

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

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**БОБОКУЛОВ АКБАР НОСИРОВИЧ**

**МАХАЛЛИЙ ХОМ-АШЁЛАР АСОСИДА ПОТАШ ОЛИШНИНГ  
ФИЗИК-КИМЁВИЙ ВА ТЕХНОЛОГИК АСОСЛАРИ**

**02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

**Тошкент – 2020**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**  
**Content of dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)**

**Бобокулов Акбар Носирович**

Махаллий хом ашёлар асосида поташ олишнинг физик-кимёвий ва технологик асослари..... 5

**Бобокулов Акбар Носирович**

Физико-химические и технологические основы получения поташа на основе местных сырьевых материалов ..... 21

**Bobokulov Akbar Nosirovich**

Physical-chemical and technological bases of obtaining potash based on local raw materials..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works ..... 42

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

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**БОБОКУЛОВ АКБАР НОСИРОВИЧ**

**МАХАЛЛИЙ ХОМ АШЁЛАР АСОСИДА ПОТАШ ОЛИШНИНГ  
ФИЗИК-КИМЁВИЙ ВА ТЕХНОЛОГИК АСОСЛАРИ**

**02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.4.PhD/T859 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.  
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида [www.ionx.uz](http://www.ionx.uz) ва «Ziyonet» Ахборот-таълим порталида ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Эркаев Актам Улашевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Тогашаров Ахат Салимович**  
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

**Раджабов Рўзмат**  
кимё фанлари номзоди

**Етакчи ташкилот:**

**Навоий Давлат кончилик институти**

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг «08» октябр 2020 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: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин ( 14 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо-Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60.

Диссертация автореферати 2020 йил «28» сентябр куни тарқатилди.  
(2020 йил «28» сентябрдаги 14- рақамли реестр баённомаси).



**Б.С.Зокиров**

Илмий даража берувчи  
илмий кенгаш раиси, к.ф.д., профессор.

**Д.С.Салиханова**

Илмий даража берувчи  
илмий кенгаш котиби, т.ф.д., профессор.

**С.А.Абдурахимов**

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

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳон тажрибаси шуни кўрсатадики, кимё саноати маълум даражада илмий-техникавий тараққиётга таъсир кўрсатади ва шунинг учун унинг тараққий қилиши давлат иқтисодиётининг ривожланиш мезони ҳисобланади. Ҳозирги вақтда кимё саноатининг муҳим маҳсулоти ҳисобланган поташга катта дефицит сезилмоқда. Поташ иқтисодиётнинг кўп сохаларида қўлланилмоқда: кимё саноатида бўёқлар тайёрлаш учун, енгил саноатда териға ишлов беришда, маиший кимёда ювиш воситалари тайёрлаш учун, шиша саноатида оптик шиша ишлаб чиқарилишида, қишлоқ хўжалигида – хлорсиз калийли ўғит сифатида ва бошқа ўғитларни олишда, қурилишда бетонга музлашга қарши қўшимча сифатида, озиқ-овқат саноатида эса – 2,5 – 50 гр миқдорда озиқ-овқат маҳсулотларининг 10 та стандартида стабилизатор сифатида, бундан ташқари килограмига 70г миқдорда какао ва шоколад маҳсулотларига поташ қўшилишига рухсат берилади. Шунинг учун саноат корхоналарида турли маҳсулотлар ишлаб чиқариш жараёнларида фойдаланиш учун мўлжалланган поташ олиш технологияларини жорий этиш катта аҳамият касб этади.

Бутун дунёда поташ ишлаб чиқариш кўп ҳолларда электрокимёвий усул билан олинган калий гидроксидини карбонизациялашга ёки нефеленни энергия талаб қилувчи йирик технологияларида қайта ишлашга асосланган. Шу сабабли, поташ ишлаб чиқаришни экологик зарарсиз, энергия сарфини камайтириш имконини берадиган рационал ва иқтисодий техник ечимларни ишлаб чиқиш ва амалга ошириш долзарб вазифа ҳисобланади. Ушбу мақсадга эришиш учун қуйидаги йўналишлар бўйича тегишли илмий-техникавий ечимларни асослаш зарур: диэтиламин, диэтиламин гидрохлорид, калий гидрокарбонат ва калий хлоридидан иборат тўрт компонентли ўзаро таъсирлашув тизимининг графаналитик усул ёрдамида поташ олишни назарий таҳлил қилиш; калий гидрокарбонатини калий хлориди эритмасини диэтиламин иштирокида карбонизация қилиб олиш технологиясини ишлаб чиқиш.

Республикамизда кенг миқёсда амалга оширилаётган чора-тадбирлар ва инновацион ишланмалар натижасида поташ, натрий гидроксиди, калий сульфати, калий хлориди, калий нитрати, турли минерал ўғитлар ва кимёвий реагентлар ишлаб чиқариш соҳасида муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг 2017-2021 йилларга мўлжалланган 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...»<sup>1</sup> каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-4947 «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони.

поташ олишнинг рационал ва самарали ҳамда ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқиш ва жорий этиш долзарб ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ 4947-сонли «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ҳамда ва 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сонли «2017-2021 йилларда кимё саноатни ривожлантириш дастури тўғрисида»ги, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сонли «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ва 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265 сонли «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга мазкур диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Илмий-техник адабиётда иқтисодиётнинг турли соҳаларида поташни ишлаб чиқариш ва ундан фойдаланиш бўйича маълум ҳажмдаги илмий материаллар мавжуд. О.Eisa, Н.Lui, В.Zhao, S.Roman Dipling, X.Wang, X.Qian, Н.Hirano, В.А.Панасенко, Thomas H.Neuman, William W.Berry, J.Clavr Batty, А.У.Эркаев, З.К.Тоировлар каби дунё олимлари томонидан турли хил ноорганик ва органик бирикмалар асосида поташ ишлаб чиқаришнинг назарий асослари ва технологияси бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган. Чет элда поташ олишнинг энг кенг тарқалган усули бу электролитик бўлиб, калий хлоридини электролизидан олинган ўювчи калий ишқорини карбонизация қилишдан иборат. Калий хлоридни калий хлорид эритмасида фаоллашган магний карбонати суспензиясини 5-18 атм босими остида карбонизациялаштириш орқали поташга қайта ишлаш мумкин. Калий хлориди ўрнига сода ва поташ суюқлигини ҳам карбонизация қилиш мумкин. Поташни калий хлоридини калий кремнийфториди орқали натрий фториди билан бир вақтда олиш мумкин. Сода ишлаб чиқаришнинг аммиакли усулига ўхшаш аминли усулда, яъни аммиак ўрнига турли хил аминлардан фойдаланиб олиш усули ҳам маълум. Поташ табиий калий сульфатини формиат усулида, шунингдек Леблан, цианамидли, барийли ва бошқа усуллар ёрдамида ҳам қайта ишлаб олиш мумкин.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация иши Тошкент кимё-технология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг Ф-7-31 “Денгиз ва кўл тузли қатламларининг физик-кимёвий таҳлили ва уларни комплекс қайта ишлашнинг илмий асослари” (2012-2016 йй.) фундаментал ва ИТД – 12-36 “Тюбегатан кони



сильвинитларини қўшма бойитиш усули технологиясини ишлаб чиқиш” (2014-2016 йй.) инновацион лойиҳа мавзулари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** калий хлориди, карбонат ангидриди – азотли ўғитлар корхонаси чиқиндиси ва диэтиламин (ДЭА) асосида амин усулида поташ олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**  $\text{Et}_2\text{NH}^+$ ,  $\text{K}^+//\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  -  $\text{H}_2\text{O}$  тизимининг назарий таҳлили ва калий бикарбонати олиш жараёни технологик параметрларини ўзгарувчанлик ораликларини аниқлаш;

диэтиламин (ДЭА) иштирокида калий хлорид эритмасини карбонизация қилиш жараёнини тадқиқ қилиш;

калий хлорид эритмасини карбонизация қилиш пайтида ҳосил бўлувчи суспензиянинг физик-кимёвий ва филтрланиш хоссалари ўрганиш;

карбонизация ва/ёки дистилляциядан кейин ҳосил бўлувчи тўйинган эритма буғлатиш жараёнини асословчи  $\text{KCl-Et}_2\text{NH}_2\text{Cl-H}_2\text{O}$ ,  $\text{KCl-CaCl}_2\text{-H}_2\text{O}$  тизимини технологик таҳлил қилиш;

поташ ишлаб чиқаришдаги тўйинган эритмадан диэтиламиннинг регенерациясини тадқиқ қилиш;

тўйинган эритмадан ДЭАни буғлатиш ва дистилляция қилиш пайтида ҳосил бўлган суспензиянинг реологик ва филтрланиш хоссаларини ўрганиш;

калий бикарбонатининг кальцинацияланиш жараёни кинетикасини тадқиқ қилиш;

поташ олиш жараёнининг технологик омилларини синовдан ўтказиш ва маҳсулотнинг товар хоссаларини аниқлаш;

поташ олиш технологик схемасини ишлаб чиқиш ва материал балансини тузиш;

“Дехқонобод калий заводи” АЖ тажриба қурилмасида ДЭА иштирокида калий хлориддан поташ олиш технологиясини синовдан ўтказиш;

ишлаб чиқарилган технология бўйича поташ ишлаб чиқаришни мақсадли ташкил қилишнинг техник-иқтисодий ҳисоблари.

**Тадқиқотнинг объекти** калий хлориди, карбонат ангидрид, диэтиламин, калий бикарбонат, калий карбонат, диэтиламмоний хлорид, аммоний хлориди, диэтиламмоний гидрокарбонат, диэтиламмонийдан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг предмети** “Дехқонобод калий заводи” АЖ калий хлориди, карбонат ангидрид – азотли ўғитлар корхоналари чиқиндиси ва диэтиламиндан поташ олишнинг мақбул технологик параметрларини ўрнатиш ҳамда принципиал технологик схемасини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Кимёвий, рентгенографик, термик ва микроскопик таҳлил усуллари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

биринчи марта калий бикарбонат олиш технологик омилларининг мақбул ўзгариш ораликлари  $\text{Et}_2\text{NH}^+$ ,  $\text{K}^+//\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  -  $\text{H}_2\text{O}$  ўзаро таъсирлашув тизимини графаналитик таҳлил усули билан аниқланган;

биринчи марта поташ синтезининг ишлаб чиқаришини ташкил қилувчи – карбонизация, фильтрация, буғлатиш, ДЭА регенерацияси ва кальцинация жараёнларига технологик омилларнинг ўзаро боғлиқлиги аниқланган;

0, 25, 50, 75, 100°C ҳароратлардаги  $KCl-Et_2NH_2Cl-H_2O$  ва  $KCl-CaCl_2-H_2O$  уч компонентли тизим изотермаларининг назарий таҳлиллари асосида оҳак сути билан тўйинган эритмадан дастлабки реагентлар эритмаларини карбонизациялаш ва ДЭА ни дистилляциялаш пайтида ҳосил бўлган тўйинган эритмани буғлатиш жараёнининг мақбул шароитлари аниқланган;

оралиқ бўтқа ва эритмалар реологик хоссаларининг технологик омилларга боғлиқлиги аниқланган ва калий бикарбонати кальцинация жараёни кинетикасига технологик омилларнинг таъсир қилиш хусусиятлари асосланган;

калий бикарбонат ва карбонатларининг физик-кимёвий ва товар хоссалари ва поташнинг калий хлориди, экспанзер газидан ДЭАлардан олишнинг такомиллашган технологик схемаси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

“Дехқонобод калий заводи” АЖ калий хлориди, карбонат ангидрид – азотли ўғитлар корхоналарининг чиқиндиси ва ДЭА лардан поташ ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси ишлаб чиқилган;

“Дехқонобод калий заводи” АЖ синов қурилмасида поташнинг тажриба партиялари ишлаб чиқарилган ҳамда маҳсулот таннарҳини камайишини таъминловчи маҳаллий хом ашёлар асосида поташ олишни аминли усулининг самарали технологиясини ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Кимёвий ва физик-кимёвий (рентгенографик, дифференциаль-термик, микроскопик) таҳлил натижалари лаборатория тажрибалари ва тажриба-саноат синовлари билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шу билан белгиланадики, калий гидрокарбонат синтези, фильтрация, буғлатиш, кальцинация жараёнларига технологик омилларнинг таъсир қилиш қонуниятларини аниқлаш орқали поташни калий хлориди, карбонат ангидрид ва ДЭАлардан ишлаб чиқаришнинг асосий физик-кимёвий ва технологик асослари билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, маҳсулот таннарҳини камайишига имкон берадиган маҳаллий хом ашёлар асосида поташ олиш технологияси ишлаб чиқилган. Натижада калийли ўғитлар импорти бартараф этилади ва экспорт имкониятлари очиб беришга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Маҳаллий хом ашёлардан аминли усулда поташ олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган натижалар асосида:

калий хлорид эритмасини диэтиламин иштирокида карбонизация қилиб калий бикарбонат олиш технологияси «Дехқонобод калий заводи» АЖ да истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган («Ўзкимёсаноат» АЖ ни 04



сентябрь 2020 йилдаги 14-3442-сон маълумотномаси)). Натижада калий бикарбонатдан калий карбонат ва хлорсиз калийли ўғитлар олиш ассортиментини кенгайтириш имконини берган;

калий бикарбонатни кальцинация қилиб поташ олиш технологияси «Дехқонобод калий заводи» АЖ да истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган («Дехқонобод калий заводи» ни 07 июль 2020 йилдаги 01-021/2118- сон маълумотномаси). Натижада поташни импортини камайтириш ва халқ хўжалигини поташ билан таъминлаш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 12 та илмий иш чоп этилган. Жумладан, диссертациянинг (PhD) асосий илмий натижалари 3 та илмий мақола, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 1 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 119 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертациянинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объект ва предметларининг аниқлиги киритилган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялар тараққиёти устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти ёритилган.

Биринчи боб **“Жаҳонда ва Ўзбекистонда поташ ишлаб чиқариш ва ундан фойдаланишнинг замонавий ҳолати”**да поташнинг иқтисоднинг турли соҳаларида қўллаш, шунингдек уни олиш ва қўллашда эътиборга олиши керак бўлган физик ва кимёвий хоссалари батафсил таҳлил қилинган.

Адабиётлар маълумотларини умумлаштириш маҳаллий хом ашё асосида поташ таркиби ва олиниш технологиясини ишлаб чиқаришдан иборат бўлган диссертациянинг мақсадини шакллантиришга имкон берди.

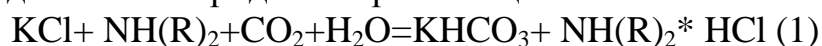
Ушбу ва бошқа масалаларни тадқиқ қилиш реакцияга кирувчи компонентларнинг кимёсини тушунишга, маҳаллий хом ашёлар асосида поташ ишлаб чиқаришнинг мақбул технологик параметрларини аниқлашга имкон берувчи муҳим назарий ва амалий қизиқишни номоён қилади.

Адабиётлар таҳлилида диэтиламин бошқа аминларга қараганда ўзининг физик кимёвий ва таксикологик хоссалари жиҳатидан бошқа аминлардан афзаллиги ва муайян даражада аммиакга яқинлиги кўрсатилган ва ёрдамчи (катализатор) восита сифатида танланган.

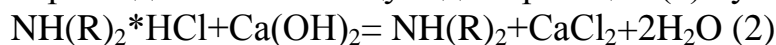
Адабиётлар таҳлили натижалари асосида хулоса қилиш мумкинки, республикада поташ ишлаб чиқаришни ташкиллаштиришнинг имкониятлари мавжуд. Бунда “Деҳқонобод калий заводи” АЖ калий хлориди, карбонат ангидрид – азотли ўғитлар корхонаси чиқиндиси ва ёрдамчи материал ҳисобланган ДЭАлар поташ олиш учун асосий хом ашё манбалари бўлиб хизмат қиладилар. Кўрсатилган ушбу хом ашёлар асосида поташ ишлаб чиқариш бўйича физик-кимёвий ва технологик тадқиқотлар хали ўрганилмаган.

