{\circ}\text{C}$ гача бўлган ҳароратда ва ППКларда $190\div 300^{\circ}\text{C}$ гача бўлган ҳароратда масса йўқолиши кузатилмади. Полимерларда масса йўқолиши: ПАНИда 80°C ҳароратдан, ПАКда 105°C ҳароратдан, ПКАда 115°C ҳароратдан, ППКларда масса йўқолиши: ПАНИ-ПАКда 300°C ҳароратдан, ПАНИ-ПКАда 330°C ҳароратдан оширилганда сезила бошланди. ПАНИда ҳароратни 210°C дан, ПАКда ҳароратни 220°C дан, ПКАда ҳароратни 250°C дан, ПАНИ-ПАКда ҳароратни 450°C дан, ПАНИ-ПКАда ҳароратни 495°C дан оширганда кескин масса йўқолиши кузатилди, буни ППКларнинг деструкцияси билан боғлаш мумкин.



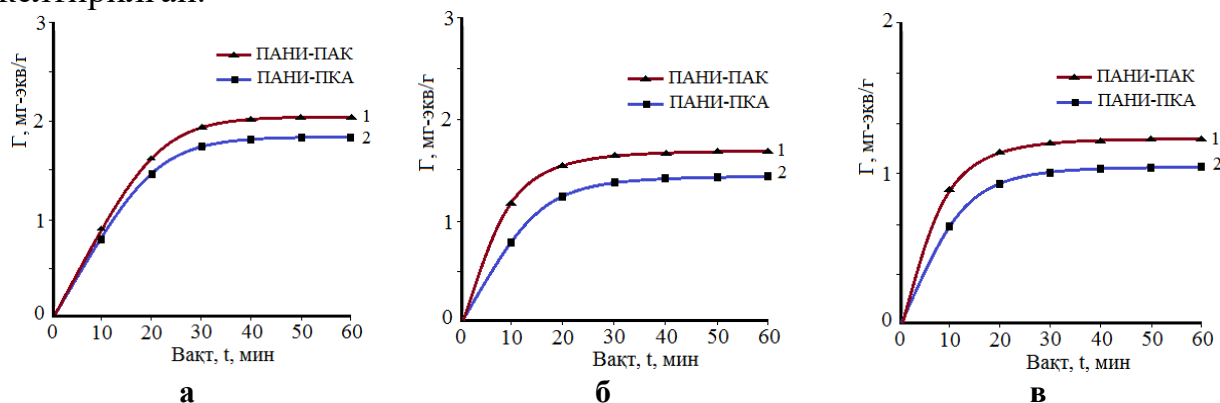
8-расм. ПАНИ-ПАК (а) ва ПАНИ-ПКА (б) комплексларининг дериватограммалари

ПАНИ-ПАК комплекси ПАНИ-ПКА комплексидан юқорироқ бўйиш даражасига эга эканлигини 9-расмдан кўриш мумкин.



9-расм. ПАНИ-ПАК (1) ва ПАНИ-ПКА (2) комплексларининг бўйиш эгрилиги

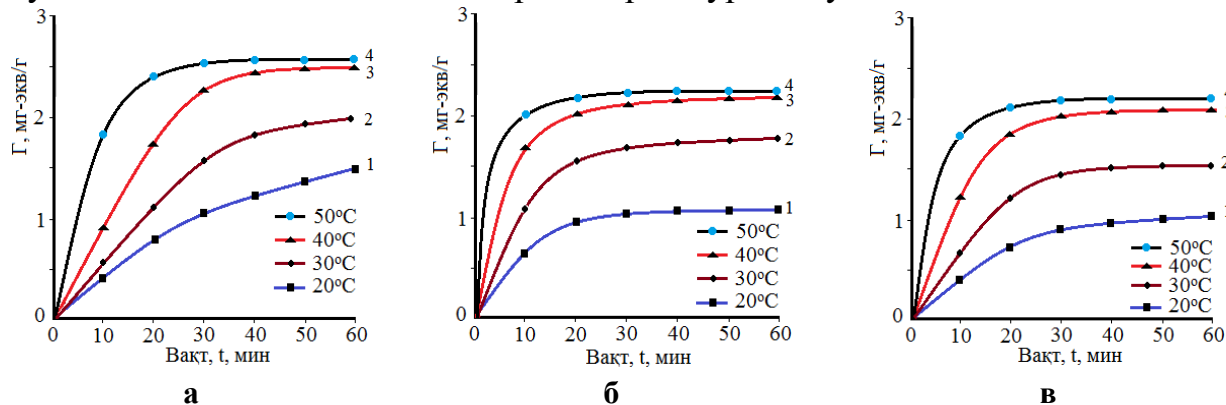
10-расмда ППКнинг 30°C ҳароратдаги сорбцияланиш кинетикаси келтирилган.



[CuSO₄]=40 мг-экв/л (а); [AgNO₃]=25 мг-экв/л (б); [Pb(NO₃)₂]=45 мг-экв/л (в)

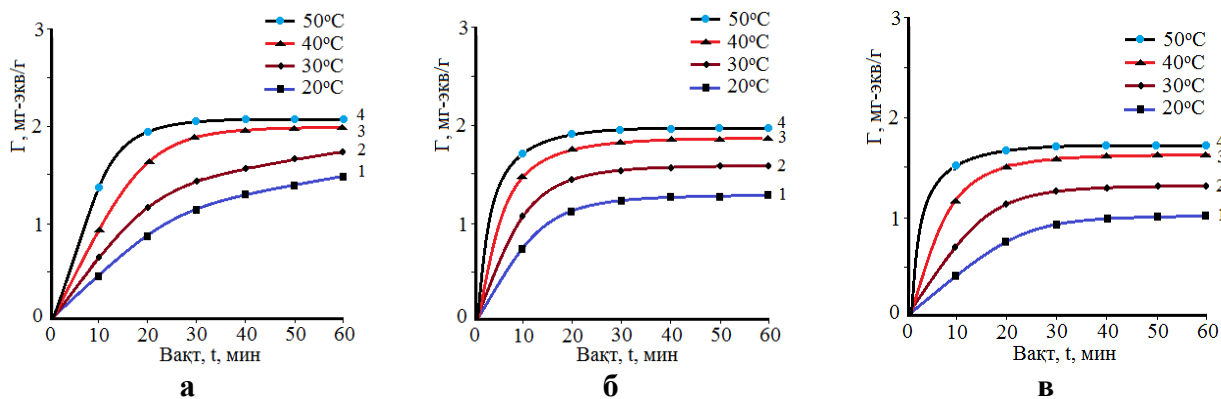
10-расм. ПАНИ-ПАК (1) ва ПАНИ-ПКА (2) комплексларининг САС NaOH бўйича 2,0 мг-экв/г

11-12 расмларда ПАНИ-ПАК ва ПАНИ-ПКА билан металл ионларининг ҳарорат таъсиридаги сорбцияланиш кинетикаси кўрсатилган. Ҳарорат ортганда ППКларнинг сорбцияланиш қобилияти ҳам ортади. ППКнинг 50°C гача сорбцияланиш кинетикаси ошиб бориб, 50°C дан кейин мувозанат ҳолатига келганлиги расмларда кўриш мумкин.



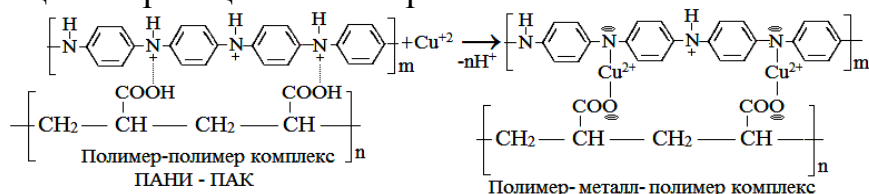
20°C (1); 30°C (2); 40°C (3); 50°C (4). Сорбентнинг САС NaOH бўйича 2,0 мг-экв/г

11-расм. ПАНИ-ПАК комплексининг металл ионлари [CuSO₄]=40 мг-экв/л (а), [AgNO₃]=25 мг-экв/л (б), [Pb(NO₃)₂]=45 мг-экв/л (в) сорбциялаш кинетикасининг ҳароратга боғлиқлиги



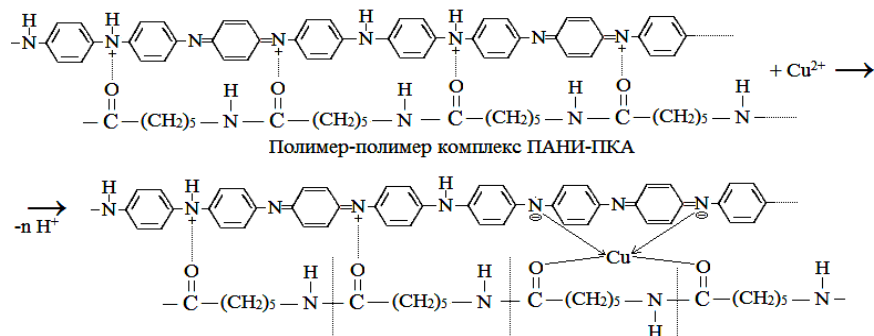
20°C (1); 30°C (2); 40°C (3); 50°C (4). Сорбентнинг САС NaOH бўйича 2,0 мг-экв/г
12-расм. ПАНИ-ПКА комплексининг металл ионлари $[CuSO_4]=40$ мг-экв/л (а), $[AgNO_3]=25$ мг-экв/л (б), $[Pb(NO_3)_2]=45$ мг-экв/л (в) сорбциялаш кинетикасининг ҳароратга боғлиқлиги

3-схемада ПАНИ-ПАК комплексининг мис ионлари билан комплекс бирикма ҳосил қилиш реакцияси келтирилган.



3-схема. ПАНИ-ПАК комплексининг мис ионлари билан комплекс бирикма ҳосил қилиш реакцияси

ПАНИ-ПАК таркибида юқори реакция қобилиятга эга бўлган амин ва карбоксил гуруҳлари мавжуд бўлиб, улар металл ионлари билан ўзаро донор-акцептор таъсирланиш орқали боғланган. Буни 4-схемада кўриш мумкин.



4-схема. ПАНИ-ПКА комплексининг мис ионлари билан комплекс бирикма ҳосил қилиш реакцияси

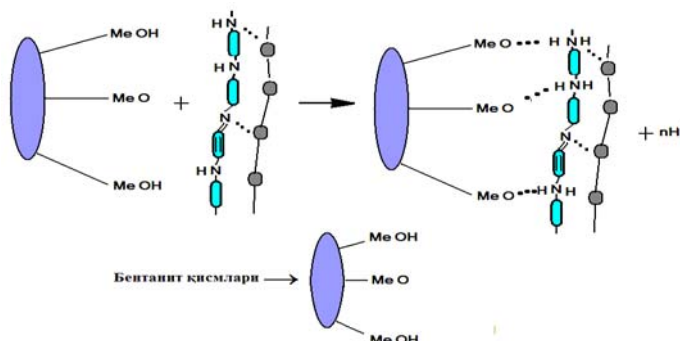
ПАНИ-ПАК таркибида амин ва карбонил гуруҳлари мавжуд бўлиб, улар металл ионлари билан ўзаро донор-акцептор боғланиш орқали боғланган. Унинг кўп зарядли металл ионлари билан ўзаро кучли таъсирини водород ва металл-координацион боғланишларнинг пайдо бўлишини кузатиш мумкин.

Сорбент сифатида фойдаланиладиган ППКни хусусиятини яхшилаш учун бўкиш қобилиятига эга бўлган минерал тўлдирувчининг (бентонит) таъсири ўрганилди. КПС олиш учун кўшимчанинг асосий тўлдирувчиси сифатида солиштирма юзаси 730 м²/г, ғовак ҳажми 0,88 см³/г, ғовак радиуси 55 нм га эга бўлган Қизилтепа кони бентонитларидан фойдаланилди.

Макроговакли бентонит қарийб ўлчами 20 нм темир оксидининг бирлашган корпускуляр заррачали бир жинсли глобуляр тузилмасига эга. Бентонитдан фарқли ўлароқ ППК ўзгартирилган глобуляр тизимга эга. Бунда қатор физик-кимёвий ва механик хусусиятлар, айнан, мустаҳкамлик, қаттиқлик, иссиққа чидамлилиқ, электр ўтказувчанлик ва бошқа хусусиятларининг яхшиланганлиги аниқланди.

