

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
БУХОРО МУХАНДИСЛИК ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

Қўлёзма ҳуқуқида

УДК 665.65.63.

УМАРОВ БОБУРБЕК НОСИР ўғли

**«ТАБИЙ ГАЗНИ ҚУРИТИШ ЖАРАЁНИДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН
ЦЕОЛИТ АДСОРБЕНТИНИ РЕГЕНЕРАЦИЯ ҚИЛИШ ЖАРАЁНИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ»**

Мутахассислик: 5А 321401– «Кимёвий ва нефт-газ кимёвий технологиялар»

**Магистр академик даражасини олиш учун
ДИССЕРТАЦИЯ**

Илмий раҳбар: Камалова М.Б.

Бухоро-2018 й.

МУНДАРИЖА	бет
КИРИШ	4
I БОБ. ТАБИЙ ГАЗНИ ҚУРИТИШ ЖАРАЁНИДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН ЦЕОЛИТ АДСОРБЕНТИНИ РЕГЕНЕРАЦИЯ ҚИЛИШ ЖАРАЁНИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ БЎЙИЧА АДАБИЁТЛАР ШАРҲИ	14
1.1. Табиий газларнинг тавсифи, синфланиши ва технологик келиб чиқиш.....	14
1.2. Табиий газларни тозалашда адсорбция жараёнларининг хусусиятлари.....	24
1.2.1. Адсорбция жараёнининг физик-кимёвий асослари.....	40
1.3. Адсорбент-цеолитлар тўғрисида умумий маълумот.....	44
1.3.1. Цеолитларнинг структурали хусусиятлари.....	48
1.4. Табиий газни қуритишда цеолитларни қўллаш усуллари.....	52
1.5. Регенерациялаш усулининг таҳлили.....	68
1.5.1. Адсорбентнинг регенерацияси.....	70
1.5.2. Десорбция жараёнининг моҳияти	72
II БОБ. ТАДҚИҚОД ОБЪЕКТЛАРИ ВА НАТИЖАЛАРИ	78
2.1. Шудринг нуктасига биноан углеводород газлари таркибидаги намликни аниқлаш тажриба қурилмаси.....	78
2.2. Углеводород газлари таркибидаги намликни аниқлаш усуллари.....	82
2.3. Адсорбент-цеолитлар ёрдамида табиий газни нордон компонентлардан тозалашнинг тажриба қурилмаси.....	84
III БОБ. ЦЕОЛИТЛАР ЁРДАМИДА ТАБИЙ ГАЗЛАРНИ ҚУРИТИШНИНГ ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ	87
3.1. Цеолитларнинг физик-механик хоссалари ўрганиш ва таҳлил қилиш.....	87
3.2. Цеолитларнинг адсорбцион-регенерациялаш хусусиятларини аниқлаш лаборатория стенди.....	94
ХУЛОСА	102
ҚЎЛЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ	104
ИЛОВАЛАР	107

Аннотация

Ушбу диссертация ишида, табиий газ таркибида намлик ва механик аралашмаларни қисман қуритиш мақсадида махсус тозалаш жараёнлари: молекуляр тизимларда адсорбция; қаттиқ адсорбент –цеолитларни қайта ишлаш самарадорлигини оширишга эришилади.; илмий тадқиқот натижасида адсорбентларнинг янгиланиши илмий асосланиб, тадқиқ қилишни жорий этиш йуналишлари ўрганилган. Адсорбентнинг регенерациялаш натижасида ютиш хоссаларини қайта тиклаш бўйича тадқиқот ишлари жорий этилган ва илмий ишнинг ўрни ва аҳамияти аниқланган.

Аннотация

В данной диссертации с целью осушки природных газов разработаны специальные методы обработки для частичной сушки влаги и механических соединений в природном газе: адсорбция в молекулярных системах; Повышенная эффективность обработки твердых адсорбентов - цеолита; В результате научных исследований обновление адсорбции было научно обосновано и изучено, как были введены исследования. В результате регенерации адсорбента были проведены исследования по поглощающим свойствам, определена роль и значение исследования.

The summary

In this dissertation for the purpose of drying natural gases, special treatment methods have been developed for partial drying of moisture and mechanical compounds in natural gas: adsorption in molecular systems; Increased efficiency of processing of solid adsorbents - zeolite; As a result of scientific research, the updating of adsorption was scientifically justified and studied how studies were introduced. As a result of regeneration of the adsorbent, studies were carried out on the absorbing properties, the role and significance of the study were determined.

КИРИШ

Мамлакатимизда мустақиллик йилларида амалга оширилган кенг кўламли ислохотлар миллий давлатчилик ва суверенитетни мустаҳкамлаш, хавфсизлик ва ҳуқуқ-тартиботни, давлатимиз чегаралари дахлсизлигини, жамиятда қонун устуворлигини, инсон ҳуқуқ ва эркинликларини, миллатлараро тотувлик ва диний бағрикенглик муҳитини таъминлаш учун муҳим пойдевор бўлди, халқимизнинг муносиб ҳаёт кечириши, фуқароларимизнинг бунёдкорлик салоҳиятини рўёбга чиқариш учун зарур шарт-шароитлар яратди.

Иқтисодиётда маъмурий-буйруқбозликка асосланган бошқарув тизимидан мутлақо воз кечилиб, бозор ислохотлари босқичма-босқич амалга оширилгани ва пул-кредит сиёсати пухта ўйлаб олиб борилгани макроиқтисодий барқарорликни, иқтисодиётнинг юқори суръатлар билан ўсишини, инфляцияни прогноз кўрсаткичлари даражасида сақлаб қолишни таъминлади ҳамда кичик бизнес ва хусусий тадбиркорлик, фермерлик ҳаракатини ривожлантириш учун кенг имкониятлар ва қулай шароитлар яратилишига хизмат қилди.

Айни вақтда мамлакатимиз босиб ўтган тараққиёт йўлининг чуқур таҳлили, бугунги кунда жаҳон бозори конъюнктураси кескин ўзгариб, глобаллашув шароитида рақобат тобора кучайиб бораётгани давлатимизни янада барқарор ва жадал суръатлар билан ривожлантириш учун мутлақо янгича ёндашув ҳамда тамойилларни ишлаб чиқиш ва рўёбга чиқаришни тақозо этмоқда.

Олиб борилаётган ислохотлар самарасини янада ошириш, давлат ва жамиятнинг ҳар томонлама ва жадал ривожланиши учун шарт-шароитлар яратиш, мамлакатимизни модернизация қилиш ҳамда ҳаётнинг барча соҳаларини либераллаштириш бўйича устувор йўналишларни амалга ошириш мақсадида:

Аҳоли ва тадбиркорларни ўйлантираётган долзарб масалаларни ҳар томонлама ўрганиш, амалдаги қонунчилик, ҳуқуқни қўллаш амалиёти ва илғор хорижий тажрибани таҳлил қилиш, шунингдек кенг жамоатчилик муҳокамаси натижасида ишлаб чиқилган ҳамда қўйидагиларни назарда тутадиган 2017 - 2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси тасдиқланган.

Иқтисодий ривожлантириш ва либераллаштиришнинг устувор
йўналишлари:

Макроиқтисодий барқарорликни янада мустаҳкамлаш ва юқори иқтисодий ўсиш суръатларини сақлаб қолиш;

- макроиқтисодий муносибликни сақлаш, қабул қилинган ўрта муддатли дастурлар асосида таркибий ва институционал ўзгаришларни чуқурлаштириш ҳисобига ялпи ички маҳсулотнинг барқарор юқори ўсиш суръатларини таъминлаш;

- харажатларнинг ижтимоий йўналтирилганини сақлаб қолган ҳолда Давлат бюджетининг барча даражаларида муносибликни таъминлаш, маҳаллий бюджетларнинг даромад қисмини мустаҳкамлашга қаратилган бюджетлараро муносабатларни такомиллаштириш;

- солиқ юкини камайтириш ва солиққа тортиш тизимини соддалаштириш сиёсатини давом эттириш, солиқ маъмуриятчилигини такомиллаштириш ва тегишли рағбатлантирувчи чораларни кенгайтириш;

- илғор халқаро тажрибада қўлланиладиган инструментлардан фойдаланган ҳолда пул-кредит сиёсатини янада такомиллаштириш, шунингдек валютани тартибга солишда замонавий бозор механизмларини босқичма-босқич жорий этиш, миллий валютанинг барқарорлигини таъминлаш;

- халқаро иқтисодий ҳамкорликни янада ривожлантириш, жумладан, етакчи халқаро ва хорижий молиявий институтлар билан алоқаларни кенгайтириш, пухта ўйланган ташқи қарзлар сиёсатини амалга оширишни

давом эттириш, жалб қилинган хорижий инвестиция ва кредитлардан самарали фойдаланиш.

Таркибий ўзгартиришларни чуқурлаштириш, миллий иқтисодиётнинг етакчи тармоқларини модернизация ва диверсификация қилиш ҳисобига унинг рақобатбардошлигини ошириш:

- миллий иқтисодиётнинг мутаносиблиги ва барқарорлигини таъминлаш, унинг таркибида саноат, хизмат кўрсатиш соҳаси, кичик бизнес ва хусусий тадбиркорлик улушини кўпайтириш;

- ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва технологик жиҳатдан янгилаш, ишлаб чиқариш, транспорт-коммуникация ва ижтимоий инфратузилма лойиҳаларини амалга оширишга қаратилган фаол инвестиция сиёсатини олиб бориш;

- юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали саноатни янада модернизация ва диверсификация қилиш;

- иқтисодиёт тармоқлари учун самарали рақобатбардош муҳитни шакллантириш ҳамда маҳсулот ва хизматлар бозорида монополияни босқичма-босқич камайтириш;

- принципиал жиҳатдан янги маҳсулот ва технология турларини ўзлаштириш, шу асосда ички ва ташқи бозорларда миллий товарларнинг рақобатбардошлигини таъминлаш;

- ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришни рағбатлантириш сиёсатини давом эттириш ҳамда, энг аввало, истеъмол товарлар ва бутловчи буюмлар импортининг ўрнини босиш, тармоқлараро саноат кооперациясини кенгайтириш;

- иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш, қайта

тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланишни кенгайтириш, иқтисодиёт тармоқларида меҳнат унумдорлигини ошириш;

- фаолият кўрсатаётган эркин иқтисодий зоналар, технопарклар ва кичик саноат зоналари самарадорлигини ошириш, янгиларини ташкил этиш;

- хизмат кўрсатиш соҳасини жадал ривожлантириш, ялпи ички маҳсулотни шакллантиришда хизматларнинг ўрни ва улушини ошириш, кўрсатилаётган хизматлар таркибини, энг аввало, уларнинг замонавий юқори технологик турлари ҳисобига тубдан ўзгартириш;

- туризм индустриясини жадал ривожлантириш, иқтисодиётда унинг роли ва улушини ошириш, туристик хизматларни диверсификация қилиш ва сифатини яхшилаш, туризм инфратузилмасини кенгайтириш;

- экспорт фаолиятини либераллаштириш ва соддалаштириш, экспорт таркибини ва географиясини диверсификация қилиш, иқтисодиёт тармоқлари ва ҳудудларнинг экспорт салоҳиятини кенгайтириш ва сафарбар этиш;

- йўл-транспорт инфратузилмасини янада ривожлантириш, иқтисодиёт, ижтимоий соҳа, бошқарув тизимига ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш.

- инвестиция муҳитини такомиллаштириш, мамлакат иқтисодиёти тармоқлари ва ҳудудларига хорижий, энг аввало, тўғридан-тўғри хорижий инвестицияларни фаол жалб қилиш.

Қулай инвестицион муҳит халқаро ҳамкорларга кенг имкониятларни тақдим этмоқда. Мослашувчан солиқ сиёсати, лойиҳаларнинг салоҳиятли йўналишларини танлаш имкони, истиқболли минтақаларни ўрганиш ва тадқиқ этишда кўрсатилаётган ёрдам самарали ҳамкорлик қилиш ва энергетика соҳасидаги кооперацияни ривожлантириш учун замин яратмоқда.

Хорижий шериклар билан фаол ҳамкорлик юритиш йўлларида мамлакатимизга тўғридан-тўғри хорижий инвестициялар оқими анча кенгайди. Тармоқ объектларининг техник жиҳозланганлик даражаси ҳам

сезиларли ортди. Уларнинг аксариятида жиддий модернизация ва кенг кўламли реконструкция жараёнлари амалга оширилди.

Конларда босимни янада кучайтирувчи замонавий компрессор станциялари, ер ости газ омборлари барпо этилди. «Ўзбекнефтгаз» МХКнинг ишончли ҳамкорлари каторида Хитой, Малайзия, Корея Республикаси, Россия ва бошқа мамлакатларнинг энг йирик компаниялари мавжуд, бу компаниялардан куйидагиларни келтириш мумкин:

Газпром (Россия), ЛУКОЙЛ (Россия), CNPC International (Хитой), Petronas Carigali (Малайзия), Korea National Oil Corporation (Жанубий Корея), Korea Gas Corporation (Жанубий Корея), Hyundai Engineering (Жанубий Корея), Petro Vietnam (Вьетнам), Sasol (ЖАР), Delta Oil Company (Саудия Арабистони), Technip (Италия), HONEYWELL (АҚШ) ва ҳ.к.

Мустақиллик йилларида Ўзбекистон энг устувор йўналишлар сифатида иқтисодиётни диверсификация қилиш ва модернизациялаш, импорт ўрнини босувчи товарлар ва юқори технологик, рақобатбардош маҳсулотлар ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш ва кенгайтиришга асосий эътибор қаратмоқда. Нефтгаз тармоғида нафақат хом ашёни қазиб чиқариш ва экспорт қилиш ҳажмларини ошириш, балки қайта ишланган маҳсулот улушини сезиларли кўпайтиришга эришилди. Углеводород хом ашёсини чуқур қайта ишлашга мўлжалланган мажмуаларни қуришга йўналган стратегия натижасида Ўзбекистонда илғор технологияларга асосланган нефт ва газкимё индустрияси шаклланди ва изчил ривож топмоқда.

Нефт мустақиллигига эришишга қаратилган давлат сиёсати туфайли мамлакатимиз нафақат табиий газ қазиб чиқариш бўйича дунёда саккизинчи ўринга чиқишга, балки газни қайта ишлаш масалаларида энг муҳим шериклардан бирига айланишга муваффақ бўлди. Бу эса инвестицион ҳамкорлик ва, демакки, мамлакат иқтисодиётининг жаҳон бозоридаги истиқболлари тубдан янги поғонага кўтарилганидан далолатдир.

Ишнинг долзарблиги:

Мамлакатимиз саноат тармоқларини жадал ва барқарор ривожлантириш, уларнинг экспорт салоҳиятини ўстириш, ишлаб чиқариш корхоналарини техник ва технологик жиҳатдан қайта қуроллантириш, ички бозорни миллий корхоналарда ишлаб чиқарилган маҳсулотлар билан таъминлаш, мавжуд ресурслардан унумли фойдаланиш, фаол инвестиция сиёсатини амалга ошириш асосида саноатнинг самарадорлиги ва рақобатбардошлигини янада оширишга эришиш мумкин. Бу борада юртимизда қабул қилинган дастурга биноан ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва технологик жараёнларни янгилашга доир тармоқ дастурларининг изчил амалга оширилиши натижасида саноат таркибида юқори, қўшимча қийматга эга бўлган, рақобатдош маҳсулотлар тайёрлаётган қайта ишлаш тармоқлари тобора ортиб бормоқда. Бугунги кунда мамлакатимизда ишлаб чиқарилаётган саноат маҳсулотларининг 78 фоиздан ортиғи айнан ана шу тармоқлар ҳиссасига тўғри келмоқда.

Ўзбекистон Республикасининг ёқилғи мустақиллигини таъминлаш кўп жиҳатдан газни қайта ишлаш заводларини самарали ишлаши билан боғлиқ. Ҳозирги кунда Республикамиз бўйича дунёда етакчи ўринларда турувчи қатор нефт ва газни қайта ишлаш заводлари борки, уларнинг маҳсулотлар ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш ва турини кенгайтириш, экспортни кўпайтириш, мавжуд қувватларни модернизация қилиш ва янгиларини барпо этиш ишлари амалга оширилмоқда.

Охирги 10 йил ичида табиий газни қазиб олиш ва қайта ишлаш жараёнида мураккаб компонентлардан таркиб топган газоконденсатлардан иборат бўлган суюқ углеводородлар, намлик, CO_2 , H_2S ва олтингугурт сакловчи бирикмалар ва бошқа қўшимчаларга ишлов бериш анъанага айланганлиги кузатилмоқда. Газ таркибидаги сув миқдорининг ошиши, ҳарорат ва оғир углеводород компонентлари, диоксид углероди, H_2S ва меркаптанларнинг ошиши билан боради. Газ таркибида сув, кам миқдорда бўлганда, қувурларнинг коррозияга учраши тезлашмайди. Хом-ашё

таркибида нордон кўшимчалар бўлса, зарарли газ гидратлари ҳосил бўлиши мумкин, натижада газнинг ёнишида иссиқлик ҳосил бўлиши камаяди. Шу сабабли, углеводород газлари таркибидаги сув миқдори асосий норматив кўрсаткичлардан бири ҳисобланади.

Мураккаб кимёвий таркибга эга бўлган газни, қисман қуритишнинг эффектив жараёнларидан бири, бу адсорбцион жараён ҳисобланади.

Адсорбцион жараён ва жиҳозларини эксплуатация қилиш, кўп йиллардан бери олиб борилишига қарамай, бу жараённинг салбий томонлари ҳам мавжуд ва бу қуйидагилар:

- газни қуритиш қисман боради;
- аралашмаларнинг таъсирчанлигига, адсорбентларни ишлатиш қобилияти пасаяди.

Шу сабабли ҳам, адсорбентларни тез-тез алмаштиришга тўғри келади. Ҳар хил аралашмалари газларни қисман қуритиш жараёнида, «адсорбция-регенерация» жараёни эътиборга олинади, бунда коксга ўхшаш маҳсулотлар, қолдиқ сифатида қолиши, адсорбентларни бошланғич ҳолига қайтмас қилиши мумкин.

Газ ҳар хил йўналишда йўналтирилган тақдирда, адсорбер айрим зоналарда мураккабликларга учраши натижасида, ишдан чиқиши мумкин.

Шундай қилиб, адсорбциялаш усулида табиий газни қисман қуритиш ва адсорбент сифатида цеолитни қўллаш, долзарб ва муҳим илмий-тадқиқот ишларидан бири ҳисобланилади.

Муаммони ўрганганлик даражаси:

Халқаро Ҳамдўстлик ва Республика илмий тадқиқот муассасаларида ва Олий ўқув юртларнинг ихтисослик кафедраларида табиий ва углеводород газларини қуритишда адсорбция жараёнини қўллаб, технологик жараённи тадқиқ қилиш ва цеолитни регенерациялаш эффективлигини оширишни тадқиқ қилиш буйича чегараланган ҳажмда тадқиқотлар амалга оширилган.

Бугунги кунда газларни қуритишда адсорбция жараёнини қўллаш ва адсорбентни регенерациялаш эффективлигини ошириш ва тадқиқ қилишни жорий этиш йўналишида илмий асосланган технологиялар қўлланилмаган. Бу йўналишда адсорбентнинг регенерациялаш натижасида ютиш хоссаларини қайта тиклаш натижасида олиб борилган тадқиқот ишларини жорий этишнинг ўрни ва аҳамияти аниқланмаган.

Ишнинг илмий мақсади:

Табиий ва углеводород газларини қисман қуритишда адсорбция жараёнини қўллаб, технологик жараённи тадқиқ қилиш ва цеолитни регенерациялаш эффективлигини ошириш.

Тадқиқот ишининг асосий ечиладиган масалалари:

- Табиий газнинг хусусиятларини таҳлил қилиш;
- Адсорбентларнинг хусусиятини ўрганиш;
- Цеолитларнинг хоссаларини ўрганиш ва таҳлил қилиш;
- Цеолитни регенерациялаш технологиясини тадқиқ қилиш;
- Цеолит- NaA гранулаларининг дегидротациялашда мутаҳкамлик нисбатини текшириш;
- Газларни адсорбциялаш усулида, қисман қуритиш жараёнининг технологик ва конструктив ечимини ишлаб чиқиш;

Илмий ишнинг янгилиги:

Биринчи мартаба гранулаларнинг мустаҳкамлиги ҳароратдан боғлиқлиги аниқланди. Қуйидаги ҳароратда 20дан 450 °С гача гранулаларнинг мустаҳкамлиги ошади. Намунани совутиш амалий жиҳатдан маҳсулотни мустаҳкамлигига кам таъсир қилади.

Цеолитнинг физик-механик хоссалари текширилди.

Табиий газ таркибидаги намликни аниқлаш лаборатория стенди тайёрланди.

Тадқиқот манбаалари:

- Газларни қуритишда қўлланиладиган адсорбентлар;
- Цеолитни регенерациялаш технологияси;

Цеолитларнинг физикавий хоссаларини тадқиқот қилиш усуллари;

Цеолитларнинг кимёвий хоссаларини тадқиқот қилиш усуллари ;

Замонавий ва устувор тадқиқот қилиш усуллари.

Кутилаётган илмий натижалар:

Цеолитлар тўғрисида умумий маълумотлар адабиёт манбаалари асосида таҳлил қилинди ва адабиёт шарҳи шаклланди;

Цеолитларнинг кимёвий таркиби ўрганилди ва уларни белгиловчи асосий кўрсаткичлар аниқланди;

Табиий ва углеводород газларини цеолитларда қисман қуришти лаборатория шароитида ускуна ва қурилмалар жамланмаси шакллантирилади;

Табиий ва углеводород газлари таркибидаги намликни “шудринг нуқтаси”га асосан аниқлашнинг лаборатория шароитида ускуна ва қурилмалар жамланмаси шакллантирилади.

Ишнинг амалий моҳияти:

Цеолитларнинг юқори динамик активлигини таъминлашда, адсорберга кираётган газнинг ҳароратидан боғлиқ бўлмайди. Уч босқичли регенерациялашни қўллаганда ҳарорат 100°С, 200°С, 300°С, 400°С гача ва аралашма таркибидаги водород сульфид, карбон кислота, меркаптанлар ва намлик миқдорини босқичма-босқич йўқотишдан иборат.

Чоп этилган ишлар:

1. Умаров Б.Н., Камалова М.Б. и др. Влажность углеводородных газов методом «Точки росы». М.: Журнал. Вопросы науки и образования. 2017. № 1 (2) с.39-40
2. Умаров Б.Н., Нодиров А., Камалова М.Б. Исследование процесса осушки газа цеолитами. БухИТИ Конференция , 2017. с32
3. Умаров Б.Н., Камалова М.Б. и др Влияние гидратов при осушке газа. М.: Журнал Вопросы науки и образования, 2017.№ 1 (2) с.37-38
4. Умаров Б.Н., Ниязова Р., Камалова М.Б. Применение цеолитов в осушки природного газа. БухИТИ. 2017. с34

5. Ражабова З. А., Умаров Б. Н., Камалова М. Б. Определение влажности углеводородных газов методом «Точки росы» Вопросы науки и образования № 1 (2), Научно-теоретический электронный журнал, 2017, Москва. с. 39-41

6. Камалова М.Б., Умаров Б.Б. Исследование физико-химических свойств твердых цеолитов БухДТИ.2018 с.35-37

Ишнинг ҳажми: Ушбу магистрлик диссертацияси кириш қисми, учта асосий бўлим, хулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат бўлиб, шу жумладан матн 106 саҳифадан, 20 та чизмадан ва 18 та жадвалдан ташкил топган.

**I. БОБ. ТАБИЙ ГАЗНИ ҚУРИТИШ ЖАРАЁНИДА
ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН ЦЕОЛИТ АДСОРБЕНТИНИ РЕГЕНЕРАЦИЯ
ҚИЛИШ ЖАРАЁНИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ БЎЙИЧА
АДАБИЁТЛАР ШАРҲИ**

**1.1. Табиий газларининг тавсифи, синфланиши ва технологик
келиб чиқиши.**

Табиий газларининг синфланиши.

Табиий газнинг асосий таркибини метан (CH_4) ташкил этади. Метандан ташқари табиий газнинг таркибини унинг яқин гомологлари: этан, пропан, бутан ҳам ташкил этади. Табиий газ таркибидаги метаннинг массаси, унинг умумий углеводород массасига тесқари пропорционал бўлади. Турли газ конларида табиий газнинг таркиби ҳам турлича бўлади. Табиий газнинг ўртача таркиби қуйидагича бўлади (ум.%): метан – 80-90; этан - 0,5 - 0,4; пропан - 0,2 - 1,5; бутан -0,1 -1; пентан - 0 - 1. Бошқа газларнинг ҳажмий улуши 2-13 % ни ташкил қилади. Газоконденсат конидаги газлар табиий газ конларидаги газлардан метанга ва ундан юқори углеводородларнинг гомологлари эргашганлиги билан фарқ қилади. Бу газалар кондан чиққанда босим пасайиши билан конденсацияланиб, суюқ фазага айланади. Бундай конларнинг пайдо бўлиши, чуқур қатламларда катта босим таъсирида нефтнинг қайтадан газга эриши билан изоҳланади. Газоконденсат таркибидан конденсатни ажратиб олгандан кейин, уларнинг таркиби табиий газ конидаги газларнинг таркибига ўхшаб қолади. Йўлдош нефт газларининг таркиби нефтнинг қатламда жойлашиш (ҳарорат ва босим) шароитига боғлиқ бўлади ва таркибида этан, пропан, бутанларнинг ва юқори молекулали углеводородларнинг миқдори кўплиги билан табиий газлардан фарқ қилади.

Газ ҳолатдаги парафин углеводородлар таркиби C_1 дан C_4 гача бўлган алканлар ташкил этади, буларга: метан, этан, пропан, бутан, изобутан киради, ҳамда 2,2 – диметилпропан (C_5H_{12}) – неопентан нормал шароитда газ ҳолида бўлади. Буларнинг ҳаммаси табиий ва нефт газлари таркибига киради.

Табиий газ конлари уч хил турда бўлиши мумкин.

1. Тоза газ конлари
2. Газ конденсати конлари
3. Нефт конлари

Биринчи турдаги газ конлари табиий газ конлари деб аталиб, асосан метандан ташкил топган бўлади. Метанга қўшимча сифатида оз миқдорда этан, пропан, бутан, пентаннинг буғлари ҳамда ноуглеводород бирикмалар: CO_2 , N_2 ва айрим ҳолларда H_2S бўлиши мумкин. Газнинг таркибида метан жуда кўпчиликни ташкил қилса, бундай газ «*куруқ газ*» дейилади.

Иккинчи турдаги газ конденсати конларидан чиқадиган газ, одатдаги газдан фарқ қилиб, метандан ташқари кўп миқдорда (2,0-5,0 % ва ундан ортиқ) C_5 ва ундан юқори гомологлари мавжуд бўлади. Газ қазиб олинаётганда босимнинг пасайиши оқибатида улар конденсатга (суюқликка) айланадилар. Газ конденсати конларидан ажралиб чиққан газнинг таркиби, конденсатлар ажратиб олингандан кейин, «куруқ газ» таркибига яқин бўлади.

Учинчи турдаги нефт конларидан ажратиб олинadиган газлар йўлдош *нефт газлари* дейилади. Ушбу газлар нефтда эриган бўлади ва улар кондан чиқариб олингандан сўнг ажралиб чиқади. Йўлдош нефт газлари таркиби «куруқ газлар» дан кескин фарқ қилиб, унда этан, пропан, бутанлар ва юқори углеводородлар ҳам бўлади.

