

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

Қўлёзма ҳуқуқида

УДК 665.62

ШАРИПОВ ЖОБИРБЕК ШАҲРИЛЛОЕВИЧ

**«ТАБИИЙ ГАЗНИ ПАСТ ҲАРОРАТЛИ ФРАКЦИЯЛАШ
ТЕХНОЛОГИЯСИДА ПРОПАН-БУТАН АРАЛАШМАСИНИ
АЖРАТИБ ОЛИШ БИЛАН ЯХШИЛАШНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ»**

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

**Магистр академик даражасини олиш учун
ДИССЕРТАЦИЯ**

Илмий раҳбар: Расулов У.А.

Маслаҳатчи: к.ф.н. Шарипов Қ.Қ.

Бухоро-2018 й.

Аннотация

Ушбу диссертация ишида, қайта ишлаш жараёнида газларни фракцияларга ажратиш технологиясини тадқиқ қилиш мақсадида газларни фракцияларга ажратиш, шунингдек УШК Шуртаннефтваз мисолида газларни фракцияларга ажратиш тизими таҳлили қилинди. Маҳаллий ишлаб чиқариш корхоналарида газларни фракциялаш қурилмалари устида илмий-амалий тадқиқот олиб борилди. Паст ҳароратли конденсация ва абсорбция жараёнлари натижалари олинди. Тадқиқот асосида газларни фракцияларга ажратиш оптимал усули танланди.

Аннотация

В данной диссертации с целью разделение на фракции газов при процессе переработки были проведены анализы методов газофракционирования, а также проведён анализ системы газофракционирования на УДП Шуртаннефтваз. Проведены научно-практические исследования на установках газофракционирующих местных производственных заводов. Получены результаты низкотемпературных процессов конденсации и абсорбции. На основе исследований выбран оптимальный метод газофракционирования. Выданы рекомендации для оптимальной работы газофракционирующей установки.

The summary

In this dissertation, in order to divide into gas fractions during the processing, analyzes of gas fractionation methods were carried out, as well as an analysis of the gas fractionation system at Shurtanneftegas UDP. Scientific and practical research was carried out at the plants of gas-fractionating local production plants. The results of low-temperature condensation and absorption processes are obtained. On the basis of research the optimal method of gas fractionation was chosen. Recommendations for the optimal operation of the gas fractionating plant were given.

МУНДАРИЖА

КИРИШ	4
І БОБ. УГЛЕВОДОРОД ГАЗЛАРИНИ ФРАКЦИЯЛАРГА АЖРАТИШ ТИЗИМЛАРИ БЎЙИЧА АДАБИЁТЛАР ШАРҲИ	9
1.1. Углеводород газларининг тавсифи, синфланиши ва технологик келиб чиқиши.....	9
1.2. Газ фракцияларининг кимёвий таркиби ва хусусиятлари.....	19
1.3. Газларни тозалашда абсорбция ва адсорбция жараёнларининг хусусиятлари.....	32
1.4. Углеводород газларини фракцияларга ажратиш тизимлари таҳлили.....	50
II БОБ. ТАДҚИҚОД ОБЪЕКТЛАРИ ВА НАТИЖАЛАРИ	63
2.1. Газларнинг характеристикаси.....	63
2.2. Тадқиқод усуллари.....	71
2.3. Фракцион газлар сифат таҳлили.....	95
III БОБ. ФРАКЦИОН ГАЗЛАРНИНГ ТАРКИБ ЎЗГАРИШИНИ ЎРГАНИШ НАТИЖАЛАРИ	115
3.1. Паст ҳароратли конденсация ва паст ҳароратли абсорбция усулида фракциялаш ўрганиш натижалари.....	115
3.2. Шўртаннефтваз мисолида газларни фракциялаш тизимини ўрганиш натижалари.....	121
ХУЛОСА	126
ҚЎЛЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ	128
ИЛОВАЛАР	132

КИРИШ

Бугунги кунда Ўзбекистон нефть-газ саноати нафақат ер ости бойликларини қазиб олиш, балки хомашёни қайта ишлаш ва маҳсулот ишлаб чиқарувчи мажмуалар тизимига айланди. Бу тармоқ юксак ривожланган саноат ички ва ташқи бозорларда талаб юқори бўлган маҳсулотлар ишлаб чиқариш ва сотиш бўйича қатор йирик корхоналарни бирлаштирди.

Ҳозирги босқичда тармоқнинг асосий иқтисодий йўналишларидан бири углеводород хомашёсини чуқур қайта ишлаш ва ундан қўшимча қийматга эга маҳсулотлар ишлаб чиқариш, хорижий инвестицияларни жалб этиш ҳамда экспорт географиясини кенгайтириш ҳисобланади. Бу борадаги лойиҳаларни амалга ошириш учун мамлакатимизга нефть ва газни қазиб чиқаришда етакчи қатор йирик чет эл компаниялари жалб этилмоқда.

Давлатимиз раҳбари Ҳаракатлар стратегиясига мувофиқ амалга оширилаётган ишлар саноатнинг етакчи йўналишларини изчил ривожлантиришга хизмат қилаётганини таъкидлади. Шунингдек, 2016 йил 28 сентябрдаги «2016 – 2020 йилларда углеводород хом ашёсини чуқур қайта ишлаш негизида экспортга йўналтирилган тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кўпайтириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарори асосида бу борадаги ишлар изчил ривожлантирилади[1].

Ўзбекистон узоқ муддатли лойиҳаларни амалга ошириш имконини берадиган муҳим углеводородли салоҳиятга эга. Ҳисоб-китобларга кўра, Марказий Осиёдаги барча минерал захираларнинг учдан бир қисми Ўзбекистонда жойлашган. Мамлакатимиз газни қазиб чиқариш бўйича дунёнинг илғор йиғирматалигига киради.

«Ўзбекнефтьгаз» АЖнинг халқаро ҳамкорлиги

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 йилларида 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, ерости газ омборлари барпо этилди. «Ўзбекнефтгаз» АЖ нинг ишончли ҳамкорлари қаторида Хитой, Малайзия, Корея Республикаси, Россия ва бошқа мамлакатларнинг энг йирик компаниялари мавжуд.

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.

Нефт-газ 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 [2]. 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 устириш, 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 саноатниг самарадорлиги ва рақобатбардошлигини янада оширишга эришиш мумкин. Бу борада юртимизда қабул қилинган 2011-2018 йилларда саноатни устувор даражада ривожлантириш дастури ва ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва технологик янгилашга доир тармоқ дастурларининг изчил амалга оширилиши натижасида саноат таркибида юқори қушимча қийматга эга бўлган, рақобатдош маҳсулотлар тайёрлаётган қайта ишлаш тармоқларининг турлари тобора ортиб бормокда. Бугунги кунда мамлакатимизда ишлаб чиқарилаётган саноат маҳсулотларининг 78 фоиздан ортиғи айнан ана шу тармоқлар хиссасига туғри келмокда.

Нефт ва газни қайта ишлаш технологиясининг ривожланиши модий ресурс баъзасининг иқтисод қилинишига кўмаклашади. Ҳозирги кунда газ ва уни қайта ишлаш технологиясига эътибор ва талаб кучайиб бормокда. Хусусан табиий газни фрактсиялаш маҳсулотлари халқ хўжалиги, автомобил ёқилғилари ҳамда полимерлар олиш саноатларида муҳим аҳамият касб этмокда. Табиий газни паст ҳароратли фрактсиялаш усулида таркибидан пропан бутан аралашмасини ажратиш орқали газ компонентларининг хусусиятларига қараб саноатда қўлланиш имконини беради ва бу бугуннинг долзарб масалаларидан бири ҳисобланади

Муаммони ўрганганлик даражаси:

Халқаро Ҳамдустлик ва Республика илмий тадқиқот муассасаларида ва Олий укув юртларнинг ихтисослик кафедраларида газни фракцияларга ажратишда кимёвий таркибини яхшилаш ва сифатини оширишни тадқиқ қилиш буйича чегараланган хажмда тадқиқотлар амалга оширилган.

Бугунги кунда газларни кимёвий таркибини яхшилаш ва сифатини оширишни тадқиқ қилишни жорий этиш йўналишида илмий асосланган технологиялари қулланилмаган. Бу йўналишда газларни кимёвий таркибини яхшилаш ва сифатини оширишни тадқиқ қилишни жорий этишнинг ўрни ва аҳамияти аниқланмаган.

Ишнинг мақсади: Табиий газни паст ҳароратли фракциялаш технологиясида пропан – бутан аралашмасини ажратиб олиш билан яхшилашни тадқиқ қилиш

Ишнинг илмий янгилиги; Ҳозирги кунда қўлланилаётган газларни фракциялаш усуллари тадқиқ қилиб иқтисодий жихатлама тежамкор ва юқори эффективликка эга газларни фракциялаш қурилмаларини такомиллаштириш ва табиий газларни фракциялаш жараёнини тадқиқ қилиш. Асосан маҳаллий ишлаб чиқариш корхоналарида газларни фракциялаш қурилмалари устида илмий-амалий тадқиқот олиб бориш.

Тадқиқот манбалари:

- *Газларни қайта ишлаш маҳсулотлари
- *Газни фракцияларга ажратишда олинadиган углеводородлар
- * Газни фракцияларга ажратишда олинadиган углеводородларнинг кимёвий таркиби
- *Физикавий тадқиқот қилиш усуллари
- *Кимёвий тадқиқот қилиш усуллари
- *Физик-кимёвий тадқиқот қилиш усуллари
- *Замонавий ва устувор тадқиқот қилиш усуллари

Қўлланаётган илмий натижалар:

Углеводородларнинг кимёвий таркиби адабиёт манбалари асосида таҳлил қилинади ва адабиёт шарҳи шаклланади

Углеводородларнинг кимёвий таркиби урганилди ва уларни белгиловчи асосий курсаткичлар аниқланади

Углеводородларнинг кимёвий таркибини яхшилаш ва сифатини оширишни тадқиқ қилиш бўйича лаборатория шароитида ускуна ва қурилмалар жамланмаси шакллантирилади

Углеводородларнинг таркиби ва хоссалари, газ маҳсулотларининг синфланиши, суюқлантирилган газлар, фракцияланган углеводород маҳсулотлари тўғрисида ёзишмалар тайёрланилади.

Чоп этилган ишлар:

1. Мирзаев С.С.,Шарипов Ж.Ш Табиий газлар фракция-ланишига тиоллар таъсирини тадқиқ қилиш

“ ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАККИЁТИ ” Журнали 2017 й
1-сон, 80-85 бет

2. Мирзаев С.С.,Шарипов Ж.Ш. Изучение процесса получения пропан-бутановой смеси (ППБС) //Республиканская научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов “ВНЕДРЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ – ОСНОВА РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УЗБЕКИСТАНА” Ташкент, 2018 й, с.198-200

Ишнинг ҳажми:Ушбу магистрлик диссертацияси кириш қисми, учта асосий бўлим, хулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат бўлиб, шу жумладан матн 135 саҳифадан, 16 та чизмадан ва 36 та жадвалдан ташкил топган.

I БОБ. УГЛЕВОДОРОД ГАЗЛАРИНИ ФРАКЦИЯЛАРГА АЖРАТИШ ТИЗИМЛАРИ БЎЙИЧА АДАБИЁТЛАР ШАРҲИ

1.1. Углеводород газларининг тавсифи, синфланиши ва технологик келиб чиқиши.

1.1.1. Углеводород 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 қонидаги газлар табиий газ конларидаги газлардан метанга ва ундан юқори углеводородларнинг гомологлари эргашганлиги билан фарқ қилади. Бу газлар 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 қонидаги 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. [6]

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.

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 нууглеводород бирикмалар: CO_2 , N_2 ва айрим ҳолларда H_2S бўлиши мумкин. Газнинг таркибида метан жуда кўпчиликни ташкил қилса, бундай газ «**қуруқ 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 (суyoқликка) айланадилар. Газ конденсати конларидан ажралиб чиққан газнинг таркиби, конденсатлар ажратиб олингандан кейин, «қуруқ газ» таркибига яқин бўлади. [5]

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 «қуруқ газлар» дан кескин фарқ қилиб, унда этан, пропан, бутанлар ва юқори углеводородлар ҳам бўлади.

Республикаимизнинг Шўртан газ конидаги газлар аралашмасининг таркиби қуйидаги (мол.% да) 1- жадвалда келтирилган:

1.1-жадвал.

Шўртангаз конидаги газининг кимёвий таркиби (% моль.)

Газлар ва углеводородлар номи	Молда миқдори, %
Метан	90,52
Этан	3,537
Пропан	1,06

izo –бутан	0,209
n –бутан	0,260
izo –Пентан	0,110
n – Пентан	0,093
Гексан	0,119
Гептан	0,112
Азот	1,584
CO ₂	2,307
H ₂ S	0,08

Кейинги йилларда нефт ва газ қудуклари сони ортиши, газоконденсат ва нефтгазоконденсат конлари истиқболи майдонлари очилиши натижасида ёқилғи олишда конденсат муҳим фойдали қазилма ҳисобланмоқда. Газоконденсат конларига газсимон углеводородларнинг ер бағрида тўпланиши бўлиб, улар босим камайганда конденсат (пентан ва метаннинг юқори гомологари 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.

1970 йилга Россиянинг Вуктил ва Оренбург, Уренгой, Медвежья, Ямбург, Заполяри, Губкин ва Туркменистоннинг шарқий қисмида газоконденсат конлари очилди.

Яман ярим ороли, Тимен, Пегорст вилояти шимолий қисми, Ўзбекистон ғарбий қисми ва бошқа жойларда газни юқори захиралари борлиги тасдиқланди. Бу даврда ғарбий Кристишен Украинада Архангел

вилоятида Лаявож, Тюмен вилоятида Харасовей, Бованенков ва жанубий Русс, Ўзбекистонда Шўртан, Сочи республикасида Соболох, Неджелен каби катта конлар очилди.

1981 йил бошида Россияда 900 дан ортиқ газ, газоконденсат, газ-нефть конлари очилиб, шундан 93 таси газ захираси 30 млрд.м³ дан ортиқроқ эканлиги аниқланди. Шуларнинг ичида Уренгой, Ямбург, Медвежье, Бовиненков, Оренбург конлари 57 % мамлакатни қидирув захирасини ташкил қилиб, улар 94 % дан кўп катта конлар гуруҳини ташкил этади. Газ, газоконденсат конлари ва уларни жойлашуви нефть ва газ сақламини алмашинуvidан ташкил топиб, ҳамдўстлик давлатлари МДХ газ захирани 95 % дан ортиғини ташкил этади.

Ўзбекистон жаҳондаги газ қазиб оладиган ва ишлаб чиқарадиган давлатлар ичида 7 ўринда туради, газ ишлаб чиқариш ҳажми 50 млрд. м³/йил.га тенг. 2006-2008 йилларда Республикада 3,5-4,0 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 (Мубарак, Кокдумалоқ ва бошқа), бу қурилмалар ёрдамида газоконденсат нефтьни қайта ишлаш заводига юборилади ва ундан мотор ёқилғиси ишлаб чиқарилади.

1.2-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	Арома- тик	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
Кўкдумалок	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 2-жадвалда келтирилган. Жадвалдан кўриниб турибдики, турли конлардан олинадиган газоконденсатлар физик-кимёвий хоссалари ва углеводородлар таркиби ҳам сифати ҳам чиқими бўйича фарқ қилади. Ҳамма конденсатлар қуйилиш ҳарорати пастлиги (-60°C кам) ва алангаланиш ҳарорати (-25°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).

1.3-жадвал.

Айрим конларда табиий газларнинг таркиби.

Кон	Газнинг таркиби, % ҳажмий.							
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	CO_2	H_2S	N_2
Лугинец кони (Томск вил)	85,1	3,6	3,0	2,3	1,1	1,0	-	3,9
Тюмень вилояти (қуруқ газ)	98,6	0,1	-	-	-	0,2	-	1,1
Астрахан газоконденсатли	47 ÷	2,0 ÷	0,9 ÷	0,4 ÷	0,3 ÷	18 ÷	20 ÷	~2,0
	54	5,5	1,7	0,9	1,6	21	26	
Ставрополь	98,8	0,3	0,2	0,1	-	0,2	-	0,4

Анастасиевск Троицк	85,1	5,0	1,0	1,0	2,8	5,0	-	0,1
Ново Дмитровск	69,2	10,0	10,1	5,0	5,0	0,7	0,0	0,1
Ромашкино	40,0	19,5	18,0	7,5	4,9	0,1	0,0	10,0
Оренбург вилояти	29,5	16,0	16,4	8,6	3,4	0,6	0,0	25,5

Углеводород газлари таркибини углеводородлардан ташқари азот, кислород, маълум миқдорда инерт газлари, углерод диоксиди 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 диоксиди 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 курук (сухие) ва ёғли (жирные) табиий газларга бўлинади. Курук 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.

1.1.2. Углеводород газларининг технологик келиб чиқиши.

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 термokatалитик 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 ва газоконденсатлар тавсифи.

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 фраксиялар нефтдан олинadиган

стандарт суюқ ёнилқилад ўрнида, мазкур ёнилқилар камёб бўлганда ёки иқтисодий мулохазаларга кўра ишлатилиши мумкин.[8]

Ўрта Осиё газ конларидан олинадиган 1м^3 газнинг таркибидан 15-170 см^3 суюқ газ конденсатлари олинади. Албатта, газ конденсатларини ИЁДларни деярли қайта ўзгартирмаган ҳолда қўллаш мақсадга мувофиқ, бўлади. Газ конденсатларини қўллаш двигателнинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини суюқ ёнилқиларга нисбатан пасайтирмаслиги лозим. Газ конденсатларининг муҳим томони ишлаб чиқаришни арзонлиги, сақлаганда хоссаларининг ўзгармаслиги, хусусиятлари ва таркибининг доимийлигидадир. Ўрта Осиё мазкур ёнилқиларни энг кўп этказиб берадиган минтақа бўлиб, нафақат ўз талабларини, балки Урал, Қозоқистон ва Марказий ҳудудларни ҳам таъминлайди. Турли конлардан олинадиган газ конденсатларининг таркибида учкун билан ёндириладиган ИЁД талабларига жавоб берадиган энгил газ конденсатлари ва дизелларда қўллаш мумкин бўлган оқир 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.

Энгил газ конденсатлари Муборак, Газли, Учқир ва бошқа конлардан олинади. Улар бензинларга нисбатан паст қароратда қайнай бошлайди, бу ўз навбатида ички ёнув двигателларини ИЁД таъминлаш тизимида бўр тикинлари пайдо бўлишига мойилликни кучайтиради. Бироқ махсус тадқиқотлар шуни кўрсатадики, замонавий ички ёнув двигател (ИЁД) ларнинг таъминлаш тизимида бўр тикинлари ҳосил бўладиган ҳарорат машиналарнинг Ўрта Осиё шароитларида ишлаганида юзага келувчи одатдаги қийматдан бироз юқори бўлар экан.

Газ конденсатлари унча юқори бўлмаган антидетонацион хусусиятларга эга бўлиб, уларнинг октан сони 54-58 оралиқида бўлади. Бироқ, ТЭС қўшиш ҳисобига газ конденсатларининг октан сонини ўрта сифатли бензинларникига тенглаштириш мумкин. 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 этарли даражада барқарор эканлигини ҳамда уларни сақлаш пайтида исрофлар (буғланиш туфайли) юқори эмаслигини кўрсатди. 4-жадвалда газ конденсатларининг баъзи хоссалари келтирилган.

Оғир газ конденсатлари Республикамизнинг қатор газ конларидан олинади. Тажрибалар шуни кўрсатадики, уларда дизел ёнилқисига қараганда енгил фраксиялари кўпроқ экан. Бу жиҳат дизелнинг ишга тушиш хусусиятларини яхшилаши ва ўз-ўзидан алангаланишигача бўлган даврда ёниш камерасида буғланишни жадаллаштиришга олиб келиши керак. Шу билан бирга, смолали қолдиқлар, ишлатилган газларда тутун қосил қиладиган оғир фраксиялар миқдори мазкур газ конденсатларида стандарт га қараганда сезиларли даражада кам бўлади ва у дизел хусусиятларига ижобий таъсир кўрсатади.

4-жадвал.

Газоконденсатнинг физик-кимёвий хоссалари

Курсатгичлар	Газ конденсатлари		
	I	II	III
Цетан сонм	43	53	52

Фрвкция таркиби, °C:			
Бошлангич қайнаш ҳарорати	103	111	140
50 % қайнаш ҳарорати	151	201	208
охиргиқайнаш ҳарорати	292	350	345
20°Cда кинематик қовушқоқлиги, mm ² /s	1,2	1,7	2,1
Олтингугурт миқдори, % :			
умумий	0,02	0,02	0,02
меркаптанли	0,0001	0,0001	0,0001

Кўпгина газ конденсатларининг цетан сони 40-65 оралиғида, яъни дизелникига тенг ёки бироз юқори бўлади. Бу жихат одатдагидек ростлашларда ИЁД нинг анча равон ишлашини таъминлайди. Газ конденсатларининг зичлиги ва қовушқоқлиги, одатда, дизел ёнилғисиникидан кам бўлади, бу эса дизел ёнилғисига мўлжалланган тизимидаги цикл давомида бериладиган миқдорининг бироз камайишига ва пуркаш босимининг пасайишига олиб келиши мумкин. Агар дизел кўрсаткичлари андоза ёнилқиларда ишлагандаги кўрсаткичлардан сезиларли даражада ёмонлашадиган бўлса, газ конденсатларининг қовушқоқлигини махсус қуюқлаштиргичлар, масалан, полиизобутилен ёки дизел ёнилғиси қўшиб ошириш мумкин. Натижада стандарт ёнилғига бўлган талаб 40-50 % камаяди.

Қатор газ конларидан олинадиган газ конденсатлари таркибида энг зарарли модда олтингугурт бўлади. Баъзи қолларда уларнинг миқдори 3 % гача этади ва бу газ конденсатларини (ИЁД) лари учун ёнилқи сифатида ишлатишни чеклаб қўяди. Газ конденсатлари таркибидаги олтингугуртни камайитириш учун махсус технология қўллаш талаб этилади, бу эса газ конденсатлари ишлаб чиқаришни қимматлаштиради. Бироқ, Ўрта Осиё регионида 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.

1.2. 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 хом-ашё сифатида қиймати шундаки, уларнинг таркибида кўп миқдорда метануглеводород 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 оксидлашпарчалаш, 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.

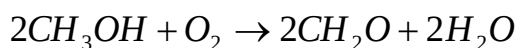


Формальдегид олишнинг бу бевосита усули жуда қулай бўлганлиги сабабли ҳозирги вақтда кенг фойдаланилмоқда. Метандан формальдегид ажратиб олиш мумкинлигини дастлаб академик С.С.Медведев кашф қилган эди. Академик Н.Н.Семёнов углеводородларнинг занжирли оксидланиш назариясини яратди. Шу назария асосида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

Бу усул қўлланилганда таркибида 0,1 % азот оксидлари бўлган метан-ҳаво аралашмаси 600-700 °С қиздирилган реактордан тез ўтказилади. Бу усулдареакцияга киришган метандан ажралиб чиқадиган формальдегид 70 % ни ташкил этади. Формальдегид фаол кимёвий

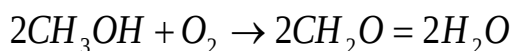
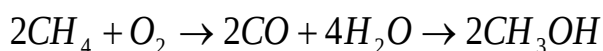
биризма, у бошқа моддалар билан осон реакцияга киришади шу туфайли хам формальдегид органик синтезнинг бебахо ярим махсулотига айланиб қолди. Формальдегид асосида мочевино-формальдегид, фенол-формальдегид смолалари, янги полимерполи-формальдегид, органик бўёқлар, дори ва антисептикпрепаратлар тайёрланади. Формальдегиддан фойдаланиш миқёси йил сайин кенгайиб бормокда.

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. Бирок, 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 спиртда, 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 формалдегидни кўпроқ қўшиш натижасида олинади ва **резоль** смолалари деб аталади.

б) Мочевина-формальдегид смолалар пластмасса, елим, лак сифатида катъий 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. 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, қаттик, ҳидсиз, турли эритувчи суюқликларга чидамлидир.

Мочевина-формальдегид смолалар асосан қўйма вапрессланган пластмассалар, лаклар, ғовак материалар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Улар электр ёйи таъсирида азот ва водород ажратиб чиқаради. Бу электр ёйини тезда ўчиради. Мочевина-формальдегиднинг бу ажойиб хислати электротехникада турли хил электр деталларини тайёрлашда фойдаланилади. Мочевина-формальдегид смолаларнинг ёғоч қипиғи ва коғоз қўшиб, прессланган порошоклари энг кўп тарқалган Улардан, лампалар, турли хил идишлар, асбоблар, фото-радио деталлари, приёмниклар, телефонлар, эшик тутқичлари, пардозлаш плиталари ва бошқа шунга ўхшаш кенг истеъмол буюмлари тайёрланади. Чиқиндига чиқган ўнлаб минг тонна ёғоч қипиғларига фенол-формальдегид смолалар сингдирилиб мебел саноатида фойдаланилиши мумкин. Фенол-

формальдегид шимдирилиб прессланган кипиғ энг яхши навли ёғочникидан ҳам яхши плиталар ясашга ярайди.

Мочевина-формальдегид смоласининг яна бир хислати шундаки, ундан “*минора*” деб аталган ғовак материаллар тайёрлаш мумкин. Бу материаллар вагонлар, кемалар, совутгич бошқаларни иссиқ, совук, 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.

Қуёшда ўз хоссасини йўқотмаслиги, турли хил бўёқларга яхши қўшилиши мочевино-формальдегид смолалардан лак ва эмаль тайёрлашда фойдаланиш имконини беради. Бу смолалардан тайёрланган лак ва эмаллар аниқ ишлайдиган асбоблар, машина ва механизмлар, музлатгичлар, радио ва телевизион қурилмаураларни юпқа парда билан қоплашда фойдаланилади.

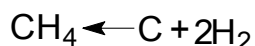
Кейинги вақтларда мочевино-формальдегид смолалардан фойдаланишнинг энг йирик соҳаси бунёдга келмоқда. Маълум бўлишича, ерга фақат минерал ўғитларгина эмас, балкиполимер ўғитлар ҳам солиниши лозим экан. Бу тупроқ ва ўсимликларга яхши таъсир қилар экан.

Мочевина бундан ташқари чорвачилик учун ҳам зарур озуқа моддасидир. Таркибида азот сақлайдиган бундай озуқалар билан боқилаётган чорва молларнинг маҳсулдорлиги анча ошади.

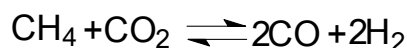
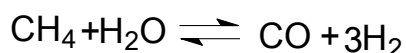
Формальдегиддан антисептик моддалар сифатида фойдаланиш мумкин. Уротропин, меламина ва анилин-формальдегид смолалари олишда, кимёвий толаларни боғловчи сифатида ишлатиш мумкин. Табиий газдан олинадиган формальдегид ва мочевина ишлаб чиқариш йилдан-йилга ошиб бормоқда.

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/м^3) 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°C гача қиздирилганда водород ва углерод (бу аралашма қорақуя ҳолида бўлади) олинади:



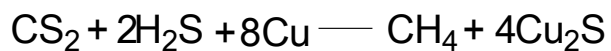
Ҳосил қилинган бу қорақуя эса автомобилларга шиналар ишлаб чиқаришда қимматбаҳо хом-ашёдир. Метан сув буғи ёки углерод (II)-оксид билан биргаликда 850°C атрофида никель катализатор устидан ўтказилганда (конверсия қилинганда) углерод (II)-оксид ва водородга парчаланаяди:



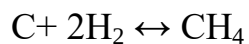
Ҳосил қилинган газлар *синтез-газ* дейилади ва улар метил спирт, аммиак олишда ҳамда бошқа мақсадларда ишлатилади. Метан табиатда ер остида қолиб кетган ўсимлик ва ҳайвонларнинг чиришидан ҳосил бўлади. Шунинг учун ҳам метан “*ботқоқлик гази*” деб юритилади. Ер остида тошкўмирнинг қисман парчаланишидан ҳам метан пайдо бўлади. Шу сабабли метан “*кон гази*” (қалдиरोқ 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. Баъзи табиий газ конлари (Бухоро, Саратов, Ставрополь, Дашаза ва-бошқа газ конлари) газининг таркиби, асосан, метандан иборат.

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

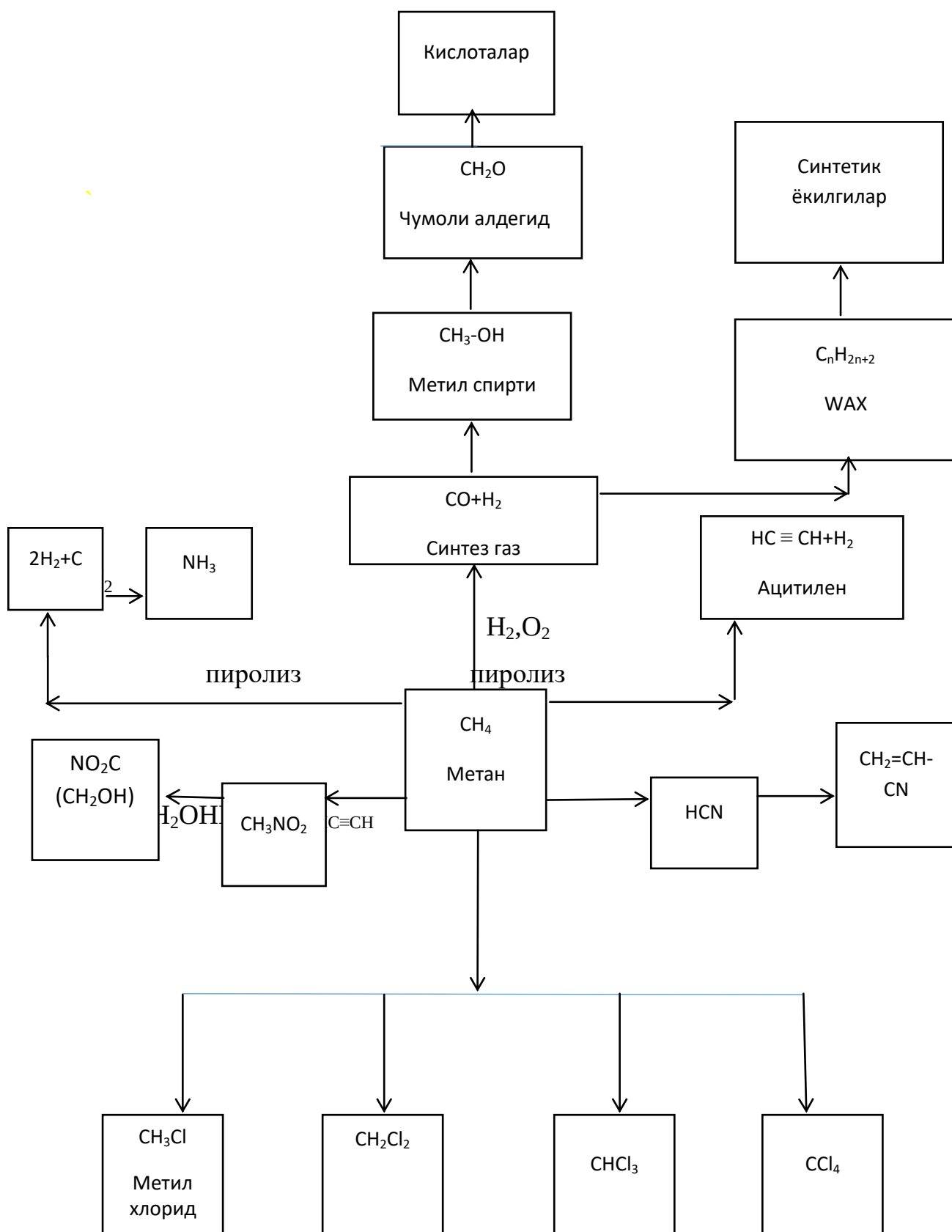
1856-йилда Бертело биринчи марта метанни углерод сульфид билан водород сульфид аралашмасини найда қиздирилган мис устидан ўтказиб ҳосил қилди.



