

Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігі
Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе мемлекеттік университеті

Айжарикова А. К.

**«Мұнай шикізаттарының құрылымын өзгертпей өңдейтін
процестердің химиялық технологиясы»
(«Мұнай-газ өндеудегі физикалық процестер»)**

пәніне арналған дәрістер жинағы

I-бөлім

050721-Органикалық заттардың химиялық технологиясы
050708-Мұнай-газ ісі мамандықтарының
күндізгі және сырттай бөлім студенттеріне арналған

Ақтөбе-2010

ББК 35.50

А 31

Дәрістер жинағы жасалып енгізілген – Айжарикова А.К. Мұнай шикізаттарының құрылымын өзгертпей өңдейтін процестердің химиялық технологиясы (Мұнай-газ өңдеудегі физикалық процестер) пәніне арналған дәрістер жинағы. I-бөлім. 050721-Органикалық заттардың химиялық технологиясы, 050708-Мұнай-газ ісі мамандықтарының күндізгі және сырттай бөлім студенттеріне арналған. – Ақтөбе: Қ. Жұбанов атындағы АқМУ баспа бөлімі, 2010 – 70 бет.

Дәрістер жинағының I-бөлімінде мұнай мен газды тасымалдау мен өңдеуге дайындау процестері және оларды алғашқы өңдеу процестері қарастырылған.

Пікір жазған:

- 1.
2. Джакупова Ж.Е., Қ. Жұбанов атындағы АқМУ техникалық факультетінің Мұнай-газ ісі кафедрасы меңгерушісі, доцент, х.ғ.к.

Кафедраның оқу-әдістемелік секциясы отырысында талқыланды

Хаттама № «.....» 20__ жыл

Факультетің оқу-әдістемелік комиссиясында талқыланды

Хаттама № «.....» 20__ жыл

Баспаға Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе мемлекеттік университетінің оқу-әдістемелік кеңесінде бекітіліп, ұсынылған

Хаттама № «.....» 20__ жыл

Кіріспе

Энергетикалық қорлар (ТЭК) қазіргі экономикада жетекші рөл атқарады. ТЭК қазіргі заманғы экономика негізі болып табылады. Кез-келген мемлекеттің өндіргіш күштерінің деңгейі негізінен энергия қорларын жұмсау ауқымымен анықталады.

ТЭК елдегі әлеуметтік және ғылыми – техникалық прогрестің дамуын көрсетеді, соның ішінде мұнай мен газдың экономикалық маңызды әсіресе зор. Оларды өңдеу өнімдерін өнеркәсіп салаларының барлығында дерлік, көліктің барлық түрлерінде, ауыл шаруашылығында, әскери және азаматтық құрылыста, энергетикада, тұрмыста және тағы басқа салаларда пайдаланады. Мұнайды «Қара алтын» деп бекер атамайды, өйткені ХХІ-ғасыр – мұнай мен газ ғасыры деп аталған. Мұнай мен газ тек қана экономика мен техникалық потенциалды ғана анықтап қоймайды, кейде ол саясатты да нақтылайды.

Мұнай – өте құнды, қазбалы, арзан энергия көзі және әр түрлі отындар алудың және химиялық синтездің бірден-бір негізгі шикізаты болып саналады. Мұнай өңдеудің өнімдері шаруашылықтың, өндірістің барлық түріне, қорғаныс және азаматтық үй құрылысында, ауыл шаруашылығында және т.б. салаларда кең қолданыс табады.

Ауыр өнеркәсіптің, транспорт, ауыл шаруашылығы және халық шаруашылығының басқа да салаларының дамуы отын және майлағыш майлар өндірісінің, сәйкесінше көмірсутекті шикізат ресурстары – газ тәрізді және сұйық мұнай өнімдерінің мөлшерін арттыру қажеттілігін тудырады. Мұнай өнімдеріне деген қажеттілікті қанағаттандыру үшін жыл сайын қуаты жоғары, жаңа мұнайды алғашқы айдау қондырғыларын өндіріске енгізу қажет. Сонымен қатар, әрекеттегі қондырғылардың технологияларын жетілдіру, ең жаңа, тиімділігі жоғары жабдықтарды енгізу және автоматтандыру жолымен олардың қуатын арттыру қажет.

Мұнайды алғашқы айдау қондырғылары мұнай өңдеу зауыттарында өте маңызды болып келеді. Олардың жұмыс көрсеткіштерінен келесі процестердің – тазалау, каталитикалық крекинг, кокстеу және т.б. тиімділігі тәуелді болып келеді.

«Мұнайлық шикізаттардың құрылымын өзгертпей өңдейтін процестердің химиялық технологиясы» немесе «Мұнай-газ өңдеудегі физикалық процестер» пәніне арналған дәрістер жинағының І-бөлімінде мұнай мен газды тасымалдау мен өңдеуге дайындау процестері, осы процестерден кейін алынатын өнімдер, олардың қасиеттері, оларды пайдалану жолдары мен технологиялық схемалары қарастырылған. Дәрістер жинағы 050721-Органикалық заттардың химиялық технологиясы және 050708-Мұнай-газ ісі мамандықтарының студенттеріне арналған.

Дәріс №1

Тақырыбы: Мұнай және газды өңдеу технологиясына кіріспе

Сабак мақсаты: «Мұнай шикізаттарының құрылымын өзгертпей өңдейтін процесстердің химиялық технологиясы» пәнінің мақсаты мен міндеттерімен, мұнай өңдеу саласының даму тарихымен, сонымен қатар мұнай және мұнай өнімдерінің физика-химиялық қасиеттерімен таныстыру.

Сабак жоспары:

1. Пәнді оқытудың мақсаты мен міндеттері.
2. Мұнай өңдеу саласының даму тарихы.
3. Мұнай мен газды өндіру және тасымалдау.
4. Мұнай және мұнай өнімдерінің физика-химиялық қасиеттері. Тығыздық. Молекулалық масса. Қаныққан булар қысымы. Тұтқырылық қасиеттері. Тұтану, жану және өзіндік жану температуралары. Қату, тұнбалану және кристалдану температуралары. Электрлік және оптикалық қасиеттері. - Бензиндердің антидетонациялық қасиеті. Дизель жанармайының тұтануы. Фракциялық құрам. Мұнай өнімдерінің малокометриялық қасиеті.

1. Пәнді оқытудың мақсаты мен міндеттері

Мұнай мен газ отын және энергия көздерінің ең тиімдісі болғандықтан оларды қолдану үнемі өсуде. Пайдалану үшін оларды құрылымын өзгертпей және өзгертіп өңдеу арқылы дайындайды.

«Мұнай шикізаттарының құрылымын өзгертпей өңдейтін процесстердің химиялық технологиясы» пәнінің мақсаты мұнай мен табиғи және зауыт газдарын өңдеуге даярлау, олардан алынатын өнімдердің физикалық-химиялық қасиеттерін, мұнай фракцияларын тазалау әдістерін, зауыттың қондырғылары мен қолданылатын негізгі аппараттарын, құрастырма қондырғылардың өсу бағыттарын оқыту.

2. Мұнай өңдеу саласының даму тарихы

Мұнайдың пайда болуы туралы мәселе ең күрделі болып есептеледі. Мұнайдың пайда болуының негізгі екі теориясы бар: бейорганикалық және органикалық.

Мұнайдың пайда болуының минералдық теориясын Д. И. Менделеев ұсынды. Бұл теорияға байланысты мұнай құрамында темір карбидтері бар балқыған металл массаларымен су буларының әрекеттесуі нәтижесінде пайда болды. Теңіз суы мұндай балқыған металл массалары бар жер қойнауларына еніп, олармен реакцияға түсіп газ тәрізді көмірсутектер қоспасын береді. Соңғылары конденсацияланып, полимерленіп, мұнай құрамына енетін заттарға айналған.

Дегенмен жер қойнауында карбидтердің бар екендігі дәлелденбеді. Су жер қойнауына оның базальтты орта бөлігінен өте алмайды, ал мұнай құрамында өсімдікті және жануарлар организмдерімен тығыз байланысты

заттар бар. Сондықтан ғалымдардың көбісі мұнайдың пайда болуының органикалық табиғаты теориясына мойын ұсынады.

Мұнайды пайдалану ерте замандардан бері келе жатқаны белгілі. Мұнайды жағар, жарықтандыру, емдік заттар ретінде қолданғандығы және оның Қосөзен (Месопотамия), Қытай т.б. Шығыс елдерінде өндірілгендігі жөніндегі деректер Вавилон қолжазбаларында, санскрит сына жазуларында сақталған. Апшерон түбегінің мұнайы 2000 жылдай уақыт белгілі. Жайық – Жем (Ембі) алабы мен таулы Маңғыстауда жер бетіне шығып жатқан және тайыз құдықтарға жиылған мұнайды қазақтар ерте кезден пайдаланған. Ресейде алғашқы мұнай зауыты 1745 жылы Ухта өзені бойында салынды. Алғашқы мұнай ұңғымалары 1848 жылы Бакуде, 1858 жылы АҚШ-та (Пенсильвания) бұрғыланды.

Қазақстанда мұнай іздеу мен барлауға бағытталған бұрғылаулар 1892 жылы Жайық-Жем алабында басталды. Осындағы Қара-шүңгіл мұнай кенінде 1899 жылы бұрғыланған ұңғыдан алғашқы фонтан атқылады. Екінші күшті фонтан 1921 жылы 29 сәуірде Доссорда бұрғыланған ұңғыдан берілді. 1914 жылы Мақат мұнай кені пайдаланылуға берілді.

XIX ғасырдың екінші жартысына дейін мұнайды отын ретінде пайдаланды. XIX ғасырдың екінші жартысынан бастап мұнайдан керосин айыратын қондырғылар салына бастады. Керосин жарықтандыруға пайдаланылды. Ал керосиннен жеңіл өнім, бензин, төгілді немесе өртелді. Машина жасау өнеркәсібінің дамуы майлаушы майлардың көп мөлшерін талап етті, оларды да керосинмен қатар мұнайдан ала бастады. Сонда да бензинді пайдалану орын алмады.

XX ғасырдың басынан бастап автомобиль, ал содан кейін авиация көлігі тез қарқынмен дами бастады, ал бұл салаға бензин қажет болды. Сондықтан мұнайды өңдеу процестерін тереңдету қажеттілігі туды – бензин мұнай өңдеудің негізгі өнімдері болып онымен бірге басқа да өнімдер – лигроин, керосин, майлайтын майлар т.б. ала бастады.

XX ғасырдың 30 жылдарынан бастап мұнайдан отын мен майлайтын майлардың өндірісімен қатар химия өнеркәсібіне қажетті өнімдер: этилен, пропилен, бутан, бутилен, фенол, бензол және т.б. шығара бастады. Мұнай өңдеу индустрияның ең күрделі саласы – мұнай химиясы синтезі өндірісіне айналды. Мұнай химиясы синтез зауыттары бұл қазіргі заманғы жабдықтармен жабдықталған өнеркәсіп орындары. Бұл жабдықтарда мұнайдан әр түрлі отындар, сонымен қатар пластикалық массалар өндірісінің синтетикалық каучук, химиялық талшықтар мен жуғыш заттар және т.б. өндірісінің шикізатын алады.

3. Мұнай мен газды өндіру және тасымалдау

Жанғыш зат отын ретінде тек қана жеткілікті мөлшерде табиғи қорлар болған жағдайда қарастырыла алады және ол өндіруге ыңғайлы, шығындары төмен және тасымалдауға, сақтауға тиімді болып, жану өнімдері зиянсыз болу керек. Қазіргі уақытта жанғыш заттар тек қана отын ретінде емес, химия

өнеркәсібіне шикізат ретінде де қарастырылады. Көмірден, мұнайдан, газдардан, торфтан, сланцтерден, ағаштан жүздеген химиялық заттар алынады.

Отын классификациясы. Табиғи отын болып табиғатта жаралған және қандай да бір алдын ала өңдеусіз жағылатын жанғыш заттар аталады. Алдын ала өңдеуден өткен отын *жасанды* болып есептеледі.

Жасанды отындарды қасиеттеріне және оларды алу тәсілдеріне байланысты келесідей деп бөлуге болады:

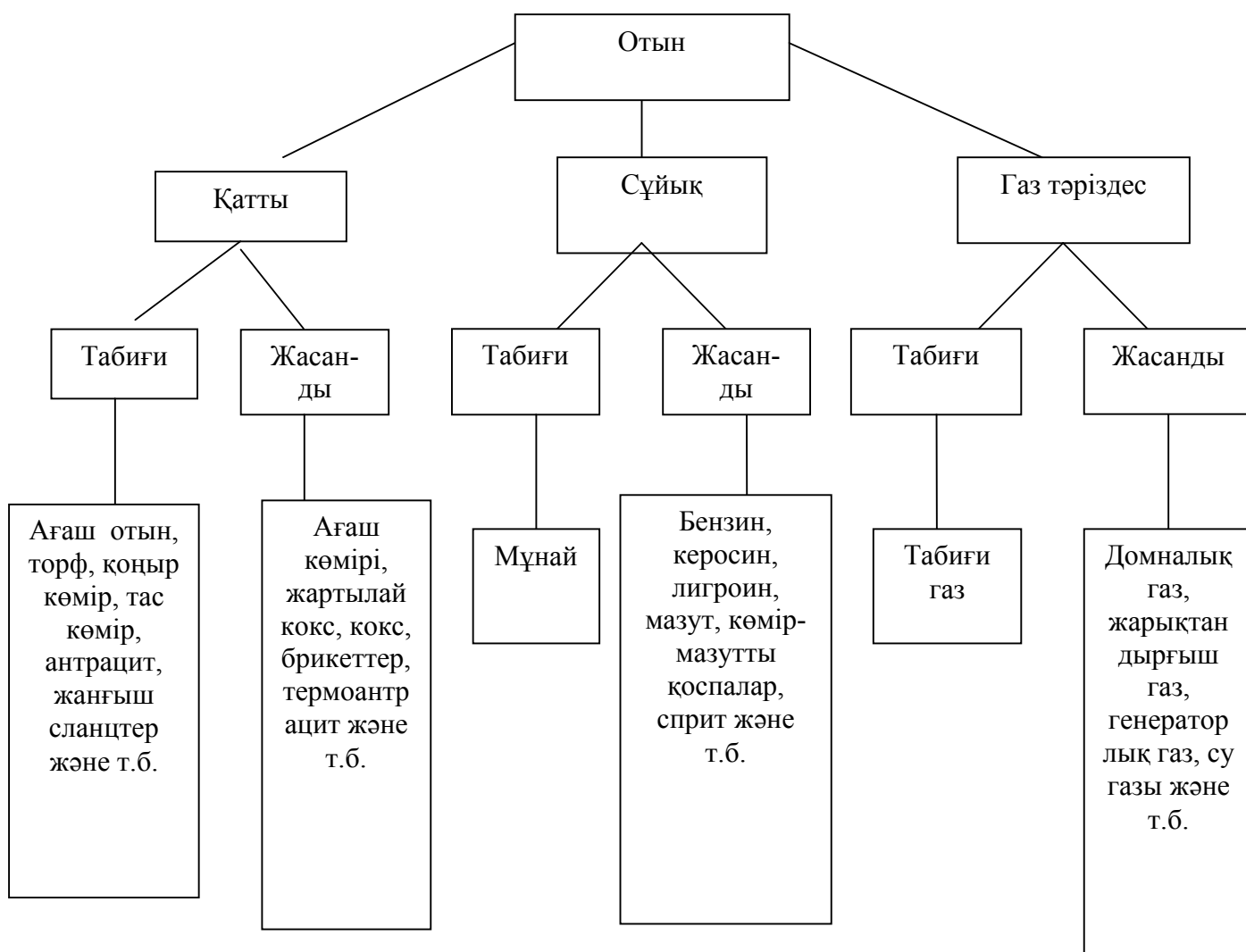
1) Отынды байыту – бұл процесс кезінде отынның химиялық құрамының өзгеруі жүрмейді, оған тек қана қандай да бір белгілі форма беріледі. Бұл жолмен брикеттер және шаң тәріздес отын алынады;

2) Отынның табиғатын терең өңдеу – бұл тәсілмен жартылай кокс, ағаш көмірі, термоантрацит, кокс алынады;

3) Қатты немесе сұйық отынның газ тәріздеске оны қалдықсыз газдендіру арқылы толық ауысуы қатты отынның жасанды сұйық отынға гидрогенизация арқылы ауысуы және т.б.;

4) Дистилляция жолымен өңдеу (айдау).

Отынның барлық түрлерін табиғаты және физикалық күйіне байланысты келесідей етіп бөлуге болады (сурет 1)



Сурет 1. Отындар классификациясы

Сонымен қатар отынның барлық түрін энергетикалық және технологиялық (арнайы қолданылатын отын) деп бөлуге болады.

Жанғыш отындар өңделу орындарына көбінесе темір жол көлігімен, сонымен қатар теңіз, өзен автомобиль жолдарымен тасымалданады. Мұнай мен газды ашық ыдыстарда тасымалдауға болмайтынын айта кету керек – өнімнің бір бөлігі буланады, және де бұл өте қауіпті. Жазда күн астында мұнайы бар жабық ыдыс қызады, ал бұл жарылысқа әкелуі мүмкін, ал қыста ыдыстағы мұнай қатады. Сондықтан мұнай мен газды тасымалдау кезінде өрт- және жарылыс қауіпсіздігіне ерекше көңіл бөлінеді.

Неғұрлым арзан, экономикалық және техникалық жағынан тиімді тасымалдау көліктерінің бірі болып теңіздік мұнай құю көлігі саналады, әсіресе бұл көлік түрі бірнеше мыңдаған километрлерге және басқа континенттерге тасымалдау кезінде тиімді.

Құрлықта неғұрлым үнемді және сенімді тасымалдау түрлерінің бірі болып құбырлар желісімен тасымалдау саналады. Мысалы, құбырлармен тасымалданатын мұнайдың әрбір тоннасына теміржолмен тасымалданатын мұнаймен салыстырғанда 10 есе аз еңбек шығындары жұмсалады.

Құбырлармен тасымалдаудан кейінгі орынды темір жол көлігі алады. Ол үшін арнайы цилиндр ыдыстар-мұнай құю цистерналары қолданылады. Бұл тасымалдың түрі құбырлар желісінен алыс орналасқан аудандарға мұнай тасымалдаған жағдайда ыңғайлы.

4. Мұнай және мұнай өнімдерінің физика-химиялық қасиеттері

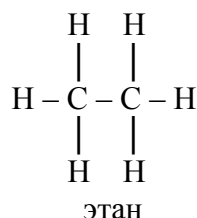
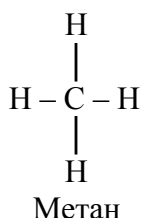
Мұнай әдетте қоңыр түстен қара түске дейін бояуы бар сұйықтық, сонымен қатар түссіз, ақшыл түсті, әлсіз сары немесе қызыл түсті мұнайлар да кездеседі. Мұнай өнімдерінің түсіне қарап олардың тұрақтылығы мен тазалық дәрежесіне баға берілді (авиабензин, керосин және вазелин майы). Мұнайдың өзіне тән иісі болады, кейде ол иіс өткір болуы мүмкін. Иісінің өткірлігі мұнай құрамында күкіртті қосылыстардың болу-болмауына байланысты.

Мұнай әр түрлі көмірсутектердің қоспасы, сонымен қатар оның құрамында оттекті, күкіртті, азотты қосылыстар мен кейбір бейорганикалық қоспалар болуы мүмкін.

Мұнайлардың көбісінің құрамында: С 84-86%, Н 12-14% және күкірт, оттегі, азот болуы мүмкін, кейде күкірт мөлшері 5% жетеді.

Мұнайлардың барлығының құрамына алкандар мен циклоалкандар кіреді, аз мөлшерлерде ароматты және қанықпаған көмірсутектер кіреді.