Кейинги йилларда нефт ва газ қудуқлари сони ортиши, газоконденсат ва нефтгазоконденсат конлари истиқболи майдонлари очилиши натижасида ёқилғи олишда конденсат муҳим фойдали қазилма ҳисобланмоқда. Газоконденсат конларига симон углеводородларнинг ер бағрида тўпланиши бўлиб, улар босим камайганда конденсат (пентан ва метаннинг юқори гомологлари углеводородлари аралашмаси) суюқ углеводород фаза сифатида ажралиб чиқади. Конденсат ҳўл ва барқарор бўлади. Ҳўл конденсат суюқлик бўлиб, маълум босим ва ҳароратда сепараторда бевосита олинади. Конденсатда у ёки бу миқдорда газсимон углеводородлар эриган

бўлиб, у нормал шароитда суюқ углеводородларни сақлайди. Барқарор конденсатни уни ҳўл усулда дегазациялаш йўли билан олинади. Турли газоконденсат конлари газидаги конденсат миқдори кенг ораликда ўзгаради. Барқарор конденсат сақлаган газоконденсат 5-10 см³/м³ (Рудки, Пунгинск), 300 – 500 см³/м³ (русский хутор, Вуктил) ва ҳатто 1000 см³/м³ ва ундан кўп (Талалаев) конлари маълум.

Ўзбекистон жаҳондаги газ қазиб оладиган ва ишлаб чиқарадиган давлатлар ичида 7 ўринда туради, газ ишлаб чиқариш ҳажми 50 млрд. м³/йил.га тенг. Ҳозирги кунда Республикада 7,5-8,0 млн.т газоконденсат ишлаб чиқилди, кейинги йилларда табиий газ ишлаб чиқиш ўсиши билан уни қазиб олишга талаб ортмоқда. Шунга боғлиқ ҳолда табиий газ ва газоконденсатдан нафақат мотор ёқилғиси сифатида фойдаланмасдан кимёвий хом-ашё сифатида ҳам самарали фойдаланилмоқда.

Ҳозирги вақтда қатор газни қайта ишлаш қурилмалари фойдаланишга топширилган (Муборак, Кокдумалоқ ва бошқа), бу қурилмалар ёрдамида газоконденсат нефтни қайта ишлаш заводига юборилади ва ундан мотор ёқилғиси ишлаб чиқарилади.

1-жадвал.

Ўзбекистондаги қатор газ конлари газоконденсатлари тавсифи.

Газ кони	Қазиб чиқариш ҳажми 1998 й, минг.т	Физик-кимёвий хоссаси		Углеводородлар таркиби, %		
		n_D^{20}	d_4^{20} , г/см ³	Ароматик	Нафтенли	Парафинли
Муборак (шимолий)	510	1,4274	0,728	8,8	29,1	62,1
Муборак (жанубий)	210	1,4281	0,735	10	32	58
Кўкдумалоқ	1910	1,4392	0,768	12	15	73
Учқир	140	1,4486	0,787	24,2	36,7	39,1
Газли	60	1,4460	0,765	32	23	45
Шўртан	930	1,4417	0,762	29	22	49
Жами	3760					

Ҳозирги вақтда ишлаб турган газ конлари газоконденсатлари ўзига хос хусусиятлари 1-жадвалда келтирилган. Жадвалдан кўриниб турибдики, турли конлардан олинган газоконденсатлар физик-кимёвий хоссалари ва углеводородлар таркиби ҳам сифати ҳам чиқими бўйича фарқ қилади. Ҳамма конденсатлар қуйилиш ҳарорати пастлиги ($-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ кам) ва алангаланиш ҳарорати ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) билан тавсифланади, ҳамда газоконденсатлар фракцион таркиби билан фарқ қилади. Газоконденсатларнинг углеводородлар таркибини ўрганиб, уларни икки гуруҳга бўлиш мумкин:

- ароматик углеводородларга бой конденсатлар (Газли, Учқир);
- юқори парафинли ароматик углеводородлари кам бўлган конденсатлар (Жанубий Муборак).

Углеводород газлари таркибини углеводородлардан ташқари азот, кислород, маълум миқдорда инерт газлари, углерод диоксида ва бошқа компонентлар ҳам ташкил этади. Уларнинг миқдори йўлдош нефт газларида ва табиий газларда турлича бўлади. Масалан, азот 0 дан 30-50 % умум. ни, углерод диоксида 0 дан 10-15 % умум. ни ташкил этади. Водород сульфид асосан йўлдош газларда учраб унинг миқдори 0,0001% дан то 6 % гача бўлиши мумкин, айрим конларда бундан ҳам юқори кўрсаткичларга эга бўлади. Гелий ва аргоннинг миқдори кўп эмас, яъни то 0,1 % гача. Нефт конларидан фойдаланиш жараёнида йўлдош газлар таркибининг ўзгариши унинг физикавий хоссалари билан изоҳланади. Метан нефтда фақат газ ҳолатида, унинг гомологлари эса эритма кўринишида учраб, кейинчалик улар хоссаларининг фарқ қилиши бўйича, маълум кетма-кетликда ажратилиб олинади. Қачонки конда газнинг босими катта бўлса, газ тўлалигича метандан таркиб топади, лекин босим пасайиши билан газ таркибида метан гомологлари миқдори ортади. Шунинг учун нефтли қатламдан фойдаланишнинг охирида, таркибида етарли миқдорда суюқ углеводородлар - *газли бензин* сақлаган газлар ажралиб чиқади. Таркибидаги

газли бензин миқдорига қараб газлар қуруқ) ва ёғли табиий газларга бўлинади. Қуруқ газлар таркибида газли бензиннинг миқдори 100 г/м^3 дан ошмайди, таркибида 1 м^3 газга 100 г дан ортиқ газли бензин тўғри келса, бундай газлар ёғли газлар деб айтилади.

Барча углеводород газларини уларнинг келиб чиқиши бўйича иккита катта гуруҳга бўлиш мумкин: *бирламчи* ва *иккиламчи* углеводород газлари (УГ).

Бирламчи УГ- бу газлар ўз навбатидаер остидан, яъни қатламдан олинади. Улар қатламда жойлашиши бўйича табиий ва йўлдош УГ ларига бўлинади.

Табиий УГ - лари иккига бўлинади: Газ конидан олинadиган (ГК), таркиби жиҳатидан енгил газлар (метандан то бутангача) ва газоконденсат конидан олинган (ГКК), яъни кондан конденсацияланган ҳолда чиқадиган оғир газлар (оғир углеводородларнинг миқдори 5 дан 400% гача).

Йўлдош УГ-лари бу газлар нефт конидан нефт билан биргаликда чиқади, шунинг учун бу газларни йўлдош углеводород газлари дейилади.

Иккиламчи УГ-улар енгил углеводородлар ҳисобланиб, асосан нефтни термокаталитик қайта ишлаш жараёнларида ҳосил бўладилар. Одатда уларнинг таркиби метандан то пентангача бўлиб, тўйинган ва тўйинмаган УГ ларига бўлинади.

Тўйинган УГ-бу газлар нефтни бирламчи қайта ишлаш жараёнларида ва ортиқча водород босимида кечадиган каталитик (гидрокрекинг, гидротозалаш, изомеризация, каталитик риформинг) жараёнларида ҳосил бўлиб, таркиби тўйинган углеводородлардан ташкил топган бўлади.

Тўйинмаган УГ-бу газлар водород гази танқислиги билан кечадиган термодеструктив (каталитик крекинг, терминг крекинг, кокслаш, пиролиз) жараёнларида ҳосил бўлиб, таркибини асосан олефин углеводородлари сақлаган тўйинмаган углеводород газлари ташкил этадилар.

Газ конларидан олинган газ ёнилқилари таркибида кўпинча углеводородларнинг анча оқир фраксиялари мавжуд бўлади, улар газ

босими ортганда ва қарорати пасайганда осон суюқланади. Газ конденсатлари деб аталмиш ушбу фракциялар нефтдан олинадиган стандарт суюқ ёнилги ўрнида, мазкур ёнилғилар камёб бўлганда ёки иқтисодий мулохазаларга кўра ишлатилиши мумкин.

Ўрта Осиё газ конларидан олинадиган 1 м^3 газнинг таркибидан 15-170 см^3 суюқ газ конденсатлари олинади. Газ конденсатларини қўллаш двигателнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини суюқ ёнилғиларга нисбатан пасайтирмаслиги лозим. Газ конденсатларининг муҳим томони ишлаб чиқаришни арзонлиги, сақлаганда хоссаларининг ўзгармаслиги, хусусиятлари ва таркибининг доимийлигидадир. Ўрта Осиё мазкур ёнилғиларни энг кўп этказиб берадиган минтақа бўлиб, нафақат ўз талабларини, балки Урал, Қозоқистон ва Марказий худудларни ҳам таъминлайди. Турли конлардан олинадиган газ конденсатларининг таркибида учкун билан ёндириладиган ИЁД талабларига жавоб берадиган енгил газ конденсатлари ва дизелларда қўллаш мумкин бўлган оғир газ конденсатлари мавжуд бўлади. Ўрта Осиё регионига мансуб бўлган бу икки туркум газ конденсатларининг баъзи бир хусусиятларини кўриб чиқамиз. Ҳар икки туркум учун умумий жихатлари шуки, газ конденсатлари таркибида чексиз бирикмалар мавжуд эмас ва улар ароматик, нафтен ҳамда парафинли углеводородлардан таркиб топган.

Газ конденсатлари унча юқори бўлмаган антидетонацион хусусиятларга эга бўлиб, уларнинг октан сони 54-58 оралиқида бўлади. Газ конденсатларини юқори октанли бензинлар билан аралаштириб, уларнинг детонацияга чидамлилигини замонавий ИЁДлар талаб қилинадиган даражагача ошириш мумкин. Бу ҳолда газ конденсатларидан фойдаланиш соф бензинга бўлган талабни 50-60 % камайтиради. Газ конденсатларининг қовушоқлиги бензинларникига яқин бўлганлиги учун ИЁД таъминлаш тизимини конструктив жиқатдан ўзгартириш талаб қилинади. Махсус тажрибалар енгил газ конденсатларининг етарли даражада барқарор

эканлигини ҳамда уларни сақлаш пайтида исрофлар (буғланиш туфайли) юқори эмаслигини кўрсатди.

Қатор газ конларидан олинадиган газ конденсатлари таркибида энг зарарли модда олтингугурт бўлади. Баъзи ҳолларда уларнинг миқдори 3 % гача этади ва бу газ конденсатларини (ИЁД) лари учун ёнилғи сифатида ишлатишни чеклаб қўяди. Газ конденсатлари таркибидаги олтингугуртни камайтириш учун махсус технология қўллаш талаб этилади, бу эса газ конденсатлари ишлаб чиқаришни қимматлаштиради. Бироқ, Ўрта Осиё худудада ишлаб чиқариладиган газ конденсатларининг таннархи ИЁД ларида қўлланиладиган стандарт ёнилғиларникидан бир неча марта арзонга тушади. Чунки газ конденсатларидан газ конлари яқинидаги туманларда фойдаланилади, шунинг учун ташиб келтиришга сарфланадиган харажатлар стандарт ёнилғиларникига нисбатан кам бўлади.

Табиий газ фракцияларининг кимёвий таркиби ва хусусиятлари.

Табиий газдан дастлаб фақат энергия манбаи сифатида фойдаланиб келинган. Табиий газни кимёвий қайта ишлаш эса фан ва техниканинг улуғвор ютуқларидан бири ҳисобланади. Табиий газларнинг кимёвий хомашё сифатида қиймати шундаки, уларнинг таркибида кўп миқдорда метан углеводород бор. Масалан, Бухоро конидан олинадиган табиий газ таркибида 98 % га яқин метан борлиги аниқланган. Яқин вақтларгача табиий газлар инерт бирикмалар ҳисобланиб келингани учун улардан кимё саноатга фойдаланилмас эди. Метан ва унинг гомологларининг реакция хоссаси яхши эмас деб ҳисобланарди. Бироқ катализаторлардан кенг чуқур ва ҳар тарафлама ўрганиш уларни оксидлаш парчалаш, хлорлаш, нитрлаш ва бошқа реакция натижасида мажбур қилиш имконини берди.

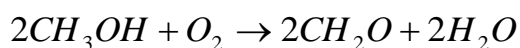
Метаннинг энг истиқболли кимёвий қайта ишлаш жараёнларидан бири унинг оксидланишидир. Бу реакция натижасида формальдегид ва метанол ҳосил бўлади.



Формальдегид олишнинг бу бевосита усули жуда қулай бўлганлиги сабабли, ҳозирги вақтда кенг фойдаланилмоқда. Метандан формальдегид ажратиб олиш мумкинлигини дастлаб академик С.С.Медведев кашф қилган эди. Академик Н.Н.Семёнов углеводородларнинг занжирли оксидланиш назариясини яратди. Шу назария асосида формальдегид олишнинг янги усулини ишлаб чиқди.

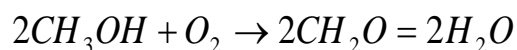
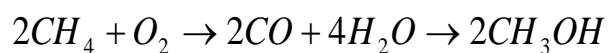
Бу усул қўлланилганда таркибида 0,1 % азот оксидлари бўлган метан-хаво аралашмаси 600-700 °С қиздирилган реактордан тез ўтказилади. Бу усулдареакцияга киришган метандан ажралиб чиқадиган формальдегид 70 % ни ташкил этади. Формальдегид фаол кимёвий бирикма, у бошқа моддалар билан осон реакцияга киришади шу туфайли ҳам формальдегид органик синтезнинг бебаҳо ярим маҳсулотига айланиб қолди. Формальдегид асосида мочевина-формальдегид, фенол-формальдегид смолалари, янги полимерполи-формальдегид, органик буюқлар, дори ва антисептикпрепаратлар тайёрланади. Формальдегиддан фойдаланиш миқёси йил сайин кенгайиб бормоқда.

Яқин вақтларгача формальдегидни метил спиртини темирли ва кумушли катализаторлар таъсирида оксидлаш йўли билан олиш асосий усул ҳисобланарди. Бу усулни М. И. Кузнецов, Е. И. Орлов ишлаб чиққан эдилар.



Бундай усул қўлланилганда асосий хом-ашё сифатида метил спирти ишлатилади.

Метил спирти оксидланганда 90 % формальдегид олинади. Бироқ, углерод ва водород оксидини коксдан олиш харажатларининг кўплиги метил спиртининг анча вақтгача жуда қиммат туришига сабаб бўлди. Ҳозирги вақтда углерод оксиди ва углерод табиий газ-метандан олинади. Бу усулда олинган формальдегиднинг таннархи икки баравар арзондир. Ҳозирги вақтда метил спирти ва формальдегидни табиий газидан олинади.



а) формальдегид феноль-формальдегид смола ишлаб чиқаришда фойдаланилмоқда. Мазкур смолани саноат усулида олиш усулини профессор Г.С. Петров ишлаб чиққан Бу смола “**карболит**” деб аталади.

Формальдегидни фенол ёки унинг гомологлари билан кўп марта конденсациялаш натижасида термопластик ёки терморезина фенол-формальдегид смолалар олинади. У ёки бу смоланинг пайдо бўлиши асосий моддаларнинг нисбатига боғлиқ. Термопластик фенол-формальдегид смоласи спиртта, ацетонда яхши эрийди. Эриш натижасида юпка парда ҳосил қилади. Смоланинг бу хоссаси ундан табиий шелак ўрнида фойдаланиш имконини беради. Шу туфайли ҳам бу смолани янги лак деб ҳам аташади.

Полимерларнинг иккинчи типи формальдегидни кўпроқ кўшиш натижасида олинади ва **резоль** смолалари деб аталади.

б) Мочевина-формальдегид смолалар пластмасса, елим, лак сифатида қатъий ўрнашиб олади. Улар фенол-формальдегид смолалардан рангсизлиги, бўёқ қўшилгач турли хил рангга кириши билан фарқ қилади. Мазкур смолани тайёрлаш учун формальдегид ва мочевина ишлатилади. Бу моддалар эса табиий газдан олинади. Мочевина-формальдегид смолалар олиш ва уни қайта ишлаш газдан фойдаланишнинг энг рационал йўлларида биридир. Республикамизда ҳозирги кунда мочевина-формальдегид смоласини Чирчиқ электрокимё комбинатида ишлаб чиқарилмоқда.

Мочевина-формальдегид смолалар ўзининг қимматли техник хоссалари туфайли техникада кенг фойдаланилмоқда. Улар рангсиз, нурга чидамли, қаттиқ, ҳидсиз, турли эритувчи суюқликларга чидамлидир.

Мочевина-формальдегид смоласининг яна бир хислати шундаки, ундан “**мипора**” деб аталган ғовак материаллар тайёрлаш мумкин. Бу материаллар

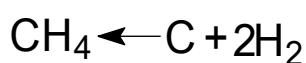
вагонлар, кемалар, совутгич бошқаларни иссиқ, совуқ, товуш ва электр ўтказмайдиган қилади. Мочевина-формальдегид смолаларнинг турли хил эритмалари ҳар хил газламаларга шимдириш учун ҳам ишлатилади. Шунда газламалар оқармайдиган, ғижимланмайдиган, яхши бўяладиган ва чидамли бўлади.

Кейинги вақтларда мочевина-формальдегид смолалардан фойдаланишнинг энг йирик соҳаси бунёдга келмоқда. Маълум бўлишича, ерга фақат минерал ўғитларгина эмас, балки полимер ўғитлар ҳам солиниши лозим экан. Бу тупроқ ва ўсимликларга яхши таъсир қилар экан.

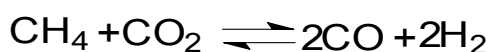
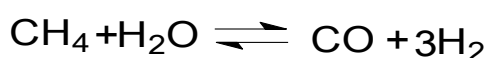
Табиий газдан олинадиган формальдегид ва мочевина ишлаб чиқариш йилдан-йилга ошиб бормоқда.

Метан гомологлари олиниши ва нефт-кимё саноатида ишлатилиши
-CH₄-

Метан табиий газлар ва нефт билан бирга чиқадиган газнинг асосий қисмини ташкил қилиб, саноатда ва турмушда кенг кўламда ишлатилади. Метан яхши ёнади ва ёнганда (8560 ккал/м³) иссиқлик чиқади. Шу сабабли у ёқилғи сифатида ҳам ишлатилади. Ҳозирги вақтда метандан жуда кўп хом-ашёлар олинади. Масалан, метан махсус қурилмада ҳавони камроқ бериб 1500 °С гача қиздирилганда водород ва углерод (бу аралашма қорақуя ҳолида бўлади) олинади:



Ҳосил қилинган бу қорақуя эса автомобилларга шиналар ишлаб чиқаришда қимматбаҳо хом-ашёдир. Метан сув буғи ёки углерод (II)-оксид билан биргаликда 850 °С атропофида никель катализатор устидан ўтказилганда (конверсия қилинганда) углерод (II)-оксид ва водородга парчаланаяди:



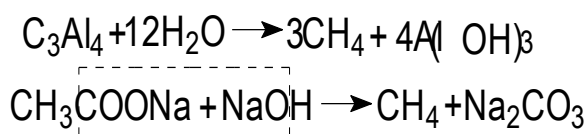
Ҳосил қилинган газлар *синтез-газ* дейилади ва улар метил спирт, аммиак

олишда ҳамда бошқа мақсадларда ишлатилади. Метан табиатда ер остида қолиб кетган ўсимлик ва ҳайвонларнинг чиришидан ҳосил бўлади. Шунинг учун ҳам метан *“ботқоқлик газ”* деб юритилади. Ер остида тошкўмирнинг қисман парчаланишидан ҳам метан пайдо бўлади. Шу сабабли метан *“кон газ”* (қалдирак газ) ҳам дейилади. Метаннинг ҳаво билан аралашмасига гугурт чақилганда портлаб ёнади; кўмир конларида портлашлар ҳам, кўпинча, шу туфайли рўй беради. Метан нефт ва ёритувчи газ таркибида ҳам учрайди. Ҳозирги вақтда жуда кўп газ конлари топилган бўлиб, улардан олинган табиий газлар саноатнинг турли соҳаларида ишлатилмоқда.

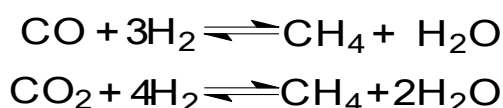
Метаннинг аҳамияти халқ хўжалигида жуда катта бўлганлиги учун кимёгарлар уни сунъий йўл билан ҳам олиш мумкинлигини топганлар.

Ҳозирги вақтда метанни юқорида кўрсатилган тўйинган қатор углеводородларининг олиниш усулларида исталган бири билан синтез қилиш мумкин.

Лабораторияда метан алюминий карбидга сув таъсир эттириб ёки сирка кислотанинг натрийли тузига ўювчи ишқор таъсир эттириб олинади:



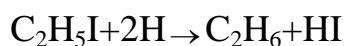
Метан углерод (II)-оксид ва углерод (IV)-оксидни 250-400 °C да никель катализатор иштирокида водород билан қайтариб олиниши мумкин.



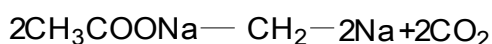
Саноатда метан табиий газдан олинади. Метан рангсиз, ҳидсиз газ бўлиб, сувда кам, спиртда эса яхши эрийди. Метан ёнганда кўкимтир аланга ҳосил қилади.

Этанни олиниши C_2H_6 . Этан табиатда нефт таркибида ва нефт билан бирга чиқадиган йўлдош газлар таркибида учрайди. Тошкўмирни куруқ ҳайдаганда ажраладиган газ таркибида ҳам этан бўлади.

Лабораторияда этан, этил йодиднинг спиртдаги эритмасини қайтариш йўли билан олинади:

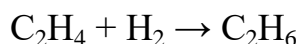


Сирка кислотанинг натрийли тузнинг электролиз қилиб ҳам этан олинади.



Этан олиш учун юқорида кўрсатилган углеводородларнинг умумий олиниш усулларида бири қўлланилади.

Саноатда этан этиленни никель катализатор иштирокида гидрогенлаш усули билан олинади:



Этилен эса, ўз навбатида, этил спиртдан сувни чиқариб ташлаш йўли билан ҳосил қилинади. Этан рангсиз, ҳидсиз газ бўлиб, кам ёруғлик бериб ёнади. Сувда ёмон, спиртда эса яхшироқ эрийди. 1 ҳажм абсолют спиртда 1,5 ҳажм этан эрийди. Этанни $4^\circ C$ да 46 атм. босимда суюқликка айлантириш мумкин. Ер қатлаидан кўпроқ этан чиққан жойларда у ёқилғи сифатида ишлатилади. Этан оз миқдорда совиткич машиналарда ҳам ишлатилади. Кўпгина кимёвий моддалар синтез қилишда этандан хом-ашё сифатида фойдаланилмоқда. Масалан, табиий газ таркибидаги этандан этилен, этилендан полиэтилен олиш бунга яққол мисол бўла олади.

1.2. Табиий газларни тозалашда адсорбция жараёнларининг хусусиятлари.

Газ, буғ ёки эритмалар аралашмалари таркибидаги бир ёки бир неча компонентларни қаттиқ жисм (адсорбент) юзаси ва ғоваклари ҳажми билан ютиб олиш жараёни адсорбция деб аталади. Адсорбция пайтида ютилаётган модда адсорбтив деб юритилади. Адсорбент таркибига ютилиб бўлган модда эса адсорбат дейилади.

Нефть ва газни қайта ишлаш саноатида адсорбция жараёнлари табиий ва қўшимча углеводородли газларни бензинсизлантириш, нефтни қайта ишлашда ҳосил бўладиган газлардан водород ва этилен олиш, газ ва суюқликларни қуритиш, бензин фракцияларидан кичик молекулали ароматик углеводородлар (бензол, толуол, ксилол)ни ажратиш, фаоллаштирилган кўмир ёрдамида мойларни ва оқова сувларни тозалаш ва бошқа мақсадлар учун қўлланилади.

Бу усул ёрдамида хом ашё ва маҳсулотларнинг сифатини ҳам яхшилаш мумкин. Саноат газларини турли захарли моддалардан адсорбентлар ёрдамида тозалаш атроф муҳитни муҳофаза қилишга хизмат қилади.

Адсорбция жараёнлари одатда десорбция билан чамбарчас боғланган бўлади. Адсорбент таркибидаги ютилган моддани ажратиб чиқариш ва уни адсорбция жараёнида қайтадан ишлатиш десорбция дейилади.

Адсорбентларнинг турлари ва хоссалари

Саноат миқёсида ишлатиладиган адсорбентлар қуйидаги талабларга жавоб беришлари керак:

- 1) танловчанлик-аралашма таркибидаги тегишли компонентни ютиб олиш ва бошқа компонентларга эса таъсир қилмаслик;
- 2) максимал адсорбцион ҳажм ёки фаоллик-адсорбентнинг масса ёки ҳажм бирлигида ютилган адсорбтивнинг миқдори;

3) адсорбентни регенерация қилиш пайтида ютилган модданинг тўла ажралиб чиқиши;

4) адсорбент доналарининг керакли мустаҳкамликка эга бўлишлиги, чунки доналарнинг бузилиб кетиши жараёнининг гидродинамик ҳолатини ёмонлаштиради;

5) ютилаётган моддаларга нисбатан кимёвий инертликка эга бўлишлик;

б) нарҳи арзон.

Адсорбентнинг танловчанлиги ва унинг адсорбцион ҳажми адсорбент ва адсорбтивнинг табиатига ва молекулаларнинг тузилишига боғлиқ бўлади. Бунда адсорбентнинг солиштирма юзаси (масса ёки ҳажм бирлигидаги адсорбентнинг юзаси) ва адсорбент ғовақларининг ўлчамлари муҳим аҳамиятига эга. Бу иккала катталиқ бир-бирлари билан узвий боғланган. Ғовақларнинг ўлчамлари қанчалик кичик бўлса, адсорбентнинг солиштирма юзаси шунчалик катта бўлади. Бу ҳолат адсорбент фаоллигини кучайтиради.

Адсорбентнинг фаоллиги адсорбция жараёнининг шарт-шароитлари (ҳарорат, босим, адсорбтивнинг муҳитдаги концентрацияси) га ҳам боғлиқ бўлади. Ҳароратнинг камайиши, босимнинг кўпайиши (газ ва буғлар учун) ва аралашмадаги керакли компонент концентрациясининг ортиши билан адсорбентнинг фаоллиги кучаяди.

Адсорбентлар заррача ичидаги капилляр каналларнинг катталигига қараб шартли равишда макро ($r > 10^{-7}$ м), оралик ($10^{-9} < r < 10^{-7}$ м) микроҒовақлар ($r < 10^{-9}$ м) бўлади. Адсорбция жараёнида тегишли компонент асосан микроҒовақларнинг юзасида ютилади. Оралик ва макроҒовақлар асосан ютилиши лозим бўлган компонентни микроҒовақлар юзасига узатиш учун хизмат қилади.

Саноатда адсорбент сифатида фаоллаштирилган кўмир, каттик говаксимон моддалар, силикагель, целлюлоза, **цеолитлар**, тупрок жинслари, ион алмашинувчи сунъий смолалар (ионитлар) ишлатилади.

Фаоллаштирилган кўмир одатда турли аралашмалар таркибидан органик моддаларни ютиш ҳамда суюқлик ва газлар (буғлар) ни ажратиш учун кенг қўлланилади. Фаоллаштирилган кўмирлар ҳар хил органик хом ашёлар (ёғоч, тош кўмир, кипик ҳамда тери, қоғоз ва гўшт ишлаб чиқаришлари колдиқлари) ни курук ҳайдаш ва сўнгра буғ ёки кимёвий реагентлар таъсирида қайта ишлаш натижасида олинади. Фаоллаштирилган кўмирларнинг асосий кўрсаткичлари уларнинг турларига қараб қуйидагича чегараларда ўзгаради: солиштирма юза $6 \cdot 10^5 - 17 \cdot 10^5 \text{ м}^2/\text{кг}$, уйилган зичлик $200 - 900 \text{ кг}/\text{м}^3$. Бундай кўмирлар ноаниқ шаклли заррачалар (ўлчами 1–7 мм), цилиндрсимон заррачалар (диаметри 2–3 мм, баландлиги 4–6 мм) ва кукун сифатида (заррачанинг ўлчами 0,15 мм дан кичик) ишлатилади. Кукун ҳолатидаги адсорбентлар эритмаларни ажратиш учун қўлланилади. Фаоллаштирилган кўмирнинг камчиликлари бор: ёнувчанлик; механик мустаҳкамлиги етарли эмас.