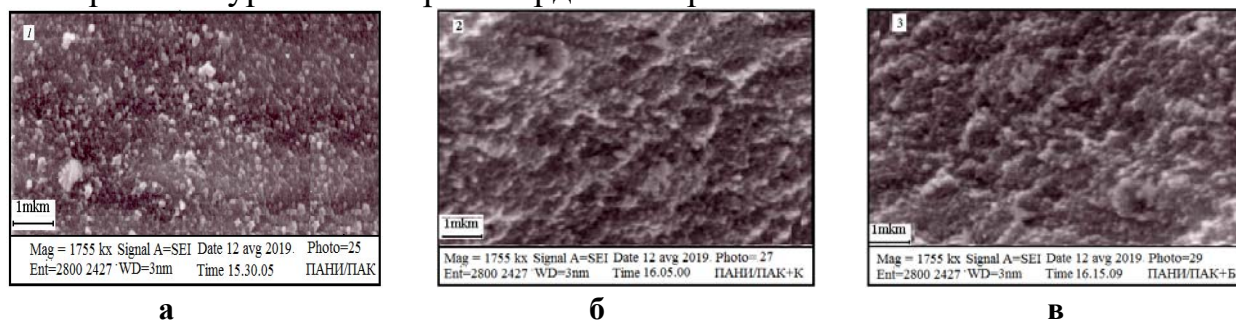
Шундай қилиб, ППК заррачаларида мавжуд устмолекуляр шаклланиши янада йирикроқ ассоциат ҳосил бўлишини кўрсатади. Бундай жараённинг мувозанати 13-расмда тасвирланган. ППК таркибий қисмда сақланган кўпроқ ҳаракатланувчи ПАНИ макромолекулалари қисмидаги камроқ ёки кўпроқ чўзилган ҳалқалар ва қатордан иборат деб хулоса қилиш мумкин. Кейин ППКларнинг бирлаштирилган тугунчаларида бентонит заррачаларининг кетма-кет жойлашиши белгиланади. Агар барча жараёни бентонитнинг дисперсли заррачалари макромолекулаларининг ўзаро таъсири нуқтаи назаридан кўриб чиқилса, макромолекуланинг алоҳида қисмлари ППК бентонит заррачалари билан ўзаро таъсир қилади, деб тўла тасдиқлаш мумкин.

ПАНИ-ПАК ва ПАНИ-ПКА комплекслар микрогетерофазалидир. ППК намунасига бентонит (5-10%) ни киритиш, кўпроқ бир жинсли микроструктурани яратишга ёрдам беради. ППК бентонит қисмлари билан ўзаро таъсири полианилиннинг аминогуруҳлари ва бентонитнинг водород боғланишлари орқали боғланади. Бу ППК билан фақат шарсимон заррачалар юзасида жойлашган гидроксил гуруҳлар реакцияга киришишини кўрсатади (13-расм).



13-расм. Бентонитнинг ППК билан ўзаро таъсири

ПАНИ-ПАК ва ПАНИ-ПКА комплексларига тўлдирувчи сифатида бентонит ва каолин қўшиб, улар сиртининг микротузилишини электрон сканерловчи сураи 14-15 расмларда келтирилган.



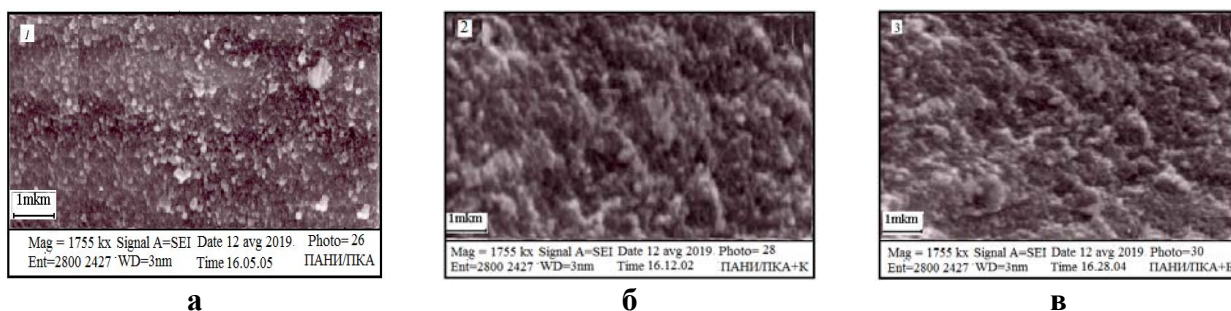
а

б

в

ПАНИ-ПАК (а); ПАНИ-ПАК+К (б); ПАНИ-ПАК+Б (в)

14-расм. ПАНИ-ПАК комплексининг электрон сканерловчи микросурати



а

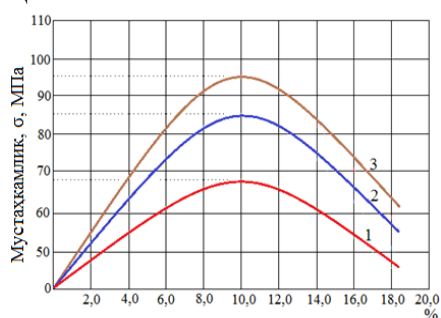
б

в

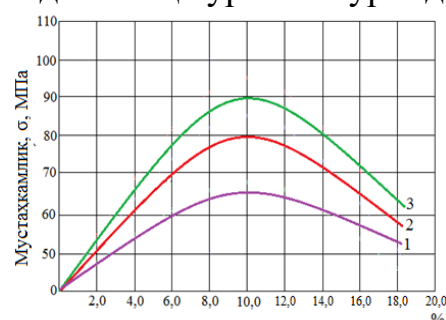
ПАНИ-ПКА (а); ПАНИ-ПКА+К (б); ПАНИ-ПКА+Б (в)

15-расм. ПАНИ-ПКА комплексининг электрон сканерловчи микросурати

ППКнинг 7÷30 суткадан кейин, 30÷50°C ҳароратда, 1÷20% гача каолин ҳамда бентонит тўлдирувчиси билан тўлдирилганда мустаҳкамлик даражасига боғлиқлиги 16-расмда кўрсатилган. Бентонит қўшилганда КПС мустаҳкамлиги каолинга нисбатан ошиши расмдан аниқ кўриниб турибди.



а



б

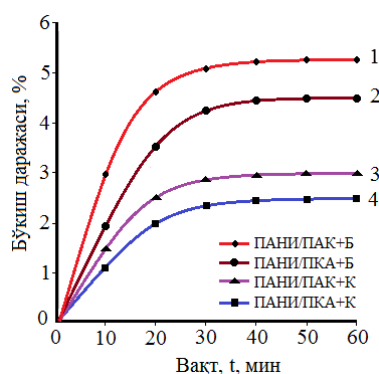
а) ПАНИ-ПАК (1); ПАНИ-ПАК+К (2); ПАНИ-ПАК+Б (3)

б) ПАНИ-ПКА (1); ПАНИ-ПКА+К (2); ПАНИ-ПКА+Б (3)

16-расм. ППК мустаҳкамлигининг тўлдирувчи микдорига боғлиқлиги

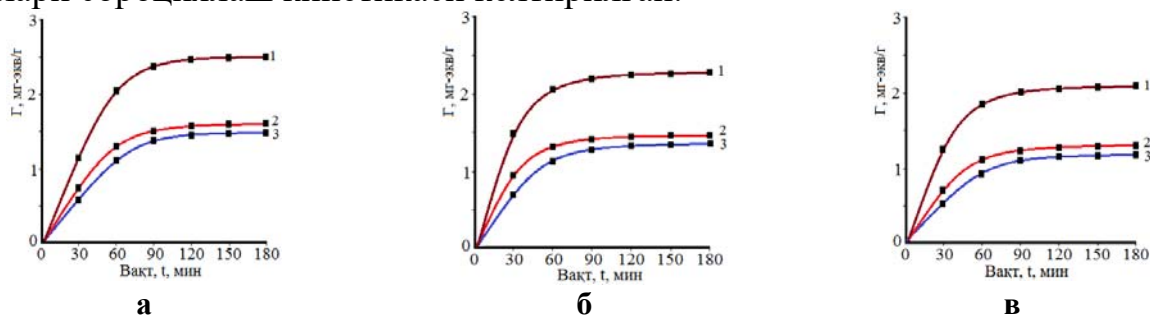
Тадқиқот натижалари асосида қуйидагича хулоса қилиш мумкин, ППКда гетероген тузилишининг пайдо бўлиши каолин тўлдирувчининг нотекис тақсимланиши ва намуналарнинг мустаҳкамлик хусусияти пасайишига олиб келади. Солиштирма юзаси 0,28÷0,33 м²/г бўлган 10% бентонит тўлдирувчиси билан ППКнинг юқори мустаҳкамликка ва бир жинсли морфологик тузилишига эришиш мумкин.

17-расмда ПАНИ-ПАК ва ПАНИ-ПКА комплексларига тўлдирувчилар қўшилгандаги бўкиш даражалари келтирилган. ПАНИ-ПАКга бентонит қўшилганда юқорироқ бўкиш даражасига эга бўлган.



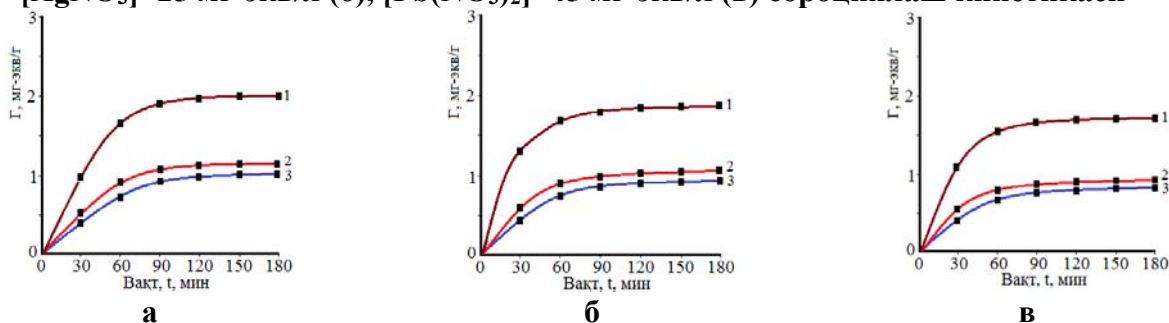
17-расм. ПАНИ-ПАК ва ПАНИ-ПКА комплексларининг тўлдирувчи қўшилгандаги бўкиш эгрлари

18-19 расмларда ПАНИ-ПАК ва ПАНИ-ПКА комплексларининг металл ионлари сорбциялаш кинетикаси келтирилган.



Сорбентнинг САС NaOH бўйича 2,0 мг-экв/г;
ПАНИ-ПАК+Б (1), ПАНИ-ПАК+К (2), ПАНИ-ПАК (3)

18-расм. ПАНИ-ПАК комплексининг металл ионлари $[CuSO_4]=40$ мг-экв/л (а), $[AgNO_3]=25$ мг-экв/л (б), $[Pb(NO_3)_2]=45$ мг-экв/л (в) сорбциялаш кинетикаси

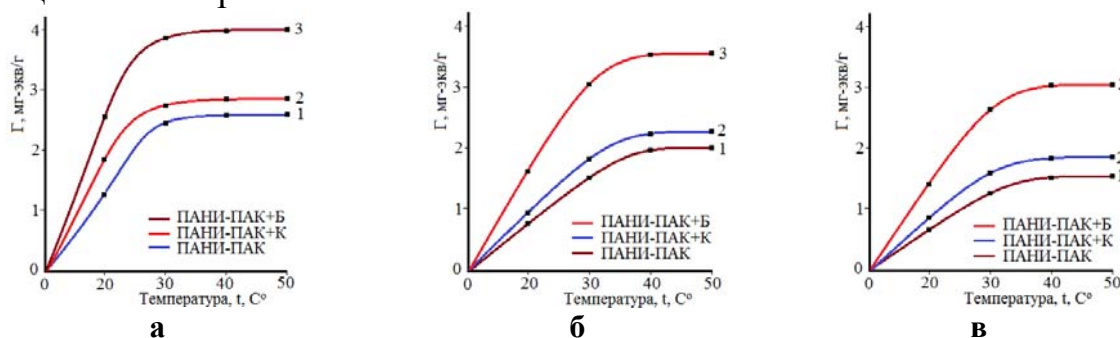


Сорбентнинг САС NaOH бўйича 2,0 мг-экв/г;
ПАНИ-ПКА+Б (1), ПАНИ-ПКА+К (2), ПАНИ-ПКА (3)

19-расм. ПАНИ-ПКА комплексининг металл ионлари $[CuSO_4]=40$ мг-экв/л (а), $[AgNO_3]=25$ мг-экв/л (б), $[Pb(NO_3)_2]=45$ мг-экв/л (в) сорбциялаш кинетикаси

Статик алмашинув сифими NaOH бўйича 2,0 мг-экв/г га тенг бўлган КПСларнинг сорбцияланиш кинетикаси $[CuSO_4]=40$ мг-экв/л, $[AgNO_3]=25$ мг-экв/л, $Pb(NO_3)_2]=45$ мг-экв/л концентрацияли эритмаларида 30°C да олиб борилди. Натижада ПАНИ-ПАКнинг сорбцияланиш қобилияти ПАНИ-ПКАга нисбатан юқорирок эканлиги аниқланди.