1897-йилда 1200 °C да тўғридан-тўғри углеродга водород таъсир эттириб метан олиш йўли топилди:



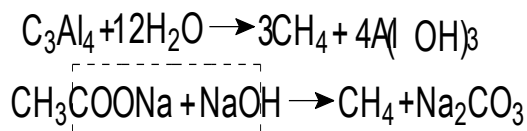
Бу реакция никель катализатори иштирокида 475 °C да олиб борилганда метанинг унуми анчагина ортиши кейинроқ аниқланди.



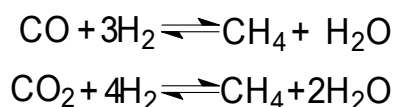
1.1-расм. Нефтикимё саноатида метанни ишлатилиш соҳалари.

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:



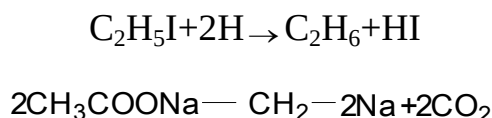
Метан углерод (II)-оксид ва углерод (IV)-оксидни 250-400 °С да никель катализатор иштирокида водород билан қайтариб олиниши мумкин.



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 курук 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:

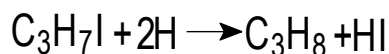


Этилен эса, ўз навбатида, этил спиртдан сувни чиқариб ташлаш йўли билан ҳосил қилинади.

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°С 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.

Пропан-С₃Н₈. Пропан кўпгина табиий газ таркибида учрайди. Нефт крекинг қилинганда ҳам пропан ҳосил бўлади. Пропан лабораторияда пропилен йодидни қайтариб олинади. Бунда рух ва мис катализатор бўлади:



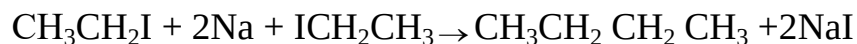
Пропан этанга қараганда кўпроқ аланга бериб ёнади. Пропаннинг

бутан билан аралашмаси ёқилғи сифатида ишлатилади. Пропан саноатда кенг қўламда амалга ошириладиган кимёвий синтезлар учун хом-ашё ҳисобланади. Пропанни пиролиз жараёнига учратиш, оксидлаш, хлорлаш, нитрогенлаш ва бошқалар катта аҳамиятга эга. Масалан, нитропарафинлардан аминлар олиш, пропанни дегидрогенлаб пропилен, ундан эса аллил-хлорид, глицерин, изопропил спирт ва ҳоказолар олиш шулар жумласидандир. Пропиленни полимерланиш реакциясига учратиб, полипропилен олиш саноатда катта аҳамиятга эга.

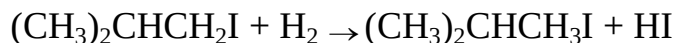
Бутан-С₄Н₁₀. Бутан икки хил изомерга эга бўлиб, иккала бутан ҳам пропан учрайдиган жойларда бўлади.

Бутанни ҳам юқорида кўрсатилган тўйинган углеводородларнинг умумий олиниш усулларида бири бўйича синтез қилиш мумкин. Этил

йодидга натрий таъсир эттириб Вюрц реакциясига мувофиқ ҳам бутан олиш мумкин:

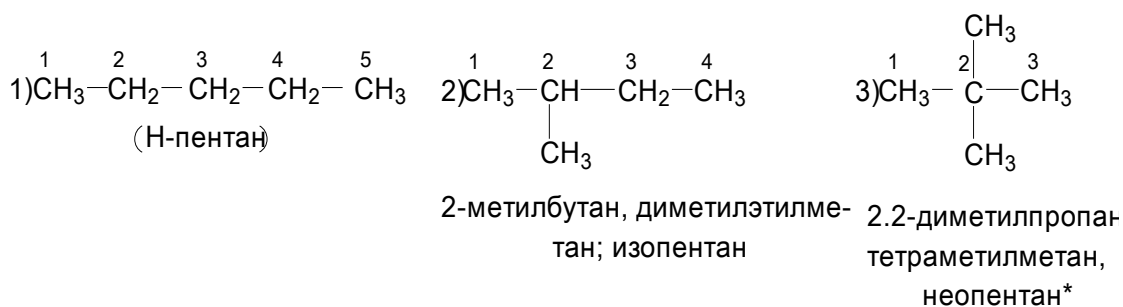


Изобутан эса изобутил йодидининг қайтарилиши натижасида олинади:



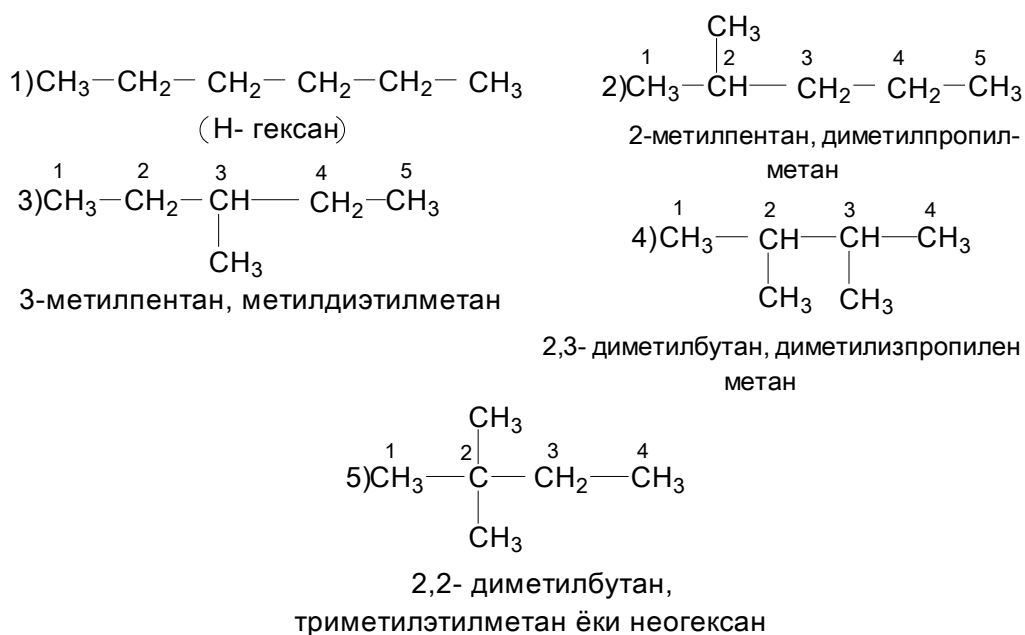
Бутанлар ҳам кўпгина кимёвий моддалар синтез қилишда хом-ашё ролини ўйнайди. Изобутан бошқа моддаларни алкиллашда ишлатилади. Бутаннинг кўпгина миқдори дегидрогенлаб бутадиен олиш учун ишлатилади. Булар билан кейинги бобларда танишамиз.

Пентан- C_5H_{12} . Пентан уч хил изомер шаклида бўлиб, улар, асосан, нефт таркибида учрайди:



Пентанлар синтез йўли билан ҳам, юқорида кўрсатилган усулларнинг бири билан ҳам олинади. Пентанлар ҳар хил кимёвий синтезлар учун хом ашё бўлиб ҳисобланади, улар ёқилғи (бензин) таркибида ҳам учрайди.

Гексанлар- C_6H_{14} . Гексаннинг бешта изомери бўлиб, улар нефт таркибида учрайди.



Гексанлар турли кимёвий синтезлар учун хом-ашё бўлиб ҳам хизмат қилади.

Гептан- C_7H_{16} . Гептаннинг тўққизта изомери бўлиб, улар нефт ва баъзи ўсимликлар таркибида учрайди. Гептан изомерлари орасида *n*-гептан билан 2,2,3-триметилбутан (неогептан)дан техникада кенг қўламда фойдаланилади:

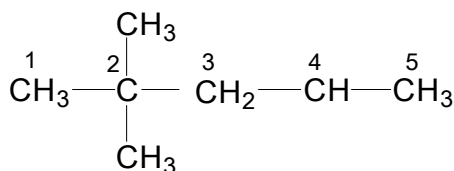


Молекуласида тўртламчи углерод атоми бор парафинлар *неопарафинлар* ҳам дейилади.

n-Гептан суюқлик, қайнаш ҳарорати $98,5^\circ\text{C}$, зичлиги $d_4^{20} = 0,684$; нур синдириш кўрсаткичи $n_D^{20} = 1,3838$. У синтез йўли билан ёки америка қарағай смоласини қайта ишлаш натижасида олинади. *n*-гептан нефтдан ёки синтиндан ҳам ажратиб олинади.

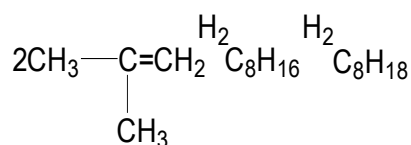
Триптан- суюқлик, қайнаш ҳарорати $80,9^{\circ}\text{C}$, солиштира зичлиги $d_4^{20}=0,690$. Триптан саноатда кўп миқдорда олинади ва ёқилғи сифатида (мотор ёқилғиси) ишлатилади.

Октанлар- C_8H_{18} ; Октаннинг 18 та изомери бўлиб, уларнинг ичида техникада кенг қўлланиладиган 2,2,4- триметилпентан, яъни изооктандир.

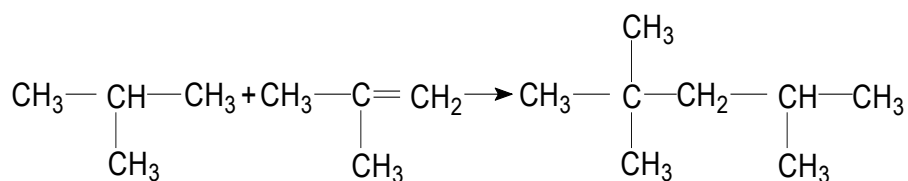


2, 2, 4- триметилпентап ~изооктан`

2,2,4- триметилпентан (суюқлик, қайнаш ҳароратси $99,3^{\circ}$, солиштира зичлиги $d_4^{20}=0,692$, нур синдириш кўрсаткичи $n_d^{20}=1,3915$, У илгарилари изобутиленнинг димерини гидрогенлаб олинар эди:



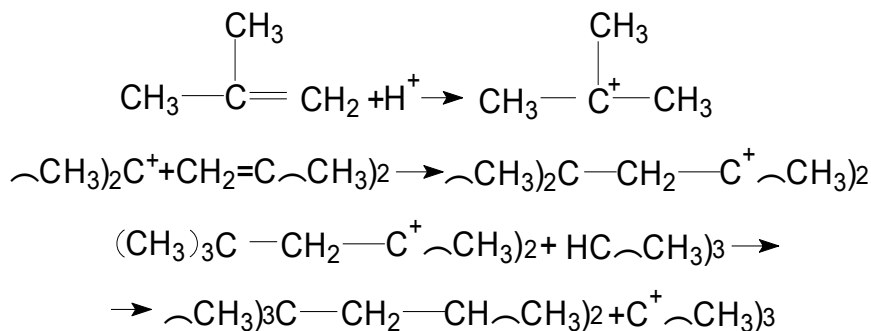
Ҳозирги вақтда изооктан саноатда изобутанни кислотали катализаторлар (H_2SO_4 , H_3PO_4 , HF , AlCl_3) иштирокида изобутилен билан алкиллаш орқали олинади:



Изооктан мотор сини характерловчи (бензин сифатини аниқловчи) стандарт сифатида ишлатилади.

Турли усуллар билан олинган бензин мотор сифатида ишлатилганда («ички ёнув» двигателларда) двигателга ҳар хил қувват беради. Бунинг сабаби эса бензин таркибига кирган углеводородларнинг тўлиқ ёки чала ёнишидир. Бензин чала ёнганда ундан чиқадиган иссиқлик энергияси тўла ёнгандагига нисбатан кам бўлади. Натижада моторда детонация жараёни рўй беради, двигателнинг қуввати эса камаяди.

Бу реакция механизмини тахминан қуйидагича ифодалаш мумкин:



Бу реакция никель катализатори иштирокида 475 °С да олиб борилганда метаннинг унуми анчагина ортиши кейинроқ аниқланди.

Тажриба шуни кўрсатадики, нормал тузилишга эга бўлган углеводородлар детонацияга кўп учрайди, тармоқланган занжирли углеводородлар эса кам учрайди. Углеводородлар молекуласи қанчалик кўп тармоқланган бўлса, детонация шунча кам бўлиб, улар тўлиқ ёнади. Неопарафинлар (молекуласида тўртламчи углерод атоми бор углеводородлар) яхши ёнади. Шу сабабли изооктан (2,2,4 триметилпентан) техникада эиг яхши сифатида қабул қилинган бўлиб, бензиннинг сифатини белгиловчи стандарт ҳисобланади. Бензиннинг сифатн, *октан сони* деб аталувчи сон билан ифодаланади.

Ёмон стандарти қилиб *n*-гептан қабул қилинган ва у ҳам баъзан *гептан сони* деб аталувчи сон билан ифодаланади. Ушбу сонлар шартли тушунча бўлиб, изооктаннинг октан сони-100, *n*-гептаннинг октан сони эса-0 деб қабул қилинган.

Номаълум бензиннинг сифатини аниқлаш учуй уни моторда ёқиб, изооктан ва *n*-гептан аралашмасининг ёниши билан таққосланади ва унинг октан сони топилади. Масалан. 80 % изооктан ва 20 % *n*-гептан аралашмаси синалаётган бензин каби ёнса, шу бензиннинг октан сони 80 га, гептан сони эса 20 га тенг бўлади.

Ҳозирги вақтда энг яхши бензин авияция бензини бўлиб, унинг октан сони 90 дан кам бўлмаслиги шарт. Мотор ларининг октан сонини ошириш учун, уларга одатда, изооктан ва бошқа тармоқланган занжирли

бирикмалар, кўпинча, тетраэтилқўрғошиннинг этил бромид билан аралашмаси қўшилади.

Углеводородлар орасида октан соии 100 га тенг бўлгани фақат 2,2,4-триметилпентан (изооктан) эмас, балки 2,2,3-триметилбутан (триптан) ҳамдир. Шу сабабли, триптандан ҳам техникада кенг кўламда фойдаланилмоқда.

Техникада *цетан сони* деган тушунча ҳам қўлланилади. Бу сон дизел ларининг сифатини белгилаш учуи киритилган бўлиб, октан сонини кўрсатувчиларнинг бутунлай аксариятидир, чунки дизел ёнилғилари ҳаво билан аралашганда яхши ёнади. Шу сабабли дизел ёнилғилари учун эталон сифатида нормал цетан ($C_{16}H_{34}$) қабул қилинган. Дизел ёнилғилари алангаси цетан ва метилнафталин аралашмасининг алангаси билан таққосланади ва цетан сони орқали ифодаланади. Цетан оддий шароитда қаттиқ модда бўлиб, $+18,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ да суюқланади, $286,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ да қайнайди, қайнаш ҳароратидаги солиштирма зичлиги 0,7734.

1.3. Газларни тозалашда абсорбция жараёнининг хусусиятлари.

Абсорбция жараёнининг физик- кимёвий асослари.

Газларнинг суюқ ютувчилар(абсорбентлар)да ютилиши(газларнинг эриши) жараёнига, *абсорбция* дейилади. Эритма таркибидан эриган газларнинг ажралиб чиқиши, яъни абсорбцияга тескари бўлган жараён *десорбция* дейилади. Абсорбцион жараёнлар газ ва суюқ фазаларнинг иштироки билан кечади. Абсорбцияда модда газ фазасидан суюқ фазага ўтиши кузатилса, десорбцияда унинг тескариси суюқ фазадан газ фазасига ўтади.

Амалиётда кўпинча алохида компонентлар маълум миқдорда эритувчиларда ютилиши мумкин бўлган газли аралашмалар абсорбция қилинади. Газли аралашманинг ютилмайдиган қисми инерт газлар дейилади. Суюқ фаза ютувчи(абсорбент)дан ва газ фазасидан абсорбцияланган (ютилган) компонентдан ташкил топган. Агар ютувчи молекуласи ва газ аралашмасидан абсорбцияланган компонент молекуласи

ўртасида ўзаро кимёвий таъсирлашиш содир бўлмаса, бу жараён *физикавий абсорбция* дейилади. Ютувчи ва абсорбцияланган компонент молекулалари ўртасида кимёвий реакциялар борса, бу жараён *хемосорбция* деб айтилади.

Газли ва суюқли фазаларнинг тўқнаштирилишини амалга оширишнинг турли хил усуллари мавжуд. Суюқ аралашмаларни ректификациялаш каби абсорбция ҳам кўпинча насадка қаватига ёки маълум бир тарелкалар сонига эга бўлган цилиндр аппаратлари (абсорберлар)да амалга оширилади. Абсорберларда ютувчи юқоридан пастга қараб, газ аралашмаси эса, қарама-қарши йўналишда пастдан юқорига қараб ҳаракатланади. Абсорбернинг юқори қисмидан таркибидан абсорбцияланган компонентлари ажратилган газ аралашмасининг қолдиғи чиқарилади.

Насадкали абсорберларда суюқ ютувчи ва газ фазаларнинг тўқнашиши тўхтовсиз амалга оширилади. Тарелкали колонналарда эса бундай тўқнашиш босқичма - босқич , яъни тарелкаларда амалга оширилади.

Амалда физикавий абсорбцияда газ фазасидан компонентларни тўлиқ ажратиб бўлмайди.

Хемосорбцияда-газ таркибидаги абсорбцияланаётган компонент суюқ фаза билан буғланмайдиган кимёвий бирикмалар кўринишида боғланади. Агар кимёвий реакция қайтмас бўлса, газ таркибидан компонентни тўлиқ ажратиб олиш мумкин.

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

Абсорбция-буғ-газ ёки тутунли газларнинг ҳамда буғ-газ аралашмаларидаги бир ёки бир неча компонентларнинг суюқликка ютилиш жараёнига айтилади. Ютилаётган газ абсорбтив, ютувчи суюқлик

абсорбент дейилади. Абсорбтив ва абсорбентнинг ўзаро таъсирига кўра абсорбция жараёни икки хил бўлади.

1) Физик абсорбция

2) Кимёвий абсорбция (хемосорбция)

1) Физик абсорбцияда ютилатган газ билан абсорбент ўзаро бир-бири билан кимёвий бирикмайди. Агар ютилатган газ абсорбент билан ўзаро бирикиб, кимёвий бирикма ҳосил қилса хемосорбция дейилади. Физик адсорбция кўпинча қайтар жараёндир, яъни суюқликда ютилган газни ажратиб олиш мумкин бўлади, бу ҳол десорбция дейилади.

Абсорбция билан десорбция жараёнларини узлуксиз олиб бориш натижасида ютилган газни тоза ҳолда ажратиб олиш ва ютувчи абсорбентни бир неча марта қайта ишлатиш имкони туғилади. Абсорбтив ва абсорбент арзон ва иккиламчи маҳсулот бўлгани учун улар жараёндан кейин қайта ишлатилмайди.

Абсорберларда контакт юзалар фазасида боради. Шу юзанинг ўлчамларига қараб абсорберлар 4 та гуруҳга бўлинади.

1) Сиртий ва плёнкали абсорбер

2) Насадкали абсорбер

3) Тарелкали ёки барботажли абсорбер

4) Сочилувчан абсорбер

1) Сиртий абсорберлар. Бу абсорберлар яхши эрийдиган газларнинг суюқлик ҳажмда ютилишида ишлатилади. Бунда аппаратларда ҳараткатсиз ва жуда секин ҳаракатланаётган суюқлик юзасидан газ ўтади.

2) Пленкали абсорберлар. Бу абсорберни тузилиши сиртий абсорберларга нисбатан ихчам, плёнкали абсорберларда фазаларнинг контакт юзаси оқаётган суюқлик плёнкалари орқали ҳосил қилинади. Бу абсорберлар қуйидаги турларга бўлинади.

а) Трубали абсорбер

б) Листли-насадкали абсорбер

в) кўтариладиган суюқлик пленкали абсорберлар

Саноатда абсорбция қуйидаги мақсадларда ишлатилади.

1) Газ аралашмаларидан қимматбаҳо компонентларни (масалан, крекингланган газлардан ёки метан пиролизидан ацетиленни; кокс газини аралашмасидан олинган, бензолни; нефтни қайта ишлаш натижасида ҳосил бўлган газ аралашмаларидан ҳар қил углеводород ва шу қабиларни) ажратиб олишда;

2) Компонентларни ҳар қил заҳарли моддалардан тозалаш учун (минерал уғитларни олишда ҳосил бўлган газ аралашмаларини фтор бирикмаларидан, аммиак синтез қилганда азот-водород аралашмаларини CO ва CO_2 оксидлардан тозалашда) ;

3) Тайёр маҳсулотлар масалан, SO_3 ва азот оксидлар, HCl нинг сувда ютилиши натижасида сульфат, азот хлорид кислоталар олишда ишлатилади.

Табиий газларни қайта ишлашга тайёрлаш, газ гидратлари ҳосил бўлишининг олдини олиш.

Табиий ёқилғи газлар метан қатори углеводородлари аралашмасини ўзида намоён этади. Айрим қонлардан чиқувчи газларида нордон компонентлар (водород сульфид, углерод икки оксиди, азот, кислород, камчил газлар-гелий ва аргон) бўлади, шунингдек, барча табиий газларни доимий ҳамроҳи сув бўғларидир.

Табиий газ таркибига кирувчи углеводородларни шартли равишда уч гуруҳга бўлиш мумкин:

•**I гуруҳга** метан ва этан киради, улар қуруқ газлар ҳисобланиб, газларда уларнинг миқдори нормал шароитда 60 дан 95 % гача бўлади.

•**II гуруҳга** пропан, изобутан ва н-бутан киради. Бу углеводородлар нормал шароитда газ кўринишида, оширилган босимларда улар суюқ ҳолатга ўтади.

•**III гуруҳга** изопентан, н-пентан, гексан ва бироз юқори молекулали углеводородлар киради. Улар нормал шароитда суюқ ҳолатда бўлиб, бензин таркибига киради.

Газларни қайта ишлашнинг моҳияти шундаки, уларни таркибидан нордон компонентлар ва намликни йўқотиш, сўнгра бу газлардан I ва II гуруҳ углеводородларини ажратишдан иборатдир.

Маълумки углеводород газлари келиб чиқишига кўра уларни уч гуруҳга бўлиш мумкин:

1. Табиий газлар, мустақил ҳосил бўлган бўлиб таркибида жуда оз миқдорда суюқ углеводород сақлаган газлар;

2. Йўлдош газлар, нефт билан биргаликда чиқувчи газлар;

3. Завод газлари, нефтни қайта ишлашдаги деструктив жараёнларда ҳосил бўладиган газлар.

Табиий газлардан саноат корхоналари ва аҳоли турар жойларида ёқилғи сифатида кенг фойдаланилади, бундан ташқари кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқаришда ҳом-ашё бўлиб хизмат қилади. Бу маҳсулотлар асосан водород, ацетилен, формальдегид, ҳлороформ ва бошқалар.

Йўлдош газлар коммунал эҳтиёжлар ва автотранспортларда ёқилғи учун қўлланилади, шунингдек, пиролиз жараёнлари учун ҳом-ашё сифатида ҳам фойдаланилади.

Нефт ҳом-ашёларини қайта ишлашда ҳар бир деструктив жараёнлардан завод газлари ҳосил бўлади. Завод газлари углеводород таркибига кўра бир-биридан фарқланади. Термик крекинг газлари таркибида метан ва бошқа миқдорда тўйинмаган углеводородларга бой бўлади. Каталитик крекинг газларида бутанлар ва бутиленлар миқдори кўплиги билан ҳарактерланади.

Табиий газларни қазиб чиқариш ва қайта ишлашда доимо газ гидратлари ҳосил бўлади.

Гидрат ҳосил қилувчи компонентлар асосан табиий газ таркибидаги энгил углеводородлар-метан, этан, пропан, изобутан, шунингдек, азот, углерод икки оксиди ва водород сулфид ҳисобланади. Табиий газ гидратлари қуйидаги формулага эгадир: $\text{CH}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Гидратлар кўришини-оқ кристалл моддалар бўлиб, ҳосил бўлиш шароитига кўра муз ёки зичлаштирилган қорга ўхшайди. Углеводородли газ гидратларида сувли кристалл панжара катта қисми суяқ пропан ва изобутан тўла бўлади, кичик қисмида эса метан, этан, азот, водород сульфид ва углеводород икки оксиди бўлади.

Газ гидратлари ҳосил бўлиши кувурлар ва жиҳозларда тикинлар туфайли кўндаланг кесим юзаси кичрайишига олиб келади.

Нефт ва газ саноати корхоналарида газларни қуритиш ва ингибирлашни турли схема ва усулларида фойдаланилади. Газ гидратлари ҳосил бўлишига қарши курашда ингибирлаш усули (газ оқимида ингибитор қуритиш) кенг қўлланилади. Бу усулнинг моҳияти шундаки, бунда нам газ оқимида қуритилган ингибитор сувда эркин эрийди ва натижада сув буғлари босими ҳамда гидратлар ҳосил бўлиш температураси пасайтирилади. Ингибирлаш ҳисобига гидратлар ҳосил бўлиш температураси пасайтирилишини Гамершмидт тенгламаси ёрдамида аниқлаш мумкин:

$$\Delta T = 0,556 K/Mv/100 - v$$

бу ерда: ΔT -маълум босимдаги гидратлар ҳосил бўлишни пасайиш температураси, $^{\circ}C$; v - ингибитор масса улуши,%; K -ўзгармас (метанол учун $K=2335$; гликолар учун $K=4000$); M - ингибитор молекуляр массаси.

Гидратлар ҳосил бўлишига қарши ингибиторлар сифатида метанол ва газларни қуритишда гликолар кенг қўлланилади. Метанол (CH_3OH)-метил спирти бўлиб, газ оқимида қуритилганда сув буғларини ютади ва уларни паст музлаш ҳароратидаги сувли спирт эритмасига ўтказилади.

Гликолар ҳам сув буғига тўйингандан кейин сепараторларда ажратилади ва сўнгра қайта тикланади.

Ингибиторлар сифатида калций ҳлор ($CaCl_2$) эритмаси ва литий ҳлор ҳам қўп қўлланилади. Гидратлар ҳосил бўлишини олдини олишни янада самарали усули бу газларни қуритишдир, бунда намлик миқдори кескин камаёди.

Саноатда газ ва сиқилган углеводдорларнинг қуритишни кенг тарқалган усуллари мавжуд:

- суюқ ютувчилар – гликолла (моно, ди, три этил гликолла)
- қаттиқ ютувчилар – (активланган алюминий оксиди, силикагел, бокситлар) синтетик сеолитлар ва бошқалар.

Газ саноатида суюқ ютувчилар ёрдамида газларни қуритиш кенга қўлланилади. Газларни қуритиш қурилмада гликолла қўллаш икки қўринишда бўлади: газ оқимида гликолни пуркаш ва абсорбцион.

Углеводород газларини нордон компонентлардан тозалаш.

Нефтли ва табиий газларда бизга маълумки нордон компонентлар асосан водородсулфид ва углерод икки оксиди миқдори кўпроқ бўлади.

Нордон компонентлар ажралиш усуллари икки гуруҳга бўлинади:

Қуруқ-қаттиқ қўринишдаги тозаловчи масса қўлланилиши билан; нам-суюқ эритмалар қўлланилиши билан.

Саноат қурилмаларида газлар муҳассамлаштирилган усулда тозаланади, яъни қаттиқ ва суюқ ютувчиларни қўллаш орқали. Барча қаттиқ ютувчилар водородсулфид миқдори кам бўлган газларни тозалашда фойдаланади. Газларда водородсулфид миқдори қанча кўп бўлса, суюқ ютувчилар шунча кўп ишлатилади. Этиламинлар билан газларни тозалаш жараёни кенг тарқалган. Этиламинлар аминли спиртлар гуруҳига кирилади ва улар моноэтиламин ($\text{NOC}_2\text{N}_4\text{NH}_2$); диэтиламин $\text{NH}(\text{C}_2\text{N}_4\text{OH})_2$; триэтиламин $\text{N}(\text{C}_2\text{N}_4\text{OH})_3$ ларга бўлинади.

Газларни этиламинли тозалашда асосий қурилмалар насадкали ёки тарелкали колонна типидagi абсорбер ва десорбер ҳисобланади. Газларни водородсулфид ва углерод икки оксиддан моноэтиламин ёрдамида тозалаш қурилмаси технологик тизими қуйида келтирилган (1.2-расм).

Газларни тозалаш икки босқичда ўтказилади. Тозалашга киритилувчи газ сепараторга берилиб, ундан конденсат ажратилади. Сепаратор 1-ни юқорисидан чиқувчи газ 2-абсорбцион колоннага юборилади, у ерда колонна юқорисидан берилувчи 15–17% ли моноэтиламин сувли

қисми берк тарелка билан тўсилган, у орқали МЭА эритмаси 8-қайнатгичга ўтади, ҳамда у 130°C га иситилиб, 2-колоннадаги берк тарелка остидан қайтарилади. Десорберда водород сульфид ва углеводород икки оксиди қолдиқлари йўқотилади. Қайта тикланган МЭА 7-насос ёрдамида 4-иссиқлик алмаштиргичга ва сувли совитгич 3-га жўнатилади ва $20\text{--}30^{\circ}\text{C}$ температура билан 2-колоннага қайтарилади. У эрга 5-насос ёрдамида тоза МЭА эритмаси ҳам берилади.

Тозаланган углеводородли газ 9-абсорбцион колонна юқорисидан чиқади ва 13-чи газ сепараторидан ўтиб, сўнгга қурилмадан чиқарилади. Тўйинган МЭА эритмаси 9-колонна пастидан чиқарилиб, 11-иссиқлик алмаштиргичларда иситилади ва қайта тиклаш учун 14-десорберга киритилади. Қайта тикланган МЭА эритмаса десорбер пастидан 12-насос ёрдамида йиғилиб, 11-иссиқлик алмаштиргичлар ва 10-совутгичлар орқали ҳайдалиб, 9-колоннага қайтарилади. Десорбер 14-пастки қисми 17-қайнатгич орқали иситилади. Биргаликда десорбсияларган H_2S ва CO газлари тозалашни I босқичидан сўнг 15-сувли совуткичдан ўтади ва у ерда сув буғлари конденсацияланади ва 16-чи газ-сув ажратгичга тушади. Газ сепаратори юқорисидан нордон компонентлар, пастидан эса сувли конденсат чиқарилади. Сувли конденсат 19-насос ёрдамида 6-десорберга берилади.