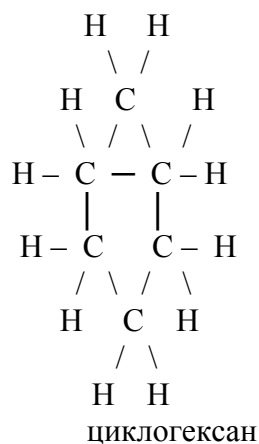
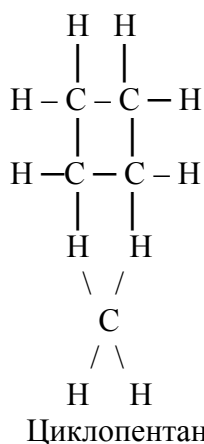
Алкандар немесе парафинді (қаныққан немесе метан қатары) көмірсутектердің жалпы формуласы C_nH_{2n+2} . Бұл көмірсутектердің метаннан (CH_4) бутанға дейінгі мүшелері газдар болып табылады. Пентаннан (C_5H_{12}) пентадеканға дейін ($C_{15}H_{32}$) – сұйықтықтар, ал $C_{16}H_{34}$ –тен бастап көмірсутектер қатты заттар. Алкандар қосылу реакцияларына қатыспайды, өйткені олардағы көміртегі атомының барлық байланыстары толығымен қаныққан:



Табиғи газдардың барлығы алкандардан тұрады; бензиндер мен керосиндер көбінесе сұйық көмірсутектерден тұрады. Мұнайлардың көбісінің құрамына қатты көмірсутектер кіреді.

Мұнай құрамында парафиндер мөлшерінің көп болуы оның 0°C немесе одан жоғары температурада қатуы көрсетеді.

Циклоалкандардың немесе *нафтенді* көмірсутектердің жалпы формуласы C_nH_{2n} , қасиеттері жағынан олар алкандарға ұқсас, тек олардың құрылысы цикл тәріздес:



Мұнайлардың құрамында негізінен циклопентан мен циклогексан туындылары кездеседі.

Цикландар жоғары антидетонациялық қасиеттермен ерекшеленеді, сондықтан бензиндер мен керосиндердің құраушы бөлігі ретінде бағалы; төмен қату температурасы мен жоғары майлағыштық қасиеттеріне байланысты майлайтын майлардың құраушы бөлігі ретінде бағалы.

Бензиндер құрамында ароматты көмірсутектердің мөлшері шамамен 10%, керосиндерде – 15-25%. Олар да жоғары антидетонациялық қасиеттермен ерекшеленеді, сондықтан маңызы зор. Әдетте ароматты көмірсутектер жарықтандырғыш керосинде қажетсіз, өйткені күйе мен түтін береді.

Ароматты көмірсутектер майлайтын майларды да нашарлатады, өйткені олардың жоғары температураларда ауа оттегісімен қышқылдануына ықпал етеді. Ароматты көмірсутектерді тазалау арқылы шығарады.

Бұл көмірсутектер тобының негізгілері болып бензол C_6H_6 мен толуол C_7H_8 есептеледі.

Қанықпаған көмірсутектер (алкендер, алкадиендер) өңделмеген мұнай құрамында болмайды, бірақ крекинг пен пиролиз өнімдерінің көбісінің құрамында кездеседі.

Қанықпаған көмірсутектер тұрақсыз, ауада жеңіл шайырланады, сондықтан көбіне зиянды (тіке айдалған авиациялық бензинде, жарықтандырғыш керосинде, майлайтын майларда). $\frac{1}{3}$ бөлігі қанықпаған көмірсутектерден тұратын крекинг бензині құрамынан ең тұрақсызы, алкадиендер, бөлініп алынады, қанықпаған көмірсутектерді толық бөліп алу қиын мәселе болып табылады.

Көмірсутектерден басқа мұнай құрамына басқа да заттар кіреді, олардың ішінде неғұрлым үлкен топты шайырлы-асфальтенділер құрайды. Олар жоғары молекулалы, ауада және заттың температурасы өзгерген кезде жеңіл өзгертін, құрамында көміртегі мен сутегіден басқа күкірт мен оттегі болатын заттар болып табылады. Олардың бензиндер, керосиндер мен майлар құрамында болуы қажетсіз, сондықтан олар (бензиндер, керосиндер мен майлар) реагенттермен тазаланудан өтеді.

Реагенттерге нейтралды және қышқыл шайырлар, асфальтендер және карбендер мен карбоидтар жатады. Карбендер мен карбоидтар асфальтты-шайырлы заттардан қатты қыздыру кезінде түзіледі (крекинг-процесс, пиролиз).

Нейтралды шайырлар ауыр, жартылай сұйық, қою түсті, қатты бояғыш заттарға жатады. Олар судан ауыр, мұнай өнімдерінде және органикалық еріткіштерде жақсы ериді. 0,005% мөлшердегі шайырлардың өзі бензинді ашық сары түске бояйды.

Асфальтендер қою қошқыл немесе қара түсті, судан ауыр ұнтақтар, қыздыру кезінде кокс пен газға бөлінеді. Мұнайда және дистилляттарда оның мөлшері 1% төмен болады, ал айдау қалдықтарының құрамында көбірек болады. Олар табиғи және жасанды битумдардың негізін құрайды ($\approx 40\%$).

Карбендер мен карбоидтар асфальтендерге жақын, айдау процесінде түзіледі.

Барлық мұнайлар құрамында күкіртті қосылыстар: меркаптандар, сульфидтер, дисульфидтер кездеседі. Олардың негізгі бөлігі айдау кезінде қалдықта және ауыр дистилляттарда қалып қояды, крекинг кезінде көп бөлігі крекинг-газ бен крекинг-бензинге өтіп кетеді.

Неғұрлым зияндылары күкіртсутек пен меркаптандар, олар металл коррозиясын шақырады. Бұл қосылыстар дистилляттарды сілтілермен жою процестерінде шығарылады, ал қалғандары одан да күрделі тәсілдермен өңделеді.

Нафтенді қышқылдар мұнайлар құрамында 2% дейін мөлшерде болады. Олардың көп мөлшерлері жеңіл дистилляттар құрамында кездеседі. Олар, салыстырмалы салмағы 0,960-1,0 дейінгі, май тәрізді сұйықтықтар, өзіне тән жағымсыз иісі бар.

Бұл қосылыстарды міндетті түрде шығарады. Олар сілтілермен және металдармен тұздар түзе жеңіл әрекеттеседі. Нафтен қышқылдарының натрлі тұздарының жуғыштық қасиеттері болады, сондықтан олар сабын өндірісінде қолданылады.

Сонымен қатар мұнай құрамында азғантай мөлшерлерде механикалық қоспалар, су (бұрғылау) және күл болады. Механикалық қоспаларға шаң, саз, кокс жатады, олар мұнай құрамынан тұндыру мен сүзу арқылы шығарылады.

Бұрғылау суы да эмульсия түзілмеген жағдайды тұндырумен бөлінеді. Күлдің мөлшері пайыздың жүздік, мыңдық бөлшектерін құрайды.

Мұнай және мұнай өнімдерінің физика-химиялық қасиеттеріне: тығыздық, молекулалық масса, қаныққан булар қысымы, тұтқырылық қасиеттері, тұтану, жану және өзіндік жану температуралары, қату, тұнбалану және кристалдану температуралары, электрлік және оптикалық қасиеттері, бензиндердің антидетонациялық қасиеті, дизель жанармайының тұтануы, фракциялық құрам, мұнай өнімдерінің малокометриялық қасиеті жатады.

Тығыздық басқа константалармен қатар шамамен мұнай және мұнай өнімдерінің фракциялық және химиялық құрамын бағалауға мүмкіндік беретін маңызды көрсеткіш.

Заттың абсолюттік тығыздығы болып көлем бірлігіндегі зат массасы есептеледі. Тығыздықтың өлшем бірліктері: кг/м³, г/см³, кг/л, т/м³ және т.б. СИ жүйесіндегі өлшем бірлігі - кг/м³.

Мұнай өңдеуде өлшемсіз мөлшер - мұнай мен мұнай өнімдерінің салыстырмалы тығыздығы қолданылады. Салыстырмалы тығыздық мөлшері 20⁰С температурадағы мұнайдың және мұнай өнімі тығыздығының 4⁰С температурадағы су тығыздығына қатынасына тең. Ол былай белгіленеді: ρ_4^{20} Кейбір шет елдерде мұнайдың және судың стандартты температурасы -15,5⁰С-ге тең деп есептеледі. Бұл жағдайда салыстырмалы тығыздықтың белгіленуі ρ_{15}^{15} болады. ρ_4^{20} мен ρ_{15}^{15} арасындағы өзара байланыс келесі формуламен көрсетіледі:

$$\rho_{15}^{15} = \rho_4^{20} + 5\alpha \quad (1.1)$$

мұндағы α - орташа температуралық түзету, кестеден алынады.

Салыстырмалы тығыздықтың сандық мөлшері мұнайдың және мұнай өнімінің элементтік құрамына байланысты. Мұнай фракцияларының қайнау температуралары артқан сайын олардың салыстырмалы тығыздықтары артады:

- бензин фракциясы 0,710-0,780
- керосин фракциясы 0,800-0,860
- дизельдік фракция 0,840-0,890
- майлы дистилляттар 0,870-0,940.

Қажетті дәлдікке байланысты мұнай (мұнай өнімінің) тығыздығын келесі тәсілдермен анықтайды:

- ареометрмен (0,001-ге дейінгі дәлдікпен);
- Вестфальдің гидростатикалық таразысымен (0,005-ке дейінгі дәлдікпен);
- пикнометрмен (0,00005-ке дейінгі дәлдікпен).

Тұтқырлық мұнай өнімдерінің пайдалану (эксплуатациялық) қасиеттерінің көрсететін негізгі көрсеткіштердің бірі болып табылады.

Жоғары тұтқырлы отындар қолданғанда олардың шашыратылуы нашарлайды, демек ірі тамшылар пайда болып, цилиндр көлемінде құрамы бірқалыпты жанғыш қоспа алуға мүмкіндік бермейді. Жану процесі нашарлайды, тұман тәріздес қара түсті түтін шығады. Отынның толық жанбауы детальдар бетінде қалдықтардың (күйе) көп мөлшерде пайда болуына әкеп соқтырады. Сонымен қатар жоғары тұтқырлық қосымша энергия жұмсауын

талап етеді. Ол энергия жоғары қысымды насостың қалыпты жұмыс істеуіне қажетті отынның құбырлармен қозғалысын қамтамасыз етеді.

Сонымен, тұтқырлық мағынасы мұнай өнімдерінің шашыратылуы мен айдауын көрсетеді.

Мұнай өңдеуде: динамикалық, кинематикалық, салыстырмалы және эффективті тұтқырлықтар қолданылады. Динамикалық (абсолютті) тұтқырлық (μ) немесе ішкі үйкеліс, деп нақты сұйықтықтардың қозғалыстағы күштерге кедергі көрсетуін айтады. Демек, бұл қасиет сұйықтықтар үйкелісі кезінде білінеді.

СИ системасында динамикалық тұтқырлық өлшемі болып 1м^2 -дегі Ньютон–секунд кедергі есептеледі ($\text{Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$). Динамикалық тұтқырлық – салыстырмалы ығысуына сұйықтық тарапына жасалатын кедергіні сипаттайтын көрсеткіш. Бір бірінен 1м . ара қашықтықта орналасқан 1м^2 бетті екі сұйықтық қабатының $1\text{м}/\text{с}$ жылдамдықпен 1н . сыртқы күш әсерінен ығысатын сұйықтық кедергісі. $\text{Н}/\text{м}^2 = \text{Па}\cdot\text{с}$ екенін есепке ала отырып, динамикалық тұтқырлықты жие Пакаль·секундпен ($\text{Па}\cdot\text{сек}$) немесе миллиПаскаль·секундпен ($\text{мПа}\cdot\text{с}$) өрнектейді.

СГС системасында динамикалық тұтқырлық өлшем бірлігі $\text{Дин}\cdot\text{с}/\text{см}^2$. Бұл өлшем бірлігі «Пуаз» деп аталады ($1\text{пуаз} = 0,1 \text{ Па}\cdot\text{с}$).

Кинематикалық тұтқырлық (ν) деп сұйықтықтың динамикалық тұтқырлығының оның тығыздығына сол температурадағы қатынасын атайды.

Кинематикалық тұтқырлықтың өлшем бірлігі $\text{м}^2/\text{с}$ – бұл динамикалық тұтқырлығы $1\text{Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$ пен тығыздығы $1\text{кг}/\text{м}^3$ сұйықтықтың кинематикалық тұтқырлығы.

Мұнайлар мен мұнай өнімдері *шартты тұтқырлықпен* көрсетіледі. Шартты тұтқырлық деп стандартты вискозиметр арқылы 200мл мұнай өнімінің бөлігі бір температурада (T) ағу уақытының 20°C -де 200мл . дистилденген судың ағу уақытына қатынасын есептейді. Шартты тұтқырлық T температурасында VU_T шартты белгісімен белгіленіп, градусармен анықталады.

Мұнайлық лабораторияларда тұтқырлықты анықтау үшін арнайы жабдықтар – вискозиметрлер қолданылады. Олардың айырмашылықтары жұмыс істеу принциптерінде:

- а) капиллярлы, капиллярлар арқылы сұйықтықтың аққыштығын анықтауға арналған (ВПЖ- типтес вискозиметрлер);
- б) сұйықтықтың белгілі бір көлемінің аққыштығының салыстырмалы уақытын анықтаумен сұйықтық тұтқырлығын анықтайтын вискозиметрлер (ВУ – типті, Энглер және т. б. вискозиметрлер);
- в) тұтқырлықты дененің құлау жылдамдығымен немесе қатты дененің зерттелетін сұйықтық тербелісінің тоқтауымен анықтайтын вискозиметрлер (Гурвич, Гэпплер және т. б. вискозиметрлер)

Мұнай өнімдерінің тұтанғыштығы *тұтану*, *лап ету* және *өздігінен тұтану* температураларымен бағаланады. Бұл көрсеткіштер мұнай өнімдерінің өртке қауіптілігін сипаттайды және олардың жарылуының төменгі және жоғарғы шектерімен тікелей байланысты. Демек, тұтану мұнай өнімі

буларының белгілі бір концентрацияларында ауамен жанғыш қоспа түзгенде пайда болады.

Лап ету температурасы деп белгілі жағдайларда қыздырылған мұнай өнімі қоршаған ауамен жалын жақындатқан кезде лап ететін қоспа булары жеткілікті мөлшерде түзілетін температура айтылады.

Лап ету температурасы бойынша мұнайларда немесе мұнай өнімдерінде жеңіл буланатын көмірсутектердің бар екендігін айтуға болады. Қазіргі уақытта лап ету температурасы майлайтын майлардың, дизельдік отындардың, тракторлық керосиндердің және еріткіш бензиндердің нормаланатын көрсеткіші болып табылады. Жоғары температураларда жұмыс істейтін майлар үшін нормаланатын лап ету температурасы $300-310^{\circ}\text{C}$, кейбір трансмиссиялық және индустриалдық майлар үшін бұл көрсеткіш $95-135^{\circ}\text{C}$.

Тұтану температурасы деп белгілі жағдайларда қоршаған ауамен ашық жалын жақындатқан кезде тұтанып, 5 сек. кем емес уақыт бойы жанатын булар мөлшері бөлінетін минималды температура айтылады.

Мұнай өнімдерінің тұтануына атмосфералық қысым мен ауа ылғалдылығы әсер етеді. Неғұрлым атмосфералық қысым жоғары болса, соғұрлым тұтану температурасы төмен болады. Қысымның әрбір $133,3\text{Па}$ өзгеруі тұтану температурасының $0,33-0,036^{\circ}\text{C}$ -ге өзгеруін туғызатыны анықталды.

Молекулалық масса мұнай және мұнай өнімдерінің негізгі физика-химиялық сипаттамаларының бірі болып табылады. Молекулалық массаның өлшемі (мөлшері) берілген заттың молекулалары көміртегі ^{12}C изотопының атомының массасының $1/12$ бөлігінен неше есе үлкен екендігін көрсетеді.

Мұнай фракциясының молекулалық массасы мен қайнау температурасы арасында белгілі бір қарым-қатынас бар: неғұрлым молекулалық масса (мұнай фракциясының) үлкен болса, соғұрлым қайнау температурасы жоғары болады. Осы қатынасты ескере отырып Б.М.Воинов мұнай фракцияларының молекулалық массасын (M) анықтауға келесі формуланы ұсынды:

$$M = a + bt + ct^2 \quad (1.2)$$

мұндағы t —фракцияның орта молекулалық қайнау температурасы, $^{\circ}\text{C}$; a, b және c —коэффициенттер.

Соның ішінде парафинді көмірсутектер үшін Б.М.Воинов формуласы келесідей:

$$M = 60 + 0,3t + 0,001t^2$$

Мұнай өңдеу зауыттарының аппараттарын технологиялық есептеу кезінде мұнай және мұнай өнімдерінің жылу сыйымдылық, булану және конденсация жылуы, энтальпия, жану жылуы және т.б. ескеру қажет болады.

Заттың *меншікті жылу сыйымдылығы* дегеніміз 1кг затты 1°C температураға қыздыруға қажетті жылу мөлшері. Өзіндік жылу сыйымдылығы анықталатын температураға байланысты. Өзіндік жылу сыйымдылығының СИ жүйесіндегі өлшем бірлігі - $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, сәйкесінше - $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, $\text{МДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.

Булану жылуы сандық жағынан конденсация жылуына тең. Булану жылуының өлшем бірлігі СИ жүйесі бойынша - $\text{Дж}/\text{кг}$, неғұрлым жие қолданылатын еселік бірліктер - $\text{кДж}/\text{кг}$, $\text{МДж}/\text{кг}$. Мұнайлық фракция

көмірсутектер қоспасы болғандықтан, қандай да бір белгілі температурада қайнамайды, оның қайнауы температуралар интервалында өтеді. Сондықтан жылу тек қана буландыруға жұмсалмайды, жылу қоспа температурасын өсіруге де жұмсалады.

Мұнай өнімдерінің булану жылуы судың булану жылуынан төмен, бұл мұнай және газ өңдеу технологиясында өте маңызды. Жеңіл мұнай өнімдерінің орташа булану жылуы 250-340кДж/кг, ауыр мұнай өнімдері үшін – 160-220кДж/кг құрайды. Кейбір мұнай өнімдерінің булану жылуы (L) көрсеткіштері келесідей:

	<i>L, кДж/кг</i>
Бензин	293-314
Керосин	230-251
Май	167-219

Сұйық мұнай өнімдерінің *энтальпиясы* 1кг өнімді 0°C температурадан берілген температураға дейін қыздыруға қажетті жылу мөлшері. Берілген температурадағы булар энтальпиясы деп затты 1°C температурадан берілген температураға дейін сол температурадағы булану мен буларды қыздыруға жұмсалатын жылуды ескергендегі мөлшерін айтады. Энтальпия *кДж/кг*-мен өлшенеді.

Сұйық мұнай өнімдерінің энтальпиясын анықтауға келесі теңдеу қолданылады (кДж/кг):

$$I_{0,t}^{жс} = \frac{1}{\sqrt{d_{15}^{15}}} (0,0017T + 0,732T - 334,25)$$

$a = (0,0017T + 0,732T - 334,25)$ деп белгілеп теңдеудің келесі түрін аламыз:

$$I_{0,t}^{жс} = \frac{1}{\sqrt{d_{15}^{15}}} a \quad (1.3)$$

Қосымша 20-да [9] сұйық мұнай өнімдерінің температураға байланысты энтальпиялары (a) мәндері келтірілген.

Атмосфералық қысымда мұнай өнімдері буларының энтальпияларын анықтау үшін келесі теңдеу қолданылады (кДж/кг):

$$I_{0,t}^n = (129,58 + 0,134T + 0,00059T^2)(4 - d_{15}^{15}) - 308,99$$

$a = (129,58 + 0,134T + 0,00059T^2)$ деп белгілесе, теңдеудің келесі түрін аламыз:

$$I_{0,t}^n = a \cdot (4 - d_{15}^{15}) - 308,99 \quad (1.4)$$

Қосымша 21-де [9] мұнай өнімдері буларының температураға байланысты энтальпиялары (a) мәндері келтірілген.

Газдар үшін жылу сыйымдылық тұрақты қысымда анықталатын (изобаралық жылу сыйымдылық) c_p және тұрақты көлемде анықталатын (изохоралық жылу сыйымдылық) c_v болып бөлінеді. Идеал газдардың жылу сыйымдылықтары өзара келесідей қатынаспен байланысқан:

$$c_p^o - c_v^o = R$$

мұндағы o -индексі қалыпты қысымды көрсетеді.