20-расмда ПАНИ-ПАК асосидаги каолин ҳамда бентонит тўлдирувчили КПСнинг сорбцияланиш қобилияти ўзгаришининг ҳароратга боғлиқлиги келтирилган.

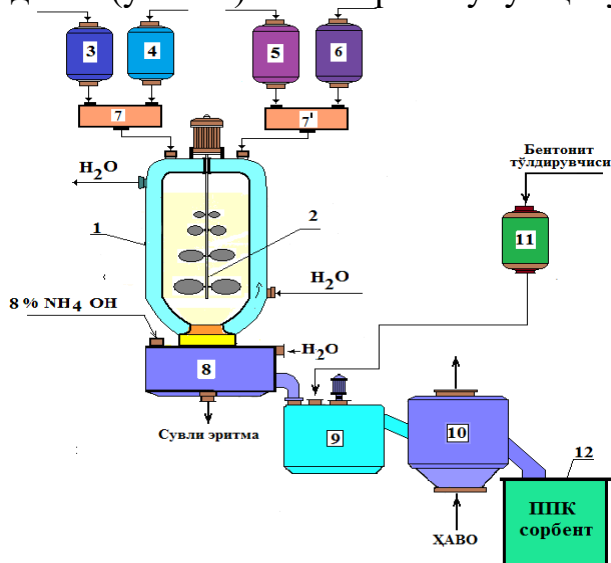


Сорбентнинг САС NaOH бўйича 2,0 мг-экв/г;
ПАНИ-ПАК (1), ПАНИ-ПАК+К (2), ПАНИ-ПАК+Б (3)

20-расм. ПАНИ-ПАК комплексининг металл ионлари $[CuSO_4]=40$ мг-экв/л (а), $[AgNO_3]=25$ мг-экв/л (б), $[Pb(NO_3)_2]=45$ мг-экв/л (в) сорбциялаш кинетикасининг ҳароратга боғлиқлиги

Диссертациянинг тўртинчи боби «Ишлаб чиқилган композицион полимер сорбцион материаллар ва улар асосидаги композицион полимер сорбентларнинг технологик, амалий, иқтисодий ва экологик жиҳатлари» номли бобида маҳаллий ва иккиламчи хомашёдан органик минерал ингредиентлар ва ППК асосида КПСни олиш учун модулли технологик линия, хомашё композицияси ва хомашёни тайёрлаш методи, технологияни ишлаб чиқиш соҳасидаги тадқиқот натижалари келтирилган. Ишлаб чиқилган КПС ва уларни олишнинг модулли технологик линиясининг тажриба ишлаб чиқариш синовлари натижалари, технологик жиҳозлардан фойдаланишдаги техника хавфсизлиги бўйича қоидалар ва талаблар, ишлаб чиқилган технологик регламент ва КПСни олишдаги ташкилот стандарти ҳамда рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш ва саноат оқава сувларини тозалаш учун ишлаб чиқилган КПСнинг иқтисодий ва экологик жиҳатлари баён қилинган.

21-расмда ППКлар ва тўлдирувчилар асосидаги КПСни олишнинг технологик схемаси берилган. Босимли бак (3) да анилин сульфати эритмаси тайёрланади, яна бир босимли бак (4) да эса аммоний персульфати эритмаси тайёрланади. Анилин сульфати ва аммиак пересульфат эритмалари аралаштиргич (7) дозатор орқали реактор (1) га келади. Полиакрил кислотаси (5) ва поликапроамид (6) эритмалари аралаштиргич дозатор (7¹) ҳам реактор (1) га келади. Реакторда ҳарорат 5-7°C чегарасида ушлаб турилиши керак. Шунинг учун кимёвий реактор (1) совитиш учун ёпқич ва аралаштирадиган қорғич (чилчўп) (2) билан таъминланган. Жараён тугаганидан сўнг ППК фильтр ювгич (8) га келади, бу ерда олинган ППК фильтрланади, кейин эса HCl кислота билан, сўнг аммиакли сув билан ва охирида нейтрал ҳолатга келгунча тузсизлантирилган сув билан ювилади ва сорбент ингредиенти аралаштиргичи (9) га узатилади. Аралаштиргичга идиш (11) дан маълум миқдорда бентонит узатилади. Олинган КПС 60 дақиқа мобайнида аралаштиргичда қўшимча аралаштирилади. Шундан сўнг, КПС қуритгич (10) га келади ва иссиқ ҳаво билан қурилади. Қурилган КПС абсорбер насадкаси (учлиги) ни тайёрлаш учун қабул қилгич (12) га келади.

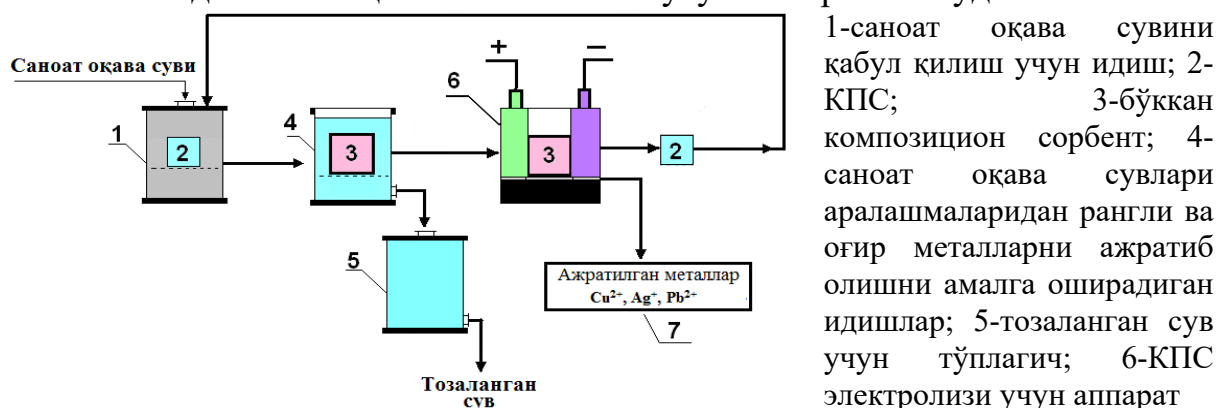


1-КПС олиш реактори; 2-реакция аралашмасини аралаштириш учун қорғич; 3-анилин сульфат эритмасининг босимли баки; 4-аммоний персульфат эритмасининг босимли баки; 5-полиакрил кислотаси эритмаси учун идиш; 6-поликапроамид эритмаси учун идиш; 7,7'-дозатор-аралаштиргичлар; 8-фильтр-ювгич; 9-тўлдиргич учун аралаштиргич; 10-ППК қуритгичи; 11-бентонит-тўлдиргич учун идиш; 12-КПСнинг қабул қилгичи.

21-расм. КПС олиш учун технологик линиянинг принципаал схемаси

Юқорида таъкидланганидек, КПСнинг тажриба ишлаб чиқариш синовларида турли усуллардан фойдаланиб поликислотали полианилин композицияси ва ППК асосида электр ўтказувчи КПСни олишнинг самарали жараёнлари ишлаб чиқилди. Тадқиқот натижалари КПСнинг, элект ўтказувчанликка мустаҳкамлиги, рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларнинг қатор ионларини ютишга қодирлиги, бўккан ҳолатдаги тиниқлиги каби муҳим физик-кимёвий хусусиятларга эгалигини кўрсатди, шунингдек мис, кумуш ва бошқалардан иборат саноат оқава сувларини тозалаш учун синовларнинг юқори сорбцион хусусиятга эга эканлигини тасдиқлади. КПСнинг тажриба-ишлаб чиқариш синовини ўтказиш учун «КВ-КОМПОЗИТ» МЧЖ махсус конструкторлик бюросида бизнинг томонимиздан 22-расмда схемаси берилган рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш ва саноат оқава сувларини тозалаш жараёни учун технологик линияси ишлаб чиқилди.

22-расмда рангли, оғир ва нодир металлларни ажратиб олиш ҳамда саноат оқава суви аралашмаларини тозалашнинг технологик жараёни кўрсатилган. 1 ва 4 идишларда саноат оқава сувларини қайта ишлаш жараёни амалга оширилади ва тозаланган сув идишга (5) тушади. Эксперимент тугаганидан сўнг КПС сорбцияланган металлни олиш мақсадида электролиз (6) жараёни ва КПСнинг дастлабки ҳажмини тиклаш хусусиятлари мавжуд



22-расм. КПС билан саноат оқава сувларини тозалаш ва рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш учун технологик линия схемаси

Тадқиқотлар КПСга тозаланган саноат оқава суви қайта юборилганда металл ионларининг самарали сорбциялашини кўрсатди. КПС билан металллар ионлари сорбцияси натижасида сорбент ҳажми катталашини ва бўкиш жараёнини бўлиб ўтиши ҳамда унинг ранги ўзгариши аниқланди. Бўккан намуналар электролиз усулида тозаланилади, яъни улардан рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни енгил ажратиб олиш имконини беради. Электролиз жараёнида КПСнинг дастлабки параметрлари тикланади, саноатнинг оқава сувларидан рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш ва тозалаш жараёнида ундан такрор фойдаланиш мумкин бўлади. Ишлаб чиқилган КПС 9-10 марта фойдаланишга яроқлидир.

КПСни олиш учун ташкилот стандарти ва тажриба-синов технологик регламенти ишлаб чиқилди. Ушбу ташкилот стандарти саноат оқава сувларини тозалаш ва рангли, оғир ва қимматбаҳо металлларни ажратиб олиш учун саноат корхоналарида қўлланади. Навоий кон-металлургия комбинати

Марказий илмий-тадқиқот лабораториясида ва «КВ-КОМПОЗИТ» МЧЖ махсус конструкторлик бюросида КПСни татбиқ этишдан кутилаётган умумий йиллик иқтисодий самара 1,4 млрд. сўмдан ортиқни ташкил этади.

ХУЛОСАЛАР

1. Маҳаллий ва иккиламчи хомашёлар асосида композицион полимер сорбентларнинг самарали янги таркиби ва уни олиш технологияси илмий асосланиб, кимё ва металлургия саноатидан чиқадиган оқава сувларни тозалашга тавсия этилди.

2. Ишлаб чиқилган полимер-полимер комплекс асосидаги композицион полимер сорбентларнинг сорбцияланиш кинетикасини ўрганиш натижасида жараён механизмини кимёвий сорбцияланиш билан бориши аниқланди.

3. Полимер-полимер комплексга 10% мас.қ. бентонит қўшиб, мустаҳкамлиги, сорбцияланиши ва бўқиш даражаси юқори бўлган таркиб тавсия этилди.

4. Электрон сканерловчи микроскоп орқали композицион полимер сорбентларнинг устмолекуляр структурага эга эканлиги исботланди.

5. Композицион полимер сорбентлар олишнинг самарали технологияси ишлаб чиқилди ва кимё, металлургия саноати корхоналаридан чиқадиган оқава сувларни тозалаш учун тавсия этилди.

6. Композицион полимер сорбент CuSO_4 сувли эритмасига чўктирилганда, мис ионларининг самарали сорбцияланиши полимер-металл-полимер комплекси ҳосил бўлиши билан рўй бериши кузатилди.

7. Композицион полимер сорбент олиш учун керакли илмий-техник ҳужжатлар (технологик регламент ТР40.4-14952796-029 22019, ташкилот стандарти Ts 21645528-08:2019) ишлаб чиқилди ва ишлаб чиқаришга татбиқ этиш учун тавсия этилди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.К/Т.03.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ФАН ВА ТАРАККИЁТ»
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ФАН ВА ТАРАККИЁТ»
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

ТУХТАЕВ ФЕРУЗ САДУЛЛОЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ
КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ
МЕСТНОГО И ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ И ТЕХНОЛОГИИ ИХ
ПОЛУЧЕНИЯ**

02.00.07 – «Химия и технология композиционных, лакокрасочных и
резиновых материалов»

02.00.06 – «Высокомолекулярные соединения»
(технические науки)

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

Ташкент – 2019

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером B2019.3.PhD/T426 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертационная работа выполнена в ГУП «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на веб-странице Научного совета (www.gupft.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziynet» (www.ziynet.uz).

Научные руководители:

Негматов Сайибжан Садикович
академик АН РУз,
доктор технических наук, профессор

Негматова Комила Сайибжановна
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Бабаев Туйгун Мирзаахмедович
доктор химических наук, профессор

Ибодуллаев Ахмаджон Собирович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Наманганский государственный университет

Защита диссертации состоится «26» декабря 2019 года в «14⁰⁰» часов на заседании разового научного совета DSc.27.06.2017.K/T.03.01 при ГУП «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а. тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: gupft@inbox.uz, в здании «Фан ва тараккиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (Зарегистрированный номером №15). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба, 7а. Тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан «12» декабря 2019 года.
(протокол реестра №15 от 18 ноября 2019 года).