Моноэтанолламин таъсирига кўра қўшимча реакциялар углеводород икки оксиди ва углеводород газларидаги кислород, углеводороднинг углерод ва бошқа бирикмалар билан юқори қайнаш температурасига эга мураккаб аралашма ҳосил қилади. Масалан, водород сульфид билан кислород иштирокида моноэтанолламинли тозалаш шароитида қайта тикланмайдиган тиосульфат ҳосил қилади. Қўшимча ҳосил бўладиган маҳсулотлар миқдори циркуляцияланувчи МЭА эритмасига нисбатан тахмин 5 % (масса) атрофида бўлади.

Тизимда қайта тикланмайдиган маҳсулотлар тўпланиб қолишидан чекиниш мақсадида МЭА эритмасини бир қисмини 14-десорбер пастидан

12-насос ёрдамида 18-колоннага ҳайдаш учун жўнатилади. Бу колоннага ишқор эритмаси берилади. Ҳайдаш вақтида ажралган сув буғи ва МЭА буғлари 14-десорберга қайтарилади. Юқори қайновчи қолдиқ маҳсулот канализасияга ташланади. Ҳайдаш колоннаси юқорисидаги температура 170⁰С, пастиди 200⁰Сда сақлаб турилади. Кўп ҳолларда ҳайдаш вакуум шароитида ўтказилади.

1.5-жадвал.

Газлар таркибидаги водородсулфид ва углерод оксиди миқдори тозалангунча ва тозалашдан кейинги кўрсаткичлари қуйида келтирилган:

Миқдори, % (массада)	Тозалангунча	Тозалашдан кейин
Водород сулфид	3.34	0.0008
Углерод оксиди	0.67	0.08

Муборак газни қайта ишлаша заводи мисолида газларни абсорбцион тозалаш технологик жараёни таснифи.

Юқори олтингугуртли газни МДЭАнинг сувдаги эритмаси билан тозалаш қурилмаси технологик схемасининг баёни битта блок учун келтирилмоқда.

Тозалашга мўлжалланган табиий газ 40 °С ҳарорат, 4,8-5,5 МПа босим билан, соатига 250000 м³ миқдорда горизонтал 10Е-1 ва вертикал 10Е-2 сепараторлари орқали ўтади. У ерда томчили суюқликдан (суюқ карбон сувчиллар+сув) ва механик аралашмалардан ажралиш жараёни содир бўлади. Кейин ушбу газ К-1 абсорбернинг ярим берк ликобчасига узатилади.

Сепараторлар ичидаги конденсат сатҳлари РСА автоматик асбоблар йиғмаси (10Е-1 учун Поз.409 10 Е-2 учун Поз 410) томонидан сақланади: 10Е-1 устида ВО кабирида ишланган меъёрловчи тўсқич, 10 Э-2 устида-кесувчи тўсқич ўрнатилган. Кесувчи тўсқич конденсат 50 % ва ундан юқори бўлганда очилади, энг кам чекланган миқдори-30% ва ундан паст бўлса ёпилади

10Е-1 ва 10Е-2 сепараторига кириш жойидаги хомашё газнинг босими ПИР асбоблар йиғмаси (Поз 201) томонидан назорат қилинади. Жойларда босим техникавий манометрлар (Поз 201) томонидан назорат қилинади. Унинг иккиламчи асбоби РПВ. 4.29. операторлар хонасидаги шитга чиқарилган.

10Е-1 сепаратори ичидаги босимлар айирмаси РДТ 232а асбоблар йиғмаси томонидан назорат қилинади. Ушбу айирманинг ўлчами чақирувга асосан берилади.

Хом-ашёнинг ҳарорати жойларида симобли термометр, операторлар хонасида шитда-РСА асбоблар йиғмаси томонидан назорат қилинади.

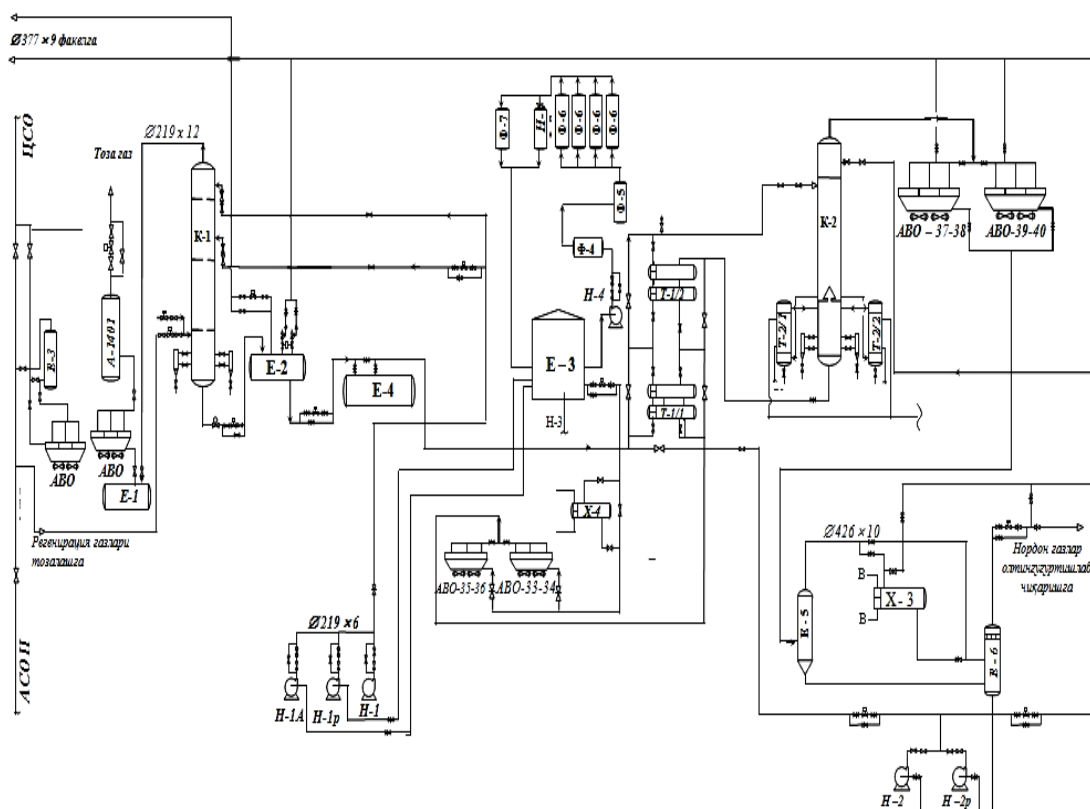
Хом-ашё газининг сарфи ФИР асбоблар йиғмаси томонидан ўлчанади ва қайд қилинади. Ушбу йиғманинг диафрагма бўлмаси газнинг 10Е-2 сепаратори ичига кириш жойида жойлашган.

К-1 абсорбери ичида газ МДЭАнинг сувдаги 40% эритмаси билан ўзаро алоқа қилиш жараёнида олтингутуртсувчилдан ва қисман карбоначилдан (углекислотадан) тозаланади. Кейин 45 °С ҳарорат ва 5,5-МПа гача босим билан 10Е-3 тозаланган газ сепараторига келади. У ерда абсорбернинг тўрсимон мосламасидан ўтган пайтда газ билан олиб кетилган эритма томчиларидан ажралади ва кейин паст ҳароратли сепарация қурилмасига келади.

Сепаратор ичидаги ҳарорат симобли термометр, босим эса жойида ўрнатилган техникавий манометр билан назорат қилинади. Шунингдек 10Е-3 сепаратордаги тозаланган газ ҳарорати операторлар хонасидаги шит устига жойлашган ТИР асбоблар йиғмаси, орқали ҳам назорат қилинади.

Эритма таркибида кўпик ҳосил қилувчи агентлар тўпланиб қолиши натижасида унинг кўпикланган ҳолатларида 10Е-3 отқинларни қабул қилиш учун ҳам хизмат қилади.

10Е-3 сепаратори ичидаги суюқлик сатҳи 50% ва ундана ландрокга кўтарилган вақтда ЛРСА асбоблар йиғмасининг кесувчи тўсқичи автоматик равишда очилади, сатҳи 30 % дан пастга тушган вақтда эса ёпилади. Операторлар хонасига шит устига 10Е-1 ва 10Е-2 тозаланган газ сепараторлари ичидаги конденсат сатҳи бўйича нурли ва товушли сигнализация кўзда тутилган. Сигнализация энг баланд ва энг паст сатҳларда 10Е-2 ичидаги босимларнинг энг катта ўзгаришларида (ва Е-3 тозаланган) 10 К-1 абсорбердаги амин эритмасининг рухсат этиладиган энг паст сатҳида 10 К-1 ичидаги босимларнинг энг катта ўзгаришларида ва 10Е-3 тозаланган газ сепараторлари ичидаги амин эритмасининг сатҳи бўйича ишлаб кетади.



1.3-расм. Табиий газларни амин эритмалари ёрдамида нордон компонентлардан тозалаш.

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 тескарисини қаттиқ фазадан газ фазасига ўтади.

Амалиётда кўпинча алоҳида 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. Ютувчи ва адсорбцияланган компонент молекулалари ўртасида кимёвий реакциялар борса, бу жараён ***хемосорбция*** дейилади.

Газли ва қаттиқ фазаларнинг тўқнаштирилишини амалга оширишнинг турли хил усуллари мавжуд. Суюқ 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 ажратиш бўлмайди.

Хемосорбцияда газ таркибидаги абсорбцияланаётган компонент каттик фаза билан буғланмайдиган кимёвий бирикмалар кўринишида боғланади. Агар кимёвий реакция қайтмас бўлса, газ таркибидан компонентни тўлиқ ажратиб олиш мумкин.

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 каттик жисмлар юзаси бўлиб (адсорбентда) ютилиш процесси абсорбция дейилади. Ютилувчи модда адсорбент 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 ҳолда 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 курум киради. Бу турдаги адсорбентлар сиртида алмашинишга 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 нонспецифик адсорбентлар сиртига электрон зичлиги тўпланган молекулаларнинг моноқатламини жойлаштириш йўли билан олинади. Бу турдаги адсорбентларга кутбли серфовак полимерлар киради.

Адсорбентлардаги хроматографик зоналарнинг ювилиб кетиш сабабларини кўриб чиқишда шуни назарда тутиш керакки, адсорбция изотермаси кўпинча тўғри чизик шаклида бўлмайди, натижадазонанинг орқа томони асимметрик ювилиб кетади ва хроматограммада «дум» лар пайдо бўлади.

Адсорбентлар камдан-кам ҳолларда барча айтилган талабларга жавоб беради. Адсорбентларнинг айримлари баъзи моддаларни қайтмас тарзда ютади, бошқалари каталитик таъсир кўрсатади, хроматографияланувчи моддаларнинг полимерланишига имкон беради. Шунинг учун газ-адсорбцион хроматографияда, кўпинча, адсорбентларни модификациялашдан фойдаланилади. Адсорбентлар қуйидагича модификацияланади:

- 1) кислота, ишқор ёки аноорганик тузлар билан ишлов бериш;
- 2) кутбли адсорбентлар сиртидаги гидроксил гуруҳларни хлор билан ёки бошқа моддалар воситасида боғлаш;
- 3) сув буғи билан тўйинтириш;
- 4) геометрик модификациялаш.

Биринчи усул халақит берувчи аралашмаларни, масалан, силикагел каби адсорбентлардаги металл оксидларини чиқариб юборишни таъминлайди.

Иккинчи усулда адсорбент сиртда жойлашган фаол гуруҳлар нофаол гуруҳларга алмаштирилади. Масалан, силикагельни силанлашда гидроксил гуруҳлар нофаол металл гуруҳларга алмашинади.

Учинчи усулда адсорбентларнинг дезактивацияси, яъни фаоллигининг камайиши содир бўлади. Масалан, сув буғлари миқдорини ўзгартириш натижасида алюминий оксидининг адсорбцион фаоллигини ўзгартириш мумкин. Бундан ташқари, адсорбент юзасига буғланмайдиган органик суюқликлар киритиш уларнинг фаоллигини пасайтиради. Бу усул куруқ ташувчи юзасига суюқ фаза киритиш сингаридир. Геометрик модификация усули адсорбентларни 900-1000°C да қиздиришдан иборат бўлиб, бунда қовушиб қолиш натижасида адсорбентдаги ғовакларнинг структураси ўзгаради ва ультрағоваклар йўқолиб, адсорбент сиртида фақат йирик ғоваклар қолади.

Кейинги вақтларда қаттиқ инерт ташувчи юзасига адсорбент чангини ўтказиш орқали адсорбентларни модификациялаш усули кенг тарқалмоқда. Адсорбент чангини капиллярнинг ички деворларига ҳам шимдириш мумкин. Бунда газ-суюқлик капилляр хроматографияси газ-адсорбцион капилляр хроматографиясига айланади.

Газ-адсорбцион хроматографияда турли маркали силикагельлар, фаоллантирилган кўмир, графитланган курум сингари кутбли адсорбентлар ишлатилади. Молекулаларининг геометрик ўлчамлари турлича бўлган моддалар аралашмасини таркибий қисмларга ажратиш учун, кўпинча молекуляр элаклардан-цеолитлардан фойдаланилади. Кейинги вақтларда адсорбентлар сифатида ғовак полимерлар тобора кенгроқ ишлатилмоқда.

Силикагель-капилляр структурали гидрофил сорбент бўлиб, унинг адсорбцион қобилияти юзасида жойлашган силаноль $\equiv\text{SiOH}$ гуруҳларининг

мавжудлиги туфайлидир, бу гуруҳлар сорбат молекулалари билан водород боғланиш ҳосил қилади.

Алюминий оксиди-катта солиштирма юзали кутбли, сорбент бўлиб, органик адсорбентларга нисбатан унинг иссиққа чидамлилиги юқори ва адсорбцион сиғими кичикроқ бўлади.

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

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

Фаоллантирилган кўмирлар-жуда серғовак 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 ғовак материаллар энг кўп ишлатилади. Ғовак 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 каттиқ ёки суюқ сорбент хизмат қилиши мумкин. Сорбент қатламининг юпқалиги ва ютиладиган моддаларнинг сорбентга етиб бориши осонлиги туфайли сорбентларнинг сирт қатламларида масса узатишга қаршилиқ камаяди ва демак, сорбцион қатламда туриш вақти қисқаради. Бу эса хроматографик колонканинг самарадорлиги ортишига олиб келади.

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

ЮФА нинг адсорбцион хоссалари юза говак қатлами сифатида ишлатилувчи модданинг табиатига боғлиқ. Масалан, фаол қатлами силикагель бўлган ЮФА ҳажмий говак силикагеллар каби ишлатилаверади. Уларда аминлар, амидлар, пестицидлар ва кутбли кўпчилик бошқа моддалар таҳлил қилинади. Фаол қатлами полимерлардан иборат ЮФАлар ҳам ишлатилади.

Хоссаларининг мажмуи жиҳатдан ЮҒА лар селектив ва жуда самарали адсорбентлар сифатида ҳозирги юқори тезликли суёқлик адсорбцион хроматографияси (САХ) да ишлатиш учун энг яроқли адсорбентдир.

Адсорбент танлашда САХ да юзага келувчи қуйидаги уч муаммога эътиборни қаратиш зарур:

- 1) аниқланувчи моддаларнинг колонкада адсорбент билан кимёвий ёки каталитик таъсирланиши натижасида йўқолиши ёки ўзгариши;
- 2) адсорбент ишлашини тиклаш қийинлиги
- 3) колонканинг барқарор ишламаслиги.

Ишлатиладиган адсорбентлар одатда кислота ёки асос хоссаларига эга бўлади. Шу сабабли муҳит рН ига сезгир хроматографияланувчи моддалар ўзгариб қолиши мумкин. Масалан, адсорбент иштирокида кўпинча моддаларнинг оксидланишга мойиллиги ортиб кетади. Бундай ҳоллар адсорбент танлашда эътиборга олиниши керак. Шунинг учун адсорбентларга олдиндан ишлов берилади ёки модификацияланади. Масалан, сувда узоқ ювиш билан кислоталилик хоссаси камайтирилади. Хроматографиялашни азот муҳитида олиб бориш ёки эритувчига антиоксидантлар (оксидланишга тўсқинлик қилувчи моддалар) қўшиш йўли билан оксидловчиларнинг таъсирини камайтириш мумкин. Энг яхши антиоксидантлардан бири 2,6-ди-учламчи бутил *n*-крезолдир.

1.4. Углеводород газларини фракцияларга ажратиш тизимлари таҳлили.

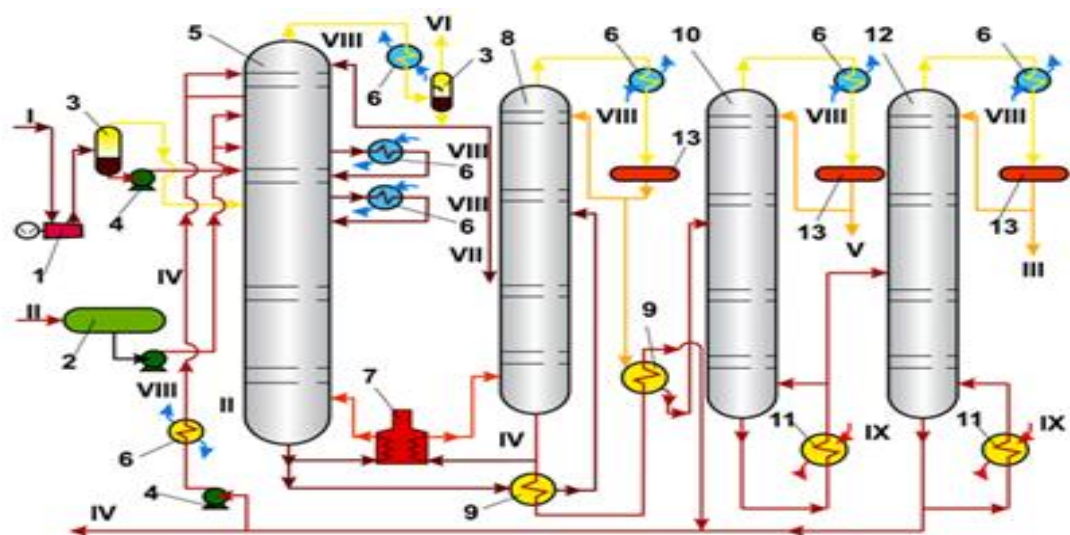
1.4.1. Газларни абсорбцион фракциялаш тизими таҳлили.

Нефтни деструктив қайта ишлаш жараёнлари қурилмаларининг сепараторидан кўпинча газ олинади. Бунда газнинг бир қисми суёқ фаза бензин дистилятида қолади. Шу қаторда, газ фазаси бензиннинг бир мунча энгил фракция бўғларидан ташкил топган бўлади. Бу фракцияларда эркин (озод) газ олиш ва бензиндан эриган газларни ажратиш учун абсорбция ва барқарорлаштириш жараёнлари хизмат

килади. Барқарорлаштириш колоннаси юқорисидан (4-расм) асосан К3 ва К4 углеводородлари, пастидан барқарорлашган бензин чиқади. Газ фазаси 1-газ сепаратори юқорисидан чиқарилишида, 2-абсорберга ютувчи–нефть маҳсулотлари абсорбент сифатида киритилади. Абсорбент маҳсул десорберда буғланади ва у йрга тўйинган ҳолатда берилади.

Абсорбцияга биринчи навбатда газ фазасидаги оғир углеводородлар учрайди. Абсорбентнинг молекуляр оғирлиги қанчалик кичик бўлса, углеводород газларни эриши шунчалик юқори бўлади. Газларни ажратишда абсорбция жараёни кенг қўлланилади. Масалан, газнинг энгил қуруқ қисмини бироз оғир қисмини олдиндан ажратишда ёки бензиндан газсимон углеводородларни ажратишда қўлланилади.

Газсимон углеводородларни аниқ фраксияларга ажратиш учун ректификация усулидан фойдаланилади. Бу усул орқали водороддан то “*қуруқ газлар*” К1–К2, шунингдек К3 (пропан–пропиленли) фраксияси ва К4 (бутан–бутиленли) фракцияси олинади. Бойитилган газ сепаратордан сўнг икки босқичда компрессорланади. Бунда ҳар босқичда сиқилган сўнг газнинг температураси ошади ва бироз оғир углеводородлар конденсацияланишидан иссиқлик ажралади. Бу иссиқлик 3-совуткич орқали пасайтирилади ва 1, 2 ва 4-сепараторларга конденсат тушади. Газ фазаси иккинчи компрессорлашдан сўнг 5-этан колоннасига киритилади. Бу колоннага ва бензинни барқарорлаштириш колоннаси ҳайдалмасиберилади. Этан колоннасида ректификация йўли билан этангача бўлган қуруқ газ ажратилади. Колонна 5-юқорисидаги температура паст бўлишини сақлаш учун пропан ёки аммиакли конденсаторда совитилади. Колонна қолдиғи паст босимида ишловчи 10-пропан колоннага ўз оқими биланўтади. Бу колонна юқорисидан пропан–пропилен фракцияси чиқарилади колонна қолдиғи ўз оқими билан 11-бутан колоннасига ва юқори қайновчи қолдиққа ажратилади. Колонналар пастидан бериладиган иссиқлик 7-буғли қайнатгич орқали етказилади.



1.4-расм. Фракцияловчи абсорбер ёрдамида газларни фракцияларга ажратиш қурилмасининг технологик схемаси.

1-компрессор; 2- баркарор бензин сигими; 3-сепаратор; 4-насос; 5- фракцияловчи абсорбер; 6-совуткич 7- кувурли учок; 8-биринчи пропан колоннаси; 9- иссиқлик алмаштиргич; 10- иккинчи пропан колоннаси; 11- кайнатгич; 12-бутан колоннаси; 13-сугориш сигими; I-огир(мойли) газ; II-бекарор бензин; III-бутан - бутилен фракцияси; IV- бекарор бензин; VI-курук газ; VII – конденсат ;VIII - сув;IX – иссиқлик ташувчи;

Бундай схемадан термик крекинг қурилмаси босим остидаги газларни ажратишда фойдаланилади. Босим этан колоннасида 36-38 ат, пропан колоннада 16-18 ат ва 6-8 ат бутан колоннасида сақланади. Ҳарорат этан колоннаси юқорисида 0 дан +50°C гача, пропан ва бутан колонналарида 50-60 °C ни, пастки қисмидаги ҳарорат эса учала колоннада-120 °C атрофида бўлади(колонналар пастки қисмидаги маҳсулотлар таркиби ва босим турлича бўлади).

Кўпгина заводларда газларни ажратиш схемасига фракцияловчи абсорбер-десорбер қурилмаси (расм-4) киритилган. Абсорбер-десорбер деб номланувчи қурилма мужассамловчи колонна бўлиб, юқори қисмидан совуқ адсорбент киритилади, пастки қисмидан иссиқлик таъминланади. Газ қурилманинг ўрта қисмига берилади. Одатда қурилма 40 – 50 та

тарелка билан жиҳозланган бўлиб, улар абсорбция ва десорбция бўлимлари ўртасида тахминан тенг тақсимланган. Газ ва суюқ фаза кўп поғонали тўқнашув натижасида газни оғир қисми абсорбентга ютилади ва пастга тўйинган абсорбент оқиб, қайноқ буғ орқали десорбцияланади. Натижада фракцияланувчи колонна юқорисидан К1–К2, колонна пастки қисмидан эса тўйинган абсорбент билан К3–К4 углеводородлари чиқарилади.

Фракцияловчи абсорбердаги босим одатда 12– 20 ат да сақланади. Босим оширилиши билан газ компонентлари ютилиши ортади, аммо пропанни ютилиши камаяди ва бу вақтда этанни абсорбцияси маълум даражада кўпаяди.

1.4.2. Шўртаннефтгаз мисолида газларни фракциялаш тизими тахлили.

Шўртаннефтгаз УШКда газлар пропан-бутан аралашмасини олиш қурилмаси (ПБАОҚ)да фракцияланади. Пропан-бутан аралашмасини олиш қурилмаси “ЛенНИИ химмаш” ОАЖ томонидан ишлаб чиқилиб, 1997-йилдан ишлатила бошланган. ПБАОҚ-3 иншоотларнинг ғарбий тарафида, цеолитли олтингугурт тозалагич блокидан кейин жойлаштирилган.

Мазкур қурилма, Шўртан газ кони маҳсулотни мукаммал комплекс тарзда қайта ишлаш йўли билан табиий газдан пропан-бутан аралашмасини ажратиб олиб, “Шўртаннефтгаз” УШК дан магистрал газузатгич орқали истеъмолчиларга юборишга мўлжалланган.

Қурилмада қайта ишланган маҳсулотлар қуйидагилардан иборат:

- пропан-бутан аралашмаси (ПБА);
- конденсатни турғунлаштирувчи қурилмага юбориладиган оғир углеводородлар фракцияси;
- сиқувчи компрессор станцияси (СКС) да зичлаштирилгандан кейин магистрал газузатгичга юбориладиган юқори босимдаги метанли фракция.

Табиий газдан пропан-бутан аралашмасини ажратиш узлуксиз жараён ҳисобланиб, табиий газнинг турбодетандерда кенгайгич ва ажратилган ни

қайта ректификациялашни эффекти ҳисобига совутиш ва қисман конденсациялашиш усули билан амалга оширилади.

Чиқараётган газига кўра қурилманинг унумдорлиги $375000 \text{ м}^3/\text{соат}$ (ҳарорат 0°C да ва босим (p) $1,033 \text{ кг/см}^2$) бўлиб, 90-100 % ни ташкил этади.

Унумдорликнинг тебраниши 90-100% номиналдан.

ПБАОҚ-3 ни ишлатишга оид мазкур технологик регламент асосий ҳужжат ҳисобланиб, технологик жараённинг ўтказиш тартиби ва маромини белгилайди. Технологик регламент талабларини сўзсиз бажариш, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг яхши сифатини, ускуналар саришталигини, экологик талаблар ва хавфсиз ишлашни таъминлайди.

Хомашё ва тайёрланадиган маҳсулот тавсилоти.

1.1 Цеолитли олтингугурт тозалагичдан ўтган маҳсулот ПБАОҚ-3 учун хом-ашё ҳисобланади.

Қайта ишлашга келаётган газнинг таркиби 6-жадвалда берилган.

(“ЎзЛИТИнефтваз” ОАЖнинг 2005 йилги ҳисоботи).

1.6-жадвал.

Газ таркибидаги модданинг номи	Газ таркиби моляр улуши, %
CH_4	91,044
C_2H_6	3,792
C_3H_8	0,794
iC_4H_{10}	0,198
nC_4H_{10}	0,201
iC_5H_{12}	0,036
nC_5H_{12}	0,024
C_6H_{14}	0,078
$\text{C}_7\text{H}_{16+\text{B}}$	0,046
CO_2	3,163
H_2S	-

N ₂	0,624
Жами:	100
C _{5+в} нинг моляр улуши, %	0,184
C _{5+в} нинг умумий концентрацияси, г/м ³	6,1
C ₃ +C ₄ нинг моляр улуши, %	1,193
C ₃ +C ₄ нинг умумий концентрацияси, г/м ³	24,209

1.2 ПБАОҚ-3 га қуйидаги стандартлардаги маҳсулот қабул қилинади:

- коммунал-маиший эҳтиёж учун, ГОСТ 20448(8-жадвал) талаблари асосида тайёрланган, суюлтирилган газ;
- автомобил транспорти учун, ГОСТ 27578 (9-жадвал) талаблари асосида тайёрланган, суюлтирилган газ.

1.7-жадвал.

Коммунал-маиший эҳтиёж учун суюлтирилган газнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари.

Кўрсаткичнинг номи	Тур учун меёр			Синаш усули
	ПТ	СПБТ	БТ	
1	2	3	4	5
1. Компонентларнинг умумий улуши, %: - метан, этан ва этиленнинг суммаси - пропан ва пропиленнинг суммаси, энг камида - бутан ва бутиленларнинг суммаси, камида энг кўпи	Меёрланмаган			ГОСТ 10679 бўйича
	75 Меёрланмаган	Меёрланмаган - 60 60 -		
2. Суюқ қолдиқнинг ҳажмий улуши, 20 °С, %, энг кўпи	0,7	1,6	1,8	ГОСТ 20448 нинг 3.2 моддаси бўйича
3. Тўйинган ортиқча буғларнинг босими, МПа: ҳарорат+ 45 °С даэнг кўпи ҳарорат - 20 °С да камида	1,6 0,16	1,6 -	1,6 -	ГОСТ 28656 бўйича
4. Водород сулфиди ва меркаптанли олтингугуртнинг умумий улуши, %, энг кўпи	0,013	0,013	0,013	ГОСТ 22985бўйича ГОСТ 22985 ёки

Шу жумладан олтингугурт, энг кўпи	0,003	0,003	0,003	ГОСТ 11382 бўйича
5. Эркин сув ва ишқорлар	Мавжуд эмас			ГОСТ 20448 нинг 3.2 моддаси бўйича

Изоҳ:

1. СПБТ турдаги газда пропан ва пропиленнинг умумий миқдори 60 % дан кам бўлмаслиги учун газ тайёрлаш корхонаси истеъмолчи билан келишиши зарур.
2. Суюлтирилган газдаги меркаптанли олтингугуртнинг умумий миқдори 0,002 % бўлганда, ундаги газ ҳиди кучини ўлчаш шарт эмас. Меркаптанли олтингугуртнинг умумий миқдори 0,002 % дан оз ёки ҳидининг кучи 3 баллдан паст бўлганда, суюлтирилган газлар, белгиланган тартибда тасдиқланган ҳиди усул бўйича одорирланган(ҳидли модда аралаштирилган) бўлиши зарур.
3. Деэтанланган (этансизлантирилган) хомашёдан БТ турдаги газ ишлаб чиқарилганда, тўйинган буғлар босими (ҳарорати минус 20 °С бўлганда) камида 0,16 МПа бўлиши мумкин.

1.8-жадвал.

Автомобил транспорти учун мўлжалланган суюлтирилган газнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари.

Кўрсаткичнинг номи	Тур учун меъёр		Синаш усули
	ПА	ПБА	
1. Компонентларнинг умумий улуши, %: - метан, этаннинг суммаси - пропан - C ₄ углеводородларнинг суммаси,энг кўпи - чегарасиз углеводородларнинг суммаси, энг кўпи	Меъёрланмаган		ГОСТ 10679 бўйича
	85±10	50±10	
	Меъёрланмаган		
	6	6	
2. 40 °C да эркин сув ва ишқордаги суюқ	Мавжуд эмас		ГОСТ 27578 нинг

қолдиқ миқдори			3.2 моддаси бўйича
3. Қуйидаги ҳароратларда тўйинган буғларнинг босими, ортиқча, МПа: плюс 45 °С гача минус 20 °С камида минус 35 °С камида	- - 0,07	1,6 0,07 -	ГОСТ 27578 нинг 3.3 моддаси бўйича
4. Олтингугурт ва олтингугуртли бирикмаларнинг умумий миқдори, %, энг кўпи Жумладан водород сульфиди, энг кўпи			ГОСТ 22985 бўйича ГОСТ 22985 ёки ГОСТ 11382 бўйича

Технологик жараён ва ПБАОҚ-3 схемасининг таърифи.