Газдар жылу сыйымдылығы қысымға аз байланысты, сондықтан әдетте бұл көрсеткішті ескермейді. Температура өсуімен газдар жылу сыйымдылығы

өседі, бірақ бұл көрсеткіш сұйық мұнай өнімдерімен салыстырғанда елеусіз болады.

Энтальпия. Берілген температурадағы газдар немесе булар энтальпиясы сандық зат бірлігі мөлшерін T_1 температурадан T_2 температураға дейін, булану жылуы мен газдар немесе буларды аса қыздыруға жұмсалатын жылуды ескере отырып, қыздыруға жұмсалатын жылу мөлшеріне тең.

Идеал газдың энтальпиясы температура T мен атмосфералық қысым жағдайында келесі формула бойынша есептеледі:

$$I_0^z = A \frac{T}{100} + B \left(\frac{T}{100} \right)^2 + C \left(\frac{T}{100} \right)^3 + D \left(\frac{100}{T} \right) \quad (1.5)$$

мұндағы A, B, C, D -коэффициенттер, мәндері кесте 3.3-те берілген [8].

Жану жылуы. Жану жылуы деп отын жанған кезде бөлінетін жылу мөлшерін айтады. СИ жүйесінде өзіндік жану жылуын $кДж/кг$ -мен өлшейді. Технологиялық есептеулерде кейде молярлық ($кДж/кмоль$) және көлемдік ($кДж/м^3$) жану жылуы қолданылады. Жану жылуы жоғарғы және төменгі жану жылуы болып бөлінеді. Жоғарғы жану жылуы түтін газдары суыған кезде бөлінетін, сонымен қатар жану кезінде түзілетін су булары конденсациясы жылуын ескереді, ал төменгі жану жылуы ескерілмейді. Тәжірибеде жану өнімдері әдетте су буы конденсациясы температурасына дейін суытылмайды, сондықтан есептеулер кезінде төменгі жану жылуы (Q_p^H) қолданылады. Ол отынның жұмысшы құрамына есептеледі. Қалыпты жағдайлардағы кейбір газдардың жану жылуы кесте 3.5-те берілген [8].

Жанғыш газдардың жану жылуы аддитивтілік ережесі бойынша анықталады:

$$Q_p^H = \sum_{i=1}^n y_i Q_{p_i}^H$$

Жанғыш газдар жануы. Газ тәріздес және басқа отындардың қалыпты жануын қамтамасыз ету үшін оттегі немесе ауа қажет. Оттегінің немесе ауаның теориялық көлемі V_T әртүрлі газдардың жануының стехиометриялық теңдеулері бойынша есептеледі.

Қаныққан булар қысымы. Жабық кеңістікте отын буланғанда булар бір уақытта конденсацияланады. Неғұрлым сол булар (конденсацияланған) қысымы жоғары болса, соғұрлым конденсация процесі интенсивті жүреді. Буланған бензин буларының ыдыс қабырғаларына көрсететін қысымы булар *серпімділігі* деп аталады. Бензин буларының серпімділігі немесе қысымы оның химиялық және фракциялық құрамына байланысты. Әдетте, неғұрлым отын құрамында жеңіл қайнағыш көмірсутектер көп болса, соғұрлым булар серпімділігі (қысымы) жоғары болады.

Сонымен қатар қысым температурасының өсуімен бірге өседі. Булар қысымын ГОСТ 1756-83 бойынша бензинді герметикалы жабылған резервуарда $38^{\circ}C$ -де 20 минут уақыт ұстап анықтайды. 20 минут өткеннен кейін монометрден бензин буларының қысымын белгілейді.

Жоғары булар серпімділігі бар бензинді пайдалану отын беруші жүйеде булық тығындардың пайда болуын көбейтеді, сондықтан қуат төмендейді.

Жазғы сорттарда қаныққан булар қысымы 0,066МПа (500мм рт.ст) жоғары болмау керек. Бензиндердің қысқы сорттарының қысымы 0,066-0,093МПа (500-700мм сын.бағ.) болу керек.

Су, спирт сияқты біртекті заттардың белгілі бір қату температурасы болады. Мұнай өнімдері – біртекті емес заттар, сондықтан олар бірден қатпайды, олар біртіндеп қатады, әрі біртіндеп балқиды.

Қату температурасы мұнай өнімі құрамындағы парафин мөлшеріне байланысты: неғұрлым парафин көп болса, соғұрлым жоғары температураларда мұнай өнімі қатады. Мысалы, Грозныйда өндірілетін парафинді мұнай +12⁰С қата бастайды, ал одан алынған мазут +36⁰С қатады, өйткені мазут құрамында парафин мөлшері мұнайға қарағанда жоғары болады.

Қату температурасы – отынның жылжығыштық қасиетін жоғалтатын температура болып есептеледі.

Лайлану температурасы – отынның бір қалыптылық фазасы жоғалатын температура. Әрі қарай салқындату нәтижесінде қатты фаза мөлшері, парафин кристалдары өседі де отын жылжығыштық қасиетін жоғалтады.

Дизельдік отынның жазғы сорттары үшін лайлану температурасы -5⁰С-ден төмен болмауы керек, ал қысқылар үшін -25...-30⁰С. Егер отын құрамында су болса, ол 0...1⁰С-де лайланады. Қату температурасы лайлану температурасынан 5-10⁰С төмен болу керек.

Өндірістік жағдайларда отынды тек қоршаған орта температурасы лайлану температурасынан жоғары болған жағдайда пайдалануға болады. Егер қыста жазғы отынды пайдаланса, тұнатын парафин кристалдары қоректену системасын жауып тастайды. Әсіресе «жұқалап» тазалау фильтрлерін, отын берілуі тоқтатылады немесе бұзылады.

Электрлік қасиеттері. Таза мұнай өте жақсы электроизолятор. Температураның өсуімен мұнайдың электр өткізгіштігі күрт өседі.

Мұнайдың жылулық қасиеті жылу бөлгіштігі 10400-11000ккал/кг. Неғұрлым мұнайдың салыстырмалы тығыздығы төмен болса, соғұрлым оның жылу бөлгіштік қасиеті жоғары болады.

Іштен жану двигательдерінің отыны *бензиннің фракциялық құрамы* (булануы) отынның жануының толықтығын, двигательдің тұтануының жеңілдігі мен сенімділігін, жылыту ұзақтығын, детальдардың тозу мүмкіншілігін толық анықтайды.

Бензиннің булануы оның фракциялық құрамымен анықталады.

Ең маңызды нүктелер отынның сұйық күйден газ тәріздес күйге ауысуын анықтайтын және бензиннің 10, 50 және 90%-нің қайнап кетуін көрсететін қайнаудың басталу және қайнаудың аяқталу нүктелері болып есептеледі.

Бензиннің 10%-ы қайнап кететін температура оның оталу қасиеттерін көрсетеді. Неғұрлым ол төмен болса, соғұрлым двигатель тез әрі жеңіл тұтанады. Дегенімен 10%-ның қайнап кету температурасы өте жоғары немесе өте төмен болса, двигательдің от алуы қиындайды.

Автомобиль бензиндерінің әр түрлі маркалары үшін бұл нүкте 70⁰С-90⁰С аралығында ауысып тұрады.

50%-ы қайнап кететін температура двигательдің қабылдағыштығын қамтамасыз етеді, демек двигатель жұмысының бір жұмыс режимінен келесі режимге ауысу кезіндегі бір қалыптылығы мен тұрақтылығына жағдай жасайды.

Бензиннің жеңіл фракциялары (қайнай бастаудан буланғанға дейін 10% отын жанады) оталдырғыш (пусковые) деп аталады, олардың кейбір мөлшері двигательді оталдырып жылытуға қажет. Егер бензинді дұрыс жабылмайтын резервуарларда, бактарда сақтаса, оның жеңіл фракциялары ауаға буланып кетеді де, оталдыру қасиеті күрт төмендейді.

10-90% отынның жануына керекті температуралар интервалы отынның негізгі бөлімінің қайнай бастауы деп белгілейді де *жұмыс фракциясы* деп аталады.

Стандарт бойынша жұмыс фракциясы 50% отынның қайнай бастау температурасымен алынады. Неғұрлым сол температура төмен болса, соғұрлым двигатель жұмысы тұрақты болып келеді.

90% отынның қайнай бастау мен қайнау аяғына дейін ауыр көмірсутектер буланады, олар *ақтық бөлік* деп аталады.

Іштен жану двигательдеріне арналған отындардың негізгі қасиеттерінің бірі болып *антидетонациялық қасиет* саналады.

Қысым (сжатие) кезеңінің соңында, «свеча» арқылы ұшқын берілгенде, жалыналды (предпламенная) тұтану реакциясы жүреді де, қызба (запальная) «свечасы» жанында жану камерасындағы жұмыс қоспасының жануы басталады. Қалыпты жұмыс жағдайында жалын ұшу жылдамдығы 25-35м/с. Жану жылдамдығы температура мен қысымның өсуімен өседі және жұмыс қоспасын аздап байытқанда өседі ($\alpha \approx 0,95$). Жұмыс қоспасының байытылуы мен кедейленуі жану жылдамдығын азайтады: бірінші жағдайда оттегі мөлшерінің жетіспеушілігінен, екіншіде – оттегінің көптігінен жылудың кейбір мөлшерін реакцияға түспеген азот пен оттегіні қыздыруға жұмсалады.

Қалыпты жағдайда жану жылдамдығы жану мезгілі бойында бірдей болады да, двигатель цилиндріндегі жану өнімдерінің өсуіне байланысты қысым да өседі.

Поршень төмен қозғалады да, жану өнімдерімен толған көлем өседі, двигатель жұмсақ жұмыс істейді.

Кей жағдайларда (жоғары қысымды двигательдерге бензинді дұрыс таңдамаған жағдайда), жану процесі күрт өзгереді. Жанғыш құрамның температурасы мен қысымы өседі, жану жылдамдайды. Отынның жанбай қалған көмірсутектердің тотығуы күрт үдетіліп 3-4 зонада жанудың қалыпты жүру процесі бұзылады да жарылғыш болуы мүмкін (детонация).

Жану процесінің схемасы:

- 1) Жанған қоспа;
- 2) Жалын шегі;
- 3) Жалынсыз жану зонасы;
- 4) Жанбаған қоспа.

Детонация жағдайында жану фазасының соңында (зона 4) жалын өте жоғары жылдамдықпен қозғалады 1500-2000м/с. Жану камерасының көлемі

кішкентай болғандықтан, детонациялық толқындар камера қабырғаларына көп рет соғылады және шағылысады. Сондықтан соғу дыбысы естіледі. Шағылысқан соқпа толқындар қалыпты жану процесін бұзады, детальдар вибрациясын шақырады, нәтижесінде олардың тозуы басталады. Шығу газдары қара түсті болады, өйткені детонация жағдайында жанбай қалған отын бөлшектері қалады. Цилиндр қабырғаларына соғылып газдар жылу беру коэффициентін өсіреді, сол двигатель қызуына әкеп соқтырады.

Жанбай қалған жұмыс қоспасының температурасы мен қысымы тез өсуі, ол да детальдардың қызуына және двигательдің қуатының төмендеуіне әкеледі. Әдетте детонация бір цилиндрде пайда болады, бірақ тез басқа цилиндрге беріледі.

Детонация жылдамдығы жанғыш құрамның қай бөлігі жарылыс түзіп жанғанына байланысты. Бұл негізінен отынның химиялық құрамы, жанған газдардың температурасы мен қысымына байланысты. Отынның 93-95% қалыпты жанатыны анықталған, кейде аздап детонация байқалады, бірақ ол басқа цилиндрлерге берілмейді. Егер жарылыспен отынның 20-25% жанса, ол өте күшті детонация.

Бұл детонация детальдардың тозуын және отынның мөлшерден тыс пайдалануын ғана емес, поршеньдердің күйеленуіне (прогар), клапандардың, «свечалардың» бұзылуына, бұлғақтардың (шатундардың) үзілуіне әкеліп соқтырады.

Детонацияның пайда болуы бензиннің химиялық құрамына байланысты. Қазіргі кезде кең тараған теория бойынша, бұл құбылыс отында тұрақсыз жеңіл жарылатын оттекті қосылыстардың өсуінің нәтижесі. Бұл қосылыстар жанудың соңғы фазасында ыдырайды да атомдық оттегі бөлініп шығарады, осы оттегі жарылу жануын туғызады. Отынның химиялық құрамынан, конструкциялық ерекшеліктерінен, қысу дәрежесінен басқа, детонацияның пайда болуына пайдалану талаптары әсер етеді.

Ауа артықшылығының коэффициенті бірге жақын болған жағдайда отынның жануы детонацияның пайда болуына ықпал етеді. Жанғыш құрамды байытқанда оттегі концентрациясы төмендейді, ол мөлшер асқын тотықтық қосылыстар құрауға жеткіліксіз болады. Қоспаны кедейлету жану температурасы мен жылдамдығын азайтады, жылу артық ауаны жылытуға жұмсалады. Сондықтан детонацияға бейімділік төмендейді.

Егер жану камерасына ылғал ауа жіберілсе, жылудың жартысы суды буландыруға жұмсалады, детонация азаяды. Сонымен, цилиндрдегі қысым мен температураны өсіретін факторлардың барлығы, детонацияның пайда болуы мен жойылуына әсер етеді.

Пайдалану талаптарын өзгертумен тек қана детонацияны азайтуға болады, бірақ жоюға болмайды. Детонация пайда болмас үшін әр түрлі двигательдер үшін бензин таңдай білу керек.

Октан саны. Отынның детонацияға тұрақтылығы *октан санымен* белгіленеді.

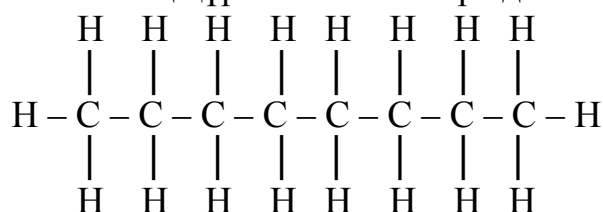
Элементтік құрамның ұқсастығына қарамастан әр түрлі кен орындардағы мұнайлардың физикалық-химиялық қасиеттері әр түрлі. Бұл көміртек пен сутек

атомдарының өзара әр түрлі қосылыстар құра алатындығына мұнай өнімдерінің қасиеттері көмірсутектердің құрылысына байланысты.

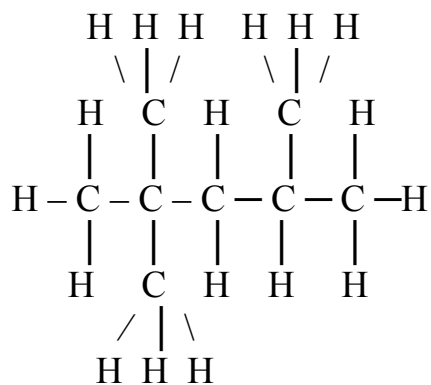
Октан формуласы C_8H_{18} , бұл түссіз сұйықтық, бензиндер құрамына кіреді. Осы формулаға 17 қосылыс сәйкес келеді – бұлар изооктандар.

Барлық изомерлер бірдей элементтік құрамға қарамастан, молекуладағы атомдары әр түрлі орналасқан, сондықтан олардың тығыздығы, қайнау температуралары әр түрлі болады. Біреулері карбюраторлы двигательдерде жақсы жанса, басқалары нашар жанады.

Октанның құрылысы жіп тәріздес тізбек:



Изооктан әр түрлі бұтақ тәріздес структуралар құрайды. Мысалы, 2,2,4-триметилпентан

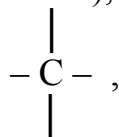


Бірінші де, екінші де жағдайда көміртегі мен сутегі атомдары саны бірдей, бірақ құрылысы әр түрлі, сондықтан қасиеттері де әр түрлі.

Октан типтес көмірсутектер бензинде қажетсіз, өйткені құрамында бұл қосылыстар бар отын дұрыс жанбайды. Изооктан 8,8 қысылу дәрежесі бар қазіргі двигательдердің қалыпты жұмысын қамтамасыз етеді.

2...3 саннан бірнеше түрлі сан шығаруға, ал 7-8 саннан одан да көп түрлі сандар шығаруға болады. Көмірсутектерде солай. Күрделі молекулалардың қаңқасын құрайтын көміртек атомдары өзара ұзын немесе қысқа тізбек түзеді немесе әр түрлі тармақталған формалар құрайды, бір немесе бірнеше сақиналар және бүйірлік тармақтары бар әр түрлі ұзындықты сақиналар құрайды.

Жоғарыда келтірілген формулаларда көміртек сутегімен немесе әр түрлі атомдар тобымен (CH_3 , CH_2 , CH) бірлік байланыс арқылы қосылған (байланған), демек көміртегіде төрт бос байланыс болады.



мұндай көмірсутектер қаныққан көмірсутектер деп аталады. Олар тізбек тәріздес (парафинді қалыпты) және сақина тәріздес (нафтенді) құрылымды.

Октан санын екі түрлі тәсілмен анықтайды: моторлы және зерттеу. *Моторлы* тәсілмен ОС бір цилиндрлі ИТ9-2М қондырғысында анықтайды,

қондырғының қысылу дәрежесі 4-10 бірлік. Бұл қондырғыда салыстыру тәсілімен бензин мен эталондық отынның детонациялық тұрақтылығы анықталады: эталон отын құрамына екі көмірсутек кіреді: изооктан мен гептан. Изооктан C_8H_{18} – парафин қатарындағы изомерлі көмірсутек. Оған жоғары детонациялық тұрақтылық бейім және оның октан саны 100 болып есептеледі. Изооктан қысылу дәрежесі жоғары (9) двигательдерде ғана детонацияға ұшырайды.

Гептан C_7H_{16} – парафин қатарының көмірсутегі, қалыпты тізбек тәріздес. Ол қатты детонацияға ұшырағыш. Оның октан саны 0. Бұл көмірсутектердің физикалық қасиеттері ұқсас, тек құрылымы әр түрлі, сондықтан олардың детонациялық қалыптылығы әр түрлі. Изооктан мен гептанды белгілі мөлшерлерде араластырып (октан саны 0-100) эталондық отын алуға болады.

Сынақты келесідей өткізеді. Октан санын белгілеу керек бензинді ИТ9-2М қондырғысына құяды. Двигательге стандартты режим қояды, содан кейін детонацияға дейін бірте-бірте қысылу дәрежесін өсіреді. Детонация пайда болған мезгілді детонатрмен белгілейді. Содан кейін қондырғыға эталонды отын құйылады. Эталон отынның құрамындағы изооктан мен гептанның мөлшері детонация шақыру мүмкіндігі сыналған отындікі сияқты болуы керек. *Детонацияға ұшырамаған изооктанның мөлшерімен октан санын* анықтайды.

Мысалы, сыналатын бензин детонациялық тұрақтылығы жағынан эталон қоспамен сәйкес келеді: 77% изооктан мен 23% гептан. Сондықтан оның октан саны 77-ге тең. Отынның *октан саны* деп сыналатын отынның детонациялық тұрақтылығына тең жасанды қоспаның құрамындағы изооктанның процент мөлшерін атайды. Октан саны бензиннің барлық маркаларында көрсетіледі. Мысалы, А-76 – автомобиль бензині, октан саны моторлық тәсілмен 76-дан кем емес.

Қазіргі жоғары октанды бензиндердің детонациялық тұрақтылығы зерттеу тәсілімен ИТ9-6 қондырғысында анықталады. Сынақ автомобилі двигателінің қала жағдайларында жүру режимінде орындалады.

Зерттеу тәсілімен анықталған октан саны үшін бензин маркалары «И» әрпімен жазылады (АИ-93). Зерттеу тәсілімен анықталған октан саны 7-10 ретке жоғары болады. Осы айырмашылық төмен болған сайын бензиннің пайдалану қасиеттері жоғарылайды.

Әр двигатель белгілі октан саны бар бензинмен жұмыс істеуге шығарылған, ол конструкциялық ерекшеліктерімен негізінен қысым дәрежесімен анықталады:

$$OC = 125,4 - \frac{413}{E} + 0,183d_c \quad (1.6)$$

мұндағы OC – октандық сан, моторлық тәсілмен; E – қысылу-сығылу дәрежесі; d_c - цилиндр диаметрі, мм.