Силикагеллар (кремний кислотасининг сувсизлантирган гели) поляр бирикмаларни адсорбция қилиш учун ишлатилади. Бундай адсорбентлардан газ ва суюқликларни сувсизлантириш, органик моддаларни газ фазасида ажратиш учун ҳамда хроматографияда фойдаланилади. Силикагелларнинг солиштирма юзаси $4 \cdot 10^5 - 7,7 \cdot 10^5 \text{ м}^2/\text{кг}$, уйилган зичлиги эса $400 - 800 \text{ кг}/\text{м}^3$. Ноаниқ шаклли заррачаларининг ўлчами кенг интервалда ўзгаради (0,2–7 мм), гранула ҳолатидаги заррачаларнинг ўлчами эса 2–7 мм атрофида бўлади. Силикагелларнинг афзаллик томонлари: ёнмайди; механик мустаҳкамлиги юқори. Камчиликлари: солиштирма юзаси камроқ; намлик бўлган пайтда адсорбентнинг органик моддаларга нисбатан ютиш қобилияти пасайиб кетади.

Адсорбентлар сифатида цеолитлар ҳам кўп ишлатилади. Бундай адсорбентлар таркибида ишқор ва ишқорий-ер металлларнинг оксидларини ушлаган алюмосиликатлардан иборат. Цеолитлар юқори танловчанликка эга. Цеолитлар суюқликларни тозалаш учун майда донали кукун сифатида, газларни тозалаш учун эса ўлчамлари 1–5 мм бўлган шарсимон ёки гранулалар ҳолида ишлатилади. Баъзи цеолитларнинг ғоваклари жуда ингичка бўлиб, уларнинг катталиги ютилаётган модда молекулаларининг катталигига тенг бўлади. Бу хилдаги цеолитлар молекуляр элак сифатида, яъни ўлчамлари ғоваklarининг катталигидан кичик бўлган молекулаларни ютиш учун ишлатилади. Цеолитларнинг сувни ютиш қобилияти катта бўлгани сабабли улар газларни қуритишда ҳамда суюқлик ва газларни тозалаш учун ишлатилади. Цеолитнинг таркибида ютилган сув жуда ҳаракатчандир, бу сув қиздириш орқали йўқотилади ва бу адсорбент совиганидан сўнг қайтадан сувни ютиш қобилиятини тиклайди. Цеолитларнинг уйилиш зичлиги $600\text{--}800\text{ кг/м}^3$ бўлади. Цеолитларнинг ютиш қобилияти ғоваklarнинг солиштирма юзаси билан эмас, балки ғоваklarни адсорбат билан ҳажмий тўлдириш қиймати билан белгиланади ($0,2\text{--}0,25\text{ см}^3/\text{г}$).

Саноатда эритмаларни ҳар хил пигментлардан тозалаш учун адсорбент сифатида тупроқ жинслари ҳам ишлатилади. Тупроқ жинслари табиатда кўп тарқалган бўлиб, нархи арзон, уйилиш зичлиги $400\text{--}450\text{ кг/м}^3$. Тупроқ жинсларининг солиштирма юзаси бошқа саноатда ишлатиладиган адсорбентларга нисбатан анча кичик ($35\text{--}150\text{ м}^3/\text{г}$).

2-жадвалда нефть ва газни қайта ишлаш саноатида ишлатиладиган адсорбентлар ҳақида асосий маълумотлар келтирилган.

Адсорбентлар статик ва динамик фаолликка эга. Адсорбент маълум вақт ишлагандан сўнг адсорбтивни тўла ютмай қўяди, бунда адсорбтив адсорбент қатламидан ютилмасдан ўтиб кетади. Бундай жараён ютилувчи компонентнинг ўтиб кетиши дейилади. Шу пайтда ускунадан чиқиб

кетаётган газ аралашмасида адсорбтивнинг миқдори кўпайиб, мувозанат ҳолатигача боради.

2-жадвал.

Саноатда қўлланиладиган адсорбентларнинг таснифий кўрсаткичлари

Адсорбентлар	Зичлик, г/см ³			Ғоваклар -нинг ҳажми, см ³ /г	Ғоваклар- нинг радиуси, Å	Солиш тирма юза, м ² /г
	ҳақиқий	мавҳум	уйилган			
Силикагель						
майда ғовакли	2,1–2,3	1,3–1,4	0,8	0,28	5–30	450–500
йирик ғовакли	2,1–2,3	0,75–0,85	0,5	0,90	70–100	270–350
Алюмосиликат ли катализатор	2,3	1,06–1,09	0,7	0,57	20–25	300–350
Фаоллаштирил ган кўмир	1,75–2,1	0,5–1,0	0,2–0,6	–	70 дан кам	600–1700
Алюминийнин г фаол оксиди	–	–	0,4–0,6	0,8–1,0	60–100	180–220
Цеолитлар	–	1,08–1,16	0,62–0,78	0,20–0,24	3–9	–

Адсорбция жараёнининг бошланишидан адсорбтивнинг адсорбент қатламинан ўтиб кетишигача бўлган вақтда адсорбент массаси бирлигида ютилган модда миқдори адсорбентнинг динамик фаоллигини белгилайди.

Адсорбция жараёнининг бошланишидан то мувозанат ҳолат юз бергунча адсорбент массаси бирлигида ютилган модда миқдори адсорбентнинг статик фаоллигини белгилайди. Динамик фаоллик доим статик фаолликдан кам бўлади. Шу сабабли адсорбентнинг сарфи унинг динамик фаоллиги бўйича топилади.

Адсорбентларнинг тузилиши

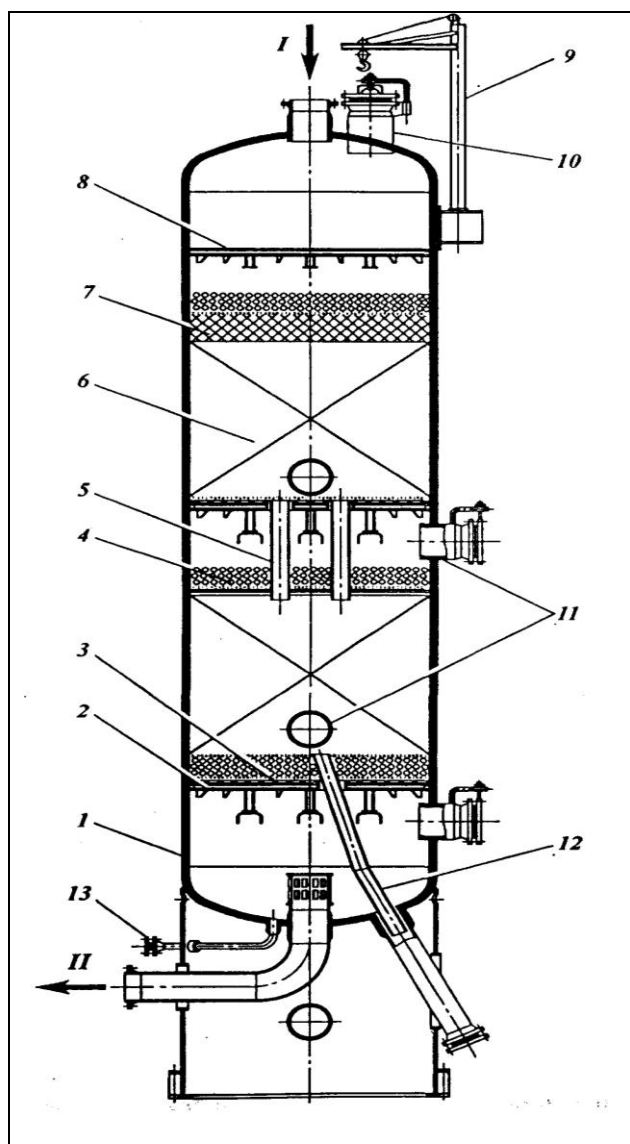
Иш режимига кўра адсорберлар даврий ва узлуксиз бўлади. Адсорбент қатламининг тузилишига кўра даврий адсорберлар ўзгармас ва мавҳум қайнаш қатлами бўлади. Узлуксиз ишлайдиган адсорберлар эса ҳаракатчан ва мавҳум қайнаш қатлами бўлиши мумкин.

Нефть ва газни қайта ишлаш саноатида адсорберларнинг қуйидаги асосий русумлари ишлатилади:

- 1) қўзғолмас қатламли;
- 2) ҳаракатчан қатламли;
- 3) мавҳум қайнаш қатламли.

1-расмда табиий газни олтингурут водороди ва меркаптанлардан тозалашга мўлжалланган қўзғолмас қатламли адсорбер кўрсатилган. Диаметри 3,6 м бўлган ускуна қобиғи 1 да NaX цеолитидан иборат бўлган иккита адсорбент қатлами (баландлиги 3,6 м) жойлаштирилган. Ҳар бир цеолит қатлами 6 таянч панжараси 2, унинг устида жойлаштирилган тешикли лист 3 ва икки қатор металл тўрлари ёрдамида ушлаб турилади. Газларни қуритиш учун юқориги цеолит қатламининг устига қўшимча алюмогел қатлами 7 жойлаштирилган. Газ оқимининг динамик таъсирини камайтириш ва уни бир меъёردа тақсимлаш учун адсорбент қатламининг

устига баландлиги 300-600 мм дан иборат бўлган чиннидан қилинган шарлар жойлаштирилган. Адсорбентни юклаш пайтида штуцер 10 ва махсус кран 9 дан фойдаланилади. Адсорбентни ускунага юклаш пайтида уни бир зонадан иккинчи зонага ўтиши ҳамда тушириш қувур 5 ёрдамида амалга оширилади. Адсорбентни ускунадан тушириш эса қувур 12 орқали бажарилади.



1-расм. Қўзғолмас адсорбент қатламли адсорбер:

1-қобик; 2-таянч панжараси; 3-тешилклари бўлган металл листи ва икки қатор тўр; 4-чинни шарлари; 5-адсорбентни юклаш(тушириш) учун қувурлар; 6-цеолит қатлами; 7-алюмогел қатлами; 8-панжара; 9-махсус кран; 10-адсорбентни юклаш учун штуцер; 11-қопқоқли; 12-адсорбентни тушуриш учу қувур. Оқимлар: I-дастлабки газ; II-ишлатилган.

Даврий ишлайдиган ускуналарда адсорбентнинг ютиш сиғимидан тўла фойдаланилмайди. Десорбция жараёни ҳам ушбу адсорберларнинг ўзида олиб борилади. Натижада ускунадан фойдаланиш даражаси кам бўлади. Бу камчиликлардан узлуксиз ишлайдиган ускуналар ҳолидир.

Одатда даврий адсорбция жараёни тўртта босқич билан олиб борилади: 1) адсорбциянинг ўзи;

2) десорбция;

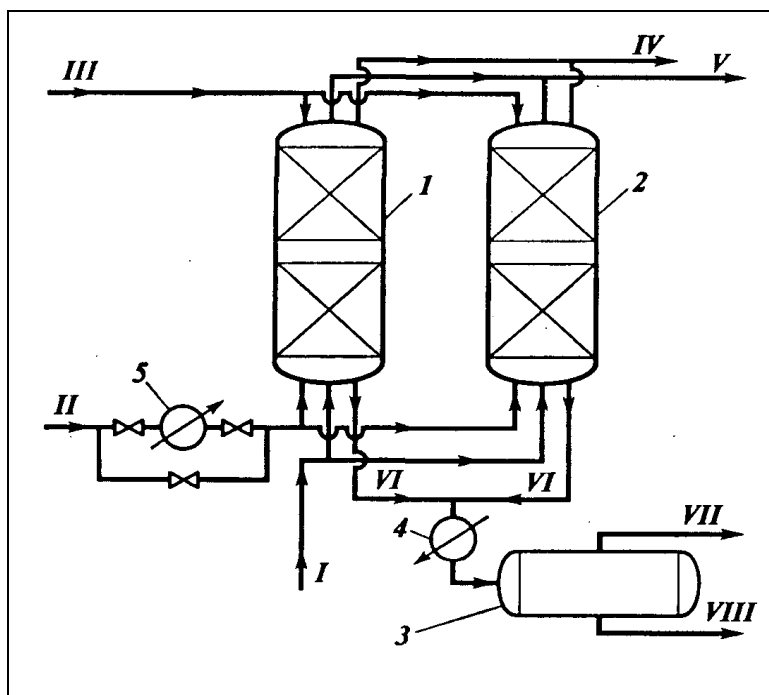
3) адсорбентни қуритиш;

4) адсорбентни совитиш.

2-расмда иккита адсорберли адсорбцион қурилманинг схемаси келтирилган. Газ аралашмаси I биринчи адсорбер 1 га борилади, бу ерда ютилиши лозим бўлган компонентлар адсорбция қилинади, қуруқ газ V эса ускунадан чиқиб кетади. Шу пайтнинг ўзида, иккинчи адсорбер 2 да адсорбция босқичи тамом бўлиб, унга ютилган компонентларни десорбция қилиш учун сув буғи III берилади. Иккинчи адсорбер 2 да ҳосил бўлган сув буғи ва адсорбат аралашмаси VI совитгич 4 орқали сув ажратгич 3 га юборилади. Сув ажратгичнинг юқориги қисмидан адсорбат, унинг пастки қисмидан эса сув ажратиб олинади. Сўнгра ускунадаги адсорбентни қуритиш учун қиздирилган ҳаво, кейинчалик уни совитиш учун совуқ ҳаво юборилади. Шундай қилиб, адсорбент кейинги адсорбция цикли учун тайёрланади. Адсорберларни бир режим (адсорбция) дан кейинга режим (десорбция, адсорбентни қуритиш, адсорбентни совитиш) га ўтказиш автоматик йўл билан регулятор ёрдамида амалга оширилади.

Харакатчан адсорбент қатламли адсорберлар уч компонентли (этилен, водород ва метан) аралашмадан этиленни ва газлар аралашмасидан водородни ажратиб олиш учун ишлатилади. Бунда жараён узлуксиз равишда олиб борилади, унинг ҳар бир босқичи маълум бир ускунада ёки ускунанинг бир қисмида олиб борилади. Адсорбент алоҳида олинган ускуналар оралиғида пневмотранспорт ёрдамида узлуксиз равишда ҳаракат

қилади. Адсорбент сифатида кўпинча гранула ҳолатидаги фаоллаштирилган кўмир ишлатилади.

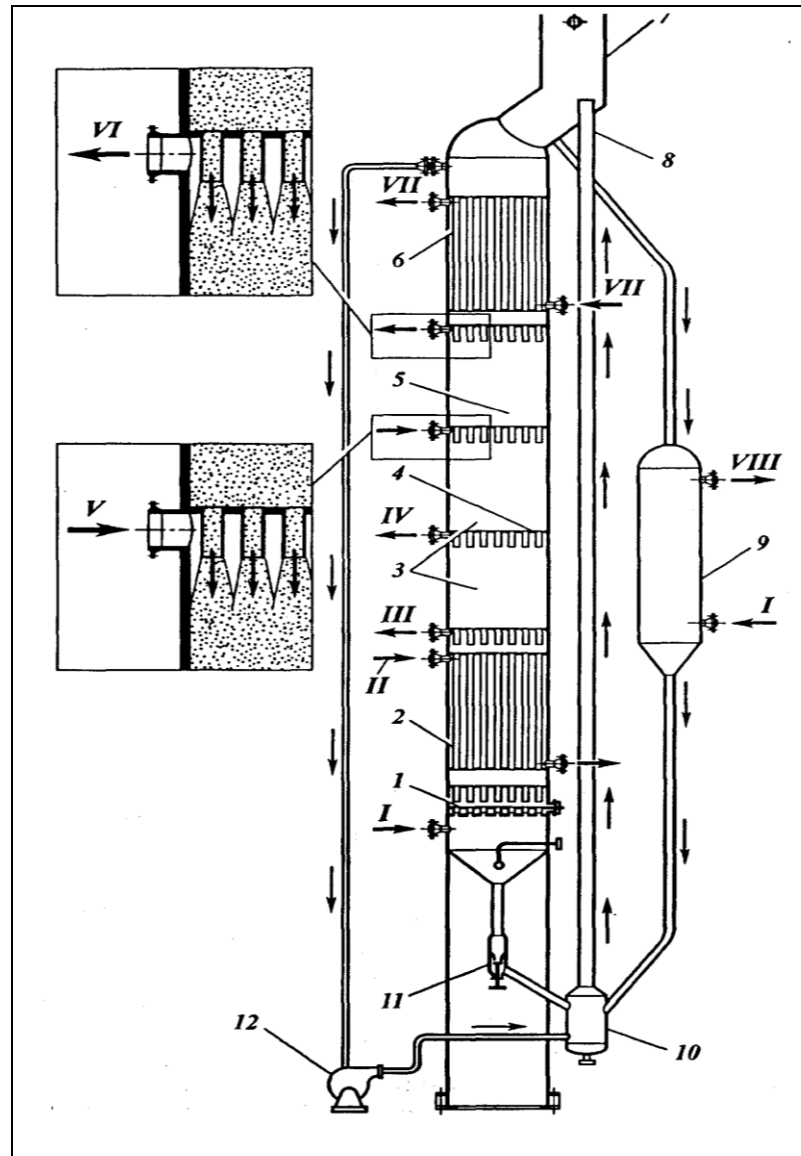


2-расм. Иккита адсорберли адсорбцион қурилма схемаси:

1,2- адсорберлар; 3-сув ажратгич; 4-совутгич; 5-иситгич. Оқимлар: I-дастлабки газ; II-қуритиш ва совитиш учун ҳаво; III-десорбция учун сув буғи; IV-десорберлардан чиқаётган ҳаво; V-қуруқ газ; VI-буғлар, сув ва адсобрат аралашмаси; VII-адсорбат; VIII-сув.

Газлар аралашмасини ҳаракатдаги адсорбент қатлами ёрдамида ажратиб олишга мўлжалланган адсорбцион қурилманинг схемаси 3-расмда кўрсатилган. Ускуна бир неча зоналардан иборат бўлиб, уларда адсорбция, десорбция, адсорбентни иситиш ва совитиш жараёнлари олиб борилади. Ускунага бункер 7 дан гранула ҳолатидаги адсорбент берилади, у оғирлик кучи таъсирида юқоридан пастга қараб яхлит қатлам сифатида ҳаракат қилади. Адсорбент усқунанинг тегишли зоналари орқали ҳаракат қилганида у ёки бу жараён амалга оширилади. Ишлатиладиган адсорбент усқунанинг пастки қисмидан таъминлагич 1 орқали пневмокўтаргичнинг йиғгичи 10 га тушади, у ерга газодувка 12

ёрдамида газ юборилади. Сўнгра адсорбент газ оқимининг таъсирида юқориги бункер 7 га тушади.



3-расм. Газларни ажратиш учун ҳаракатчан адсорбент қатламли адсорбцион қурилма:

1-таъминлагич; 2-иситгич; 3-ректификация зонаси; 4-тақсимловчи тарелка; 5-адсорбция зонаси; 6-совитгич; 7-бункер; 8-пневмоқўтаргич; 9-реактиватор; 10-йиғгич; 11-бошқарувчи задвижка; 12-газодувка.

Оқимлар: I- сув буғи; II- иситувчи агант; III-оғир фракция; IV-оралиқ фракция; V-дастлабки газ; VI-енгил фракция; VII-совитувчи сув; VIII-реактивация маҳсулотлари ва сув буғи.

Ускунанинг турли кесимларида 4 та тақсимловчи тарелкалар 4 бўлиб, улар адсорбент ва газнинг қарама-қарши оқимларини ускунанинг тўла кесими бўйича бир меъёрда тақсимланиб туришини таъминлайди. Ушбу тақсимловчи тарелкалар адсорбентдан ажралиб чиққан газларни йиғиб, уларни ускунадан чиқариш учун ҳам хизмат қилади.

Шартли равишда енгил ва оғир фракциядан иборат бўлган дастлабки газ V тақсимловчи тарелканинг пастки қисмига берилиб, ускунанинг тўла кесими бўйлаб бир хил меъёрда тарқалади ва ҳаракат қилаётган адсорбент қатлами билан контактга учрайди.

Газ тақсимловчи тарелканинг найчалари орқали юқориги адсорбцион зона 5 га ўтади, у ерда адсорбент билан қарама-қарши йўналишда бўлади ва адсорбция жараёни юз беради. Ушбу зонанинг юқориги қисмидан енгил фракция чиқиб кетади. Адсорбцион зонада газнинг юқорига қараб ҳаракат қилишида модда алмашиниш юз беради, оқибат натижада ажралиши лозим бўлган газнинг молекулалари адсорбент юзасидаги енгил фракциянинг фаол бўлмаган молекулаларини сиқиб чиқаради. Шундай қилиб, ушбу зонанинг юқориги қисмида таркибида фаоллиги пастроқ компонентларни кўп ушлаган (яъни юқори концентрацияли) тоза енгил фракция ҳосил бўлади.

Ажратиб олинадиган компонентлар ўта тоза бўлишлиги учун адсорбент юзасидаги енгил фракцияларни йўқотиш зарур. Ушбу жараён ректификация зонаси 3 да амалга оширилади. Бу зонадаги модда алмашиниш ректификацион колоннанинг пастки қисмида юз берадиган жараёнга ўхшайди.

Ректификацион зонаси 3 нинг пастки қисмига оғир фракциянинг иситкич 2 да десорбция қилинган компонентлари киради ва қарама-қарши йўналиш бўйлаб ҳаракат қилаётган адсорбент оқими билан учрашади, натижада модда алмашиниш жараёни юз беради. Ушбу жараёнда адсорбат таркибида бўлган енгил фракция компонентлари оғир фракциянинг анча фаол бўлган молекулалари томонидан сиқиб чиқарилади.

Шундай қилиб, газ фазаси пастдан юқорига қараб ҳаракат қилганида борган сари енгил фракция компонентлари билан тўйиб боради, адсорбентнинг юқоридан пастга қараб ҳаракат қилганида эса, адсорбат оғир фракциянинг компонентлари билан тўйиб боради. Пастки тақсимловчи тарелкадан иситкич 2 га узатилаётган адсорбентнинг таркибидаги адсорбат асосан оғир фракциянинг компонентлари билан тўйинган бўлади. Иситкичда адсорбент иситилади ва оғир фракция десорбция қилинади.

Десорбция жараёнининг яхши кетиши учун усқунанинг пастки қисмига сув буғи берилади. Иситкич 2 нинг қувурлараро бўшлиғига берилган сув буғининг иссиқлиги адсорбентни иситиш ва десорбция учун сарфланади. Десорбция қилинган оғир фракциянинг бир қисми пастки тақсимловчи тарелкадан тайёр маҳсулот сифатида узатилади, унинг қолган қисми эса ички циркуляция қилувчи оқим сифатида тақсимловчи тарелканинг найчалари орқали ректификацион зонасига юборилади ва у ерда адсорбент билан контактга учрайди.

Юқориги ва пастки маҳсулотнинг тозалигини ошириш учун ректификацион зонасининг ўрта қисмидан оралиқ фракция ажратиб олинади.

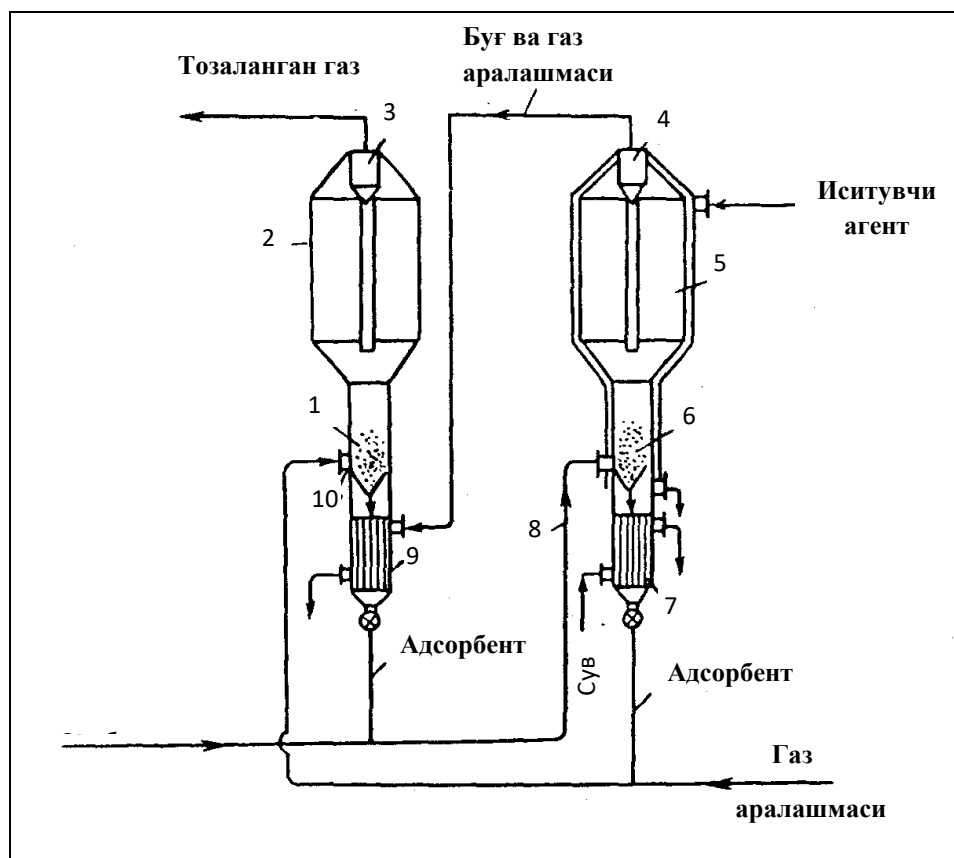
Иситилган адсорбент пневмоқўтаргич 8 ёрдамида бункер 7 га юборилади, у ерда ташувчи газдан ажралгандан сўнг совитгич 6 га тушади.

Дастлабки газнинг таркибида юқори адсорбцион қобилиятга эга бўлган ҳамда қийинлик билан десорбция қилинадиган компонентларнинг бўлиши адсорбент фаоллигининг камайишига олиб келади. Адсорбент фаоллигини бир хил даражада ушлаб туришлик учун қурилма схемасига реактиватор 9 қўшилади ва ушбу усқуна орқали адсорбентнинг бир қисми циркуляция қилади. Реактиваторда десорбция қилиш учун анча қаттиқ шароит (юқори ҳарорат, сув буғининг ортиқча сарфи ва ҳоказо) яратилади.

Айрим шароитларда циркуляция қилинаётган адсорбентнинг бир қисмини десорбция қилиш учун қаттиқ шароитни яратиш мақсадида алоҳида усқуна (реактиватор) дан фойдаланиш, адсорбентнинг барча оқими учун

иситгичда қаттиқ шароитни яратишга нисбатан, иқтисодий жиҳатдан самарали ҳисобланади. Бундай шароитда иситгичнинг ўлчамларини ҳамда иситувчи агент ва десорбция учун сув буғи сарфларини ошириш керак бўлади. Газ аралашмаларини ушбу услуб билан ажратиш гиперсорбция деб аталади.

Газ ва қаттиқ фазалар зичликлари ўртасида катта фарқ борлиги сабабли охириги йиллари адсорбция жараёнларини адсорбентнинг мавҳум қайнаш ҳолатида олиб бориш кенг тарқалмоқда. Адсорбент сифатида майда гранулалар (одатда ўлчами 500 мкм дан кичик бўлган) ишлатилади. Бундай жараёнларда адсорбентни узатиш учун пневмотранспорт, газ оқимларидан қаттиқ заррачаларни ажратиш учун эса циклонлар қўлланилади. 4-расмда узлуксиз ишлайдиган мавҳум қайнаш қатламли қурилманинг схемаси берилган. Бу қурилманинг таркибига адсорбер I ва десорбер б киради.