Қурилманинг таркиби.

Қурилманинг асосий ускуналари, ўзининг вазифасига кўра, шартли равишда қуйидаги блокларга бирлаштирилади:

Майин филтрлашблоки – аппаратлар $\Phi 1_{/1,2} - \Phi 3_{/1,2}$;

Дастлабки совутишблоки – аппаратлар Т1, Т2, Т3, Т4 ва С1;

Детандерлаш блоки – турбодетандерлаш агрегати ТДА3 ва сепаратор С2;

Этанлаш колоннаси блоки – аппаратлар К1, Т5, Т6 ва Е2;

СПБТ колоннаси ва конденсатни совутиш блоки – аппаратлар К2, Т8, Е3, АВО1_{/1} ва АВО1_{/2}, Е1, Т7_{/1} ва Т7_{/2}, АВО3, насослар НК1, ТК1, ТК3;

Оқизиш учун идишлар блоки – аппаратлар Е4, Т11 ва авария идиши Е9. Ёрдамчи ускуналар – қувурузаткичлар, металл конструкциялар.

Қурилманинг тузилиши ва ишлаши. Қурилма цхемасининг таърифи.

Табиий газ «Шўртаннефтваз» УШК да қазиб олиниб, олтингугуртдан тозалаш ускунасидан ўтказилиб, минус 70°С даражадаги намликда қурилиб, +45 °С ҳарорат ва 42-55 кг/см² босим остида магистрал газўтказгич орқали пропан-бутан ажратиб олувчи қурилмага юборилади.

Табиий газнинг белгиланган сарфи келаётган газ босими бир маромда бўлганда, турбодетандернинг соплоси орқали таъминланади.

Механик аралашмалар (асосан цеолит чанги) дан тозалаш учун газ 3 та параллел жуфтликдаги 6 та филтр $\Phi_{1/1,2} - \Phi_{3/1,2}$, дан иборат (2 таси ишчи ва 1 таси резерв) обдан филтрлаш блокига юборилади.

Тозаланган газ дастлабки совутиш блокига ўтказилиб, у ерда 2 та йўналишдаги оқимга ажратилади. Асосий оқим иссиқликалмаштиргич T1 нинг қувурлараро бўшлиғига келиб тушса, иккинчи оқим T2 аппарати қувурларидаги бўшлиқ орқали K1 колоннасининг юқори қисмидаги совуқ маҳсулот ҳароратини кўтариш учун юборилади. Табиий газнинг навбатдаги совутиш T3 ва T4 иссиқликалмаштиргичларда амалга оширилади. Мазкур аппаратларга газнинг тақсимланишини K1 колоннасидаги ҳароратни (совуқликни) минус 20 °C да ушлаб турувчи KPT1 русумли клапан орқали бажарилади. Совутилган табиий газнинг бирлашган оқими C1 сепараторига йўналтирилиб, у ерда газдан конденсат ажралади, газ эса минус 56 °C даражада кенгайиши учун турбодетандерга келиб тушади. Детандер (ва компрессор) агрегатлари қувурузаткичларини механик бузилишлардан сақлаш учун уларга қўшимча филтрлар ўрнатилади. Детандердан чиқаётган оқим C2 сепараторига, 29,4 кг/см² босим остида ва минус 75 °C ҳароратда келиб тушади. Худди шу жойга KPY1 клапан орқали C1 сепаратордаги суюқлик ҳам юборилади. Сепараторланган газ оқими – метанли фракциянинг совуқ ҳароратини мўътадиллаш учун, кетма-кет жойлашган T5, T3 ва T1 иссиқликалмаштиргичларга ҳайдалади. У ердан газ 28 кг/см² босим остида 46 °C ҳароратда чиқади.

C2 сепаратордаги суюқлик сатҳини бир хилда ушлаб туришни C2 сепаратордан T4 иссиқликалмаштиргичнинг қувуридаги бўшлиққа келадиган суюқлик қувурузаткичида ўрнатилган KPY-2 клапани бажаради.

K1 ректификациялаш колоннаси енгил углеводородлар (метан ва этан) ажратиш ва олтингутуртнинг асосий қисми (70 % атрофида) ни чиқариб

ташлаб, унинг маҳсулотдаги қолдиқ миқдорини ГОСТ 20448 га мувофиқ келадиган, рухсат этилган даражада келтиришга мўлжалланган. Колонна тепа ликопчасининг устига ўрнатилган Т5 дефлегматор ва Т6 қайнатгичлар билан жиҳозланган. Юқори маҳсулотли пропаннинг йўқолишини камайтиришга хизмат қилувчи дефлегматордаги хладагент (А1 бўйича назорат) С2 сепаратордан келадиган буғдан иборатдир. Куб (идиш) даги иссиқлик алмаштиргич манбаи эса $5,0 \text{ кг/см}^2$ босим остидаги тўйинган сув буғлар ҳисобланади.

Т6 қайнатгичга келаётган, КРР1 клапанига таъсир ўтказадиган буғ сарфини, қайнатгичга кирадиган жойга ўрнатилган РР1 тартиблагич орқали колонна иши бошқарилади. Белгиланган буғ сарфи миқдори РТ2 назорат ликопчасидаги ҳароратва ДМ2 колоннасидаги босимнинг ўзгаришига қараб тартибга келтирилиб турилади.

Т5 дефлегматорнинг чиқариш томонидаги К1 колоннасининг юқори қисмидаги маҳсулот Т2 иссиқлик алмаштиргичдаги совуқни камайтиришга йўналтирилади ва ўз навбатида Т1 иссиқлик алмаштиргичдан чиқаётган метанли фракцияга қўшилиб кетади. Метанли фракция детандер ишлаб чиқарган энергия ёрдамида турбодетандер агрегатнинг компрессори орқали 3 кг/см^2 босимгача сиқилади, ҳамда 30 кг/см^2 босим ва 45°C ҳарорат остида қурилмадан чиқиб сиқувчи компрессорга ўтади ва у ерда магистрал газузатгич босимига мослаб сиқиб ҳайдалади. Қурилмадан чиқаётган метанли фракциянинг босимини сиқувчи компрессорларнинг автоматлаштириш тизими бир маромда ушлаб туради. Бирорта машинанинг тўхтаб қолиши туфайли сиқувчи компрессорларнинг сўриш тармоғида босим ортиб кетиши оқибатида (мўлжалдаги босим 40 кг/см^2) ускуналарни хавф-хатардан сақлаш зарурияти туғилиши билан уларни ҳимоялаш мақсадида блокировка қилиш (табiiй газни олиб келадиган қурилма ишини тўхтатиб қўйиш) мосламаси кўзда тутилган бўлиб, мазкур аппарат С2 сепараторидан чиқаётган газнинг босими 32 кг/см^2 га етганда (Д4 босим датчигидан кузатилади) автоматик тарзда ишлаб кетади.

К1 колоннанинг кубдаги суюқлик ($C_{3+юқори}$ фракция) босими колонна кубдаги суюқлик сатҳини бир маромда сақлаб турувчи КРУ3 клапан воситасида 16 кг/см^2 гача пасайтирилиб, 85°C ҳароратда пропан-бутанли аралашмани олувчи К2 колоннага юборилади.

К2 колонна Т8 қайнатгич билан жиҳозланган бўлиб, мазкур қайнатгичдаги сув буғининг ҳарорати 165°C , ҳамда юқори босимда (10 кг/см^2) бўлади.

Колоннанинг юқори ликопчасидаги буғ 78°C ҳароратда бўлиб, совутилади ва 2 та параллел равишда ишловчи АВО1_{/1} ва АВО1_{/2} русумли ҳаволи музлатгичлар дефлегматорида тўлалигича конденсациялаштирилади. Аппаратдан чиқаётган оқимнинг ҳароратини 61°C да бир маромда ушлаб туришга РТ4 асбобнинг кўрсатишига қараб, ҳаво музлатгичларнинг шамоллатгичларини ишини тўхтатиб, ёки аппаратлардан бирини ишлатмай туриб (қиш пайтида) эришилади.

ПБФ Е1 рефлекс идишига тушгандан кейин, суюқликнинг бир қисми НК1, ТК1, ТК3 насослари ёрдамида, К2 колоннага флегма сифатида юборилади. Флегма РР2 мосламасидаги КРР2 клапани орқали олинади. Қолган пропан-бутанли аралашма, қўшимча равишда Т7_{/1} (ёки Т7_{/2}) русумдаги сувли совуткичларда совутилгандан кейин, Е1 идишдаги сатҳни тартиблагич КРУ7 клапани воситасида қурилмадан омбор (сақланадиган жой) га чиқарилади. Қурилмадан чиқаётган пропан-бутан аралашмасининг параметрлари қуйидагича: - босими 15 кг/см^2 гача, ҳарорати энг кўпи билан 45°C .

АВО1_{/1} ва АВО1_{/2} русумдаги дефлегматор юзасининг бир қисми чўкиши туфайли ундаги иссиқликалмашинувюзаўзгариб турадиган қилиб, колоннанинг юқори ликопчасидан чиқадиغان буғ оқими устига ўрнатилган КРД2 клапанига таъсир берувчи РД2 босим тартиблагич колоннадаги босимни бир маромда ушлаб туради.

К2 колоннанинг куб (идиш) идан маҳсулот кубдаги суюқлик сатҳини тартибловчи КРУ4 клапани воситасида олинади ва АВО3 совуткич орқали

ПБАОҚ-3 қурилмасидан 18 кг/см^2 босим остида конденсатни барқарорлаштирувчи қурилма (КБК) га ўтказилади. Т8 қайнаткичга буғ белгиланган сарф меъёри бўйича, РТЗ назорат ликопчасидаги ҳароратга қараб ўзгартирилади.

Қурилмага сув 3-градирнийдаги айланма сув тизимидан берилиб, яна 3-градирнийга қайтарилади.

Сақлагич клапанларни дамлашдан ҳосил бўлган маҳсулотни коллекторга тўплаб, машъала тизимига юборилади.

Қурилма ишини тўхтатилиши туфайли аппаратлардаги босим пасайиб кетганда ёки даврий равишда ишлайдиган аппаратни улаганда, аппаратлар ва қувурузаткичлардаги совуқ суюқликни Е4 дренаж идишига қўйилади ва у ердан газ ва буғлашган суюқликлар, 30 кг/см^2 босимда Т11 иссиқлик алмаштиргичи орқали СКС га ва $P=3 \text{ кг/см}^2$ да машъалага бир вақтда ташланадиган бирламчи табиий газ иссиқликташувчи сифатида узатиладиган Т11 иссиқлик алмаштиргичи махсус иситгич орқали машъала тизимига юборилади.

Қурилма режага мувофиқ ёки авария туфайли тўхтатилганда колонналар кубларидан, Е1 сиғимларидан, АВО1 ва Т7 ҳамда тегишли қувурузаткичлардан қайноқ суюқликларни тўкиш, Е5 махсус сиғимида амалга оширилади. У ердан эса, қурилмани ишга туширишда сиғимга узатиладиган табиий газ ёрдамида қайта дамланади. [8]

II БОБ. ТАДҚИҚОД ОБЪЕКТЛАРИ ВА НАТИЖАЛАРИ.

2.1. Газларнинг характеристикаси.

Газсимон алканлар газлар қазиб олинadиган жойга боғлиқ ҳолда табиий, йўлдош ва газоконденсат газларга бўлинади.

Табиий газлар- тоза газ конидан қазиб олинади. Улар асосан метан ва оз миқдорда этан, пропан, бутанлар, пентанлар ва азот, водород сульфид, азот (II)- оксид газлари аралашмасидан ташкил топган баъзи газ конларидаги аралашмалар таркиби (2.1-жадвалда). келтирилган. Бу газлар куруқ газлар гуруҳига киради. Метан миқдори асосан 93,0 - 98,0 % га, этан ва пропан оз миқдорни ташкил қилади. Нисбатан юқори молекулали углеводородларни миқдори, қ асосан жуда оз миқдорда кузатилади, баъзи газларда уларни миқдори юқори бўлиши ҳам мумкин. Шунингдек газларда CO ва азот газлари аралашмаси оз миқдорда бўлади.

2.1-жадвал.

Баъзи табиий газ конларининг ҳажми таркиби фоизда

Газ конлари	CH ₄ %	C ₂ H ₆ %	C ₃ H ₈ %	C ₄ H ₁₀ %	C ₅ H ₁₂ %	CO ₂ %	N ₂ ва сийрак газлар
Фағона	63,0	-	27,3	-	-	3,0	-
Газли	94,9	3,5	0,9	0,6	-	-	-
Саратов	94,7	1,80	0,25	0,05	-	3,0	3,0
Майкоп	53,6	14,2	11,7	8,2	5,4	6,9	-
Краснокамск	19,4	-	48,6	-	-	0,4	-
Ставропол	98,0	0,61	0,44	0,05	-	0,9	-
Мельникова	88,0	-	0,8	-	-	-	-
Дашава	98,3	0,33	0,12	0,15	-	-	0,6
Уренгой	98,5	0,10	юқи	юқи	йўқ	0,21	1,116
Медвеж	98,6	0,35	0,02	0,003	0,04	0,22	0,017
Комсомолск	97,8	0,15	0,004	0,001	йўқ	0,28	1,74
Заполяри	98,5	0,20	0,05	0,012	юқи	0,50	0,70

Йўлдош газлар- нефт билан биргаликда қазиб олинади. Нефт чиқишида уни юзасидаги газ босим камайиши билан нефтдан ажралади.

Йўлдош газлар ёғли ҳисобланиб, газ бензин деб аталадиган енгил бензин ишлаб чиқариш учун манба бўлиб хизмат қилади.

Газ фракциялаш қурилмаси (ГФҚ) нефт - завод газларидан нефтни ажратишда қуйидаги углеводород (90-96 % тозаликдаги) фракциялар олинади.

- этан - пиролиз учун хом- ашё, мойларни депарафинлаш қурилмаси учун совутувчи, ксилол ва бошқалар ажралади;

- пропан - пиролиз учун хом - ашё. Сиқилган газ олинади, яъни совутувчи;

- изобутан - синтетик каучук саноати ва алкиллаш учун хом - ашё;

- *n*-бутан - пиролиз учун хом-ашё, синтетик каучук саноати маиший сиқилган газ компоненти;

- изопентан - изопрен каучук саноати ва юқори октанли бензин компоненти учун хом-ашё;

- *n*-пентан - этил спирт олиш, пиролиз ва изомерлаш жараёнлари учун хом-ашё

2.2-жадвал.

Нефт таркибидаги йўлдош газларнинг ҳажмий таркиби, %

Газ конлари	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	H ₂	N ₂ + сийрак газлар
Туймазин	41,0	19,5	18,3	6,4	2,8	-	-	12,0
Ғарбий Куш Даг	86,8	4,5	3,0	2,0	3,2	0,4	-	0,1
Анастасненск	85,1	5,0	1,0	1,0	2,8	5,0	-	0,1
Янги Дмитровск	69,2	10,0	10,0	5,0	5,0	0,7	-	0,1
Соколов-Горск	53,0	9,0	11,2	10,0	5,8	1,0	-	10
Шпаковск	41,2	15,0	15,8	6,9	4,0	0,1	-	17
Бавлинск	38,5	21,0	20,0	8,0	3,5	0	-	9,0
Яблоков Обраг	29,6	16,0	16,5	8,8	3,5	0,6	-	27,0
Ишимбаевск	53,6	14,9	12,7	7,7	2,6	0,8	4,0	3,7

Ромашкинск	46,5	21,4	14,4	4,5	2,2	-	-	17,0
Мухановск	31,4	19,0	22,0	9,5	5,0	4,0	0,1	9,0
грозненск	30,8	7,5	21,5	20,4	19,8	-	-	-
Апшеровск	90,0 -	0,1 -	0,1-	1,6	0,3-	1,0-	-	-
ярим ороли	94,0	3,0	0,8		2,0	8,0		

Ўзбекистон ғарбида, Россиянинг Тюмень вилояти шимолида катта газ кони қидириб топилди. Коми республикаси шарқида, Оренбург вилояти, Сахалин республикаси, Шимолий Кавказ, Касбий Олди, Днепрвеко-Донш кенгликлари, Туркменистон шарқи ва шимолида газни катта конлари аниқланди. Топилган газ захираларини 87 % Сибирь ва Ўрта Осиё туманларида жойлашган, уни истеъмолчиларга етказиб бериш учун 2,5-4,0 минг километр узунликдаги газ магистралини қуриш зарурияти келиб чиқди.[13]

Ҳозирги вақтда Россия ҳудудида 700 дан ортиқ газ, газоконденсат ва газ-нефт конлари очилган. Шулардан 300 та кон ишлаб чиқаришга жалб қилинган бўлиб, уларни захираси 25 трлн. м³ (бу 53 % ҳамма Россия газ захирасини) тенгдир. Саноат учун эса 55 кон ўзлаштирилди, уларни захираси 14 трлн м³ га тенг. Яна 250 та кон қазиб топилди, уларни захираси 8 трлн м³ дан ортиқ. Шунингдек, 130 та кон консервация қилинди, уларни захираси 1,5 млрд м³ га яқиндир.

Топилган газ захираларида 35 тасида этан мавжуд. Бу Россия бўйича 18 трлн м³ (ҳамма захираларни 39 %) ташкил этади. Этан сақлаган 125 та газ конида 1,1 млрд т. яқин этан, 550 млн т. дан ортиқ пропан ва 350 млн т. дан ортиқ бутан бор. Ғарбий Сибирь конларида этан, пропан ва бутанлар захирасини 70 % дан ортиғи жойлашган.[23]

Россияда водород сульфидли газ конларидаги газни умумий захираси 4 трлн. м³ дан ортиқ бўлиб, у асосан Архангелскда Оренбург, Астрахань ва Перм вилояти, шунингдек Бошқирдистонда жойлашган.

Қидириб топилган 275 та конда газоконденсат захираси 1,7 млрд.т. яқин баҳоланди, уларни 60 % Ғарбий Сибирда жойлашган. Кейинги 20 йил ичида қидириб топилган Россия газ захираларидан газни қазиб олиш 15-20 трлн м³ га етказиш мўлжалланган. 2020 йилгача Россия газ саноатини юқори ресурс таминланишини сақлаш учун, шу 20 йил ичида 20 трлн м³ газ қидириб топиш мўлжалланган.

Муҳим углеводород хом ашёси манбаи нефтдаги йўлдош газлар ҳисобланади. Россияда йўлдош газлар асосан ёқиларди ва гоҳида бошқа мақсадларда ишлатиларди. Шундай қилиб, 1991 йилда 45,1 млрд м³ газ ресурсидан 35 млрд м³ қазиб олинган ва 10 млрд м³ факелда ёқилган, фақат 7,4 млрд м³ газ ишлаб чиқаришда ишлатилди.

Газоконденсат конларидаги газлар катта миқдорда метан сақлайди, шунингдек таркибига бензин, керосин кирувчи юқори молекулали углеводородларни, гоҳида дизел фракциясини кўпроқ сақлайди. Кейинги йилларда қидирилган ва фойдаланишга топширилган газ конлари кўпчилиги газоконденсат турига киради. Бу конлардаги газлар 2,0-5,0 % дан ортиқ суяқ углеводородларни сақлайди (2.3-жадвал).

2.3-жадвал.

Баъзи газоконденсат конларидаги газларнинг ҳажмий таркиби.

Газ конлари	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CO ₂	C ₅ ва оғир	N ₂ сийрак газлар	+
Шебеленск	93,6	4,0	0,6	0,7	0,1	0,4	0,6	
Степионовск	95,1	2,3	0,7	0,4	0,5	0,8	0,5	
Карагандинск	89,3	3,1	1,8	1,1	-	4,7	-	
Киевск	88,5	3,8	2,9	1,7	-	1,3	1,4	
Мессояхск *	98,87	юқи	-	-	0,68	-	0,455	
Губкинск *	97,50	0,12	0,015	юқи	0,1	юқи	1,244	
Заполярьн *	98,50	0,20	0,050	0,012	0,5	юқи	0,70	

Комсомолск *	97,80	0,15	0,004	0,001	0,28	йўқ	1,71
Медвеж *	98,63	0,35	0,02	0,008	0,22	0,04	0,74

*Россиянинг шимолий Тюмен областида жойлашган.

Нефт газ конденсатлари алканлари нафтенлар ва аренлардан ташкил топган. Шундай қилиб, конденсатлардаги бу гуруҳ углеводородларини тарқалишида қатор ўзига хосликлар мавжуд.

Нефтга нисбатан конденсатларни бензин фракцияда аренларни абсолют миқдори юқоридир. Бензин фракциясида алканлар ва аренлар миқдори орасида тесқари боғланиш мавжуд (қанчалик алканлар кўп бўлса, шунчалик аренлар кам бўлади). Тармоқланган алканларни миқдори эса *n*-алканларга нисбатан камроқдир.

Нефт ва газ маҳсулотларидан қуйидаги мономерлар олинди:

Этилен $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$

Винилхлорид $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{Cl}$

Пропилен $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH}_3$

Староминск-Ленинграддан Уст-Лабинск регионал йуналиши бўйича Ғарбий Кавказ олди газоконденсатлари конденсат турига қараб, алкандан алкан - нафтен орқали ва алкан - арендан, арен - алкангача ўзгариши билан характерланади. Бу ларда алкан ва арен нисбати тегишлича 17-22,5,4-7,2, 0,8- 1,2 ва 0,7- 0,8, ароматик углеводородлар миқдори 3,0-4,0 дан то 44,0-48,0 % гача ортади.

Ҳамма ўрганилган Ўрта Осиё газоконденсатларининг асосий қисми (50 та турли лар ўрганилган) бензин (лигроин) фракцияни (100-200 °С) ёки C_7 - C_{18} таркибли углеводородлар ташкил қилади, да енгил (100 °С гача) фракция миқдори 10 % гача кескин ошади. Баъзи лар бензол гомологлари (20-30 % гача) юқорилиги ва циклогексан гомологлари (20-25 % гача) юқорилиги билан фарқ қилади. Бошқаси эсабу углеводородлар миқдори камлиги ва циклопентан гомологлари миқдори юқорилиги билан тавсифланади.

ларнинг углеводород таркиби куйидаги қонуният билан тавсифланади. Алканлар ичида 2-, 3- ва 4- монометил алмашинганлари тармоқланган тузилишни намоён қилади. Диметил ҳосилалар ичида асосан 2,3- ва 2,4- диметил изомерлар учрайди. Циклопентан углеводородлари метил- ва этил- алмашинган бўлади. Шунингдек 1,2- ва 1,3- диметилциклопентан кўринишида ҳам мавжуд бўлади. Одатда ларда диметилциклогексанни ҳамма 3 хил изомери учрайди. Шундан, 1,3- диметилциклогексанни миқдори 50 дан 70 % гача бўлади.

Бугунги кунда Россия Оренбург газ ва газо конининг газ таркибини аниқлаш муҳим қизиқиш уйғотди. Унда газ миқдори кўп бўлиб кон баландлиги 514 м, у нефтни устида жойлашган. Газ- нефт чегараси 1750 м чуқурликда, сув - нефт чегараси эса 1770 м. да жойлашган. Ҳамма кудуқларда газодан ташқари водород сульфид гази учрайди.

2.4-жадвал.

Оренбург кони газининг ҳажмий таркиби, %.

Алканлар	Миқдори, %	Алканлар	Миқдори, %
CH_4	81,5	C_5H_{12}	0,4-2,8
C_2H_6	3,1-5,4	C_6H_{14} ва юқори	0 -0,9
C_3H_8	1,03-2,1	N_2	2,4-7,4
изо- C_4H_{10}	0,15-0,7	CO_2	1,0-3,2
н- C_4H_{10}	0,32-2,1	H_2S	1,3-4,5

Бу катта конни турли қисмларида алоҳида компонентлар миқдори бир- биридан бир оз фарқ қилади.

Россия Астрахань газо кони 1968- 1970 йилларидаги қидирув ишлари натижасида очилган бўлиб, у Ширяевск ён бағрида жойлашган. Конда газо сақлами 30x25 км ўлчамда жойлашган, газ босими 61 МПага тенг.

2.5-жадвал.**Астрахань газоконденсат кони газ таркиби, %.**

Алканлар	Микдори, %	Бошқа газлар	Микдори, %
Метан	47,50-54,15	H ₂ S	20,7-22,5
Этан	1,92-5,54	CO ₂	1,0 – 3,2
Пропан	0,93-1,68	N ₂	1,98
Бутан	0,44-0,99		
Пентан ва юқори алканлар	0,35-1,57		

Бу ердаги газ 3956 – 3915 м чуқурлик оралиғида бўлиб, ундаги газнинг 25 мм диаметрли штуцер трубадан чиқиш микдори 1 млн.м³/сут, шунингдек 4067-4035 м. чуқурликдан эса 14,3 мм. диаметрли штуцер трубадан 25000 м³/сут газ чиқади. Газдаги конденсат микдори 400 г/м³ дан ортиқ. Бу кон асосида этан газини, сиқилган газ, олтингутурт ва бошқа бебаҳо компонентлар ишлаб чиқарадиган газокимёвий комплекс қурилди.

Чет мамлакатлар газ конлари ҳақида маълумот. Европада катта газ конлари Нидерландия, Франция, Англияда (Шимолий денгизда), Италия ва Руминияда эканлиги маълум. Чет эл газ конларини асосий компоненти метан ҳисобланади, уларда оғир углеводородларнинг микдори кўп эмас. АҚШ штатларининг катта газ конларида оғир газсимон углеводородлар микдори нисбатан (12-14 %) юқоридир.

АҚШнинг қатор конларида азот микдори (80-90 %), CO₂ микдори юқори бўлганлиги учун газ қазиб олиш ҳозирча тўхтатилган. Бу газ конларида (Монтана, Нью-Мексика, Юта, Колорадо штатлари) гелий микдори юқорилиги кузатилган. Баъзи газ конларида водород сульфид микдори сезиларли даражада юқоридир. Францияни Лак катта газоконденсат конида водород сульфид микдори 15 % га яқин (2.6-жадвал).

2.6-жадвал.

Баъзи чет эл газ конларидаги газларнинг таркиби, %.

Газ конлари	CH ₄	C ₂ -C ₅	CO ₂	N ₂	H ₂	H ₂ S	Ne
Кен, Калифорния (АҚШ)	99,3	0,4	-	0,1	0,1	-	0,15
Свитвот, Вайомин(АҚШ)	75,6	1,3	2,7	20,2	-	-	0,75
Слохтерен (Нидерландия)	81,3	3,5	0,8	14,4	-	-	-
Лак (Франция)	74,0	2,0	9,0	-	-	15	-

Ғарбий Европада Шимолий денгиз қирғоқларида топилган газнинг янги конлари $15 \cdot 10^{12}$ м³ деб баҳоланади. Лотин Америкаси, Осиё, Африка океан ва денгизларида геологик қидирув ишлари етарлича кенгайтирилди. Бу конларни эксплуатация қилишда уларни қазиб олиш қийин бўлган жойда жойлашганлиги учун катта маблағ сарфлашга тўғри келди, шунингдек экологик муаммоларни ечиш учун ҳам катта маблағлар сарфланди.

Бугунги кунда табиий газни классик конларидан ташқари, уларнинг энергия манбалари-кристаллогидратлар мавжудлиги аниқланди. 1960-йилдан бошлаб кристаллогидратларнинг хоссаларни ўрганиш тезлаштирилди. Бу турдаги хом-ашёни Россияда ва бошқа давлатларда катта конлари борлиги аниқланди. Паст ҳароратли туманларда (Сибирь, Аляска, Канада, ер шарини поляр қисмида) кристаллогидратлар ҳосил бўлиши мумкин экан.

Маълумки газ захирасини асосий қисми асосан газни истеъмол қиладиган мамлакатларда жойлашмаган. МЭА маълумотига кўра ривожланган давлатларнинг экспорт потенциали 2000-йилда 4,2-9,2 маротаба ортди ва йилига 164-358 млрд.м³ га етди. Газ конларининг технологик жараёнлари эксплуатацияси аввалги нефт ишлаб чиқаришга ўхшаш бўлиб, табиий газни сақлаш ва транспортировка қилишдан иборатдир. Сиқилган газни транспортировка қилиш нисбатан иқтисодий қулай ҳисобланади. Диаметри 420 мм трубоузатгич ишлатилганда 6000 км

масофага узатилган газни 15 % гача миқдори компрессор станцияларида йукотилади. Тьюмен-Ғарбий Европа газнинг транспорт чиқимларини камайтириш 60 °С гача совутилган газни трубоузатгичда юборишга эришиш ва узатув станциялар электроавтоматлаштириш ҳисобига амалга оширилган.

МИРЕК комиссияси маълумотига кўра газдан фойдаланиш 1979-йилда 1,7 трлн.м³ га нисбатан 2020-йилда 3,6 трлн.м³ ташкил этади. Асосий газ экспорти Россия, Нидерландия, Канада, Норвегия, Алжир ва Индонезия. Газни импорт қилиш асосий давлатлар-АҚШ, Япония, Италия, ФРГ, Франция, Англия ва Бельгиядир.

2.2. Тадқиқод усуллари.

Тадқиқод усуллари сифатида

Маҳсулотлар миқдор таҳлили:газ таркибидаги водород сульфид ва меркаптанларни аниқлаш, Газ таркибидаги олтингугурт (IV) оксидини аниқлаш, меркаптанларнинг физик-кимёвий хусусиятлари, этаноламинларнинг сувли эритмаларида меркаптанларнинг эрувчанлиги ўрганилди.

Фракцион газлар сифат таҳлили:хом-ашё ва маҳсулотларнинг сифатий таҳлиллари, хроматографик таҳлил усулининг назарий асослари асносида хроматография усулида тадқиқодлар олиб борилди.

2.7-жадвал.