Цетан саны. Дизельдік отын (ДО) өздігінен тұтану қабілеттілігі мен қатаң жұмысқа бейімділігі, отынның өздігінен тұтануы цетан санымен бағаланады. Цетан санын бір цилиндрлі қысым дәрежесі 7-23 ИТ9-3 қондырғысында анықтайды. Салыстыру тәсілімен қондырғыда ДО өздігінен

тұтануы мен эталон цетан мен альфа-нафталин қоспаның өздігінен тұтануын бағалайды.

Цетан $C_{16}H_{34}$ – қалыпты парафинді көмірсутектер қатарына жатады, олар температура мен сығылған ауа әрекетінен тез ыдырап тотығады. Оның өздігінен тұтану кідіріс периоды қысқа болып, двигательдің жұмсақ жұмыс істеуін қамтамасыз етеді, оның цетандық саны – 100.

Ароматты көмірсутек альфа-метилнафталин $C_{10}H_7CH_3$ -тың тұтану кідіріс периоды айрықша көп және өздігінен тұтану температурасы жоғары. Оның жануы иінді білік 1^0 -қа бұрылған кезінде қысымның тез өсуімен және двигатель жұмысы қатаңдауымен өтеді.

Альфа-метилнафталин - эталондық қоспаның екінші компоненті.

ДО *цетан саны* деп жасанды әзірленген қоспаның жану мінездемесі сыналған отындағы цетанның проценттік құрамына (көлемі жағынан) тепе-тең. ИТ9-3 қондырғысында цетан саны келесі тәсілдермен анықтайды: сындық (критикалық) қысым дәрежесімен, өздігінен тұтанудың кідіруінен немесе от алу кезеңдерінің сәйкес келуінен.

Шамамен цетан саны тұтқырлық пен тығыздық арқылы есептеуге болады.

$$ЦС = \frac{1587,9}{\rho_4^{20}(v_{20} + 17,8)} \quad (1.7)$$

мұндағы ρ_4^{20} - отын тығыздығы, $кг/м^3$; v_{20} – 20^0C отын тұтқырлығы, $мм^2/с$.

Отынның жақсы жануы тек қана отын шашу-үдетілуінің бұрышының дұрыс қосылуында. Егер бұл бұрыш үлкен болса, онда отын берілуі жеткіліксіз қыздырылған отынға беріле бастайды және өздігінен тұтану периодын ұзартады да, двигатель жұмысын қатаңдатады.

Сонымен қатар отынның циклды зарядының кейбір мөлшері поршеньнің ВМТ-ға жетуіне дейін жанып кетеді, ал ол двигатель қуатын төмендетеді, тарсылдар естіледі.

Дизель фракциясының құрамындағы көмірсутектердің структуралық құрылысына байланысты, бір марканың отындары да двигательде әр түрлі жануы мүмкін. Сондықтан міндетті түрде шашырау бұрышының үдетілуінің тиімді мөлшері нақтылану керек.

Цетан санына тек қана жану процесі емес, отынның оталу сапасы да байланысты. Егер цетандық сан төмен болса салқындаған двигательде қыста түгел жазда оталдыру қиын.

Қалыпты оталу мен жұмсақ жұмысты жаз айларында цетан саны 45, ал қыста – 50 болатын отындар қамтамасыз етеді. Цетан санының жоғарылығы жану процесінің жақсаруына көп әсер етпейді.

ДО өндірісінде кейбір мұнай түрлерінен қажетті өздігінен тұтану температурасын алу мүмкін болмайды. Мұндай отындарға 1% дейін арнайы қондырмалар қосады (изопропилнитрат $MeCH_2CH_2ONO_2$). Бұл қондырмалар цетан санын 10-12 бірлікке көтереді. Бұл қондырмаларды қысқы және арктикалық отындарда және төмен цетанды, катализдік крекингпен алынған, отынды пайдалануға болады. Цетан санынан басқа олар оталудың төмен температурадағы сипаттамаларын жақсартады және күйеленуді азайтады.

Бақылау сұрақтары

1. Пәнді оқытудың мақсаты мен міндеттері.
2. Мұнайдың пайда болу теориялары.
3. Отын классификациясы.
4. Жасанды отындардың қасиеттері және оларды алу тәсілдеріне байланысты жіктелуі.
5. Отынның барлық түрлерінің табиғаты және физикалық күйіне байланысты жіктелуі.
6. Мұнай мен газды тасымалдау тәсілдері.
7. Мұнай және мұнай өнімдерінің физика-химиялық қасиеттері.

Глоссарий

Жану жылуы, жылу сыйымдылық, лап ету температурасы, молекулалық масса, мұнай, мұнай өнімдері, салыстырмалы тығыздық, тұтану температурасы, тұтқырлық, табиғи газдар, энтальпия.

Әдебиет:

Негізгі әдебиет

1. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа Часть 1. – М.: Химия, 1972. – 359 с.
2. Эрих В.Н., Расина М.Г., Рудин М.Г. Химия и технология нефти и газа. – Л.: Химия, 1984г. – 408с.
3. Ахметов С.А. Технология глубокой переработка нефти и газа. – Уфа: Гилем, 2002-672с.
4. Омаралиев Т.О. Мұнай мен газды өңдеудің химиясы мен технологиясы. 1-бөлім. Құрылымды өзгертпей өңдеу процестері. Алматы: Білім, 1998 ж. – 432 б.

Қосымша әдебиет

5. Александров И.А. Ректификационные и абсорбционные колонны. М.: Химия, 1981. – 352 с.
6. Кузнецов А.А., Кагерманов С.М., Судаков Е.Н. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. - Л.: Химия, 1974ж-296стр.
7. Танатаров М.А., Ахметшина М.Н. и др. Технологические расчеты установок первичной переработки нефти. М.: Химия, 1989.
8. Хорошко С.И., Хорошко А.Н. Сборник задач по химии и технологии нефти и газа. Минск: Вышэйшая школа, 1982. 220 с.
9. Сарданашвили А. Г., Львова А. И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. М.: Химия, 1980. 256 с.

Дәріс №2

Тақырыбы: Мұнайды өңдеуге дайындау

Сабақ мақсаты: Мұнайды өңдеуге және тасымалдауға дайындау тәсілдерімен таныстыру. Олардың технологиялық схемаларын қарастыру.

Сабақ жоспары:

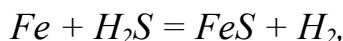
1. Мұнайды өңдеуге дайындау.
2. Мұнайды сусыздандыру және тұзсыздандыру.
3. Мұнайды тұрақтандыру кезінде жеңіл фракциялардың жоғалуымен күрес.
4. Мұнайды сорттау.

1. Мұнайды өңдеуге дайындау

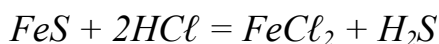
Жер қойнауынан жер бетіне шыққан мұнайдың құрамында ілеспе газ (50-100м³/т), су (200-300кг/т), минералды тұздар (10-15кг/т), механикалық қоспалар болады. Оны тасымалдау және өңдеуге беру алдында газдардан, механикалық қоспалардан, судың және тұздардың негізгі бөлігінен тазарту қажет. Сонымен мұнай жер бетіне шығу кезінде қысымның төмендеуіне байланысты мұнайдан газ бөлінеді, олар мұнайға ілеспе газ деп аталады.

Мұндай мұнайды өңдеу қиын әрі тиімсіз. Тұздар мен механикалық қоспалардың болуы жылуалмастырғыштар құбырларының эрозиясы мен ластануын шақырып, жылу өткізгіштік коэффициентін төмендетіп, мазуттар мен гудрондардың күлділігін жоғарылатады. Су болуы қондырғының өнімділігінің күрт төмендеуіне әкеп соқтырып, отын мен су шығынын арттырады, алдымен суды буландыруға, ал кейіннен оны конденсациялауға. Сол кезде ректификация дәлдігі бұзылады, сонымен қатар мұнай құрамындағы еріген тұздар аппаратура коррозиясын шақырады.

Аппаратура коррозиясы, бірінші кезекте бензиндік конденсаторлар мен тоңазытқыштардың, күкіртті мұнайларды өндегенде үдейді. Алдымен ылғал әсерінен күкіртті темір түзіледі, ол қорғаушы қабыршақ (пленка, қабат) түрінде болады:



Ал тұз қышқылы бар болған жағдайда, ол хлорлы темірге айналады, ал ол өз алдына суда ериді де, темірдің жаңа қабатын ашып, H₂S–тің темірмен реакцияға түсуін тездетеді.



Бұл айтылғаннан көріп отырғандай мұнайларды дайындықсыз өңдеуге болмайды. Демек мұнайларды тек қана мұнай кеніштерінде емес, мұнай өңдеу зауыттарында да дайындау керек.

Алғашқы өңдеуге берілген мұнай құрамында 2-6мг/л аспайтын мөлшерде механикалық қоспалар болған жағдайда 1-0,2% артық су болмау керек. Сондықтан мұнайларды кеніштен тасымалдамастан бұрын дайындау керек.

2. Мұнайды сусыздандыру және тұзсыздандыру

Мұнай эмульсиялары. Эмульсия дегеніміз бір-бірінде ерімейтін немесе аз еритін екі сұйықтық қоспасы. Мұнай эмульсиялары екі типті болады: «мұнай суда» (гидрофильді эмульсия) және «су мұнайда» (гидрофобты эмульсия).

Эмульсия түсі сарыдан - қою қоңыр түске дейін, консистенциясы – қаймақ тәріздестен май тәріздеске дейін. Эмульсия да неғұрлым су көп болса, соғұрлым оның қозғалғыштығы төмен болады.

Эмульсияның тұрақтылығы оның құрамында эмульгатордың бар болуына байланысты. Эмульгаторлар гидрофильді және гидрофобты болады. Гидрофильді эмульгаторға (олар суда жақсы ериді де мұнайда ерімейді) нафтен қышқылдарының натрий тұздары, сульфоқышқылдар және т.б. жатады. Гидрофобты эмульгаторларға (олар мұнайда жақсы ериді де суда ерімейді) нафтенаттар, саздың ұнтақталған бөлшектері, металдардың, әсіресе кальций, магний, темір, күмістердің тотықтары, асфальтты және шайырлы заттар және т.б. жатады.

Эмульсиялардың тұрақтылығының басқа себебі – су тамшылары мен қатты сүзінділерде статикалық электр зарядтарының жиналуы. Статикалық электр зарядтарының әсерінен өзара тебілу пайда болады, ол өз алдына су бөлшектерінің бірігуіне кедергі жасайды.

Эмульсия түрін анықтаудың екі тәсілі бар. Бірінші эмульсияны су мен бензинде еріту. Гидрофильді эмульсия суда ериді де, бензин түбіне тұнады. Кері құбылыс гидрофобты эмульсияда байқалады.

Екінші тәсіл электр тоғын өткізгіштікке негізделген. Электр тоғын тек қана гидрофильді эмульсия өткізеді.

Суды мұнай құрамынан шығару үшін оның дегидратациясы, сонымен қатар эмульсияны бұзу үшін деэмульсациясын өткізуге келесі негізгі тәсілдер қолданылады: механикалық, термиялық, химиялық, термохимиялық және электрлік.

а) Эмульсияларды бұзудың механикалық тәсілі тұндыру, центрифугалаумен сүзуді пайдалануға негізделген. Тұндыру тәсілі кең тараған, бірақ ол тұрақсыз эмульсиялар болған жағдайда ғана нәтиже береді. Көп жағдайларда эмульсияларды бұзудың негізгі тәсілі ретінде қолданылады. Центрифугалау мен фильтрлеуді лабораторияларда «ловушкалар» өнімі және мұнайларда құрамындағы суды анықтауға пайдаланылады.

б) Термиялық тәсіл жылуды пайдалануға негізделген. Эмульсияны қыздырған кезде эмульгатор қабығы кеңейеді және жарылады да, сұйықтық тамшылары бірігеді. Төменге су тұнады, ал бетіне мұнай жиналады. Әдетте резервуар-тұндырғыштарда мұнайды 60⁰С температураға дейін қыздырып тұндырады. Кей жағдайларда 120⁰С температураға дейін қыздырғанда бұзылмайтын эмульсиялар кездеседі. Бұл жағдайда эмульсияларды бұзудың басқа тәсілдерін пайдаланады немесе процесс герметизациямен өтеді, өйткені жеңіл фракциялар ұшып кетуі мүмкін.

в) Эмульсияларды бұзудың химиялық тәсілі кеңінен қолданылады. Бұл тәсілде қолданылатын заттар – деэмульгаторлар эффектісі эмульгатордың әсерін басу немесе оны ерітуде болады, соған байланысты қабыршақ бұзылып

эмульсия бұзылады. Соңғы уақытта ионогенді емес БАЗ (этилен мен пропилен тотықтары негізінде) қолданылады.

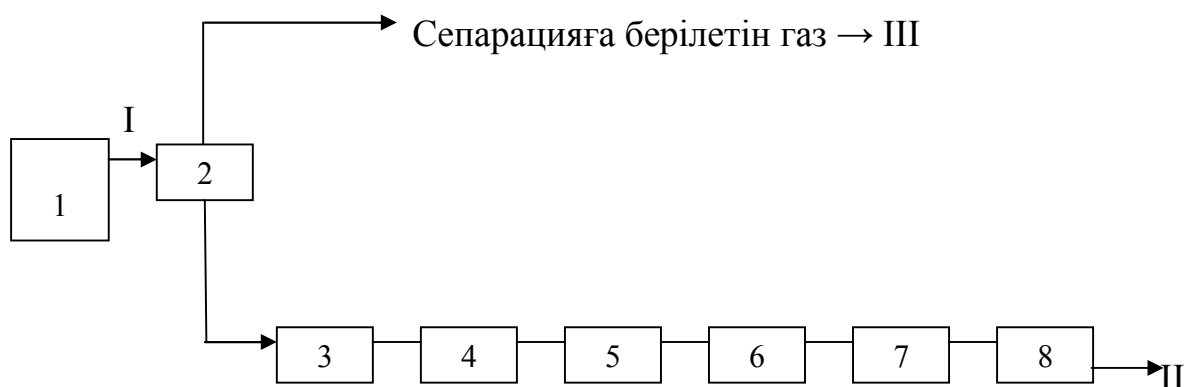
Бұл демульгаторлар түрі жағынан бұзылатын эмульсияларға қарама-қарсы эмульсиялар түзеді. Бұл эмульсиялардың әрекеттесуі нәтижесінде олардың эмульгаторлық қасиеттері тоқтатылып эмульсия бөлінеді.

г) Термохимиялық тәсілдің мәнісі жылытылған мұнайға деэмульгатор енгізілуде. Бұл тәсіл жоғары эффективті деэмульгаторлар пайдаланғанда эффективті. Термохимиялық тәсілдің неғұрлым жетілгені мұнайды герметикаланған аппаратурада сусыздандыру. Мұнда мұнай 9кгс/см^3 қысымда, алдын-ала $150\text{-}155^\circ\text{C}$ температураға дейін қыздырылып судан тұндырылады. Бұл тәсілді ауыр мұнайлардың тұрақты эмульсияларын бұзуға пайдаланылады.

д) Электрлік тәсіл кеніштерінде және әсіресе МӨЗ-дарда кеңінен қолданылады. Оның мәнісі: эмульсияға тоқтың жоғарғы кернеуімен жасалған электр өрісінің әсерінен пленка бұзылып эмульсия бұзылады.

Электрлік тәсілде мұнайдың сусыздандырылуы мен тұзсыздандырылуы өтетін аппараттар маңызды. Әдетте бұл аппаратты электродегидратор деп атайды.

Мұнайды тұзсыздандыру. Мұнайды және газды жинау мен тұтынушыға беруге дайындаудың технологиялық процесін сурет 2.1-дегідей етіп көрсетуге болады.



Сурет 2.1. Мұнайды және газды жинау мен тұтынушыға беруге дайындаудың технологиялық процесі:

1–мұнай ұңғысы; 2–трап (газ бөлгіш); 3–мұнайдан құм мен судың негізгі бөлігін айыру; 4–мұнайды жинау, өлшеу және тұндыру; 5–мұнайды деэмульсациялау; 6–мұнайды тұзсыздандыру; 7–мұнайды тұрақтандыру; 8–мұнайды сақтау (сыйымдылықтарда). Желілер: I–ұңғыдан келетін өнім; II–МӨЗ-на немесе мұнай базаларына берілетін мұнай және мұнай құбырларының бас станциясы; III–газ (мұнайға серік) ГӨЗ-на.

Мұнаймен бірге қабат суларын тасымалдау тиімсіз. Алынатын мұнай мен газдың сапалық көрсеткіштеріне байланысты технологиялық процестің толық дәрежесі әр түрлі болады. Кейбір кен орындарында негізінен сусыздандыру жүреді (1-2% дейін) және кей жағдайларда тұзсызданады. Кеніштерінде дайындалған мұнайдың құрамында су 0,1-0,3%-дан, ал тұздар 100мг/л аспау керек. Сонымен қатар барлық мұнайлар деэмульгаторлармен өңделу керек, бұл өз алдына олардың МӨЗ-да өңделуін жеңілдетеді. Осыған байланысты мұнайды қабат сулары мен минералдық тұздардан кен орын жағдайларында бөлу

қажеттілігі туды. Кен орындардан МӨЗ-на келіп түсетін мұнай келесідей нормаларға сай болуы керек:

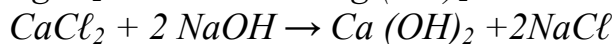
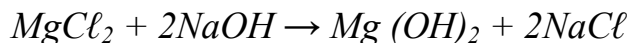
	I	II	III
Хлоридтер, мг/л көп емес	100	300	1800
Су, % масс. көп емес	0,5	1,0	1,0
Механикалық қоспалар, % масс. көп емес	0,05	0,05	0,05

Өндеуге түсетін мұнай құрамында судың және тұздардың болуы МӨЗ-ның жұмысына көп зиян келтіреді. Судың мұнаймен бірге болуы ондағы тұздарды ерітіп, гидролиз реакциясын күшейтіп аппараттардың коррозиясын тездетеді.

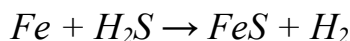
Күшті теріс әсер аппараттарға тұздар, оның ішінде хлоридтер, береді. Олар жылуалмастырғыш пен пештің құбырларының қабырғаларына отырады. Осының нәтижесінде құбырларды жиі тазалап тұруға тура келеді, жылу алмастыру коэффициентін төмендетеді.

$NaCl$ іс жүзінде гидролизденбейді. $CaCl_2$ кейбір жағдайларда HCl түзіп 10% дейін гидролизге түсуі мүмкін. $MgCl_2$ 90% гидролизденеді. Демек бұл процесс төмен температурада өтеді. Сондықтан тұздар мұнай өңдеу аппараттарының коррозияға ұшырауының негізгі себебі болуы мүмкін. Аппараттардың гидролиз өнімдерімен бұзылуы жоғары температура аймақтарында (пеш құбырларында, буландырғыштарда, ректификациялау колоннасында) және төмен температурада істейтін аппараттарда да (конденсаторлар және тоңазытқыштар) орын алады. Кейбір тұздар қалдық өнімдерде (мазутта және гудронда) кездесіп, олардың сапасын төмендетеді.

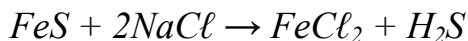
Аппаратура коррозиясы мұнай сапасыз дайындалғанда күкіртті, әсіресе жоғары күкіртті мұнайларды өндегенде жоғарылайды. Хлорлы сутекті ортамен шақырылатын коррозиядан қорғау үшін терең тұзсыздандыру пайдаланылады. Сонымен қатар мұнайды каустикалық содамен немесе оның кальцийлі содамен қоспасымен сілтілендіру пайдаланылады. Сілтілендіру мұнайды өңдеу алдында мұнайға сілті ерітіндісін құюмен өтеді. Сілтілендіру кезінде $CaCl_2$ мен $MgCl_2$ термиялық тұрақты $NaCl$ айналады.