Иккинчи боб “**Фойдаланиладиган хом ашё ва тадқиқот усулларининг тавсифлари**”да объект таркиби ва хоссаларини тадқиқ қилиш, тажриба ўтказиш усуллари, шунингдек синтез қилинган маҳсулотларнинг кимёвий таҳлили ва физик-кимёвий тадқиқот усуллари келтирилган ҳамда ДЭА, диэтиламин гидрокарбонат, диэтиламин гидрохлорид ва реакция тизимларини аниқлашнинг графаналитик усуллари ишлаб чиқилган.

Учинчи боб “**Поташни аминли усул асосида олишнинг физик-кимёвий ва технологик асослари**” да  $KCl - CaCl_2 - H_2O$ ,  $KCl - Et_2NH_2Cl - H_2O$  уч компонентли мураккаб сув тизимининг физик-кимёвий тадқиқоти;  $Et_2NH^+$ ,  $K^+//Cl^-$ ,  $HCO_3^- - H_2O$  тўрт компонентли ўзаро таъсирлашув тизим изотермаси; ДЭА иштирокида калий хлоридининг карбонат ангидрид билан конверсияси пайтида ҳосил бўлувчи маҳсулот чиқишига ҳамда охириги ва оралиқ реакция тизимида технологик параметрларнинг таъсири қилиши, филтратни буғлатиш ва ДЭАнинг оҳак сути билан ишлов беришдан иборат дистилляция жараённининг технологик омилларини таъсирини ўрганиш натижалари келтирилган. “Деҳқонобод калий заводи” АЖда ишлаб чиқилган калий хлориди ва азотли ўғитлар корхонаси чиқиндиси – карбонат ангидриди каби маҳаллий хом ашёларидан аминли усулда поташ олишнинг имконияти ўрганилган. Мазкур усулда поташ олиш ДЭА -  $NH(R)_2$  иштирокида босим остида калий хлоридини карбонизациялашга асосланган (1)



Совутиш пайтида  $KHCO_3$  нинг кристаллари чўкади ва у диэтиламиннинг хлорид кислотали эритмасидан ажратиб олинади. Диэтиламин гидрохлорид қайта эркин диэтиламинга қуйидаги реакция (2) бўйича ҳосил бўлади:

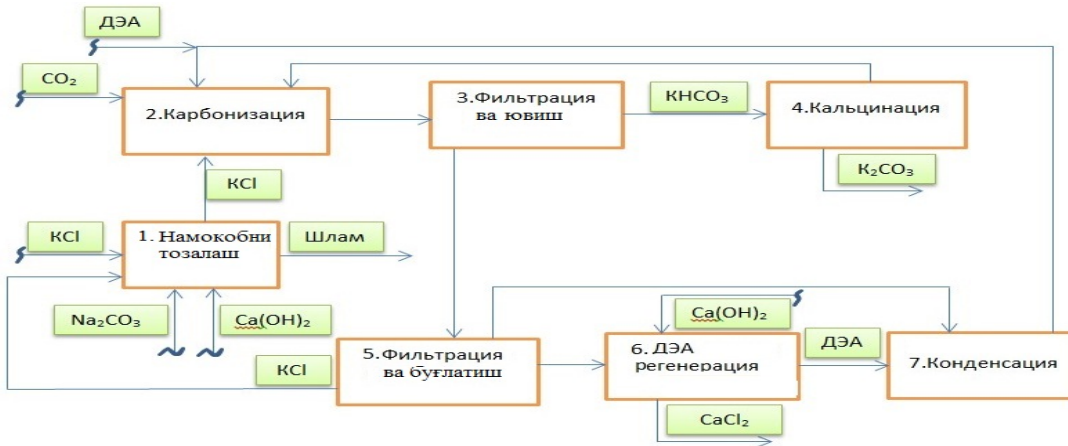


### 1-жадвал

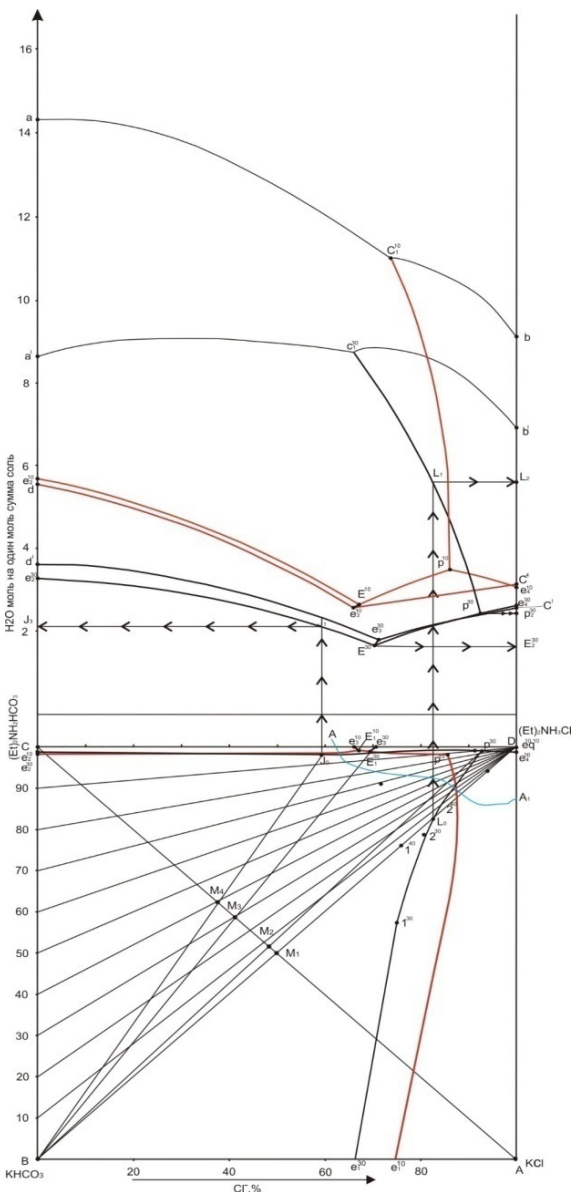
#### Графаналитик усул ёрдамида $KHCO_3$ нинг чиқиш унумини ҳисоблари (2-расм асосида)

№	Сув миқдори $H_2O$ моль/Σ туз моль миқдори		*Δ $H_2O$ , моль	$KHCO_3$ нинг, калий бўйича чиқиш унуми, %
	Дастлабки система (ҳисобланган)	$KHCO_3$ ажратиб олгандан сўнг (график бўйича)		
1	3,39	5,59	2,20	78,64
2	1,19	2,28	1,09	99,67
3	1,05	1,75	0,7	99,21
4	1,40	2,10	0,7	98,64

Таклиф этилаётган технология 7 та босқичдан иборат. Ҳар бир босқич учун назарий ва технологик асослар ўрганилган (1-расм).



1-расм. Поташ олишнинг блок схемаси.



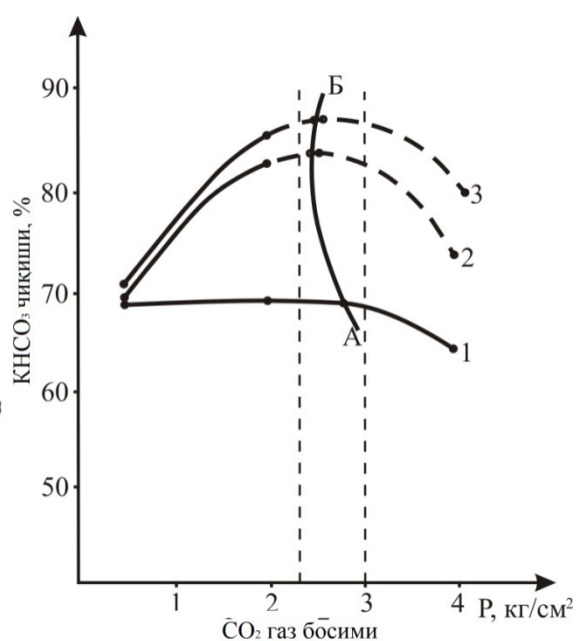
2-расм. Калий бикарбонатнинг  $\text{Et}_2\text{NH}_2^+$ ,  $\text{K}^+/\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  -  $\text{H}_2\text{O}$  ўзаро алмашинув тизими бўйича олишнинг назарий таҳлили.

$M_0$  нуқтадаги компонентлар ўзаро таъсирлашув тизимининг изотермасининг графаналитик таҳлиллари филтратда  $\text{H}_2\text{O}$  моль миқдори тузларнинг умумий молларидан 2.2 моль марта ортганини кўрсатди, яъни (филтрат) суюлиб кетади ва системада сув миқдори ортади. Бирок  $M_1$  ва  $M_2$  нуқталар орасидаги сув миқдори фарқи дастлабки тизим ва филтратда 1,09 ва 0,7 ни ташкил қилади.

$M_4$  нуқтада  $\text{KHCO}_3$  нинг чиқиши  $M_3$  га нисбатан камайган.  $\text{Et}_2\text{NH}_2\text{HCO}_3$  ва тўйинган эритмадан филтратни буғ фазали ҳайдашда  $\text{Et}_2\text{NH}$  ни  $\text{Et}_2\text{NH}_2\text{Cl}$  дан оҳакли сут иштирокида дистилляция қилиш орқали сарф миқдори кўп талаб этилади. Олиб борилган графаналитик таҳлил конверсия жараёни мақбул параметри  $\text{Et}_2\text{NH}_2\text{HCO}_3 / \text{KCl} = 1,071-1,414$  нисбатлари бўлиб, жараён ҳарорати  $30^\circ\text{C}$  дан кам эмас, сув сарфи тузларнинг умумий йиғиндисига нисбатан 1,05-1,2 га тенг. 2 жадвал, 2 ва 3- расмлардан кўриниб турибдики, калий бикарбонатнинг чиқишига ДЭА меъёри ва карбонат ангидрид газы босимининг ошиши бир хилда таъсир кўрсатади.

ДЭА иштирокида калий хлоридини карбонизацияси жараёнига  
технологик параметрларнинг таъсири

№	Карбонат ангидрид босими, кгс/см <sup>2</sup>	ДЭА меъёри, %	Суюқ фазанинг, рН	Суюқ фазанинг зичлиги, г/см <sup>3</sup>	КНСО <sub>3</sub> чиқиш унуми, %
1	0,5	100	9,04	1,060	68,90
2		133	9,14	1,055	69,48
3		147	9,21	1,041	70,92
4	2,0	53	8,35	1,110	37,10
5		67	8,40	1,085	47,89
6		100	9,14	1,055	69,00
7		133	9,25	1,040	83,44
8	4,0	147	9,31	1,045	86,08
9		100	9,26	1,065	64,46



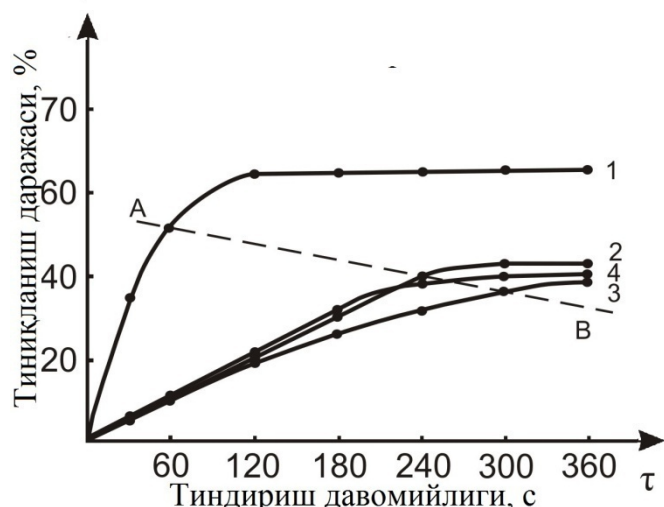
**3-расм. Калий бикарбонати чиқиш унумининг карбонат ангидрид газ босими ва ДЭА меъёрига боғлиқлиги, %: %: 1-100, 2-133, 3-147.**

маҳсулот чиқиш унумини атиги 2,64%га оширади холос. Расмдаги АБ чизиғи ДЭА нинг берилган меъёрларида калий бикарбонатининг максимал чиқиш унумини таъминловчи  $\text{CO}_2$  нинг мақбул босимини кўрсатади.  $\Delta P=2$  атм да ва 147 % меъёрда 8-9 минут давомида  $\text{KНСO}_3$  нинг чиқиши 63% дан кўпроғига эришади, аммо реакция давомийлигининг 24 дан 40 минутгача давом этиши чиқиш унумини мос равишда 15 ва 8 % га оширади.

ДЭА нинг 100% ли меъёрида  $\text{CO}_2$  босимининг 3 кгс/см<sup>2</sup> га оширилиши  $\text{KНСO}_3$  чиқиш унумига деярли таъсир кўрсатмайди, бироқ босимнинг 4 кгс/см<sup>2</sup> гача оширилиши аксинча калий бикарбонатининг унумини 69,0% дан (2 кгс/см<sup>2</sup> да) 64,46% гача камайтиради. Бу ДЭА нинг газ фазасидан учиб чиқиш унуми ортиши билан изохланади. ДЭА меъёрининг 133% гача ортиши унинг 100% ли меъёрига нисбатан солиштирганда  $\text{KНСO}_3$  нинг чиқиш унумини, айниқса 2 кгс/см<sup>2</sup> дан ортик босимда, ошишини таъминлайди (2 жадвал, 3-расм 2-эгри чизик).

ДЭА меъёрининг 147% гача кўтарилиши калий бикарбонатининг чиқиш унумини сезилмас даражада оширади. Масалан,  $\text{CO}_2$  нинг 2 кгс/см<sup>2</sup> босимида, ДЭА нинг 100 дан 133% гача бўлган меъёрларида  $\text{KНСO}_3$  нинг чиқиш унумини 14,4% га оширади. Бироқ меъёрнинг 147% гача оширилиши

Олинган маълумотлар  $\text{CO}_2$  нинг йўқотилишини жараённинг давомийлиги ошиши билан пропорционал равишда содир бўлишини ҳисобга олиш зарурлигини кўрсатади.



**4-расм. Калий бикарбонат суспензиясининг чўкиш кинетикаси. ДЭА меъёри, %: 1-57, 2-100, 3-133, 4-147.**

4-расмда калий бикарбонат суспензиясининг чўкиш даражаси кинетикаси тўғри чизиқли ва эгри чизиқли кесимлардан иборат бўлиши кўрсатилган бўлиб, бу жараённинг иккита босқичда кечиши билан тушунтирилади. Биринчи босқичда эркин кристалланиш суяқ фазанинг қаршилигини енгиш билан содир бўлади ва бу доимий чўкиш тезлиги ҳосил бўлиши билан изоҳланади. Иккинчи босқич қатламнинг қўшимча қаршилигини енгиб ўтиш билан фарқланиб, у вақт ўтиши билан ортади ва чўкманинг юқори қатлами ҳаракатланиши тугагунча чўкиш тезлигининг

пасайишига олиб келади.

Биринчи босқичнинг иккинчи босқичига ўтиш давомийлиги АВ чизиғи билан чегараланиб, у ДЭА меъёри ортиши билан биринчи босқичнинг давомийлиги чўкиш даражасининг 51 дан 37,3% гача камайиши билан бир вақтда 60 дан 300 сек. гача ортишини кўрсатади (4-расм).

$\text{CO}_2$  нинг газдаги миқдори 28,57 дан 100% гача ортиши билан максимал ҳарорат 70 дан 75°C гача кўтарилади ва 20 минутдан сўнг ҳарорат мос равишда 25, 50°C гача камаяди. Бу ҳолат  $\text{CO}_2$  нинг газдаги миқдори ортиши билан системадаги реакцион қобилият пастконцентрацияли газдан фойдаланилганига нисбатан, дастлаб ва хатто 20 минутдан кейин ҳам ортиши билан тушунтирилади.