Намуна олиш жойи	Маҳсулотнинг номи	Назорат қилинадиган параметрлар	Меъёр ёки кўрсаткичлар	Назорат усулининг номи ёки тартибловчи ҳужжат номи	Текшириш муддатлари
OzDSt 948-2004					
Магистрал	1. ПБАОҚ-3 га киришдаги	1. 1 м ³ газдаги водород	Энг кўпи 7	ГОСТ 22387.2	Бир суткада

газузат-гич	табiiй газ	сулфидининг массаси, mg			6 марта
		2. 1 m ³ газдаги меркаптанли олтингугурт массаси, mg	Энг кўпи 16	ГОСТ 22387.2	5 кунда бир марта
		3. 1 m ³ газдаги механик аралашмаларнинг массаси, g	Энг кўпи 0,007	ГОСТ 22387.4	5 кунда бир марта
ГОСТ 27578 (ПБА)					
Е-1	2. Курилмадан чиқаётган пропан-бутан аралашмаси	1. Компонентларни нг масса улуши, %метан, этаннинг суммаси	чегаралан маган	ГОСТ 10679	Ҳар сменада 3 марта
		пропан	50±10	-«-	-«-
		углеводородлар суммаси, энг кўпи	чегаралан маган	-«-	-«-
		чегарасиз углеводородларн инг суммаси, энг кўпи	6	-«-	-«-
		2. 40 °С даги суюқ қолдикнинг ҳажмий улуши, %, энг кўпи	йўқ	-«-	-«-
		3. 45 °С даги тўйинган	1,6	-«-	-«

		буғларнинг ортикча босими, МРа, энг кўпи			
		4. Олтингугурт ва олтингугуртли аралашмаларнинг масса улуши, %, энг кўпи	0,01	ГОСТ 22985	-«-
		Жумладан олтингугурт, энг кўпи	0,003		-«
ХА14	3. К-2 колонна кубидаги маҳсулот	1. Углеводородли таркиб, % ҳажмий	Тартибга келтирилм аган	ГОСТ 10679	Талабга кўра
Намуна олиш жойи	Маҳсулотнинг номи	Назорат қилинадиган параметрлар	Меъёр ёки кўрсаткич лар	Назорат усулининг номи ёки тартибловчи ҳужжат номи	Текшириш муддатлари
ХА15	4. Е-5 идишга кираётган суюқ углеводо- родлар	1. Углеводородли таркиб, % ҳажмий	Тартибга келтирилм аган	ГОСТ 10679	Талабга кўра
Магис- трал газузат- гич	5. ПБАОҚ-3 дан чиқаётган табiiй газ	1. Зичлиги	чегаралан маган	ГОСТ 22667	5 кунда 1 марта
		2. Таркибий компонентлар	чегаралан маган	ГОСТ 27193	5 кунда 1 марта

2.2.1. Махсулотлар миқдор таҳлили.

Газ таркибидаги водород сулфид ва меркаптанларни аниқлаш тажриба қурилмаси.

Таҳлил учун керакли жиҳозлар: колбалар, Дрексел склянкаси, бюретка, пипетка, газ ўлчагич, ўлчовчи цилиндр, манометр, тубусли склянка, термометр.

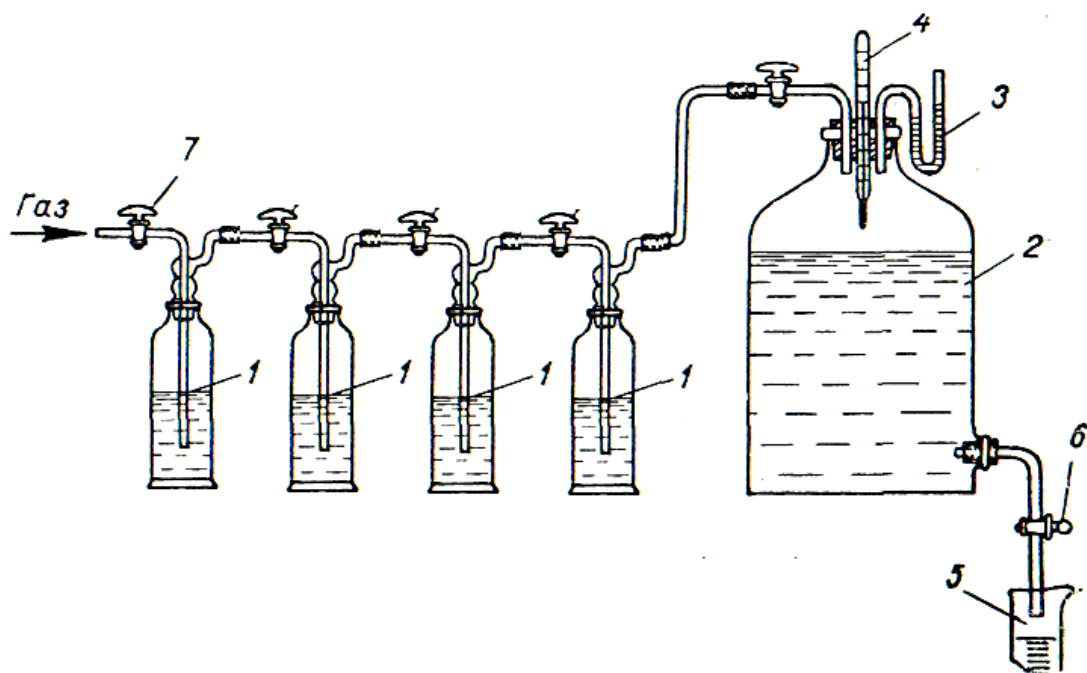
Керакли реактивлар: CdCl_2 кадмий хлорид, $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ кадмий сиркаси, йод 0,1н ли, крахмал 0,5 % ли эритма, 10н ли натрий тиосульфати эритмаси.

Қурилмани йиғиш ва ишга тайёрлаш: Найлар ва қувурлар тизимида мавжуд газларни сиқиб чиқариш ва таҳлилни аниқлик даражасини ошириш мақсадида тадқиқ қилиниши лозим бўлган газ қузури 2-3 марта очиб,ёпилди, сўнгра расмда кўрсатилган кетма-кетликда жиҳозлар уланди.

Таҳлил учун H_2S ва RSH олиш: 1-Дрексел склянкасига кадмий хлориднинг 30%ли эритмасидан 50 мл. қуйилди. Кадмий хлоридга асосан H_2S юттирилди. Охирги Дрексел склянкасига кадмий сиркасининг 0,3%ли эритмасидан 50 мл. қуйилади ва бу эритмадан RSH ни юттириш мақсадида фойдаланилди. Юттирилиш жараёни тўқ сариқ рангга қадар амалга оширилди. Газ ўлчагич кўрсаткич қайд қилиб олинди.

Титрлаш жараёни ва таҳлили: Охирги Дрексел склянкасидаги кадмий сиркасига ютлган RSH колбага олинди ва титрлаш амалга оширилди. Титрловчи реагент сифатида натрий тиосульфатнинг 10%ли эритмаси қўлланилди. Бюретка натрий тиосульфат эримаси билан тўлдирилди. Колбадаги кадмий сиркасига ютлган RSH аралашмасига 0,1н лийод эритмасидан 10 мл. қуйилди. Аралашма қўнғир жигар тусга киради, сўнгра аралашма бюретка остига томчи ҳолатда натрий тиосульфат эримаси билан оч сариқ (лимон рангли) тусга киргунга қадар титрланди, сўнгра

аралашмага крахмалнинг 0,5 % ли эритмасидан 6 мл. қуйилди. Аралашманинг ранги қўнғир бинафша тусга кирди. Сўнгра аралашма оч (шаффоф) рангга киргунга қадар титрланди. Бюреткадаги кўрсаткич қайд қилиб олинди ва ушбу титрлаш жараёни *“ишчи аралашма”* деб номланди.



2.1-расм. Газ таркибидаги водород сульфид ва меркаптанларни аниқлаш қурилмаси схемаси.

1 - Дрексел склянки; 2 - тубусли склянка; 3 - манометр; 4 - термометр;

5 - ўлчовчи цилиндр; 6,7 - шиша жўмраклар.

Сўнгра бу жараёни *“бўш аралашма”* билан давом эттирилди. Бунинг учун колбага кадмий сиркасининг 0,3% ли эритмасидан 50 мл. қуйилди ва титрлаш амалга оширилди. Титрловчи реагент сифатида натрий тиосульфатнинг 10% ли эритмаси қўлланилди. Бюретка натрий тиосульфат эримаси билан тўлдирилди. Колбадаги кадмий сиркасига устига 0,1 н лийод эритмасидан 10 мл. қуйилди. Аралашма қўнғир жигар тусга киради, сўнгра аралашма бюретка остига томчи ҳолатда натрий тиосульфат эримаси билан оч сариқ (лимон рангли) тусга киргунга қадар титрланди, сўнгра

аралашмага крахмалнинг 0,5 % ли эритмасидан 6 мл. қуйилди. Аралашманинг ранги қўнғир бинафша тусга кирди. Сўнгра аралашма оч (шаффоф) рангга киргунга қадар титрланди. Бюреткадаги кўрсаткич қайд қилиб олинди ва ушбу титрлаш жараёни “бўш аралашма” деб номланди.

Ҳисоблаш: Олинган қайдларни қуйидаги формулага асосланиб ҳисоблаш амалга оширилди:

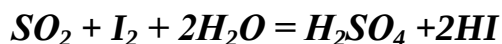
$$M_{RSH} = \frac{(I_a - B_a) * 0.1 * 17}{V}$$

Бу ерда: *I_a* - бюреткадаги “ишчи аралашма” кўрсаткичи, *B_a* - бюреткадаги “бўш аралашма” кўрсаткичи, 0,1 - йоднинг нормаллилиги, 17 - кадмий сиркасига RSHнинг ютиниши мумкин бўлган максимум қиймати, V- газ ўлчагичдаги кўрсаткич.

$$M_{RSH} = \frac{(I_a - B_a) * 0.1 * 17}{V} = \frac{(9.8 - 8.6) * 0.1 * 17}{5} = 0.408$$

Газ таркибидаги олтингугурт (IV) оксидини аниқлаш тажриба қурилмаси.

Таҳлил қилинаётган газ аралашмаси титрланган йод эритмаси солинган ютувчи қурилма орқали ўтказсак сульфат кислота ҳосил бўлади.



Учувчан йоднинг йўқолишини олдини олиш учун ютувчи қурилмага крахмал эритмаси қуйилади. Ўтказилган газ ҳажмини ва сарфланган йод эритмаси миқдорини билган ҳолда SO_2 миқдорини ҳисоблаб топиш мумкин.

Керакли реактивлар:

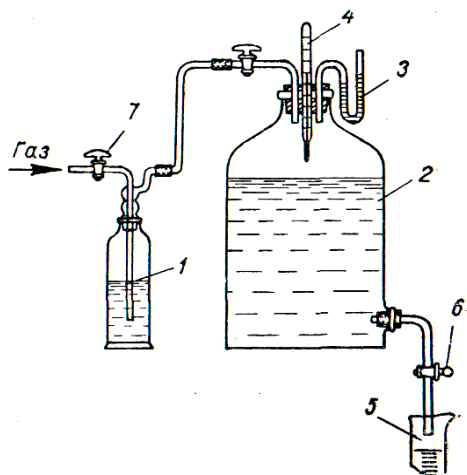
1. Ёд, 0,1 н ли титрланган эритма;
2. Крахмал, 0,5 % ли эритма.

Қурилманинг ёзуви ва уни ишга тайёрлаш: Тажриба қуйидаги 2.2-расмда кўрсатилган қурилмада амалга оширилди. Қурилма 250 мл сиғимли ютувчи Дрекцил склянкаи 1 ва жўмрак 7 дан ташкил топган. Ютувчи

склянка бир томондан газ манбасига иккинми томондан ён тубусга эга бўлган склянка 2 нинг юқори тикинига манометр 3 ва термометр 4 ўрнатилди. Ёнаки тубус тикинига эса жўмрак

6 билан жиҳозланган қуйилиш найи ўрнатилган бўлиб иш мобайнида унинг тагига ўлчагич цилиндр 5 қўйилди.

2.2--расм. SO_2 ни аниқлаш қурилмаси схемаси.



1–Дрексел склянкаси; 2-тубусли склянка; 3-манометр; 4-термометр; 5-ўлчовчи цилиндр; 6,7-шиша жўмраклар.

Аниқлаш усули: Ютувчи склянка 1 га 5 мл крахмал эритмаси ва очиқ ҳаво ранг ҳосил бўлгунича бир неча томчи йод

қўйилди. Шундан кейин ютгичга (склянка) 10 мл 0,1 н йод эритмаси қўйилди. Бу пайтда эритма ранги кўк бинафша рангга кирди. Қурилмага газ манбаси уланади ва жўмраклар 6,7 бир секундда 2-4 пуфакча ҳосил қилиш тезлиги билан ўтаётган газни ростлаб турилди. Газ эритма ранги кўк бинафшадан паст ҳаво рангга ўтгунга қадар юборилди. Бу вақтда жўмрак 7 беркитилади ва жўмрак 6 орқали ўтаётган сувнинг цилиндри 5 га оқиб тугаши кутилди ҳамда бу жўмрак ҳам беркитилди. Цилиндрга оқиб тушган сув ҳажми ўлчанади, температура белгиланади, газ босими ва барометрик босим ҳам аниқланди. Ўтказилган газ ҳажми таркибидан SO_2 миқдори қуйидаги формула бўйича ҳисобланди:

$$X = 0,0032 \cdot 10 = 0,032 \text{ г}$$

Бу ерда: 0,0032 – 1 мл 0,1 н ли йод эритмасига эквивалент SO_2 миқдори, гр;

10 - 0,1 н йод эритмаси ҳажми, мл;

SO_2 нинг ҳажмий улушдаги миқдори:

$$y = \frac{X \cdot 21,89 \cdot 1000 \cdot 100}{64(V_0 + 10,95)} = \frac{342031 \cdot X}{(V_0 + 10,95)} \quad \text{ҳаж, \%}$$

Бу ерда: 21,89 – нормал шароитдаги 1 гSO₂молекуласи ҳажми, мл;
64 - SO₂нинг молекуляр оғирлиги.

V₀ -нормал шароитга ўтказилган оқиб ўтган газ ҳажми, мл;

10,95 - 10 мл 0,1 н ли йод эритмаси ютган SO₂ ҳажми.

Меркаптанларнинг физик-кимёвий хусусиятлари ўрганилди.

Олингурут сақловчи газ ва газконденсати таркибидаги меркаптанлар, асосан алкантиоллар гуруҳига мансубдир. Уларнинг хоссалари 16-жадвалда келтирилган.

2.8-жадвал.

Ҳароратга боғлиқ ҳолда меркаптан буғларининг босими.

Температура, °C	90,7	75,3	-67,5	-58,8	-49,2	-43,1	-34,8
Босим, мм сим. уст	1	5	10	20	40	60	100
Температура, °C	-51,28	-23,87	-9,47	-0,03	5,98		
Босим, мм сим. уст	41,13	201,46	399,30	599,40	760,64		

2.9-жадвал.

Этилмеркаптаннинг тўйинган буғ босими.

Температура, °C	0,405	5,236	10,111	15,017	19,954	24,933	29,944
Босим, мм сим. уст	187,57	233,72	289,13	355,22	433,56	525,86	633,99
Температура, °C	40,092	45,221	50,390	55,604	60,838	66,115	
Босим, мм сим. уст	906,06	1074,6	1268,0	1489,1	1740,8	2026,0	

0-66 °C температура оралиғида этилмеркаптаннинг тўйинган буғ босими (мм сим. уст) қуйидаги тенглама орқали ҳисобюланади

$$\lg p = 6,95206 - \frac{1084,531}{231,385 + t}$$

Этилмеркаптаннинг буғланиш иссиқлиги (кал/моль):

25 °C да 6526±2

35 °C да 6 401 -2

7-35°C температура оралиғида этилмеркаптаннинг буғланиш иссиқлиги (мм сим. уст) қуйидаги тенглама орқали ҳисобюланади

2.10-жадвал.

Алкантиолларнинг физик-кимёвий хусусиятлари

Модда	Формуласи		М	Элементар таркиби % масс.			ρ_4^{20}	n_D^{20}	MRD (экс.)	эриш. °C	қайн °C	$\rho_{Тқайн}$ мм м.уст
	Тузилиши	Эмперик		С	Н	С						
Метантиол	C-S-H	CH ₄ S	48,109	24,97	8,38	66,65	0,8665*	-	-	-123,02	5,95	760
Этантиол	C-C-SH	C ₂ H ₆ S	62,136	38,66	9,73	51,61	0,8391 4	1,43105	19,24	-147,90	35,00	760
Пропантиол-1	C-C-C-SH	C ₃ H ₈ S	76,163	47,31	10,59	42,10	0,8411	1,4380	23,77	-113,06	67,6	760
Пропантиол-2	C-C-(SH)-C	C ₃ H ₈ S	76,163	47,61	10,59	42,10	0,81 431	1,42554	23,94	-30,54	52,56	760
Бутантиол-1	C-C-C-C-SH	C ₄ H ₁₀ S	90,190	53,27	11,18	35,55	0,841 61	1,44298	28,40	-115,67	98,46	760
метилпропан-тиол-1	C-C(C)-C-SH	C ₄ H ₁₀ S	90, 1 90	53,27	11,18	35,55	0,8339	1,4387	28,32	-	88,72	760
Бутантиол-2	C-C(SH)-C-C	C ₄ H ₁₀ S	90, 1 90	53,27	11,18	35,55	0,82947	1,43663	28,46	-1 40,2	84,98	-
метилпропан-тиол-2	C-(C)C(SH)-C	C ₄ H ₁₀ S	90, 1 90	53,27	11,18	35,55	0,80020	1,42320	28,71	1,11	64,22	760
Пентантиол-1	C-C-C-C-C-SH	C ₅ H ₁₂ S	104,217	57,62	11,61	30,77	0,84209	1,44692	33,06	-75,70	126,64	760
метил-бутантиол-1	C-C-C(C)-C-SH	C ₅ H ₁₂ S	104,217	57,62	11,61	30,77	0,842	1,4445	32,90	-	118,2	760
метил-бутантиол-1	C-C(C)-C-C-SH	C ₅ H ₁₂ S	104,217	57,62	11,61	30,77	0,8350	1,4415	33,00	-	118	760
Пентантиол-2	C-C(SH)-C-C-C	C ₅ H ₁₂ S	104,217	57,62	11,61	30,77	0,83268	1,4412	33,06	-112,8	112,9	760
метил-бутантиол-2	C-(HS)C(C)-C-C	C ₅ H ₁₂ S	104,217	57,62	11,61	30,77	0,81 2	1,4379	33,68	-	99,0	760
метил-бутантиол-2	C-C(C)-C(SH)-C	C ₅ H ₁₂ S	104,217	57,62	11,61	30,77	0,8409	1,4446	32,96	-	-	-
Пентантиол-3	C-C-C(SH)-C-C	C ₅ H ₁₂ S	104,217	57,62	11,61	30,77	0,841 0	1,4447	32,59	-110,8	1 05	760
Гексантиол-1	C-C-C-C-C-C-SH	C ₆ H ₁₄ S	118,244	60,95	11,93	27,12	0,8424	1,4496	37,69	-80,0	151,5 60-70	760 10

Алкантиолларнинг доимий босимдаги иссиқлик сиғими C_p .

Модда	Иссиқлик сиғими (кал/(град-моль)) температурада, К									
	273,16	298,16	300	400	500	600	700	800	900	1000
Метантиол	11,54	12,01	12,05	14,04	15,91	17,57	19,03	20,32	21,46	22,48
Этантиол	16,46	17,37	17,44	21,08	24,36	27,21	29,68	31,83	33,71	35,38
Пропантиол-1	21,39	22,65	22,75	27,86	32,56	36,72	40,37	43,60	46,47	49,01
Бутантиол-1	26,63	28,24	28,37	34,95	41,07	46,54	51,37	55,68	59,24	62,95
Пентантиол-1	31,78	33,75	33,91	41,93	49,36	55,92	61,69	66,78	71,33	75,32
Гексантиол-1	36,89	39,21	39,40	48,87	57,60	65,26	71,96	77,84	83,07	87,65
Гептантиол-1	42,00	44,68	44,90	55,81	65,85	74,60	82,24	88,91	94,82	99,98
Октантиол-1	47,11	50,15	50,40	62,75	74,10	83,94	92,52	99,98	106,57	112,31
Нонантиол-1	52,22	55,62	55,90	69,69	82,35	93,28	102,80	111,05	118,32	124,64
Декантиол-1	57,33	61,09	61,40	76,63	90,60	102,62	113,08	122,12	130,07	136,97
Ундекантиол-1	62,44	66,56	66,90	83,57	98,85	111,96	123,36	133,19	141,82	149,30
Додекантиол-1	67,55	72,03	72,40	90,51	107,10	121,30	133,64	144,26	153,57	161,63
Тридекантиол-1	72,66	77,50	77,90	97,45	115,35	130,64	143,93	155,33	165,32	173,96
Тетрадекантиол-1	77,77	82,97	83,40	104,39	123,60	139,98	154,20	166,40	177,07	186,29
Пентадекантиол-1	82,88	88,44	88,90	111,33	131,85	149,32	164,48	177,47	188,82	198,62
Гексадекантиол-1	87,99	93,91	94,40	118,27	140,10	158,66	174,76	188,54	200,57	210,95
Гептадекантиол-1	93,10	99,38	99,90	125,21	148,35	168,00	185,04	199,61	212,32	223,28
Октадекантиол-1	98,21	104,85	105,40	132,15	156,60	177,34	195,32	211,68	224,07	235,61
Нонадекантиол-1	103,32	110,31	110,90	139,09	164,85	186,68	205,60	221,65	235,82	247,94
Эйкозантиол-1	108,43	115,77	116,40	146,03	173,10	196,02	215,88	232,82	247,57	260,27

2.12-жадвал.

Тиолларнинг 20—30 °С ҳароратда сувда ва ишқорда эрувчанлиги, г/л

Модда	Эрувчанлиги, г/л	
	сув	1 N NaOH
Метантиол	23,3	Юқори
Этантиол	6,76	Юқори
Пропантиол-1	1,96	Юқори
Бутантиол-1	0,57	Юқори
Пентантиол-1	0,164	328,
Гексантиол-1	0,047	0 94,
Гентантиол-1	0,0138	0 27,6
Октантиол-1	0,0040	8,0
Монантиол-1	0,00115	2,3

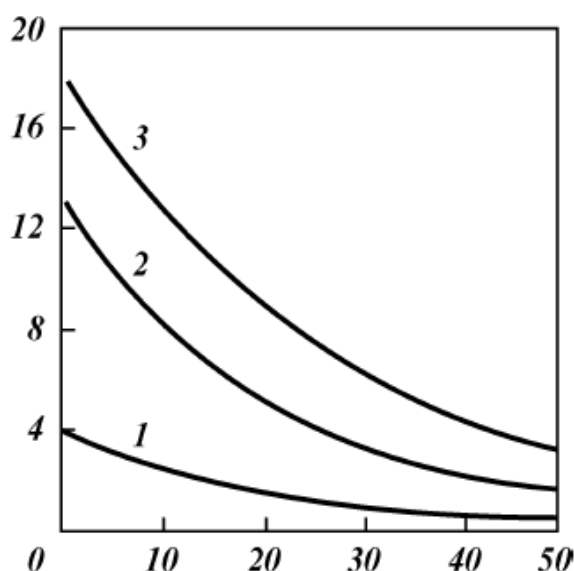
2.13-жадвал.

Тиолларнинг углеводородлар билан ҳосил қилган азеотропи.

Тиоллар		Углеводородлар		Азеотроп	
Номи	T, қайн °C	Модда	T, қайн °C	T, қайн °C	Олингурут микдори RSH, % мас.
Метантиол	660	изо-Бутан	-11,70	-13,0	14,9
Этантиол	35,04	изо-Пентан н-Пентан	27,90	25,72	20,0
		2-Метил-2-Бутан	36,15	30,46	51,0
		Циклопентан	37,20	33,0	60,0
		Неогексан	49,35	34,95	89,0
			49,70	34,41	83,0
Пропантиол-1	67,82	изо-Гексан н-Гексан	60,40	59,20	23,9
		Метилциклопентан	68,75	64,35	53,6
		Циклогексан	71,85	66,45	64,2
			80,85	67,77	97,2
Пропантиол-2	67,82	изо-Гексан н-Гексан	60,40	59,20	23,9
		Метилциклопентан	68,75	64,35	52,6
		Циклогексан	71,85	66,45	64,2
			80,85	67,77	97,6
Бутантиол-1	98,58	2,3-Диметилпентан	89,90	89,50	15,1
		изо-Гептан н-Гептан	90,10	89,74	15,4
			98,40	95,45	49,4

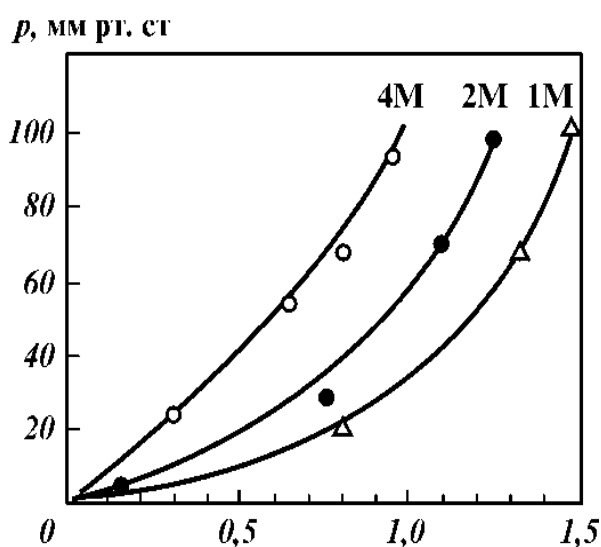
Этаноламинларнинг сувли эритмаларида меркаптанларнинг эрувчанлиги.

Табиий газ таркибида, $0,5 \text{ г/м}^3$ дан $1,5 \text{ г/м}^3$ гача ораликда мавжуд метил-, этил- ва изопропилмеркаптанларнинг амин эритмаларида эрувчанлиги Генри қонуни бўйсунди; бунда меркаптанларнинг жойлашуви қуйидагича: $\text{CH}_3\text{SH} > \text{C}_2\text{H}_5\text{SH} > \text{изо-} \text{C}_3\text{H}_7\text{SH}$, алканоламинларники эса - МЭА-ДЭА-ТЭА.



2.3- расм
20 °С температурада
ДЭАнинг сувли эритмасидаги
меркаптанларнинг Генри
бўйича эгри костантаси.
Х-ўқи бйича – ДЭА нинг
масса миқдори, %
У-ўқи бйича - Генри
костантаси, МПа.

Бу турдаги жойлашув меркаптанларнинг органик ишқорлар-аминлар билан кислота-асосли механизм таъсирлашуви кузатилади.



Меркаптанларнинг эрувчанлиги аминларнинг эритмадаги концентрацияси ортиб бориши билан ортади. Этилмеркаптаннинг $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ МДЭАнинг сувли эритмасидаги эрувчанлик изотермалари 2.4-расмда келтирилган.

2.4-расм

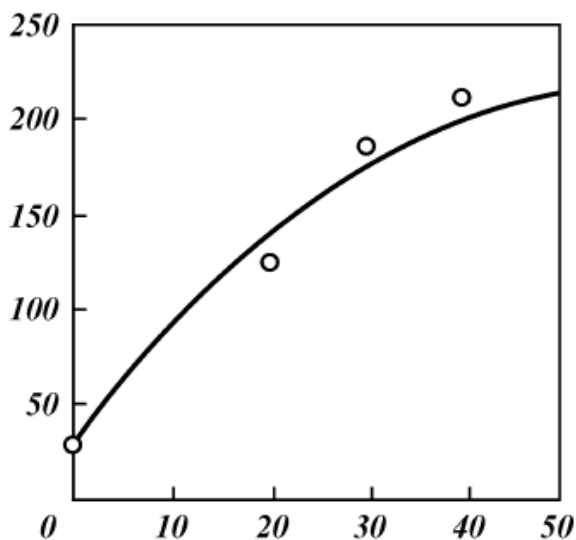
Этилмеркаптаннинг $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ 20 °С температурада МДЭАнинг сувли эритмасидаги эрувчанлик изотермалари:

**эгрилардаги сонлар- МДЭАнинг сувли эритмасидаги концентрацияси,
моль/л**

**горизонтал чизик - этилмеркаптаннинг C_2H_5SH эритмадаги миқдори,
моль/л**

Алканаминларда меркаптанларнинг эрувчанлигига эритмада CO_2 нинг мавжудлиги сезиларли таъсир кўрсатади. Амин эритмасида CO_2 нинг миқдори 2 г/л ни ташкал этганда этилмеркаптаннинг C_2H_5SH эрувчанлиги 2,5-4 маротаба камаяди. Эритмада CO_2 нинг миқдори ортиши билан этилмеркаптаннинг C_2H_5SH эрувчанлиги унинг сувда эрувчанлик даражасига тенг бўлади, бунда эрувчанлик ўзгариши характери эритманинг мухити pH ўзгаришига тўғри келади.

Шундай қилиб, газларни H_2S ва CO_2 дан аминли тозалаш саноат қурилмаларида, бир вақтнинг ўзида газ таркибидаги меркаптанлардан тўлиқ тозалаш имкони мавжуд эмас.



2.5-расм.

**20 °С температурада, (газ таркибида RSH миқдори 5 г/м³)
Этилмеркаптан C_2H_5SH эрувчанлигининг, ДЭАнинг сувли эритмасидаги концентрацияга боғлиқлиги
Х-ўқи бйича - ДЭА нинг масса миқдори, %**

У-ўқи бйича - эритмадаги C_2H_5SH миқдори, мг олтингугурт/л

Газларни олтингугурт сақловчи моддалардан аминли тозалаш саноат қурилмалари таҳлили шуни кўрсатдики, 25 % ДЭА билан, абсорбентнинг суғоришга қуйилиши 1 м³ газ учун 1-1,5 л бўлганда газ таркибида мавжуд меркаптанлардан (500 мг/м³) тозаланиши 10 % дан ортмайди.

2.14-жадвал.

**Этилмеркаптаннинг C_2H_5SH алканамиин сувли эритмаларида
эрувчанлиги. ($t = 20\text{ }^{\circ}C$, газ таркибидаги миқдори - 5 г/м^3)**

Аминнинг масса миқдори, %	Эритмадаги RSH миқдори, мг/л		
	МЭА	ДЭА	ТЭА
20	288,1	123	80,4
30		180	85,8
40	291	202	92,9
95		4	
		230	

**2.2.2. Газ фракцияларининг абсорбцион ва адсорбцион тозалаш
тажриба қурилмаси.**

Газларнинг суяқ ютувчилар(абсорбентлар)да ютилиши(газларнинг эриши) жараёнига, *абсорбция* дейилади. Эритма таркибидан эриган газларнинг ажралиб чиқиши, яъни абсорбцияга тескари бўлган жараён - *десорбция* дейилади. Абсорбцион жараёнлар газ ва суяқ фазаларнинг иштироки билан кечади. Абсорбцияда модда газ фазасидан суяқ фазага ўтиши кузатилса, десорбцияда унинг тескараси - суяқ фазадан газ фазасига ўтади.

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

Суяқ фаза – ютувчи(абсорбент)дан ва газ фазасидан абсорбцияланган (ютилган) компонентдан ташкил топган. Агар ютувчи молекуласи ва газ аралашмасидан абсорбцияланган компонент молекуласи ўртасида ўзаро кимёвий таъсирлашиш содир бўлмаса, бу жараён *физикавий абсорбция* дейилади. Ютувчи ва абсорбцияланган компонент молекулалари ўртасида кимёвий реакциялар борса, бу жараён *хемосорбция* деб айтилади.

Газли ва суяқли фазаларнинг тўқнаштирилишини амалга оширишнинг турли хил усуллари мавжуд. Суяқ аралашмаларни ректификациялаш каби абсорбция ҳам кўпинча насадка қаватига ёки

маълум бир тарелкалар сонига эга бўлган цилиндр аппаратлари (абсорберлар)да амалга оширилади. Абсорберларда ютувчи юқоридан пастга қараб, газ аралашмаси эса, қарама-қарши йўналишда пастдан юқорига қараб ҳаракатланади. Абсорбернинг юқори қисмидан таркибидан абсорбцияланган компонентлари ажратилган газ аралашмасининг қолдиғи чиқарилади.