Мұнайды айдау кезінде күкіртті қосылыстар ыдырап күкіртсутек (H_2S) түзіледі, ол (әсіресе HCl -мен бірге) аппараттар коррозиясының күшті себепшісі болады. H_2S су болса және жоғары температурада аппараттардың металдарымен реакцияға түседі және FeS түзеді:



FeS -тен тұратын қорғау қабаты металл бетін аздап болса да одан арғы коррозиядан қорғайды, бірақ хлоридтің гидролизінен түзілген хлорлы сутегі болған жағдайда FeS тұратын қорғау қабаты онымен реакцияға түсіп бұзылады:



Хлорлы темір су ерітіндісіне өтеді де, бөлінген H_2S темірмен қайтадан реакцияға түседі. Сондықтан мұнайды өңдеуге жіберу алдында оны судан және тұздардан айыру қажет.

3. Мұнайды тұрақтандыру кезінде жеңіл фракциялардың жоғалуымен күрес

Мұнайды тұрақтандыру. Жер қойнауынан шығатын мұнай құрамында C_1-C_4 жеңіл көмірсутектерінің мөлшері едәуір көп болады. Осы көмірсутектердің көп бөлігі мұнайды сақтағанда және тасымалдағанда жоғалуы мүмкін. Газдардың, сонымен бірге жеңіл бензин фракцияларының жоғалуын болдырмау, қоршаған ортаны ластамау үшін мұнайдан мүмкін болғанша МӨЗ жіберу алдында C_1-C_4 көмірсутектерді бөліп алу қажет. Мұнайдан жеңіл көмірсутектерді және мұнай фракцияларын бөлу процесін *тұрақтандыру* деп атайды.

Қажет жағдайда және алынатын өнімдерге қойылатын талаптарға байланысты мұнайды тұрақтандыру сепарация және ректификация процестерін қолданып жүргізеді. Сепарация дегеніміз жеңіл фракцияларды төмен қысымда бір немесе бірнеше буландырумен алу процесі. Сепарацияны қолданумен тұрақтандырылған мұнайда 1,5-2% дейін C_1-C_4 көмірсутектері қалады. Жеңіл көмірсутектерді терең бөлу үшін мұнайды арнайы тұрақтандыру қондырғысына, құрамында ректификациялаушы колоннасы бар, бағыттайды. Бұл қондырғы өнімдері болып: а) тұрақтанған мұнай; б) орталық газфракциялаушы қондырғыға (ОГФҚ) берілетін газ конденсаты саналады. ОГФҚ өте ірі мұнайхимиялық комбинаттар құрамына кіреді және жеке көмірсутектерге бөлуге арналған. Өте ірі мұнай кен орындарында мұнайды комплексті дайындау, судан және тұздан тазарту және мұнайды тұрақтандыру процестері құрамына кіретін қондырғылары жұмыс істейді.

Сепарациялық стабилизациялық тораптардың технологиялық схемасын алдын-ала қыздырылған мұнайдан сепарация кезінде алынатын кеңейтілген газ фракциясын пайдаланудың үш схемасының біреуін пайдалану кезінде шешуге болады:

1) қалдық газдардың кейіннен компрессияға, майлық абсорбцияға немесе төмен температуралық конденсацияға ұшыратылуымен бір рет конденсациялануы;

2) газ қалдығының кейіннен компрессияланумен фракцияланушы конденсациясы;

3) кеңейтілген газтәріздес фракцияның ректификациясы немесе оның абсорбциясы.

Ректификация – неғұрлым күрделі технологиялық процесс екенін айта кету керек, бірақ ол мұнайды тұрақтандырудың берілген тереңдігі мен көмірсутектердің таза бөлінуін қамтамасыз етеді.

Кеніштік мұнай дайындау тәжірибесінде, әдетте, комплекстік шешімдер қолданылады және олар сусыздандыру, тұзсыздандыру және тұрақтандыру процестерін әр түрлі тәсілдерді пайдаланумен шешіледі.

Мұнайды, суды және газды дайындау процестерінің оларды жинау процестерімен байланыстыру (бастапқы шикізаттың физикалық-химиялық қасиеттеріне, алынатын өнімдердің мөлшеріне, алу тәсілдеріне байланысты) мұнайды дайындау қондырғысын (УПН) жобалау кезінде унификацияланған технологиялық шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

Мұнайды жинау және тасымалдау мен өндеуге дайындаудың әр түрлі схемалары бар. Теңіз мұнай-газ өңдеу зауытының мұнай дайындау қондырғысының технологиялық схемасын қарастырайық (сурет 2.2).

Ұңғыдан жоғары қысыммен шығатын мұнай У-160 қондырғысына жіберіледі және слагкетчерлер F-160 ($P=7\div 9$ МПа) арқылы өтеді. Слагкетчерлердің атқаратын функциялары:

а) магистралдық линияда сұйықтық шығынының ауытқуы кезінде уақыт қорын қамтамасыз ету;

б) газ, сұйықтық және шламның алғашқы сепарациясын қамтамасыз ету;

в) газ бен мұнай қатынастарында уақыт ауытқуларын шектеу.

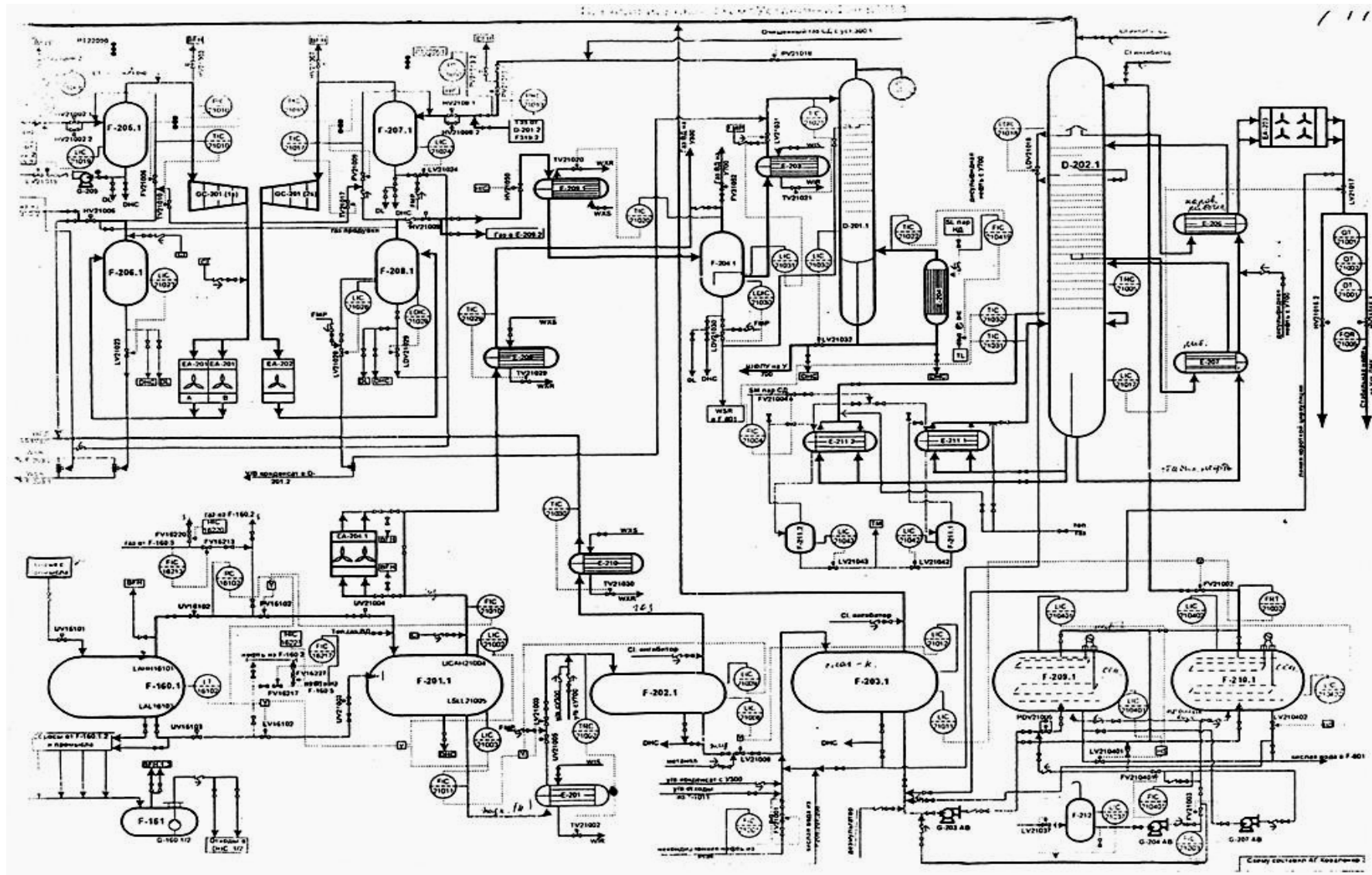
Слагкетчерден шыққан қоспа екі құбыр (1-газ, 2-сұйықтық) бойымен 6,5МПа қысыммен жоғары қысым сепараторына (ВД F-201.1) беріледі. ВД F-201.1 сепараторы 7 минут уақыт тұндырылуға есептелген. Бұл сепараторда 3 фаза бөлінеді: газ, сұйық көмірсутектер және су. Су мұнаймен бірге шығарылады, ВД F-201.1 сепараторында бөлінген газ күкіртсутек (H_2S) және CO_2 -ден тазалауға У-300 қондырғысының жоғары қысымды сепараторына беріледі. ВД F-201.1 сепараторындағы мұнай температурасы 30-70°C.

Сұйық өнім орта қысым сепараторы (СД) F-202.1-ге Е-201 жылуалмастырғышы арқылы беріледі. СД F-202.1 сепараторында мұнай 2,5МПа қысымда кеңейтіледі де екі фазаға (газ, сұйық) бөлінеді. СД F-202.1 сепараторындағы температура 38-60°C, тұндырылу уақыты 8 минут. Сепараторда бөлінген газ H_2S пен CO_2 -ден тазалауға орта қысымды тазалау қондырғысына беріледі, ал сұйықтық төмен қысымды сепаратор (НД) F-203.1-ге беріледі. Мұнай 0,77МПа қысымға дейін кеңейтіледі және екі фазаға бөлінеді. Тұндырылу уақыты 6 минут, жұмысшы температура 29-53°C.

НД F-203.1 сепараторынан тұрақсыз мұнай I-саты электродегидраторы F-209.1-ге беріледі, онда эмульсияны бұзу өтеді. Эмульсияны бұзу жоғары вольтты электр өрісінде коагуляция тәсілімен өткізіледі. Бұл тәсіл судың негізгі массасын айыруға мүмкіндік береді. F-209.1-дегі жұмысшы температура 29°C және қысым 1,4МПа. Бөлінген су қышқыл су линиясына беріледі.

F-209.1-ден шығатын мұнай II-саты электродегидраторы F-210.1-ге келіп түседі, мұнда шаю суының көп мөлшері беріледі. Мұнда да эмульсиялар жоғары вольтты электр өрісінде бұзылады. F-210.1 электродегидраторына азғантай мөлшерде дэмульгатор беріледі. Аппараттағы температура 29°C, қысым 1,3МПа.

F-210.1-ден кейін сусыздандырылған мұнай тұрақтандыру колоннасы Д-202.1-ге жіберіледі, өйткені газсыздандырудан кейін мұнайда 2%-ға дейін газ



Сурет 2.2 Теңіз мұнай-газ өңдеу зауытының мұнай дайындау қондырғысының технологиялық схемасы

(C₁-C₄ және H₂S) қалады. Жоғалтулардың алдын алу үшін мұнайды тұрақтандырады. Демек, стабилизатор мұнайдан H₂S-ті буландыруға және мұнайдың булар серпімділігін 500мм.сн.бағ. төмен ұстауды қамтамасыз етеді.

Колоннада 30 табақша бар. Колоннаның үстіңгі бөлігінің жұмысшы қысымы шамамен 0,65МПа, төменгі бөлігінің 0,66МПа. Колонна екі бу ребойлерімен Е-211.1 және Е-211.2, сонымен қатар екі бүйірлік қыздырғыштармен Е-206.1 және Е-207.2 жылытылады.

Колоннаның үстіңгі жағынан шығарылып жатқан булар төмен қысымды газбен араластырылып тазалауға жіберіледі. Тұрақтандырылған мұнай колоннаның (Д-202.1) төменгі жағынан 175°С температурамен шығарылып, жылуалмастырғыштар арқылы өтіп 60°С-ге дейін суытылып, қондырғыдан меркаптансыздандыру қондырғысына шығарылады.

4. Мұнайды сорттау

Әр түрлі кәсіпорындардың мұнайлары және олардың фракциялары физикалық қасиеттері мен тауарлық сапасы жағынан бір-бірінен айырмашылығы болады. Кейбір мұнайлардың бензин фракцияларында ароматикалық, нафтен немесе изопарафин көмірсутектерінің мөлшері көп болғандықтан, олардың октан саны жоғары, ал керісінше басқа мұнайлардың бензин фракцияларында қалыпты парафинді көмірсутектерінің концентрациясы жоғары болғандықтан олардың октан саны төмен болады.

Кейбір мұнайлар құрамында қатты парафинді көмірсутектер болмайды, олардан арктикалық және қысқы отындар, тағы да парафинді мұнайларды өңдеуге қажетті күрделі парафинсіздендіру процесінсіз-ақ төмен температурада қататын майларды алуға болады. Күкіртті және жоғары күкіртті мұнайлардан дизель отындарын алу мұнай өңдеу зауытының технологиялық жүйесіне күкіртсіздендіру процесін, мысалы, гидротазалауды өндірумен байланысты. Күкірті жоқ немесе аз күкіртті мұнайларды өңдеуде мұның қажеті болмайды. Мұнайдан алынатын әр түрлі майлар сорттарына сұраныс, отындар сұранысына қарағанда көп аз, сондықтан май өндіруге тек ерекше майлы деп аталатын мұнайларды жұмсайды. Олардан басқа «майсыз» мұнайларға қарағанда аса күрделі емес технологиямен жоғары сапалы және шығымы көп майлар алуға болады.

Кейбір мұнайлардың шайырлы компоненттері ерекше қасиет көрсетеді, сондықтан олардан өте жоғары сапалы құрылысқа және жолға қажетті битумдар алады.

Осы келтірілген мысалдар мұнайларды технологиялық тұрғыдан дұрыс сорттау қажеттілігін және оларды негізсіз араластыру экономикалық жағынан тиімді еместігін көрсетеді.

Бірақ бар кен орынның әр түрлі мұнай қабаттарынан өндірілген мұнайларды өз алдына жинау, сақтау және айдау кен орын шаруашылығын күрделендіреді, резервуар паркін және мұнай құбырларын көбейтеді. Сондықтан физикалық-химиялық және тауарлық қасиеттері жақын мұнайларды кен орындарда араластырып, бірге өңдеуге жібереді.

Егер зауытқа әр түрлі бірнеше мұнай қоспалары өз алдына құбырмен түссе, онда оларды өз алдына өңдеу тиімді. Мысалы, Омскідегі МӨЗ Самотлор кен онының мұнайын, құрамында мөлдір фракциялары көп және күкірті аз, отын алу жүйесі бойынша өңдеп, кокс алады, ал құрамында тұтқырлық индексі жоғары май фракциясы көп Усть-Балық мұнай қоспасын отындық-майлық жүйе бойынша өңдейді.

Мұнайларды сорттау жөнінде мынандай қорытындылар жасауға болады:

- мұнайларды сортқа бөлудің алдында шикізаттың және одан алынатын өнімдердің тауарлық қасиеттерін терең және барлық бағытта зерттеу керек;

- физикалық қасиеттері жақын мұнайларды ғана араластыруға болады;

- мұнай қоспасындағы бір компоненттің сапасының төмендігінің екінші компоненттің бағалы қасиеттерінің төмендеуіне әкелетін мұнайларды араластыруға болмайды;

- егер қоспа шикізатты асылдандыруға және көп шығын шығармай, нормаға сәйкес мұнай өнімдерін алуға мүмкіндік беретін болса, әр түрлі қасиеті бар мұнайларды араластыруға болады. Бұған құнды реагенттер мен күрделі технологиялық шешімдер және тазалау тәсілдерін қолдану арқылы жетуге болады.

Біздің елімізде 1991 жылдан бері мұнайлардың технологиялық жіктелуі қолданылады (кесте 2.1). Мұнайларды келесідей көрсеткіштер бойынша жіктейді:

1) мұнай, сонымен қатар бензиндегі (қ.б.-180°C), реактивтік (120-240°C) және дизельдік (240-350°) отындар құрамындағы күкірт мөлшеріне байланысты үш (I–III) класқа (аз күкіртті, күкіртті және жоғары күкіртті);

2) 350°C-ге дейін айдалып болатын фракциялардың потенциалдық мөлшеріне байланысты үш типке (Т₁-Т₃);

3) базалық майлардың потенциалдық мөлшеріне байланысты төрт топқа (М₁-М₄);

4) тұтқырлық индексі бойынша бағаланатын базалық майлардың сапасы бойынша төрт топшаға (И₁-И₄);

5) парафиндер мөлшері бойынша үш түрге (П₁-П₃) бөлінеді.

П₁ түрлі аз парафинді мұнайлардан парафинсіздендірусіз реактивтік және қысқы дизельдік отындар сонымен қатар дистилляттық базалық майлар алуға болады. П₂ түрлі парафинді мұнайлардан парафинсіздендірусіз реактивтік және тек қана жазғы дизельдік отын алуға болады. Жоғары парафинді, құрамында 6% жоғары парафиндері бар, П₃ мұнайлардан тіпті жазғы дизельдік отындарды да тек қана парафинсіздендіруден кейін алуға болады.

Осы жіктелуді пайдалана отырып кез келген өндірістік мұнай үшін шифр құруға болады. Кесте 2.2-де кейбір мұнайлар үшін сипаттамалар мен олардың технологиялық жіктеу бойынша шифрлары келтірілген. Мұнай шифры бойынша оны өңдеудің рационалды схемасы мен олардың өнімдерін байыту процестерінің қажеттілігі туралы айтуға болады.

Кесте 2.1

Мұнайлардың технологиялық жіктелуі

Мұнайдың сапа көрсеткіші	Класс			Тип			Топ				Топша				Түр			
	I	II	III	T ₁	T ₂	T ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	П ₁	П ₂	П ₃	
Күкірт мөлшері, % масс. мұнайда	≤0,50	0,51 -2,0	>2,00															
бензинде	≤0,10	≤0,10	>0,10															
реактивтік отында	≤0,10	≤0,25	>0,25															
дизельдік отында	≤0,20	≤1,0	>1,00															
350°С-ге дейін айдалып болатын фракциялардың мөлшері, % масс.				≥55,0	45,0- 54,9	≤45,0												
базалық майлардың потенциалдық мөлшері, % масс. мұнайға есептегенде							>25,0	15,0 -24,9	15,0 -24,9	<15,0								
350°С-ден жоғары мазутқа есептегенде							>45,0	>45,0	30,0 -44,9	<30,0								
базалық майлардың тұтқырлық индексі											>95,0	90,0- 95,0	85,0- 89,9	<85,0				
Мұнайдағы парафиндер мөлшері, % масс.															≤1,50	1,50- 6,00	>6,00	

Кесте 2.2

Кейбір мұнайлар үшін сипаттамалар мен олардың технологиялық жіктеу бойынша шифрлары

Мұнай аталуы	Күкірт мөлшері, % масс.				350°С-ге дейінгі фракциялар шығымы, % масс.	Базалық майлардың потенциалдық мөлшері		Тұтқырлық индексі	Мұнайдағы парафиндер мөлшері, % масс.	Мұнай шифры
	мұнай	бензин	реактивтік отын	дизельдік отын		мұнайға есептегенде	мазутқа есептегенде			
Тоймазы	1,44	0,03	0,14	0,96	53,4	15	32	85-88	4,1	22232
Самотлор	0,96	0,011	0,036	0,5	58,2	27,6	54	90-92	2,3	21122
Жирнов	0,29	0,1	0,13	0,18	50,8	19,3	39	95-99	5,1	22212
Жетібай	0,1	0,005	0,008	0,03	41,2	20,5	34,8	95-100	23,4	12213
Троицк-Анастасиевск	0,22	0,036	0,061	0,08	48,3	28,2	54,8	40-66	1	12141
Арлан	3,04	0,12	0,35	2,51	42,8				3,4	332

Бақылау сұрақтары

1. Мұнайды дайындау процестерінің түрлері.
2. Жабдықтар коррозиясының механизмі.
3. Тұздардың тасымалдау кезіндегі әсері.
4. Мұнайлық эмульсиялар түрлері.
5. Мұнайлық эмульсияларды бұзу тәсілдері.
6. Механикалық тәсілді жүзеге асыру жолы.
7. Сусыздандырудың термиялық тәсілі.
8. Сусыздандырудың термохимиялық тәсілі.
9. Сусыздандырып, тұзсыздандырудың электротермохимиялық тәсілі.
10. Мұнайларды тұрақтандыру процесі.
11. Мұнайларды жіктеу және сорттау тәсілдері.