4-расм. Узлуксиз ишлайдиган мавҳум қайнаш қатламли адсорбцион қурилманинг схемаси:

1-адсорбер; 2,5-сепарацион бўшлиқлар; 3,4-циклонлар; 6-десорбер; 7-иссиқлик алмашгич; 8-қувур; 9-иситгич; 10 штуцер.

Дастлабки газ аралашмаси регенерация қилинган адсорбент билан биргаликда штуцер 10 орқали адсорберга киради. Адсорбернинг юқориги қисмидан ютилмаган газ чиқади, унинг таркибидаги адсорбентнинг заррачалари сепарацион бўшлиқ 2 ва циклон 3 да ажратилади. Ўзида газ фазасидан бир ёки бир неча компонентларни ютиб олган адсорбент иситгич 9 га тушади. Иситгичда адсорбент десорбердан чиқаётган буғ-газ аралашмаси билан иситилади ва сўнгра десорбция қилувчи агент (одатда сув буғи) ёрдамида қувур 8 орқали десорберга узатилади. Десорбер иситувчи қобик, сепарацион бўшлиқ 5 ва циклон 4 билан таъминланган. Регенерация қилинган адсорбент иссиқлик алмашгич 7 да совийди ва адсорберга қайтарилади. Мавҳум қайнаш қатламли ускуналар бир қатор афзалликларга эга: адсорбция ва десорбция жараёнлари узлуксиз равишда боради; фазалар ўртасидаги контакт юза катта; адсорбент заррачалари ускунанинг ичида жадал аралашади; иш унумдорлиги юқори ва ҳоказо. Мавҳум қайнаш қатламли ускуналарнинг ишини самарали олиб бориш учун бир қатор мураккаб техникавий вазифаларни ҳал қилишга тўғри келади. Булар қаторига қуйидагилар киради: адсорбентнинг узлуксиз ҳаракатини уюштириш; адсорбент заррачаларининг ейилиб кетишини минимумга келтириш; адсорбентнинг чанг ҳолатидаги майда заррачаларини ускунадан чиқиб кетишига йўл қўймаслик. Бундай камчиликларни йўқотиш учун, биринчидан юқори даражадаги мустаҳкам адсорбентлардан фойдаланиш, иккинчидан эса адсорбер ва десорберни конструктив жиҳатдан мукамал қилиб тайёрлаш зарур.

1.2.1. Адсорбция жараёнининг физик-кимёвий асослари.

Газларнинг қаттиқ ютувчилар(адсорбентлар)да ютилиш жараёнига *адсорбция* дейилади. Қаттиқ юзадан газларнинг ажралиб чиқиши, яъни адсорбцияга тескари бўлган жараён *десорбция* дейилади. Адсорбцион жараёнлар газ ва қаттиқ фазаларнинг иштироки билан кечади. Адсорбцияда

модда газ фазасидан қаттиқ фазага ўтиши кузатилса, десорбцияда унинг тескараси қаттиқ фазадан газ фазасига ўтади.

Амалиётда кўпинча алохида компонентлар маълум миқдорда қаттиқ юзаларда ютилиши мумкин бўлган газли аралашмалар адсорбция қилинади. Газли аралашманинг ютилмайдиган қисми инерт газлар деб айтилади.

Қаттиқ юза, фаза ютувчи(адсорбент) дан ва газ фазасидан адсорбцияланган (ютилган) компонентдан ташкил топган. Агар ютувчи молекуласи ва газ аралашмасидан адсорбцияланган компонент молекуласи ўртасида ўзаро кимёвий таъсирлашиш содир бўлмаса, бу жараён **физикавий адсорбция** дейилади.

Газли ва қаттиқ фазаларнинг тўқнаштирилишини амалга оширишнинг турли хил усуллари мавжуд. Суёқ аралашмаларни ректификациялаш каби адсорбция ҳам кўпинча цилиндр аппаратлари (адсорберлар)да амалга оширилади. Адсорберларда ютувчи пастдан юқорига қараб, газ аралашмаси эса, қарама-қарши йўналишда юқоридан пастга қараб ҳаракатланади. Адсорбернинг юқори қисмидан таркибидан адсорбцияланган компонентлари ажратилган газ аралашмасининг қолдиғи чиқарилади.

Адсорберларда қаттиқ ютувчи ва газ фазаларнинг тўқнашиши тўхтовсиз амалга оширилади. Амалда физикавий адсорбцияда газ фазасидан компонентларни тўлиқ ажратиб бўлмайди.

Босимнинг ортиши ва ҳароратнинг пасайиши билан адсорбция жараёни активлашади. Десорбция жараёни эса паст босим ва юқори ҳароратда олиб борилади. Конструкцияси бўйича адсорбер ва десорбер колонналари бир бирига ўхшайди.

Адсорбция усули. Газ аралашмалари ҳамда эритамаларида бир ва неча компонентларнинг ғоваксимон қаттиқ жисмлар юзаси бўлиб (адсорбентда) ютилиш процесси абсорбция дейилади. Ютилувчи модда адсорбант ёки адсорбтив дейилади. Ҳар бир адсорбент мураккаб аралашмаларда маълум компонентларни ютиб, аралашманинг бошқа компонентларига таъсир

қилмайди. Демак, адсорбентлар танловчанлик қобилиятига эга. Ютилган модда адсорбентдан десорбция йўли билан ажратиб олинади.

Адсорбция жараёни кўпинча газ ва суюқлик аралашмаларидаги ютилаётган компонентнинг концентрацияси кам миқдорда бўлганда, адсорбтивни бутунлай ажратиб олиш учун қўлланилади. Агар ютилайтган компонентнинг концентрацияси юқори бўлса, у холда адсорбция жараёни қўлланилади.

Адсорбция жараёни икки хил: физик ва кимёвий (хемосорбция) бўлади. Физик адсорбцияда адсорбент ва ютилаётган компонент ўзаро кимёвий жиҳатдан таъсир қилмайди. Кимёвий адсорбция процессида адсорбент билан ютилаётган модданинг молекулалари ўзаро таъсирлашиб, адсорбентнинг юзасида кимёвий бирикма ҳосил бўлади.

Классификациялаш жиҳатдан адсорбентларни уч турга бўлиш мумкин:

Биринчи тури: носпецифик адсорбентлар, уларга графитланган қурум киради. Бу турдаги адсорбентлар сиртида алмашилишга қодир функционал гуруҳ ва ионлар бўлмайди. Юқори молекулали углеводородларни, масалан, полиэтиленни ҳам шу турга киритиш мумкин.

Иккинчи тури: специфик адсорбентлар, уларнинг сиртида маълум жойларда мусбат зарядлар, масалан, силикагелларда гидроксил гуруҳлар, цеолитларда катионлар тўпланган бўлади. Бу турдаги адсорбентларга айрим четки звеноларида электрон зичлиги тўпланган молекулалар билан ўзига хос таъсирланиш характерлидир.

Учинчи тури: сиртида электрон зичлиги тўпланган боғланишлар ёки атомлар гуруҳлари бўлган специфик адсорбентлар. Бундай адсорбентлар носпецифик адсорбентлар сиртига электрон зичлиги тўпланган молекулаларнинг моноқатламини жойлаштириш йўли билан олинади. Бу турдаги адсорбентларга қутбли серфовак полимерлар киради.

Цеолитлар - кристалл панжарасидаги ғовақларининг ўлчамлари муайян ва ўзгармас бўлган синтетик сорбентлар бўлиб, улар молекуляр элаклар дейилади.

Говак шишалар-говаклари бир-бири билан тутшиб бир фазовий панжара ҳосил қилган боросиликат шишалардир. Улар қаттиқ инерт ташувчилар сифатида газ-суюқлик хроматографиясида ишлатилади. Говак шишаларнинг адсорбцион хоссалари уларда силанол гуруҳлар мавжудлиги туфайли бўлиб, бу гуруҳлар молекуласида электродонор функционал гуруҳлар бор моддалар билан водород боғланиш ҳосил қилади. Говак шишаларнинг шу мақсадда ишлатилувчи бошқа материаллардан асосий фарқи уларнинг кимёвий инертлиги, говакларивинг ўлчамларини назорат қилиш мумкинлиги ва регенерация қилиш осонлигидадир.

Фаолантирилган кўмирлар-жуда серговак тузилган адсорбентлар бўлиб, улар углеводородлар ва уларнинг ҳосилаларини, ароматик бирикмаларни, бўёқ моддаларни танлаб адсорбилайди (ютади). Қуйи спиртлар, карбонат кислоталар ва мураккаб эфирларни камроқ ютади.

Графитланган қурум-одатдаги қурумга 3000 °С да вакуумда ёки инерт газ муҳитида ишлов бериш орқали олинади. Графитланган қурум сиртининг адсорбцион хоссалари графит гуруҳининг адсорбцион хоссаларига жуда яқин бўлиб, улар носпецифик адсорбентлар қаторига киради.

Полимер сорбентлар-кейинги вақтларда газ хроматографиясида кенг ишлатила бошланди. Стирол, этилстирол ва дивинилбензол асосида тайёрланган говак материаллар энг кўп ишлатилади. Говак поламерлар механик жиҳатдан пишиқ, сирти катта, танловчанлиги кучли ва термик жиҳатдан анча барқарор бўлади.

Говак полимерлар-жуда танловчан адсорбентлар сифатида газ-адсорбцион ва суюқлик-адсорбцион хроматографиясида кўп компонентли аралашмаларни таркибий қисмларга ажратишда, шунингдек, газ-суюқлик хроматографиясида ташувчи сифатида ишлатилади.

Юза қатламли сорбентлар-кейинги вақтлардагина ишлатила бошланди. Фаол моддалари ташувчининг фақат ташқи юзасида бир текисда тақсимланган сорбентлар юза қатламли сорбентлар дейилади. Фаол модда сифатида қаттиқ ёки суюқ сорбент хизмат қилиши мумкин. Сорбент

катламининг юпқалиги ва ютиладиган моддаларнинг сорбентга етиб бориши осонлиги туфайли сорбентларнинг сирт катламларида масса узатишга қаршилиқ камаяди ва демак, сорбцион қатламда туриш вақти қисқаради. Бу эса хроматографик колонканинг самарадорлиги ортишига олиб келади.

Юзаси ғовак адсорбентларда (ЮҒА)-чуқур ғоваклар бўлмагани сабабли ғоваклардаги ҳаракатчан фазада моддаларнинг тутилиб туриш вақти қисқаради ва масса алмашиш тезлиги ортади. ЮҒА жараёни мувозанатга яқин шароитларда, ювилиб кетиш тезлигини сусайтирмай олиб бориш имконини беради. Булардан ташқари, ЮҒА механик пухталиги катта бўлади, чунки уларнинг ўзаги одатда шиша соққачалардан иборат бўлади. ЮҒА жуда яхши регенерацияланади ва оқимга нисбатан оз қаршилиққа эга.

1.3. Адсорбент-цеолитлар тўғрисида умумий маълумот.

Саноат миқёсида газни қисман қуритиш ва қўшимчалардан тозалашда адсорбцион жараён кенг қўлланилади. Узлуксиз ишлайдиган жараёнлар учун, адсорбцион жараёнинг эффективлигини ошириш учун, яхши сифатли, тез ўз ҳолига қайтувчи адсорбентлар керак бўлади. Адсорбентларни эффектив регенерация қилиш учун, ишлаш қобилиятини юқори бўлиши керак . [8].

Саноат миқёсида углеродли ва минералли адсорбентлар кенг қўлланилиб келинмоқда. Углеродли адсорбентларга активланган кўмир, минералли адсорбентларга силикагел, алюмогел, цеолитлар киради. Бу адсорбентлар юзасининг кимёвий ҳолати ва ғовакларнинг хусусияти билан адсорбцион хоссалари ва қобилияти ифодаланади. Ғовакли адсорбентлар - катта ғовакли, ўтказувчанли ғовакли ва кичик ғовакли бўлади. Ғовакларнинг бурчаги қуйидагича қабул қилинади: - катта ғовакликларнинг ўртача радиуси 10^{-7} м, яъни 1000 Å, 0,5—2,0 м²/г ўртача юзаси. Кичик ўртача юза шуни кўрсатадики, катта ғоваклар унчалик катта хусусиятга эгамас, лекин улар ташувчи каналлар вазифасини бажаради, шу асосда адсорбцияланувчи

молекулалар адсорбент гранулаларининг ички кисмига ўтади [8]. Ўтказувчан ғоваклар қуйидаги эффективлик радиусига эга $(1,5 \div 1,6) * 10^{-9}$ дан 10^{-7} м, яъни 15—16 дан 1000 Å, маълум миқдорда адсорбцияланадиган молекулалар ўлчами ошади. Ғовакларнинг ўрта юза кўрсаткичи $400 \text{ м}^2/\text{г}$ тенг. Босимнинг кўтарилиши билан ўтказувчан ғоваклар тозаланадиган материаллар билан тўйинади.[12]. Ўртача радиусли кичик ғовакларнинг кўрсаткичи $(1,5 \div 1,6) * 10^{-9}$ м, яъни $<15—16 \text{ Å}$. Адсорбциялаш молекулалари ўлчами, кичик ғоваклар ўлчамига ўхшаш. Адсорбциялаш энергияси катта ғовакликларига нисбатан, кичик ғовакларда маълум миқдорда юқори ўтказувчанликка эга. Кичик ғовакликларнинг асосий кўрсаткичларидан бири, бу ҳажм ҳисобланилади. Кичик ғовакликларнинг ўртача ҳажми $(1 \div 6) * 10 \text{ м}^3/\text{кг}$, ёки $0,1—0,6 \text{ см}^3/\text{г}$ тенг. Цеолитлар (молекуляр элак) — алюмосиликатлар, таркибида ишқорий кислород ва ишқорий ер атериаллари бўлиб, булар аниқ, доимий структурали ғоваклардан иборат.

Бу янги турдаги адсорбентлар табиий ва синтетик цеолитларга бўлинади [8]. Табиий цеолитларнинг беқиёс хоссаси - шундан иборатки юқори ютувчанлик ва аралашмаларни молекулаларга бўлиниш хусусияти олдиндан маълум. Лекин саноат миқёсида табиий цеолитларни қўллаш энди бошланмоқда.

Табиий цеолитлар асосан клиноптилолитлардан, морденитлардан, эрионитлардан, анальцимлардан, филлипситлардан, ломонтитлардан, шабазитлардан, натролитлардан, десминлардан, гейландитлардан ташкил топган. Булардан амалиётда қуйидагилар қўлланилади клиноптилолит, морденит, шабазит ва эрионитлар.

Клиноптилолитдаги ғоваклар ҳажми $0,15 \text{ см}^3/\text{г}$ тенг, лекин юқори энергетик хусусияти учун, паст концентрацияли адсорбция қўлланилади.

Бу адсорбентни қўллашдан мақсад, клиноптилолит структураси кичик молекулали $(3,5 \div 4,0) * 10^{-10}$ м маҳсулотларни ғовакларга кириши

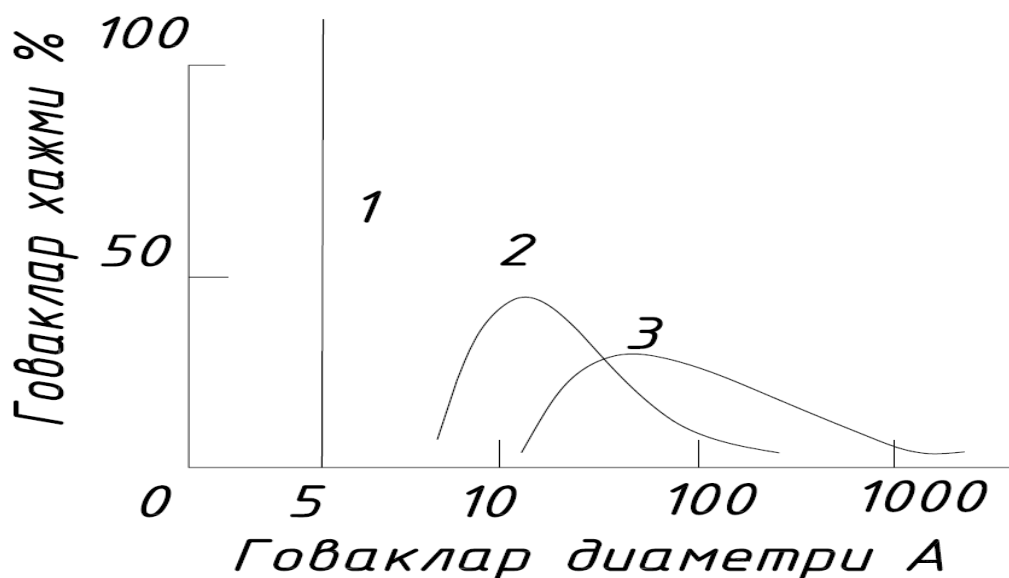
осонлашади . Бошка табиий цеолитларнинг ғоваклар ўлчами шунчалик каттаки, кичкина молекулали маҳсулотларнинг адсорбцияланиши қийинлашади[8].

Ўзбекисон шароитида синтетик молекулали цеолитлар маркази КА, NaA, CaA, NaX, CaX кўп ишлатилади. Бу цеолитларнинг биринчи бош харфи (K^+ , Ca^{2+} , Na^+), катионлар формасига эга бўлиб, иккинчиси кристалл чамбарак турини англатади. Цеолитлар куйидаги кириш ўлчамига эга «окон»:

Цеолит	КА	NaA	CaA	CaX	NaX
Кириш ўлчами	$3 \cdot 10^{-10}$ (3)	$4 \cdot 10^{-10}$ (4)	$5 \cdot 10^{-10}$ (5)	$8 \cdot 10^{-10}$ (8)	$10 \cdot 10^{-10}$ (10)

Саноат миқосида цеолитлар бирикган ва бирикмаган ҳолатларда учрайди. Боғловчи сифатида коалитлар ва бентонитлар ёки аралашмалар қўлланилади (цеолитлар оғирлигининг 10-20 % глина бентонит қўшилади). Боғловчисиз цеолитлар физик хусусиятларига кўра оддий цеолитларга ўхшаш бўлиб, механик хусусиятлари юқори бўлади. Юқорида айтиб ўтганлардан, шунини хулоса қилиш мумкинки, активланган кўмир, силикагел ва алюмогел бир хил кристаллик структурага эгамаслиги сабабли ҳам, ғоваклар хар хил хусусиятга эга. Адсорбент диаметри бўйича ғовакларни йўналтириш тор (20 дан 50 Å) ва кенг (20 дан бир неча минг ангстремдир).

Кенг тарқалган ғоваклар бу - активланган кўмир ғоваклари бўлиб, амалий жихатдан ҳамма боғланган молекулаларга тўғри келади. Цеолитлар эса бир хил ғовакли бўлиб, (3 дан 13 Å) тенг. Цеолит ғовакларининг ғовакларга тарқалиши силикагел ва активланган кўмир учун характерли хисобланади [9].



Расм 5. Кичик ғовакли адсорбентларнинг, ғоваклар буйича тарқалиши

Цеолитларнинг кимёвий табиати ва структурасининг ҳолатида шуни кўрсатадики, хар хил адсорбцион кучга эга бўлган адсорбент— адсорбтив ҳисобланади. Масалан, активланган кўмир хар хил ғовакли структурага ва бир хил энергетик структурага, аниқ дисперсион кучга эга булади. Бундай адсорбентлар, цеолитларга ўхшаш тартибли структурага эга, лекин энергетик структураси бир хил эмас. Маълум

адсорбентлар учун, адсорбциялаш энергияси канча юқори бўлса, шунча кўп энергия десорбция жараёнига сарфланади.

Охирги йилларда кўп тадқиқот ва илмий ишларда [9, 10], хар хил энергетик боғланишлар, цеолитларни адсорбцион тенглиги тушунтирилади. Айрим тадқиқотлар [10], шуни кўрсатадики десорбциялаш кинетикасида, газни цеолитлар билан қисман қуритиш жараёнининг тенглиги исботлаб берилган. Цеолитларнинг адсорбент сифатида хусусияти шундаки, катионларнинг адсорбцион кўрсаткичи электростатик боғлиқлик билан белгиланилади.

Катионларни ҳолати, қутубли мағсулотларни адсорбциялашда, яъни сув ва аммиакда яққол намоён бўлади. Масалан: Цеолит NaX адсорбцион мувозанат ҳолатида энергетик характеристикаси E, сув буғларидаги катионларнинг адсорбцион ҳолати 9600 кал/ молга тенг, дисперсион боғлиқликда эса 3600 каллория / молга тенг [10]. Бу ҳолат қайтар ҳолатда яъни термик десорбцияда таъсир кўрсатади.

Аниқлаш кўрсаткичи куйидаги цеолитлар учун NaA, NaX, ва CaA 3 моль/г тенг. Адсорбцион майдоннинг умумий ҳажми цеолитлар учун 0,2 дан 3 см³/г, сув буғларининг адсорбция кўрсаткичи эса — 20 дан 30% (оғирл.) тенг бўлади. Демак, цеолитлар таркибида 2 хил адсорбирланган сув бўлади, адсорбентларнинг бир-бири билан фарқи, энергия билан бирикганлигидир.

Цеолит таркибидаги сув буғларининг десорбциялаш жараенида, 2та кинетик фаза борлиги аниқланилади.

Биринчи фазада осон сақланидиган дисперс намлик, юқори бўлмаган ҳароратда учиб кетади, иккинчи фазада эса, специфик адсорбирланган намлик, юқори ҳароратда десорбцияланади.

Шу сабабли ҳам, қуритиш жараёнида адсорбен хилларини рационал қўллаш керак. Демак, газ аралашмаларини чуқур қуритиш учун, юқори сонли цеолитлар керак, катионлар билан боғланиши осон бўлади. Бу

эса кичик концентрацияли сув буғларидан қуритишда ижобий ҳисобланади.

Сув буғларини десорбциялашда бундай цеолитлардан юқори ҳароратда (300°C) фойдаланилади, бу эса юқори энергетик сарфлар натижасида боради.

Чуқур қуритиш мажбурий бўлмаганда, локализацияланмаган адсорбция жараёни- силикагеллар таъсирида олиб борилади. Унда силикагелдан сув буғларини десорбцияланиши $100-200^{\circ}\text{C}$ ҳароратда, кам энергия сарфи билан боради [11].

Адсорбентларнинг кимёвий табиати ва ғоваклик даражаси, адсорбентнинг теплофизик хоссалари, яъни иссиқлик ўтказувчанлик, иссиқликни ютилиши ва десорбция жараёнини ҳарорат, қуритиш ва адсорбентни совутиш ҳамда жараённи боришига сарф бўладиган энергияга боғлиқ бўлади.

1.3.1. Цеолитларнинг структурали хусусиятлари

Цеолитлар ва шунга ўхшаш кичик ғовакли материаллар, шундай хусусиятга эгаки, уларнинг структураси, таркиби ва қўлланилиши ва ассортиментни кенгайтириш ва ўзгариш туради. Улар сувли алюмосиликатлар бўлиб, чексиз алюмосиликат каркасидан иборат тетраэдро SiO_4 AlO_4 *ифодали цеолитлардир*. Сунъий цеолитларни *Al* ва *Si*, *табиатига* яқин бўлган Ga, Ge и P алмаштириш мумкин. [12]

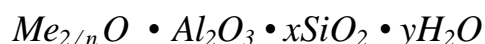
Цеолитлар оддий изоморф системасини ҳосил қилмайди. Цеолитлар структурасидаги максимал йўлчалар ўлчами 1.0-1.5 нм гача бўлади. Цеолитларнинг асосий хусусиятларидан бири бу - катионларни алмаштириш. Асосан бу катионларнинг валентлиги I дан V гача бўлган кимёвий элементлардан - Na, K, Mg, Ca, Fe, Cr, Mn, Cu иборат. Ишқорли катионлар жуда ҳаракатчан бўлиб, бошқа катионлар билан боғланиши ёки алмашилиши мумкин. Цеолитларнинг яна бир асосий хусусиятларидан бири, бу ички кристалл йўлларида сувнинг борлиги.

Айрим цеолитлар таркибидаги ички кристаллар - сув ўзгарувчан бўлиб, юқори ҳароратда ёки иситилганда структураси ўзгармасдан сув миқдорини буғлатиши мумкин ёки структурасининг ўзгариши дегидратация ҳолатида боради. Маълум миқдорда катионларни ва сув молекулаларининг ҳаракати ионларнинг ўзгаришига ва қарши дегидротацияга учрайди [12].

Шундай қилиб, цеолитни 3та жараён билан тавсифлаш мумкин:-

- Каркас технологияси ;
- Катион технологияси;
- Қоникарсиз заряд (чамбарагини компенсация қилиш алюминий ва сувли цеолит борлигида амалга ошади).

Цеолитнинг умумий кимёвий таркиби қуйидаги формулада ифодаланган



Бунда:- n – ишқорли катионни валентлиги Me ,

x – молекуляр нисбати SiO_2/Al_2O_3

y - сувнинг молекуляр сони

Шундай қилиб, цеолитнинг структуравий бирлиги, тетраэдр TO_4 ,

Бунда:- T – кўп зарядли ион Al^{+3} и Si^{+4} .

Бу тетраэдрда умумий кислород ионлари ҳар хил кўп атомли комплексга боғланади. Ҳар хил структуравий алюмосиликатларнинг ҳосил бўлишидаги боғланишлар яъни тетраэдр – бир ўлчамли, икки ўлчамли ва уч ўлчамли структурага эга бўлиб, қўшимча катионларни алмаштиришга асосланган. Кимёвий кристалли цеолитлар 35 та асосий каркаслардан иборат [13].



Расм 6. Цеолитларнинг кўриниши.

Бошқа асосий хусусиятларидан - тетраэдр алюмений, цеолитнинг каркасли структураси бу катион ишқорлари ва ишқорли металллар борлиги, бунда хар бир атом алюменийга бирта эквивалент катион тўғри келади.

Сунъий ва табиий цеолитлардан, мураккаб структурага эга бўлган цеолитлардан кўп тарқалганлари бу А, Х ва Y.

Структураси ва кимёвий таркибининг боғлиқлигидан SiO_2/ Al_2O_3 цеолитлар ўзгариб боради: А - цеолитлар учун- 2 га тенг; Х- цеолитлар учун 2.3 - 3.0; Y – цеолитлар учун 3.1 - 6.0 га тенг [14].

Уч ўлчамли кристалли алюмосиликат цеолит каркаси А, Х ва Y турлари бир хил элемент звеноларидан – яъни кремне – ва алюмокислород тетраэдрлардан тузилган[14]. Бундай тетраэдрлар – кубооктаэдр ёки октаэдрдан таркиб топган бўлиб, цеолитнинг асосий структурасини ташкил этади. Ҳар бир кубооктаэдр ўзига 8 та олтибурчакли

чегарадан ва 6 та квадратли куб шаклида ва 24та устунли кремний ва алюминий атомидан иборат 36та кислород атоми билан боғланган. Кубооктаэдрнинг марказида углерод атомлари алмаз структураси ва олти тўрт босқичли (цеолит А), ёки 8-6 босқичли кислород деразалари (цеолитлари X ва Y) диаметри 0.20-0.25 нм [15]. Цеолитларнинг кристалл каркасини кубооктаэдрлар ҳосил килади. X ва Y цеолитларнинг катакчаси 8та кубооктаэдр ва шунга боғланган ҳолда 16 олти босқичли кислород боғдан , шунга биноан 8та катта ва кичик бўшлиқдан иборат. Цеолитнинг таркиби оддий катакча параметрларидан иборат [16].

sphere



pellet



Detail drawing



1.6-2.5MM



3-5MM



1.6MM



3.2MM

Расм 7. Цеолитларнинг кўриниши.

1.4. Табиий газни қуритишда цеолитларни қўллаш усуллари.