Насадкали абсорберларда суюқ ютувчи ва газ фазаларнинг тўқнашиши тўхтовсиз амалга оширилади. Тарелкали колонналарда эса бундай тўқнашиш босқичма - босқич , яъни тарелкаларда амалга оширилади.

Амалда физикавий абсорбцияда газ фазасидан компонентларни тўлиқ ажратиб бўлмайди.

Хемосорбцияда - газ таркибидаги абсорбцияланаётган компонент суюқ фаза билан буғланмайдиган кимёвий бирикмалар кўринишида боғланади. Агар кимёвий реакция қайтмас бўлса, газ таркибидан компонентни тўлиқ ажратиб олиш мумкин.

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

Углеводород газлари таркибида заҳарли ва коррозияга агрессив муҳит ҳисобланган, қолаверса уларнинг ёниш иссиқлигини пасайтирадиган олтингутурт сақловчи ва нордон газ моддалар: водород сульфид ва карбонат ангидрид мавжуддир.

Ҳозирги кунда табиий ва углеводородли газлар таркибидан нордон компонентли газларни тозалаш мақсадида қато усуллардан фойдаланилади, бу усулларга: абсорбция, адсорбция ва кимёвий усуллар мисол бўлади.

Табиий ва углеводород газларининг нордон компонентлардан тозалашда абсорбция усули кенг тарқалган бўлиб, абсорбентнинг

активлиги билан нордон газларнинг ўзаро таъсир қилиш тибиатига кўра 3 гуруҳга бўлинади:

Физик абсорбция жараёнлари: бу усулда нордон компонентларни ажратиш уларнинг органик абсорбентларда эриши эвазига юзага келади.

Хемосорбцион жараёнлар: бу усул нордон компонентлар бевосита абсорбент билан кимёвий бирикмалар ҳосил қилишга асосланган.

Физик-кимёвий абсорбция жараёнлари: комбинациялашган усул бўлиб физикавий абсорбентларнинг кимёвий абсорбентлар билан биргаликда ишлатишга асосланган

Газларни қайта ишлаш жараёнларида газлар таркибидаги карбонат ангидриддан тозалашда асосан хемосорбция усулидан фойдаланилади ва бунда абсорбент сифатида этаноламинлардан фойдаланилади. Карбонат ангидриднинг максимал абсорбцион ютилиш хусусияти моноэтаноламиннинг сувли эритмасида кузатилади:



Газларни водород сульфиддан тозалашда хемосорбция жараёнидан фойдаланилади ва бунда тозалик даражаси 99,9% га етади. Бу усулда сорбент сифатида этаноламин қўлланилади. Моно- ва диэтаноламинлар асосан водород сульфид ва карбонат ангидридни, триэтаноламин эса фақат водород сульфиддан тозалайди

Газларни тозалашнинг моноэтаноламинли усули қадимий усуллардан бўлиб 1950-йиллар охиригача газларни нордон компонентлардан тозалашнинг ягона усули эди.

20-40°C ҳарорат ва юқори босимда реакция мувозанати унг (нордон газларнинг ютилиши) томонга силжийди. 105-130 °C ҳарорат ва атмосфера босимида тўйинган абсорбентнинг регенирацияси кузатилади. Одатда моноэтаноламиннинг 15-20%ли сувли эритмаси ёки моно- и диэтаноламинларнинг аралашмаси қўлланилади.

Ишдан мақсад:

Вариант 1

Газлар таркибидаги нордон компонентларнинг миқдори ва алканоаминли хемосорбентда ютилиш даражасини тадқиқ қилиш.

Вариант 2

Алканоаминли абсорбенларнинг ютиш ва регенирацияланиш хоссаларини тадқиқ қилиш. Сорбцияланиш ва регенирацияланиш факторларини тадқиқ қилиш: қўлланилаётган алканоламин тури; абсорбент таркибидаги алканоламин концентрацияси; абсорбентни узатиш миқдори (солиштирма суғориш- абсорбент миқдори ($\text{см}^3/\text{дм}^3\text{газ}$)) контакт вақти абсорбентгаз тадқиқод гази таркибидаги CO_2 миқдори; абсорбциялаш температураси; абсорбердаги насадка тури ва эффективлиги.

Абсорбцион тозалаш қурилмаси.

Абсорбцион тозалаш қурилмасининг принципиал схемаси 12-расмда келтирилган.

Тадқиқот газини тайёрлашда ташувчи газ-азотдан фойдаланиб махсус дозалаш қурилмаси орқали амалга оширилади.

Экспериментни ўтказиш.

Азот сақланиётган баллон винтели очилади, редуктор ва реометр ёрдамида азотнинг сарфи ростланади. Сўнгра азот оқимида CO_2 гази берилади. Дастлаб реометр-4 ёрдамида азот ва CO_2 оқими ростланади ва капилляр-11 орқали ўтказилади. Газларни узатиш тезлиги реометр билан назорат қилинади. Шу вақтда 3- термостат ёқилади ва керакли ҳароратда қиздириш таъминлагич ўрнатилади. Модел гази ($\text{CO}_2 + \text{H}_2$) абсорберга берилгунга қадар хроматограф ёрдамида таҳлил қилинади,

Газ таркиби ва абсорбердаги ҳарорат ростлангач абсорбент узатиш насоси ёрдамида алканамиин эритмасини узатиш бошланади, бунда абсорбентни узатиш секундомер ва градуирланган қабул қилгич орқали назорат қилинади.

Қурилманинг барқарор 20-30 дақиқа ишлатилганидан сўнг абсорберда киришда ва чиқишида газдан намуна олинади ва таҳлил қилинади.

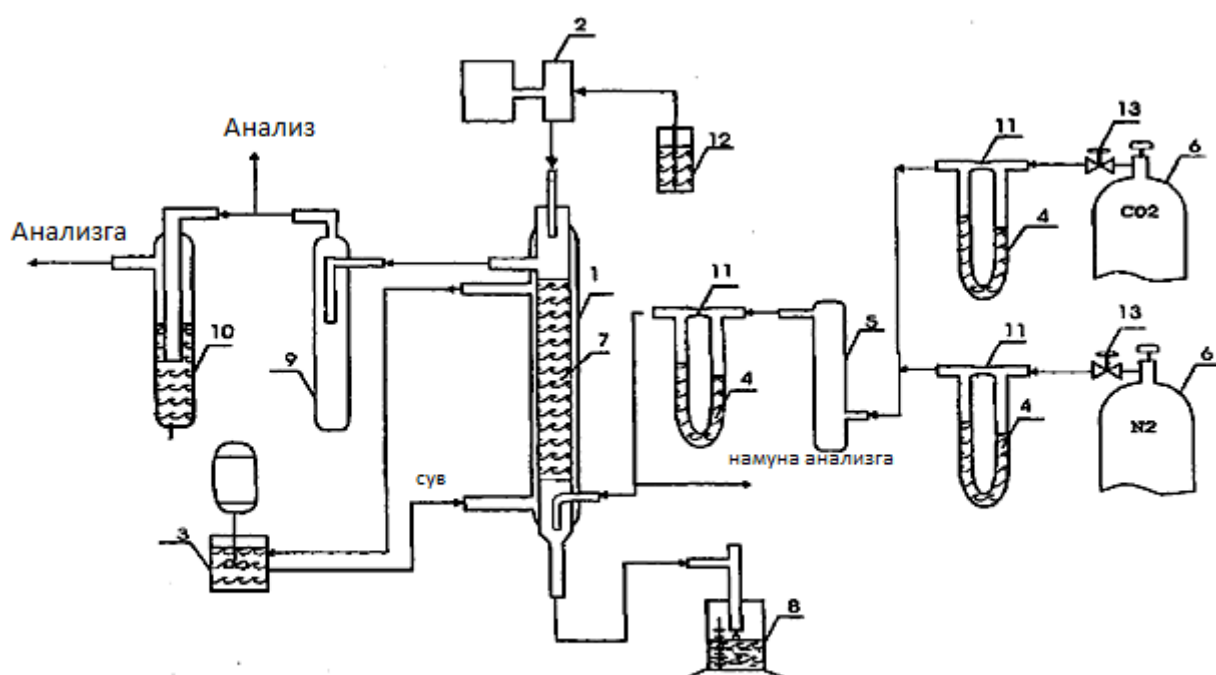
Газ таркибидаги CO₂ни таҳлил қилиш.

Абсорбция жараёнидан олдин ва кейин олинган намуналар таҳлили хроматограф қурилмасида амалга оширилади: метали колонка 3000 мм; каттик фаза - активлаштирилган кўмир; температура:

- колонкада - 160°C;

- буўлатгичда - 165°C; ташувчи - газ - водород; ташувчи - газнинг узатиш тезлиги - 50мл/мин.

Олинган натижалар 23-ва24- жадвалларга киритилади.



2.8-расм. Газларни аминли тозалаш тажриба қурилмаси.

1-абсорбер; 2-насос; 3-термостат, 4-реометр; 5-смесител; 6-баллон; 7-насадка; 8-қабул қилгич; 9-томчи ушлагич; 10-барботер; 11-капилляр; 12-алканолламин эритмаси; 13-газ редуктори.

2.17-жадвал.

Тозалагунга қадар газ таркиби.

Компонент номи	майдони, S, мВ/мин	Тузатма коэф., K	SмВ xK	% об.Si/Si
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

2.18-жадвал.

Тозалангандан кейинги газ таркиби.

Компонент номи	майдони, S, мВ/мин	Тузатма коэф., K	S мВ x K	% об.Si/Si
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 жадвал кўринишида олинган маълумотлар киргизилади.

2.19-жадвал.

Маълумотлар жадвали

- Сана	01.03.2015
- Абсорбент	МДЭА
- абсорбентдаги алканоламин концентрацияси, % мас	40%
- газ таркибидаги CO ₂ нинг дастлабки миқдори, % хажм.	2,0; 1,9; 2,1; урт. 2,0
- абсорбция ҳарорати, °C	40

- абсорбентнинг узатиш тезлиги, см ³ /с	60
- баллондаги азот ва СО ₂ нинг дастлабки босими, кг/см ²	50
- азотнинг узатиш тезлиги, л/с	8,0
- СО ₂ нинг узатиш тезлиги, л/с	0,5
- абсорбентнинг узатиш тезлиги, см ³ /с;	60 см ³ /с
- газ таркибидаги СО ₂ нинг ҳозирги миқдори, % хажм	1,1; 1,2; 1,0; урт. 1,0

Абсорбция жараёнига қадар ва абсорбция жараёнидан сўнг нисбати орқали СО₂ 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 аминлар эритмалари орқали синалаётган газ ўтказилади ва газларнинг тозалалик даражасига кўра график тузилади. Бунда сорбентларнинг нордон газларни ютиш даражаси таққосланади.

Цеолитлар ёрдамида табиий газни нордон компонентлардан адсорбция усулида тозалаш.

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 металл 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 типдаги 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 маркадаги цеолитлар қўлланилади: -СаХ, -NaА, -СаА, -NaХ. Турли ютувчиларда нордон компонентлар-нинг ютилиш даражаларини тадқиқ қилиш.

Газларни адсорбцион тозалаш қурилмаси.

Газларни адсорбцион тозалаш қурилмаси принципиал схемаси қурилмаси 2.9-расмда келтирилган. Қурилманинг асосий жихозларига: адсорбер-1; термостат-3; насос-2; сиқилган газ баллонлариб; редуктор-12 ва реометр-4.

Экспериментни ўтказиш.

Азот сақланиётган баллон винтели очилади, редуктор ва реометр ёрдамида азотнинг сарфи ростланади. Сўнгра азот оқимида CO_2 газни берилади. Дастлаб реометр 4 ёрдамида азот ва CO_2 оқими ростланади ва капилляр11 орқали ўтказилади. Газларни узатиш тезлиги барбатар 10 орқали назорат қилинади. Шу вақтда 3- термостат ёқилади ва керакли ҳароратда қиздириш таъминлагич ўрнатилади. Модел газ ($\text{CO}_2 + \text{H}_2$) абсорберга берилгунга қадар хроматограф 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.

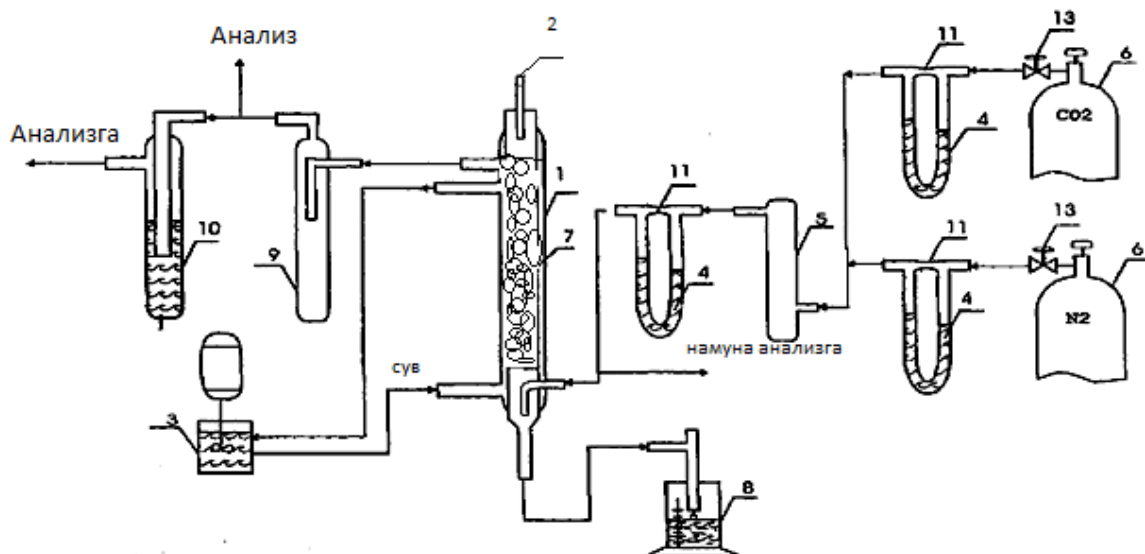
Газ таркибидаги CO_2 ни таҳлил қилиш.

Адсорбция жараёнидан олдин ва кейин олинган намуналар таҳлили хроматограф қурилмасида 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 2.21 ва 2.22- жадвалларга киритилди.



2.9- расм. 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.

2.20-жадвал.

Тозалагунга қадар газ таркиби.

Компонент номи	майдони, S, мВ/мин	Тузатма коэф., K	S_i $S_{mB} \times K$	% хажм. 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

2.21-жадвал.

Тозалангандан кейинги газ таркиби.

Компонент номи	майдони, S, мВ/мин	Тузатма коэф., K	S_i $S_{mB} \times K$	% 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 2.22-жадвал кўринишида олинган маълумотлар киргизилади.

2.22-жадвал.

- Сана	01.03.2015
- Адсорбент	CaA цеолити
- газ таркибидаги CO ₂ нинг дастлабки миқдори, % хажм.	2,0; 1,9; 2,1; урт. 2,0
- адсорбция ҳарорати, °C	40
- баллондаги азот ва CO ₂ нинг дастлабки босими, кг/см ²	50
- азотнинг узатиш тезлиги, л/с;	8,0
- CO ₂ нинг узатиш тезлиги, л/с;	0,5
- адсорбент миқдори;	-
- газ таркибидаги CO ₂ нинг ҳозирги миқдори, %хажм	1,1; 1,2; 1,0; урт. 1,0

Адсорбция жараёнига қадар ва адсорбция жараёнидан сўнг нисбати орқали CO₂ 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.

2.3. Фракцион газлар сифат таҳлили.

2.3.1. Хроматографик таҳлил усулининг назарий асослари.

Газ маҳсулотларидан олинган кимёвий бирикмаларни ажратиш, таҳлил қилиш ва уларнинг хоссаларини текширишнинг кимёвий, физикавий ва физик-кимёвий усуллари орасида хроматографик таҳлил усулларимухимўринниэгаллайди.

Хроматографик таҳлил усуллари соддалиги, самараворлиги, танловчанлиги, тезкорлиги, шунингдек, уни бошқа физик-кимёвий усуллар билан биргаликда автоматлаштириш мумкинлиги туфайли кенг тарқалган.

Хроматография усулларининг ўзига хос хусусияти уларнинг универсаллигида бўлиб, турли концентрацияларда олинган анорганик ва органик қаттиқ, суюқ ҳамда газсимон моддаларни ажратиш ва аниқлашга имкон беради. Бу усулларнинг яна бир муҳим томони шундаки, улар ёрдамида хоссалари бир-бирига яқин бўлган бирикмаларни тўла ва осон ажратиш мумкин.

Хроматография текширилувчи объектларни сифат ва миқдорий таҳлил қилишга, моддаларнинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганишга, технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматик бошқаришга имкон беради. Кейинги вақтларда хроматография атроф муҳитни назорат қилишнинг асосий усулларида бири бўлиб қолди.

Хроматографияга биринчи бўлиб рус ботаник олими М.С. Цветнинг тадқиқотлари ва унинг 1903-йилда босиб чиқарилган *«Адсорбцион ҳодисаларнинг янги категорияси ва уларнинг биокимёвий таҳлилдақўлланилиши»* номли мақоласи асос солди.[43]

Ўзи таклиф этган усулнинг асосларини Цвет қуйидагича таърифлайди: *«Аралаш эритма адсорбент устуни орқали филтрланганда пигментлар. турли рангдаги алоҳида зоналарга*

ажралади. Мураккаб пигментнинг турли таркибий қисмлари спектрдаги ёруғлик нурлари сингари адсорбент устунда маълум қонуният асосида бир-биридан ҳар хил рангли қаватма-қават бўлиб ажралади ва уларни сифат жиҳатдан аниқлаш имкони туғилади. Бундай рангбаранг препаратни мен хроматограмма деб, тегишли усулни эса хроматографик усул деб атадим».[40]

Моддаларни хроматографик ажратиш усуллари сорбция жараёнларига асосланган. Бу ерда сорбция деганда газ, буғ ёки эриган моддаларнинг каттиқ ёки суюқ ютувчиларга (сорбентлар) ютилиши тушунилади. Тескари жараён десорбция дейилади. Сорбция тушунчаси умумий бўлиб, у адсорбция (фазанинг сиртига ютилиш) ва абсорбция (фазанинг ҳажмига ютилиш) дан иборат.

Сорбцияни икки йўл билан: статик ва динамик шароитда амалга ошириш мумкин. Статик сорбция иккала фазанинг нисбий ҳаракатсиз ҳолатида рўй берувчи сорбцион жараён бўлиб, модданинг фазалар орасида тақсимланиш мувозанати қарор топиши билан яқунланади. Динамик сорбция ҳаракатчан фаза ҳаракатсиз фазага нисбатан бир йўналишда силжийдиган сорбцион жараёндир. Моддалар аралашмасини хроматографик ажратиш усули динамик сорбция жараёнига асосланган. Барча хроматографик усулларнинг моҳияти шундаки, таркибий қисмларга ажратиладиган модда ҳаракатчан фаза (суюқ ёки газсимон) билан биргаликда ҳаракатсиз сорбент (ҳаракатсиз фаза) қатлами орқали ўтади, ютилиши турлича бўлгани учун сорбент орқали турлича тезликда ўтади. Аралашмаларни ажратишнинг баъзи турларидан фарқли равишда хроматографик усулларнинг ўзига хос хусусияти сорбция ва десорбция жараёнларнинг сорбентнинг янги қатламларида кўп марта такрорланишидадир. Бу эса ажратишнинг жуда самарали бўлишини таъминлайди. Демак, хроматография аралашмаларни ажратишнинг динамик, сорбцион усули бўлиб, у моддаларни икки фаза орасида тақсимланишига асосланган (фазалардан бири ҳаракатчан бўлиб,

иккинчиси қўзғалмас) ва сорбция ҳамда десорбция жараёнларининг кўп марта такрорланиши билан боғлиқ.

Хроматографик усулларни классификациялашнинг турли йўллари мавжуд.

1. Қўзғалмас ва ҳаракатчан фазаларнинг физик табиатига қараб суюқлик хроматографияси (ҳаракатчан фаза суюқ бўлганида) ва газ хроматографияси (ҳаракатчан фаза газ бўлганида). Суюқлик хроматографиясини ўз навбатида қўзғалмас фазанинг агрегат ҳолатига қараб қаттиқ-суюқ фазали хроматографияга (ҚСХ) (қўзғалмас фаза қаттиқ модда) ва суюқ-суюқ фазали хроматографияга (ССХ) (қўзғалмас фазаси суюқлик) ажратиш мумкин. «Суюқлик-суюқлик» хроматографияси (ССХ) кўпинча, тақсимловчи хроматография, деб юритилади.

Газ хроматографияси қўзғалмас фазанинг агрегат ҳолатига қараб «газ-адсорбцион» (ГАХ) ва «газ-суюқлик» хроматографиясига (ГСХ) ёки газ тақсимловчи хроматографияга бўлинади.

2. Сорбция механизмига қараб хроматография молекуляр ва хемосорбцион хроматографияга бўлинади. Молекуляр хроматографияда қўзғалмас фаза(сорбент) билан ажратилаётган аралашманинг таркибий қисмлари орасидаги ўзаро таъсир кучлари табиати бўйича молекулалараро Ван-дер-Вальс кучларидир. Хемосорбцион хроматографияга ион алмашиш, чўктириш, комплекс ҳосил қилиш (ёки лиганд алмашиш), оксидланиш-қайтарилиш хроматографияси киради. Хемосорбцион хроматографияда тегишли кимёвий реакциялар сорбцияга сабаб бўлади.

3. Хроматографиялаш усуллари бўйича фронтал, очилтириш (элюент) ва сиқиб чиқариш хроматографияларига бўлинади. Таҳлилий кимёда кўпинча, очилтириш усули қўлланилади.

4. Бажариш техникаси бўйича колонкали (найли) хроматография (қўзғалмас фаза найда жойлаштирилган) ва юза қоғоз хроматографияси ҳамда юпқа қатламли хроматографияларга (қўзғалмас фаза сорбент қоғоз

варағига ёки шиша ва металл пластинкага юпқа қатлам қилиб жойлаштирилган) ажратилади.

Хроматографик таҳлилнинг моҳияти қуйидагилардан иборат. Колонкага (сорбентнинг юпқа қатламига, ёки қоғоз лентага) ажратиладиган аралашмадан озгина (қўзғалмас фаза сиғимидан жуда кичик ҳажмда) солинади. Аралашманинг таркибий қисмлари сорбентнинг юқори қатламларида (текис юзадаги хроматографияда эса намуна солинган жойда) ютила бошлайди. Бунда яхши ютилмайдиган компонент колонка бўйлаб кейинги қатламларга (қоғозда доғнинг чеккалари томон) яхши ютиладиганларига нисбатан каттароқ тезлик билан ўтади. Дастлабки хроматограмма ҳосил бўлади, унда аралашма таркибий қисмларга ҳали тўлиқ ажралмаган бўлади. Аралашмани таркибий қисмларига тўлиқ ажратиш учун дастлабки хроматограммани очилтириш (аралашма таркибий қисмларини эритувчида эритиш) керак. Бунинг учун хроматографик колонка бирор эритувчи билан ювилади. Хроматограмма очилтирилганда аралаш зоналар алоҳида зоналарга ажралади, уларнинг ҳар бирида алоҳида модда бўлади, кейин бу зоналар колонка бўйлаб аралашиб кетади.

Бунда қўзғалмас ва ҳаракатчан фазалар орасида тақсимланиш коэффициенти катта бўлган моддалар колонка бўйлаб тезроқ ҳаракатланади ва колонка ҳаракатчан фаза билан етарли даражада ювилганда колонкадан биринчи бўлиб чиқади. Колонкадан чиқаётган элюат филтрат таркибида аралашманинг алоҳида компонентлари бўлади, уларни бирор идишга йиғиш ва мос келувчи усуллар билан текшириш мумкин.

Ҳар қандай сорбция жараёнининг ўзига хос тақсимланиш константаси ($K_{\text{тақс.}}$) бўлади. Бу константа маълум бир шаклдаги модданинг қўзғалмас фазадаги мувозанат концентрациясининг (C_1) модданинг ҳаракатчан фазадаги концентрациясига (C_2) нисбатидан иборат;

$$K_{\text{тақс}} = C_1 / C_2$$

Хроматографияда аниқланувчи модда иккала фазада ҳам бўлиши мумкин. Бу ҳолда тақсимланиш коэффициенти K_D аниқланувчи модда А нинг мувозанат ҳолатида фазалар орасида тақсимланишини белгилайди ва қуйидаги ифодаловчи коэффициентдан фойдаланилади:

$$K_D = C_{A_{\text{қўзғ.}}} / C_{A_{\text{ҳар.}}}$$

бунда $C_{A_{\text{қўзғ.}}}$ ва $C_{A_{\text{ҳар.}}}$ турли шакллардаги А модданинг (микдорининг) тегишлича қўзғалмас ва ҳаракатчан фазалардаги умумий таҳлилий концентрацияси. Тақсимланиш коэффициенти аниқланувчи модда табиатига, қўзғалмас ва ҳаракатчан фазалар табиатига, ҳароратга, рН га, суюқлик хроматографиясида эса эритманинг концентрацияси ва ион кучига боғлиқ бўлади.

Айни модда зонасининг ҳаракатланиш (силжиш) тезлиги тақсимланиш коэффициенти K_D га тескари мутаносибдир. K_D нинг қиймати катта бўлганда модданинг кўпроқ қисми ҳаракатсиз фазада бўлиб, жуда секин силжийди. K_D кичик бўлганида модда колонка бўйлаб ҳаракатчан фаза билан бирга тез ҳаракатланади. K_D қиймати турлича бўлган ҳар қандай иккита модда турли тезлик билан ҳаракатланади ва бу хроматографик ажратиш усулининг асосий омили ҳисобланади.

Суюқлик-адсорбцион хроматография. 50-йилларнинг охирида детекторлашнинг жуда сезгир усуллари пайдо бўлиши ва полимерлар асосида янги селектив адсорбентлар яратилиши натижасида суюқлик-адсорбцион хроматография эритмалардаги кўп компонентли аралашмаларни ажратиш ва текширишнинг жуда сезгир, анча танловчан ва тезкор усули бўлиб қолди. Юқори босимларни қўллаш жорий этилиши билан усулнинг амалий аҳамияти янада ошди.

Суюқлик-адсорбцион хроматография ишлатилувчи асбоблари бўйича икки вариантда: колонкали ва юпқа қатламли вариантларда бажарилиши мумкин. Улар бир қатор муҳим хусусиятлари бўйича бир-биридан кескин фарқланади.

Суюқлик хроматографияси кўпинча нефт ва газ маҳсулотлари таркибини ўрганишда, органик кимё технологияси ва таҳлилда қўлланилади. Масалан, бу усул билан нефт, керосин, бензин углеводородларнинг таркиби аниқланади, цис- ва транс- изомерлар, алкалоидлар ва бошқалар яхши ажратилади. Суюқлик хроматографияси бўғланмайдиган ва беқарор бирикмаларни ажратиш, таҳлил қилиш ва текшириш усуллари ишлаб чиқишда айниқса катта аҳамият касб этади.

1970- йилларнинг бошларида юқори самарали суюқлик хроматографияси- ЮССХ (юқори босимли суюқлик хроматографияси, тезкор суюқлик хроматографияси) ривожлана бошлади. ЮССХ усуллари ишлаб чиқишга газ хроматографияси усуллари билан таркибий қисмларга ажратишнинг иложи бўлмаган, юқори ҳароратда (400° дан юқори) қайнайдиган ва беқарор бирикмаларни таҳлил қилиш зарурати, шунингдек, колонкали суюқлик хроматографияси самарадорлигини ошириш зарурати туртки бўлди.

Амалда Россиянинг «Химавтоматика» бирлашмасининг Держжинский шахридаги филиали томонидан ишлаб чиқарилган «Цвет-300», «Цвет-3000» серияли хроматографлар қулай ва самарали эканлигини кўрсатди.[3]

Хроматографни тармоққа улаш ва иш режимига ўтказиш асбобнинг ҳар бир конкрет маркаси учун тузилган йўриқномага биноан бажарилади. Асбоб қуйидагича ишлайди: юқори босим насоси термостатга ўрнатилган колонка орқали элюентнинг ростланадиган оқими ўтишини таъминлаб боради. Текширилувчи намуна шприц ёрдамида жумрак орқали элюент оқимига киритилади. Бунда намуна киритиш пайтида асбобнинг тузилишига қараб элюент оқими ё тўсилади ёки тўсилмайди. Намуна киритилиб бўлгач, элюент 12 МПа гача босим остида колонкага киритилади, колонкада аралашма таркибий қисмларга ажратилади. Колонкадан чиқувчи оқим детекторга йўналтирилади ва унда аралашмадаги ҳар бир компонентнинг оптик зичлиги ёки нур синдириш

кўрсаткичи қайд этилади. Хроматографик чўққиларни автомат электрон потенциометр ёзиб боради.

Юпқа қатламдаги хроматография. Юпқа қатламдаги хроматография усули рус олимлари Н. А. Измайлов ва М. С. Шрайберлар томонидан 1938-йилда ишлаб чиқилган бўлиб, ҳозирги замонда нефт ва газ таркибини шунингдек органик кимёда қўлланилувчи таҳлил усулларининг энг муҳимларидан бири ҳисобланади ва аорганик бирикмалар таҳлилида ҳам тобора жадал қўллана бошламоқда.

Агарда сорбент колонкада эмас, пластинкада юпқа қатлам ҳолида жойлаштирилган бўлса, хроматография турларидан бири бўлган юпқа қатламдаги хроматография вужудга келади.

Шиша, металл ёки пластмассада тайёрланган пластинка юзасига сорбент юпқа қатлам ҳолида жойлаштирилади. Сўнгра пластинка четидан 2-3 см қолдириб, таркибида таҳлил қилинадиган модда бор суюқлик томизилади, суюқлик томизилган жой **“старт чизиги”** дейилади. Пластинканинг старт чизигидан пастки чети ҳаракатчан фаза вазифасини бажарувчи эритувчига ботирилади. Капилляр кучлар таъсирида эритувчи сорбентнинг юпқа қатлами бўйлаб силжийди ва текширилувчи аралашманинг компонентларини сорбент-сорбат системасининг хоссаларига мос равишда турли тезликда силжитади. Бунинг натижасида моддалар аралашмаси таркибий қисмларга ажралади.