Глоссарий

Гидрофильді эмульсия, гидрофобты эмульсия, коррозия, механикалық қоспалар, мұнайды кеніштік дайындау, мұнайды сорттау, мұнайлық эмульсиялар, сусыздандыру, тұзсыздандыру, тұрақтандыру.

Әдебиет

1. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа. Часть 1 – М.: Химия, 1972. – 359 с.
2. Ахметов С.А. Технология глубокой переработка нефти и газа. – Уфа: Гилем, 2002-672с.
3. Ахметов С.А., Левинтер М.Е. Глубокая переработка нефти. – М.: Химия, 1992. – 223 с.
4. Омаралиев Т.О. Мұнай мен газды өңдеудің химиясы мен технологиясы. 1-бөлім. Құрылымды өзгертпей өңдеу процестері. Алматы: Білім, 1998 ж. – 432 б.
5. Каспарьянц К.С., Кузин В.И., Григорян Л.Г. Процессы и аппараты для объектов промышленной подготовки нефти и газа. – М.: Недра, 1977. – 254с.
6. Танатаров М.А., Ахметшина М.Н. и др. Технологические расчеты установок первичной переработки нефти. - М.: Химия, 1989.
7. Байков Н.М. и др. Сбор, транспорт и подготовка нефти. – М.: Недра, 1975.
8. Бунчук В.А. Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа. – М.: Химия, 1978.
9. Лутошкин Г.С., Дунюшкин И.Н. Сборник задач по сбору и подготовке нефти, газа и воды на промыслах. – М.: Недра, 1972.
10. Бараз В.И. Добыча, подготовка и транспорт нефтяного газа. – М.: Недра, 1990.

Дәріс №3

Тақырыбы: Газдарды өңдеу технологиясы

Сабақ мақсаты: Табиғи және мұнайға серік газдарды тасымалдау мен өңдеуге дайындау процестерімен таныстырып, оларды фракциялау тәсілдерін қарастыру.

Сабақ жоспары:

1. Табиғи көмірсутекті газдарды өңдеудің физикалық әдістері.
2. Газдарды өңдеуге даярлау. Газдарды кептіру. Табиғи және мұнайға серік газдарды қышқыл компоненттерден тазалау.
3. Газдарды өңдеу. ГФУ, АГФУ.

1. Табиғи көмірсутекті газдарды өңдеудің физикалық әдістері

Табиғи және мұнайға серік көмірсутек газдары отын және мұнай химиясының шикізатын өндіруде өте құнды шикізаттарға жатады. Табиғи жанғыш газдар метан қатарының көмірсутектер қоспасы болып табылады. Кейбір кен орындар газдары құрамында күкіртсутек және CO_2 сияқты қышқыл компоненттер, азот, оттегі, сирек газдар – гелий мен аргон, және барлық табиғи газдар серігі – су булары болады.

Табиғи газдар құрамына кіретін көмірсутектерді шартты түрде үш топқа бөлуге болады:

I топқа - *метан* мен *этан* кіреді. Олар қалыпты жағдайда *құрғақ газ* болады, олар 60-95%-ды құрайды.

II топқа – *пропан*, *i-бутан* және *n-бутан* кіреді. Бұл көмірсутектер таза күйінде және қалыпты жағдайларда газ болады, ал жоғары қысымдарда сұйық күйге ауысады. Көмірсутектердің бұл тобы *сұйытылған газдар* деп аталады.

III топқа – *i-пентан*, *n-пентан*, *гексан* және неғұрлым жоғары молекулалы көмірсутектер жатады. Қалыпты жағдайларда бұл көмірсутектер – сұйықтықтар және олар бензиндердің құрамына кіреді.

Бұл газдарды алғашқы өңдеудің негізгі өнімдері – газды бензин, сұйытылған және құрғақ газдар, техникалық жеке көмірсутектер: пропан, бутан, пентан.

Газдарды өңдеудің негізгі мақсаты – бастапқы газ құрамынан қышқыл компоненттерді және ылғалды, ал содан кейін осы газдан II және III топ көмірсутектерін бөлу болып табылады.

Өнімдердің сапасын арттыру және газ өңдеу зауыттарының құрал-жабдықтарын пайдалану жағдайларын жақсарту мақсатында көмірсутектік газдарды механикалық қоспалардан алдын-ала тазалайды, құрғатады және одан кейін күкіртсутектен және CO_2 -ден тазалайды.

Механикалық қоспалардан тазалау. Механикалық қоспалардан тазалауды негізінен механикалық құралдар көмегімен іске асырады. Газ тазалауды құрғақ және ылғалды әдістерге бөледі. Құрғақ тазалауда құрғақ шаң

ұстатқыштар қолданылады: циклондар, тұндырғыш аппараттар және электрофильтрлер.

Циклондардың әсері, ортадан тепкіш күшті, ластанған газды жоғары жылдамдықпен аппаратқа жанама жолмен енгізудің нәтижесінде және оның одан әрі қозғалысы бұранда түрінде болған жағдайда пайдалануға негізделген. Тозаң ортадан тепкіш күштің әсерімен қабырғасына лақтырылып төменгі саңылау арқылы бункерге түседі, ал тазаланған газ ағымы циклонның орталық құбыры арқылы шығарылады. Тазалу коэффициенті тозаң бөлшектерінің мөлшеріне және циклон диаметріне байланысты. Ортадан тепкіш күш, циклон диаметрі аз болған сайын көп әсер етеді. Тазалуға қажетті газ мөлшері көп болған сайын 4 немесе 8–ден тұратын циклондар топтарын, сандары оннан жүзге дейін жететін батарея типтес бір агрегатқа жиынтығын пайдаланады.

Газды тозаңнан тазалаудың ең тиімді әдісі электр сүзгіште тазалау болып саналады. Олардың әсері газды иондандыруға, яғни оның молекуласының оң және теріс иондарға ыдырауына, карама-қарсы зарядталған электродтарға қозғалуына негізделген. Электродтар арасында потенциалдар айырмашылығының бірнеше мың вольтке дейін өсуімен иондар мен электрондар кинетикалық энергиясының күрт көтерілуінің нәтижесінде олар кездескен молекулаларды иондарға ыдыратады да газ толық ионданады. Мұндай жағдайда өткізгіш айналасында газдың әлсіз жарық шығаруы байқалады. Электродпен бірдей белгідегі иондар басқа тұндырғыш, (+) полюспен қосылған электродқа жылжиды.

Тозаңдалған газдағы (-) иондар жылжығанда тозаңға зарядын беріп, оларды тұндырғыш электродтарға бағыттайды. Шаң бөлшегі өзінің зарядын тұндырғыш электродтарға береді және өзінің салмағының әсерінен шөгеді немесе сілкуден лақтырылады. Электрсүзгіштер жоғары кернеулі (40-70кВ) тұрақты электр тоғымен істейді. Тозаңның тоқ өткізгіштігін көтеру және оның тұнуын жақсарту мақсатында газды ылғалдайды. Түтік және пластинка тәрізді электрсүзгіштер бар. Газдың булардағы тазалану дәрежесі 80-98% дейін жетеді.

Ылғал газды тазалау тозаңдалған газ ағымының сұйықтықпен (минералды май) тығыз контактта болуына негізделген. Мұнда қатты бөлшектер сұйықтықпен ұсталады. Ылғал газды тазалауды жүргізу үшін скрубберлер, ылғалды циклондар және т.б. қолданылады.

2. Газдарды өңдеуге даярлау

Газдарды кептіру. Газдағы су буларының мөлшері мұнай сепарациясының температурасы мен қысымына байланысты. Температура мен қысымның берілген мәндерінде газ көлемі бірлігінде су буларының мөлшері шекті мөлшерден артық бола алмайды. Егер су буының мөлшері максимал болатын газ температурасын төмендетсе, олардың бір бөлігі конденсацияланады. Газдағы немесе ауадағы су буларының конденсациясы өтетін температура шық нүктесі деп аталады. Демек шық нүктесі берілген қысымдағы газдағы су буларының максимал мөлшеріне сәйкес келеді.

Газ ылғалдылығы абсолюттік және салыстырмалы болып бөлінеді. Газдың абсолюттік ылғалдылығы – бұл көлем бірлігіндегі ($\text{г}/\text{м}^3$) немесе газдың масса бірлігіндегі ($\text{г}/\text{кг}$) су буларының массасы.

Салыстырмалы ылғалдылық – бұл газ қоспасында бар су буының массасының берілген газ көлемінде сол температура мен қысымда болуы мүмкін қаныққан су буы массасына қатынасы. Салыстырмалы ылғалдылық % немесе бірлік үлестермен өлшенеді.

Көмірсутектік газдар гидраттарының түзілу шарттары. Егер берілген шарттарда су буларымен қаныққан газды салқындатса немесе изотермиялық сықса, одан су бөлінеді. Температуралар мен қысымдардың белгілі бір қатынастарында бөлінетін су газбен әрекеттесе отырып гидраттар – ақ кристалл зат, түзілу шарттарына байланысты мұз немесе қарға ұқсас, түзеді.

Гидраттардың негізгі торы су молекулаларынан тұрады, ал молекулааралық кеңістіктерде торлар формасындағы каналдар мен қабаттар көмірсутектік газдар молекулаларымен толтырылған.

Табиғи газдар компоненттері гидраттарының формулалары $\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{C}_2\text{H}_6 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$; $\text{C}_3\text{H}_8 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$; $i\text{-C}_4\text{H}_{10} \cdot 17\text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2\text{S} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{N}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$; $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Газдар гидраттарының бұл формулалары идеал жағдайларға сәйкес келеді, яғни гидраттық тордың ірі және кіші кеңістіктері 100%-ға толған жағдайларға сәйкес келеді. Көмірсутектік газдар гидраттарында сулық торлардың ірі кеңістіктері сұйық пропанмен және *i*-бутанмен, ал кіші кеңістіктері – метанмен, этанмен, азотпен, H_2S -пен, CO_2 -мен толтырылған болады.

Ылғал газ тасымалданатын құбырлар немесе аппараттарда гидраттар түзілуі тек қана белгілі бір температуралар мен қысымдар қатынасында және бос су болған жағдайда ғана мүмкін. Гидраттар кристалдар тәріздес өседі және құбырларда, табақшалар саңылауларында және вентильде тығындар түзеді.

Гидраттар түзілуінің алдын алу үшін арнайы ингибиторлар – спирттер мен гликольдер қолданылады. Неғұрлым кең тараған ингибитор метанол болып табылады. Метил спирті – метанол (химиялық формуласы CH_3OH , молекулалық массасы 32,04) түссіз мөлдір сұйықтық, өткір иісті, механикалық қоспасы жоқ. Метанол – тез әсер етуші у, суда кез келген қатынастарда араласады. Қайнау температурасы $164,6^\circ\text{C}$, қату температурасы $-97,1^\circ\text{C}$, $\rho_{15}(100\%)=791\text{кг}/\text{м}^3$.

Газ ағынына енгізілген метанол су буларын сіңіреді және оларды төмен қату температуралы спиртті-сулы ерітіндіге айналдырады. Сонымен қатар гидраттар түзілу температурасы да төмендейді. Гидраттармен әрекеттесе отырып метанол оны бұзады. Түзілген спиртті-сулы ерітінді газ ағынымен арнайы тұндырғыштардың (дрипптер) төменгі нүктелерінде жиналады да атмосфераға лақтырылады.

Газдардан бөлінетін ылғал мен қаныққан гликольдер сепараторларда бөлініп, регенерацияға ұшыратылады.

Гидраттармен күресудің эффективті тәсілі – газды кептіру. Кептіру кезінде ылғал мөлшері күрт азаяды. Кептірілген газдың шық нүктесі газды бензинсіздендіру немесе тасымалдау процесінің ең төмен жұмысшы температурасынан $5\text{-}7^\circ\text{C}$ -ге төмен болуы керек.

Газды кептіру гидрат түзілуін болдырмайды, құбырлардағы гидравликалық жоғалтуларды төмендетеді және оның өткізгіштік қабілеті қажетті деңгейде сақталады, коррозия процесі тежеледі.

Газдарды кептірудің бірнеше әдісі бар. Олар газ көлемінің үлкеюіндегі дроссель эффектісіне, көлемінің үлкеюіндегі сыртқы әсерді пайдалануға, антифризді бүркуге, газдан сұйық немесе қатты сіңіргіштер ылғалды сіндіруге және т.б. негізделген. Газдарды кептірудің сұйық және қатты сіңіргіштермен жүргізу әдістері кең тараған.

Көмірсутекті газдарды сұйық сіңіргіштерді қолданып кептіру абсорбциялық процеске жатады, яғни су буының еріткіштермен сіңірілуі. Алғашқы кезде отын газын кептіруге глицерин (1929ж.), одан кейін (1936ж.) осы мақсатта диэтиленгликоль (ДЭГ) және үшэтиленгликоль (ТЭГ) және хлорлы кальций ерітіндісі қолданыла бастады.

Газды сұйық сіңіргіштермен кептіру процесі абсорбция және қатты сіңіргіштермен газдарды кептіру адсорбция құбылысына жатады.

Сұйық сіңіргіштермен газ кептіру. Бұл тәсіл өндірісте кең тараған. Бұл тәсілдің *артықшылықтары*: неғұрлым салыстырмалы төмен капиталдық салымдар және эксплуатациялық шығындар, кептіру жүйесінде газ қысымы ауытқуларының төмендігі, процесс үздіксіздігі. *Кемшіліктері*: шық нүктесін аз төмендету; газ құрамында жеңіл көмірсутектік сұйықтықтар болған жағдайда гликольдердің көбіктенуі.

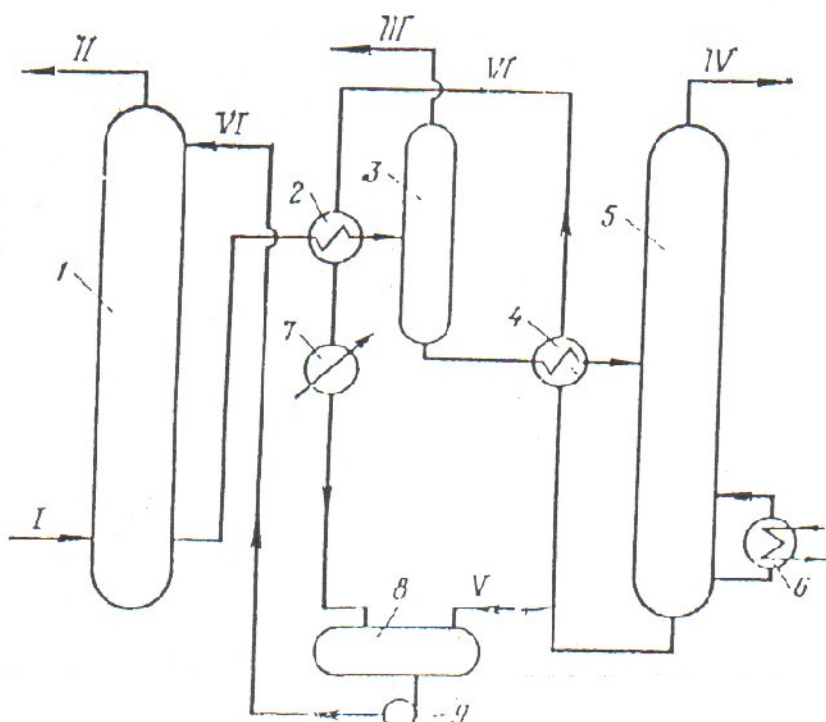
Гликольдер қолданумен жұмыс істейтін газ кептіру қондырғылары екі типті болады: абсорбциялық қондырғылар және гликольді газ ағынына енгізу қондырғылары.

ДЭГ немесе ТЭГ абсорбциялық кептіру кезінде газ (сурет 3.1) абсорбердің (1) төменгі - скрубберлік бөлігіне келіп түседі, онда ол көмірсутектік конденсаттың және судың қалқымалы бөлшектерінен босатылады. Содан кейін «бітеу» табақшаның ортаңғы құбыры арқылы өтіп жоғарғы жақтан ағып жатқан ДЭГ немесе ТЭГ сіңіргішінің сулы ерітіндісімен әрекеттеседі. Барботажды табақшаларда, абсорбер конструкциясына байланысты 5-12 табақша болуы мүмкін, газ табақшадан табақшаға көтеріліп кептіріледі де колоннаның скрубберлік бөлігіне келіп түседі. Онда ағынмен әкетілген сіңіргіш тамшылары ұсталады. Абсорбердің жоғарғы жағынан кептірілген газ шығарылады да өңдеуге жіберіледі. Төмен қарай аға отырып (табақшадан табақшаға) сіңіргіш ерітіндісі сумен қанығады да «бітеу» табақшада жиналып колоннадан регенерацияға шығарылады. Абсорберден шыққан абсорбент жылуалмастырғыш, желдеткіштен (выветриватель), онда сіңген газдар бөлінеді, екінші жылуалмастырғыштан өтіп, қайнау температурасына жақын температурада буландыру колоннасына – десорберге беріледі.

Десорберде сіңіргіш ерітіндісінен су булары айдалады. Газдар мен су булары колоннаның үстіңгі бөлігінен атмосфераға лақтырылады. Кейде су буларын конденсациялап колоннаның жоғарғы табақшасына суландыру ретінде қайтарады.

Буландыру колоннасында 10-16 ректификациялық (қалпақты немесе клапанды типті) және бір «бітеу» табақша болады. «Бітеу» табақша төменгі ректификациялық табақшадан 0,6-1,0м төмен орналастырылады. «Бітеу» табақша бетінде жиналған абсорбент шығарылған қайнатқыш (ребойлер) арқылы колоннаның төменгі бөлігіне ағызылады. Қайнатқышта абсорбент ерітіндісі су буымен қыздырылады. Қайнатқыштағы жылу алмасу жақсы өту үшін абсорбент төмен жақтан беріліп жоғарғы жақтан шығарылады. Демек, қайнатқыш үнемі сіңіргішпен толтырылған болады да циркуляцияланатын абсорбенттің барлық массасы ол арқылы төменнен жоғары қарай өтеді.

Десорбердің төменгі бөлігінде жиналған регенерацияланған сіңіргіш жылуалмастырғыш арқылы өтіп жылуын қаныққан сіңіргішке береді, содан кейін тоңазытқыш (6) арқылы аралық сыйымдылыққа (7) беріледі де одан абсорбердің суландыруына беріледі. Абсорбер газдың берілу қысымында жұмыс істейді. Десорбер атмосфералық немесе одан төменірек қысымда (0,011-0,012МПа) жұмыс істейді.



Сурет 3.1. Сұйық сіңіргіштермен газ кептіру қондырғысының технологиялық схемасы.

1-абсорбер; 2,4-жылуалмастырғыштар; 3-сепаратор; 5-десорбер; 6-қайнатқыш; 7-тоңазытқыш; 8-сепаратор; 9-насос; I – газ; II – құрғатылған газ; III-үрлеу газдары; IV-су буы; V-регенерацияланған абсорбент; VI-таза абсорбент.

Гликольдер қасиеттері. МЭГ, ДЭГ, ТЭГ – түссіз (химиялық таза) немесе ашық-қоңыр түске боялған (техникалық) сұйықтықтар, суда кез келген қатынастарда ериді.

Кептіру процесі үшін сіңіргіштердің келесі көрсеткіштері маңызды:

1) абсорбция процесінің әр түрлі температураларында әр түрлі концентрациялардағы гликольдер ерітінділерінің кептіргіштік қабілеті;

- 2) гликольдердің сулы ерітінділерінің қайнау температурасы;
- 3) әр түрлі концентрациялы гликольдердің қату температурасы.