### 3-жадвал

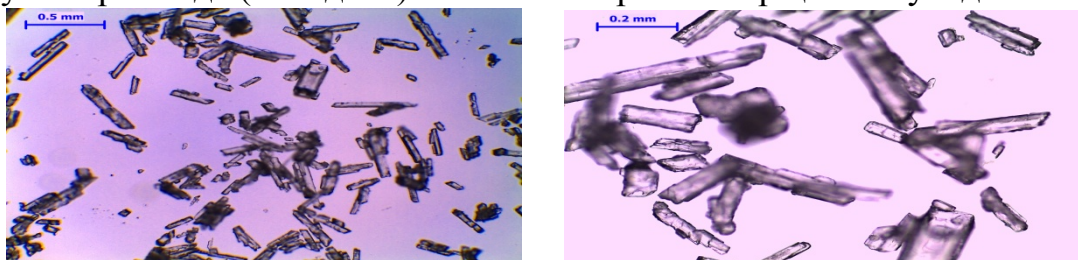
#### Газдаги $\text{CO}_2$ миқдорининг калий хлоридининг ДЭА иштирокидаги карбонизация жараёнига таъсири

№	Карбонат ангидрид босими, кгс/см <sup>2</sup>	Карбонизация босқичига кирувчи газдаги $\text{CO}_2$ нинг миқдори, %	Суяқ фазанинг, рН	Суяқ фаза зичлиги, г/см <sup>3</sup>	$\text{KHCO}_3$ чиқиш унуми, %
1	2	28.57	9,92	1,053	68,4
2		37.50	9,90	1,052	78,9
3		50.00	9,54	1,048	82,3
4		62.50	9,46	1,045	84,7
5		71.42	9,31	1,043	87,2
6		99,00	9,31	1,044	85,5



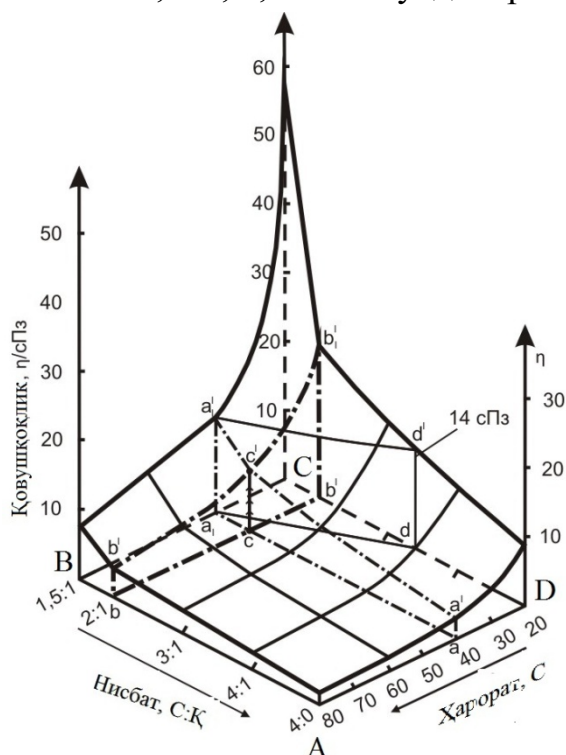
3-жадвалдаги маълумотлар шуни кўрсатадики,  $\text{CO}_2$  нинг газдаги миқдори 28,87 – 50,0 % оралиқларида калий бикарбонатнинг чиқиш унумига қаттиқ таъсир кўрсатиб, бунда маҳсулот чиқиши 13,9% га, яъни 68,4 дан 82,3% гача ортади.  $\text{CO}_2$  миқдорининг 100% гача оширилиши  $\text{KHCO}_3$  нинг чиқиш унумини атиги 3,2 % га оширди. Таъкидлаш жоизки, 71,42% ли карбонат ангидрид газга нисбатан калий бикарбонат чиқиш унумини 1,7% га оширди.

Маҳсулотларнинг микроскопик таҳлиллари (5-расм) шуни кўрсатадики, 6-намуна таркибида (2-жадвал) игнасимон кристаллар ҳосил бўлади.



**5-расм. Калий гидрокарбонат намуналарининг микросуратлари. Намуна рақамлари 2-жадвалдаги рақамларга мос келади. 6-намуна**

Шунингдек, олинган калий бикарбонати рентгенографик таҳлил ҳам қилинди. Рентгенографик таҳлил натижаларига кўра олинган намуналар калий бикарбонати ва хлоридини тутиб,  $\text{KHCO}_3$  – 2,953, 2,846, 2,614 Å ҳамда  $\text{KCl}$  – 3,125, 2,214 Å чўққиларига мос келади.



**6-расм. Калий бикарбонат суспензияси қовушқоқлигини С:Қ ва ҳароратга боғлиқ ўзгарувчанлик номограммаси.**

Калий бикарбонатнинг тўйинган эритмаси билан  $\text{C:Қ} = 1:1$  нисбатларида бир марталик ювишда қолдиқ калий хлориди 5,05% ни ташкил этди. Сифатли калий бикарбонатини олиш учун  $\text{C:Қ}$  нинг нисбати 1,5 бўлиш зарурлиги аниқланган. Технологик омилларнинг суспензиянинг реологик хоссаларига таъсирини ва уларнинг ўзаро боғлиқликлари номограмма кўринишида тасвирланган (6-расм).

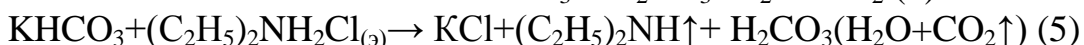
6-номограмма маълумотларидан кўришиб турибдики, 2:1 нисбатда ҳарорат тушиши билан система қовушқоқлиги кескин 4,3 баробар ортади. Масалан,  $\text{C:Қ}$  нинг 1,5:1 нисбатида 20°C да қовушқоқлик 57,56 сПзга етса, 40°C да эса қовушқоқлик 13,42 сПз га тенгдир.

Оддий геометрик шакллар ёрдамида  $\text{C:Қ}$  ва ҳароратнинг белгиланган қийматларида қовушқоқликни аниқлаш мумкин. Масалан,  $\text{C:Қ}=2:1$  ва 40°C ҳароратда

системанинг қовушқоқлигини аниқлаш керак бўлсин. Бу масалани ечиш учун  $a$  ( $40^{\circ}\text{C}$ ) ва  $v$  (С:Қ) нукталардан С:Қ нисбат ўқига ва ҳароратга қараб мос равишда параллел чизиқ тортамыз ҳамда  $a_1$  ва  $v_1$  нукталарини топамиз. Аниқланган  $a$ ,  $a_1$ ,  $v$  ва  $v_1$  нукталардан қовушқоқлик текислиги АВСД билан кесишгунча қовушқоқлик ўқига параллел чизиқ ўтказилади ва  $a'$ ,  $a'_1$ ,  $v'$  ва  $v'_1$  нукталари аниқланади.  $a'$ ,  $a'_1$ ,  $v'$  ва  $v'_1$  нукталардан АВ ва АД га томон симбатли эгри чизигини ўтказиб, мос равишда  $a'$ ,  $a'_1$  ва  $v'$ ,  $v'_1$  эгри чизиқларини топамиз.  $a$ ,  $a_1$  ва  $v$ ,  $v_1$  тўғри чизиқлари, шунингдек  $a'$ ,  $a'_1$  ва  $v'$ ,  $v'_1$  эгри чизиқлари мос равишда  $c$  ва  $c'$  нукталарида кесишади. Берилган шароитда  $\text{CCl}_4$  кесим изланаётган суспензия қовушқоқлигига тенг бўлиб, у 8,74 сПз га тенгдир. Жадвалдаги ва графикдаги суспензия қовушқоқликларининг фарқи 5,0% га тенг. Шундай қилиб, геометрик шаклар асосида асосида суспензиянинг қовушқоқлиги номограмма бўйича топиш мумкин.

Филтрлаш жараёнини аниқловчи асосий параметр бўлиб, филтрлаш тезлиги ҳисобланади, у ўз навбатида донадорлик таркибига, заррачалар шаклига ва системанинг С:Қ га боғлиқ. Қаттиқ фазанинг ошишин С:Қ ни 4:1 дан 1,5:1 гача камайиши чўкманинг солиштирма қаршилигининг кескин тушиб кетишига ҳамда филтрация тезлигининг 3,01 марта ошишига олиб келди. Юқоридагилардан келиб чиққан ҳолда, амалиётда калий хлориди конверсия даражаси 90% дан кўп бўлмаган ҳолда тўла калий бикарбонатга айланмайди. Филтратдаги қолдиқ калий хлорид таркиби, масс %:  $\text{H}_2\text{O}$  – 41,95,  $\text{K}^+$ -4,12,  $\text{Cl}^-$ -34,93,  $\text{Et}_2\text{NH}^+$ -20,53 ва  $\text{HCO}_3^-$ -24,65 бўлган эритмани буғлатиб ажратиб олинади.

Буғлатиш пайтида калий бикарбонати ва диэтиламин куйидаги реакция бўйича парчланади:



Буғларнинг конденсацияси пайтида диэтиламин гидрокарбонати қайтар реакция (3) бўйича қайта ҳосил бўлади. Ҳисоб-китобларга кўра эркин  $\text{Et}_2\text{NH}$  нинг (3) реакциясини ҳисобга олган ҳолда намуналарда мос равишда 5,25 ва 14,45 % ни ташкил этади. ДЭА ни N,N – диэтиламмонийдан регенерация қилиш учун  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}^+$  ни  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2\text{Cl}$  дан сиқиб чиқара оладиган кучли ишқорнинг таъсири муҳимдир. Бунинг учун сода ишлаб чиқаришдаги каби оҳак сутидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ.



Бу реакциянинг тезлиги  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  нинг эриш тезлиги билан чегараланади.

Парчаланиш пайтида ҳосил бўлган ДЭА суюқликни дистилляция усулида  $95 - 100^{\circ}\text{C}$  да ўткир буғ билан қиздириб ҳайдаб олинади.

Диэтиламинни регенерация қилишда дистилляциядан олдин ёки кейин икки хил уч компонентли тизимлар ҳосил бўлиши мумкин. Берилган тизимнинг графаналитик таҳлил маълумотлари асосида буғлатиш жарёнлари таққосланади (7-8 расмлар).



$\text{Et}_2\text{NH}_2\text{Cl}-\text{KCl}-\text{H}_2\text{O}$  (8-расм) тизими эрувчанлик диаграммасида филтрат таркиби А фигуратив нуктага мос келади. Буғлатиш жараёни  $\text{VL}_2$  ёйи бўйлаб ўтади. Диаграммада шунингдек, максимал буғлатиш даражаси қолдиқ калий хлоридини чўктиришни таъминлайдиган  $L_1$  нуктагача давом қилиш зарур, у  $m_{\text{KCl}}/m_{\text{суюк}}(2\text{да})=L_1/2/L_1\text{Cга}$  тенг; буғлатиш жараёнини давом эттиришда қаттиқ фазага калий хлориди ва N,N – диэтиламмоний хлориди аралашмаси чўкмага тушади. Қаттиқ фазани ажратиб олгандан сўнг таркиби, масс %: 30,19  $\text{H}_2\text{O}$ , 69,60  $\text{Et}_2\text{NH}_2\text{Cl}$  ва 0,24  $\text{KCl}$  бўлган суюқ фаза ҳосил бўлади, карбонатлар газ фазасига тўлиқ парчаланаяди ва кейин N,N – диэтиламмоний бикарбонати ҳосил бўлиши билан конденсация жараёни содир бўлади.

Дистилляция жараёнида концентрацияси 17, 30 ва 86% дан юқори бўлган оҳак сутидан фойдаланиш мумкин. Ушбу ҳолатда  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  нинг хлорга нисбатан 110% меъеридан фойдаланганида, биринчи навбатда у калий карбонат ва калий бикарбонат, N,N – диэтиламин билан реакциясида кальций хлориди ҳамда диэтиламин ҳосил бўлишига сарф бўлади. Бу реакциялар натижасида системада  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  концентрациясига боғлиқ равишда  $\text{C}:\text{K} = 10,5:4,01-1$  га эга суспензия ҳосил бўлади. Суюқ фазада кальций ва калий хлоридларининг миқдори  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  га нисбатан 17,39, 23,94, 45,78 ва 1,16, 1,60 ва 3,00 % ораликларида ўзгариб туради. Бу суюқ фазаларнинг таркиблари  $\text{CaCl}_2-\text{KCl}-\text{H}_2\text{O}$  (7-расм) эрувчанлик диаграммасига қўйилган ва  $A_1$ ,  $A_2$  ва  $A_3$  ларнинг фигуратив нукталарида жойлашади.  $A_1$  ва  $A_2$  фигуратив нукталар тўйинган эритмалар соҳасида жойлашган бўлиб,  $A_3$  фигуратив нуктаси калий хлориди кристаллари ва олти сувли кальций хлоридларининг биргаликдаги кристалланиш соҳаларида жойлашган. Бу фигуратив нукталардан  $\text{VL}_3$  нинг буғланиш ёй чизиги ўтказилган.

Диаграмма  $L_2$  нуктагача буғлатиш пайтида ҳатто  $100^\circ\text{C}$ да ҳам калий хлорид кристалларининг кам миқдорлари  $\text{C}:\text{K}=0,023$  нисбатида тушишини кўрсатади. Тажриба натижалари шуни кўрсатадики, калий хлоридини филтратдан ажратиб олиш зарурати пайдо бўлса, у ҳолда филтратни буғлатишни диэтиламинни оҳакли сут иштирокидаги дистилляция жараёнидан олдин олиб бориш керак бўлади.

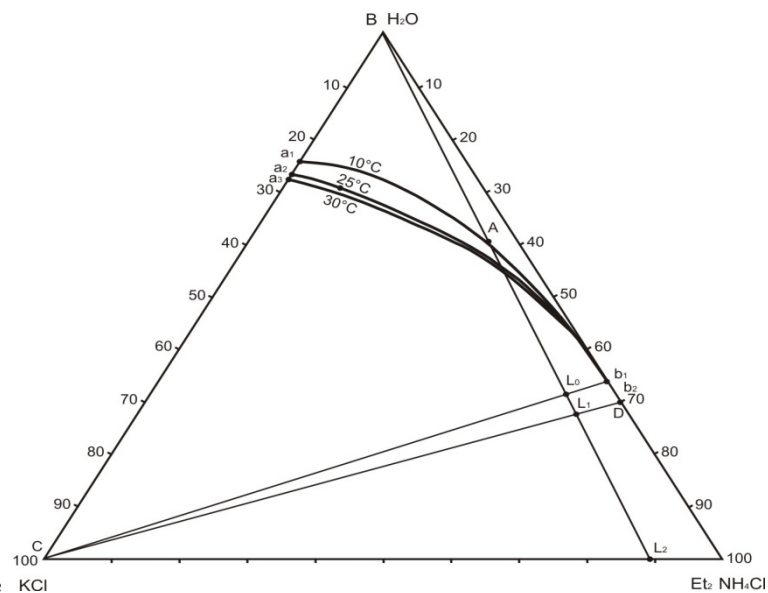
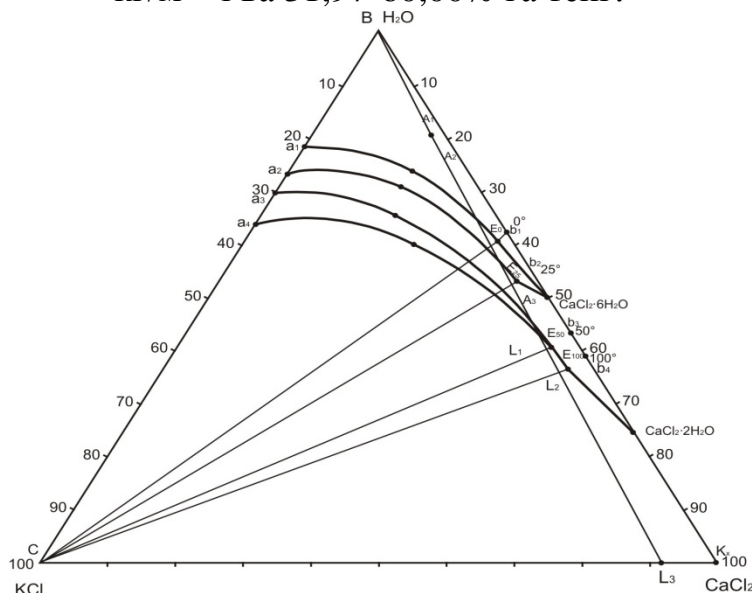
Тажрибаларда буғлатиш жараёни оҳакли сут сарфини камайтириш ва реакцияга киришмаган  $\text{KCl}$  калий хлориддан фойдаланиш коэффициентини ошириш учун жараён бошига қайтариш мақсадида олиб борилди.