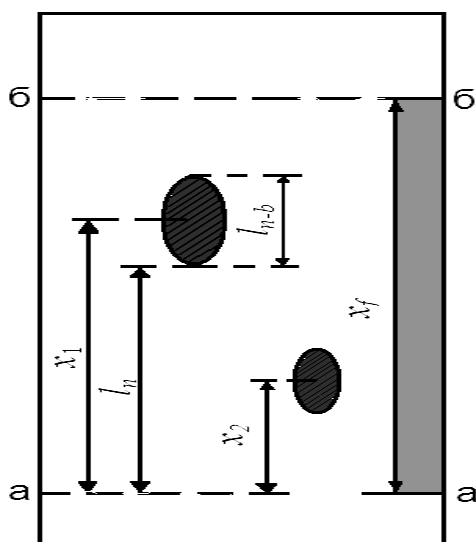
Сорбентнинг юпқа қатламидаги хроматографик кўчириш колонкадаги сингари ҳаракатчан суюқ фазанинг қўзғалмас ташувчи қатлами бўйлаб ўтиши ва ажратилаётган аралашма компонентларининг қатлам бўйлаб турли тезликда кўчиши туфайли содир бўлади. Аммо юпқа қатламда ажратилаётган аралашма моддалари колонкадаги сингари фақат бўйлама йўналишда эмас, балки кўндаланг йўналишда ҳам диффузияланади. Бундан ташқари, ҳаракатчан фаза юпқа қатламда капилляр кучлар туфайли силжийди.

Юпқа қатламдаги жараёни икки ўлчамли деб ҳисоблаш керак. Бунда кўндаланг йўналишдаги диффузион масса узатиш бўйлама диффузия билан деярли бир хил бўлади.

Юпқа қатламдаги хроматография (ЮҚХ) нинг асосий хусусиятлари. Юпқа қатламдаги сорбент-сорбат системасининг сорбцион хоссаларини тавсифлаш учун ҳаракатчанлик R_f тушунчаси киритилади. Ҳаракатчанлик қатламдаги модда зонаси марказининг ҳаракатланиш тезлиги u_k нинг эритувчининг ҳаракатланиш тезлиги (u_f) га нисбати билан аниқланади:

$$R_f = \frac{u_k}{u_f}$$

Бу катталикларни бевосита ўлчаш қийин бўлгани сабабли модда зонасининг старт чизиғидан то зона марказигача ўтган масофа x_1 нинг эритувчи томонидан шу вақтнинг ўзида ўтилган масофа X_f га нисбати R_f деб олинади (2.6-расм). X_f старт чизиғидан бошлаб тажриба охирида эритувчи етган чегарагача бўлган масофага тенг:



$$R_f = \frac{x_1}{x_f}$$

2.6-расм. Юпқа қатламда хроматографиялаш катталикларини ўлчаш схемаси.

Равшанки, x_1 x_f дан катта бўлиши мумкин эмас. Шу сабабли қийматлари ноль билан бир орасида бўлади.

Агар турли моддалар учун x_1 нинг қийматлари бир хил бўлмаса, унда R_f нинг қийматлари ҳам турлича бўлади. Демак, R_f сорбат-сорбент системаси учун сорбцион характеристика вазифасини ўташи мумкин ва тажриба шароитида айна сорбент ҳамда эритувчи учун ўзгармас катталикдир.

Берилган модданинг ҳаракатчанлигини стандарт тарзида қабул қилинган маълум модданинг ҳаракатчанлиги билан таққослаш мумкин, бунда:

$$R_{f.нисб.} = R_{f.x} / R_{f.СТ.}$$

Колонкали хроматографияда колонканинг самарадорлиги назарий тарелкалар сони n орқали аниқланади, R_f қийматини n қийматлари билан боғлаш мумкин, бу ҳолда:

$$k_f = \frac{R_{f1x1} - R_{f1x2}}{\sqrt{R_{f1x1}} - \sqrt{R_{f2x2}}} \sqrt{n}$$

бўлади. Бунда: R_{f1x1} ва R_{f1x2} -ажратилувчи аралашмадаги икки қўшни компонентлар ҳаракатчанликларининг қийматлари; k_f -юпка қатламда ажратиш коэффиценти: у аралашмадаги икки қўшни компонентнинг ажралиш даражасини кўрсатади. Агар $R_{f1x1} = R_{f1x2}$ бўлса, унда $k_f = 0$ бўлади.

Назарий тарелкалар сони n ЮҚХ усули билан аниқланиши мумкин. Бунинг учун айни модданинг старт чизиғидан шу модда зонасинигача ҳосил қилган доғнинг қуйи чегарасигача бўлган масофа l_n ни ўлчаш ва шу доғнинг қуйи чегарасидан юқори чегарасигача бўлган масофа $l_{n-в}$ ни ўлчаш керак. Бунда назарий тарелкалар сони n қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$n = 16 \cdot \left(\frac{\ln}{\ln - \epsilon} \right)^2.$$

Назарий таҳлил R_f нинг қиймати кичкина бўлганида ва таҳлил вақти қисқартирилганда сорбентдаги модда зонасининг ювилиб кетиши максимал бўлишини, демак, модда концентрацияси максимал бўлишини ва таҳлилнинг сезгирлиги ортишини кўрсатади. Юпка қатламдаги донча диаметрининг кичрайиши таҳлил вақтининг чўзилишига олиб келади ва диффузион ювилиб кетишини кучайтиради.

Ҳозирги вақтда ЮҚХ аналитик кимёнинг муҳим усулларида бири ҳисобланади. У мураккаб аралашмаларни таҳлил қилишда тенги йўқ усулдир. Бажариш услуби ва ишлатилувчи асбоблари жиҳатидан содда, тезкор бўлиб, таҳлил қилиш учун модда кўп миқдорда талаб этилмайди.[5]

Сууюқлик-сууюқлик хроматографияси. Сууюқлик-сууюқлик хроматографияси моҳияти бўйича газ-сууюқлик хроматографиясига яқиндир. Бунда ҳам қаттиқ ташувчи юзасида сууюқ фаза пардаси ҳосил қилинади ва шундай сорбент билан тўлдирилган колонка орқали сууюқ эритма ўтказилади. Хроматографиянинг бу тури сууюқлик-сууюқликда тақсимланиш хроматографияси ёки соддароқ қилиб, **тақсимланиш хроматографияси** дейилади. Қуруқ ташувчи юзасидаги сууюқлик қўзғалмас сууюқ фаза, сорбент орқали ўтадиган эритувчи эса сууюқ ҳаракатчан фаза деб аталади. Сууюқлик-сууюқлик хроматографияси колонкада (колонкали варианты) ёки қоғозда ўтказилиши (қоғоздаги хроматография) мумкин.

Қоғозда тақсимланиш хроматографияси. Қоғозда хроматографиялашда қўзғалмас сууюқ фаза ташувчиси сифатида ўзининг ғовақларида анчагина миқдорда сууюқликни тутиб тура олувчи қоғознинг махсус навлари ишлатилади. Колонкали вариантдаги сингари бунда ҳам икки турдаги қоғоздан: ғовақларида сувни тутиб турадиган гидрофил ва махсус йўл билан тайёрланган ҳамда қутбсиз органик сууюқликларни тутиб турадиган гидрофоб қоғоздан фойдаланилади.

Қоғозда хроматограммалар олиш усуллари юпқа қатламдаги хроматография усулларига ўхшаш бўлади.

Қоғоздаги хроматографиянинг муваффақиятли қўлланилиши тақсимланиш коэффициенти турлича бўлган сууюқ фазалар хилининг кўплиги ва баъзи бошқа афзалликларидан ташқари ажратилувчи аралашмага бир вақтнинг ўзида ёки кетма-кет электр майдонини таъсир эттириш мумкинлиги туфайлидир. Бу усул *электрофоретик хроматография* деб аталади.

Хроматографиялаш электрофорез билан бирга олиб борилганда текширилувчи аралашма томчиси томизилган қоғоз тасмасига электролит эритмаси шимдирилади ва доимий ток манбаига уланадиган электродлар орасига жойлаштирилади. Бир вақтнинг ўзида ҳаракатчан фаза ҳам силжий бошлайди. Электрофорез тугагач, қоғозни асбобдан чиқариб қуритилади ва

кўтарилиб боровчи ёки пасаяовчи хроматография усулида хроматографиялаш камерасига ўтказилади. Хроматографиялаш тугагандан сўнг қоғоз очилтирилади ва миқдорий ҳамда сифат таҳлили ўтказилади. Бундай усул таҳлил вақтини анча қисқартиради ва аралашмани таркибий қисмларга яхшироқ ажратилишини таъминлайди.

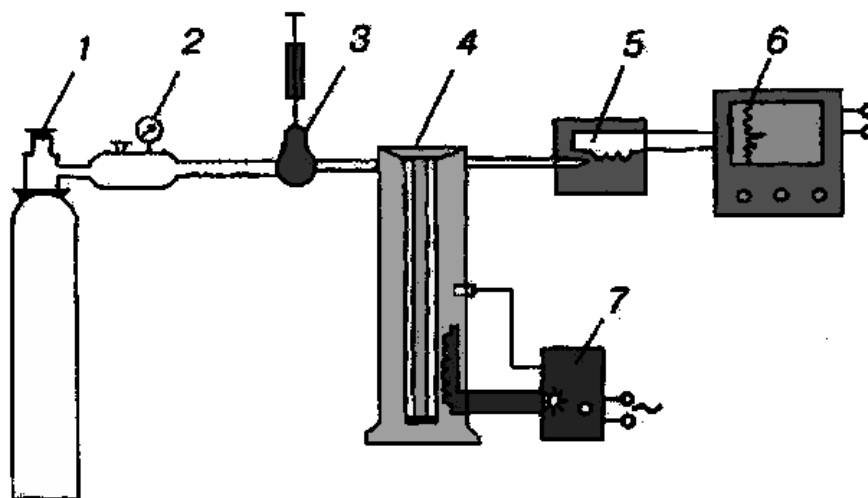
Хроматографиялаш қоғози. Хроматографиялаш қоғози кимёвий тоза ва нейтрал бўлиши, текширилувчи аралашмани ва ҳаракатланувчи фазани адсорбиламаслиги, зичлиги бир хил бўлиши ва ҳаракатчан фазаннинг маълум тезликда силжишини таъминлаши керак. Қоғознинг ички тузилиши ва ундаги толаларнинг қандай йўналишда жойлашганлиги муҳим аҳамиятга эга. Одатда ишлатилувчи қоғознинг навлари гидрофил бўлади қуруқ ҳолатда таркибида 20 -22 % сув бўлади, бу миқдор қўзғалмас фаза сифатида сув ишлатиладиган тажрибалар учун етарлидир. Бунда ҳаракатчан фаза сифатида сувда эримайдиган суюқликлар ишлатилади.

Қоғоз хроматографиясида миқдорий аниқланишлар ҳам ЮҚХ даги сингари ё хроматографик характеристикалар (хроматограммадаги доғ сатҳи ва унинг бўйлиш жадалликлиги) бўйича ёки ювиб чиқариш усули билан бажарилади. Кўпинча, хроматограмма доғлар сонига қараб бир неча алоҳида қисмларга кесиб олинади, ҳар бир доғ тегишли эритувчида эритилади ва ажралиб чиққан модда эритмаси мос келувчи (фотометрик, полярографик ва бошқа.) усул билан аниқланади.

Газ хроматографияси таҳлил усули. Ҳозирги пайтда энг муҳим хроматография усуллари газ-қаттик модда хроматографияси, газ-адсорбцион хроматография (ГАХ, бунда қўзғалмас фаза сифатида қаттик адсорбент ишлатилади) ва газ-суюқлик хроматографиясидир (ГСХ, бунда қаттик сорбент доначалари юзасидаги суюқлик пардаси қўзғалмас фаза бўлади).

Газ хроматографиясида текширилувчи аралашманинг таркибий қисмлари (компонентлари) газ фаза билан қаттик ёки суюқ фазалар

орасида тақсимланади. Газ хроматографиясида ҳаракатчан фазани газ ёки буғ ташкил қилади.



2.7-расм. Газ хроматографияси схемаси.

1-ташувчи газнинг доимий оқим манбаи, 2-газ оқими ростлагичи, 3-текширилувчи намуна миқдорини ўлчаб киритиш учун дозаловчи мослама (дозатор), 4-термостатланган хроматография колонкаси, 5-детектор, 6-ўзиёзар мослама, 7-колонкали иситиш блоки.

Газ хроматографиясини ўтказишда маълум ҳароратгача қиздирилган ташувчи газ оқимида таҳлил қилинадиган намуна киритилади. Намуна таркибидаги моддалар ташувчи газ оқими дабуғланиб, термостатланган, қўзғалмас фазали (адсорбентли) колонкага киради. Колонкадаги адсорбентда газсимон моддалар аралашмасининг кўп марта такрорланувчи адсорбция ва десорбция (ёки суюқлик пардасида эриш ва ажралиб чиқиш) жараёнлари содир бўлади. Бунда мураккаб аралашманинг таркибий қисмларга ажратилиши текширилувчи моддаларнинг фазалар орасида тақсимланиш коэффициенти ёки адсорбцияланиш коэффициенти билан аниқланади. Колонкадан чиқишда аралашма алоҳида моддаларга ажралаиб, газ оқими билан бирга детекторга киради.

Газ хроматографиясининг бир тури бўлган капилляр хроматографияда аралашмани таркибий қисмларга ажратиш самарадорлиги анча катта бўлади. Бу усулда хроматографик колонка сифатида диаметри $\text{ОД}-0,5 \text{ мм}$

ва узунлиги бир неча ўнлаб метр бўлган капиллярлардан фойдаланилади. Бунда капиллярлар қаттиқ ташувчи вазифасини бажаради. Уларнинг ички деворлари қўзғалмас суяқ ёки қаттиқ фаза пардаси билан қопланган бўлади. Капиллярлар узунлигининг катталиги ва диаметрининг кичиклиги аралашмаларнинг таркибий қисмларга яхши ажратилишини, хроматографиялашни катта тезликда олиб боришни ва газ хроматографиясининг жуда сезгир бўлишини таъминлайди.

Капилляр хроматографиянинг асосий қийинчиликлари катта узунликдаги ингичка капиллярларни тайёрлаш, уларнинг деворларида суяқ ёки қаттиқ фазанинг юпқа қатламини ҳосил қилиш ва намуна компонентларининг микро миқдорларини детекторлашдан иборат.

Капиллярлар мисдан, алюминийдан, шишадан, зангламайдиган пўлатдан, пластмассалардан ясалади. Кимёвий моддалар таъсирига барқарорлиги, тозаллиги ва тайёрлаш осонлиги туфайли шишадан тайёрланган капилляр калонкалар амалда кўп ишлатилади. Зарурий узунликда тайёрланган капилляр барабан ёки кассетага ўралиб, ички юзасига қўзғалмас суяқ фаза қопланади ва газ хроматографиянинг термошкафига жойлаштирилиб, асбобнинг газ занжирига уланади.

Капилляр колонка деворининг ички юзасига қоплаш учун дастлаб суяқ фаза танланади, у деворни яхши хўллайдиган ва аралашманинг таркибий қисмлари яхши ажратилишини таъминлайдиган бўлиши керак. Аввал капилляр калонка ҳаракатчан органик эритувчи билан босим остида ювилади, сўнгра куруқ азот оқимида қурилади. Капилляр калонканинг ички юзасини қоплаш учун ишлатиладиган қўзғалмас фаза учувчан эритувчида эритилади ва эритманинг озгина миқдори газ босимидан фойдаланиб калонка орқали ўтказилади. Эритма капиллярнинг ички деворини хўллайди, ва азот оқими билан ювилгандан кейин эритувчи буғланиб кетгач капилляр девори қўзғалмас суяқ фазанинг юпқа қатлами билан қопланиб, қолади. Суяқ қўзғалмас фазалар сифатида юқори ҳароратларда қайнайдиган углеводородларсквалан, октадецен, вазелин

мойи, кремний-органик бирикмалар циликон мойлари циклоксанлар ва бошқалар ишлатилади.

Капилляр хроматографиясида детекторлаш системаларнинг сезгирли юқори (10^{10} г/с гача), ишчи камерасининг ҳажми кичик бўлиши керак. Кўпинча, алангали - ионизацион турдаги микродетекторлар (сезгирлиги 10^{-15} г/с гача), крокатарометрлар (10^{-12} г/с гача) ва электрокондукториметрик микродетекторлар (сезгирлиги 10^{-12} г/с гача) ишлатилади.

Амалда қўлланилиши. Газ хроматографиясининг амалда кенг қўлланилиши ва катта аҳамиятга сабаб шуки, унинг ёрдамида мураккаб газ аралашмаларнинг алоҳида компонентларини таққослаб аниқлаш ва миқдорий жиҳатдан аниқлаш мумкин, таҳлилни бажариш кўп вақт талаб этмайди ва усул етарли даражада универсалдир. Газ хроматографияси препаратив мақсадларда физик-кимёвий тадқиқотлар ва бошқа соҳаларда қўлланилганда яхши натижалар беради.

Газ хроматографияси усули билан нефт газлари, кон газлари, ҳаво, асосий кимёвий маҳсулотлар, органик синтез саноатининг маҳсулотлари, нефт ва уни қайта ишлаш маҳсулотлари таҳлил қилинади. Газ хроматографияси усуллари баъзи элементларнинг изотопларини ажратиш учун ҳам яроқлидир. Газ хроматографиясидан биологияда, тиббиётда, ёғочни қайта ишлаш технологиясида, озиқ-овқат саноатида, баъзи юқори ҳароратли жараёнлар технологиясида фойданилади.

Газ хроматографиясидан суюқликларни хроматографик колонкада Буг ҳолига айлантириб таҳлил қилиш учун ҳам фойдаланиш мумкин. У ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришда ҳам қўлланилади.

Газ хроматографияси, шунингдек, адсорбентларнинг турли хоссалари (солиштира сиртини) ва адсорбатлар (ютилувчи газлар) хоссаларининг (диффузия коэффиценти) ҳамда адсорбент-адсорбат системалар хусусиятларини (адсорбция иссиқлиги ва изотермаси), моддаларнинг бошқа хоссаларини, реакциялар кинетикасини ва бошқаларни аниқлашда кенг қўлланилади.

Газ хроматографиясидан кўп компонентли мураккаб аралашмаларини таҳлил қилишда, микрокушимчаларини аниқлашда, учувчан бўлмаган бирикма (полимерлар) таҳлилида элемент таҳлили ва бошқаларда ҳам фойданилади.

Капилляр хроматография усулида жуда нозик аралашмаларни ҳам таркибий қисмларга ажратиш мумкин. Масалан, капилляр хроматография усули воситасида 15-20 бирикмадан ташкил топган изомер углеводородлар

аралашмасини бир неча минутда таркибий қисмларга ажратиш ва миқдорий аниқлаш мумкин.

Капилляр хроматографиянинг афзалликларидан яна бири жараёни амалга ошириш учун газдан жуда оз ҳажмда зарур бўлишидир.

2.15-жадвал.

Хроматография натижалари

Номи	% хажм и.	% об. УВ	ММ УВ		иссиқли к.	г/м ³	мас.м ик.газ
М е т а н	90,77	94,41	15,147	0,5034	7243,4	605,71	14,562
Э т а н	3,90	4,06	1,220	0,0408	557,7	48,78	1,173
П р о п а н	0,85	0,88	0,390	0,0132	175,7	15,592	0,375
і - Бутан	0,20	0,21	0,121	0,0041	54,6	4,836	0,116
п - Бутан	0,23	0,24	0,139	0,0048	62,5	5,561	0,134
і - Пентан	0,06	0,06	0,045	0,0016	20,6	1,801	0,043
п - Пентан	0,06	0,06	0,045	0,0016	20,6	1,801	0,043
Г е к с а н	0,04	0,07	0,060	0,0012	15,4	1,434	0,034
Г е п т а н	0,02	0,00	0,000	0,0007	8,9	0,834	0,020
О к т а н	0,01	0,01	0,012	0,0004	5,1	0,475	0,011
А з о т	0,61			0,0059			0,171
СО	3,18			0,0486			1,400
Н ₂ С	0,07			0,0008	3,6		0,024
Кислород	0,000						
Жами:	100,0	100,0	17,179	0,6270	8168,3	6,344	18,106

Гель хроматографияси. Бу хроматографиянинг мутлақо ўзига хос тури бўлиб, молекулаларнинг ўлчамлари орасидаги фарқдан фойдаланишга асосланган. У гель хроматографияси ёки элак хроматографияси дейилади.

Гель хроматографиясида тақсимланиш хроматографиясидан фарқли равишда кўзгалмас ва ҳаракатчан фаза сифатида битта суюқлик-эритувчининг ўзи хизмат қилади. Бунда қаттиқ ташувчи қатлами гель доначаларини ювиб ўтадиган суюқлик ҳаракатчан фаза вазифасини ўтаб, ажратилувчи аралашма компонентларини колонка бўйлаб силжитади. Шу суюқликнинг бошқа қисми гель доначаларининг ғовакларига жойлашиб, кўзгалмас фаза вазифасини бажаради.

Аралашма таркибидаги молекулалар ўлчамлари жиҳатдан турлича, гель ғовакларининг диаметри эса ўзгармас бўлганида моддалар аралашмаси таркибий қисмларга ажралади. Бунда ўлчамлари гель ғовакларининг диаметридан кичикроқ бўлган молекулалар гелда тутилиб қолади. Текширилувчи аралашма филтрланганда майдароқ молекулалар гель ғовакларига кириб, шу ғоваклардаги эритувчида тутилиб қолади ва гель қатлами бўйлаб ғовакларга киролмаган йирикроқ молекулаларга нисбатан секинроқ ҳаракатланади. Гель хроматографияси моддалар аралашмасини шу моддалар молекулаларининг ўлчамлари ва массаларига боғлиқ равишда ажратиш имконини беради. Аралашмаларни ажратишнинг бу усули анча оддий, тезкор ва энг муҳими бошқа хроматографик усуллардан осонроқ шароитларда амалга оширилиш имкони билан фарқланади.

Гель хроматографиясида табиати ва хоссалари жиҳатдан турлича бўлган ҳар хил геллардан фойдаланилади. Улар юмшоқ, ярим қаттиқ ва қаттиқ гелларга бўлинади. Буларнинг ҳар бири гидрофил ёки гидрофоб бўлиши мумкин.

Гель хроматографиясида ишлатиладиган эритувчилар аралашманинг барча компонентларини эрита олиши, гель сиртини ҳўллайдиган бўлиши

ва гелда адсорбиланмаслиги керак. Гель ғовакларини ва гель доначалари орасидаги, бўшлиқни тўлдирувчи эритувчилар хроматографияланувчи моддаларнинг молекулалари билан бир хилда ўзаро таъсир этиши керак. Шунда эриган моддаларнинг ғовакларга кириши фақат диффузияланиш туфайли бўлади.

Эритувчининг қовушоқлиги ҳам катта аҳамиятга эга, масса алмашиниши тезлиги ана шунга боғлиқ. Диффузияланиш коэффиценти кичик бўлган юқори молекуляр бирикмаларнинг эритмалари учун эритувчининг қовушоқлиги айниқса кичик бўлиши керак. Гель хроматографиясида эритувчи танлаш қўлланилувчи детекторлаш системасига ҳам боғлиқ.

Гель хроматографияси амалда юқори молекуляр бирикмалар аралашмаларини таркибий қисмларга ажратишда қўлланилади. Лекин ундан қуйи молекуляр бирикмалар аралашмаларини таркибий қисмларга ажратишда ҳам баъзан фойдаланилади, чунки бу усулда аралашмаларни хона ҳароратида ҳам ажратиш мумкин.

Ион алмашиш хроматографияси. Ион алмашиш хроматографияси суюқ ҳаракатчан фаза ионларини қўзғалмас фазадаги қаттиқ ёки суюқ моддаларнинг ионлари билан қайтар стехиометрик алмашинишига асосланган. Алмашина оладиган ҳаракатчан ионлари бор бундай моддалар ионитлар ёки ион алмашувчи смолалар деб аталади. Улар қаттиқ ва суюқ моддалар бўлиши мумкин. Ион алмашиниш хроматографиясида кўпчилик ҳолларда қаттиқ ионитлар ишлатилади. Алмашинувчи ионларнинг зарядига қараб ионитлар катионитлар (ёки катион алмашувчилар) ва анионитларга (анион алмашинувчилар) ажратилади. Амфотер ионитлар ҳам мавжуд бўлиб, улар бир вақтнинг ўзида ҳам катионларини, ҳам анионларини алмаштира олади.

Ион алмашувчи смолаларнинг турлари. Турли табиий ва синтетик бирикмаларнинг кўпчилиги ионитлар хоссасига эга. Улардан энг муҳимлари синтетик полимер смолалар, кўмирлар ва баъзи минерал

ионитлардир. Минерал ионитлар табиий бирикмалар бўлиб, улардан ионитлар сифатида катион алмашина оладиган кристалл силикатлар, цеолитлар ишлатилади. Цеолитлар ички тузилиши мустаҳкам бўлгани сабабли яхши букилмайди, уларнинг ионлари эса кам ҳаракатчандир. Катионлар ва катта ўлчамли молекулалар цеолитлар панжарасига кира олмайди, шу сабабли цеолитлар элаксимон хусусиятга эга бўлиб, ион ва молекуляр элактрлар сифатида ишлатилади.

Синтетик анорганик ионитларга суюқлантирилган ва гелсимон пермутитлар, активланган алюминий оксиди, титан ва цирконий асосидаги ионитлар киради. Активланган алюминий оксиди олиниш усулига қараб катионит ҳам, анионит ҳам бўлиши мумкин. Катионит олиш учун натрий алюминат эритмасига мўл углерод (IV) оксид юбориб, алюминий гидроксид тўла чўктирилади ва сўнгга олинган алюминий гидрооксид қиздирилади. Бу усулда олинган катионитга $[(Al_2O_3)_xAlO^-_3] Na^+$ формула мос келади. Унга нитрат кислотанинг 2 М эритмаси билан ишлов бериб, $[(Al_2O_3)_xAlO^+] NO_3$ формулани анионит олинади. Цирконий иониглари орасида қуйидаги формулага эга бўлган цирконий фосфат энг кўп ишлатилади: $ZrO_2 \cdot P_2O_5 \cdot 5H_2O$. У урани парчаланишида ҳосил бўлувчи элементлардан ажратиш учун ишлатилади.

Ион алмашилиш хроматографиясини элюэнт сифатида лактат, цитрат, ЭДТА ва бошқа эритмалардан фойдаланиб лантаноидлар аралашмасини таҳлил қилиш учун татбиқ этиш бу элементларни ажратишнинг самарали усулини ишлаб чиқиш имконини яратди. Олинган маълумотлар асосида лантаноидлар рудаларини қайта ишлаш технологик схемаси таклиф қилинди ва муваффақият билан амалга оширилди. Изотопларни бирбиридан ажратишнинг ион алмашилиш усуллари ҳам бор.

Ион алмашилиш усулларида эритмадаги катион ва анионларнинг умумий миқдорини аниқлашда, тоза тузларни таҳлил қилишда ҳам фойдаланилади.

Хроматография усулининг умумий хусусиятлари. Хроматография кўп компонентли аралашмаларни таркибий қисмларга ажратиш ва моддаларнинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш усули тарзида жуда кенг қўлланилади. Бу усул мураккаб таркибли суюқ ва газсимон аралашмаларни таҳлил қилишнинг самарали усулидир. Бу усулда қаттиқ моддалар суюқ ёки газсимон ҳолатга ўтказилгандан кейин таҳлил қилинади. Хроматография усули фақат кимёда ва биологиядагина эмас, балки фан ва техниканинг бошқа кўпчилиқ соҳаларида ҳам муваффақият билан қўлланилмоқда. Газ хроматографлари Венера (Зухра) атмосферасига туширилган асбобларда яхши ишлади. Таҳлилнинг хроматография усули ажратиш ва текшириш усули бўлибгина қолмай, у, шунингдек, илмий-тадқиқот усули ҳамдир.

2.16-жадвал.

Хроматографик таҳлил натижалари.

Место отбора	Условия отбора		Компонентный состав газа, %vol. / g/m ³														Мол.вес газа	Плотн. при ст. ус.	Qнизш. kcal/m ³	Qвысш. kcal/m ³
	Р	Т	C ₁	C ₂	C ₃	iC ₄	nC ₄	iC ₅	nC ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C _{5+в}	CO ₂	H ₂ S	N ₂				
Шуртан ПБАОҚ	42,0	40,0	90,66	3,98	0,83	0,20	0,23	0,07	0,04	0,05	0,03	0,02	0,21	3,23	0,00	0,66	18,139	0,7569	8173,1	9054,5
1 оч.вход Q=270			604,97	49,78	15,22	4,84	5,56	2,10	1,20	1,79	1,25	0,95	7,29							
Шуртан ПБАОҚ	31,0	40	87,01	7,29	1,03	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,16	0,00	0,46	18,594	0,7758	8212,4	9093,8
1 оч.вых.К- 1 верх			580,62	91,18	18,89	0,73	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
Шуртан ПБАОҚ	35,2	-	91,67	3,82	0,57	0,08	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,11	0,00	0,70	17,747	0,7401	8014,8	8884,9
1 оч.выход Q=270			611,71	47,78	10,46	1,93	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
Шуртан ПБАОҚ	34,0	38	91,15	3,92	0,91	0,18	0,20	0,06	0,04	0,04	0,03	0,01	0,18	2,92	0,00	0,54	18,009	0,7514	8194,2	9078,4
2 оч.вход Q=280			608,24	49,03	16,69	4,35	4,84	1,80	1,20	1,43	1,25	0,48	6,16							
Шуртан ПБАОҚ	31,0	40	87,77	6,13	0,51	0,09	0,14	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,08	4,93	0,00	0,35	18,622	0,7770	8081,298	8951,6
2 оч.вых. К-1 верх			585,69	76,67	9,35	2,18	3,38	0,60	0,30	0,36	1,25	0,48	2,98							
Шуртан ПБАОҚ	34,0	38	92,31	3,55	0,44	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,05	0,00	0,59	17,613	0,7344	7981,3	8849,6
2 оч.выход Q=280			615,98	44,40	8,07	0,97	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
Шуртан ПБАОҚ	35,0	37,0	91,98	3,69	0,41	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,26	0,00	0,60	17,684	0,7374	7968,8	8835,5
3 оч.выход Q=320			613,78	46,15	7,52	0,73	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
Шуртан ПБАОҚ	35,0	37,0	91,88	3,90	0,44	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	0,00	0,58	17,686	0,7375	7997,024	8866,2
4 оч.выход Q=290			613,12	48,78	8,07	0,97	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							

III БОБ. ФРАКЦИОН ГАЗЛАРНИНГ ТАРКИБ ЎЗГАРИШИНИ ЎРГАНИШ НАТИЖАЛАРИ.

3.1. Паст ҳароратли конденсация усулида фракциялашни ўрганиш натижалари.

Паст ҳароратли конденсация жараёнинг мақсади шундаки, газ минус 100 °C да совитилиб суюқликка айлантирилади. Сўнгра паст ҳароратли ректификация жараёни орқали конденсат таркибидан пропан-бутан, RSH ва COS ажратилиб олинади. ПБФни тозалаш махсус қурилмада олиб борилади. Газларни совитиш мақсадида турбодетандердан газларнинг кенгайиши ҳисобида олинган ҳарорат қўлланилади. Дастлаб газни H_2S , CO_2 ва намликдан тозалаш талаб этилади. Паст ҳароратли конденсация жараёни паст ҳароратли абсорбция жараёнига нисбатан 20% иқтисодий тежамкор ҳисобланади. Қолаверса товар маҳсулот сифатида этан фракцияси ҳам ажратилиб олса ади.