Табиий ва сунъий цеолитлар, молекуляр филтър хусусиятига эга бўлганлиги учун, ҳам адсорбент ва катализатор сифатида кенг қўлланиб келинмоқда.

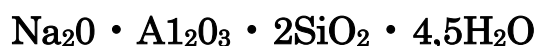
Сунъий цеолитлар (молекуляр филтър) — алюмосиликатли кичик ғовакли адсорбентларнинг юқори хусусиятлиги учун маҳсулотни маълум қисмлари, ўлчами, формуласи ва молекуласига қараб ажратиб берган. Бу маҳсулотлар бир-биридан кристалларнинг тузилиши ва юқори солиштирма юзаси билан фарқ қилади. Цеолитларнинг ғовакларини қуйидагича тасвирлаш мумкин, юзасининг айланаси ва каналларнинг боғланиши.

Ҳозирги пайтда саноат миқёсида хар хил маркали цеолитлар ишлаб чиқарилмоқда. Бу цеолитлар бир-биридан катионлар ва ғовак ўлчамлари билан фарқ қилган [2]. Амалий жихатдан кўп қўлланиладиган цеолитлар бу, А ва Х, икки белгили кўрсаткичга эга яъни: КА, NaA, CaA, NaX, CaX; биринчи кўрсаткич метал номи бўлса (К, Na, Ca), иккинчиси — чамбарак тури (А еки Х). Цеолитларнинг синфланиши, кирадиган бўшлик диаметрининг ўлчами билан аниқланади:

Цеолитларнинг тури..... КА NaA CaA CaX NaX

Кирадиган бўшлик диаметри, нм 0,3 0,4 0,5 0,8 0,9—1,0

Кимёвий таркиби жиҳатидан цеолитлар - *алюмосиликатлардан таркиб* топган бўлиб, қуйидаги ионлардан иборат Al^{3+} , Si^{4+} ва хар хил валентли метал ионларидан таркиб топган. Цеолит NaA, нинг ифодаси қуйидаги таркибдан иборат:



А - типидagi цеолитлар сируктураси катта ва кичик адсорбцион бўшликдан иборат. Оддий тиркиш таркибида бирта

катта ва бирта кичик бўшлик бор. Катта бўшлик амалий сферик шакл диаметри 1,14 нм.га тенг. Улар 6та бўшлик ва 8та кислород айланаси билан боғланган бўлиб диаметри 0,42 нм ва 8та кичик бўшлик ва 6та кислород айланаларининг диаметри 0,22 нм га тенг боғланган. Катта ҳажмли бўшликда 24та сув молекулалари жойлашиши мумкин. Кичик бўшлик ҳам сферик формадан иборат бўлиб, диаметри 0,66 нм га тенг бўлиб, бўшликга кирувчи заррачалар кичик бўлганлиги сабабли, унга фақатгина сув молекулалари киради [2].

Адсорбентнинг кислотага боғлиқлиги цеолитнинг $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ нисбатидан боғлиқ, нисбат кўтарилса кислоталик ошади. Цеолитлар типии А - пасткремний формали, бўлиб нисбати 2 дан юқоримас $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$, нордон мухитда улар парчаланеди. Цеолит типии КА - нормал ҳароратда маълум микдорда сувни шимиш хусусиятига эга.

Цеолит NaA - саноат микёсида газларни адсорбциялайди, бунда молекулаларнинг критик ўлчами 0,4 нм ошмаслиги керак, бу - сув, олтингугуртводород, олтингугуртуглерод, оксид ва диоксид углероди, аммиак, метан, этан, этилен, метанол. Пропан ва органик бирикмалар таркибидаги углерод атомларининг сони 3 гача бўлса ушламайди яъни адсорбцияланмайди [2].

Цеолит типии СаА –углеродларни, спиртларни (биргина нормал структурага эга бўлган), метил ва этил меркаптанлар адсорберлайди, бу цеолитлар паст нордон мухитда барарор, шу учун ҳам олтингугуртни тозалаш жараёнида қўлланилади.

X – типиидаги цеолитлар нисбати $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ тенг 2,2—3,3. ҳар бир катта бирликнинг кириш диаметри 0,3—0,9 нм. Адсорбцион бўшликга маҳсулот кириши учун, адсорбент

молекуласининг критик диаметри кириш деразасига нисбатан ўлчами кичик бўлиши керак.

X –типидаги цеолитларнинг кириш деразалари катта бўлиб, мураккаб аралашмалар адсорбцияланади яъни ҳар хил турли углеводородлар, олтингугуртли органик бирикмалар, меркаптанлар, галоген алмаштирувчи углеводородлар.

Цеолитлар NaX таркиби қуйидаги формула орқали ифодаланади:



Адсорбция бўшлиқининг катта ҳажми қуйидаги кўрсаткичга тенг -

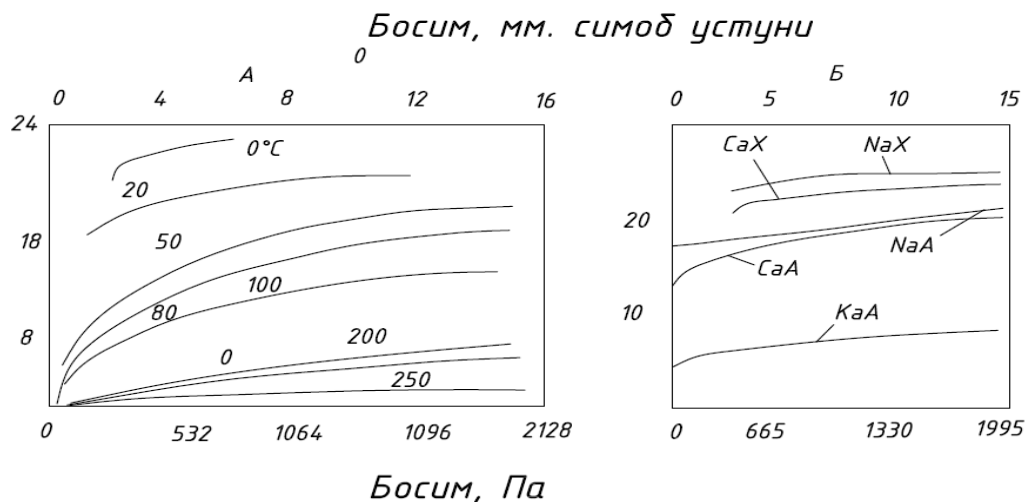
NaX — $822 \cdot 10^{-10} \text{ м}^3$; кичик ҳажми— $150 \cdot 10^{-10} \text{ м}^3$. Цеолит NaX нинг ҳар бир оддий ячейкасида 8та катта ва 8та кичик бўшлик мавжуд. Катак ҳажмида 256 сув молекуласи жойлашган.

Цеолит бўшлиғига кирадиган молекулалар миқдори критик диаметрдан боғлиқ. Углеводород молекулаларидан энг кичик критик диаметрда метан молекуласи мисол бўла олади, бу молекуланинг айлана диаметри 0,4 нм.дан таркиб топган. Мураккаб углеводород структураси зигзак боғларга хос бўлиб, бир хил узун боғлар C—C,; - 0,154 нм тенг, боғлар C—H, - 0,109 нм тенг. Кўндаланг ўлчами бир хил яъни — 0,49 нм тенг. Молекула узунлиги углерод атомлари сонидан боғлиқ [2].

Шундай қилиб, ҳароратнинг кўтарилиши, натижасида цеолитни шимиш ёки ютиш хусусияти кичик ўлчамдаги молекулалардан боғлиқ.

Цеолитнинг X-га ўхшаш аналоги Y- типидagi цеолит яратилган, бунда катак икки баробар кичик тетраэдр AlO_4 ва катионларни сақлайди. $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ нисбати ; Y – типидagi

цеолитда юқори бошқа цеолит типларига нисбатан — 3 дан 6 гача, юқори кислоталиги билан фарқ қилади [2].



Расм 8. Цеолит NaA (а) сув буғларининг изотермик адсорбцияси

(б) 20°C хароратда ҳар хил цеолитларнинг қуриниши.

Сув буғларининг изотермик адсорбцияси ҳар хил цеолитларда, 8-расм да келтирилган. Графикдан кўришиб турибдики цеолитларнинг адсорбцион хусусиятларини таққослаганимизда, сув буғларига яқинлиги намоён бўлади. Шу сабабли, амалиётда қўллаш жуда муҳим, бу эса цеолитларнинг бошқа қуритувчиларга нисбатан афзаллигидир.

Цеолитларни тайёрлашда шундай қўшимча қўшиладики, боғловчи иккиламчи ғовок яъни қўшимча ҳосил килади, бунда ғоваклар радиуси 160—350 нм тенг. Кўп пайтлар боғловчи сифатида «глина» қўлланилади, лекин шуни эътиборга олиш керак-ки, газ таркибида енгил полимеризацияловчи қўшимчалар бўлиши керак, боғловчи каталитик актив бўлмаслиги керак. (гел ёки цемент).

Ҳарорат ва сувдаги буғ босимининг цеолитларнинг адсорбцион хусусиятига таъсири.

Босим, Па	Цеолит тип	Адсорбцион хусусияти, г/100г				
		25 ⁰ С	50 ⁰ С	100 ⁰ С	200 ⁰ С	300 ⁰ С
0,133	NaA	3.2	2.0	1.0	0	0
	CaA	4.0	2.5	0.8	0	0
13,33	NaA	15.0	8.0	3.2	2.0	1.8
	CaA	14.0	9.6	3.6	1.2	0.4
133,30	NaA	18.0	16.0	6.0	3.0	1.4
	CaA	17.2	14.8	7.2	2.0	1.0

Боғловчилар ўз хусусиятини йўқотган тақдирда, цеолитлар ўз сифатини йўқотади, шу сабабли, саноат миқёсида цеолитлар тайёрлана бошланди, бунда кристал боғлар ҳосил қилиб иккиламчи ғовакларга айланади [4]. Цеолитлар боғловчисиз кучлироқ сифатга эга, иккиламчи ғоваклар ҳосил қилган адсорбентлар микроғовакларга тез ўтиш хусусиятига эга бўлади.

Шундай қилиб, тадқиқотлардан хулоса қилиш мумкин, паст ҳароратли десорбция усулида компонент сифатида сув буғларини қўллашда цеолит таркибидаги асосий компонентларни узлуксиз усулда ажратиб олиш ва натижада адсорбцион хусусиятларини қайта тиклаш жараёни термик десорбцияга олиб келади, бунда иссиқлик агенти сифатида газ ҳосил қилувчи ёқилги қўлланилади.

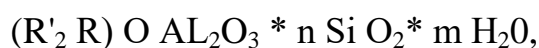
**Цеолит Na A нинг адсорбцион хусусиятлари ҳар хил босим ва
ҳароратда**

Адсорбцион ҳарорат, °C	Газнинг бошланғич намлиги		Газ тезлиги, л/(см ² *мин)	Қуритилган газнинг шудринг нуқтаси, °C	Динамик адсорбцион қобилияти, г/100г	Қуритилган газ миқдори, м ³ /кг
	г/м ³	Шудринг нуқтаси, °C				
<i>Ҳарорат таъсири</i>						
30	18,3	+21	0,4	-62	21	11,8
50	17,3	+20	0,4	-60	17	9,8
80	18,3	+21	0,4	-63	16	8,4
<i>Газ тезлигини таъсири</i>						
50	17,3	+20	0,4	-60	17,4	9,8
50	19,4	+22	1,0	-62	17,5	9,4
50	17,3	+29	2,2	-65	14,5	8,8
<i>Бошланғич намликни таъсири</i>						
50	18,3	+21	0,4	-70	17,5	9,8
50	9,4	+10	0,4	-67	16,1	17,3
50	3,8	+3	0,4	-65	15,8	43,3
50	1,4	-16	0,4	-63	14,6	105

Чет давлатларида синтетик цеолитлардан фойдаланилади, бу цеолитлар ҳар хил газ ва эриган маҳсулотларни тозалаш хусусиятига эга бўлганлиги сабабли, олий сифатли ҳисобланади [3].

Цеолитларнинг афзаллиги шунда-ки, улар ёрдамида катта миқдордаги маҳсулотни кичик концентрацияда тозалаш мумкин.

Цеолитларнинг кимёвий формуласи қуйидаги кўринишга эга [4]:



бунда:

R'_2 - бир валентли катион мажмуаси (Na^+ , K^+ , Li^+);

R - икки валентли катион мажмуаси (Ca^{+2} , Ba^{+2} и др.);

n ва m - нисбат коэффициентлари $Si O_2$: AL_2O_3 .

Демак, цеолитни диаметри 3 дан 15 Å гача сувга рангли моддаларни тозалаш хусусияти билан белгиланилади.

Элакнинг маркаси X ва Y ғоваклар диаметри 8-9 Å, қўлланилганда энг қониқарли натижаларга эга бўлганлар.

Цеолитларни регенирациялаш эритмаси сифатида қуйидаги моддаларни қўллаш мумкин: метанол, пропанол, гексан, олтингугуртли эфир ва бошқалар [5].

Тадқиқотлар [6] шуни кўрсатадики, цеолит ғовакларида факатгина ғовак диаметридан кичик бўлган молекулалар киради. Шу кўрсаткич билан ҳам унинг юқори сифатлилиги белгиланилади.

Ҳар хил турдаги цеолитларнинг ижобий томони шунда-ки, углеводородлар таркибидаги захарли қўшимчалар, яъни каталитик хусусиятига эга бўлган токсик табиатига хос моддаларни тозалайди.

Na - цеолитларнинг қобилияти шунда-ки, улар бензин фракциясига эга бўлган олтингугуртли органик боғларни тозалайди.[5].

Айрим илмий ишларда бензин фракцияларининг бошланғич ва охири адсорбцион тозалаш босқичларида цеолит маркаси NaX дан фойдаланилган [5]. Бензин фракцияларини сорбцион тозалаш колоннали реакторларда стационар қалинликда цеолит маркаси NaX ва ҳарорат

40 - 45°C да олиб борилади. Бензин фракциясининг ҳажм тезлиги 2,0 соат¹ ташкил этади.

Турли олтингугуртли органик боғларнинг бензин фракциялари, бошланғич ва охири адсорбцион тозалаш стандарт усулда аниқланади ва олинган натижалар жадвалда №3,4 келтирилган.

5-жадвал

Бошланғич ва охири бензин фракциялари таркибидаги олтингугуртли органик бирикмалар миқдорини цеолит маркази- NaX- оркали тозалаш

Олтингугуртли органик бирикмаларнинг хили	Миқдори, % (x 10 ⁻⁴)	
	Тозалашдан олдинги	Тозалашдан кейинги
Олтингугур водородли ва меркаптанли олтингугурт	2,55	1,85
Олтингугурт углеродли бирикмалар	0,45	0,32
Дисульфидлар	5,02	3,15
Тиофеновлар	4,25	2,18
Сульфидлар	0,67	0,34
Сарфлар миқдори	0,03	0,02
Жами:-	13,87	7,86

6-жадвал

Бензин фракциялари таркибидаги олтингугурт органик бирикмаларни цеолит маркази NaX ни тозалашда қуйидаги кўрсаткичлардан боғликлиги

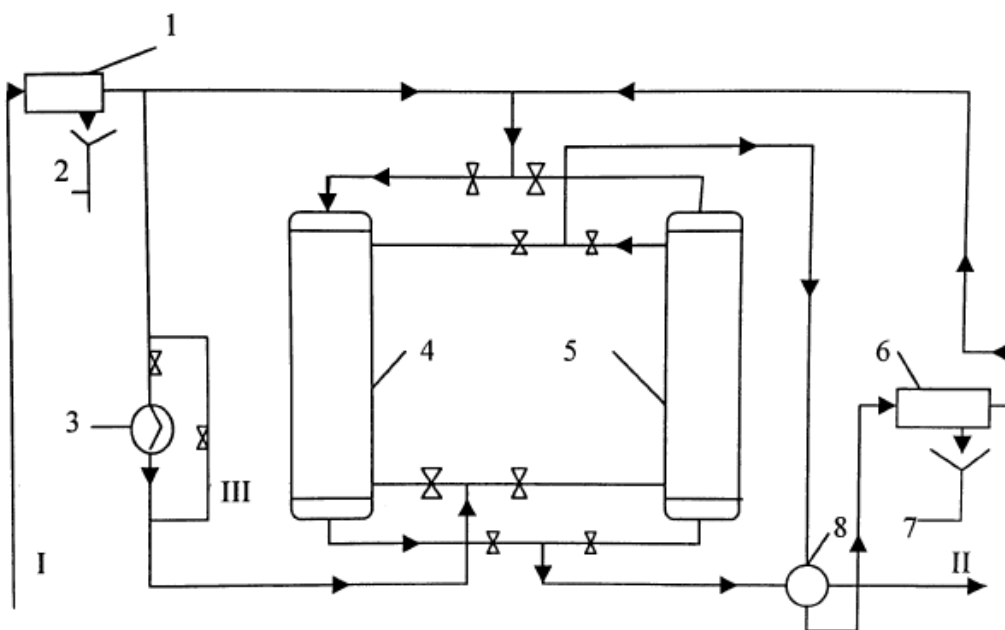
Ҳарорат, °C	Бензин узатишнинг ҳажм тезлиги, ч	Олтингугуртли боғлар миқдори, % (x 10 ⁴)
40	2,0	7,86
45	2,0	7,74
35	1,5	7,80
30	1,5	8,05

Шундан кўришиб турибдики, бензин фракцияларини тозалаш жараёнида стационар цеолитларни қўллаганда энг оптимал технологик жараёнлардан, бу ҳарорат (40-45°C) ва бензин узатиш ҳажмининг тезлиги (1,5-2,0 ч⁻¹).

Демак, синтетик цеолитларни маркази NaX – қўллаганда бензин фракцияларини адсорбцион, тозалаш шуни кўрсатадики, олтингугуртли органик боғлар миқдори маълум даражада камаяди. Бу учун жараённи ҳароратини 40-45°C, ва маҳсулотни узатишдаги ҳажм тезлигини - 1,5-2,0 соат⁻¹ бир хилда сақлаш керак.

Қаттиқ ютувчилар яъни цеолитларнинг асосий хусусияти, бу углеводород газлари қисман қуритиш ва аралашмали эритма таркибидаги сувни йўқотишга қаратилган. Адсорбентларнинг асосий хусусияти шунда-ки, углеводородлар таркибидаги намликни паст ҳароратда йўқотиш. Адсорбциялаш моҳияти, бу молекулаларни тортиш яъни, адсорбент ва адсорбентловчи маҳсулот орасидаги молекулаларни бир-бирига тортилиши билан тушунтирилади. Адсорбентнинг тортиш кучи юқори бўлиши учун,

устки қисми, қузғалмас ютувчи қаттиқ қатламда олиб борилиши керак. [11].



Расм-9. Табиий газни қисман цеолитларда қуритишнинг технологик схемаси.

1—сув узатувчи; 2, 7—қадок; 3 —трубкали иситгич; 4,5 —адсорберлар; 6 — сепаратор; 8 — иссиқлик алмашгич. **Йуналишлар:** I — нам газ; II — қисман қуритилган газ; III — боғловчи линия.

Цеолитлар орқали табиий газни қисман қуритишнинг технологик схемаси

9-расмда келтирилган. Бу технологик жараёнда табиий газ сув узатгичга 1-юборилади, унда механик аралашмалар ва сув томчилари чўкма ҳосил қилиб, 2-қадокга тушади. Сўнг табиий газ 4-адсорбернинг устки қисмидан юборилади. Қисман қуритилган газ 8-иссиқлик алмашгич жихозига кириб, магистрал газ қувурларига юборилади. Маълум миқдордаги газ 3-трубкали иситгичда иситилади ва регенерациялаш учун 5-адсорбернинг пастки қисмидан юборилади. Иссиқ газ 5-адсорбентда регенерация қилингандан сўнг, 8-иссиқлик алмашгичда совутилади ва 6-сепараторга юборилади. Бу ерда регенерацияланган газдан сув ажралиб олиниб,

кадоқга ташланади ва газ нам газ аралашмаси билан қўшилиб, адсорбердан қуритишга юборилади. Регенерациялаш цикли тугагандан сўнг, 3-иситгичга узатилади ва бир қисм намлик газ боғланиш линиясига 111 ва 5-адсорберга юборилади. 11-Адсорбентни совутиш жиҳози. [33].

Адсорбент-цеолитларнинг хоссалари

Табиий газларни қуритишда, кўп сонли адсорбентлардан силикагель, алюмогель, боксит ва алюмосиликатли катализаторлар кенг қўлланилиб келинмоқда. Гидравлик қаршиликни камайтириш учун адсорбент қатламини гранула ва шариклар шаклида тайерланилади.

Адсорбент-цеолитларга қўйиладиган талаблар:-

- Кўп боскичли регенерация жараёнида активлик сарфи кам бўлиши керак.
- Адсорбент гранулалари, механик чидамли бўлиши керак яъни қисишда, майдаланмаслиги керак, сувда бўкмаслиги, ишқаланмаслиги керак. Шу ҳолатлар бўлмаганда, адсорбент қатламида газ йўналишида қарама-қаршилик вужудга келади.
- Адсорбент тез шимиш хусусиятига эга бўлиши керак, бу эса газ юқори тезликда адсорбердан ўтади, натижада компактли жиҳозларни қўллаш кулай бўлади.
- Адсорбентлар арзон нархда бўлиши керак, қуритиш жараёнини сарфига, кам таъсир кўрсатиши керак [7].

Жадвал № 5 да саноат миқёсида қўлланиладиган қаттиқ қуритгичлар тўғрисида маълумот берилган.

Ўзбекистон ва чет давлатларида охириги йилларда янги турдаги адсорбентлар: яъни сунъий цеолитлар молекулаларнинг ўлчами билан белгиланадиган, адсорбентлар ихтиро килинган. А ва Х маркали цеолитлар - бу ғовакли кристалл моддалардан иборат бўлиб, кристаллар ўлчами 1 микронга тенг.

7-жадвал

Табиий газни қисман қуритишда адсорбент-цеолитларнинг тавсифи

Кўрсаткичлар	Цеолит маркази				
	КА	NaA	CaA	NaX	CaX
Т-оқувчанлик зичлиги, г/см ³ , кам эмас.....	0,62	0,65	0,65	0,60	0,60
Гранулалар таркиби (фракция хужайраларининг ўртача ўлчами, оғирлик. (%)) кам эмас	94	94	94	94	94
Механик қаттиқлиги, кам эмас босишда, кГ/мм ²	0,40	0,55	0,50	0,45	0,40
ишқаланишда оғир %.....	40	60	55	55	50
Сувда чидамлилиги , оғир. % , кам эмас	-	96	96	96	96
Динамик активлиги сув буғларининг концентрацияси, бўйича “шудринг нуктаси” юқори эмас -70°С, мг/см ³ , кам эмас, таблетка учун диаметри:	62	90	72	95	90
4,5÷0,5 мм.....	70	100	80	100	95
3,6÷0,4 мм.....	85	120	95	105	100
2,0÷0,2 мм.....					
Иситишдаги сарфлар, оғир % , юқори эмас.....	5	5	5	5	5

Аралашма боғлари, глина билан (15—20%) уларни таблетка сифатида ҳар хил ўлчамли гранула ва шариклар тарзида шакллантирилади.

Иссиклик билан ишлов берилгандан кейин (2—6 ч) , 550—600°C ҳароратда шакллантирилган цеолит механик хусусиятга эга бўлади. Цеолит ғоваклари сферик айланага хос бўлиб, диаметри 11,4 Å (цеолиты А) ва 11,9 Å (цеолитлар Х), бир-бири билан «дераза» тешиклар билан боғланган. Бу цеолитлар А и Х бир-бири билан «дераза» ларнинг ўлчами билан фарқ килади.

Ҳар хил маркали (Å) цеолитларнинг эффектив диаметри «акно» кетирилган

КА.....	3	NaX.....	9
NaA	4	CaX	3
CaA.....	5		

Цеолит ўзининг ғовак структурали кристаллар бирлиги; шакли, иккинчи ғовакли структурани ҳосил килади. Иккинчи ғовакли структурага эга бўлган, цеолитларнинг ўртача устки қисми биринчига нисбатан юқори эмас. Биринчи ғовакли структурага эга бўлган цеолитлар, критик диаметрга эга бўлган «окон» ларни адсорберлайди. Катта ўлчамли молекулаларни адсорберламайди. Шундай килиб, цеолитлар ҳар хил ўлчамли молекулаларни элақдан ўтказмайди.[7].

А ва Х маркали шакллантирилган сунъий цеолитлар газ ва эритмалар ички қуритиш ва юпка тозалаш усуллари қўлланилади. Газ эритмаларини қисман қуритиш учун асосан цеолит А маркали калийли (КА) ёки натрийли (NaA) формаларда қўлланилади. Улар сувни актив адсорберлайди, лекин қуритилаётган компонентга цеолит ғоваклари кирмайди.

Газни қуритишнинг технологик жараёнида, адсорбент-цеолитнинг ҳолати.

Қаттиқ адсорбентлар билан қуритиш жараёнининг тўла цикли 3 босқичдан иборат:-

- 1. Адсорбция давомийлиги (12—20 соат),**
- 2. Адсорбентни регенерациялаш (4—6 соат),**
- 3. Адсорбентни совутиш (1—2 соат).**

Адсорбер бу вертикал ҳолатдаги цилиндр аппарат бўлиб, унда адсорбент 2-3 қатламда жойлаштирилган. Нам газ адсорбернинг устки қисмидан штуцердан киради, бунда адсорбентнинг кўтарилиши ёки қалқишини олдини олади. Регенерацияланадиган газ адсорбернинг пастки қисмидан юборилади. Регенерацияланадиган газнинг тўлқин тезлиги ўртача (0,1-0,3 м/с) тенг. Тезликнинг ошиши қисман қуритилаётган газнинг «шудринг нуктаси»ни кўтарилиши мумкин, натижада босим ўзгариши натижасида адсорбентнинг мувозанат ҳолати йўқолади. [32].

Тўйиниш босқичи тугагандан сўнг, адсорбер регенерациялаш жараёнига уланади. Табиий газни қисман чуқурроқ қуритиш керак бўлган тарзда, унда адсорбентни қисман тўйинтириш керак. Регенерация жараёнида, иссиқ газ адсорбердан ўтказилади (ғовак молекулаларнинг ҳарорати 340—370°С тенг, бошқа адсорбентлар учун (180—200°С) [7].

Регенерациялаш жараёнининг тугаши, регенерацияланган газ ҳарорати билан аниқланади, унда ҳарорат 300°С ва молекулалар ҳарорати 180—200°С бошқа адсорбентлар учун регенерацияланган газнинг босими ва намлиги қанча кам бўлса, миқдори шунча юқори бўлади, унда регенерациялаш цикли камаяди [7].

Совутиш учун жиҳозга кираётган нам газдан фойдаланилади. Адсорбент молекулаларининг парчаланмаслиги учун, (ёрилмаслиги) адсорбентни регенерациялашда, адсорберни босими пасайтирилади ва аста-секинлик билан газ юборилади.

Саноатда қўлланиладиган адсорбентларнинг ютиш қобилияти, пасайиб боради, айрим адсорбентлар эса ўз хоссаларини бутунлай йўқотади, юқори молекулали углеводородлар билан тўйинган адсорбент, жуда қийин десорбцияланади.

Адсорбентларнинг давомий ишлаши, қисман қуритиладиган газнинг тозалигидан боғлиқ. Газ таркибидаги конденсат заррачалари, ёпишқоқ ёғ, оғир углеводородлар, адсорбентда сақланиб, адсорбентнинг ютиш хусусиятини пасайтиради, бу эса адсорбентнинг хоссаларини пасайиши ва бир неча ойда ишдан чиқишига олиб келади, ваҳоланки адсорбентни 2-5 йил орасида тўла алмаштириш керак. Адсорбентнинг давомийлигини ошириш мақсадида, газ адсорберга киришда филтрдан ўтказилади (филтр ишлатилган адсорбент билан тўлдирилган). Адсорбентни кўп ишлатиш натижасида, майдаланиши ёки қотиши натижасида қатлам қаршилиги ошади. Даврий равишда 1йил еки 2 йил ичида адсорбердан олиниб эланади. Қайта тўлдиришда 20-40 % янги қуритувчи қўшилади.