Берилган маълумотларни амалга ошириш филтрат буғлатилади, филтратланади калий хлориди ва буғлатилган эритма олинаяди, оҳакли сут эритмаси тайёрланади ҳамда у буғлатилган эритмага қўшилади.

Регенерация жараёнини жадаллаштириш мақсадида сўндирилган оҳак ва буғлатилмаган ҳамда буғлатилган тўйинган эритмалардан фойдаланиш тадқиқотлари олиб борилди. ДЭА регенерациясидан кейин ҳосил бўлган суспензия шламсақлашга тўғридан-тўғри жўнатилади. Келтирилган маълумотларга мувофиқ оҳакли сут иштирок этган буғлатилган эритмаларни дистилляция қилишда  $\text{C}:\text{K}=4,32-15,07:1$  га эга суспензия ҳосил бўлади. Босқичларни давомийлигини аниқлаш ва қурилмаларнинг гидродинамик

ҳисобларини ўтказиш учун С:Қ ва ҳароратнинг суспензиянинг зичлигига, қовушқоқлигига ва филтрланишига таъсири ўрганилди.

Олинган тажриба маълумотлари шуни кўрсатадики, 17%-ли охак сути ишлатилганда ҳосил бўлган суспензиянинг рН 8,9-9,5 оралиқларида ўзгариб, 34% да эса рН оралиғи 10,17-11,02 га кўтарилади. Суспензиянинг филтрланиш тезлиги ва чўкманинг намлиги мос равишда 421,13-1553,87 кг/м<sup>2</sup>\*ч ва 31,97-60,00% га тенг.



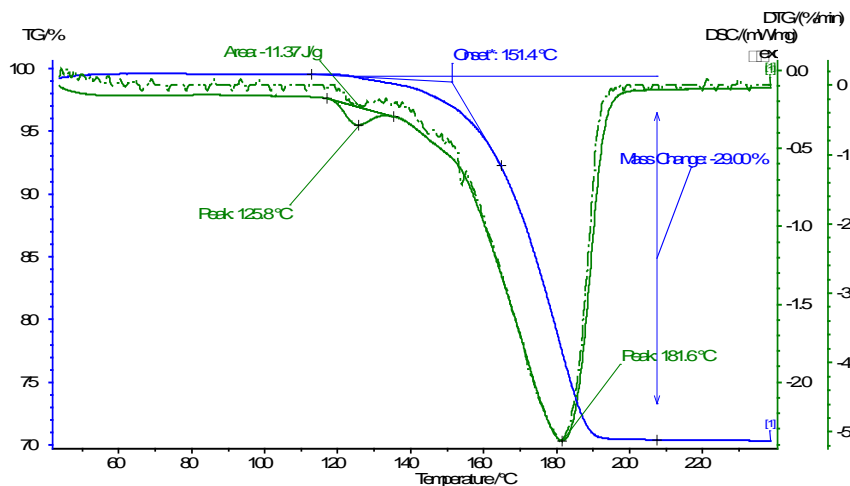
**7-расм. KCl–CaCl<sub>2</sub>–H<sub>2</sub>O диаграммадан фойдаланган ҳолда дистилляциядан кейин ҳосил бўлган суюқ фазани буғлатишнинг назарий таҳлили.**

**8-расм. Тўйинган эритмани KCl–Et<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>Cl–H<sub>2</sub>O тизимидан фойдаланган ҳолдаги буғлатиш жараёнининг назарий таҳлили.**

Суспензия зичлиги ва қовушқоқлиги С:Қ ва ҳароратни 3:1 - 100:0 ва 20-80°C оралиқ қийматларида ўрганилди. С:Қ ва ҳароратнинг камайиши билан зичлик ва қовушқоқлик ортади ҳамда мос равишда 1,138-1,450 г/см<sup>3</sup> ва 3,177-23,33 сПз оралиқларида ўзгариб туради. Таъкидлаш жоизки, С:Қ 3:1 да насос қурилмаларида қийин узатиладиган қуюқ масса ҳосил бўлади.

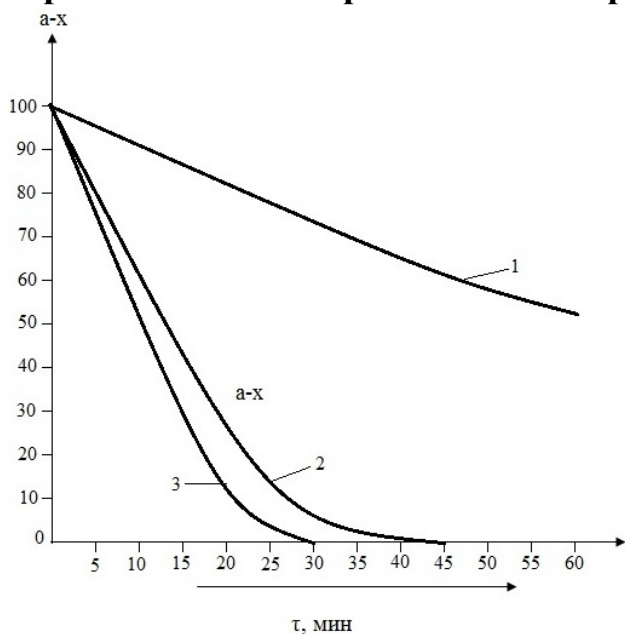
Тўртинчи боб “**Модель қурилмасида калий бикарбонатининг кальцинацияси ва поташ ишлаб чиқариш технологияси синаш**” да калий бикарбонатининг кальцинация жараёнининг кинетикаси, “Дехқонобод калий заводи” АЖда ишлаб чиқилган технологияни синашнинг тадқиқот натижалари келтирилган ҳамда калий бикарбонати ва поташнинг товар хоссалари аниқланган, технологик схема ишлаб чиқилган, моддий баланс тузилган ва ишлаб чиқилган технологиянинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари ҳисобланган.

9-расмда калий бикарбонатининг кальцинация жараёни кинетик параметрларини топиш учун ТГ- ва ДТГ-таҳлилларининг эгри чизиклари келтирилган. Олинган намунанинг қиздиришнинг эгрилик чизиғида иккита эндотермик чўққилар кузатилади. Биринчи - T<sub>max</sub> =125.8°C намунадан намликни чиқиш ҳароратига тўғри келса, иккинчиси T<sub>max</sub> =181.6°C – эса намунанинг 5% мин тезлик билан парчаланишига мувофиқ келади.

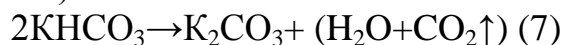


Парчаланишдаги массанинг умумий йўқотилиши 29% ни ташкил қилади. Умумий фаолланиш энергияси  $\Delta Q = -703.4 \text{ J/g}$ .

9-расм. Калий бикарбонатининг термограммаси (2-жадвал, 8-тажриба).



Калий бикарбонатининг 150, 180, 190°C даги парчаланиш кинетикаси реакция массанинг 60 минут давомидаги йўқотилишини аниқлаш орқали ўрганилди. (10-расм).



Олинган натижалар кальцинация жараёни (7) реакция бўйича кетади, берилган тартибли реакция бўйича фаолланиш энергияси 25,57 ккал/моль эканлиги топилди (5-жадвал).

10-расм. Калий бикарбонат кальцинациясининг 1-150, 2-180, 3-190°C ҳароратдаги кинетик эгри чизиқлари.

5-жадвал

Калий бикарбонатни кальцинация жараёнининг кинетик параметрлари

№	Ҳарорат, °C	K, мин <sup>-1</sup>	ln K	1/T	E, ккал/моль
1	150	0,0096	-4,64	0,00236	$-tga = \frac{E_A}{R}$ $E_A = (-tga) * R = 25,57$
2	180	0,0800	-2,52	0,00221	
3	190	0,0964	-2,34	0,00216	

Лабораторияда модель курилмада калий карбонати олиш технологиясининг тажриба синовлари, лабораторияда аниқланган, мақбул технологик шароитларида олиб борилди. Калий карбонати олиш учун ДЭА, калий хлориди ва карбонат ангидридидан фойдаланилди.

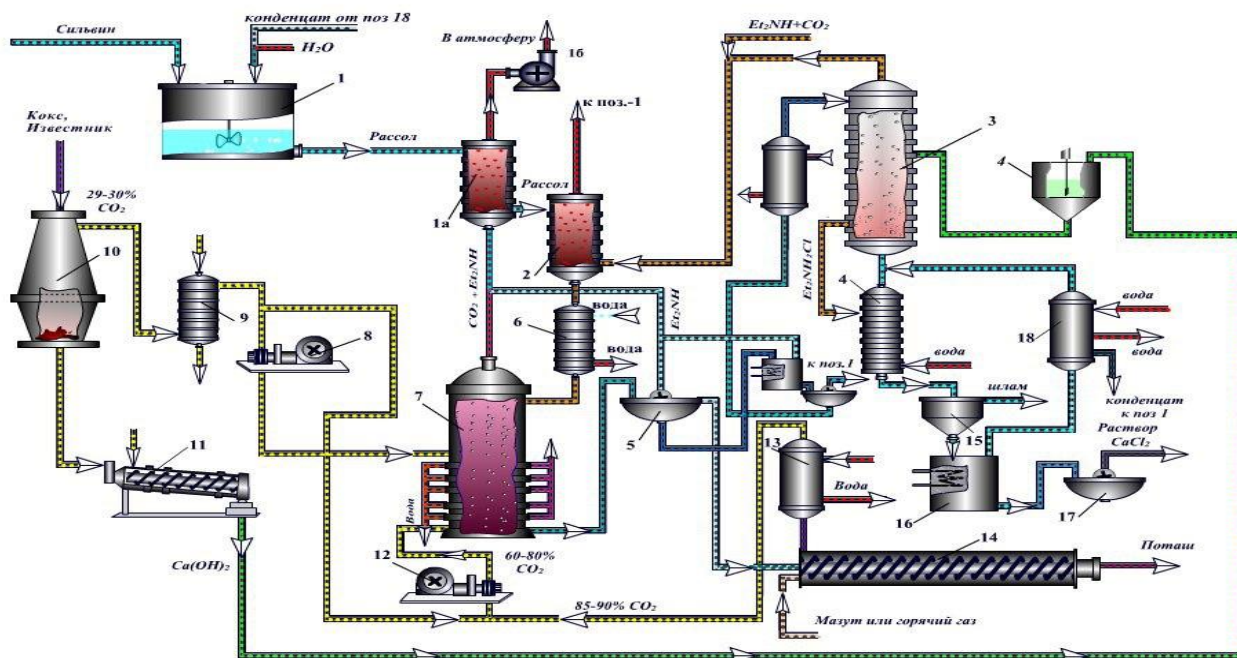
Ўтказилган тажриба синовлари натижасида калий карбонати ишлаб чиқарилди. Кимёвий ва физик-кимёвий таҳлиллар шуни кўрсатадики (6-жадвал), олинган маҳсулот таркибида 98,5% дан кам бўлмаган калий карбонат бор, у мос равишда калий бикарбонати ва поташга қўйилган ГОСТ 4143-78 ва ГОСТ 10690-73 талабларига жавоб беради.

### KHCO<sub>3</sub> ва K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> физик-механик хоссалари

Техник кўрсаткичлар	Техник кўрсаткичлар қиймати	
	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	KHCO <sub>3</sub>
Дастлабки намлик, %	0,92	0,72
Зичлик, г/см <sup>3</sup>	0,77	0,52
Жипслашгандаги зичлик, г/см <sup>3</sup>	1,12	1,15
Оғиш бурчаги, °	23	25
Сочилувчанлик, сек.	16,02	16,05
Гигроскопическ нукта, %	32,6	36,2
Намлик сиғими, %	4,94	5,78
10%-эритма, рН	12,28	9,46

Тадқиқот натижаларига кўра KHCO<sub>3</sub> ни реактив “Т” нави талабларига жавоб берадиган калий бикарбонат ишлаб чиқаришнинг технологик схема ишлаб чиқилган. Аминли усулда поташ олишни қуйидаги схема кўринишида тасвирлаш мумкин (11 расм). Маҳаллий хом ашё ресурслари асосида поташ ишлаб чиқаришни ташкил қилишдаги тахминий иқтисодий самарадорликни аниқлаш учун 1 тонна маҳсулотга нисбатан техник-иқтисодий ҳисоблар олиб борилган.

Ҳисоблар шуни кўрсатадики, ишлаб чиқариш ва хом ашё материаллари сарфини инобатга олган ҳолда 1 т поташнинг таннарҳи таклиф қилинаётган технология бўйича ишлаб турган усулларга нисбатан 1,5-2 баробар арзон бўлиб 6702102,3 сўмни ташкил қилди.



**Рис.11. Поташни аминли усулда ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси:**

1-газ ювгич; 1а,2-абсорберлар; 1б-вакуум-насос; 3-дистилляцион колонна; 4-аралаштиргич; 5,17 - вакуум-филтрлар; 5<sup>1</sup>-иссиқлик алмаштиргичлар; 6 - N,N диэтиламмонийли намақоб учун совутгич, 7 - карбонизацион колонна; 8, 12 - компрессорлар; 9 - совутгичли-газтозалагич; 10 – оҳакқуйдириш печи; 11- оҳакни сўндирувчи аппарат; 13 - совутгичли-тозалагич, 14 — кальцинатор; 15 – тиндиригич; 16 – бузлатиш аппарати; 18 – конденсатор

## ХУЛОСА

Ишлаб чиқилган технология бўйича поташ ишлаб чиқаришдаги барча карбонизация, фильтрация, буғлатиш, кальцинация ва дистилляция жараёнларининг физик-кимёви ва технологик тадқиқот натижалари асосида қуйидаги умумий хулосалар шакллантирилди:

1. Тўрт компонентли ўзаро алмашинувчи тизимларини графаналитик таҳлил усули ёрдамида калий бикарбонатининг 10 ва 30<sup>0</sup>С да олишнинг технологик омилларининг мақбул ўзгартиш оралиқлари аниқланди. Калий бикарбонат унуми юқори чиқиши  $\text{Et}_2\text{NH}_2\text{HCO}_3/\text{KCl} = 1,071:1,65$ ; С:К, Н<sub>2</sub> О моль/  $\Sigma$  моль тузлар нисбатларининг оралиқлари мос равишда 0,593-0,91; 1,05-10,40 и 98,64-99,67% га тенг эканлиги билан изоҳланади.

2. Тажриба йўли орқали карбонизация жараёнидаги газдаги СО<sub>2</sub> нинг миқдори 63-72% оралиқларида, босим эса 2,3-3,1 кгс/см<sup>2</sup> бўлиши зарурлиги топилган. Бунда 25 мин давомида С:К 0,6-0,4 ва зичлиги 1,358-1,483 г/см<sup>3</sup> суспензия ҳосил бўлиб, филтрланиш тезлиги 2867,7 кг/м<sup>2</sup>\* соатга етиб, маҳсулот унуми 86-87% га тенг бўлади.