А.В.Умаров

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

М.Г.Бабаханова

Ученый секретарь научного совета по присуждению
учёных степеней, к.х.н., с.н.с.

Н.Х.Талипов

Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., с.н.с.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в мире о выделении цветных, тяжелых и благородных металлов при очистки промышленных сточных вод в химической и металлургической промышленных производств, путем разработки и применения композиционных полимерных материалов (КПМ) и сорбентов на их основе. В связи с этим, особое значение уделяется созданию составов КПМ и создание на их основе высокоэффективных сорбентов для выделения цветных, тяжелых, и благородных металлов, и очистки промышленных сточных вод, применяемых в указанных отраслях промышленности.

В настоящая время в странах мира ведутся исследования по разработка недефицитных, сравнительно дешевых, КПМ, обладающих высокой сорбционной способностью и физико-механических свойств и соответственно долговечностью, является особой задачей. При этом необходимо создать композиционных полимерных сорбентов (КПС) нового поколения на основе местного сырья и отходов производств, предназначенных для выделения цветных и тяжелых металлов и очистки промышленных сточных вод в производстве металлургических и химической промышленности.

В республике проводятся мероприятия и достигнуты определенные результаты в области получения КПС на основе местных сырьевых ресурсов. В стратегии действий развития Республики Узбекистан поставлены важные задачи «Стимулирования научно-исследовательской и инновационной деятельности, создания эффективных механизмов внедрения инновационных достижений в практику»¹. В этом аспекте развитие данного научного направления и разработка эффективных составов и получение КПС для выделения цветных тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод представляет особое значение.

Данное диссертационное исследование, определённой степени служит выполнению задач, предусмотренных в указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям дальнейшего развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годы», в постановлении Президента Республики Узбекистан от 1 ноября 2017 года №ПП-3365 «О мерах по дальнейшему укреплению инфраструктуры научно-исследовательских учреждений и развитию внедрения инновационной деятельности», в постановлении Президента Республики Узбекистан от 27 апреля 2018 года №ПП-3382 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практического внедрения инновационных идей, технологий и проектов», в постановлении Президента Республики Узбекистан от 7 мая 2018 года №ПП-3698 «О дополнительных мерах по совершенствованию механизмов внедрения инноваций в отрасли и

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

сферы экономики», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. По разработке новых КПМ, в том числе сорбционных материалов внесли определенный вклад такие ученые, как A.Nayashi, S.Hulemand, R.Morgen, A.D'Amore, D.Jully, G.Akovali, Н.С.Ениколопов, С.Н.Журков, В.В.Коршак, С.А.Белый, В.А.Вольфсон, А.А.Берлин, М.С.Акутин, Ю.С.Липатов, Э.Ф.Олейник, Ф.Мэттьюз, Г.С.Головкин, М.А.Аскаров, С.Ш.Рашидова, С.С.Негматов, О.М.Ёриев, Т.М.Бабаев, Н.Р.Ашуров, А.Х.Юсупбеков, а разработке технологии, изучение свойств, получения полимерных композиционных и сорбционных материалов посвящены работы A.Kumar, M.M.Pearlman, B.Arkes, S.Geracaris, R.Goudhue, A.A.Askadski, А.Д.Яковлева, В.Г.Савкина, В.П.Соломко, Х.И.Акбарова, М.Г.Мухамедиева, Ф.Н.Юсупова, А.С.Ибодуллаева, К.С.Негматовой, Д.А.Гафуровой, Д.А.Каримовой, А.Н.Набиева и многих других.

Исходя из анализа существующих работ, что работы в области разработки высокоэффективных КПМ и сорбентов на их основе для выделения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод, обладающих высокими сорбционными способностями и физико-механическими свойствами и соответственно долговечностью недостаточно решены. Это связано со сложностями, связанными с комплексным изучением в сочетании полимер-полимерных, полимер с органоинеральными ингредиентами и металлокомплексами, их механизмов взаимодействия КПМ, работающих для извлечения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод металлургической и химической промышленности. Решению этих проблем и посвящена настоящая диссертационная работа.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана государственных научно-исследовательских работ в Государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» ТашГТУ по теме: А-12-024 «Разработка технологии утилизации токсичных отходящих газов производства с использованием композиционных полимерных сорбентов» (2015-2017 гг.) и ИОТ-2013-7-31 «Разработка оптимальных составов и освоение технологии процесса получения интерполимерных сорбентов для очистки и извлечения цветных и тяжелых металлов из технологических растворов промышленных производств» (2011-2013 гг.).

Целью исследования является разработка эффективных составов КПС на основе местного и вторичного сырья и технологии их получения.

Задачи исследования:

изучение и анализ современного состояния, методов оценки и предпосылок возможности разработки и применения КПС;

научно-обоснованный выбор объектов и методики исследования разработать КПМ и сорбенты на их основе;

исследование основных процессов получения КПМ на основе полимер-полимерных комплексов (ППК) в водно-органических средах;

установление физико-химических, механических и сорбционных свойств, разрабатываемых КПМ и сорбентов на их основе;

разработка оптимальных составов КПС на основе ППК и минеральных ингредиентов;

разработка технологического регламента и стандарта организация для получения КПС;

определение практических, экономических и экологических аспектов разработанных составов и созданных технологий получения КПС для извлечения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод.

Объектами исследования были выбраны полианилин (ПАНИ), полиакриловая кислота (ПАК), поликапрамид (ПКА), бентонит (Б), каолин (К) и композиционный полимерный сорбент на их основе.

Предметом исследования является изучение закономерности и механизма взаимодействия полимер-полимерных, полимер-органоминеральных ингредиентов на сорбционные способности и физико-механические свойства КПС.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы ИК спектроскопия, электронное сканирование и дифференциально-термический анализ. Физико-химические и физико-механические и сорбционные свойства КПМ исследовались в стандартных методах.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработаны эффективные составы КПС с использованием ППК и органоминеральных ингредиентов;

определены физико-механические и химические свойства КПМ в зависимости от вида и содержания применяемых ППК, минеральных ингредиентов и отходов производств;

определены высокие сорбционные свойства сорбентов на основе КПМ при взаимодействии с металлическими ионами, находящихся в промышленных сточных водах;

разработана эффективная технология получения КПМ и сорбентов на их основе для извлечения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод в химических и металлургических промышленных предприятиях;

разработаны оптимальные технологические параметры КПС с высокими физико-механическими и химическими свойствами сорбционностью, многократностью их использования при извлечении цветных, тяжелых и благородных металлов и очистка промышленных сточных вод.

Практические результаты исследований заключается в следующем:

результаты проведенных физико-химических исследований позволяет разработать оптимальные составы КПС на основе ППК и органоминеральных ингредиентов на основе местного и вторичного сырья;

изучение основных закономерностей механизма взаимодействия органоминеральных ингредиентов позволил регулировать сорбционных и физико-механических свойств КПМ;

получены КПС для извлечения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод металлургических и химических отраслях промышленности.

Достоверность полученных результатов обоснована сорбционных и физико-механических свойств КПМ, обработаны математически-статистическим методом, а также совокупностью использованных сорбционных, физико-химических и физико-механических методов исследования.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость полученных результатов исследований заключается в том, что путем установления закономерности влияния вида и содержания ППК и органоминеральных ингредиентов из промышленных отходов на сорбционные и прочностные свойства КПМ, позволили теоретически обосновать принципы получения КПС для выделения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод химической и металлургической промышленности.

Практическая значимость результатов заключается применение КПС в металлургической и химической промышленности для извлечения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод.

Внедрение результатов исследований. На основе полученных научных результатов по разработке КПС на основе местного и вторичного сырья:

разработан и зарегистрирован в Агенстве «Узстандарт» Стандарт организации на «Композиционный полимерный сорбент» (Ts 21645528-08:2019). В результате появилась возможность применение КПС в химической и металлургической промышленности для выделения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод;

разработанные КПС были внедрены для выделения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод в центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского горно-металлургического комбината (справка НГМК №02-06-04/12786 от 17 октября 2019 года). В результате появилась возможность повышения выделения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод в химической промышленности.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования оглашены на 13 республиканских и 3 международных научно-технических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 22 научных работ. Из них 9 научных статей, в том числе 6 статей в республиканских и 3 статей в зарубежных журналах,

рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 120 страницах и состоит из введения, четыре главы, заключения, списка использованных литератур, приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении основана актуальность и востребованность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследований, приведены осуществленные внедрения результатов исследования, результаты апробации работы, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние и анализ разработки технологии получения и применения полимерных материалов и сорбентов на их основе»** приводится обзор с анализом научных исследований по теме диссертации, посвященных изучения структуры и свойств ППК и композиций на их основе, разработки технологии получения и применения КПМ и сорбентов на их основе в различных отраслях промышленности. Приведены перспективы и задачи разработке эффективных КПС для извлечения и цветных, тяжелых и благородных металлов при очистке промышленных сточных вод.

Из обзора следует, что недостаточно изучены и осуществлены переработки о разработке эффективных КПМ и сорбенты с использованием ППК и органоминеральных наполнителей для извлечения цветных, тяжелых и благородных металлов при очистки промышленных сточных вод, а также оптимальные технологические режимы их получения. Это обусловлено сложностью проведения комплексных исследований в сочетании сорбционных, физико-механических и химических свойств КПС на основе ППК и органоминеральных наполнителей в зависимости от их вида, содержания, технологических факторов, а также отсутствием научно-технологических подходов и научно-методических принципов решения таких задач, что и определило цель настоящей диссертационной работы.

Во второй главе диссертации **«Выбор и обоснование объектов исследования полимерных и минеральных материалов для разработки составов получения композиционных полимерных сорбентов и методика изучение их свойств»** проводится обоснование и выбор полимеров и органоминеральных наполнителей из индустриальных отходов для разработки сорбционных КПС, сорбирующие металлические ионы, находящихся в промышленных сточных водах, а также методов для проведения опытно-экспериментальных исследований. Приведена методика

получения и определения физико-химических и механических, электрофизических и сорбционных свойств КПК и сорбентов, а также методика математико-статистической обработки полученных результатов.

В третьей главе диссертации «Исследование и разработка эффективных составов для получения композиционных полимерных материалов и сорбентов на их основе» приведены результаты исследований основных процессов получения ППК и сорбционных материалов на их основе, результаты исследований их физико-химических и механических свойств, изучение влияние концентрации минерального наполнителя на образование оптимального количества образования комплексов в структуре КПС, а также оптимальные составы разработанных КПС.

Нами была изучена кинетика образования ППК на основе полианилина с полиакриловой кислотой и полианилина с поликапроамида, а также изучены их физико-химические свойства методом ИК спектроскопии (рис.1-3).

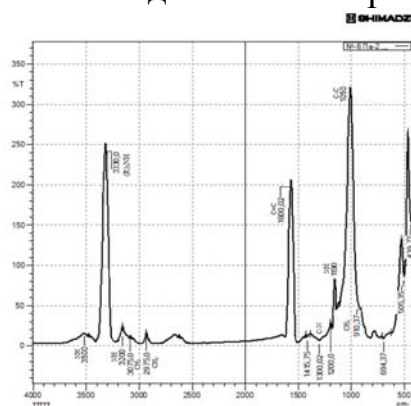


Рис.1. ИК спектр ПАНИ

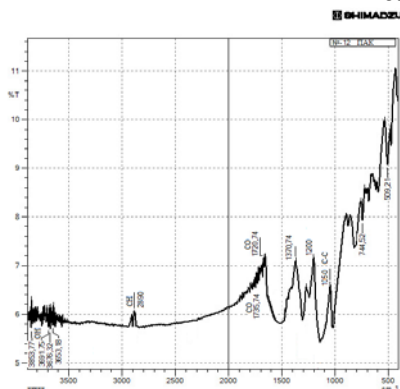


Рис.2. ИК спектр ПАК

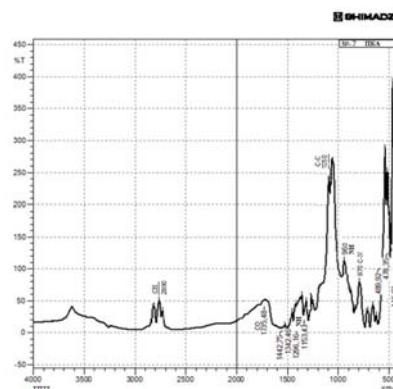


Рис.3. ИК спектр ПКА

В результатов исследования ИК спектроскопии показано (рис. 1-3), что ИК спектры исходных компонентов и полученных ППК совпадают с полосами поглощения соответствующих функциональных групп, что валентное колебание ПАНИ в области 3330 см^{-1} ; 1305 см^{-1} принадлежат CN группе, валентные колебания 3085 ; 2750 ; 910 см^{-1} принадлежат CH_2 группе, валентные колебания 1600 ; 1580 см^{-1} принадлежат бензольному кольцу, валентные колебания 3500 ; 3200 ; 1360 ; 1180 ; 960 ; 690 см^{-1} принадлежат -NH группе, в ИК спектре ПАК валентные колебания в областях 1720 ; 1735 , 1700 ; 1150 см^{-1} принадлежат карбоксильной группе, а в спектре ПКА валентные колебания в област 3500 ; 960 ; 690 см^{-1} принадлежат NH группе.