Адсорбент миқдори қисман қурилган газ учун қуйидаги ифода орқали аниқланилади:-

$$G = \frac{V_H(W_H - W_K)\tau}{24a}$$

Бу ерда: G - адсорбент оғирлиги, кг; V_H - қисман қурилган газ миқдори, нормал муҳитга келтирилган (0°C ва 760 мм рт. ст.), $\text{м}^3/\text{суткада}$; W_H , W_K - қисман қурилган газнинг намлик миқдори, $\text{кг}/\text{м}^3$; τ - ютиш давомийлиги, ч; a - адсорбент активлиги (шиммиш қобилияти), ($a = 0,04—0,05$).

1.5. Регенерациялаш усулининг таҳлили

Кўп босқичли регенерация жараёнлари.

Адсорбентни қўллаш усулидан боғлиқ бўлган ҳолда, адсорбент тўйингандан сўнг, адсорбентни ютиш қобилияти тикланади ва регенерациялаш жараёнида тайёрланилади.

Регенерациялаш жараёни бир неча босқичдан иборат:-

1. Асосий
2. Ёрдамчи

Саноатда кўп қўлланиладиган адсорбентлардан бири бу- қўзғалмас қатламли адсорбентдир. Регенерациялашнинг асосий босқичида, десорбция жараёни боради. Адсорбентнинг маркаси ва физик-кимёвий хоссасига биноан ҳар хил десорбция жараёни бориши мумкин.

Ёрдамчи босқич шундан иборат-ки, десорбциялангандан кейин қуритилган адсорбент совутилади. Десорбция жараёни ёрдамчи босқичдан боғлиқ, яъни десорбция режимидан ва десорбцияланадиган агентнинг физик-кимёвий хоссаларидан боғлиқ. Десорбция жараёни адсорбент ва жиҳоз маркасидан боғлиқ бўлиб, 100 ва 400 °С ҳароратда олиб борилади. Адсорбентни регенерациялаш сарфларини пасайтириш мақсадида, ҳар хил усулли десорбция жараёни қўлланилади.

Комбинирланган десорбция усуллари шундан иборатки, қўлланиладиган технологик режим ўзгартирилади ва ҳар хил усуллар бир жараёнда олиб борилади. Масалан, термик десорбцияни 2- этапда олиб бориш мумкин [21]. Биринчи этапда сув буғлари, иккинчи адсорбердан босқичма-босқич ўтади. Биринчи адсорберда десорбция жараёни боради, иккинчида эса пар орқали адсорбент қатлами иситилади. Жараён тугагандан сўнг, биринчи адсорбер цеолитни қуритишга, иккинчисии эса биринчи бўлиб буғга йўналтирилади. Иккинчи адсорбер ишлатилган жиғознинг қатламига уланади. Десорбциянинг бундай усули, буғ сарфини 25% га камайтиради. Бундан ташқари десорбция жараёнидаги сарфлар миқдорини камайтириш учун, ҳар хил конструкцияли усуллар,

яъни десорбциялаш жараёнини тезлаштириш адсорбент қатламларидан фойдаланилади.

Табиий цеолитларни адсорбент сифатида қўллаш, сарф микдорини камайтиради, чунки цеолитлар арзон ва имкониятли адсорбент ҳисобланади.

Десорбциялаш усулининг эффе́ктивлиги шунда-ки, цеолитли адсорбентларда сув қўллаганда, десорбция итариши пайдо булади, сув бу ерда итарувчи - компонент сифатида роль ўйнайди, бунда цеолитлар сув буғлари билан юқори адсорбцион активликга эга бўлади.

Саноат миқёсида сиқиб чиқарувчи десорбция қуйидаги асосий кўрсаткичларга жавоб бериши керак:-

1. Яхши ютиш ва адсорбентда ютилган маҳсулотни алмаштириш қобилиятига эга бўлиши;
2. Адсорбентда ютилган компонентларни актив итариш хусусиятига эга эканлиги;
3. Ёнғин ва портлаш хавфсизлиги;
4. Сиқиб чиқарувчи компонентнинг арзон нархлиги.

Шундай килиб, қандай вариант бўлишига қарамай, десорбция жараёнида бўшалган адсорбцион боғлар олиб борилади, бу ҳолат адсорбент ҳароратини кўтариш ва тўйинган адсорбентни десорбцияланган газ билан пуфлаш в х.к. Десорбциялашнинг аниқ вариантыни қўллаш учун, саноат миқёсида адсорбцион установкаларнинг специфик хусусиятини билиш зарур. Энг қулай десорбциялаш варианты, бу юқори ҳароратдаги десорбция ҳисобланади. [21]. Саноат миқёсида десорбирловчи агент сифатида тўйинган ёки иситилган сув буғи, иссиқ ҳаво, инерт газлар (масалан, азот) органик маҳсулотларнинг буғлари ишлатилади. Десорбциялаш жараёни герметик атмосфера босими ва юқори босимларда олиб борилади. Бунда асосий шарт шундаки, ҳарорат оптимал бўлганда, адсорбентлар узлуксиз сарфланади. Сув буғларининг умумий сарфининг

боғлиқлиги, иссиқ буғ сарфидан, динамик буғдан ва кўмирнинг сув билан намланишидаги салбий иссиқлик билан боғлиқлик. [41] Адсорбентни қуритишда кўп ҳолатларда атмосфера ҳавоси қўлланилади, бу ҳаво олдиндан керакли ҳароратда колориферда иситилади. Жараённинг иссиқлик баланси қуритиш жараёнининг давомийлиги ва ҳарорати билан аниқланилади.

Қуритиш тезлиги икки босқичдан иборат:

1. Ўзгармас қуритиш тезлиги,
2. Ўзгарувчан тезлик.

Адсорбентни совутиш атмосфера ҳавосида олиб борилади. Совутиш вақти, ҳароратнинг керакли миқдорга етиши ва биринчи босқичда, адсорбциялаш жараёни боради.[36]. Охирги йилларда буғни рекуперация қилишда, 2 фазали усул яъни адсорбция ва десорбция жараёнлари қўлланилади. Қуритиш ва совутиш жараёни адсорбция фазасида боради. Амалиёда ҳар хил модификацияланган 2 фазали тозалаш жараёни қўлланилади. Шундай қилиб, кўп табақали регенерация мураккаб гетероген жараён бўлиб, иссиқлик ўтказувчанлик адсорбент қатламида боради.

1.5.1. Адсорбентларнинг регенерацияси

Регенерациялаш вақти — қисман қуритилган адсорбентни адсорбцион хусусиятларни тиклаш — бу технологик жараёнда муҳим босқич ҳисобланади. Адсорбциялаш цикли қониқарсиз кўрсаткичга эга бўлса, бу олдинги адсорбентни регенерациялаш технологик жараёнининг кўрсаткичларига эътибор бермасликдир. Десорбциялаш ҳароратини танлашда, хатоликлар бўлса, унда адсорбцион хусусиятлари пасаяди, десорбциялаш жараёни тўла бўлмайди. Бундан ташқари, регенерациялаш кўрсаткичлари адсорбентни неча мартаба ишлатишга таъсир кўрсатиши мумкин.

Саноат миқёсида қисман қуритилган газ адсорбент қурилмасида регенерация қилинади. Адсорбентни регенерациялашда иссиқ газни юбориш давомийлиги, адсорбциялаш вақтидан боғлиқ. Ҳамма адсорбентлар учун регенерацияловчи газнинг ҳарорати 175-200°C. Газ таркибида пентан бўлса, унда ҳарорат до 230-250°C кўтарилади. Шунинг эътиборга олиш керакки, силикогелни иситиш 200°C боради, устки қавати гидрооксид билан қопланади, бу эса сув адсорбцияланишни пасайтиради [21]. Цеолитни регенерациялаш кўрсаткичлари, қисман қуриладиغان газнинг шудринг нуқтасидан боғлиқ. Регенерацияланадиган цеолит кўрсаткичи, газ ҳароратидан ташқари, регенерацияланадиган газнинг намлигига ҳам боғлиқ.

8-жадвал

Регенерацияланадиган цеолит кўрсаткичлари қисман қуриладиغان жараёнга таъсири

Регенерацияланадиган газнинг шудринг нуқтаси, °C	Регенерациялаш ҳарорати, °C	Адсорбентдаги намлик қолдиғи г/г	Қуриладиغان газнинг шудринг нуқтаси, °C		Сув буғларининг адсорбцион хусусиятлари, г/г
			Ўртача	Кичик	
+4	200	0,045	-66	-63	0,045
+4	300	0,036	-66	-69	0,186
-30	206	0,027	-75	Паст —75	0,183
-30	300	0,008	-75	Паст —75	0,200

Агар цеолитни регенерациялаш 300°C газ ҳароратида, намлик эса 20°C шудринг нуқтасига биноан олиб борилса, унда адсорбент таркибида 2 % намлик қолади. Регенерацияланадиган газнинг намлиги, шудринг нуқтаси — 40°C, бўлса унда адсорбент таркибида 0,3 % намлик қолади. Қисман

курутиш жараёнида цеолитни регенерациялаш кўрсаткичининг таъсири 7-жадвалда келтирилган.

Адсорбент таркибида маълум миқдорда намлик қолса, унда тўла курутиш жараёни пасаяди. Агар адсорбентни регенерациялаш 4% намлик билан олиб борилса, унда ҳарорат 50°C, газни қисман курутиш эса 60°C шудринг нуқтасида олиб бориб бўлмайди. Адсорбентда нам қолдиғи 1 % бўлса, 50 °C ҳароратда, газни қисман шудринг нуқтаси – 83 °C гача курутиш мумкин. Цеолитни регенерация қилиш жараёни, қатламга иссиқликни юбориш тезлигидан боғлиқ.

Лаборатория тадқиқотлари шуни кўрсатадики, цеолит гранулалари таркибидаги намликни десорбциялаш кинетикаси, газни қисман курутиш кўрсаткичларига тўғри келиши керак. Газни чуқурроқ курутиш мақсадида, регенерациялаш ҳарорати 300°C дан паст бўлмаслиги керак, регенерациялашга бериладиган газ қуруқ бўлиши керак. Шуни эътиборга олиш керакки, адсорбент қатламидаги ҳароратнинг тез кўтарилиши, цеолит гранулаларининг ёрилишига олиб келади. Саноат миқёсида ҳарорат аста-секинлик билан кўтарилиши керак (3-4 соат давомида), шундан кейингина регенерация максимал ҳароратда боради [23].

1.5.2. Десорбция жараёнининг моҳияти

Адсорбентни регенерациялашнинг асосий босқичи, бу десорбция ҳисобланади, бунда сарф миқдори 40 - 70% ташкил этади [41]. Десорбция - активликни камайтиришга асосланган ва сув буғларининг босими натижасида адсорбент юқори ҳароратда боради. Десорбциялаш усулининг эффективлиги шундаки, адсорбция усули натижасида газ ва аралашма суюқлигини тозалаш ва бўлиш, бу жараёнда кўшимча жараёнлар - конденсация, ректификация боради. Саноат миқёсида, газ ва суюқ аралашмаларни тозалашда десорбциялаш жараёнининг 4 хил усули қўлланилади:

1. Термик десорбцию , адсорбент қатламида ҳароратни кўтариш – 100-200°C

-нормал ҳароратли десорбция; - 200—400 °C

- юқори ҳароратли десорбция;

2. Сиқиб чиқарувчи совуқ десорбция;

3. Вакуумли десорбцию;

4. Босимни тушириш билан борадиган десорбцию;

5. Комбинирлашган усулли десорбцию .

а) *Иссиқлик билан ишлов берувчи десорбция жараёни*

Иссиқлик билан ишлов берувчи десорбцияда адсорбент қатлами иситилиб, ундан десорбировчи агент ўтказилади (иситилган ёки тўйинтирилган сув буғи, иссиқ ҳаво, инерт газ) ёки иситилган адсорбент қатлами аппарат деворига ёпиштирилади ва инерт газ билан пуфланади (N_2), натижада адсорбент тўйинган маҳсулотлардан ажратилади. [22].

Жараён атмосфера босимида боради, яъни юқори ва паст босимда ҳарорат эса минимал бўлиши керак. Шунга эътибор бериш керакки, десорбировчи агент сифатиди сув буғларини қўллаганда, биринчидан десорбировчи маҳсулотлар сувда кам эрувчанлик хусусиятига эга. Бундан ташқари, конденсат усулида органик маҳсулотларни ажратиб олганда, қайтадан активланган кўмир билан тозалашга тўғри келади. Шу сабабли ҳам, иссиқ ҳаво ёки инерт газ десорбировчи агент сифатида қўллаганда жараённинг салбий томонлари йўқолади [22].

Саноат миқёсида адсорбат—адсорбент десорбция нормал ҳароратда 100 - 200°C ёки юқори ҳароратда 200 - 400°C олиб борилади.

Десорбция ҳарорати 100 - 200°C. Бу ҳароратда десорбция жараёни активланган кўмир, циклогель, алюмогел таркибида ютган маҳсулотлардан ажратиб олишга қўлланилади. Десорбировчи агент сифатида сув буғи, иссиқ ҳаво ёки инерт газ(N_2) қўлланилади. Саноат миқёсида асосан газ ва суюқ аралашмалар таркибидаги органик

маҳсулотларни тозалашда, активланган кўмирдан фойдаланилади. Десорбция 200 - 400°C ҳарорати да олиб борилади. Юқори ҳароратдаги десорбция жараёни цеолит ютган маҳсулотлардан тозалашга қаратилган. Десорбирловчи агент сифатида иссиқ ҳаво ёки инерт газ N_2 қўлланилади [23].

б) Сиқиб чиқарувчи десорбция

Сиқиб чиқарувчи десорбция – усули бу адсорбент таркибидаги ютган маҳсулотларни, сиқиб чиқаришга қаратилган, бу усулда қуйидаги кўрсаткичларга эътибор бериш керак:-

1. Адсорбент яхши тозаловчи ва юқори ютиш хусусиятига эга бўлиши керак;
2. Адсорбент таркибидаги ютилган маҳсулотларни, юқори сиқиб чиқариш хусусиятига эга бўлиши;
3. Ёниш ва портлаш хусусияти паст бўлиши;
4. Арзон нархда бўлиши.

Адсорбент таркибидаги органик маҳсулотларни сиқувчи компонентлар сифатида аммиак, CO_2 , сув в.х.к. Шундай қилиб, сиқиб чиқарувчи десорбция босқичида, шунга эътиборни қаратиш керак-ки, десорбент эффективлиги адсорбатни сиқиб чиқариши керак. Бу усул адсорбциялаш жараёни-цеолитлар орқали олиб борилганда қўлланилади [22, 23]. Цеолитлар юқори адсорбцион хусусияти шундан иборатки, паст ҳароратда идеал сиқиб чиқариш хусусиятига эга.

Олиб борилган тадқиқот ишлари шуни кўрсатадики, адсорбция ва десорбция CO_2 , бензол, гексан, гептан, октан и деканлар ҳаракатланувчи цеолит қатламида [23] махсус жиҳозларда олиб борилади. Махсус жиҳозларда алоҳида ва бир вақтнинг ўзида адсорбция ва десорбция жараёни ўрганилди. Узлуксиз ҳаракатланувчи цеолит қатлами аппарат колоннасида регенерациялашда, адсорбентнинг аппаратда ўртача вақти 4 соат, ҳарорат 400°C ва электр токи билан иситилганда иссиқ ҳаво

харорати 350 - 400 °С бўлиб, шудринг нуктаси (-60)соат (-70) °С, бўлиб тезлиги 0,025 м/с. Десорбирланган бензол, алканлар ва сув 3 та кетма-кет жойлашган совуткичларда конденсацияланади. Биринчисида харорат 23 °С, иккинчисида ва учунчисида -75 °С. Десорбирланган маҳсулотлар миқдори конденсат хажми билан аниқланади.

9-жадвал

Сув буғлари билан цеолита NaA таркибидаги CO₂ ни десорбциялаб сиқиб чиқариш (хаво буғларининг тезлиги w — 0,5 м/с)

Аппаратда цеолитнинг тезлиги, см/с	Газ таркибидаги сув буғларининг бошланғич концентрацияси	Газ таркибидаги CO ₂ нинг бошланғич концентрацияси	Адсорбция муҳитидаги сув буғлари, % (масс.)	Сиқиб чиқариш кўрсаткичи, % (масс.)
9,5	7,5	5,0	96,0	99,98
9,8	7,5	5,0	92,0	99,70
10,2	7,5	5,5	88,0	99,55
13,6	8,0	5,4	71,0	99,35
15,9	8,0	4,6	61,0	98,55

Десорбирланган CO₂ миқдори интегралланган график билан аниқланади.[36]. CO₂ – сиқиб чиқариш ва майдонини адсорбент цеолит NaA ва сув буғлари билан тўлишида ўзгаришлар кўрсаткичи. 6- жадвалда кўрсатилган, бундан кўриниб турибдики, адсорбция майдонини сув буғлари билан коплашиши 61% CO₂, десорбцияланади - 20 °С хароратда, 98,5 % ни, 96 % тўлдирилганда , адсорбцион майдон — 99,98 % ташкил этади.

Шундай қилиб, тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, паст хароратли десорбция усулида сув буғларини сиқиб чиқариш узлуксиз усулда, цеолитларнинг адсорбция хусусиятларини ўз ҳолига қайнаши

муҳим аҳамиятга эга. Шунинг эътиборга олиш керакки, цеолитларни СаА ва NaX сув буғлари билан десорбция усулида алканларни сиқиб чиқариш 35 °C дан юқори ҳароратда ва бир вақтнинг ўзида десорбция жараёни орқали катализаторлар билан биргаликда боради, бу жараёнда маълум миқдорда иссиқлик ажралиши натижасида цеолитнинг устки қаватида кокс ҳосил

бўлиши кузатилади [23]. Цеолитларнинг адсорбцион хусусиятини аниқлаш учун шудринг нуқтасида (-60°C) электр токида иситилган ҳаво билан цеолитлар регенерация қилинади. Ҳарорат 400°C да 3-6 соат давомида. Цеолит СаА ва NaX адсорбцион ҳажмли сув буғлари 65 - 170 циклдан кейин, бошланғич кўрсаткичлар нисбати 90 % ташкил қилади.

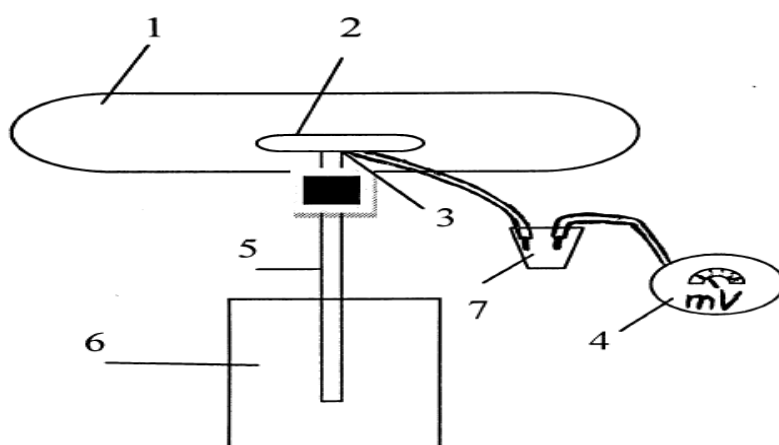
ШБОБ. ТАДҚИҚОТ ОБЪЕКТЛАРИ ВА НАТИЖАЛАРИ.

2.1. Шудринг нуқтасига биноан углеводород газ таркибидаги намликни аниқлаш тажриба қурилмаси.

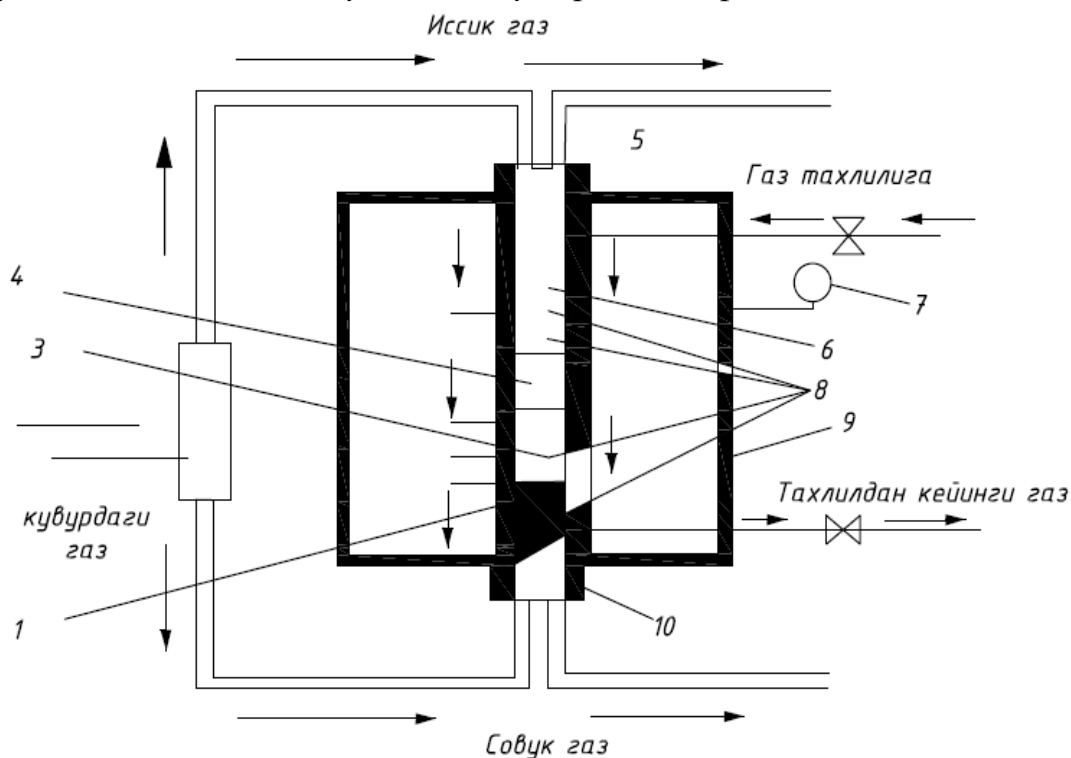
Бу усул конденсация усулига асосланган бўлиб, жиҳознинг совутилган юзасидаги конденсацияланган сув ҳарорати ўлчамидан иборат [2]. Нам газ, тозаланган метал юзасидан - «ойна» дан ўтказилади. Оптимал ҳароратда сув буғлари билан тўйинган газ таркибидан намлик ойна юзасида шудринг ҳосил қилади. Ҳарорат ва босим натижасида ҳосил бўлган шудринг миқдоридан, газ таркибидаги намлик миқдори аниқланилади.

Лаборатория жиҳозининг ишлаш принципи шундан иборат.

Атмосфера босимида шудринг тушишини кўриш билан аниқлаш мумкин. Энг осон лаборатория жиҳози 6-расмда кўрсатилган. Катта бўлмаган темир ойна -2, мисс стерженда ковшарланган - 5, шиша тройникда жойлаштирилган- 1. Мис стержень Дьюара- 6 идишига туширилади. Идиш суюк азот билан тўлдирилган. Ойнанинг - 2 паст қисмининг марказида, термопаралар- 3 ўрнатилган, бу эса милливольтметрга - 4 уланган. Аниқланадиган газ тройникдан ўтказилиб, милливольтметрда шудрингнинг ойнада тушиш ҳарорати аниқланилади. Аниқ кўрсаткичга эга бўлиши учун, жиҳоз фотоэлемент билан таъминланади. [31]



Расм 11. Шудринг нуқтасини аниқлаш лаборатория жиҳозининг схемаси: 1-шиша тройник; 2- ялтирлатилган метал ойна; 3- термонара; 4-милливольтметр; 5 - мисс стержень; 6 - Дьюара идиши, суюк азот билан; 7 - сув билан муз аралаштирилган идиш.



Расм 12. Шудринг нуқтасини аниқлаш учун ТТР-3 жиҳозининг схемаси:

1 - гидратлар; 2-уюрмали трубка; 3 - намлик; 4-суюк углеводородлар; 5- стерженли иситгич; 6 -стержень; 7 -босимни ўлчаши; 8 - ҳароратни ўлчаши нуқтаси; 9 - корпус; 10 - стержни совутиши.

Шудринг нуқтасини аниқловчи жиҳозлар ВИГ-2М и ВИГ-3М. Жиҳозларда ойнани совутиш, карбинат кислотаси орқали олиб борилади. Олинган натижалар автоматик тарзда куриш орқали тасдиқланади. Жиҳозининг ВИГ-3М хатолиги $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ташкил этиши керак. Шудринг нуқтасининг аниқ кўрсатгичи, ойна юзасидан боғлиқ. Оғир углеводородлар ойнада плёнка ҳосил қилади, бу эса ўлчаши натижаларини пасайтиради.[2].

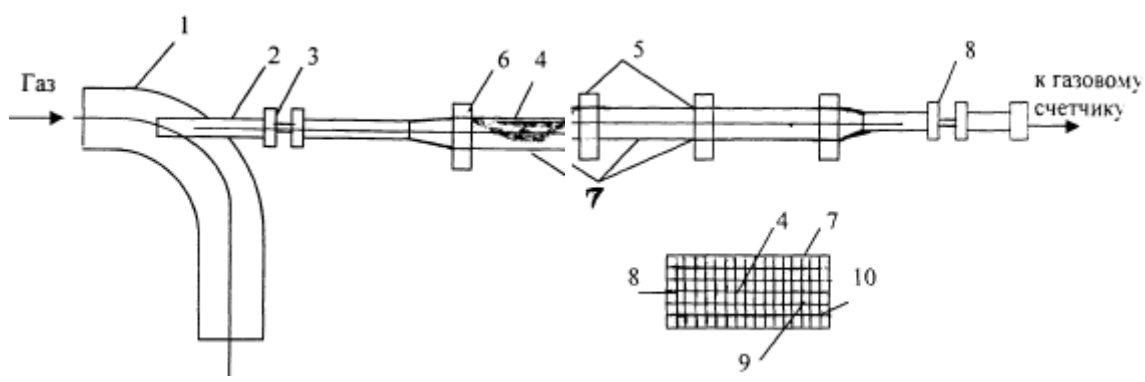
Бу учун махсус жиҳозлар конструкция қилинган ТТР-3 ёки ТТР-8 бунда, бунда буғларнинг конденсацияси алоҳида боради ва гидрат ҳосил бўлишига шароит яратилади (расм 7). Ялтирлатилган метал стержень 6 –

совутилади, бошқа томондан иситилади. Стерженни иситиш ва совутиш технологик газ орқали, қувур -2 боради. Аниқланадиган газ стержендан ўтиш жараёнида, углеводородларнинг конденсацияси боради, ҳарорат термометр билан аниқланади (термометр стерженда ўрнатилган). Углеводород конденсациясининг чегараси, стержен ойнасининг юзасидан намлик ва гидратларнинг ҳосил бўлиши аниқ кўринади.

Босим остида газ таркибидаги намликни аниқлаш.