3.  $\text{KCl} + \text{Et}_2\text{NH}_2\text{Cl} - \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KCl} - \text{CaCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$  тизимининг назарий таҳлиллари асосида карбонизация ва дистилляциядан кейин ҳосил бўладиган филтратларнинг буғланиш жараёнлари таққосланди. Технологик ва иқтисодий нуқтаи назаридан келиб чиқиб карбонизациядан кейин ҳосил бўлган филтратни буғлатиш самарали бўлиши исботланган. Олинган маълумотлар ДЭА ни оҳакли сут билан ҳайдашнинг қуйидаги мақбул омилларини аниқлаш имконини берди: оҳакли сут концентрацияси ва меъёри мос равишда 34 ва 130%, жараён ҳарорати ўткир сув буғи билан қиздириш ҳисобига 95<sup>0</sup>С дан кам эмас, жараён давомийлиги – 40 мин. Бунда ДЭА нинг регенерация даражаси 95% дан кам эмас.

4. Калий бикарбонати кальцинациясининг кинетик омиллари аниқланди ва кальцинация ҳароратининг 185<sup>0</sup>С дан юқори бўлиши кинетик ва энергетик нуқтаи назаридан номақбул бўлиши топилди. Кальцинация жараёнининг фаолланиш энергияси  $E = 16,32$  ккал/моль га тенг.

5. Калий хлориди ва углерод икки оксид асосида поташ олишнинг технологик схемаси ишлаб чиқилган, моддий баланси ҳисобланган ва мақбул технологик режим тавсия этилди.

6. “Деҳқонобод калий заводи” АЖ тажриба қурилмасида маҳаллий флотацион калий хлоридидан поташ олиш технологияси синовдан ўтган. Натижада паст таннарҳли поташни аминли усул бўйича олиш имконияти кўрсатилган.

7. Ҳисоблар шуни кўрсатадики, ишлаб чиқаришга ва хом ашё материалларига кетган сарф-ҳаражатларни ҳисобга олган ҳолда 1 т поташ таннарҳи таклиф этилаётган технология бўйича 6702102,3 сўмни ташкил этди, бугунги кунда бошқа усулларда ишлаб чиқилган 1 т поташ таннарҳи нисбатан 1,5-2 баробар қимматдир.

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

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**БОБОКУЛОВ АКБАР НОСИРОВИЧ**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ПОЛУЧЕНИЯ ПОТАША НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

**Ташкент – 2020**



Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2018.4.PhD/T859 Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

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

**Научный руководитель:**

**Эркаев Ақтам Улашевич**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Тогашаров Ахат Салимович**  
доктор технических наук, старший научный сотрудник

**Раджабов Руздат**  
кандидат химических наук

**Ведущая организация:**

**Навоийский государственный горный институт**

Защита диссертации состоится «08» октября 2020 года в «10<sup>00</sup>» часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (зарегистрирована за №14). (Адрес: 100170, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а). Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90).

Автореферат диссертации разослан «28» сентября 2020 года (реестр протокола рассылки №14 от «28» сентября 2020 года).



**Закиров Б.С.**

Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, д.х.н., профессор

**Салиханова Д.С.**

Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

**Абдурахимов С.А.**

Председатель Научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор



## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Мировой опыт показывает, что химическая промышленность в определенной степени влияет на научно-технический прогресс и поэтому её развитие является критерием развития экономики государства. В настоящее время существует огромный дефицит калия, который является важным продуктом химической промышленности. Калий используется во многих отраслях экономики в качестве: химической промышленности – для изготовления красок, в легкой промышленности – для выделки кож, в бытовой химии – для производства моющих средств, в стекольной промышленности – для производства оптического стекла, в сельском хозяйстве – для производства бесхлорного калийного и других видов удобрения, в строительстве – в качестве противоморозной добавки к бетону, в пищевой промышленности – в качестве стабилизатора в 10 стандартах на пищевые продукты в количестве 2,5-50 г/кг. Кроме того, поташ разрешен к применению в продуктах из какао и шоколада в количестве 70 г/кг от сухого обезжиренного вещества. Поэтому на предприятиях, где предназначено производство различной продукции с использованием поташа, внедрение технологии его получения имеет большое значение.

Во всем мире производство поташа во многих случаях основано на карбонизации гидроксида калия, полученного электрохимическим способом или в результате переработки нефелина по энергоемкой и громоздкой технологии. В связи с этим разработка и реализация рациональной, эффективной и ресурсосберегающей технологии получения поташа является актуальной. Для достижения этой цели необходимо обосновать соответствующие научно-технические решения по следующим направлениям: теоретический анализ получения поташа графоаналитическим методом четырехкомпонентных взаимных систем, состоящих из гидрокарбоната диэтиламина, гидрохлорида диэтиламина, гидрокарбоната калия и хлорида калия, определение оптимальных условий получения гидрокарбоната калия карбонизацией раствора хлорида калия в присутствии диэтиламина.

В результате широкомасштабных мер и инновационных разработок в стране достигнуты определенные результаты в производстве сульфата, хлорида, нитрата калия, гидроксида натрия различных минеральных удобрений и химических реагентов. Третье направление Стратегии действий Республики Узбекистан на 2017-2021 годы определяет такие важные задачи, как «... производство готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки высокотехнологичных отраслей, прежде всего местного сырья ...»<sup>1</sup>. В связи с этим разработка и внедрение рациональных и эффективных и ресурсосберегающих технологий калийных удобрений является актуальной.

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям Республики Узбекистан в 2017-2021 годах».

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» и в Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы», № ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по усиленному развитию химической промышленности в Республике Узбекистан», № ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», а также других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

**Степень изученности проблемы.** В научно – технической литературе имеется определенный объем научных материалов по получению и применению поташа в различных отраслях экономики. Такими мировыми учеными как O.Eisa, H.Lui, B.Zhao, S.Roman Dipling, X.Wang, X.Qian, H.Hirano, B.A.Панасенко, Thomas H.Neuman, William W.Berry, J.Clavr Batty, A.U.Эркаев, З.К.Тоиров проведены научно – исследовательские работы по теоретическим основам и технологии производства поташа на основе различных неорганических и органических соединений. Наиболее распространенным способом получения поташа за рубежом является электролитический, заключающийся в карбонизации раствора едкого кали, получаемого электролизом хлорида калия. Хлорид калия можно переработать в поташ карбонизацией под давлением 5-18 атм суспензии активного карбоната магния в растворе хлорида калия. Вместо хлорида калия можно использовать соду и поташные щелока, подвергаемые карбонизации. Из хлорида калия можно получать поташ через кремнефторид калия одновременно с фторидом натрия. Известен также аминный способ, аналогичный аммиачному способу получения соды, но с заменой аммиака различными аминами. Поташ производят также переработкой природного сульфата калия формиатным способом, а также способом Леблана, цианамидным, бариевым и др. способами.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполняется диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ Ташкентского химико-технологического института по фундаментальному проекту Ф-7-31 «Физико-химический анализ морских и озерных соляных отложений и научные основы их комплексной переработки» (2012-2016 гг.), инновационному проекту ИТД – 12-36 тема: «Разработка технологии комбинированного

способа обогащения сильвинитов Тюбегатанского месторождения» (2014-2016 гг.).

**Целью исследования** является разработка технологии получения поташа аминным способом на основе хлорида калия, диоксида углерода – отхода азотнотуковых предприятий и диэтиламина (ДЭА).

**Задачи исследования:** теоретический анализ взаимной системы  $\text{Et}_2\text{NH}^+$ ,  $\text{K}^+//\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$  и определение интервала варьирования технологических параметров процесса получения бикарбоната калия;

исследование процесса карбонизации растворов хлорида калия в присутствии диэтиламина (ДЭА);

физико-химические свойства и фильтруемость суспензий, образующихся при карбонизации раствора хлорида калия;

технологический анализ систем  $\text{KCl-Et}_2\text{NH}_2\text{Cl-H}_2\text{O}$ ,  $\text{KCl-CaCl}_2\text{-H}_2\text{O}$  с обоснованием процесса упарки маточных растворов, образующихся после карбонизации и/или дистилляция;

исследование регенерации диэтиламина из маточного фильтрата производства поташа;

изучение реологических свойств и фильтруемости суспензии, образующейся при упарке и дистилляции ДЭА из маточных растворов;

исследование кинетики процесса кальцинации бикарбоната калия;

отработка технологических параметров процесса получения поташа и определение его товарных свойств;

разработка технологической схемы и составление материального баланса получения поташа;

апробация технологии получения поташа из хлорида калия в присутствии ДЭА на опытной установке АО «Дехканабадский калийный завод»;

технично-экономические расчеты целесообразности организации производства поташа по разработанной технологии.

**Объектом исследования** являются хлорид калия, диоксид углерода, диэтиламин, бикарбонат калия, карбонат калия, хлорид диэтиламмония, хлорид аммония, гидрокарбонат диэтиламмония, диэтиламмоний.

**Предметом исследования** является установление оптимальных технологических параметров получения поташа из хлорида калия АО «Дехканабадский калийный завод», диоксида углерода – отхода азотнотуковых предприятий и диэтиламина и разработка принципиальной технологической схемы.

**Методы исследования.** В диссертации использованы методы химического, рентгенографического, термического и микроскопического анализов.

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

впервые определен оптимальный интервал варьирования технологических параметров получения бикарбоната калия

графоаналитическим методом анализа взаимных систем  $\text{Et}_2\text{NH}^+$ ,  $\text{K}^+$  //  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  -  $\text{H}_2\text{O}$ ;

впервые установлена взаимозависимость технологических факторов производства синтеза поташа в процессах карбонизации, фильтрации, испарения, регенерации ДЭА и прокаливания;

определены оптимальные условия процесса упарки маточных растворов, образующихся при карбонизации растворов исходных реагентов и дистилляции ДЭА из маточных растворов в присутствии известкового молока на основе теоретического анализа изотермы трехкомпонентных систем  $\text{KCl-Et}_2\text{NH}_2\text{Cl-H}_2\text{O}$  и  $\text{KCl-CaCl}_2\text{-H}_2\text{O}$  при температурах 0, 25, 50, 75, 100°C;

обоснована зависимость реологических свойств промежуточных пульп и растворов от технологических параметров и обоснован характер влияния технологических факторов на кинетику процесса кальцинации бикарбоната калия;

разработаны физико-химические и товарные свойства бикарбонатов и карбонатов калия и разработана усовершенствованная технологическая схема получения поташа из хлорида калия, экспанзерного газа и ДЭА.

**Практические результаты исследования заключаются в следующем:**

разработана технологическая схема производства поташа из хлорида калия АО «Дехканабадский калийный завод», диоксида углерода – отхода азотнотуковых предприятий и ДЭА;

разработана эффективная технология получения поташа аминным способом на основе местных материалов на опытной установке АО «Дехканабадский калийный завод» выпущена опытная партия поташа обеспечивающая снижение себестоимости продукта.

**Достоверность результатов исследования.** Результаты химических и физико-химических анализов (рентгенографический, дифференциально-термический, микроскопический) подтверждены лабораторными опытами и опытно-промышленными испытаниями.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что путем определения закономерностей влияния технологических параметров на процессы синтеза гидрокарбоната калия, фильтрации, выпарки, кальцинации установлены основные физико-химические и технологические основы производства поташа из хлорида калия, диоксида углерода и ДЭА.

Практическая значимость исследования заключается в разработке технологии получения поташа на основе местных сырьевых ресурсов, что позволило снизить себестоимость продукта. В результате импорт калийных удобрений будет ликвидирован, а экспортные возможности будут открыты.

**Внедрение результатов исследований.**

На основании полученных результатов по технологии получения поташа аминным способом из местного сырья:

технология получения бикарбоната калия карбонизацией раствора хлорида калия в присутствии диэтиламина включена в перечень перспективных разработок АО «Дехканабадский калийный завод» (справка АО «Узкимесаноат» от 04 сентября 2020 года № 14-3442). В результате создана возможность получения карбоната калия из бикарбоната калия и расширения ассортимента бесхлорных калийных удобрений.

технология получения поташа кальцинацией бикарбоната калия включена в перечень перспективных разработок АО «Дехканабадский калийный завод» (справка АО «Дехканабадский калийный завод» от 07 июля 2020 года № 01-021/2118). В результате создана возможность уменьшения импорта поташа и обеспечения народного хозяйства поташом.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 4 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 12 научных работ. Из них 3 статьи, в том числе 1 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации (PhD).

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 119 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, введена конкретность объекта и предмета исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

Первая глава **«Современное состояние производства и использования поташа в мире и Узбекистане»** выявляет области применения поташа в различных отраслях экономики, а также сделан подробный анализ их физических и химических свойств, которые необходимо учитывать при его получении и применении.

Обобщение литературных данных позволило сформулировать цель диссертационной работы, заключающуюся в разработке состава и технологии получения поташа на основе местных сырьевых ресурсов.

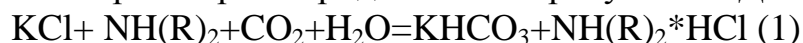
Исследование этих и других вопросов представляет значительный теоретический и практический интерес, позволяющий познать химизм реагирующих компонентов, выяснить оптимальные технологические параметры производства поташа на базе местных компонентов.

Анализ литературы показывает, что диэтиламин превосходит другие амины по своим физико-химическим и токсикологическим свойствам и в некоторой степени близок к аммиаку, и был выбран в качестве вспомогательного (каталитического) агента.

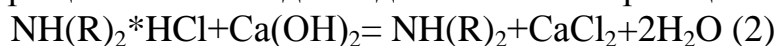
На основании литературного обзора можно сделать заключение, что в Республике имеется реальная возможность организации производства поташа. При этом сырьевыми источниками для получения поташа могут служить хлорид калия АО «Дехканабадский калийный завод» (ДКЗ), углекислый газ – отход азотнотуковых предприятий и ДЭА, который можно считать вспомогательным материалом, т.к. он циркулирует в производстве. Физико-химические и технологические исследования по получению поташа на основе указанных сырьевых источников до сих пор не исследованы.

Во второй главе диссертации «**Характеристика используемого сырья и методы исследования**» приведены состав и свойства объектов исследования, методы проведения экспериментов, а также методики химических анализов и физико-химических исследований синтезированных продуктов и разработан графоаналитический метод определения ДЭА, диэтиламингидрокарбоната, диэтиламингидрохлорида и реакционных систем.

В третьей главе диссертации «**Физико-химические и технологические основы получения поташа аминным способом**» приведены результаты физико-химических исследований трехкомпонентных сложных водных систем  $KCl-CaCl_2-H_2O$ ,  $KCl-Et_2NH_2Cl-H_2O$ , изотермы четырехкомпонентной взаимной системы  $Et_2NH^+, K^+//Cl^-, HCO_3^- - H_2O$ ; влияния технологических параметров на выход продуктов и реологические свойства конечных и промежуточных реакционных систем при конверсии хлорида калия диоксидом углерода в присутствии ДЭА; изучения влияния технологических параметров процесса упарки фильтрата и известковой дистилляции ДЭА из маточных растворов. Изучена возможность аминного способа получения поташа из местного сырья-хлорида калия, производимого на АО «ДКЗ», и диоксида углерода, являющегося отходом азотнотукового производства. Этот метод получения поташа основан на карбонизации под давлением раствора хлорида калия в присутствии ДЭА -  $NH(R)_2$ .



При охлаждении выпадает кристаллический  $KHCO_3$ , который легко отделяется от раствора солянокислого диэтиламина. Последний снова превращается в свободный диэтиламин по реакции:



**Таблица 1**

**Расчетные данные степени выхода  $KHCO_3$  графоаналитическим методом (на основе рис.2)**

№	Содержание воды, $H_2O$ моль/Σ молей соли		*Δ $H_2O$ , моль	Выход $KHCO_3$ по К, %
	Исходная система (расчетная)	После отделения $KHCO_3$ (графически)		
1	3,39	5,59	2,20	78,64
2	1,19	2,28	1,09	99,67
3	1,05	1,75	0,7	99,21
4	1,40	2,10	0,7	98,64

Предлагаемая технология состоит из 7 стадий. Для каждой стадии изучены теоретические и технологические основы (рис.1).