В рисунках 4-5 показано, ИК спектры комплексов ПАНИ-ПАК и ПАНИ-ПКА.

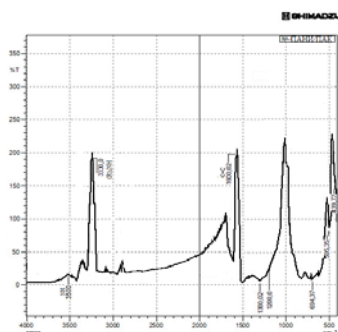


Рис.4. ИК спектр комплекса ПАНИ-ПАК

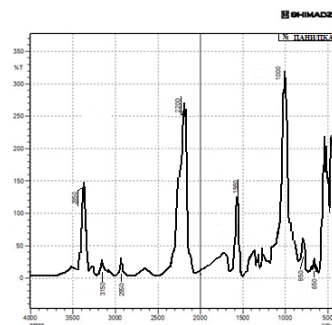


Рис.5. ИК спектр комплекса ПАНИ-ПКА

Из рисунков 4-5 видно, что в ИК спектрах комплекса ПАНИ-ПАК наблюдается следующие изменения в полосы поглощения: валентные колебания -NH групп в области 3200 см^{-1} сдвигается до 3100 см^{-1} , валентные колебания -CH₂ групп наблюдаемое в области 910 см^{-1} сдвигается до 800 см^{-1} , интенсивность полосы поглощения С-С группы в области 1050 см^{-1} уменьшается, валентные колебания СО групп в области 1720 см^{-1} сдвигается до 1600 см^{-1} , в комплексе ПАНИ-ПКА полосы поглощения -NH групп в области 3200 см^{-1} сдвигается до 3150 см^{-1} , полосы поглощения -CH₂ групп в области 2975 см^{-1} сдвигается до 2950 см^{-1} , полосы поглощения CN групп в области 870 см^{-1} сдвигается до 850 см^{-1} .

На схемах 1-2 показаны реакции образования ПАНИ-ПАК и ПАНИ-ПКА.

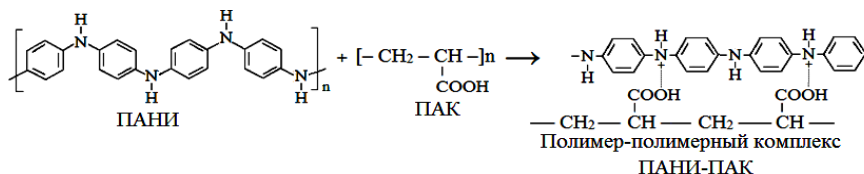


Схема 1. Реакция образования ПАНИ-ПАК

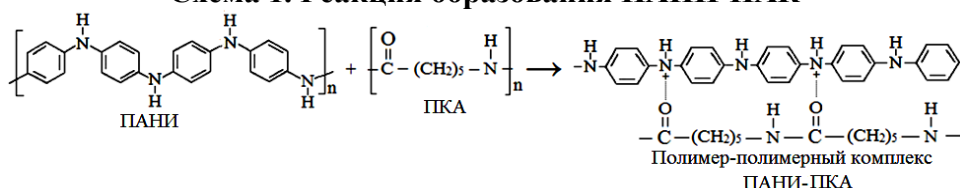
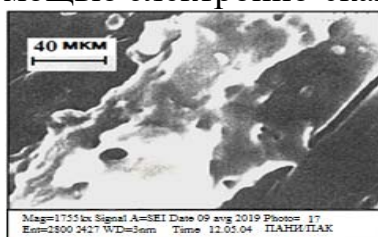


Схема 2. Реакция образования ПАНИ-ПКА

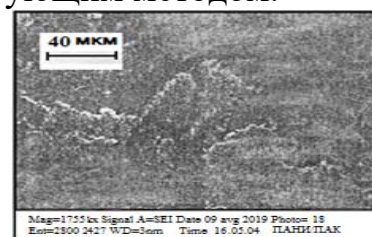
На рис.6 приведена временная зависимость образования комплекса ПАНИ-ПАК. Изучалось модификация поверхностных образований комплекса ПАНИ-ПАК с помощью электронно-сканирующим методом.



а



б

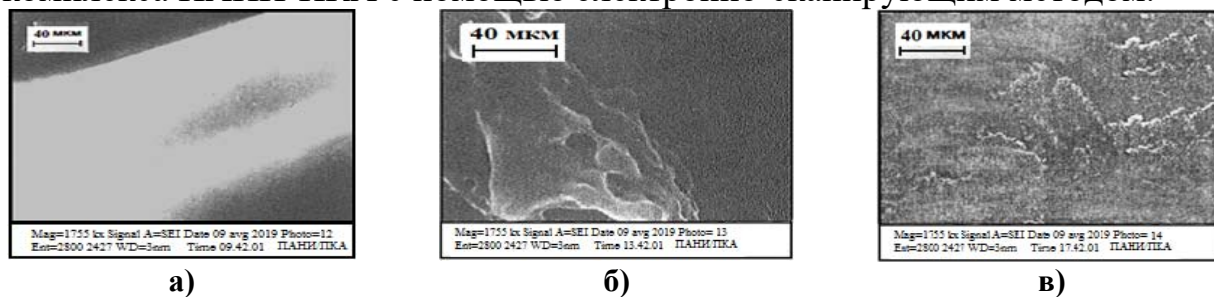


в

после 2 часа (а), после 6 часов (б), после 10 часов (в)

Рис.6. Электронно-сканирующие микрофотографии комплекса ПАНИ-ПАК

На рис.7 приведена временная зависимость образования комплекса ПАНИ-ПКА. Изучалось модификация поверхностных образований комплекса ПАНИ-ПКА с помощью электронно-сканирующим методом.



а) после 2 часа (а), после 6 часов (б), после 10 часов (в)

Рис.7. Электронно-сканирующие микрофотографии комплекса ПАНИ-ПКА

В результате анализа определялась надмолекулярные образования ПАНИ-ПАК и ПАНИ-ПКА в электронно-сканирующих микрофотографиях. На рисунках можно четко наблюдать взаимодействия ПАНИ и ПАК.

Методом термогравиметрического анализа определяли потери в весе ППК в интервалах температур от 15°C до 500°C. На рис.8 приведены дериватограммы термической деструкции комплексов ПАНИ-ПАК и ПАНИ-ПКА. Анализ дериватограммы показывают то, что ПАНИ в интервале температур 70÷80°C, ПАК в интервале температур 90÷105°C, ПКА в интервале температур 110÷115°C и ППК в интервале температур 190÷300°C потеря массы не наблюдалась. У полимеров потеря массы: в ПАНИ повышения температуры от 80°C, в ПАК повышения температуры от 105°C, в ПКА повышения температуры от 115°C, в ППК потеря массы: в ПАНИ-ПАК повышения температуры от 300°C, в ПАНИ-ПКА повышения температуры от 330°C наблюдалась потеря массы. В ПАНИ повышения температуры от 210°C, в ПАК повышения температуры от 220°C, в ПКА повышения температуры от 250°C, в ПАНИ-ПАК повышения температуры от 450°C, в ПАНИ-ПКА повышения температуры от 495°C наблюдалась резко потеря массы, что связано с деструкции ППК.

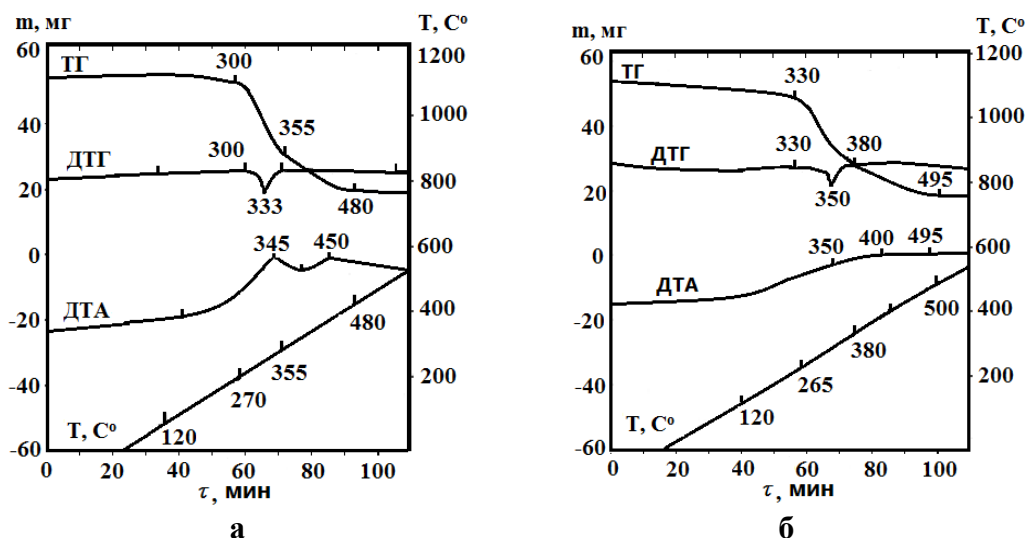


Рис.8. Дериватограммы комплексов ПАНИ-ПАК (а) и ПАНИ-ПКА (б)

На рис.9 показано то, что комплекс ПАНИ-ПАК имеет более высокую скорость набухания, чем комплекс ПАНИ-ПКА.

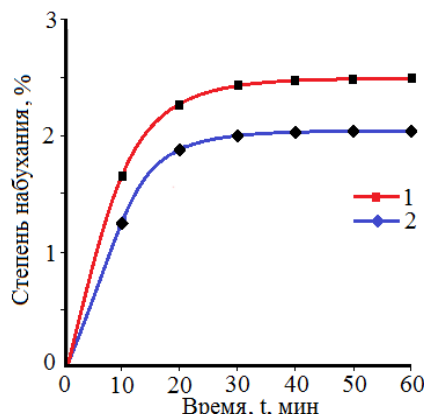


Рис.9. Кривые набухания комплексов ПАНИ-ПАК (1) и ПАНИ-ПКА (2)

На рисунки 10 представлена кинетика сорбции ППК при температуре 30°C.

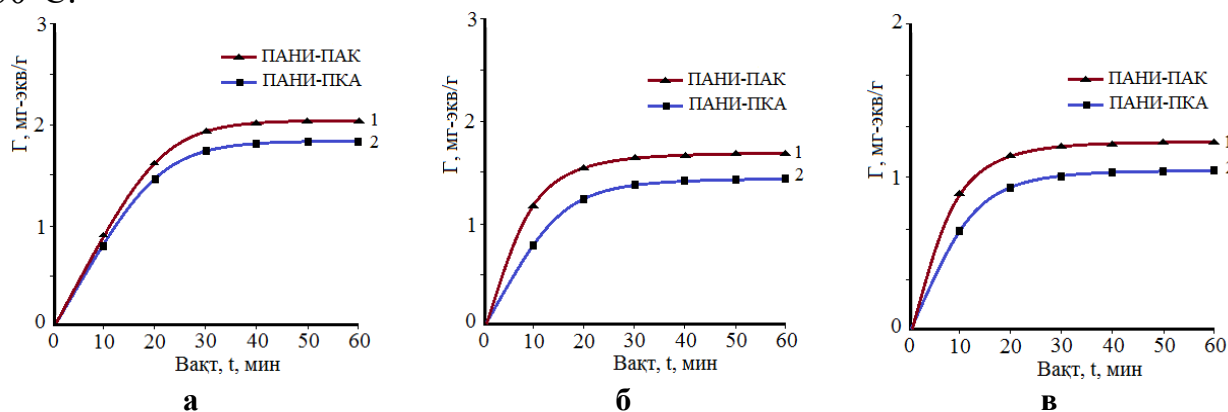


Рис.10. СОЕ комплексов ПАНИ-ПАК (1) и ПАНИ-ПКА (2) по NaOH 2,0 мг-экв/г

На рисунках 11-12 показано, влияние температуры на процесс кинетики сорбции ионов металлов с ПАНИ-ПАК, а также ПАНИ-ПКА. По мере повышения температуры скорость сорбции ППК увеличивается. Как видно из рисунков 11-12 до 50°C ППК кинетика сорбции повышается, после 50°C остается в равновесии.