Оғирлик усули орқали намликни аниқлашда автоматик жиҳозлар керак бўлмайди. Лекин шуни эътиборга олиш керакки, бу усул газ учун қўлланилмайди чунки юқори молекулали углеводородлар ва гликогел буғларидан таркибида учрайди. Оғирлик усули шунга асосланганки, ўлчанадиган газнинг ҳажми ютувчидан ўтказилади. Усулнинг аниқлиги адсорбентнинг эффективлигидан боғлиқ. Хар хил маҳсулотлар билан қисман қуритишнинг эффективлиги келтирилган:

Ютувчи	Нам - газ, г/м ³
Кальций хлориди	1,26
Натрий гидроксиди	0,80
Калий гидроксиди	0,14
Силикагель	0,03
Магний перхлорат	0,023
Алюминий оксиди	0,003
Фосфор ангидриди	0,00002

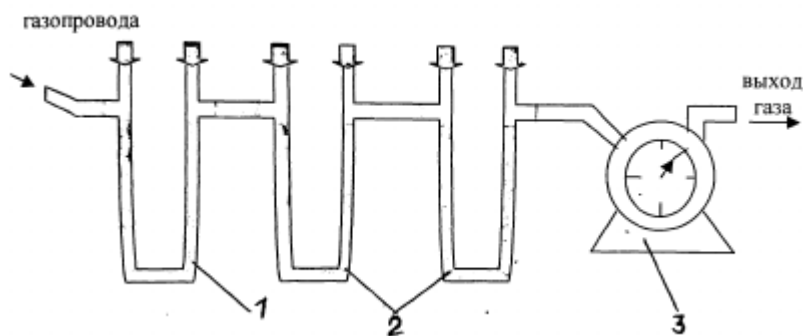


Расм13. Босим остида газ намлигини аниқлаш қурилмасининг схемаси:

1 - газқувури; 2- қўзғалмас намунани олувчи трубка; 3 - игнали вентиль; 4 - кальций хлорид билан тўлдирилган алюминий; 5 - устки болт; 6 - дроссель игнали вентиль; 7- емирли патронлар; 8 - алож сеткали туб; 9 - филтрлаш учун қозғоз ёки материалли қатлам; 10 - алонж қопкоги сетка туби (катаклар ўлчами 0,5 X 0,6 мм).

Углеводород газлари таркибидаги намликни, оғирлик усулда аниқлаганда силикагель ва алюминий оксиди қўлланилмайди, чунки алюминий оксиди сувдан ташқари, углеводородларни ютиш хусусиятига эга. Аниқ кўрсаткич фосфор ангидриди ва хлорид кальций аралашмасидан фойдаланилади. Лекин ангидридфосфор газ таркибида ишқор буғлари ва чексиз углеводородлар сифатида бўлса, яроксиз ҳисобланади [2].

Босим остида газ таркибидаги намликни, оғирлик усулида аниқлаш мумкин. Босим остида тажриба ўтказиш 8-расмда кўрсатилган. Махсус аллонж- 4, ютувчи билан тўлдирилган темир патронлар- 7 солинади, газ қувурида газ босимини сақлайди. Атмосфера босимида газни аниқлаш 9-расмда кўрсатилган. V-шаклидаги шиша трубкада олиб борилади. Икки ҳолатда ҳам ютувчи сифатида куйдирилган хлорид кальций ва фосфор ангидрид аралашмаси қўлланилади. Кейинчалик ками билан 3 та аллонж бир-бири билан боғланади. Аниқланадиган газ 1 л/мин. тезлик билан трубкадан ўтказилади.



Расм 14. Атмосфера босимида газ таркибидаги намликни аниқлаш ускунасининг схемаси:

1 - шишапахта; 2- кальций хлорид ва фосфор ангидрид аралашмаси; 3 - трубкалардан газнинг чиқишида ўрнатилган газ ўлчагич.

Трубкалардан газ ўтказилгандан сўнг, трубкалар герметик ёпилади 15-20 мин, сўнг трубкалар оғирлиги ўлчанади. Хатоликни камайтириш мақсадида ютувчидан 150-200 л газ ўтказилади. Газ таркибидаги намлик куйидаги формула (W , г/м³) орқали аниқланилади:

$$W = \frac{(b-a)*1000}{V_2}$$

Бу ерда:

b , a - қуритишдан олдинги ва қуритишдан кейинги 2 та U-шаклидаги трубаларнинг ютувчи билан оғирлиги, г;

V_2 - газ ўлчагичда газнинг ҳажми, стандарт кўрсаткич (20 °С ва 0,1 МПа), л.

2.2. Углеводород газлари таркибидаги намликни аниқлаш усули

Газ таркибидаги намлик - ҳарорат ва босимдан боғлиқ бўлиб, аниқлашлар пайтида ҳарорат пасаймаслиги керак. Газ таркибидаги намлик миқдори, жихозда аниқланади ва газдан намуна тадқиқот жараёнида олинмайди. Намуна олувчи жихозлар зангланмайдиган, коррозияга учрамайдиган металдан тайёрланган бўлиши керак. [2]. Нам газ қисман қуритишга юборилганда, нам томчи кўринишида бўлади. Газ қувурлари кесимида, ҳар хил миқдорда бўлади, шу сабабли ҳам бирта кесимда намуна олинади. Бунда қуруқ газ, намлик билан тўйинган деб қабул қилинади.

Суюқ реагент билан қисман қуритилганда, адсорбердан нам, газ чиқишида жихоз параметрлари ўзгармас бўлиши керак. Нормада газнинг намлиги 1 мартаба аниқланиши керак. Углеводород газлари таркибидаги намликни, ҳар хил усулларни қўллаб аниқлаш мумкин.

2.3.Адсорбент-цеолитлар ёрдамида табиий газни нордон компонентлардан тозалашнинг тажриба қурилмаси.

Адсорбентлар (цеолитлар, силикогельлар, алюмосиликатлар, алюмогельлар, бентонит, гиль тупроқ ва активлаштирилган кўмир) орқали газлар таркибидаги нордон компонентларни селектив тозалаш жараёнида адсорбция усулидан фойдаланилади. Бунда физикавий ва кимёвий адсорбция усуллари фарқланади. Физикавий адсорбцияланишда физик омиллар орқали жараён амалга оширилади ва бунда адсорбент билан адсорбтив ўзаро кимёвий бирикма ҳосил қилмайди, кимёвий адсорбциялашда эса аксинча адсорбент билан адсорбтив ўзаро кимёвий бирикма ҳосил қилади. Углерд диоксидини эффектив юттиришда адсорбент сифатида *цеолитлар қўлланилади*. Углерд диоксидининг молекуласи кичик 0,31 нм (3,1 А) бўлганлиги сабабли кўпчилик цеолитларнинг ички структурасига ютилиш имкониятини яратади. Адсорбентнинг десорбцияланишида паст босим ва юқори ҳароратдан фойдаланилади. Молекуляр элак (цеолит) – бу синтетик, кристалли алюмосиликат бўлиб панжараларида кремний ва алюминий тетраэдр конфигурацияларида бўлиб ишқорий металллар таркибида бўлади. Цеолитлар тузилиши ғоваксимон бўлиб, бунда уларнинг ғоваклилиги 0,3 нм дан 1,0 нм гача бўлиши мумкин. Асосан саноатда таблетка ва шар қуринишидаги 3 мм ўлчамли цеолитлар қўлланилади. Бунда газлар таркибидаги нордон компонентлар ғовакликларда ютилади.

Бошқа адсорбентлардан фарқли ўлароқ цеолитлар юқори ютиш қобилияти, ифлосланиш ва коксланишга барқарор бўлиб адсорбентнинг солиштирма ҳажмини камайтиради ва газнинг йўқолишини олдини олади. Одатда СаА типидagi цеолитлар кенг тарқалган бўлиб ҳисобланади. Жараён 1,7-5 МПа босимда олиб борилади.

Ишдан мақсад:

Вариант 1

Нордон газларнинг адсорбентларга ютилишини тадқиқ қилиш, жараённинг эффективлигини баҳолаш.

Вариант 2

Адсорбентнинг табиатидан келиб чиққан ҳолда ўрганиш. Бунда турли маргадаги цеолитлар қўлланилади: -CaX, -NaA, -CaA, -NaX. Турли ютувчиларда нордон компонентларнинг ютилиш даражаларини тадқиқ қилиш.

Газларни адсорбцион тозалаш қурилмаси.

Газларни адсорбцион тозалаш қурилмасининг принципиал схемаси 13-расмда келтирилган. Қурилманинг асосий жихозларига: адсорбер-1; термостат-3; насос-2; сиқилган газ баллонлари6; редуктор-12 ва реометр -4.

Экспериментни ўтказиш.

Азот сақланиётган баллон винтели очилади, редуктор ва реометр ёрдамида азотнинг сарфи ростланади. Сўнгра азот оқимига CO₂ гази берилади. Дастлаб реометр 4 ёрдамида азот ва CO₂ оқими ростланади ва капилляр11 орқали ўтказилади. Газларни узатиш тезлиги барбатер 10 орқали назорат қилинади. Шу вақтда 3- термостат ёқилади ва керакли ҳароратда қиздириш таъминлагич ўрнатилади. Модел гази (CO₂+H₂) абсорберга берилгунга қадар храмотограф ёрдамида таҳлил қилинади,

Газ сарфи ва адсорбер ҳарорати ростлангач цеолит билан тўлдирилган адсорберга берилади. Қурилманинг барқарор 20-30 дақиқа ишлатилганидан сўнг адсорберда киришда ва чиқишида газдан намуна олинади ва таҳлил қилинади.

Газ таркибидаги CO₂ни таҳлил қилиш.

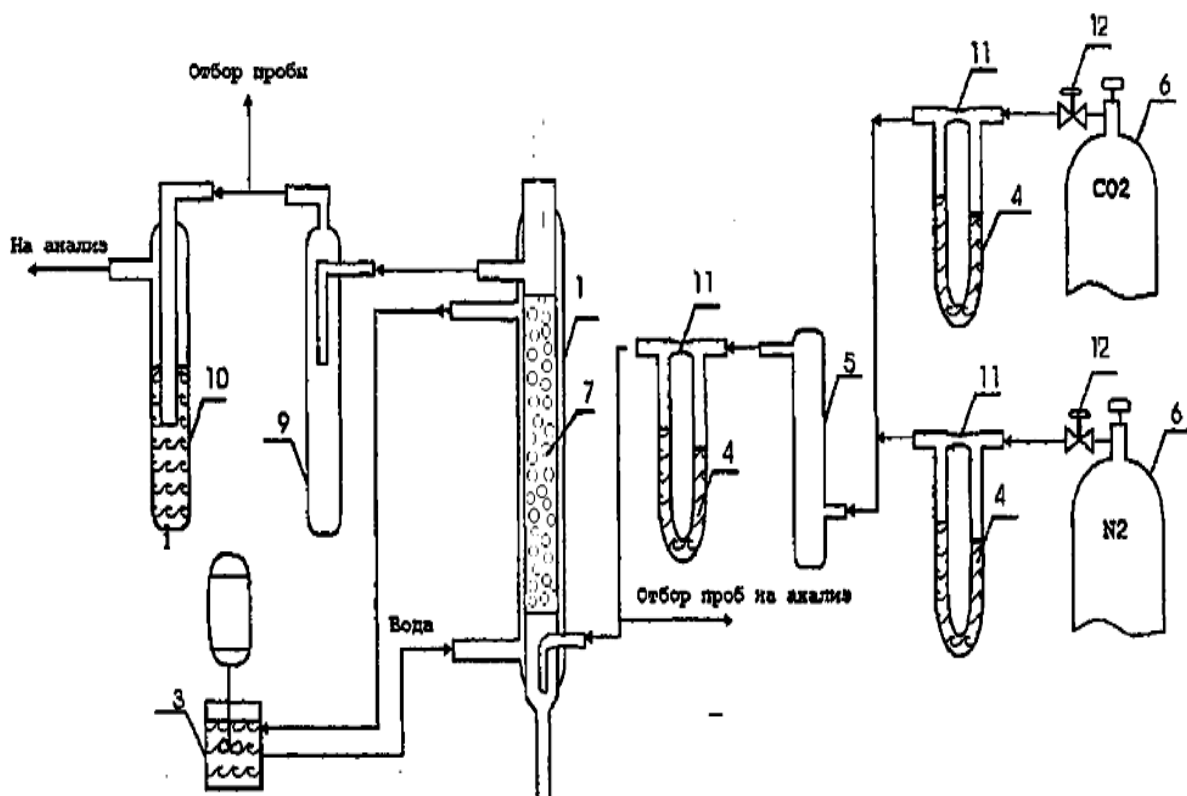
Адсорбция жараёнидан олдин ва кейин олинган намуналар таҳлили килингандан сунг амалга оширилади: метали колонка 3000 мм; қаттиқ фаза – активлаштирилган кўмир; температура:

- колонкада - 160°C;

- буғлатгичда - 165°C; ташувчи – газ - водород; ташувчи - газнинг

узатиш тезлиги - 50мл/мин

Олинган натижалар 10 ва 11- жадвалларга киритилади.



Расм 15. Газларни цеолитли тозалаш тажриба қурилмаси.

1-адсорбер; 2-насос; 3-термостат, 4-реометрлар; 5-смеситель; 6-баллон; 7-насадка; 8-градуированный приемник; 9-отбойник; 10-барботер; 11-капиллярлар; 12-газовый редуктор.

10-жадвал.

Тозалагунга қадар газ таркиби.

Компонент номи	майдони, S, мВ/мин	Поправочный коэф., К	S_i S мВ x К	% об. Si/ISi
Азот	15.6	2,04	6.5	0.2
Метан	22.9	1,77	3.8	90
Этан	18.3	1.60	2.2	5
Пропан	16.7	1.23	1.2	3
Бутан	12.9	0.89	0.8	1.8
			I Si	100

11-жадвал.

Тозалангандан кейинги газ таркиби.

Компонент номи	майдони, S, мВ/мин	Поправочный коэф., К	S_i S мВ x К	% об. Si/ISi
Азот	12.3	2,04	6.5	0.2
Метан	18.6	1,77	6.8	90
Этан	16.3	1.60	4.2	5
Пропан	12.7	1.23	2.2	3
Бутан	10.1	0.89	1.8	1.8
-	-	-	I Si	100

Эксперимент натижаси.

Махсус журналда 12-жадвал кўринишида олинган маълумотлар киргизилади.

12-жадвал.

- Сана	01.03.2018
- Адсорбент	СаА цеолити
- газ таркибидаги CO ₂ нинг дастлабки миқдори, % об.	2,0; 1,9; 2,1; ср. 2,0
- адсорбция ҳарорати, °С	40
- баллондаги азот ва CO ₂ нинг дастлабки босими, кг/см ²	50
- азотнинг узатиш тезлиги, л/час	8,0
- CO ₂ нинг узатиш тезлиги, л/час;	0,5
- адсорбент миқдори;	-
- газ таркибидаги CO ₂ нинг ҳозирги миқдори, % об	1,1; 1,2; 1,0; ср. 1,0

Адсорбция жараёнига кадар ва адсорбция жараёнидан сўнг нисбати орқали CO_2 дан тозаланиш даражаси аниқланади. Бунда қуйидаги тенглама орқали амалга оширилади:

$$100 - 1,0/2,0 \times 100 = 50\%$$

II вариант орқали тажриба машғулоти бажарилганда бир неча цеолитлар орқали синалаётган газ ўтказилади ва газларнинг тозалалик даражасига кўра график тузилади. Бунда сорбентларнинг нордон газларни ютиш даражаси таққосланади.

III БОБ. ЦЕОЛИТЛАР ЁРДАМИДА ТАБИИЙ ГАЗЛАРНИ ҚУРИТИШНИНГ ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ.

3.1. Цеолитларнинг физик-механик хоссалари ўрганиш ва таҳлил қилиш.

Қаттиқ адсорбентларнинг физик-механик хоссалари деганда - бу адсорбентнинг хусусиятидан келиб чиққан ҳолда аниқланилади, яъни нисбий юзаси, ғоваклиги, қаттиқлиги, ёрилиш ёки парчаланиш кўрсаткичларидан, адсорбцион материалларнинг замонавий техника ва технологияларда қўллаш ва тадбиқ қилиш тармоқлари кенгайтирилади.

Маълумки, адсорбирловчи маҳсулотни ички ва устки қатламларида механик ўзгаришлар содир бўлади. Бу ҳолат ёпик ғовакли материалларда ва бўш боғли структурага эга бўлган адсорбент ва катализаторларда яққол намоён бўлади. [27]. Табиий цеолитлар иситилганда, дегидратацияланилиб хоссалари ва хусусиятлари маълум даражада ўзгариши мумкин [28, 29]. Гидратация жараёнида шаклланган цеолит гранулаларининг қаттиқлиги пасаяди NaA 1,5...2,5, NaX учун 2...3 [29]. Бундай ўзгаришлар адсорбентни сақлаш шароитига ва эксплуатация кўрсаткичларига таъсир кўрсатиши мумкин.

Тадқиқот ишида цеолит гранулаларининг мустаҳкамлиги ҳароратдан ва қиздириш вақтидан боғлиқлиги аниқланган.

Намуналар цилиндрсимон гранулалардан тайёрланган кристалли цеолит NaA ўлчами 20...30 мкм қизил тупроқ “коалин”. “Коалин”нинг ҳажм миқдори 10 дан 25% гача, ғовакларнинг катталиги 22,5 дан 12,5% гача. Намуна учун цилиндрсимон гранулалардан танланилиб, уларнинг диаметри $(4 \pm 0,1)$ мм бўлиб, ҳеч қандай дефектсиз.

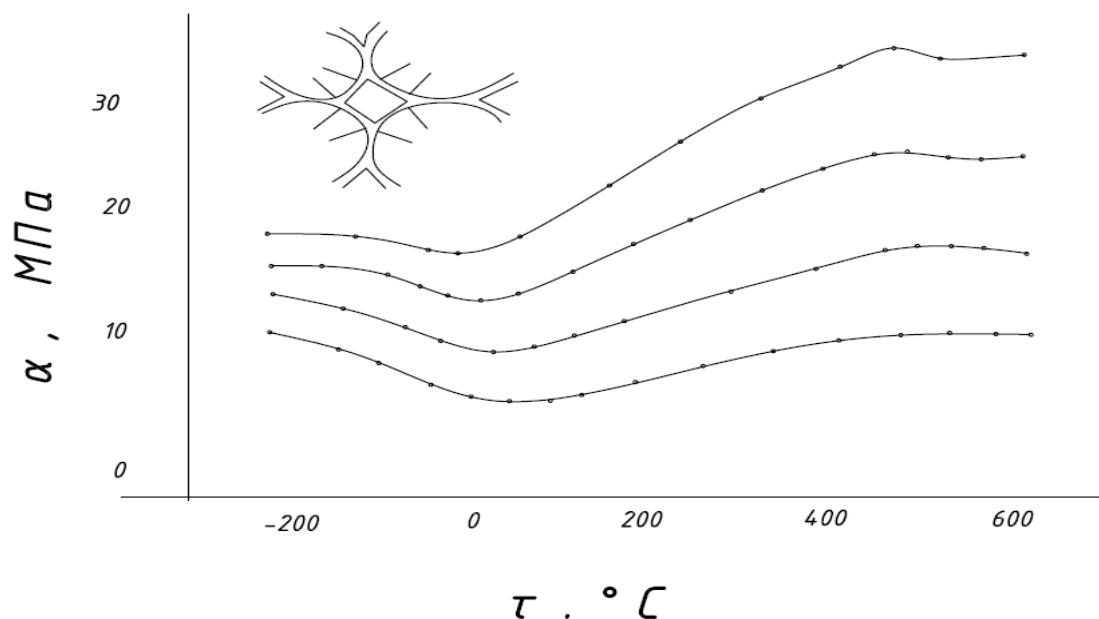
Цеолитлар бу алюмосиликатлар бўлиб, таркибида ишқорий оксид ва ер ишқорларининг металларида таркиб топган. Булар бир-биридан ғовакларнинг структураси билан фарқ қилиб, нормал ҳароратда сув томчилари билан тўлган бўлиши керак. Иситилганда бу сув ажралади. Гидратация ва дегидратация жараёнлари қайтар бўлади. Агар цеолит

таркибидаги сувни йўқотсак, унда ғоваклар адсорбат билан тўлади. Бу материаллар кичик элакга ўхшаш бўлиб, кичик ғовакли адсорбент марказига ўхшаш бўлади. Саноат миқёсида ишлатиладиган цеолитлар қуйидаги гуруҳларга бўлинади А, X, У и Е [29].

Аниқланиладиган NaA цеолитларнинг структураси катта ва кичик адсорбцион қаватдан иборатдир. Катак таркибига, катта ва кичик қатламлар бўлиб, сферик формасининг диаметри 1,14 и 0,66 нм дан ташкил топган. Катта қатлам 6 та катта бир-бири билан боғланган қатлам бўлиб, тирқиш диаметри 0,42 нм ва 8 та кичик қатламларнинг тирқиш диаметри 0,22 нм боғланган. Катта қатламда 24 та сув заррачалари жойлашган. Тирқишлар ва кичик ғовакли цеолитлар А шунчалик кичик-ки, уларнинг юзасидан адсорбентловчи маҳсулотларнинг молекулалари ўтмайди, сув молекулалари ва водороддан ташкари [52].

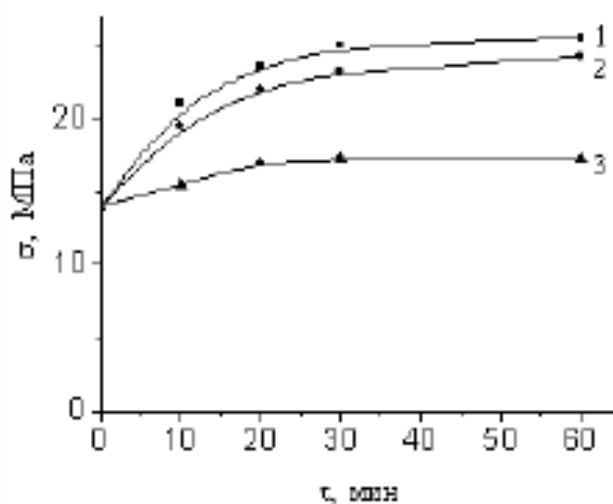
Текшириладиган намуналар цеолит кристаллари - NaA бўлиб, бир-бири билан коалинлар билан боғланган бўлиб, ҳосил бўлган структура мезо, ва макро ғоваклардан таркиб топган. Кристалларнинг ўзи эса микроғовакли структурага эга, юқорида изохлаб ўтилган.

Намуналарни олдинги ҳолатда сақлаш учун, босим $\sim 10^{-3}$ мм рт.ст, 350 °С ҳароратда, 2 соат давомида регенерацияланади, кейин совутилади ва ҳавода 2 сутка сақланади. Намуналарни текширишдан олдин, ҳаво ҳароратида иситилади, берилган ҳароратгача 15-20 мин, сақлангандан сўнг, маълум тезликда 0,25 мм/мин парчаланишигача иситилади. Тажриба натижасида намуналарнинг механик хоссалари текширилади. Текширишлар 7-9та намунада кўрсатилган цеолитларда олиб борилди. Текширишларнинг ўртача қиймати кучланиш ва деформация бўйича аниқланди. Намуналарда мустаҳкамлик кўрсаткичи ҳарорат билан ўзгариб боради (расм 16).



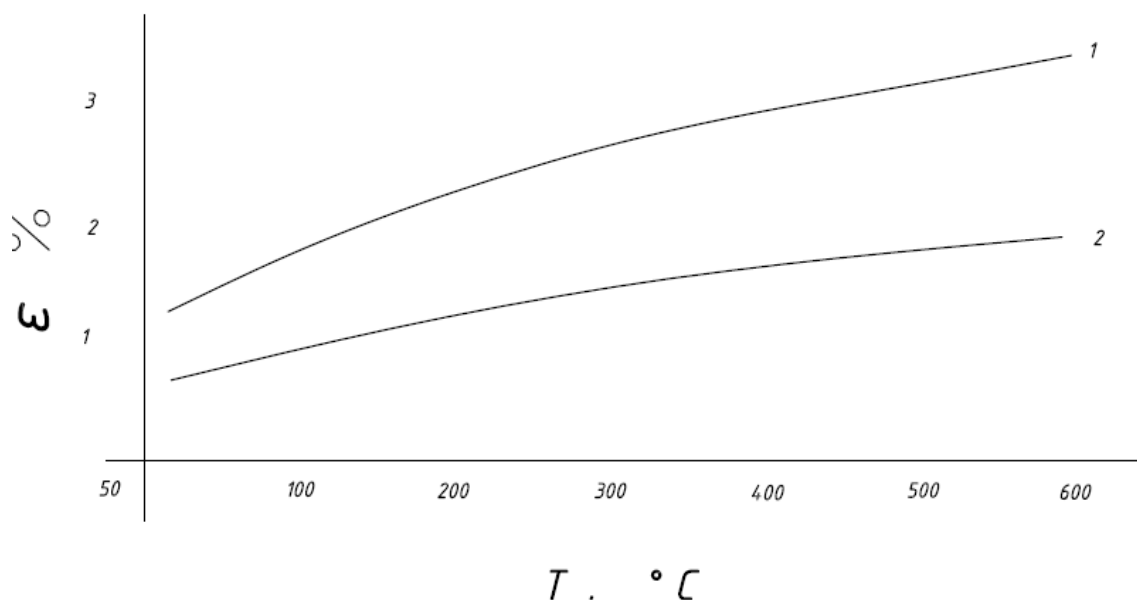
Расм 16. Цеолитларнинг мустаҳкамлигининг ҳароратдан боғлиқлиги (сиқишда) Т: 1 - $\eta=25\%$; 2 - $\eta=20\%$; 3 - $\eta=15\%$; 4 - $\eta=10\%$

Гранулаларнинг мустаҳкамлиги 20 дан 450 $^{\circ}\text{C}$ гача узлуксиз ошиб боради, кейингина тўйинади. Бошланғич босқичда намуналарни совутиш 20 дан -50 $^{\circ}\text{C}$ гача мустаҳкамлиги ошиб, кейин чуқур совутиш - 196 $^{\circ}\text{C}$ гача амалий жиҳатдан мустаҳкамлик кўрсаткичида кам таъсир қилади. Берилган ҳароратда яъни 15...20 мин давомида мустаҳкамлик кўрсаткичи кўтарила бошлайди (расм 18).



Расм17. Гранулалар учун ҳароратнинг кўтарилиши натижасида мустаҳкамликнинг сиқишдан боғлиқлиги ($\eta=20\%$, $d=4$ мм, $l=6$ мм): 1 - $T=600$ °C; 2 - $T=450$ °C; 3 - $T=150$ °C

Ҳароратнинг кўтарилиши билан намуналарнинг деформацияланиши ошади 0,8 до 3,5% гача. Аниқлашлар боғлиқлиги (расм 14 - 15), шуни кўрсатадики, намуналарнинг мустаҳкамлиги ва эгилювчанлиги, ҳарорат ва зичлик билан биргаликда ошиб боради. Олинган натижалар шуни кўрсатадики, гранулаларни иситиш ва совутишда структурада ўзгаришлар боради. Цеолит гранулалари ғовакли-дисперс структурага эга бўлиб, цеолит кристалларидан таркиб топган, қобиклар боғловчи моддалар билан бирикган (расм 16). Гранулани парчалаш ташқи муҳит таъсирида дефект структураларни бириктириш натижасида боради [28]. Иситишда заррачалар орасидаги боғлиқлик мустаҳкамланади, бу эса парчаланишини олдини олади.



Расм 18. Гранулаларнинг деформация ҳароратидан боғлиқлиги T: 1 - 20%; 2 - $\eta=10\%$

Заррачаларнинг мустаҳкамланишига ҳароратнинг таъсири шунчалик аҳамиятлики, ҳарорат 600°C юқори бўлганда, заррачалар орасидаги

боғлар шунчалик мустаҳкамланадики, цеолит кристалларининг устки қисмида парчаланиш ҳосил бўлади, 5...10 % дан муз ҳосил бўлиш миқдори $T < 0$ ҳосил қилади. Ҳароратнинг пасайиши билан мустаҳкамлик қисман ошади яъни 0 дан -50 °C ҳароратгача, бунинг боғлиқлиги шундаки, грануланинг устки юзасида ҳосил бўлган муз қатлами, аниқланилаётган намунанинг мустаҳкамлигини маълум даражада оширади. Ҳароратнинг кўтарилиши билан, яъни от -50 до 20 °C гача намунанинг мустаҳкамлик даражаси пасаяди. Шундай қилиб, гранулаларнинг ғоваклиги қанчалик юқори даражада бўлса, структураси яхшиланади, натижада мустаҳкамлиги ошади, лекин гранулаларни сақлашда улар намга мойил бўлиб, капиллярларда конденсация жараёни сусаяди.