Кесте 3.1

Гликольдер қасиеттері

Зат	Молекулалық массасы	ρ_{20} , кг/м ³	Температура	
			қайнау	ыдырау
МЭГ	62,07	1115	197,5	-
ДЭГ	106,12	1118	245	164
ТЭГ	150,17	1125	287	206

Табиғи және мұнайлық газдарды H_2S және CO_2 –ден тазалау. Мұнайлық және табиғи газдар құрамына көмірсутектермен бірге қышқыл газдар: көміртегі қосоксиді (CO_2) және күкіртсутек (H_2S), тағы да күкіртті қосылыстар – көміртегінің күкіртті оксиді (COS), қос күкіртті көміртегі (CS_2), меркаптандар (RSH), тиофендер және басқа қоспалар кіреді, олар белгілі жағдайда газдарды тасымалдауды және пайдалануды күрделендіреді, металдардың коорозиясын күшейтеді, каталитикалық процестердің тиімділігін төмендетеді және катализаторды уландырады.

H_2S – шіріген жұмыртқа иісі бар өте улы газ. Оның ауадағы концентрациясы 0,05-0,1% немесе 0,76-1,52г/м³ болған жағдайда естен тану немесе өлім шақырады. Бұдан төмен концентрациялар хроникалық уланулар шақырады. Шекті рұқсат етілген концентрациясы (ШРЕК) 0,01г/м³.

H_2S көмірсутектерді химиялық өңдеу процестеріне де кері әсер етеді: катализаторларды улайды, жұмыс ұзақтылығын қысқартады. H_2S өте күшті коррозиялық белсенді зат. Технологиялық жабдықтарды, құбырларды, арматураны жеп қояды.

Коррозиялық қасиет, әсіресе ылғал болған жағдайда, CO_2 -ге тән. Сондықтан құрамында қышқыл компоненттері бар газдар тазалауға ұшыратылады.

Газдан күкіртсутекті және көміртегінің қос оксидін бөлу тәсілдері. Қышқыл компоненттерді бөлу тәсілдерін екі топқа бөледі:

- құрғақ – қатты тазалаушы масса пайдаланумен;
- ылғал – сұйық ерітінділер пайдаланумен.

Құрғақ тәсілдерде қатты сіңіргіштер (адсорбенттер) – мырыш тотығы, алюминий өндірісінің шламы, губка тәріздес темір (темір тотығы), активтелген көмір қолданылады. Соңғы уақытта адсорбциялық тазалау процестерінде цеолиттер көбірек қолданылуда, оларды пайдалану кезінде газдарды бір уақытта кептіреді және H_2S пен CO_2 -ден тазалайды. Қатты сіңіргіштерді H_2S мөлшері төмен болатын газдарды тазалауға пайдаланады.

Ылғалды тәсілдерді құрамында едәуір көп мөлшердегі H_2S пен CO_2 бар газдарды жоғары қысымда тазалауға пайдаланады. Қышқыл компоненттерді бөлудің ылғалды тәсілдері бірнеше түрге бөлінеді:

- адсорбенттің активті бөлігімен H_2S пен CO_2 -мен химиялық әрекеттесетін процестер;

- H₂S пен CO₂-ні сіңіру физикалық еру нәтижесінде өтетін процестер;
- Аралас типті адсорбенттер қолданылатын процестер; H₂S пен CO₂-ні сіңіру бір уақытта физикалық адсорбция (еру) және химиялық реакция (хемосорбция) нәтижесінде өтеді.

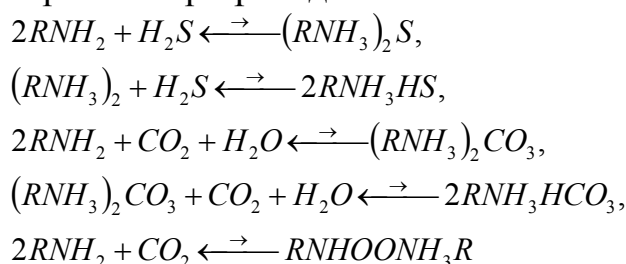
Хемосорбция процестері, H₂S пен CO₂-нің сорбенттің активті бөлігімен әрекеттесуіне негізделген, кең тараған процесс. Оларға алканоаминдер негізіндегі процестер жатады: моноэтаноламин (МЭА), диэтаноламин (ДЭА), триэтаноламин (ТЭА), дигликольамин (ДГА) және калий карбонатының ыстық ерітіндісі.

МЭА процесі неғұрлым ескі және кең тараған, оның *артықшылықтары* – жоғары белсенділік, төмен баға, тұрақтылық және регенерация оңайлығы, көмірсутектердің төмен ерігіштігі, төмен капиталдық салымдар.

Кемшіліктері – адсорбент регенерациясына көп мөлшерде жылу қуатының жұмсалуды, COS, CS₂ және O₂-ге тұрақсыздық, олардың әсерінен МЭА қайтымсыз реакцияларға түседі. МЭА-коррозиялық белсенді зат: МЭА-ның структуралық формуласы: HO—CH₂—CH₂—NH₂; молекулалық массасы 61,08; ρ₂₀=1018кг/м³; қалыпты жағдайлардағы қайнау температурасы 170°C; қату температурасы 10,6°C; H₂S сіңіргіштік қабілеті 100м³/м³.

ДЭА-процесс – тазалау бойынша екінші. МЭА-мен салыстырғанда оның *артықшылықтары* - COS, CS₂ және O₂-ге тұрақтылығы, булар серпімділігінің төмендігі, соған байланысты булану кезінде жоғалтулар аз. *Кемшіліктері* (МЭА-мен салыстырғанда) – төмен химиялық белсенділік, төмен сіңіргіштік қабілет, меркаптандар бөлу кезінде эффективті емес. ДЭА сипаттамасы: молекулалық массасы 105,14; ρ₂₀=1095кг/м³; қайнау температурасы 269 °C; қату температурасы 28 °C; H₂S сіңіргіштік қабілеті 56м³/м³.

МЭА H₂S пен CO₂-ні сіңіреді, нәтижесінде сульфидтер, дисульфидтер, карбонаттар және бикарбонаттар түзіледі:

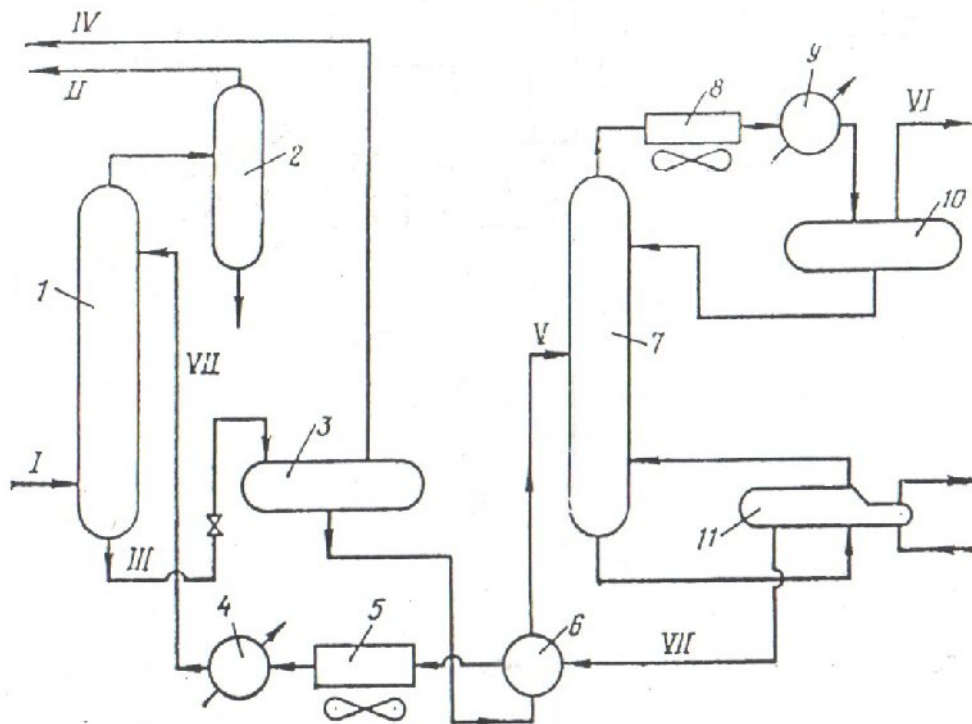


Бұл теңдеулердегі R - CH₂—CH₂—OH радикал.

20-40 °C температурада және жоғары қысымда реакциялар солдан оңға қарай, ал 105-130 °C температураға дейін температураны өсіргенде және атмосфералыққа жақын қысымда – оңнан солға қарай өтеді.

МЭА ерітіндісімен тазалау қондырғысында құрамында қышқыл компоненттері бар газ адсорбердің төменгі бөлігіне беріледі. Адсорберде газ МЭА ерітіндісімен әрекеттеседі. Газ төменнен жоғары қарай, ал МЭА ерітіндісі – жоғарыдан төмен қарай өтеді. Абсорбция 0,2-7,0МПа қысымдарда өткізіледі. Абсорберде 16-30 барботажды табақшалар бар. Абсорбердің жоғарғы жағынан тазаланған газ сепараторға (1) келіп түседі де онда МЭА ерітіндісінің тамшыларынан босатылады (сурет 3.2). Сульфидтермен, дисульфидтермен, карбонаттармен және бикарбонаттармен қаныққан ерітінді абсорбердің төменгі

бөлігінен қаныққан аминнің газ бөлгішіне (3) келіп түседі. Онда ерітіндіден көмірсутектік газдар мен қышқыл газдардың кейбір бөлігіне бөлінеді. Бұл газдар таза амин ерітіндісімен газ бөлгіштің үстінде монтаждalған кішкентай насадкалы колоннада контактке түседі. Аппараттан (3) шығып жатқан газдар отындық мұқтаждықтарға қолданылады немесе төмен қысымды газ торабына жіберіледі.



Сурет 3.2. Табиғи және мұнайлық H_2S және CO_2 –ден тазалау.

1-абсорбер; 2,3,10 – сепараторлар; 4,9 – тоңазытқыштар; 5,8 – конденсатор-тоңазытқыштар; 6-жылуалмастырғыш; 7-десорбер; 11-қайнатқыш; I-қышқыл газ; II-тазаланған газ; III – қаныққан абсорбент; IV-газ үрлеуге; V-қаныққан абсорбент десорбцияға; VI – қышқыл газдар; VII- регенерацияланған абсорбент.

Газ бөлгіштен (3) шыққан аминнің қаныққан ерітіндісі жылуалмастырғышта регенерацияланған амин ерітіндісінің жылуымен қыздырылады, содан кейін амин десорберіне келіп түседі. Абсорбция процесінің салыстырмалы төмен қысымы кезінде газ бөлгіштен (3) шыққан қаныққан амин ерітіндісі десорберге насоспен айдalады.

Десорбер әдетте 15-20 барботажды табақшалармен жабдықталады. Онда 0,12-0,15МПа аралықтарында абсолюттік қысым ұсталып отырады. Десорбердің төменгі бөлігіне жылу қайнатқыш (8) арқылы су буымен немесе циркуляцияланатын ыстық май-жылутасымалдағышпен беріледі. Қысымның төмендеуі нәтижесінде сульфидтер, дисульфидтер, карбонаттар, және бикарбонаттар абсорбция процесінде түзілген H_2S пен CO_2 -ге, H_2O және регенерацияланған МЭА ерітіндісіне ыдырайды. Десорбердің үстіңгі жағынан шығып жатқан қышқыл газдар мен су буларының қоспасы салқындалатылады және тоңазытқышта (9) жартылай конденсацияланады, содан кейін десорбердің рефлюксті сыйымдылығына беріледі. Сулы конденсат насоспен десорбердің үстіңгі табақшасына суландыру ретінде беріледі, ал қышқыл газдар

сыйымдылықтан (10) газды күкірт немесе күкірт қышқылын алу қондырғысына беріледі.

Десорбердің төменгі жағынан аминнің регенерацияланған ерітіндісі бірінен соң бірі жылуалмастырғыш, тоңазытқыш (5) арқылы өтіп сыйымдылыққа беріледі де, насоспен абсорбер мен газбөлгіштегі (3) колоннаны суландыруға беріледі.

Абсорбция процесінде МЭА жоғалтуларын төмендету үшін десорбердің жоғарғы табакшаларындағы температура 65-85 °С-ден жоғары болмау керек, колоннаға кіре берістегі температура 95-98 °С, колоннаның төменгі жағында 115-130 °С.

Қондырғының технологиялық режимі:

Р (абсолюттік), МПа:	
абсорбердегі	0,1
десорбердегі	0,1
Температура, °С:	
МЭА абсорберге кіре берістегі	32
десорбердің үстінде	101
десорбердің төменгі жағында	118
Абсорберге келіп жатқан МЭА ерітіндісінің мөлшері	23-30л/1000м ³ газға
Концентрация, % көл:	
МЭА-ның жұмысшы ерітіндіде	10
Шикі газдағы қышқыл газдардың	
H ₂ S	1,73
CO ₂	1,56
Тазаланған газ қасиеттері:	
ρ ₂₀ , кг/м ³	1,373
H ₂ S концентрациясы, г/м ³	0,0068
МЭА жоғалтулары, г/1000м ³ газға	53

3. Табиғи газдарды өңдеу

Газ өңдеу зауыттарында (ГӨЗ) мұнайға серік газдарды өңдеудің мақсаты олардан тұрақты газ бензинін бөлу, сұйытылған газдар және техникалық таза жеке көмірсутектер алу болып табылады.

ГӨЗ-ның негізгі технологиялық процестері болып бензинсіздендіру процестері табылады. Газдың көлемдеріне, мақсатты өнімдермөлшеріне, мақсатты өнімдердің алыну тереңдігіне байланысты бензинсіздендірудің төрт тәсілі қолданылады.

Көмірсутекті серік газдарды бензинсіздендіру. Көмірсутекті серік газдарды бензинсіздендіру және сұйытылған газдарды алу қатар жүретін процестер: тұрақсыз газ бензинін алу және оны сұйытылған газдар компоненттерін немесе жеке көмірсутектерді бірден бөлумен тұрақтандыру. Қазіргі кезде өндірісте тұрақсыз газ бензинін алудың төрт әдісі қолданылады: компрессиялық, адсорбциялық, абсорбциялық, төмен температуралы конденсация немесе ректификация.

Компрессиялық әдіс газды компрессорлармен сығып, оны тоңазытқышта суытуға негізделген. Газдарды сыққанда бөлінетін компоненттердің қысымы осы компоненттердің қаныққан буларының қысымына дейін жеткізіледі, осының нәтижесінде олар бу фазасынан сұйық фазаға ауысып тұрақсыз газ бензинін құрайды. Әдетте қысымның өсуімен және температураның төмендеуімен сұйық фазаның мөлшері көбееді. Мұнда конденсацияланған көмірсутекті жеңілдеу компоненттердің сұйық күйге айналуын жеңілдетеді, себебі олар сұйық компоненттерде ериді. Оптималды қысым көп факторлармен немесе бастапқы газ құрамымен, қажетті компоненттерді бөлудің берілген дәрежесімен қысымдауға және суытуға кеткен энергия шығынымен және т.б. анықталады. Көпшілік серік газдар үшін қажетті бөлу дәрежесін ескере отырып оптималды қысымды 2,0-4,0МПа аралығында ұстайды. Газды екі немесе үш сатыда компрессорлармен қысымдайды. Компрессорлардың жұмыс істеу режиміне аралық тоңазытқыштардағы газдың аралық сатылы суытылуы және цилиндрлердің қабырғасының жеткілікті салқындауы үлкен әсер етеді. Аралық сатылы салқындату түзілген конденсатты мүмкіндігінше көп бөлуге көмектеседі де қысымдауға қажетті энергия шығынын кемітеді, өйткені қысымдау үшін компрессорға түскен газ температурасының абсолюттік мәніне пропорционалды.

Газдарды сығу үшін поршенді және турбиналы компрессорлар қолданылады.

Компрессиялық әдісті өте сирек қолданады. Бұл тәсіл C_3H_8 және одан жоғарылардың мөлшері $1000г/м^3$ және жоғары болатын өте майлы газдарды бензинсіздендіруге пайдаланады. Бұл тәсіл мақсатты өнімдер алынуының қажетті тереңдігін қамтамасыз етпейді, сондықтан басқа тәсілдермен комбинирленеді.

Газдарды төмен температуралы бензинсіздендіру. Төмен температуралы конденсациялау мен ректификациялаудың жеке немесе қосарланған процестері өндірісте көбірек қолдануда.

Төмен температуралы конденсациялау әдісі бойынша адсорбенттермен кептірілген газ 30–45°C аралығына дейін суытылады да, газ сепараторына келіп түседі. Оның жоғарғы жағынан газ, астынан конденсат бөлінеді. Сұйық фаза ректификация колоннасына, этансыздануға немесе этан мен метаннан айыруға ұшыратылады. Этансызданған қалдық немесе газ бензині ыдыс немесе газ бөлу қондырғысына жеке көмірсутектерге бөлу үшін беріледі. Төмен температуралы конденсациялануда компрессия әдісіндегі сияқты тек төмен температуралы бір сатылы конденсациялау жүреді.

Төмен температуралы ректификациялау әдісі бойынша бастапқы газ жылуалмастырғышта суытылады да, ректификациялау колоннасына беріледі. Колоннаның жоғарғы жағынан жеңіл көмірсутектер шығады, суытылады да, пропан тоңазытқыштарында аздап конденсацияланады. Конденсат колоннаға салқын ағын есебінде қайта беріледі. Колоннаның төменгі жағынан тұрақсыз бензин шығады.

Бұл екі әдістің артықшылығы мен кемшіліктері бар. Төмен температуралы конденсациялаудың ректификациямен салыстырғандағы *артықшылықтары*:

1) Газдың барлығы емес, тек оның конденсацияланған бөлігі ғана ректификация колоннасына өтеді, бұл оның диаметрін азайтады;

2) Метан мен этанның мөлшері конденсатта көп болмайды, сондықтан колоннаның жоғарғы жағыда температура жоғары болуы мүмкін, бұл суыту шығынын азайтады;

3) Капиталдық шығын көп емес.

Ал төмен температуралы ректификациялаудың *артықшылықтары* келесідей:

1) Майлы газдардан мақсатты көмірсутектерді бөліп алу дәрежесі жоғары;

2) Процесс икемді.

Колоннаның жоғарғы жағының температураны өзгерте отырып, пропанды бөліп алудың тереңдігін кең аралықта өзгерте отырып пропанды бөліп алудың тереңдігін кең аралықта өзгертуге болады. Төмен температура ректификациялауды пропан мен этанды терең бөлуде және сирек кездесетін газдарды бөлуде пайдаланады. Төмен температуралық конденсация тәсілі C_3H_8 және одан жоғарылардың мөлшері 300г/м^3 болған жағдайда эффективті.

Газдарды бензинсіздендірудің абсорбциялық әдісі ең көп тараған. Бұл процесс газ қоспасының кейбір компоненттерін сұйықтықпен (абсорбентпен) талғамды сіңіруге негізделген. *Абсорбент* есебінде бензин, керосин немесе соляр дистилляты қолданылады. Көмірсутектер ауыр болған сайын олардың абсорбентте ерігіштігі жоғары болады. Еріген көмірсутектердің мөлшері қысымның өсуімен, Генри заңына сәйкес, және температураның төмендеуімен көбееді. Генри заңына сәйкес сұйықтағы газдың ерігіштігі оның будағы, сұйықтық бетіндегі қажетті қысымына тура байланысты. Температура тұрақты болғанда қысым абсорбцияға көмектеседі. Температураның өсуі газдың сұйықтықтағы еруін азайтады, абсорбцияны баяулатады. Техникалық қондырғыда газдан пропан мен бутанды бөлуде температураны 35°C -ден жоғарылатпайды.

Абсорбцияны колонналық аппаратта жүргізеді. Мұнда газ бен сұйық фазаның жанасуын табақшалар немесе насадкалар көмегімен іске асырылады. Ең көп тараған қалпақты және торлы табақшалары бар абсорберлер. Абсорбцияны салыстырмалы төмен температура ($30-40^{\circ}\text{C}$) және жоғары қысымда ($1,0-5,0\text{МПа}$) жүргізеді. Абсорбциялық әдісті пайдалану бастапқы шикізаттан $70-90\%$ пропанды, $97-98\%$ бутанды және пентанды толық, сонымен қатар одан да ауыр компоненттерді бөлуге мүмкіндік береді.