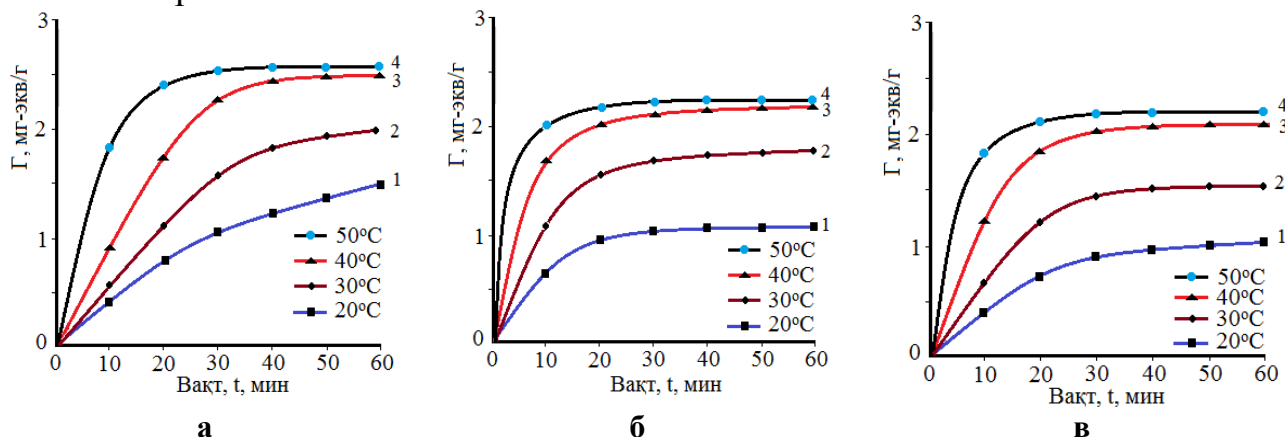
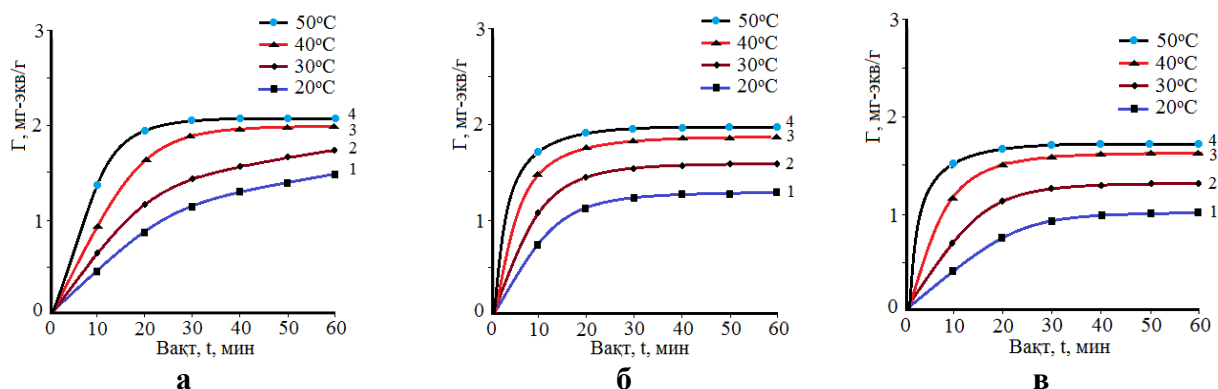


Рис.11. Кинетика сорбции ионов металлов $[CuSO_4]=40$ мг-экв/л (а), $[AgNO_3]=25$ мг-экв/л (б), $[Pb(NO_3)_2]=45$ мг-экв/л (в) комплекса ПАНИ-ПАК



при температурах 20°C(1); 30°C(2); 40°C(3); 50°C(4); COE сорбентов по NaOH=2,0 мг-экв/г

Рис.12. Кинетика сорбции ионов металлов [CuSO₄]=40 мг-экв/л (а), [AgNO₃]=25 мг-экв/л (б), [Pb(NO₃)₂]=45 мг-экв/л (в) комплекса ПАНИ-ПКА

На схеме 3 показано, реакция комплексообразование с ионами меди в комплекс ПАНИ-ПАК.

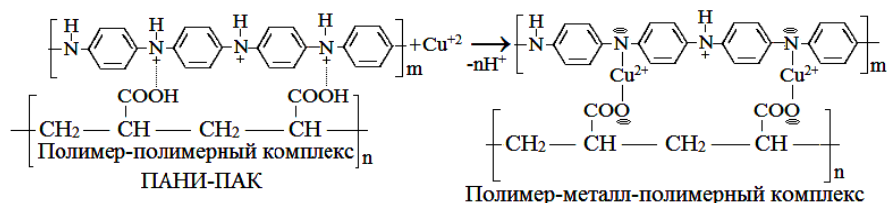


Схема 3. Реакция комплексообразование с ионами меди в комплекс ПАНИ-ПАК

ПАНИ-ПАК содержат высокореакционную способность группы амина и карбоксила, способные к донорно-акцепторным взаимодействиям с ионами металла. Это можно увидеть в схеме 4.



Схема 4. Реакция комплексообразование с ионами меди в комплекс ПАНИ-ПКА

ПАНИ-ПКА содержат высокореакционную способность группы амина и карбонильные, способные к донорно-акцепторным взаимодействиям с ионами металла. При его взаимодействии с многозарядными ионами металлов можно было ожидать значительного проявления усиления водородного и металло-координационного связывания.

Для улучшения комплексных свойств ППК, используемых в качестве сорбента, нами были изучены влияние минеральных наполнителей, имеющих набухающей способности. В качестве основного наполнителя добавки для получения КПС были использованы бентониты Кызылтепинского месторождения имеющие удельную поверхность 730 м²/г, объем пор 0,88 см³/г, радиус пор 55 нм. Макропористый бентонит имеет однородную

глобулярную структуру с размером сросшихся корпускулярных частиц оксида железа около 20 нм. В отличие от бентонита, измененную глобулярную структуру имеет ППК. При этом улучшается ряд физико-химических и механических свойств, а именно, прочность, твердость, теплостойкость, электропроводность и другие свойства.

Таким образом, было показано образования ассоциаций более крупных – надмолекулярных формирований уже существующих частицах ППК. Равновесие такого процесса изображено на рис.13. Можно сделать следующее заключение: структура ППК включает более или менее протяженные петли и хвосты в макромолекулярных цепях ПАНИ содержащие более подвижные звенья. Далее отмечается последовательное расположение частиц бентонита в сводных пространствах клубков ППК. Если все процессы рассматривать с точек зрения взаимодействия макромолекул с дисперсными частицами бентонита, вполне правомочно утверждать, что отдельные участки макромолекул, ППК взаимодействуют с частицами бентонита.

Комплексы ПАНИ-ПАК и ПАНИ-ПКА являются микрогетерофазными. Включение бентонита (5-10%) в образец КПП способствует образованию однородной микроструктуры. Взаимодействия частиц бентонита с ППК описывается водородных связей между бентонитом и аминогруппами полианилина. Это показывает, что в реакция с ППК вступают лишь гидроксильные группы, расположенные на поверхности сферических частиц (рис.13).

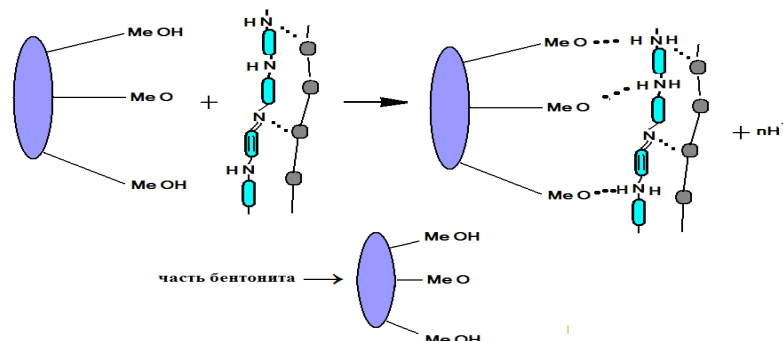


Рис.13. Взаимодействия бентонита с ППК

В комплексах ПАНИ-ПАК и ПАНИ-ПКА в качестве наполнителя используя бентонит и каолин мы исследовали микроструктуру поверхности с электронным сканированием показанного на рисунках 14-15.

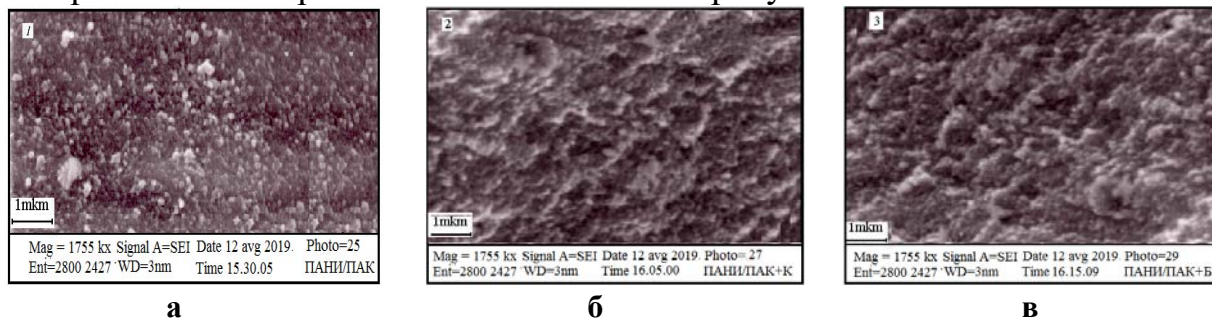
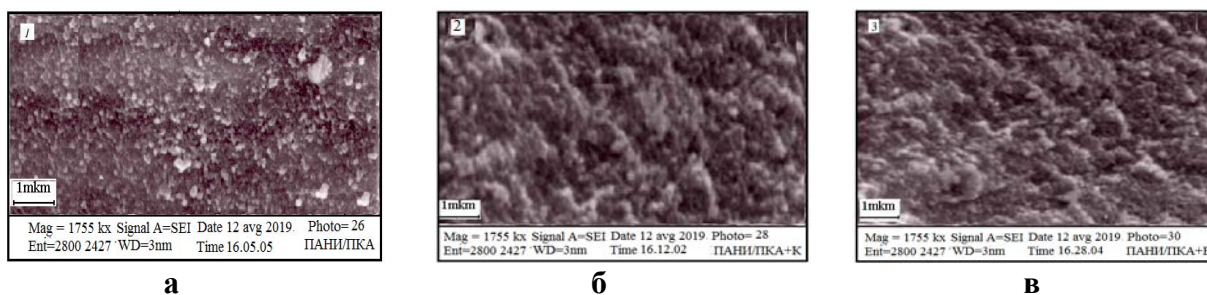
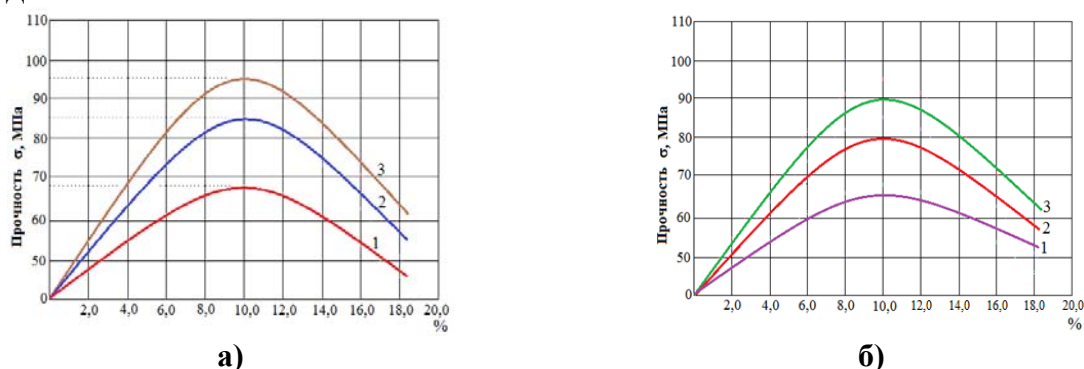


Рис.14. Электронно-сканирующее микрофотографии
ПАНИ-ПАК (а); ПАНИ-ПАК+К (б); ПАНИ-ПАК+Б (в)



ПАНИ-ПКА (а); ПАНИ-ПКА+К (б); ПАНИ-ПКА+Б (в)
Рис.15. Электронно-сканирующее микрофотографии

На рисунке 16 приведены зависимость прочности ППКМ от степени наполнения каолина и бентонита до 1÷20%, при температуре 30÷50°C, через 7÷30 дней.