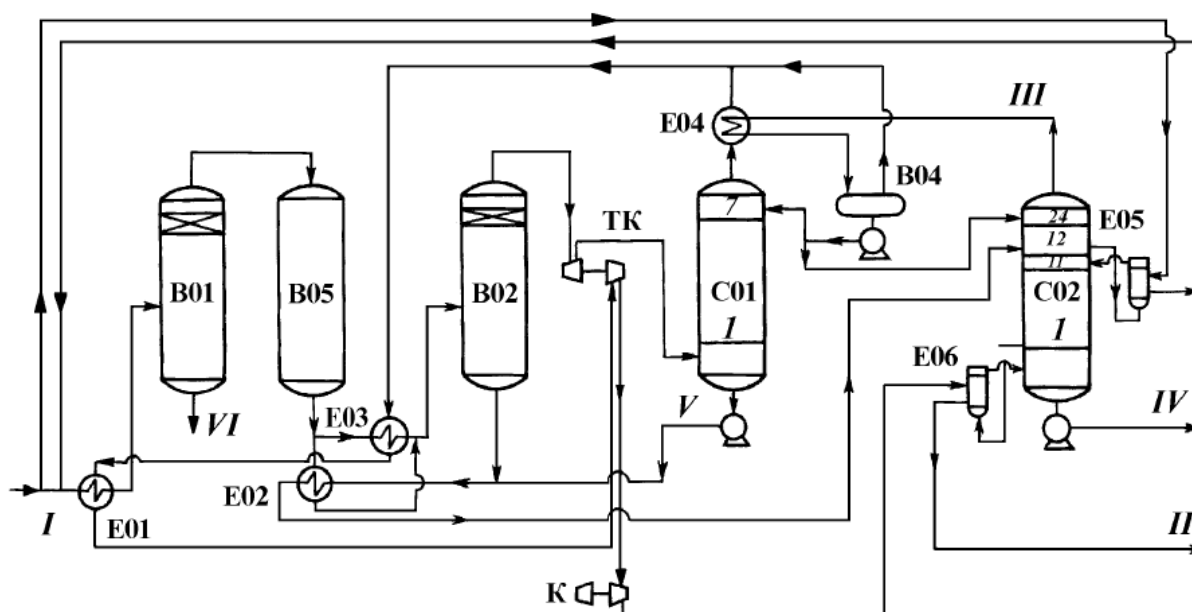
Паст ҳароратли конденсация жараёни принципиал технологик схемаси 14-расмда келтирилган. Қурилманинг мақсади, газ таркибидан меркаптанларни RSH ва углеводородларни C_{3+} ажратиш.

Асосий оқимларнинг компонентлар таркиби, миқдори ва технологик маълумотлари жадвалларда келтирилган.

Қурилма хом-ашёси аминлар ёрдамида H_2S и CO_2 дан бирламчи тозаланган газ I, BO5 – абсорберда молекуляр элақлар ёрдамида қурилади ва рекуператив иссиқлик алмашилиш қурилмасига узатилиб, ундан минус 50 °C чиқарилади ва турбодетандер ТКга узатилади. Турбодетандер ТКда газ кенгайиши ҳисобидан минус 100 °C совитилади, босим эса 6,3 МПа дан 1,85 МПа га ўзгаради. Газ-суюқлик аралашмаси абсорбер CO1 да ажратилади. Абсорберда 7 та клапанли тарелка мавжуд бўлиб колонна тепасидан этан конденцати минус 71 °C да қарама-қарши оқим билан қуйилади. CO1нинг юқори қисмидан тозаланган газ чиқазилиб совуқлигини рекуператив иссиқлик алмашилиш қурилмасига бериб, компрессор ва турбодетандер ТК узвийлигида 2,1 МПа босим билан, сўнгра буғ турбинали компрессор Кда 5,9 МПа босимда қурилмадан товар

газ сифатида чиқазилади. Товар газ таркибида RSH миқдори $400-600 \text{ мг/м}^3$ дан $10-20 \text{ мг/м}^3$.

Конденсат V CO1 колоннаси остидан деэтанизатор CO2 га узатилади ва колонна юқори қисмидан этан фракцияси ажратилади III, бунда фракциянинг бир қисми товар махсулот сифатида ва бир қисми CO1, CO2 ва CO2 колонналарида қуйилиш сифатида ажратилади. CO2 колоннасининг остки қисмидан ЕУКФ (енгил углеводородлар кенг фракцияси) IV.



3.1-расм. Паст ҳароратли конденсация жараёни принципиал технологик схемаси:

E01-E06 - иссиқлик алмашиниш қурилмалри; B01, B02, B04 - сепараторлар; B05 - қуритгич; C01 - абсорбер; C02 - деэтанизатор; TK - турбодетандер; K - компрессор; I – хом-ашё, H_2S дан тозаланган газ; II – тозаланган, товар газ; III - деэтанизация газ; IV - C_3 +юқ. фракция, RSH, COS; V - абсорбер конденсати; VI - сув конденсати (доира ичидаги ҳарфлар - тарелкалар номери)

3.1.-жадвал.**Асосий жихозларнинг ишлаш шартлари ва характеристикаси.**

Кўрсаткич	Абсорбер	Дезтанизатор
Температура, °С:		
Юқори	-100	-46
Ост	-100	75
Босим, МПа(орт)	1,85	1,80
Тарелкалар сони	7	24
Диаметр, м	3,5	2,27

3.2.-жадвал.**Қурилманинг моддий баланси ва оқимларнинг миқдорий таркиби.**

Кўрсаткичлар	Олтигугуртсизлаштирилган газ қурилмага I	Тозаланган товар газ II	Абсорбернинг остги қисмидаги маҳсулот V	Дезтанизатор юқори қисмидаги маҳсулот III	Дезтанизатор остги қисмидаги маҳсулот IV
Босим, МПа (орт)	6,3	5,7	1,85	1,8	2,7
Температура, °С	49	40	-100	-46	75
Молекуляр массаси	18,3	17	24,3	21,2	54,6
Массавий сарф кг/с	246592	209093	25444	38423	22787
Таркиб, кг-мол/с		-	-	-	-
H ₂ O	29,72	-	-	-	-
H ₂ S	0,04	0,04	0,02	0,08	-
CO ₂	2,56	2,41	0,61	1,22	-
N ₂	593,42	560,36	5,71	11,14	-
C ₁	12051,62	11378,87	657,01	1136,28	-
C ₂	389,68	352,59	213,56	659,22	15,178
C ₃	232,94	0,10	133,63	0,03	219,49
изо - C ₄	27,62	-	10,31	-	25,99
н – C ₄	54,28	-	15,69	-	51,02
изо – C ₅	34,04	-	5,23	-	31,83

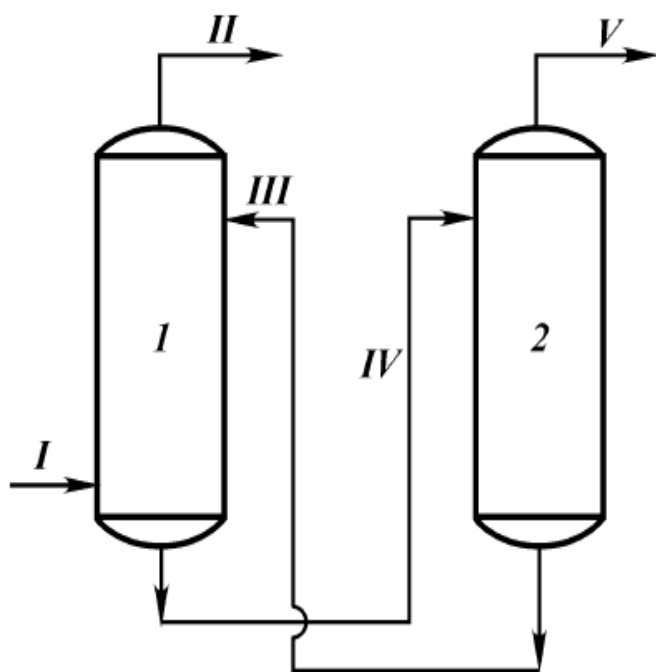
$n - C_5$	32,96	-	3,56	-	30,74
C_6	22,16	-	0,79	-	20,24
C_7	18,78	-	0,21	-	15,19
COS	3,10	0,12	1,83	-	2,79
CH_3SH	1,19	-	0,35	-	1,10
C_2H_5SH	4,05	-	0,62	-	3,82
Жами:	13498,16	12294,5	1049,2	1808,0	417,4

3.1.1. Паст ҳароратли абсорбция усулида фракциялашни ўрганиш натижалари.

Жараённинг технологик тизими схемаси 3.2-расмда келтирилган. Газ 1-абсорберда совуқ ҳолдаги углеводородли абсорбент III билан контактлашади. Тўйинган абсорбент IV 2-десорберга регенирация учун киритилади ва газ таркибидан ютилган компонентлар V чиқарилади ва регенириланган абсорбент эса совитилиб абсорбция жараёнига, 1-абсорберга қайтарилади.

Табиий газ таркибидаги меркаптанлардан тозалаш технологик тизим схемаси 17-расмда келтирилган. Асосий оқимларнинг компонентлар таркиби, миқдори ва технологик маълумотлари жадвалларда келтирилган.

Диэтанолламин ёрдамида H_2S и CO_2 дан бирламчи тозаланган газ I, 3-

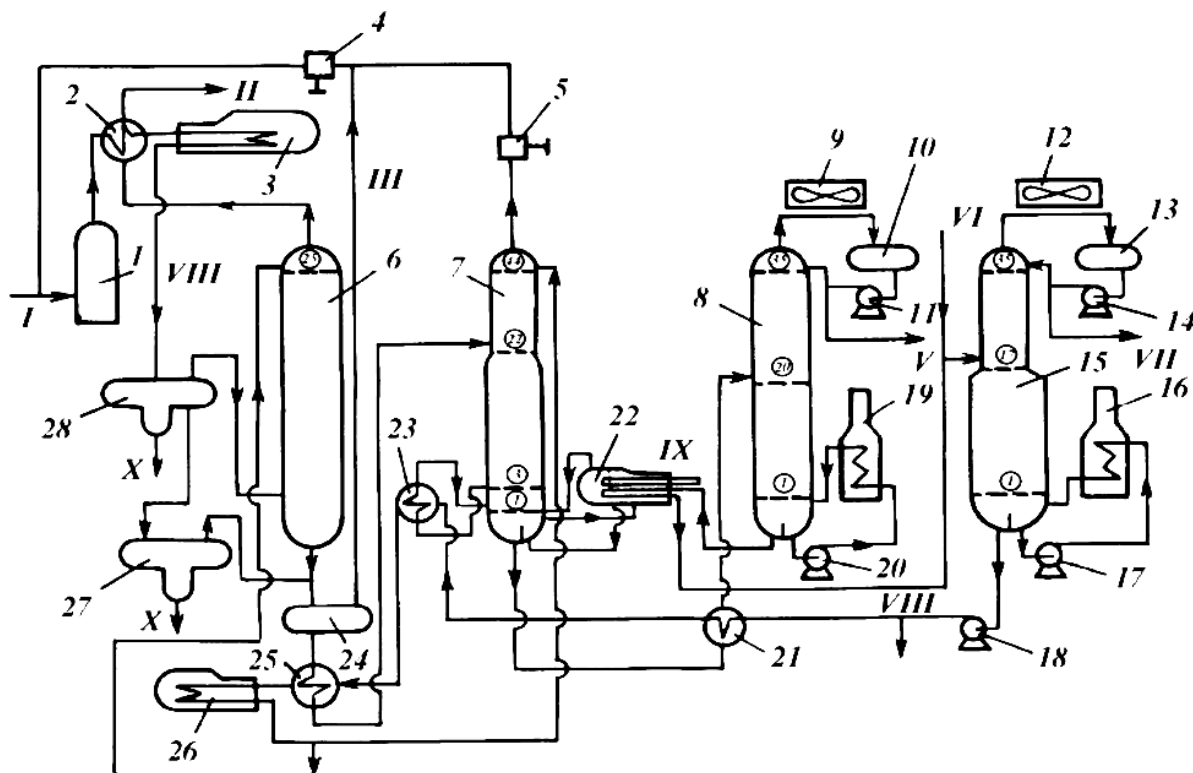


пропанли совутгичда минус 30 °C ҳароратда совитилиб 6-абсорберга узатилади. Абсорбент сифатида колонна тепа кисмидан, қарама-қарши оқим билан 2-регенератор остидан чиқарилган ва совитилган ҳолатда углеводород конденсати қуйилади.

3.2-расм. Паст ҳаро-ратли мойли абсорбция:

1 - абсорбер; 2 - десорбер; I – олтингугуртли органик моддалар сақловчи газ; II - тозаланган газ; III – регенириланган абсорбент;
IV – тўйинган абсорбент; V - газ таркибидан ютилган компонентлар

Меркаптанлар RSH ва оғир углеводородлардан тозаланган газ II, газ кувурларига узатилади, тўйинган абсорбент 24-ҳаволатгич, 7-деэтанализатор ва 8-дебутанизатор орқали 15-регенераторга узатилади. Бунда RSH ва COS пропан-бутан фракцияси таркибига ўтади, кейинчалик эса NaOH билан тозалаш босқичига, алоҳида қурилмага узатилади. Регенераторга доимий равишда тоза конденсат берилиб туради, регенератор тепа қисмидан олинган оқим конденсатни барқарорлаштириш қурилмасига, регенераторнинг остки қисмидан олинган оқим эса абсорбент VIII сифтида қўлланилади. Абсорбент таркибида системада газ билан қўшилиб келган кераксиз моддалар-парчаланиш махсулотлари, меркаптанлар, гликоллер, аминлар тўпланиб қолишини олдини олиш мақсадида, регенеририлланган абсорбентнинг 2% и доимий равишда қурилмадан чиқазилиб турилади.



3.3.-расм. Паст ҳароратли абсорбция технологик тизим схемаси:

1 - сепаратор; 2, 21, 23, 25 – иссиқлик алмашилиш қурилмалари; 3, 26 – пропанли совутгич; 4, 5 - компрессорлар; 6 - абсорбер; 7 - деэтанализатор; 8 -

дебутанизатор; 9, 12 – ҳаволи совутгич; 10, 13 – суғориш сиғими; 11, 14, 17, 18, 20 -насослар; 15 - регенератор; 16, 19 – печлар; 22 - қайнатгич; 24 - ҳаволатгич; 27, 28 - тиндиргич; I - хом-ашё, H_2S дан тозаланган газ; II - тозаланган газ; III – ҳаволатиш газлари; IV - деэтанизация газ; V - пропан-бутан фракцияси; VI – барқарор кондендат; VII – фракция, қб-130 кондендат; VIII - регенерирланган абсорбент; IX - буғ; X – сув-гликолли эритма регенерацияга; XI - гликоль (доира ичидаги ҳарфлар - тарелкалар номери)

Газларни $-30^{\circ}C$ температурада қиздиришда гидрат ҳосил бўлишини олдини олиш мақсадида 3-пропанли совутгичга берилишидан олдин газ оқимиға махсус ингибитор - этиленгликол пуркалади ва сепараторларда ажратилиб регенерациядан сўнг қайта ишлатилади.

Абсорбентнинг узатилиши $0,17 \text{ л/м}^3$ ни ташкил этганда, газ таркибидан 99% RSH , 54 % C_3 и 97% C_4 ажратилади.

3.3.-жадвал.

Қурилманинг моддий баланси ва оқимларнинг миқдорий таркиби.

Кўрсаткичлар	Хом-ашё газ I	Махсулот газ II	Абсорбент VIII	Деэтанизат ордан газ IV	Пропан- бутан фракцияси V
Босим, МПа (орт)	5,6	5,5	6,0	1,35	1,7
Температура, $^{\circ}C$	35	30	-30	16	50
Молекуляр массаси	19,07	17,72	139,90	24,18	51,38
Массавий сарф кг/с	-	-	-	-	-
Суюқлик	-	-	44489	-	38701
Буғ	293643	266463	-	28490	-
Суюқлик	-	-	60,1	-	70,7
Буғ	348127	366758	-	26378	-
Таркиб, кг-мол/с	-	-	-	-	-
C_1	13291,34	13291,34	-	617,47	-
C_2	869,94	864,50	-	440,60	5,44
C_3	320,80	145,80	-	109,45	175,0

изо - C ₄	63,29	4,97	-	4,18	58,32
н - C ₄	132,19	1,83	-	1,72	130,36
изо - C ₅	50,09	-	-	-	13,50
н - C ₅	49,16	-	-	-	0,93
C ₆	24,19	-	-	-	-
C ₇	0,18	-	-	-	-
C ₈	0,05	0,07	6,49	0,03	-
C ₉	0,01	0,09	137,98	0,24	-
C ₁₀	-	0,08	47,67	0,03	-
C ₁₁	-	-	0,08	110,41	0,03
Ароматик брикмалар	8,020	-	-	-	-
N ₂	724,32	724,32	-	4,06	-
CO ₂	0,17	0,17	-	0,08	-
H ₂ S	0,05	0,04	-	0,04	0,02
RSH	7,63	0,11	15,5	0,07	8,22
Жами:	15541,40	15034,39	318,05	1178	427,43

3.4.-жадвал.

Асосий жихозларнинг ишлаш шартлари ва характеристикаси.

Жихозлар	Температура, °C		Босим,МПа (орт)	Тарелкалар сони	Диаметр, м (юқори/ паст)
	юқор и	паст			
Абсорбер	-30	-28	5,6	25	3
Ҳаволатгич	-30	-	3	-	-
Дезтанизатор	16	136	1,35	44	1,5/2,7
Дебутанизатор	65	190	1,07	35	2,7
Регенератор	90	200	0,08	35	2,4/3,2

3.2. Шўртаннефтваз мисолида газларни фракциялаш тизимини ўрганиш натижалари

Табиий газ «Шўртаннефтваз» УШК да қазиб олиниб, олтингугуртдан тозалаш ускунасидан ўтказилиб, минус 70⁰С даражадаги намликда

қурилиб, $+45^{\circ}\text{C}$ ҳарорат ва $42\text{--}55\text{ кг/см}^2$ босим остида магистрал газўтказгич орқали пропан-бутан ажратиб олувчи қурилмага юборилади.

Аммо бугунги кунга келиб кўрсатилган параметрлар регламентга асосан олиб борилмаётганлиги аниқланди. Айниқса регламентга асосан шудринг нуқтаси -70°C бўлиши керак. Аммо бу параметер -62°C ларга кўтарилганлиги аниқланди, бу эса бирнечта муаммоларни холиб келиши аниқланди. Жумладан ;

— Қувурларда гидрат ҳосилбўлиши натижасида тикинлар ҳосил бўлиши.

— T_3 ; T_4 иссиқлик алмаштиргичларда иссиқлик алмашилиш юзаларининг гидрат билан қопланиб қалинлашиши натижасида иссиқлик алмашилиш жараёнининг ёмонлашиши.

— Трубодетандорнинг детандор қисмида суюқлик ҳосил бўлиши натижасида детандор айланувчи валида вақт бирлиги ичида айланишлар сонининг камайиши.

Аниқланган камчиликларга турлича ечимлар кўриб чиқилди ва қуйидаги назарий ечимга келинди.

Қурилмага кириш газли линиясига икки даврий ишлайдиган адсорберлар ўрнатиш. Ушбу адсорберларни эса 5Å-DW типидagi адсорбентлар билан толдириш. Нтижада қурилмага киритиладиган газ таркибида пентан ва ундан юқори фракцияларнинг луши кескин камайиши кузатилди.

Қурилмага киритиладиган газ таркиби.

3.5-жадвал.

Газ таркибидаги модданинг номи	Газ таркиби моляр улуши, %
CH_4	91,044
C_2H_6	3,792
C_3H_8	0,794
$i\text{C}_4\text{H}_{10}$	0,198
$n\text{C}_4\text{H}_{10}$	0,201
$i\text{C}_5\text{H}_{12}$	0,036

nC_5H_{12}	0,024
C_6H_{14}	0,078
$\text{C}_7\text{H}_{6+\text{B}}$	0,046
CO_2	3,163
H_2S	-
N_2	0,624
Жами:	100

Адсорберқатламида но`тга газ таркиби. 3.6-жадвал

Газ таркибидаги модданинг номи	Газ таркиби моляр улуши, %
CH_4	91,7315
C_2H_6	3,989
C_3H_8	0,924
iC_4H_{10}	0,268
nC_4H_{10}	0,281
iC_5H_{12}	0,005
nC_5H_{12}	0,002
C_6H_{14}	0,0015
$\text{C}_7\text{H}_{6+\text{B}}$	0,001
CO_2	2,163
H_2S	-
N_2	0,634
Жами:	100

Кўриниб турибдики адсорбент пентан ва ундан юқори фрактсияларни ушлаб қолиши кузатилди.

Бундан ташқари мамлакатимизда яқин кунларда Фишер-Тропша ва Хелдер-Топша технологиясига биноан Метандан синтетик ёқилғилар олишга мўлжалланган GTL заводи қурилмоқда. Шу қурилмага қабулқилинаётган газ таркиби қуйидагича.

GTL заводида қурилмага қабулқилинаётган газ таркиби; 3.7-жадвал

Компонентларнинг номланиши	Ўлчов бирлиги	Кўрсаткич		
		Ўртача	Оч	Оғир
20°Сдагизичлиги	кг/м ³	0,677	0,675	0,692
Ишчибосими	кПа	4100-4450	4100-4450	4100-4450
Ишчи температураси	°С	минимал 36, ўртача47, максимал61		
Таркиб:	Моляр улуш, %:			
метан		98,55	98,75	95,9
этан		0,47	0,23	2,5
пропан		0	0	0
н-бутан		0	0	0
и-бутан		0	0	0
изопентан		0	0	0
н-пентан		0	0	0
С6+		0	0	0
азот		0,93	0,97	1,5
СО		0,05	0,05	0,1
X ₂	ppm	15,00	10,00	20,00
O ₂	ppm	55,00	50,00	75,00
намлик (H ₂ O)	ppm	2	2	2

сероводород	мг/м ³	5,89	10	7
RSH меркаптанлар	мг/м ³	8,93	12	16
Қуйи алангаланиш ҳарорати	МДж/м ³	33,20	33,09	33,48

Жадвал маълумотларига биноан газтаркибининг Метанга бой бўлиши жараённинг регламент талаби ҳисобланади. Метандан юқори фракцияларнинг жараёнда бўлиши синтез газ олиш қурилмасидан олдин пререпормер реактори ва катализаторларини қўшимча қилиш заруратини олиб келади. Бу эса ўз новбатида иқтисодий қўп харажатга олиб келади.

ХУЛОСА

Газ аралашмаларини фракцияларга ажратиш технологиялари, жумладан паст ҳароратли ректификация, паст ҳароратли конденсация, абсорбцион усулда фракцияларга ажратиш усуллари мавжуд адабиётлар ёрдамида ўрганиб чиқилди ва келтирилди. Газоконденсатларнинг физик-кимёвий хоссаларининг тавсифи келтирилди. Шўртаннефтваз УШК мисолида газларни фракциялаш тизими тахлили олиб борилди, газларни фракцияларга ажратиш технологик схемаси ва шу схема ёзувлари келтирилди;

Газ фракцияларининг абсорбцион тозалаш тажриба қурилмаси орқали таҳлиллар олиб борилди ва таҳлил натижалари 23-жадвалда келтирилди. Адабиётлар шарҳидан ва ишлаб чиқариш объектларнинг иш фаолиятидан келиб чиқилган ҳолда тадқиқот объекtlари, турлари ва шу тадқиқотларнинг вазифалари белгиланди. Экспериментлар лойиҳаланди ва 26-жадвалга биноан жараён белгиланди. Махсулотлар миқдор тахлили: газ таркибидаги водород сульфид ва меркаптанлар, газ таркибидаги олтингугурт оксиди миқдорлари аниқланди ва меркаптанларнинг физик-кимёвий хусусиятлари, этаноламинларнинг сувли эритмаларида меркаптанларнинг эрувчанлиги ўрганилди шунингдек тажриба қурилмалари тайёрланди;

Фракцион газлар сифат тахлили: хом-ашё ва махсулотларнинг сифатий таҳлиллари, хроматографик таҳлил усулининг назарий асослари асносида хроматография усулида тадқиқодлар олиб борилди ҳамда газ фракцияларини абсорбцион ва адсорбцион тозалаш жараёни тадқиқ қилинди. Паст ҳароратли конденсация ва паст ҳароратли ректификация усулларида газларни фракциялаш ўрганилди ва натижалар 31-жадвалда шакллантирилди;

Паст ҳароратли абсорбция ва паст ҳароратли адсорбция усулларида газларнинг фракциялашни ўрганилди жараён турли параметер ва шароитларда тадқиқ қилинди. Ишлаб чиқариш объекtlари ва тадқиқот натижалари солиштирилди.

Олинган тадқиқот натижалари ишлаб чиқариш объектларига жуда яқин эканлиги аниқланди. Кўриб чиқилган ишдан газ аралашмасини фракцияларга ажратиш технологияси аралашма газ таркибига бевосита боғлиқ деган хулосага келинди. Паст ҳароратли ректификация жараёнида табиий газни фракцияларга ажратиш куш фракцига ажратишга нисбатан самарасиз деб топилди. Табиий газни паст ҳароратли фракциялашда 5A-DW цеолитларини куллаш натижасида жараённинг бориши регламент параметрларига жуда яқинлашиши аниқланди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН 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.Е. Агабеков, В. К. Косяков** НЕФТЬ И ГАЗ Технологии и продукты переработки (Ростов-на-Дону “Феникс” 2014)
5. ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА Издание второе, исправленное и дополненное **В. Д. Рябов** Москва 2004 .199с
6. А.ГГаниев, А.К.Авлиекулов, Г.А.Алмардонова **FIZIKA**(1-qism) “O`qituvchi” Тошкент 2012. 136-bet
7. “**NeftvaGaz**” Ўзбекистон журнали 3-сон 2016 йил .46-bet
8. Корхона асосий курилмаларини хавфсиз ишлатиш бўйича технологик регламентлари. «Шуртаннефтегаз» УШК, 2002й.
Мирзаев С.С., Шарипов Ж.Ш Табиий газлар фракция-ланишига тиоллар таъсирини тадқиқ қилиш
“ ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАККИЎИ ” Журнали 2017 й 1-сон, 80-85 бет
9. Мирзаев С.С., Шарипов Ж.Ш. Изучение процесса получения пропан-бутановой смеси (ППБС) //Республиканская научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов “ВНЕДРЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ – ОСНОВА РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УЗБЕКИСТАНА” Ташкент, 2018 й, с.198-200

9. «Шуртаннефтегаз» УШКнинг 2002 йилдаги Иктисодий хисоботи.
10. А.И.Скобло, Ю.К.Молоканов, А.И.Владимиров, В.А.Щелкунов. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: Учебник для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2000. - 677 с: ил.
11. С. А. Ахметов, Т. П. Сериков, И. Р. Кузеев, М. И. Баязитов. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебное пособие. Под ред. С. А. Ахметова. — СПб.: Недра, 2006. — 868 с.; ил.
12. В.И.Бондарь. Коррозия и защита материалов. Учеб. Пособие. Мариуполь: ПГТУ, 2009. – 126с.
13. Бекиров Т.М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов. М.Недра. 2003, с. 293.
14. 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.
15. Бекиров Т.М., Шаталов А.Т. Сбор и подготовка к транспорту природных газов. М:Недра, 2002, с. 260.
16. Гриценко А.И. Научные основы промышленной обработки углеводородного сырья. М.:Недра, 2003, с. 239.
17. Гусейнов Ч.С., Бекиров Т.М. Усовершенствование конструкций газовых сепараторов. Обзор; сер. Подготовка и переработка газа и газового конденсата. М.ВНИИЭГазпром, 2004, вып с. 38.
18. Зайцев Н.Я., Тетера И.П., Сиротин А.М. и др. Опыт и перспективы применения центробежных сепараторов в промышленной и заводской обработке природного газа. Обзор: сер. Подготовка и переработка газа и газового конденсата. М/ВНИИЭГазпром, 2203, выш 8, с. 52.
19. Идельчик И.Е. Аэрогидродинамика технологических аппаратов. М.:Машиностроение, 2005, с. 351.

- 20.Коротаев Ю.П., Гриценко А.И. Подготовка газа к транспорту. М.Недра, 2003, с. 238.
21. Кулиев А.М., Алекперов Г.З. Тагиев В.Г. Технология и моделирование процессов подготовки природного газа. М.:Недра, 2008, с.232.
- 22.Маринин Н. С., Савватеев Ю.Н., Кирилов Н.В., и др. Результатам испытаний сепараторов с устройствами предварительного отбора газа. Нефтепромысловое дело. 2004, №5, с. 43.
- 23.Маслов В.М. Концепции анализа и совершенствования техники и технологии промысловой подготовки и транспорта газа. Ташкент: Фан, 2007.
- 24.Синайский Э.Г., Гуревич Г.Р., Кашицкий Ю.А. и др. Эффективность сепарационного оборудования в установках промысловой подготовки газа. Обзор: сер. Подготовка и переработка газа и газового конденсата. М./ВНИИЭГазпром, 2006, вып. 6, с. 41.
- 25.Синайский Э.Г. О разделении газожидкостных смесей в сепараторах. Изв. ВУЗов, сер. Нефть и газ, 2003, № 3, с. 49-54.
- 26.Синайский Э.Г., Никифоров А.Н., Гусейнов Ч.С. и др. Расчёт эффективности разделения газожидкостной смеси в сепараторах. Газовая промышленность, 2004, №6, с. 47.
- 27.Синайский Э.Г. Влияние дросселирования газа на эффективность разделения газожидкостной смеси в сепараторы. Газовая промышленность, 2006, №3, с. 34-35.
- 28.Синайский Э.Г., Меньшов В.Н. Конденсация и коагуляция капель в процессе дросселирования газа. Инж-физ. журнал, 2007, №1. с. 19-25.
- 29.Ли Р.Ч. Исследование процесса НТС газа в изменяющихся условиях эксплуатации газоконденсатных месторождений с целью повышения его эффективности. Ташкент. 2008. Автореферат.

- 30.Синайский Э.Г., Гафаров Н.А., Гуревич Г.Р. и др. Оценка эффективности работы сепарационного оборудования на Оренбургском ГКМ. Газовая промышленность, 2009, № 9, с. 38-39.
- 31.Каспарянц К.С. Промысловая подготовка нефти и газа. М.:Недра, 2010, с. 375.
- 32.Кемпбелл Д.М. Очистка и переработка природных газов. М.:Недра, 2007, с. 349.
- 33.Мирзаев С.С.,Шарипов Ж.Ш Табиий газлар фракция-ланишига тиоллар таъсирини тадқиқ қилиш“ ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАККИЁТИ ” Журнали 2017 й 1-сон, 80-85 бет
34. Мирзаев С.С.,Шарипов Ж.Ш. Изучение процесса получения пропан-бутановой смеси (ППБС) //Республиканская научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов “ВНЕДРЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ – ОСНОВА РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УЗБЕКИСТАНА” Ташкент, 2018 й, с.198-200
- 35.Синайский Э.Г. Промысловая сепарация газожидкостных смесей на месторождениях нефти и газа. М/ВИНИТИ, 2005, с. 72.
- 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