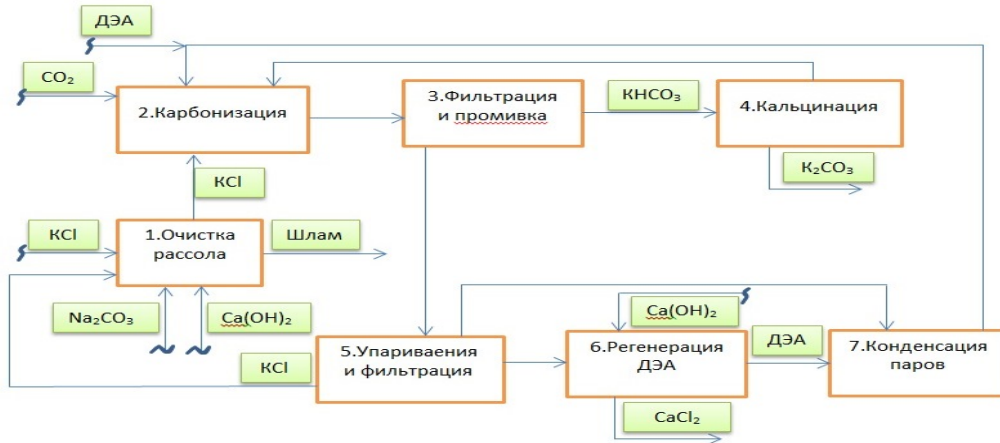
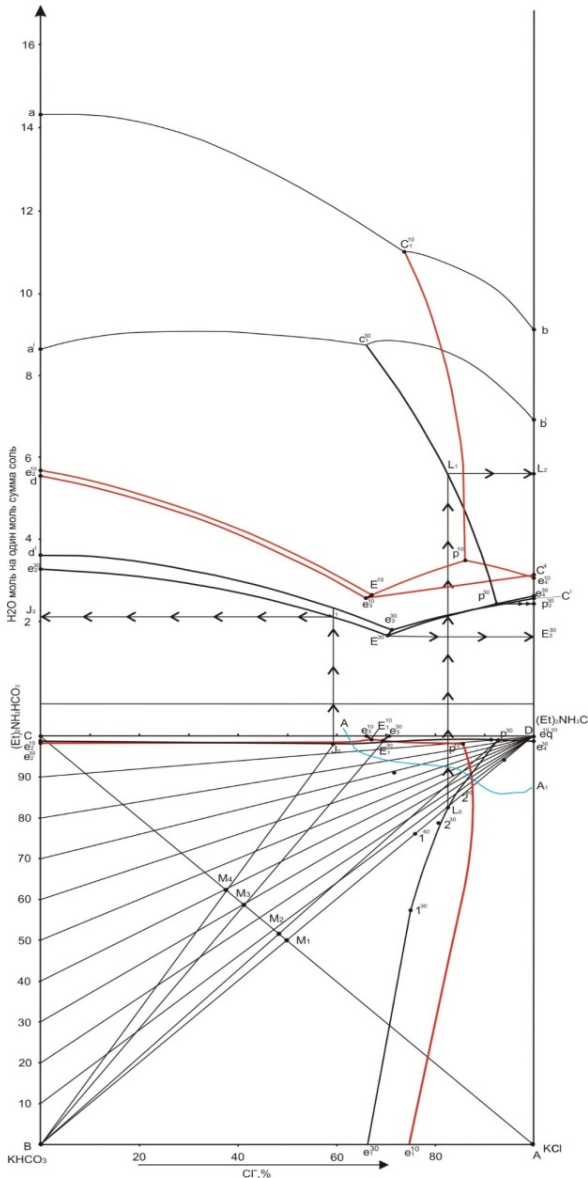


Рис.1. Принципиальная блочная схема получения поташа.



Как показывает графоаналитический анализ изотермы растворимости много компонентной взаимной системы при  $M_0$  содержание  $H_2O$  в маточном растворе увеличивается на 2,2 моля на сумму молей солей, т.е. система (фильтрат) разбавляется и потребуется больше расхода воды. А при  $M_1$  и  $M_2$  разница количества воды в исходной системе и в маточном растворе составляет 1,09 и 0,7. При  $M_4$  снижается выход  $KHCO_3$  по сравнению с  $M_3$  и потребуется больше расхода  $Et_2NH_2HCO_3$  и парофазная отгонка из маточного

фильтрата через дистилляцию  $Et_2NH$  из  $Et_2NH_2Cl$  в присутствии известкового молока. Графоаналитический анализ также показывает, что оптимальными параметрами процесса конверсии являются соотношение  $Et_2NH_2HCO_3 / KCl = 1,071-1,414$ , температура процесса не мене  $30^\circ C$ , расход воды 1,05-1,2 молей на сумму молей солей.

Рис.2. Теоретический анализ получения бикарбоната калия по взаимной системе  $Et_2NH_2^+, K^+ // HCO_3^-, Cl^- - H_2O$ .

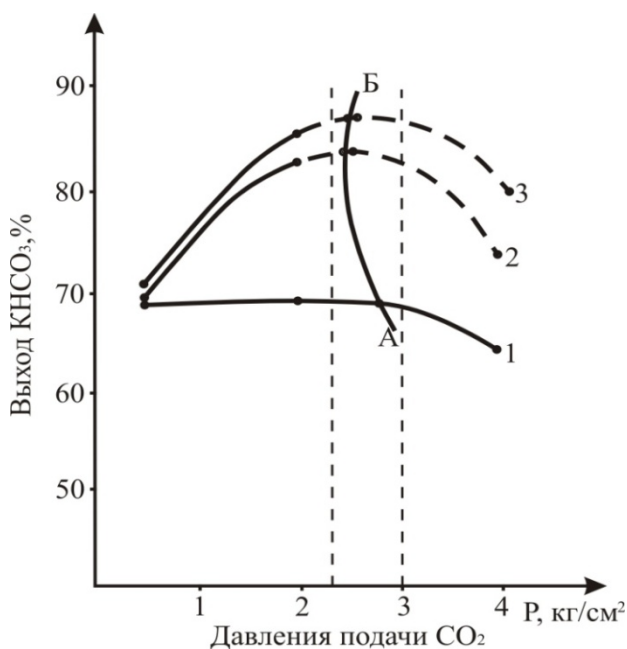


Из табл.2 и рис.3 видно, что на выход бикарбоната калия однозначно влияют норма ДЭА и давление подачи углекислого газа. При 100%-ной норме ДЭА повышение давления  $\text{CO}_2$  до  $3 \text{ кгс/см}^2$  практически не влияет, а дальнейшее его повышение до  $4 \text{ кгс/см}^2$  уменьшает на выход бикарбоната калия от  $69,0\%$  (при  $2 \text{ кгс/см}^2$ ) до  $64,46\%$ . Это объясняется увеличением степени выдувания ДЭА из газовой фазы. Повышение нормы ДЭА до  $133\%$  обеспечивает увеличение выхода  $\text{KHCO}_3$  по сравнению со  $100\%$ -ной нормой ДЭА, особенно, при давлении более  $2 \text{ кгс/см}^2$  (рис.3, кривая 2).

**Таблица 2**

**Влияние технологических параметров на процесс карбонизации раствора хлорида калия в присутствии ДЭА**

№	Давление диоксида углерода, $\text{кгс/см}^2$	Норма ДЭА, %	рН жидкой фазы	Плотность жидкой фазы, $\text{г/см}^3$	Выход $\text{KHCO}_3$ , %
1	0,5	100	9,04	1,060	68,90
2		133	9,14	1,055	69,48
3		147	9,21	1,041	70,92
4	2,0	53	8,35	1,110	37,10
5		67	8,40	1,085	47,89
6		100	9,14	1,055	69,00
7		133	9,25	1,040	83,44
8	4,0	147	9,31	1,045	86,08
9		100	9,26	1,065	64,46

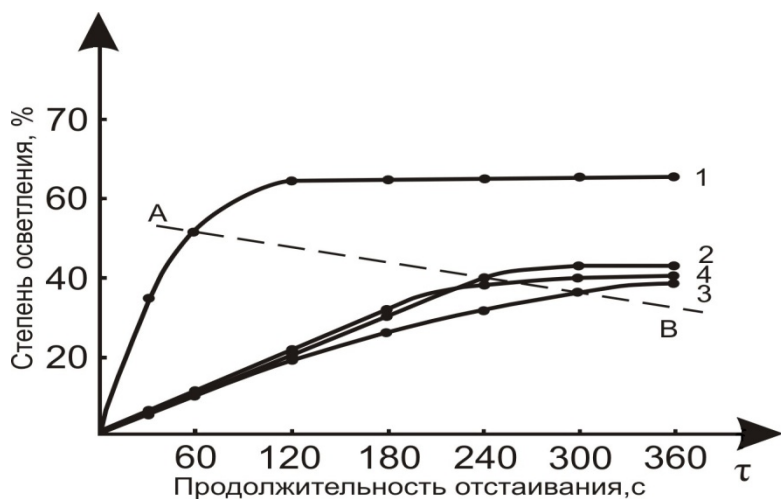


**Рис.3. Изменение степени выхода бикарбоната калия в зависимости от давления углекислого газа и нормы ДЭА. Норма ДЭА, %: 1-100, 2-133, 3-147**

Дальнейшее увеличение нормы ДЭА до  $147\%$  незначительно повышает выход бикарбоната. Например, при давлении  $\text{CO}_2$   $2 \text{ кгс/см}^2$ , норме ДЭА от  $100$  до  $133\%$  выход  $\text{KHCO}_3$  повышается на  $14,4\%$ . А дальнейшее увеличение нормы до  $147\%$  повышает выход продукта всего на  $2,64\%$ . На рисунке линия АБ показывает оптимальное давление  $\text{CO}_2$ , обеспечивающее максимальный выход бикарбоната калия при заданных нормах ДЭА.

При  $\Delta P=2 \text{ атм}$  и норме  $147\%$  в течение  $8-9$  минут выход  $\text{KHCO}_3$  достигает более  $63\%$ , а дальнейшее повышение продолжительности до  $24$  и  $40$  минут повышает степень выхода на  $15$  и  $8\%$  соответственно. Полученные данные показывают, что

необходимо учитывать пропорциональное увеличение потерь  $\text{CO}_2$  с повышением продолжительности процесса.



**Рис.4. Кинетика осаждения суспензии бикарбоната калия. Норма ДЭА, %: 1-57, 2-100, 3-133, 4-147.**

Кинетическая кривая (рис.4) зависимости степени осаждения состоит из прямолинейного и криволинейного отрезка, что объясняется протеканием процесса в две стадии. В первой стадии происходит свободная кристаллизация с преодолением сопротивления только жидкой фазы, чем и объясняется постоянная скорость осаждения. Вторая стадия отличается преодолением дополнительного сопротивления слоя, который

увеличивается с течением времени, что вызывает снижение скорости осаждения до прекращения продвижения верхнего слоя осадка.

Продолжительность перехода первой стадии во вторую ограничивается линией АВ, которая показывает, что с повышением нормы ДЭА продолжительность первой стадии увеличивается от 60 до 300 секунд одновременно со снижением степени осаждения от 51 до 37,3% (рис.4).

С повышением содержания  $\text{CO}_2$  в газе от 28,57 до 100% максимальная температура повышается от 70 до 75°C и через 20 минут снижается до 25, 50°C соответственно. Это объясняется тем, что с повышением содержания  $\text{CO}_2$  в газе реакционная способность системы повышается в начале и даже через 20 минут, чем при использовании низкоконцентрированного газа.

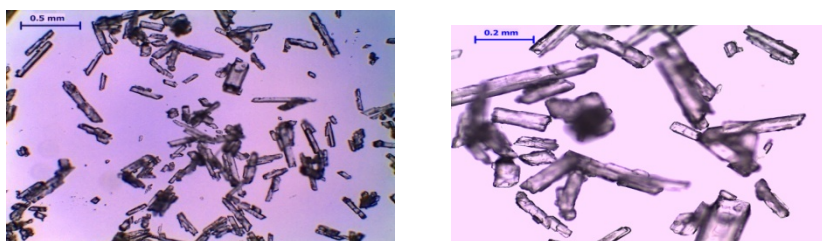
Как показывают данные табл.3, содержание  $\text{CO}_2$  в газе сильно влияет на выход бикарбоната калия в интервале 28,87 – 50,0 %, когда выход продукта повышается на 13,9% от 68,4 до 82,3%.

**Таблица 3**

**Влияние содержания  $\text{CO}_2$  в газе на процесс карбонизации**

№	Давление диоксида углерода, кгс/см <sup>2</sup>	Содержание $\text{CO}_2$ в газе, поступающем на стадию карбонизации, %	рН жидкой фазы	Плотность жидкой фазы, г/см <sup>3</sup>	Выход $\text{KHCO}_3$ , %
1	2	28.57	9,92	1,053	68,4
2		37.50	9,90	1,052	78,9
3		50.00	9,54	1,048	82,3
4		62.50	9,46	1,045	84,7
5		71.42	9,31	1,043	87,2
6		99,00	9,31	1,044	85,5

Дальнейшее повышение содержания  $\text{CO}_2$  до 100% увеличивает выход  $\text{KHCO}_3$  всего на 3,2 %. Необходимо отметить, что даже при применении углекислого газа с содержанием 71,42 % выход бикарбоната калия на 1,7 % больше, чем при применения 99,0 % - ного углекислого газа.



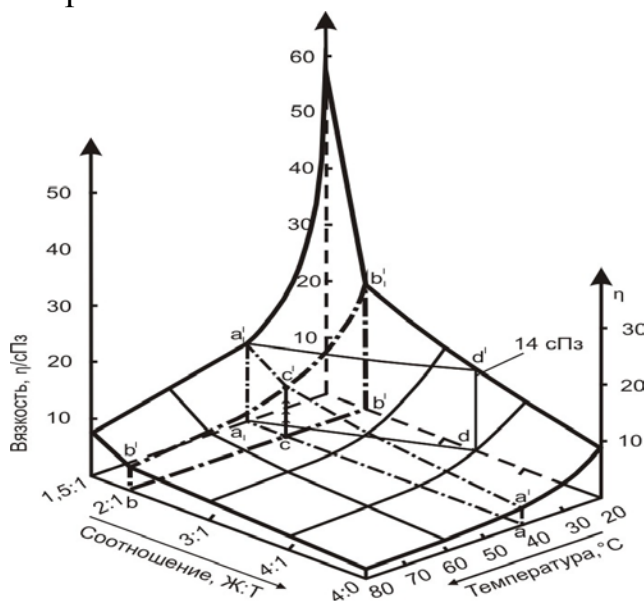
**Рис.5. Микроснимки образцов гидрокарбоната калия. Номера образцов соответствуют номерам табл.2. Образец 6**

Микроскопические анализы (рис. 5) продуктов показывают, что в составе (табл.2) образца 6 образуются иглообразные кристаллы, а в образце 9 основная часть кристаллов представляет собой друзы.

Полученный бикарбонат калия идентифицирован также рентгенографическим методом. Согласно рентгенографическому анализу полученный образец содержит бикарбонат калия; которому соответствуют характерные пики:  $\text{KHCO}_3$  – 2,953; 2,846; 2,614 Å и  $\text{KCl}$  – 3,125; 2,214 Å.

При однократной промывке насыщенным раствором бикарбоната калия при соотношения Ж:Т = 1:1 количество остаточного хлорида калия

составляет 5,05%. Установлено, что для получения качественного бикарбоната калия соотношение Ж:Т должно быть более 1,5. Влияние действия входных технологических параметров на реологические свойства суспензии и их взаимосвязь изображено в виде номограммы (рис.6).