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, ҳарорат 20 дан 600 °C гача, белгиланган нуқталарда (расм 16) мустаҳкамлик кўрсаткичи кўйидаги ифода орқали аниқланилади [29]:

$$\sigma(T) = \sigma_0 - P_{\epsilon} = \sigma_i - \frac{2\gamma(T)}{r(\eta)}$$

Бунда:

$\sigma(T)$ – берилган ҳароратдаги мустаҳкамлик чегараси;

σ_0 - 600 °C ҳароратдаги мустаҳкамлик чегараси;

P_{ϵ} – ғовакларнинг босими;

$\gamma(T)$ - юзасининг тортилиш коэффиценти;

$r(\eta)$ – катта ғовакли заррачаларнинг минимал радиуси;

η - боғловчи маҳсулотнинг ҳажм миқдори.

Шундай қилиб, иситишда намуналарни мустаҳкамлигини кўтарилиши, шу билан тушунтириладики, бунда ҳужайраларда босимнинг ўзгариши, қаттиқ фаза билан тўқнашганда ҳосил бўлади, бу эса пленкада намликнинг учиши ва цеолит кристалларининг мустаҳкамланишидан келиб чиқади. Бу адсорбентг намуналарнинг қўшимча сиқилишига

олиб келади [29]. Шу сабабли, ҳам гранулаларни сиқилиши, кучланишни камайтиради. Ҳароратнинг ошиши, тортилиш коэффициентини $y(T)$ пасайишига, натижада ички босим камаяди ва заррачаларнинг бир-бири билан боғлиқлиги мустаҳкамланади. Энг юқори мустаҳкамлик 400°C гача боради (расм 16).

Олинган натижаларни таҳлил қилганда (расм 16), ўртача ғовакларни ўлчами баҳоланилади. Қуйидаги боғлиқликни (1) ифодадан кўриш мумкин

$$r(\eta) = \frac{2}{\sigma(T_2) - \sigma(T_1)} \frac{y(T_1) - y(T_2)}{\sigma(T_2) - \sigma(T_1)}$$

Жадвалдаги натижаларни ифодага кўйиб [55] $T = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ Дж/м}^2$ ($T = 20^{\circ}\text{C}$); $y = 5,940^{-2} \text{ Дж/м}^2$ ($T = 100^{\circ}\text{C}$) ва айирмаси (100°C) - (20°C) расм 1, ғовакларни баҳолаймиз. $\sim 10^8 \text{ м} = 10 \text{ нм}$, [28], классификацияга биноан, мезоғовакларга жавоб беради.

Юқорида ўтказилган сифат кўрсаткичлари шуни кўрсатадики, мустаҳкамлик чегарасини ўзгариши, цеолит кристалларидан боғлиқ бўлади. Гранулаларнинг мустаҳкамлигини баҳолаш эксплуатация жараёнида, шуни эътиборга олиш керакки, ғовакларнинг устки қисмида намликнинг конденсацияланиши натижасида мустаҳкамлиги пасаяди

Цеолит NaA механик хусусиятларини қайта тиклаш учун, қўллашдан олдин, оптимал ҳароратда яъни $\sim 400^{\circ}\text{C}$ гача гранулалар текширилади. Мустаҳкамлигини тўйинтириш вақти, $\sim 40 \dots 60$ мин. Намуналарнинг мустаҳкамлик чегарасининг ўсиши, боғловчи материал ҳажмининг ўсиши билан боради, лекин бунда ғовакланиш кўрсаткичи пасаяди, бу эса гранулаларни адсорбцион хусусиятини пасайтиради.

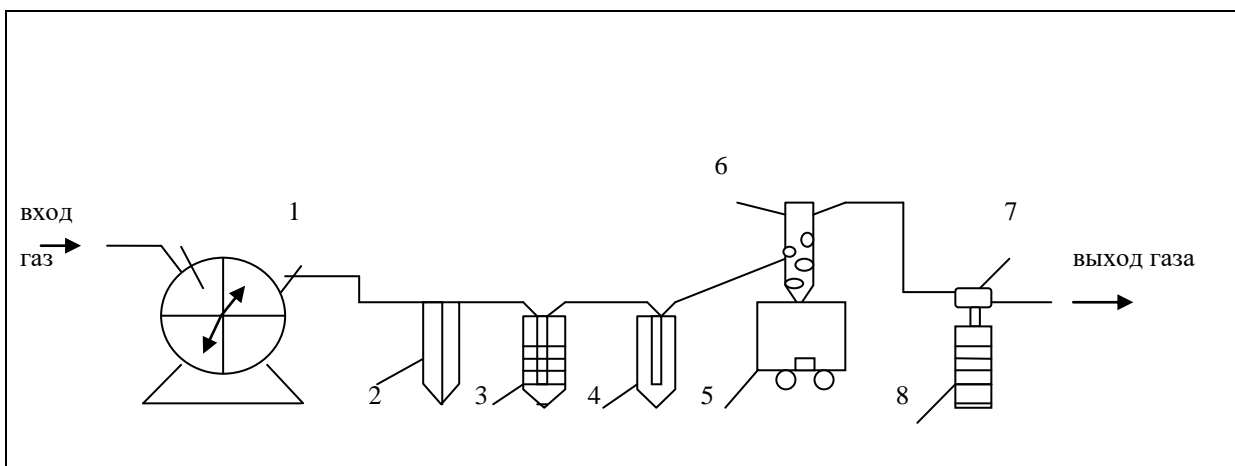
Цеолитларнинг мустаҳкамлик чегараси, гранулаларнинг узунлиги ўзгармас диаметрда боради (расм 16). Намуна ҳажмини катталиги

билан дефект яъни ёрилиш, механик ўзгаришлар бўлиши мумкин, бу эса мустаҳкамлик кўрсаткичининг пасайишига олиб келади.

3.2. Цеолитларнинг адсорбцион - регенерациялаш хусусиятларини аниқлаш лаборатория стенди.

Адсорбентнинг адсорбцион хусусиятини ва динамик шароитда куриштириш куйидаги усулда аниқланилади. Адсорбент намунаси муфел печида 350°C ҳароратда, 4 соат давомида куриштирилади. Кейин адсорбент олиниб эксикаторда совутилиб, электр тарозида ўлчанади. Адсорбент шишали адсорбер курилмасига жойлаштирилади. Тўлдирилган адсорбентнинг оғирлигини, бошланғич оғирлигидан, бўш идиш оғирлигини айирмаси билан аниқланилади.

Курилма куйидаги жиҳозлар комплексида иборат : адсорбер- 6, тўйинган нам газ учун барбатёр- 3, томчисақлагич- 5, газ ўлчагич- 1. (расм 21). Ускунадан намлик билан тўйинган газ юборилади. Куриштирилган газнинг намлигини аниқлаш учун, адсорберда чиқишда нам ўлчагич ёки шудринг нуқтасини аниқловчи жиҳоз ўрнатилган. Адсорбер электрон тарозининг устки қисмида ўрнатилган ВТК-500, бу қанча намликни шимиб олганини аниқлаш мақсадида. Аниқлашлар намлик ўзгаришигача олиб борилади яъни, шудринг нуқтасининг кўтарилиши билан белгиланилади. Аниқлашлар тугагандан сўнг, куриштириш ўлчанилади. Адсорбернинг диаметри 38 мм, адсорбент қатламининг баландлиги 160 мм, боғланиш вақти 10—14 с.



Расм 19. Адсорбентнинг адсорбцион хусусиятини аниқловчи қурилманинг схемаси.

1 - газ ўлчагич; 2 - реометр; 3 - барботер (газни намлик билан тўйиниши); 4- нам ушлагич; 5 - тарози (ўлчагич); 6 - адсорбер; 7 - шудринг нуқтасини аниқлаш учун кўзгу; 8 -Дьюара идиши;



Лаборатория шароитида тадқиқот қўйиш

Цеолитларнинг намликни ютиш қобилиятини ўрганиш ва регенерациялаш шароитини тадқиқ қилиш учун лаборатория стенди ва газни йўналтириш схемаси тайёрланди расм 18.

Лаборатория стенди қўйидаги жиҳозлардан иборат:- адсорбер ичига, шиша ампулани цеолит жойлаштирилади. Ампула ҳажми 100 мл, тўлдирилдиган адсорбентлар ҳажми ~30 мл. Тадқиқот олиб боришдан олдин адсорбентлар ҳаво намлиги билан тўйинтирилади.

Аниқлаш жараёнида ампулада цеолитлар регенерация қилинади, даврий равишда цеолитнинг оғирлиги камайиши билан намлик миқдори аниқланилиб борилади. Адсорбентни иситиш ва регенерациялаш электр печларида 20дан 400°С ҳароратда олиб борилади. Регенерациялаш атмосфера босимида ва паст босимда 1 Па олиб борилиши мумкин.

Тадқиқот қўйидагича олиб борилади.

Аниқланиладиган цеолит ампулага жойлаштирилади ва ҳар хил муҳитда регенерациялашда таркибида сув буғларини десорбцияланиши кузатилади. Ҳар бир аниқлашнинг бошланғич этапида цеолит намуналари аналитик тарозида 10^{-3} г аниқликда ўлчанилади, яъни бошланғич оғирлиги m_a - аниқланилади. Регенерацнида жараёнида даврий равишда адсорбент ўлчанилиб, ўртача оғирлиги ($\Delta m_a/m_a$) ўзгариши, регенерациялаш вақтига (t) – нисбатан ўлчанилди. Цеолит оғирлиги ўзгармас ҳолга келганда, регенерация жараёни тугаганлиги билдирилади. Бунда Δm_a – кўрсаткич қўйидаги ифода орқали аниқланилади

$$\Delta m_a = m_{ак} - m_{ак}(t)$$

Бунда :-

$m_{ак}$ - ампуланинг бошланғич оғирлиги (цеолитнинг тўйинган намлиги);

$m_{ак}(t)$ - ампуланинг цеолит билан оғирлиги (регенерациялаш вақти) .

Цеолитни регенерациялаш 3-хил усулда олиб борилади: атмосфера босимида иситиш, уй ҳароратида вакуумлаштириш ва иситиш билан вакуумлаштириш. Шунга биноан, ўлчаш қуйидаги ҳароратда олиб борилади 100, 200, 300 ва 400°C цеолитлар маркаси NaX, NaA, бунда босим 0,1 МПа и 1 Па.

Олинган натижаларни ўртача миқдори Δm_a яъни тўла қуритилган цеолит оғирлиги билан аниқланади.

Олинган натижаларнинг қиймати адсорбцияловчи идишнинг ҳажми, ҳар хил цеолитлар учун қуйидаги 13- жадвалда келтирилган.

13- жадвал

Цеолит	NaA	NaX
Адсорбцияловчи идиш, г/г	0,275	0,24

Амалий жиҳатдан цеолитларни қўллаш, олдинги регенерациялаш кўрсаткичлари яъни ҳарорат, босим ва вақтдан боғлиқ бўлади.

Жадвал № 14. Кўриниб турибдики, регенерациялашнинг ҳар хил шароитида цеолитлар таркибидаги сув буғларининг адсорбцион хоссаларини тадқиқ қилганимизда, олинган натижалар келтирилган. Бунда Δm_a - қиймати цеолит оғирлиги тўла қуритилганда ва шунга таалукли қайта ҳисоблаш коэффиценти ҳисобга олиниб қиймат нормаллаштирилади. Шунини таъкидлаш керакки, тадқиқот бошида бу кўрсаткич , яъни оғирлик номаълум эди.

T, °C	P, Па	Цеолитлар	
		NaA	NaX
		Регенерациялаш вақтининг ҳарорат – T ва босимдан- P боғлиқлиги, с	Цеолитларни адсорбциялаш сиғими сувга нисбатан, г/г
20	1	4,0\0,015	5,0\0,03
100	1	1,0\1,9	3,0\0,21
	10 ⁵	2,0\0,02	4,0\0,06
200	1	1,5\0,25	2,5\0,23
	10 ⁵	2,5\0,19	4,0\0,19
300	1	2,0\0,21	2,5\0,25
	10 ⁵	3,0\0,275	4,0\0,22
400	1	1,0\0,275	1,0\0,26
	10 ⁵	3,0\0,27	4,0\0,24

Цеолитнинг адсорбцион ҳажми, ҳарорат ва босим 1 и 0,1 МПа таъсири натижасида ўзгаради, бу NaX, NaA - цеолитларга таълуқли. Бу цеолитларнинг кириш ғовақлари ўлчами 9, 4 и 3 Å тенг.

Кўришиб турибдики, регенерациялаш жараёнида герметик ҳолатда сувнинг асосий оғирлиги (~90%) десорбцияланади NaA таркибидан, бунда ҳарорат - 100°C тенг. Цеолит - NaX учун қиймат ~85, яъни кириш тирқишларининг ўлчами камайиши билан сув оғирлиги пасаяди. Сув буғларининг десорбировчи миқдорига, регенерациялаш босими ҳам таъсир кўрсатиш аниқланган. Атмосфера намлигида цеолитлар

тўйинтириш текширишлари олиб борилди. Цеолитларни намлик билан тўйиниши аста-секинлик билан олиб борилади.

Цеолит NaA учун максимал адсорбцион сифим 0,28 г/г ташкил этилиши аниқланган. Буни шундай изоҳлаш мумкинки, сув буғлари босимининг 13 дан 0,13 Па пасайиши билан бориши. Цеолитларнинг $T=400^{\circ}\text{C}$ регенерациялашда, босимни пасайтирмасдан, сув буғларининг десорбцияланиши тўла бормади. Бунда 5%га яқин адсорбирланган намлик цеолит таркибида қолади.

Цеолит NaA таркибидан десорбцияланган сув буғлари $T=400^{\circ}\text{C}$ ҳароратда тахминан 1 соат, босим 1 Па ва 3 соатдан кейин, босим 0,1 МПа тугайди.

Тадқиқотлар натижасида қуйидагилар аниқланди.

- Цеолитни регенерациялашни максимал вақти ва параметрлари аниқланди:- ҳарорат 20, 100, 200, 300 ва 400°C ва атмосфера босими $P=1$ Па.
- Адсорбциялашни қўллаш ҳажми ва минимал регенерациялаш режими аниқланди
- Уй ҳароратида сув буғларининг максимал адсорбцион ҳажми ва сувнинг парционал босими 1,3.. .2,6 кПа, NaA- тўғри келиши аниқланди.
- Цеолит таркибидаги сув буғлари 400°C ҳароратда тўла десорбцияланади, бунда регенерациялаш босим остида боради.
- Адсорбатнинг гр. миқдори, 1 грамм адсорбентни берилган ҳарорат ва босимда адсорберлаш учун, десорбциялаш линияларидан - 400°C ҳароратда максимал регенерациялаш орқали амалга оширилади.

ТАДҚИҚОТЛАР БЎЙИЧА ҚИЛИНГАН ХУЛОСАЛАР

Адсорбцион жараён саноат миқёсида кенг қўлланилади, яъни табиий газ аралашмаларини чуқур тозалаш, суюқ ва газларни қисман қуритишда, тоза компонентларни ажратиш мақсадида, газли ва суюқ аралашмаларни ажратишда, саноат миқёсида газ ва суюқликларни рекуперация қилиш жараёнида қимматбаҳо маҳсулотларни ажратиб олиш ва ҳ.к.

Узлуксиз жараёнда адсорбцион кийматга эришиш учун, адсорбент керак бўлади ва бу адсорбент қуйидаги хусусиятларга эга бўлиши керак.

Юқори адсорбцион хоссага эга бўлиши ;

Бирламчи ҳолига қайтиши, яъни адсорбентни регенерациялаш жараёнини қулай усулини қўллашда, адсорбентини ишлатиш вақти ва газни тозалашда эксплуатациялаш сарфлари камайтирилади.

Газни қисман қуритишда, қуйидаги факторларнинг таъсири аниқланган:

- қуритиш блокнинг технологик кўрсаткичлари таҳлил қилинган;

- ҳар хил технологик жараёндан намуна олиниб (адсорбция, десорбция ва совутиш) газ таркибидаги олтингугурт, қуритиш ва регенерацияга текширилган;

- Олинган натижалар таҳлил қилиниб, NaA – цеолитнинг ўртача иш қобилиятининг ҳар хиллиги аниқланилиб, айрим пайтда ўзгариб туриши, бу эса динамик оғирлик ва технологик факторлар ўзгариши билан боғлиқлигини айтиш мумкин.

- Тадқиқот натижасида аниқланганки, десорбция жараёнида ҳароратнинг кўтарилиб, пасайиши ва регенерациялаш ҳарорати 260-272°C бориши, ва ҳоланки оптимал ҳарорат 320°C тенг бўлиши

керак, бу эса адсорбцион қобилиятини пасайишига ва адсорбентдан фойдаланиш вақтига салбий таъсир кўрсатиши мумкин.

- Технологик газнинг таркибий қисмини таҳлил қилганда, шунини айтиш керакки, регенерациялаш циклининг охирида цеолит таркибида тўпланган олтингугуртли органик бирикмалар миқдори камайиши, бу цеолитнинг юза қисмида тўпланганини тушуниш мумкин.

- Цеолитда ютилган компонентларни тўла десорбциялаш учун, ҳарорат босқичма – босқич кўтарилиши керак. Маълумки, адсорберловчи маҳсулот устидаги қатлам, механик хоссаларини ўзгаришига олиб келади. Бу жараён ғовақларда ва нисбий структурага эга бўлган-адсорбентларда, катализаторларда яққол намоён бўлади [27].

- Табиий цеолитларни иситишда дегидратация жараёнида структураси ва хоссаларининг ўзгаришига олиб келиши мумкин [28, 29]. Шакли цеолитларни гидратация жараёнида, гранулаларини сиқишда мустаҳкамлиги пасаяди, мустаҳкамлик нисбати дегидратациялаш ва гидратациялаш ҳолатида қуйидагига тенг, цеолитлар NaA 1,5...2,5 ва цеолит NaX 2...3 . Бундай мустаҳкамликни ўзгариши, адсорбентни ишлаш режими ва сақлаш муддати таъсир кўрсатади.

- Тадқиқот ишларида, цеолит гранулаларининг мустаҳкамлиги ҳароратдан ва қизиш вақтига, боғловчи моддалар миқдори ва ўзгармас диаметрини аниқланадиган намуна узунлигига боғлиқлиги текширилган.

- Цеолитлар намни ютиш хусусиятини ўрганиш ва регенерациялаш муҳитининг таъсирини текшириш учун стенд тайёрланган.

Стенд куйидаги жиҳозлардан иборат, адсорбер, унга цеолитнинг шимиш ампуласи жойлаштирилади. Ампула ҳажми 100 мл га тенг, солинадиган адсорбент ҳажми ~30 мл га тенг. Текширишларни олиб боришдан олдин адсорбентлар намлик билан тўйинтирилади. Текшириш жараёнида ампулада цеолит регенерация давоми узвий равишда цеолит оғирлигининг ўзгариши, яъни десорбирланган намлик миқдори аниқланилиб борилади. Адсорбентларни иситиш электр печида олиб борилади, регенерациялаш 20 дан 400°C гача ҳароратда олиб борилади. Регенерация ҳаво босимида, ёки паст босимда 1 Па боради.

- Цеолитларни максимал регенерациялаш вақти 20, 100, 200, 300 ва 400°C ҳароратда, атмосфера босимида ёки $P=1$ Па бориши аниқланди.

- Тўла регенерация бўлмаган режимда, неча (%) адсорбция ҳажми қўлланилиши тасдиқланди.

Максимал адсорбцион сиғим уй ҳароратида сув буғлари ва сувнинг парцинал босими 1,3дан 2,6 кПа, цеолит NaA –га таалуқлиги тасдиқланди. Цеолит таркибида сув буғлари тўла десорбцияланиши, яъни 400°C ҳароратда регенерациялашда вакуум ҳолатида ҳосил бўлади. Аниқланган, муҳитда максимал адсорбцион сиғим 0,28 г/г тенг. Цеолит NaA учун тўғри келади, бу сувнинг парцион босимини пасайишига 13дан 0,13 Па орқали амалга ошади. Цеолитларнинг регенерацияланиши $T=400^{\circ}\text{C}$ ҳароратда, босимни пасайтирмасак, унда тўла сув буғларининг десорбцияланиши бормайди. Бунда 5% адсорбирланган намлик цеолит таркибида қолади. Цеолит NaA учун сув буғларининг десорбцияланиши $T=400^{\circ}\text{C}$ ҳароратда тугайди, тахминан 1 соатдан кейин 1 Па босимда, 3 соатдан кейин 0,1 МПа босимда.

Бўлимлар бўйича қилинган умумий хулосалар

1. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, табиий газни қўшимчалардан тозалашда, каттик адсорбентлардан цеолитларни қўллаш натижасида, цеолит NaA бир неча мартаба қўллаш мумкинлиги технологик жараённинг факторларидан боғлиқ бўлади.
2. Цеолитларни максимал регенерациялаш вақти 20, 100, 200, 300 ва 400°C ҳароратда, атмосфера босимида ёки $P=1$ Па бориши аниқланди.
3. Десорбциялаш жараёнида бир неча мартаба ҳарорат ўзгариб боради, аниқ регенерациялаш ҳарорати 272-300 °C бўлиб, оптимал ҳарорат 400 °C, бу цеолит адсорбцион хусусиятларини пасайишига, бу эса цеолитнинг ишлатиш вақтига таъсир кўрсатиши мумкин.
4. Шакллантирилган цеолитларни гидротациялашда мустаҳкамлик кўрсаткичи пасаяди, дегидротация қилинган цеолитларнинг мустаҳкамлик нисбати қуйидаги кўрсаткичларга тенг NaA 1,5 ÷ 2,5 ва NaX 2 ÷ 3. Бу қиймат адсорбентларни сақлаш муҳитига ва эксплуатациялаш режимини танлашга таъсир кўрсатади.
5. Технологик жараённинг схемаси ва цеолитнинг адсорбцион қобилиятини аниқлаш учун лаборатория стенди тайерланган.

Қўлланилган адабиётлар рўйхати

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси” тўғрисидаги Фармони (“Халқ сўзи”, газетаси, 2017 йил, 8 февраль)
2. И.А. Каримов, “Жаҳон молиявий – иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари”. Ўзбекистон Матбуот ва ахборот агентлигининг “Ўзбекистон” нашриёт – матбаа ижодий уйи, Тошкент, 2009 йил.
3. Каримов И. А. Узбекистан на пороге XXI века угрозы безопасности, условия и гарантии прогресса. – Т.: Узбекистон, 1997. – С. 223-225.
4. В.Д.Лукин И.С.Анцыпович Регенерация адсорбентов.-Л.:Химия,1993-216с.
5. Дж.В.Смит.Структура цеолитов. В кн «Химия цеолитов и катализ на цеолитах» Под.ред.Дж.Рабо. « Мир»,1980,с.11.
6. Умаров Б.Н.,Камалова М.Б. и др Влияние гидратов при осушке газа. М.: Журнал Вопросы науки и образования, 2017.№ 1 (2) с.37-38
7. Умаров Б.Н., Камалова М.Б. и др. Определение влажности углеводородных газов методом «Точки росы». М.: Журнал. Вопросы науки и образования. 2017. № 1 (2) с.39-40
8. Умаров Б.Н.,Нодиров А.,Камалова М.Б. Исследование процесса осушки газа цеолитами. БухИТИ Конференция, 2017. с32
9. Умаров Б.Н., Ниязова Р.,Камалова М.Б. Применение цеолитов в осушки природного газа. БухИТИ. 2017. с34
10. Камалова М.Б., Умаров Б.Б. Исследование физико-химических свойств твердых цеолитов БухДТИ.2018 с.35-37
11. С.П.Жданов.,Е.Н.Егорова Химия цеолитов.Л. : Наука,2001.
12. Проскурякова В.А. Химия нефти и газа Санг–Петербург «Химия» 1995 г. 441. С.
13. Рябов В.Д. Химия нефти и газа. – Москва.ИД «ФОРУМ», 2013. 334 С.

14. Д.Брек. Цеолитовые молекулярные сита «Мир», Москва, 2000.
15. Иванова Л.В., Корнеев М.И., Юзбашев В.Н. Технология переработки нефти и газа. – М.: Химия, 1966.
16. Н.Ф.Жданова.,А.Л.Халиф Осушка природных газов. М.Недра,1985,158с.
17. Петров А.А. Химия алканов. – М.: Наука, 1974.
18. Соколов В.А., Тихомольова Т.В. Химический состав нефтей и природных газов в связи с их происхождением. – М.: Недра, 1970.
19. Б.В.Белянин, В.Н.Эрих, Технический анализ нефтепродуктов и газа. 1979. Л. «Химия» 217 С.
20. Эрих В.Н. Химия нефти и газа. –Л.: Химия, 1966.
21. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: 4–е изд. – М.: Химия, 1988.
22. Фозилов С.Ф., Мавлонов Б.А., Жумаев Қ.Г., Жумаев Қ.К.,Ғайбуллаев С.А. «Нефт ва газ маҳсулотларининг физик-кимёвий таҳлили» (Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги дарслик сифатида тавсия этган) Тошкент– «ИлмЗиё», 2010. 232 б.
23. Аскарлов М. А., Ёриев О.М., Ёдгаров Н. Полимерлар физикаси ва химияси. Тошкент, «Ўқитувчи», 1993.
24. Аскарлов М., Исмоилов И.И. Полимерлар кимёси ва физикаси Тошкент, «Ўзбекистон »нашриёт–матбаа ижодий уйи, 2004.
25. Богомоллов А.И. и др. Химия нефти и газа М. «Химия» 1996. 447 С.
26. П.С. Белов и др. «Экология производства химических продуктов из углеводородов нефти и газа». М., «Химия» 1991.
- 27.Бекиров Т.М., Туревский. Б.Н., Бахшиян Д.И. Совершенствование методов расчета процессов подготовки и переработки природного газа. Обзор; сер. Подготовка и переработка газа и газового конденсата. М.гВНИИЭГазпром, 2004, выш. 4, с. 58.
28. Бекиров Т.М., Шаталов А.Т. Сбор и подготовка к транспорту природных газов. М:Недра, 2002, с. 260.

29. Гриценко А.И. Научные основы промышленной обработки углеводородного сырья. М.:Недра, 2003, с. 239.
30. Гусейнов Ч.С., Бекиров Т.М. Усовершенствование конструкций газовых сепараторов. Обзор; сер. Подготовка и переработка газа и газового конденсата. М.ВНИИЭГзапром, 2004, вып с. 38.
31. Кемпбелл Д.М. Очистка и переработка природных газов. М.:Недра, 2007, с. 349.
32. Speight, J.G. (2000). The Desulfurization of Heavy Oils and Residua. 2nd edn. Marcel Dekker, New York
33. Speight, J.G. and Ozum, B. (2002). Petroleum Refining Processes. Marcel Dekker, New York
34. ASTM (2005a). ASTM D4. Test method for bitumen content. Annual Book of Standards. Volume 04.04. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.
35. Туробжонов С.М., Абидов Б.А. Мойлар ва махсус Суюқликлар технологияси. Дарслик Тошкент 2010.
36. www.ziyonet.uz
37. www.neft-gaz.ru
38. www.oil-gas.at
39. www.oil.com
40. www.oil-book.ru
41. www.oil-gas.ru
42. <https://www.ung.uz>
43. <https://www.library.ziyonet.uz>
44. <https://www.ogbus.ru>
45. <https://www.petroleumengineers.ru>
46. <https://www.vesti-gas.ru>
47. <https://www.tekhnosfera.com>

ИЛОВАЛАР