а) ПАН-ПАК (1); ПАН-ПАК+К (2); ПАН-ПАК+Б (3)
 б) ПАНИ-ПКА (1); ПАНИ-ПКА+К (2); ПАНИ-ПКА+Б (3)
Рис.16. Зависимость прочности ППК от количества наполнителя

Из рисунка видно, что прочность КПС с добавкой бентонита выше, чем у каолина.

На основании результатов исследования, далее можно сделать и такое заключение о том, что при возникновении гетерогенных структур в системе ППК приводит к неравномерному распределению каолина добавки и снижению прочностных свойств образцов. Более однородную морфологическую структуру и наибольшую прочность ППК можно достичь с бентонитовой добавкой с удельной поверхностью 0,28÷0,33 м²/г.

На рис.17 показаны уровни набухания ПАНИ-ПКА и ПАНИ-ПАК с добавлением наполнителями. Как показано на рисунке 17, ПАНИ-ПАК с наполнителем бентонита имеет более высокую скорость набухания.

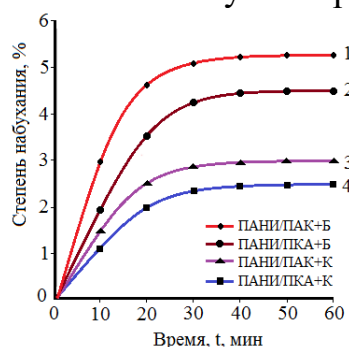
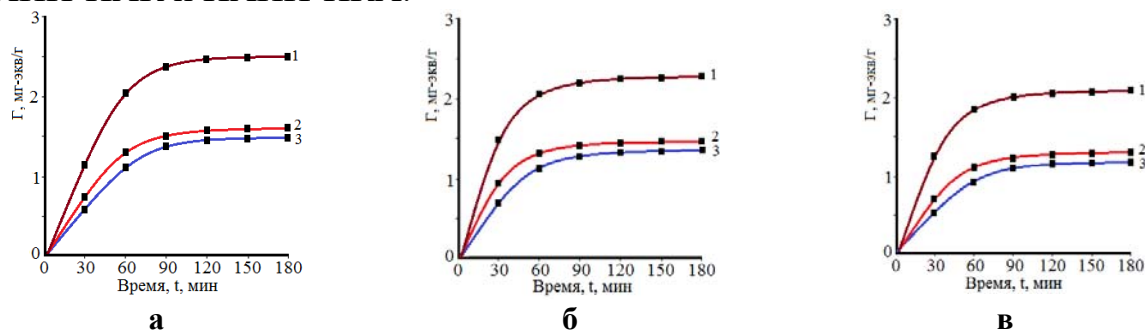


Рис.17. Кривые набухания комплексов ПАНИ-ПАК и ПАНИ-ПКА с наполнителями

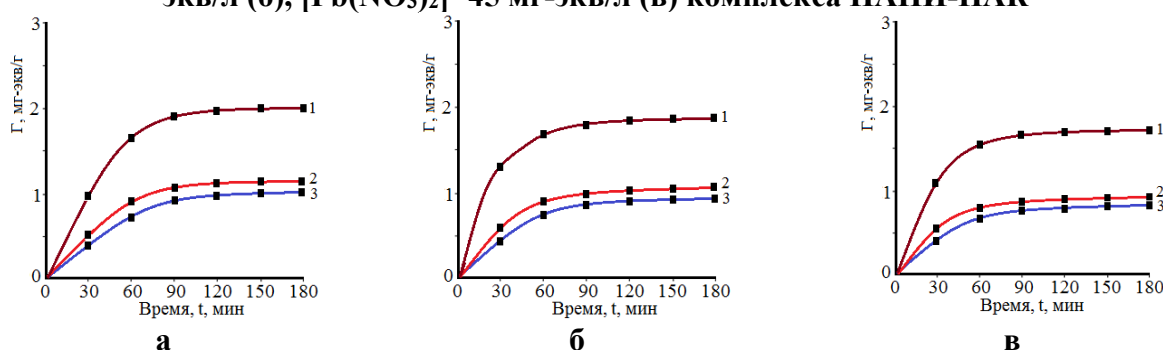
На рис.18-19 показаны, кинетики сорбции ионов металлов комплексов ПАНИ-ПАК и ПАНИ-ПКА.



СОЕ сорбентов по NaOH=2,0 мг-экв/г;

ПАНИ-ПАК+Б (1), ПАНИ-ПАК+К (2), ПАНИ-ПАК (3)

Рис.18. Кинетика сорбции ионов металлов $[CuSO_4]=40$ мг-экв/л (а), $[AgNO_3]=25$ мг-экв/л (б), $[Pb(NO_3)_2]=45$ мг-экв/л (в) комплекса ПАНИ-ПАК



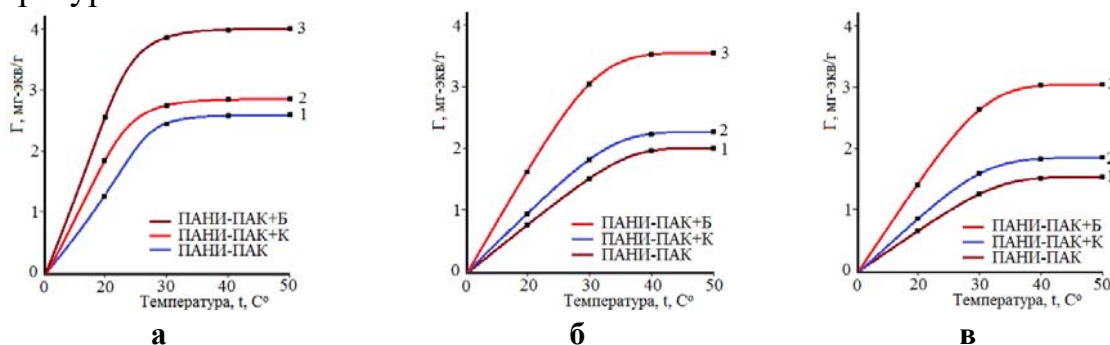
СОЕ сорбентов по NaOH=2,0 мг-экв/г;

ПАНИ-ПКА+Б (1), ПАНИ-ПКА+К (2), ПАНИ-ПКА (3)

Рис.19. Кинетика сорбции ионов металлов $[CuSO_4]=40$ мг-экв/л(а), $[AgNO_3]=25$ мг-экв/л (б), $[Pb(NO_3)_2]=45$ мг-экв/л (в) комплекса ПАНИ-ПКА

Кинетика сорбции сорбентов на основе ПАНИ-ПАК а также ПАНИ-ПКА СОЕ по NaOH равно на 2,0 мг-экв/г проводилось в растворе $[CuSO_4]=40$ мг-экв/л, $[AgNO_3]=25$ мг-экв/л, $Pb(NO_3)_2]=45$ мг-экв/л концентрацией в 30°C. В результате было определено кинетика сорбции сорбента на основе ПАНИ-ПАК выше по сравнению ПАНИ-ПКА.

В рисунке 20 показано, зависимость изменения кинетики сорбции КПС на основе ПАНИ-ПАК с наполнением каолина а также бентонита от температуры.



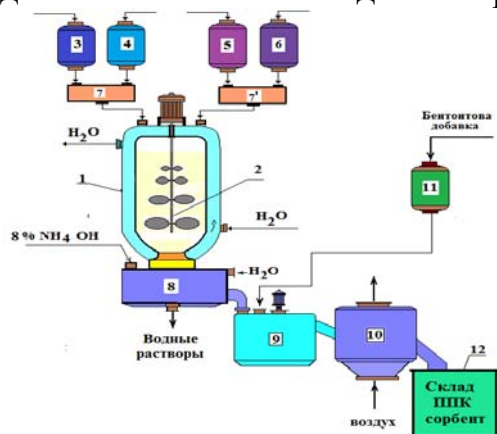
СОЕ сорбентов по NaOH=2,0 мг-экв/г;

ПАНИ-ПАК (1), ПАНИ-ПАК+К (2), ПАНИ-ПАК+Б (3)

Рис.20. Зависимость кинетики сорбции ионов металлов $[CuSO_4]=40$ мг-экв/л (а), $[AgNO_3]=25$ мг-экв/л (б), $[Pb(NO_3)_2]=45$ мг-экв/л (в) комплекса ПАНИ-ПАК от температуры.

В четвертой главе диссертации «Технологические, практические, экономические и экологические аспекты разработанных композиционных полимерных сорбционных материалов и композиционных полимерных сорбентов на их основе» приведены результаты исследований в области разработки технологии, методы подготовки сырья и сырьевой композиции и модульной технологической линии для получения КПС на основе ППК и органоминеральных ингредиентов из местного и вторичного сырья. Приведены результаты опытно-производственных испытаний созданных КПС и модульной технологической линии их получения, правила и требование по технике безопасности при эксплуатации технологического оборудования, разработанный технологический регламент и стандарт организации на получение КПС, а также экономические и экологические аспекты созданных КПС для извлечения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод.

На рис.21 приведены разработанная технологическая схема получения КПС на основе ППК с наполнителем приготавливаются следующим образом. В напорном баке (3) приготавливают раствор сульфата анилина, а в напорном баке (4) приготавливают раствор персульфата аммония. Растворы сульфата анилина и персульфата аммония через дозатор смеситель (7) поступает в реактор (1). Растворы полиакриловой кислоты (5) и поликапроамида (6) через смеситель – дозатора 7¹ тоже поступает в реактор (1). Температура в реакторе должно поддерживаться в пределах 5÷7°С. Поэтому химический реактор (1) снабжен рубашкой для охлаждения и перемешивающий мешалкой (2). Внутренняя часть должно быть эмалированным. После завершения процесса ППК поступает в фильтр промыватель (8), где полученный ППК фильтруется, а затем промывается сначала HCl кислотой, а после аммиачной воды и в конце обессоленной водой до нейтральной среды и подается в смеситель (9) ингредиентов сорбента. В смеситель подается определенное количество бентонит из емкости (11). Полученный КПС дополнительно перемешивается, в течение 60 минут в смесителе. После этого КПС поступает в сушилку (10) и высушивается теплым воздухом. Высушенный КПС поступает в приёмник (12) для изготовления насадок абсорбера.

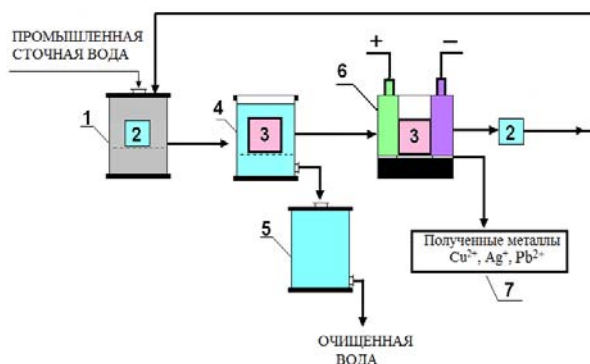


1-реактора получения КПС; 2-мешалка, для перемешивания реакционной смеси; 3-напорный бак раствора анилин сульфата; 4-напорный бак раствора персульфата аммония; 5-емкость для раствора полиакриловой кислоты; 6-емкость для раствора поликапроамида; 7,7'-дозатор-смесители, 8-фильтр-промыватель; 9-смеситель для наполнителя; 10-осушитель ППК; 11-емкость для наполнителя-бентонита; 12-приемник КПС.

Рис.21. Принципиальная схема технологической линии для получения КПС

Опытно-производственные испытания разработанных КПС, как отмечалось выше, используя разных способов, были разработаны эффективные процессы получения электропроводящих КПС на основе ППК и композиции полианилина с поликислотами. Результаты исследований показали, что они обладают такими важными физико-химическими свойствами, как устойчивость к действиям известных растворителей, особенно к воде, тугоплавкость, электропроводимость, способность поглощать ряда ионов цветных, тяжелых и благородных металлов, прозрачность в набухшем состоянии и т.д. их испытания для очистки промышленных растворов, то есть промышленных сточных вод, содержащих меди, серебра и т.д. подтверждены их высокой сорбционной способностью. Для проведения опытно-производственного испытания КПС нами разработан и создан в специальном конструкторском бюро ООО «КВ-КОМПОЗИТ» технологическая линия для процесса извлечения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод, схема которых приведены на рис.22.

На рис.22. представлена схема технологического процесса извлечения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод. В емкостях 1 и 4 осуществляется процесс обработки промышленных сточных вод, и очищенная вода поступает в емкость 5. КПС, после завершения эксперимента подвергается процессу электролиза 6 с целью получения сорбированного металла и восстановления исходного объема КПС.