**Рис.6. Номограмма вязкости суспензии бикарбоната калия в зависимости от соотношения Ж:Т и температуры.**

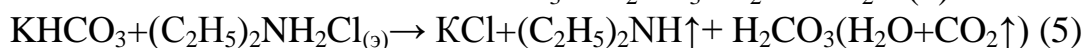
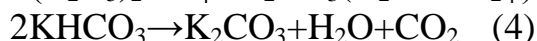
определить значения вязкости при заданных Ж:Т и температуре. Например, необходимо определить значение вязкости системы при Ж:Т=2:1 и температуре 40°C. Для решения задачи от точки а (40°C) и в (Ж:Т) проводим параллельную линию к оси соотношения Ж:Т и температуры соответственно

и определяем точки  $a_1$  и  $v_1$ . От найденных точек  $a$ ,  $a_1$ ,  $v$  и  $v_1$  проводим параллельную линию к оси вязкости до пересечения с плоскостью ABCD и определяем точки  $a^I$ ,  $a_1^I$ ,  $v^I$  и  $v_1^I$ . От точек  $a^I$ ,  $a_1^I$ ,  $v^I$  и  $v_1^I$  проводим симбатную кривую к сторонам AB и AD соответственно с получением кривых  $a^I$ ,  $a_1^I$  и  $v^I$ ,  $v_1^I$ . Линии  $a$ ,  $a_1$  и  $v$ ,  $v_1$ , а также кривые  $a^I$ ,  $a_1^I$  и  $v^I$ ,  $v_1^I$  пересекаются в точках  $c$  и  $c^I$  соответственно. Отрезок  $CC^I$  равен искомому значению вязкости суспензии при заданных условиях, которое равно - 8,74 сПз. Разница табличного и графического значений вязкости суспензии не превышает 5,0%. Таким же образом по номограмме можно определить плотность суспензии.

Основным параметром, определяющим процесс фильтрования, является скорость фильтрации, которая в наибольшей степени зависит от гранулометрического состава, формы частиц и Ж:Т системы. Повышение количества твердой фазы со снижением соотношения Ж:Т от 4:1 до 1,5:1 приводит к резкому снижению удельного сопротивления осадка и повышению скорости фильтрации почти в 3,01 раза.

Из вышеизложенного следует, что практически хлорид калия полностью не превращается в бикарбонат калия при степени конверсии не более 90%. Остаток хлорида калия в фильтрате можно отделять путем упарки исходного маточного раствора состава, масс %:  $H_2O$  – 41,95,  $K^+$ -4,12,  $Cl^-$ -34,93,  $Et_2NH^+$ -20,53 и  $HCO_3^-$ -24,65.

При упарке бикарбонаты калия и диэтиламмония разлагаются по реакциям:



При конденсации пара могут снова образоваться гидрокарбонат диэтиламмония по обратной реакции (3). Как показывают расчёты, содержание свободного  $Et_2NH$  с учетом реакции (3) в образцах составляет 5,25 и 14,45 % соответственно.

Для регенерации ДЭА из хлорида N,N –диэтиламмония необходимо воздействие сильной щелочи, которая могла бы вытеснить  $(C_2H_5)_2NH_2^+$  из  $(C_2H_5)_2NH_2Cl$ . Как и в содовом производстве, для этой цели используется известковое молоко;



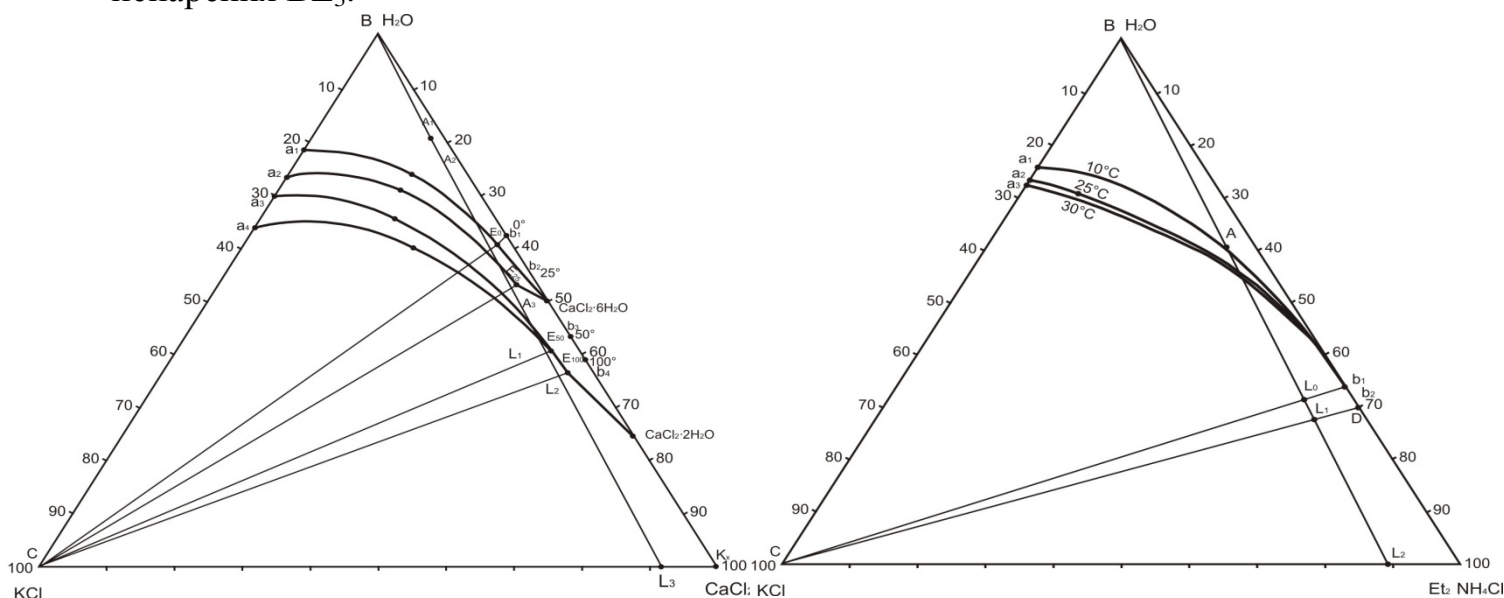
Скорость этой реакции лимитируется скоростью растворения  $Ca(OH)_2$ . Образующийся при разложении ДЭА отгоняется путем дистилляции при нагревании жидкости до 95 – 100°C острым паром.

При регенерации диэтиламина в потоке после отгонки могут образоваться две трехкомпонентные системы до или после дистилляции. На основе графоаналитического анализа данных систем сравнивали последовательность процесса упарки (рис. 7 и 8).

На диаграмме растворимость системы  $Et_2NH_2Cl-KCl-H_2O$  (рис.8) соответствует фигуративной точке А. Процесс испарения протекает по лучу  $BL_2$ . Из диаграммы также видно, что максимальную степень испарения

необходимо продолжать до точки  $L_1$ , которая обеспечивает максимальное осаждение остатка хлорида калия, который равен  $m_{KCl}/m_{жид}(в2)=L_1в2/L_1C$ ; в случае продолжения процесса упарки в твердую фазу выпадает смесь кристаллов хлорида калия и хлорида N,N – диэтиламмония. После отделения твердой фазы образуется жидкая фаза состава, масс %: 30,19  $H_2O$ , 69,60  $Et_2NH_2Cl$ , и 0,24  $KCl$ , а карбонаты практически полностью разлагаются с выделением в газовую фазу  $CO_2$  и далее конденсации с образованием бикарбоната N,N – диэтиламмония.

В стадии дистилляции можно использовать известковое молоко с концентрацией 17, 30 и более 86%. При его норме 110% относительно хлора, в первую очередь, он расходуется на реакцию с карбонатами калия и бикарбонатами N,N – диэтиламина с образованием карбоната кальция, после чего он реагирует с хлоридами N,N – диэтиламмония с образованием хлорида кальция и диэтиламина. В результате этих реакции в системе образуются суспензии с Ж:Т=10,5:4,01-1 в зависимости от концентрации используемого  $Ca(OH)_2$ . Содержание хлорида кальция и калия в жидкой фазе колеблется в пределах 17,39; 23,94; 45,78 и 1,16; 1,60 и 3,00 % относительно концентрации  $Ca(OH)_2$ . Эти составы жидкой фазы нанесены на диаграмму растворимости системы  $CaCl_2-KCl-H_2O$  (рис.7), которые находятся на фигуративных точках  $A$ ,  $A_2$  и  $A_3$ . Фигуративные точки  $A_1$  и  $A_2$  находятся в области ненасыщенных растворов, а фигуративная точка  $A_3$  находится в области совместной кристаллизации кристаллов хлорида калия и шестиводного хлорида кальция. От этих фигуративных точек проводили луч испарения  $VL_3$ .



**Рис.7. Теоретический анализ процесса упарки жидкой фазы, образующейся после дистилляции маточных растворов с применением диаграммы растворимости  $KCl - CaCl_2 - H_2O$**

**Рис.8. Теоретический анализ процесса упарки маточных растворов с применением системы  $KCl - Et_2NH_2Cl - H_2O$**

Диаграмма показывает, что при упарке до точки  $L_2$  даже при  $100^\circ\text{C}$  выпадает незначительное количество кристаллов хлорида калия с соотношением  $\text{T}/\text{Ж}=0,023$ .

Результаты экспериментов показали, что при необходимости выделения остатка хлорида калия из маточных фильтратов необходимо провести процесс упарки фильтрата перед дистилляцией диэтиламина в присутствии известкового молока. В экспериментах процесс упарки проводили с целью снижения расхода известкового молока и непрореагировавшего  $\text{KCl}$  с возвращением его в начало процесса для повышения коэффициента использования хлорида калия.

Для осуществления данных стадий процесса маточный раствор упаривают, фильтруют с получением хлорида калия и упаренного маточного раствора, готовят раствор известкового молока и добавляют его к упаренному маточному раствору. С целью интенсификации процесса регенерации исследовался процесс с использованием негашёной обожженной извести упаренного и не упаренного маточного раствора. Суспензия, образующаяся после регенерации ДЭА, отправляется на шламохранилище.

В соответствии с данными при дистилляции упаренных растворов в присутствии известкового молока в зависимости от концентрации и нормы известкового молока образуются суспензии с  $\text{Ж}:\text{T}=4,32-15,07:1$ . Для определения последовательности стадий и проведения гидродинамических расчетов оборудования было изучено влияние  $\text{Ж}:\text{T}$  и температуры на плотность, вязкость и фильтруемость суспензии. Полученные экспериментальные данные показали, что рН 17%- ной суспензии колеблется в пределах 8,9 – 9,6, а при концентрации 34% интервал рН повышается до 10,17-11,02. Скорость фильтрации суспензии и влажность осадка составляет  $421,13-1553,87 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч}$  и 31,97-60,00% соответственно.

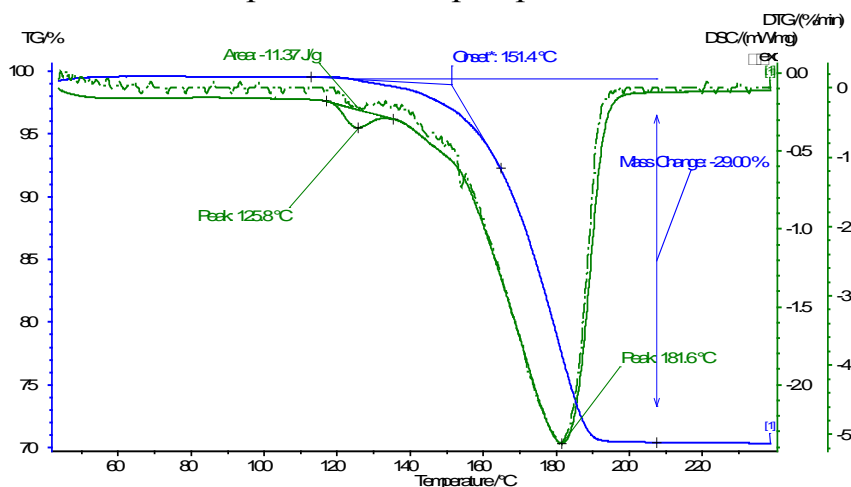
Плотность и вязкость суспензии изучали при  $\text{Ж}:\text{T}$  и температуре в интервале 3:1 - 100:0 и  $20-80^\circ\text{C}$ . Со снижением  $\text{Ж}:\text{T}$  и температуры показатели плотности и вязкости увеличиваются и колеблются в интервалах  $1,138-1,450 \text{ г/см}^3$  и  $3,177-23,33 \text{ сПз}$  соответственно. Необходимо отметить, что при  $\text{Ж}:\text{T}=3:1$  образуется трудно перекачиваемая густая масса.

В четвертой главе диссертации **«Исследование процесса кальцинации бикарбоната калия и отработка технологии получения поташа на модельной установке»** приведены результаты исследований кинетики процесса кальцинации бикарбоната калия; отработки разработанной технологии на АО «Дехканабадский калийный завод» и определения товарных свойств бикарбоната калия и поташа; разработки технологической схемы, расчета материального баланса и технико экономического обоснования разработанной технологии.

На рис.9 представлены кривые ТГ- и ДТГ-анализов для нахождения кинетических параметров процесса кальцинация. На кривой нагревания полученного образца наблюдаются два эндотермических пика.



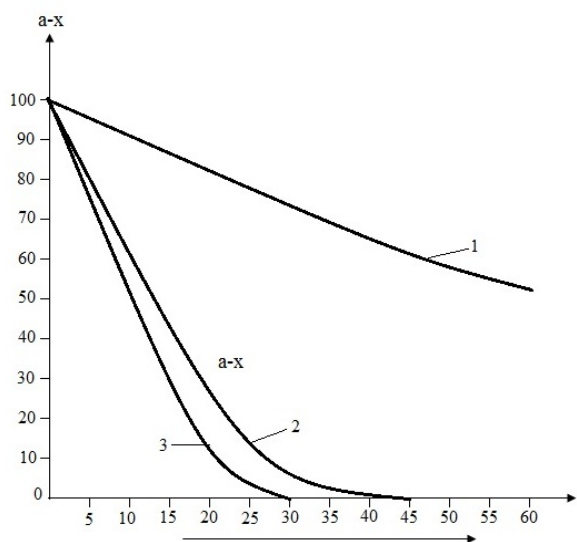
Первый -  $T_{max} = 125.8^{\circ}\text{C}$  соответствует плавлению образца, второй -  $T_{max} = 181.6^{\circ}\text{C}$  – разложению образца с максимальной скоростью 5%/мин. Общая потеря массы при разложении составляет 29%. Общая энергия активации  $\Delta Q = -703.4$  J/g.



**Рис.9. Термограмма образца бикарбоната калия. (табл.2. опыт 8)**

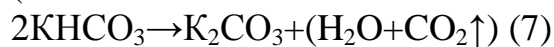
активации  $\Delta Q = -703.4$  J/g.

Далее нами исследовалась кинетика разложения бикарбоната калия при температурах 150, 180, 190°C с определением убыли реакционной массы в течении 60 мин.



**Рис.10. Кинетические кривые кальцинации бикарбоната калия при температуре, °C: 1-150, 2-180, 3-190.**

Полученные результаты показывают, что процесс прокаливается протекает по реакции (7) и энергия активации для данной упорядоченной реакции составляла 25,57 ккал / моль (табл. 5).



В лаборатории на модельной установке проведены опытные испытания технологии получения карбоната калия в оптимальных технологических условиях, определенные в лабораторных условиях. Для получения карбоната калия использовались ДЭА, хлорид калия и углекислый газ.

**Таблица 5**

**Кинетические параметры процесса кальцинация бикарбоната калия**

№	Температура, °C	K, мин <sup>-1</sup>	ln K	1/T	E, ккал/моль
1	150	0,0096	-4,64	0,00236	$-tg\alpha = \frac{E_A}{R}$ $E_A = (-tg\alpha) * R = 25,57$
2	180	0,0800	-2,52	0,00221	
3	190	0,0964	-2,34	0,00216	

В результате проведенных опытных испытаний произведено карбоната калия. Химический и физико-химический анализы (таблица 6) показали, что полученный продукт содержит в своем составе не менее 98,5% карбоната и бикарбоната калия, который отвечает требованиям ГОСТа 4143-78 и ГОСТа 10690-73 на бикарбонат калия и поташ соответственно.



Таблица 6

Физико-механические свойства  $\text{KHCO}_3$  и  $\text{K}_2\text{CO}_3$ 

Технические показатели	Значение технических показателей	
	$\text{K}_2\text{CO}_3$	$\text{KHCO}_3$
Исходная влажность, %	0,92	0,72
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,77	0,52
Плотность с уплотнением, г/см <sup>3</sup>	1,12	1,15
Угол наклона, °	23	25
Сыпучесть, сек.	16,02	16,05
Гигроскопическая точка, %	32,6	36,2
Влагоёмкость, %	4,94	5,78
pH 10%- ной раствор	12,28	9,46

По результатам проведенных исследований разработана технологическая схема производства бикарбоната калия, отвечающего требованиям к марке «Ч» реактивного  $\text{KHCO}_3$ . Получение поташа аминным способом изображается в виде следующей схемы (рис.11). Для ориентировочного определения экономической эффективности организации производства поташа на основе местных сырьевых ресурсов проведен технико-экономический расчет на 1 т продукта.

Расчеты показали, что с учетом затрат на производство и сырьевые материалы согласно расчету себестоимость 1 т поташа по предложенной технологии 6702102,3 сум, т.е. в 1,5 – 2 раза дешевле чем в существующих способах.

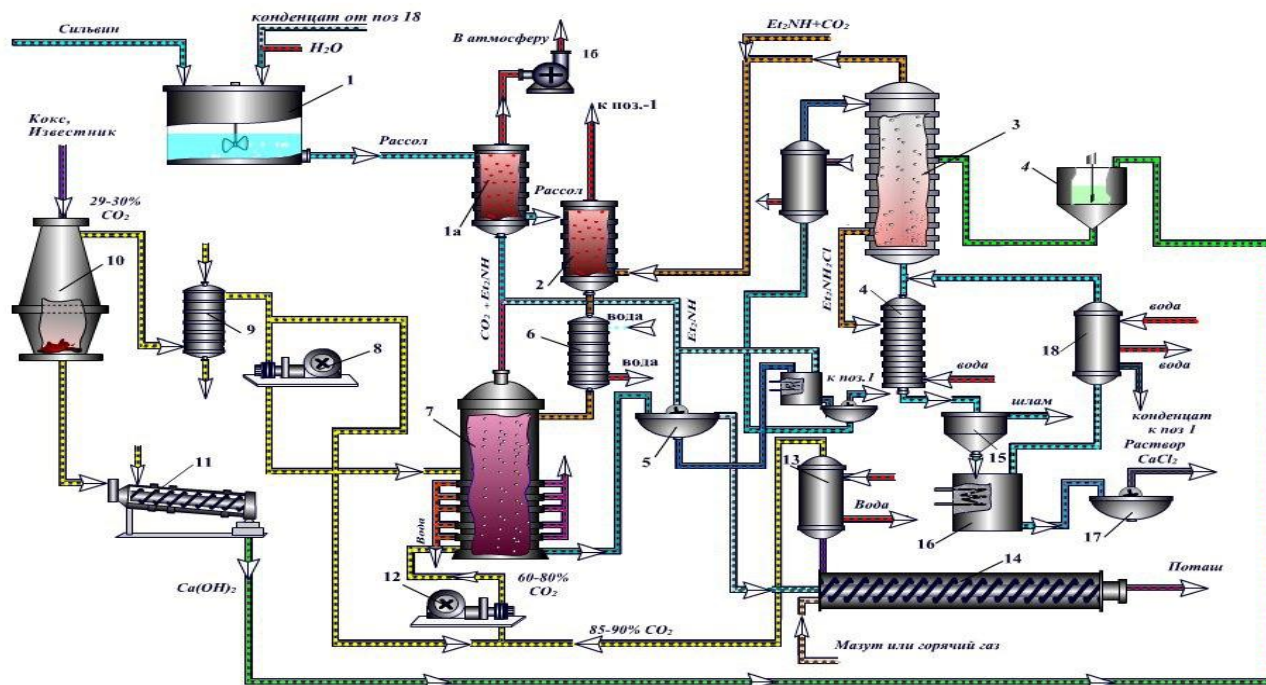


Рис.11. Технологическая схема получения поташа аминным способом:

1-промыватель газов; 1а,2-абсорберы; 1б-вакуум-насос; 3-дистилляционная колонна; 4-смеситель; 5,17 - вакуум-фильтры; 5¹-теплообменник; 6 - холодильник N,N диэтиламмонийного рассола; 7 - карбонизационная колонна; 8, 12 - компрессоры; 9 - холодильник-газоочиститель; 10 - известково-обжигательная печь; 11- аппарат для гашения извести; 13 - холодильник-промыватель; 14 — кальцинатор; 15 – отстойник; 16 – выпарной аппарат; 18 – конденсатор.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов физико-химических и технологических исследований всех стадий карбонизации, фильтрации, выпарки, кальцинации и дистилляции производства поташа по разработанной технологии сформулированы следующие общие выводы:

1. Графоаналитическим методом анализа четырехкомпонентных взаимных систем определены оптимальные интервалы варьирования технологических параметров получения бикарбоната калия при 10 и 30<sup>0</sup>С. Обосновано, что в интервалах соотношений  $\text{Et}_2\text{NH}_2\text{HCO}_3/\text{KCl} = 1,071:1,65$ ; Т:Ж,  $\text{H}_2\text{O}$  моль/моль  $\Sigma$  солей выход бикарбоната калия равен 0,593-0,91; 1,05-10,40 и 98,64-99,67% соответственно.

2. Экспериментально установлено, что при карбонизации содержание  $\text{CO}_2$  в газовой фазе должно быть в интервале 63-72%, а давление -2,3-3,1 кгс/см<sup>2</sup>. При этом в течении 25 мин образуется суспензия с Т:Ж=0,6-0,4 и плотностью 1,358-1,483 г/см<sup>3</sup>, при которых скорость фильтрации достигает до 2867,7 кг/м<sup>2</sup>\*ч с выходом продукта 86-87%.

3. Проведен теоретический анализ систем  $\text{KCl}+\text{Et}_2\text{NH}_2\text{Cl}-\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KCl}-\text{CaCl}_2-\text{H}_2\text{O}$  и сравнительный анализ процессов упарки фильтратов, образующихся после карбонизации и дистилляции. Доказано, что с технологической и экономической точки зрения эффективно упариваеть фильтрат, образующийся после карбонизации. Полученные данные позволяют считать оптимальными следующие технологические параметры отгонки ДЭА известковым молоком: концентрация и норма известкового молока – 34 и 130 % соответственно, температура процесса - не менее 95<sup>0</sup>С за счет нагревания острым водяным паром, продолжительность процесса- 40 мин. При этом степень регенерации ДЭА составляет не мене 95%.

4. Определены кинетические параметры процесса кальцинации бикарбоната калия и установлено, что повышение температуры кальцинации более 185<sup>0</sup>С с кинетической и энергетической точки зрения нежелательно. Показано, что энергия активации процесса кальцинации составляет  $E=16,32$  ккал/моль

5. Разработана технологическая схема, рассчитан материальный баланс и установлен оптимальный технологический режим получения поташа на базе хлорида калия и углекислого газа.

6. Технология получения поташа из местных флотационных хлоридов калия апробирована на опытной установке АО «Дехканабадский калийный завод». В результате показана возможность получения поташа по аминному способу с низкой себестоимостью.

7. Расчеты показали, что с учетом затрат на производство и сырьевые материалы себестоимость 1 т поташа по предложенной технологии составляет 6702102,3 сум, а себестоимость 1 т поташа, производимого по другим способам, в 1,5-2 раза дороже.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc. 02/30.12.2019.K/T. 35.01 AT INSTITUTE OF  
GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

---

**INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

**BOBOKULOV AKBAR NOSIROVICH**

**PHYSICAL-CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL BASES OF  
OBTAINING POTASH BASED ON LOCAL RAW MATERIALS**

**02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis**

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

**Tashkent – 2020**



**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 B2018.4.PhD/T859.**

Dissertation was carried out at Tashkent chemical-technological institute.

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

**Research supervisors:** **Erkaev Aktam Ulashevich**  
doctor of technical science, professor

**Official opponents:** **Togasharev Ahat Salimovich**  
doctor of technical sciences, senior fellow

**Radjabov Ruzmat**  
doctor of philosophy in chemistry

**Leading organization:** **Navoi State Mining Institute**

The defense will take place "08" october 2020 at 10<sup>00</sup> o'clock at the meeting of scientific council No. DSc. 02/30.12.2019.K/T. 35.01 at General and Inorganic Chemistry, Tashkent Chemical Technological Institute, (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel.: (+99871) 262-56-60, fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under №14). (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90).

Abstract of dissertation sent out on "28" september 2020 y.  
(mailing report №14 from "28" september 2020 y.).



**Zakirov B.S.**  
Chairman of the scientific council  
awarding scientific degrees,  
doctor of chemical sciences, professor

**Salikhanova D.S.**  
Scientific secretary of the scientific council  
awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

**Abdurakhimov S.A.**  
Chairman of scientific seminar at scientific council on  
awarding of scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is to develop a technology for the production of potash by the amine method based on potassium chloride, carbon dioxide - waste from nitrogen fertilizer enterprises and diethylamine (DEA)

**The object of the research** are potassium chloride, carbon dioxide, diethylamine, potassium bicarbonate, potassium carbonate, diethylammonium chloride, ammonium chloride, diethylammonium bicarbonate, diethylammonium.

**The scientific novelty of dissertational research** consists in the following:

for the first time the optimal range of variation of the technological parameters for the production of potassium bicarbonate was determined by the graphic-analytical method of analyzing the mutual systems  $\text{Et}_2\text{NH}^+$ ,  $\text{K}^+ // \text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{O}$ ;

for the first time the interdependence of technological factors on the production processes of potash synthesis such as carbonization, filtration, evaporation, DEA regeneration and calcination was established;

the optimal conditions for the process of evaporation of mother liquors formed during carbonization of solutions of initial reagents and distillation of DEA from mother liquors in the presence of milk of lime were determined on the basis of theoretical analysis of the isotherm of three-component systems  $\text{KCl}-\text{Et}_2\text{NH}_2\text{Cl}-\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{KCl}-\text{CaCl}_2-\text{H}_2\text{O}$  at temperatures of 0, 25, 50, 75, 100°C;

the dependence of the rheological properties of intermediate slurries and solutions on technological parameters was established and the nature of the influence of technological factors on the kinetics of the process of calcination of potassium bicarbonate was justified;

the physicochemical and commercial properties of potassium bicarbonates and carbonates have been determined and an improved technological scheme for the production of potash from potassium chloride, expander gas and DEA has been developed.

**Implementation of the research results:** On the basis of the obtained results on the technology for producing potash by the amine method from local raw materials is as follows:

the technology for producing potassium bicarbonate by carbonization of a potassium chloride solution in the presence of diethylamine at Dekhkanabad Potash Plant JSC and is included in the list of promising developments (certificate of "Uzkimyosanoat" JSC dated 04.09.2020 No. 14-3442). As a result, the possibility of obtaining potassium carbonate and chlorine-free potassium fertilizers from potassium bicarbonate has been created;

the technology for producing potash by calcining potassium bicarbonate has been tested on production conditions at Dekhkanabad Potash Plant JSC and is included in the list of promising developments (certificate of Dehkanabad Potash Plant JSC dated 07.07.2020 No. 01-021 / 2118). As a result, an opportunity has been created to reduce the import of potash and provide the national economy with potash.

**The structure and volume of the thesis.** The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, the list of references, applications. The volume of the dissertation is 119 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**  
**I бўлим (I часть, I part)**

1. Бобокулов А.Н., Эркаев А.У., Тоиров З.К. Исследование процесса получения гидрокарбоната калия с применением диэтиламина.// UNIVERSUM:Химия и биология,№ 10, Москва-2017г. (02.00.00, № 2).

2. Bobokulov A.N., Erkaev A.U., Toirov Z.K., Kucharov B.X. Research on the Carbonization Process of Potassium Chloride Solutions in the Presence of Diethylamine // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE),Volume-8 Issue-9S2, July 2019, ISSN:2278-3075. DOI: 10.35940/ijitee.I1048.0789S219. (Scopus). ((41) SCImago-0,102, Q4, [https://www.scimagojr.com/journalrank.php?country=IN&type=j&page=11&total\\_size=543](https://www.scimagojr.com/journalrank.php?country=IN&type=j&page=11&total_size=543)).

3. Бобокулов А.Н., Эркаев А.У., Тоиров З.К., Кучаров Б.Х. Исследование процесса выпарки жидкой фазы производства бикарбоната калия // O'zbekiston kimyo jurnali, 2019, №4 9-15 ст. (02.00.00, № 6).

4. Бобокулов А.Н., Эшметова Д.З., Атакузиев Т.А., Джандуллаева М.С Влияние железосодержащих шлаков на свойства силикатных материалов из доломитовой извести. // UNIVERSUM:ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ,№ 8(65), 8-13 ст. Москва-2019г. (02.00.00, №1)

**II бўлим (II часть, II part)**

5. Г.Тухтаева., М.Юлчиев., Э.Баймуратова., А.Эркаев., А.Н.Бобокулов., Разработка получения поташа конверсией хлорида калия углеаммонийными солями.// Технические и социально-экономические науки важные вопросы в области Республики Узбекистан -1 том, Ташкент - 2013 Стр. 26-27.

6. А.Эркаев., А.Н.Бобокулов Калий хлорид-аммоний хлорид-сув системасининг 20,40,60 ва 80<sup>0</sup>С даги изотермик диаграммаларини ўрганиш.// «Умидли кимёгарлар-2015» Ёш олимлар, магистрантлар ва бакалавриат талабаларини XXIV- илмий- техникавий анжуманининг мақолалар тўплами - 2том, Тошкент-2015 й. 31-32 бет

7. А.У.Эркаев., З.К.Тоиров., А.Н.Бобокулов., С.Азларов., Д.Байраева. Исследование процесса получения карбоната калия. // Материалы 9-й международной научной конференции «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные перспективы развития» Навои - 2017 г. - 433 с.

8. А.Н.Бобокулов., А.У.Эркаев., З.К.Тоиров., Кучаров Б.Х. Исследование процесса отделения бикарбоната калия из карбонизированной суспензии. // Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производств, республиканская научно-техническая конференция. Навоий-2018 г. 31-32 ст.

9. А.Н.Бобоқулов., А.У.Эркаев., З.К.Тоиров., Кучаров Б.Х. Исследование процесса карбонизации растворов хлорида калия в присутствии диэтиламина. // Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производств, республиканская научно-техническая конференция.Навоий-2018 г. 38-39 ст.

10. А.Н.Бобоқулов., А.У.Эркаев., З.К.Тоиров., Кучаров Б.Х. Исследование процесса выпарка жидком фазы производства бикарбоната кали // Материалы международной научной конференции “Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях” 24-25 мая 2019 года 2 – том 164-165 ст. Фергана.

11. А.Н.Бобоқулов., А.У.Эркаев., З.К.Тоиров., Кучаров Б.Х. Исследование процесса получения карбоната калия с применением диэтиламина // Международная научно-техническая конференция молодых ученых «Инновационные материалы и технологии – 2020» г. Минск, Республика Беларусь 09-10 января 2020 г.

12. A.N.Bobokulov., A.U.Erkayev., B.K.Kucharov., Z.K.Toirov Rheological properties and filterability of the suspension formed during evaporation and distillation of dea from mother solutions // LXXII International scientific and practical conference «International Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education». USA, Boston, July 25, 2020.

13. Панжиев О.Х., Тоиров З.К., Бозоров О.Н., Бобоқулов А.Н.. Химическая технология неорганических веществ // Учебник. Ташкент – 2018. – 187с.

Автореферат “Ўзбекистон кимё журналі” таҳририятида таҳрирдан  
ўтказилди.

Бичими 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табағи: 3,5. Адади 100. Буюртма № 95.

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