1-емкость для приема промышленных сточных вод; 2-КПС; 3-набухший композиционный сорбент; 4-сосуды в которых осуществляется извлечение цветных, тяжелых и благородных металлов из промышленных сточных водных растворов; 5-сборник для очищенной воды; 6-аппарат для электролиза КПС

Рис.22. Схема технологической линии для извлечения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод КПС

Эксперименты показали, что при пропускании через композит, очищаемый промышленный водный раствор, происходит эффективная сорбция ионов металлов. Было замечено, что в результате сорбции металл ионов КПС объем сорбента увеличивается и происходит набухания и меняется его цвет. Набухшие образцы электроконтактивны, т.е. позволяет легко извлекать из него сорбированных цветных, тяжелых и благородных металлов. В процессе электролиза полностью восстанавливаются исходные параметры КПС, его можно будет повторно использовать в процессах извлечения цветных, тяжелых и благородных металлов из промышленных вод и очистки сточных вод. Опытные испытания показали, что разработанные КПС пригодны 9-10 кратному использованию.

Разработан опытно-промышленный технологический регламент и стандарт организации для получения КПС. Настоящий стандарт организации распространяется на КПС с целью для применения впромышленных предприятиях для извлечения цветных, тяжелых и благородных металлов и очистки промышленных сточных вод. Общий годовой ожидаемый экономический эффект от внедрения КПС в АО ЦНИЛ НГМК и специальном конструкторском бюро ООО «КВ-КОМПОЗИТ» составляет 1,4 млрд сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Эффективные новые составы композиционных полимерных сорбентов на основе местного и вторичного сырья и технология их получения научно обоснованы и рекомендованы для очистки сточных вод химической и металлургической промышленности.

2. Изучение кинетики сорбции композиционных полимерных сорбентов на основе разработанного полимер-полимерного комплекса определено выявление хемосорбционный механизм в процессе.

3. Рекомендован состав с высокими прочностями, сорбции и степени набухания с добавлением 10% мас.ч. бентонита в полимер-полимерный комплекс.

4. Электронно-сканирующий микроскоп доказал, что композитные полимерные сорбенты имеют надмолекулярную структуру.

5. Разработана эффективная технология получения композиционных полимерных сорбентов и рекомендована для очистки сточных вод химической и металлургической промышленности.

6. Установлено, что при погружении композиционного полимерного сорбента в водный раствор CuSO_4 протекает эффективная сорбция ионов меди с образованием полимер-металл-полимерного комплекса.

Разработан и рекомендован к производству необходимые научно-технические документы для применения композиционного полимерного сорбента (технологический регламент ТР40.4-14952796-029 22019, стандарт организации Ts 21645528-08:2019).

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER
ISLAM KARIMOV SINGLE SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES DSc.27.06.2017.K/T.03.01 AT STATE UNITARY
ENTERPRISE «FAN VA TARAKKIYOT»**

**STATE UNITARY ENTERPRISE «FAN VA TARAKKIYOT»
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

TUKHTAEV FERUZ SADULLOEVICH

**DEVELOPMENT OF EFFECTIVE COMPOSITIONS OF
COMPOSITE POLYMER SORBENTS BASED ON LOCAL AND
SECONDARY RAW MATERIALS AND THEIR PRODUCTION
TECHNOLOGY**

02.00.07 – «Chemistry and technology of composite, varnish-paint and
rubber materials»

02.00.06 – «High-molecular compounds»
(technical sciences)

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

Tashkent – 2019

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2019.3.PhD/T426.

The dissertation has been prepared at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov at State Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot».

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council website (www.gupft.uz) and on the website of «Ziyonet» Information and Educational portal (www.ziyonet.uz).

Research supervisor:

Negmatov Sayibjan Sadikovich

Academician of the AS RUZ,
doctor of technical sciences, professor

Negmatova Komila Sayibjanovna

doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Babaev Tuygun Mirzaakhmedovich

doctor of chemical sciences, professor

Ibodullaev Akhmadjan Sobirovich

doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

Namangan state university

The defense will take place «26» december 2019 year at «14⁰⁰» at the meeting of Single Scientific council DSc.27.06.2017.K/T.03.01 at Tashkent State Technical University named after Islam Karimov at State Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot» (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (71) 246-39-28/(71) 227-12-73; e-mail: gupft@inbox.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Recourse Centre of the State Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot» (is registered under №15). (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Тел./fax: (71) 246-39-28/(71) 227-12-73).

Abstract of dissertation sent out on «12» december 2019 year
(mailing report №15 on 18 november 2019 year).

A.V.Umarov

Chairman of the single scientific council awarding
scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

M.G.Babakhanova

Scientific secretary of the scientific council awarding
scientific degrees, candidate of chemical sciences, s.r.a.

N.K.Talipov

Chairman of the academic seminar under
the scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, s.r.a.

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work. Is the development of effective compositions of composite polymer sorbents based on local and secondary raw materials and the technology for obtaining them.

The object of the research work. Selected polyanilin (PA), polyacrylic acid (PAC), polyicapramid (PCA), bentonite (B), kaolin (K) and composite polymer sorbent based on them.

Scientific novelty of the research work:

effective formulations of CPS using PPC and organomineral ingredients have been developed;

the physicomechanical and chemical properties of CPM are determined depending on the type and content of applied PPC, mineral ingredients and industrial wastes;

high sorption properties of sorbents based on CPM were determined during interaction with metal ions in industrial wastewater;

an effective technology has been developed for the production of CPM and sorbents based on them for the extraction of non-ferrous, heavy and noble metals and the treatment of industrial wastewater in chemical and metallurgical industrial enterprises;

the optimal technological parameters of CPS with high physicomechanical and chemical properties of sorption, their multiple use in the extraction of non-ferrous, heavy and noble metals and the treatment of industrial wastewater have been developed.

Implementation of the research results. Based on the scientific results on the development of composite polymer sorbents based on local and secondary raw materials:

developed and registered with the Uzstandard Agency Standard of the organization for «Composite polymer sorbent» (Ts 21645528-08:2019). As a result, it was possible to use composite polymer sorbents in the chemical and metallurgical industries to release non-ferrous, heavy and precious metals and clean industrial wastewater solutions;

The developed composite polymer sorbents were introduced to release non-ferrous and heavy metals and clean industrial wastewater solutions in the central research laboratory of the Navoi Mining and Metallurgical Plant (NCMC Reference №02-06-04/12786 of October 17, 2019). As a result, it was possible to increase the release of non-ferrous and heavy metals and to clean industrial wastewater solutions in the chemical industry.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А., Негматов С.С., Бақоев Х.Ю., Бабаханова М.Г., Ахмедова Д.У. Разработка эффективных композиционных полимерных сорбентов для извлечения цветных и драгоценных металлов из сточных вод металлургической промышленности //Композиционные материалы. –Ташкент. №2. 2016. –С.39-41. (02.00.00; №4)
2. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А., Жумаева Э.Ш. Объемометрические исследования в термодинамике адсорбции жидких растворов твердыми телами //Universum: Химии и биология. –Россия. Январь, №1(31). 2017. –С.57-60. (02.00.00; №2)
3. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А., Жумаева Э.Ш. Динамика безнагревных циклических адсорбционных процессов //Композиционные материалы. –Ташкент. №3. 2017. –С.80-81. (02.00.00; №4)
4. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А. Совместная адсорбция цветных, тяжелых и благородных металлов из сточных вод //Вестник Национального университета Узбекистана. –Ташкент. №3/2. 2017. –С.484-486. (02.00.00; №12)
5. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А., Жумаева Э.Ш. Электронно-микроскопическое исследование полимер-полимерных композиций на основе полианилина и поликислот //Композиционные материалы. –Ташкент. №4. 2017. –С.47-48. (02.00.00; №4)
6. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А. Полианилин ва турли хил поликислоталар аосисида полимер-полимер композиция структурасини ультрабинафша ва ядро магнит резонанс спектроскопия методида ўрганиш //Вестник ТашГТУ. –Ташкент. №4. 2017. –С.124-129. (02.00.00; №11)
7. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А., Жумаева Э.Ш., Каримова З.У. Разработка оптимальных составов композиционных полимер-полимерных сорбентов и технология их получения //Universum: технические науки. –Россия. Декабрь, №12(45). 2017. –С.51-53. (02.00.00; №1)
8. Тўхтаев Ф.С., Негматов С.С., Каримова Д.А. Исследование реологических свойств полимер-полимерных композиций полианилина с линейными и со сшитыми поликислотами //Доклады Академии наук Республики Узбекистан. –Ташкент. №1. 2018. –С.70-72. (02.00.00; №8)
9. Tukhtaev F.S., Negmatova K.S., Negmatov S.S., Karimova D.A. Research of magnetic characteristics electro conductive composition polymeric sorbent //Austrian Journal of technical and natural sciences. №5-6. May-June. –Austria. 2019. –P.58-60. (02.00.00; №2)

II бўлим (II часть; II part)

1. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А. Изучение кинетики допирования полимер-полимерных композиций полианилинов с линейными и со сшитыми поликислотами //«Наука 21 века: вопросы, гипотезы, ответы» научный журнал. –Россия. №1(16). 2016. –С.101-104.

2. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А., Исламова Г.Э., Аззамова Ш.А. Очистка отходящих газов и сточных вод предприятий на основе интерполимерных сорбентов. Материалы республиканской научно-технической конференции «Ингредиенты из местного и вторичного сырья для получения новых композиционных материалов». –Ташкент. 10-11 апрель. 2014. –С.149-150.

3. Тўхтаев Ф.С., Ахмедова Н.Б., Каримова Д.А., Каримова З.У. Получение композиционных сорбентов, применяющихся для обеззараживания отходящих газов. Материалы республиканской научно-технической конференции «Прогрессивные технологии получения композиционных материалов и изделий из них». –Ташкент. 28-29 апрель. 2015. –С.144-146.

4. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А., Сайимова Д.К., Ботирова С.Р. Способы получения интерполимерных сорбентов полианилинов. «Наука и образование» сборник научных трудов. –Россия. 2016. –С.204-207.

5. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А. Физико-химические свойства композиционных материалов полианилина. «Композицион ва нанокomпозицион материаллари олиш ва қайта ишлашнинг замонавий технологиялари» Республика илмий-техникавий анжумани материаллари тўплами. –Тошкент. 25-26 май. 2017. –С.96-97.

6. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А., Бабаханова М.А., Хусанов Ш.З., Адилова М.К. Исследование некоторых физико-химических свойств композиционного полимерного сорбента. «Композицион ва нанокomпозицион материаллари олиш ва қайта ишлашнинг замонавий технологиялари» Республика илмий-техникавий анжумани материаллари тўплами. –Тошкент. 25-26 май. 2017. –С.181-182.

7. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А., Бабаханова М.А., Дадамухамедова Н.А., Шодиев Х.Р. Исследование молекулярно-массовых характеристик полимер-полимерных композиций полианилина с линейными и со сшитыми поликислотами. «Актуальные проблемы физики и химии полимерных композитов, а также технология конструктивных материалов» Международная конференция. –Наманган. 12-13 июля. 2017. –С.178-180.

8. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А., Каримов Н.С. Кимё саноати корхоналари чиқиндиларини қайта ишлаш борасида олиб борилаётган тадқиқотлар ва уларни такомиллаштириш йўллари. «Новые композиционные и нанокomпозиционные материалы: структура, свойства и применения» Республиканская научно-техническая конференция. –Ташкент. 5-6 апреля. 2018. –С.177-178.

9. Тўхтаев Ф.С., Каримова Д.А., Каримова З.У. Полианилинли комплекс ва композицион сорбцион материалларнинг қўлланилиши. «Новые композиционные и наноконпозиционные материалы: структура, свойства и применения» Республиканская научно-техническая конференция. –Ташкент. 5-6 апреля. 2018. –С.178-179.

10. Тўхтаев Ф.С., Негматова К.С., Каримова Д.А. Технология получения композиционных полимерных сорбентов для отчистки сточных вод промышленности. «International symposium on innovative scientific conference «Integration and integration of science and education» Международная научно-техническая конференция. –Ташкент. 1-декабря. 2018. –С.55-56.

11. Tukhtaev F.S., Negmatova K.S., Karimova D.A. Исследование магнитных характеристик электропроводящего полианилина. X International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the problems of natural sciences and medicine». –Boston. USA. April 2-3, 2019. – P.10-15.

12. Тўхтаев Ф.С., Хатамова М.С., Норбердиева М.Ш. Получение сульфированного полианилина и его свойства. «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и наноконпозиционные материалы» Республиканская научно-техническая конференция. –Ташкент. 25-26 апреля. 2019. –С.189-191.

13. Тўхтаев Ф.С., Негматова К.С., Каримова Д.А. Исследование термостабильности полианилина. «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и наноконпозиционные материалы» Республиканская научно-техническая конференция. –Ташкент. 25-26 апреля. 2019. –С.333-334.

Автореферат «Композицион материаллар» таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб,
ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Бичими 60x84¹/₁₆. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табағи: 2,75. Адади 100 нусха. Буюртма № 99.

Гувоҳнома reestr № 10-3719
“Тошкент кимё технология институти” босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.