Бұл тәсіл C_3H_8 және одан жоғарылардың мөлшері $200-300\text{г/м}^3$ газға болған жағдайда қолданылады.

C_3H_8 және одан жоғарылардың мөлшері $50-100\text{г/м}^3$ газға болатын «кедей» газдар үшін *адсорбциялық* тәсіл қолданылады.

Адсорбциялық әдісті «кедей» газдардан, құрамындағы ауыр көмірсутектердің мөлшері 50мг/м^3 дейін газ бензинін бөлу үшін қолданады.

Әдістің негізгі мақсаты кеуек қатты заттардың (активтелген көмір, силикагель, молекулалық тор сияқты заттардың) беттерінде әр түрлі көмірсутектердің адсорбциялануына негізделген. Адсорбцияланған көмірсутектер мөлшері адсорбент және адсорбцияланушы заттар табиғатына, газ құрамына, яғни басқа компоненттердің адсорбциялануына, процестің температурасы мен қысымына байланысты.

Температураны көтеру және қысымды төмендету адсорбция процесіне теріс әсер етеді. Адсорбциялық бензинсіздендіру әдетте қоршаған орта температурасында және 0,2-0,5МПа қысымда жүреді. Адсорбенттерді регенерациялауды жоғары температурада және атмосфералы қысымда газбен немесе су буымен үрлеумен жүргізеді.

Қазіргі адсорбциялық бензинсіздендіру қондырғыларының технологиялық жүйесі адсорберлердің формасы мен адсорбцияны 24-45 минут уақытта өткізумен, адсорбентті регенерациялауды ыстық газбен жүргізумен және қоспа адсорбенттердің бөлшектерінің белгілі мөлшерімен ерекшеленеді.

Газ бензинін тұрақтандыру және жеке көмірсутектерді бөлу. Әр түрлі әдістермен алынған газ бензинінің құрамында этанның, пропанның және бутанның мөлшері әр түрлі болады, қаныққан булар қысымы жоғары, жеңіл компоненттерді және өзінің құрамын сақтау кезінде осылай өзгерте отырып тез айналдыру үшін оны тұрақтандыру қажет болады, яғни метанды, этанды, пропанды және аздап бутанды бөлу.

Тұрақтандыру қондырғыларының екі түрі болады: тұрақтанған бензин және сұйытылған газдар (пропан-бутан фракциясы) және тұрақтанған бензин мен техникалық жеке көмірсутектер алу.

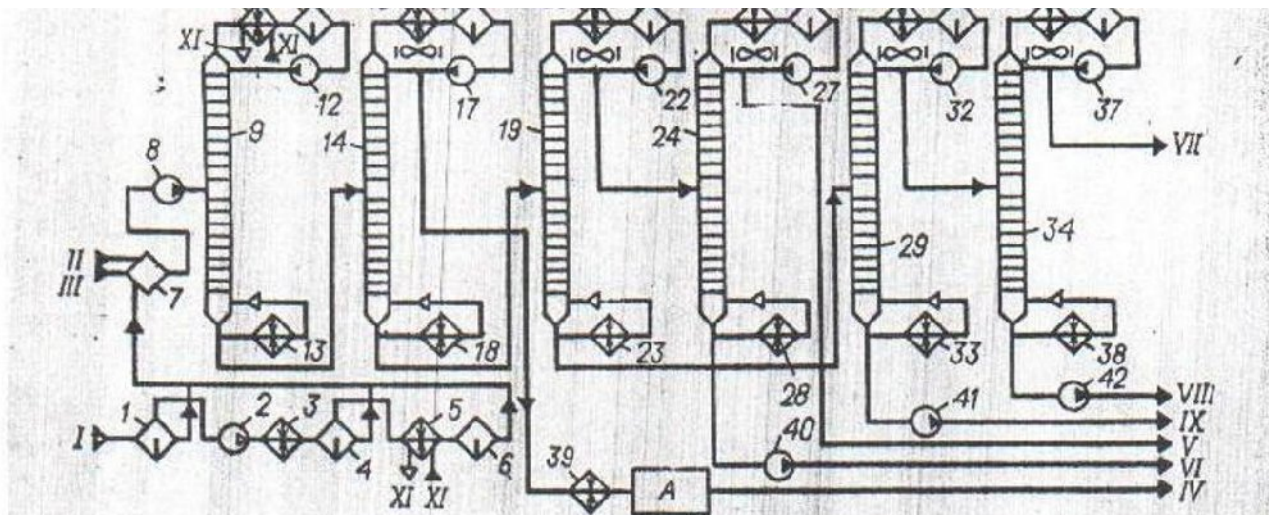
Өңделетін шикізат типіне байланысты газфракциялау қондырғылары (ГФҚ): қаныққан және қанықпаған газдар қондырғылары деп бөлінеді.

Сурет 3.3-те **шектегі газдар ГФҚ-сы** көрсетілген, онда конденсация, компрессия және ректификация процестері қолданылады. ГФҚ шикізаты: алғашқы айдау қондырғыларының газдары, катализдік риформинг және алғашқы айдау қондырғыларының тұрақтандыру бастары болып табылады.

Алғашқы айдау қондырғыларынан келген газ сепаратор (1) арқылы компрессормен (2) сығылуға беріледі. Сығу кезінде газ 120°C-ге дейін қыздырылады. Содан кейін сығылған газ сулық конденсатор-тоңазытқышта (3) конденсацияланады және конденсатор-тоңазытқышта (5) аммиакпен суытылады. Конденсатор-тоңазытқышта (3) салқындату мен конденсация 40°C-де, ал конденсатор-тоңазытқыш (5)-те 4°C-де аяқталады. Жинағышта (7) газ конденсатына тұрақтандыру басын қосады. Алынған қоспа насоспен (8) ректификацияға беріледі.

Ректификация блогында шикізаттан алдымен метан мен этан бөлінеді. Бөлу деэтанизатор колоннада (9) өткізіледі, колонна толық емес конденсация режимінде жұмыс істейді. Аммиактық конденсатор-тоңазытқыш (10) колоннаның үстіңгі погонын 0°C-ге дейін салқындатады, конденсацияланған бөлік суландыру ретінде қолданылады, ал баланстық мөлшер рефлюкстік сыйымдылыққа (11) шығарылады.

Колоннадан (9) этансыздандырылған фракция пропансыздандыру колоннасына (14) беріледі. Бұл колоннаның үстіңгі өнімі – пропансыздандырылған фракция. Үстіңгі өнім ауамен салқындатылатын конденсатор-тоңазытқышта конденсацияланғанан кейін сілтілік тазалауға өтіп, қондырғыдан шығарылады. Төменгі өнім пропансыздандыру колоннасынан (14) өз қысымымен ағып, дебутанизаторға (19) келіп түседі.



Сурет 3.3. Шекті газдар ГФҚ-сы

1, 4, 11-сепараторлар; 2, 6, 8, 12, 17, 22, 27, 32, 37, 40-42 – насостар; 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 – конденсатор-тоңазытқыштар; 7, 16, 21, 26, 31, 36 – сыйымдылықтар; 9, 14, 19, 24, 29, 34 – колонналар; 13, 18, 23, 28, 33, 38 – қайнатқыштар; 39 - тоңазытқыш; А–тазалау тарабы; I – мұнайды алғашқы айдау қондырғысынан газ; II-алғашқы айдау қондырғысының тұрақтандыру басы; III-катализдік риформингтің тұрақтандыру басы; IV-пропан; V-изобутан; VI-бутан; VII-изопентан; VIII-пентан; IX-газ бензині (C_6 және одан жоғарылар); X-құрғақ газ; XI-аммиак.

Колоннаның (19) ректификаты бутан мен *i*-бутан қоспасы, ал қалдығы бутансыздандырылған жеңіл бензин болып табылады. Ректификат конденсатор-тоңазытқышта (20) конденсацияланып бөлуге бутан колоннасына (24) беріледі. (19) колоннаның қалдығы депентанизаторға (29) беріледі. Бутан колоннасы бутандар қоспасын *n*-бутан мен *i*-бутанға бөлуге, ал (29) колонна жеңіл бензиннен пентандарды бөлуге арналған. Пентандар (34) колоннада *i*-пентанға (үстіңгі жағынан) және пентанға бөлінеді. (29) колоннаның төменгі өнімі – газды бензин (C_6 және одан жоғарылар). Колонналардың сипаттамалары келесідей:

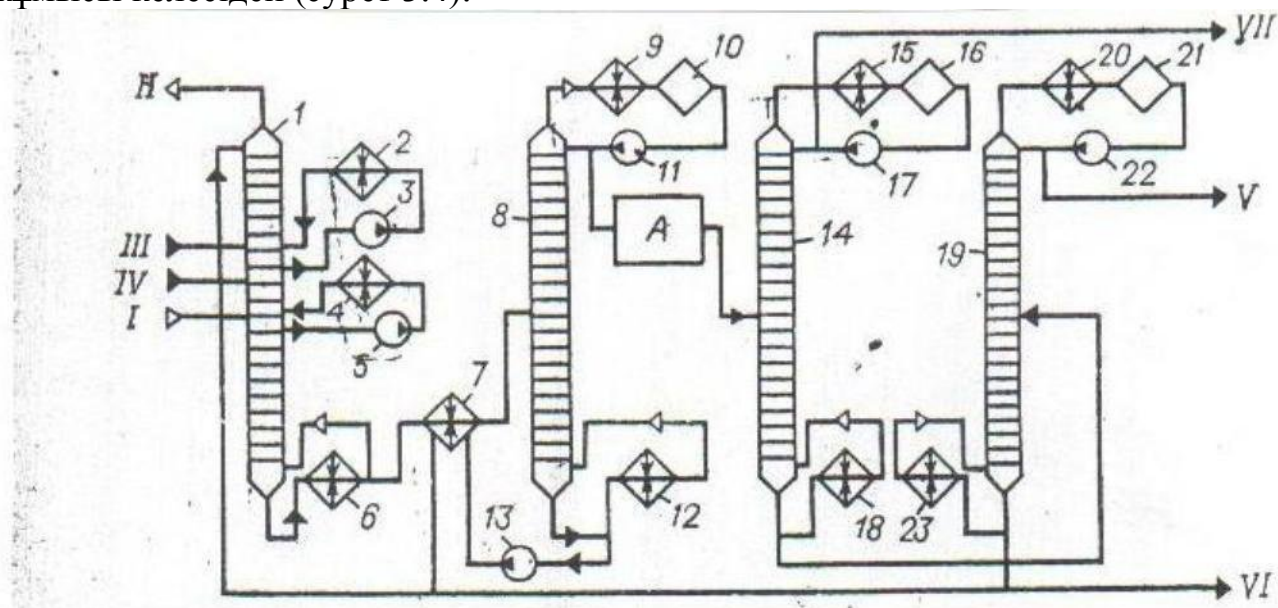
Деэтанизатор	Насадкалы колонна, 4 қабат Рашиг сақиналарымен толтырылған, $H_n=2500\text{мм}$; $D_b=600\text{мм}$; $D_n=1100\text{мм}$; $P=3\text{МПа}$
Депропанизатор	Табақшалы колонна, $n=30$; $a=600\text{мм}$; $D=1600\text{мм}$; $H=20000\text{мм}$; $P=1,3-1,8\text{МПа}$; $t_b=41^\circ\text{C}$; $t_n=96^\circ\text{C}$
Бутан колоннасы	Табақшалы колонна, $n=30$; $a=600\text{мм}$; $D=1600\text{мм}$; $H=20000\text{мм}$; $P=0,5\text{МПа}$; $t_b=48^\circ\text{C}$; $t_n=96^\circ\text{C}$
<i>i</i> -бутан колоннасы	Табақшалы колонна, $n=80$; $a=600\text{мм}$; $D=2600\text{мм}$; $H=55000\text{мм}$; $P=0,56\text{МПа}$; $t_b=47^\circ\text{C}$; $t_n=60^\circ\text{C}$

Абсорбциялық газ фракциялау қондырғысы (АГФҚ). Абсорбция – бұл газ қоспаларынан сұйық сіңіргіштер-абсорбенттермен сіңіру процесі. Абсорбция процесі талғамды және қайтымды процесс.

Абсорбция процесі газдағы сіңірілетін компоненттің және сұйықтықтың парциалды қысымдарының әртүрлігіне негізделген.

Абсорбция – абсорбер деп аталатын цилиндр аппаратта өткізіледі. Газ бен абсорбент арасындағы контакт барботажды табақшаларда өтеді, газ абсорбентке қарсы ағынмен жылжиды.

Метанға бай газдар абсорбциялық-ректификациялық типті қондырғыларды бөлінеді. Осындай газдарды бөлуге арналған қондырғы жұмысы келесідей (сурет 3.4):



Сурет 3.4. Абсорбциялық газ фракциялау қондырғысы (АГФҚ).

1, 8, 14, 19 - колонналар; 2, 4 - тоңазытқыштар; 3, 5, 11, 13, 17, 22 - насостар; 6, 12, 18, 23 - қайнатқыштар; 7 - жылуалмастырғыш; 9, 15, 20 - конденсатор-тоңазытқыштар; 10, 16, 21 - сыйымдылықтар; А - тазалау торабы; I-майлы газ; II-құрғақ газ; III-тұрақсыз бензин; IV-компрессия конденсаты; V-бутан-бутиленді фракция; VI-тұрақты бензин; VII-пропан-пропиленді фракция.

1,4МПа-ға дейін компрессормен сығылған газ өз қысымымен аппараттың (1) 22-ші табақшасының астына беріледі. Бұл аппарат фракциялаушы абсорбер деп аталады. Аппаратқа (1) компрессия конденсаты мен тұрақсыз бензин беріледі. Сұйық фракциялар газ берілуінен жоғары беріледі. Абсорбер-десорбер немесе фракциялаушы абсорбер комбинирленген колонна болып табылады. Фракциялаушы абсорбердің жоғарғы бөлігінде абсорбция, яғни газдан мақсатты өнімдерді шығару, ал төменгі бөлігінде – жылу беру нәтижесінде абсорбент регенерациясы өтеді. Фракциялаушы абсорбердің табақшалары бойымен жоғарыдан төмен қарай аға отырып ауыр компоненттермен қаныққан абсорбент сұйықтықтан десорбцияланған ыстық булармен кездеседі. Сұйықтық колоннаның төменгі бөлігіне жиналады. Фракциялаушы абсорбердің жоғарғы жағынан C_1 - C_2 газдары бар құрғақ газ шығарылады, ал төменгі бөлігінен «кедей» абсорбент пен C_3 - C_4 көмірсутектері шығарылады.

Фракциялаушы абсорберде мақсатты өнімдерді бөлудің жоғары дәрежесін әртүрлі құрамды абсорбент пайдаланумен қамтамасыз етеді. Аппаратқа (1) абсорбенттер келесі ретпен беріледі: төменгі бөлікке – жеңіл; үстіне – ауыр. Абсорбциялық бөліктегі температура абсорбентті аралық салқындатумен ұсталып отырады. Қаныққан және этансыздандырылған абсорбент аппараттан тұрақтандырғышқа (8) беріледі. Тұрақтандырғыштың (8) жоғарғы өнімі – тұрақтандыру басы, ал төменгі өнімі - тұрақты бензин. Тұрақты бензин шикізат қыздыру жылуалмастырғышы арқылы қондырғыдан шығарылады. Тұрақты бензиннің бір бөлігі фракциялаушы абсорбердің үстіңгі жағына ауыр абсорбент ретінде беріледі.

Тұрақтандыру басы тазалау торабына күкіртті қосылыстардан МЭА және сілті ерітіндісімен тазалауға беріледі. Содан кейін тазаланған тұрақтандыру басынан пропан колоннасында (14) пропан-пропилендік фракция бөлінеді. Пропан колоннасының қалдығы бутан колоннасында (19) бутан-бутиленді және газ бензиніне (C_5 және одан жоғарылар) бөлінеді. Газ бензинін тұрақты бензинмен біріктіреді.

Фракциялаушы абсорбердің жұмыс режимі: $P=1,3-4$ МПа; жоғарғы бөлігінің температурасы $0-5^{\circ}C$; төменгі бөлігінің температурасы $115-130^{\circ}C$; жоғарғы секцияның диаметрі 1600мм; төменгі секцияның диаметрі 3000мм; әрбір секцияда 19 барботажды қалпақты типті табақшалар бар.

Десорбердің диаметрі 3000мм, 40 табақшасы бар, жұмыс режимі келесідей: $P=1,3-1,4$ МПа; жоғарғы бөлігінің температурасы $80-85^{\circ}C$; төменгі бөлігінің температурасы $225-228^{\circ}C$.

Фракциялаушы абсорбер үш бөліктен тұрады: үстіңгі – абсорбциялық, төменгі – айдау және кубтық бөлік. Көмірсутектермен қаныққан абсорбент буландыру бөлігінің үстіңгі табақшасына беріледі де бітеу табақшаның бетіне жиналады, одан оны жылуалмастырғыштар жүйесі арқылы айдап айдау кубына жинайды. Қыздыру нәтижесінде қаныққан абсорбенттен жеңіл көмірсутектердің (C_1 , C_2 , кейде C_3) бөлінуіне ықпал етеді. Буландыру секциясын өтіп булар абсорбциялық секцияға көтеріледі де, «кедей» абсорбентпен кездеседі. Бұл абсорбент ауыр көмірсутектерді сіңіреді.

Этансыздандырылған абсорбент десорберге келіп түседі. Десорбер конструкциясы жағынан абсорберге ұқсас. Оның үстіңгі бөлігі – бекітуші, төменгі – айдау деп аталады. Қаныққан абсорбент айдау бөлігінің үстіңгі табақшасына беріледі.

Гелийді бөлу. Соңғы онжылдықтарда табиғи газдың көп кен орындары құрамында гелий мөлшері көп (1-7%). Әдетте, құрамында гелий бар табиғи газдарда азот та көп мөлшерде болады.

Гелий дирижабльдерді толтыруға, ұшақтардың бөлшектерін магниймен пісіруге, су астын шарлауда, медицинада, дәл приборларды дәлдеуде, космоста, тамақты консервілеуде, атом энергетикасында, жылу бергіш орта есебінде, тоңазытқыш техникасында, хроматографияда, германий мен кремний жартыөткізгіш кристалдарын өсіруде, радиолампарды толтыруда және көптеген салаларда қолданылады.

Гелийді табиғи газдан бөлу оның екі қасиетіне негізделген: гелийдің басқа химиялық элементтер арасында қайнау температурасы ең төмен (-269°C) және іс жүзінде көмірсутектерде ерімейді. Гелийді газдардан төмен температуралы конденсациялау мен ректификациялау әдістерімен бөледі.

Сұйытылған газдарды сақтау және тасымалдау. Сұйытылған көмірсутекті газдарды жоғары қысым мен қоршаған орта температурасына немесе төменгі температурамен атмосфералық қысымға жақын, цилиндр немесе сфера тәрізді сыйымдылықтарда іске асырылады.

Сфералы сыйымдылықтардың көлемі 400, 800 және 1000м^3 болып дайындалады. Оларды 0,3-0,6МПа дейін қысымда жұмыс істей алатындай етіп істейді. Цилиндр тәрізді ыдыстарды 0,7-1,8МПа дейін есептейді.

Соңғы кездері сұйытылған газдарды сақтау үшін цилиндр тәрізді қабырғасы екі қабатты резервуарларды қолдана бастады. Резервуарлардың ішкі корпусын құрамында *Si*, *Ni* бар болаттан дайындайды. Көп мөлшердегі сұйытылған газдарды металл ыдыстарда сақтау қолайсыз, себебі көп металл шығынын қажет етеді. Сондықтан, көбінесе сұйытылған газдарды жерасты сақтау әдісі қолдану табуада.

Жерасты қоймаларында жасанды жасалған кеңістіктерде қатты тау жыныстарында сұйытылған газ бен көмірсутек буларының өтіп кете алмайтын (тас тұздарының, бордың, тығыз әктің, доломиттердің, құмдардың, граниттердің және басқа) тау жыныстарының кені орналасқан.

Барлық жағдайлар бірдей болғанда жерасты тұз қоймаларын салу сыйымдылықтарымен анықталады. Сұйытылған газдарды құбырмен немесе цистернада теміржол және автотранспортпен тасымалдайды.

Арнайы құбырмен сұйытылған газдардың көп мөлшерін және үлкен ара қашықтықтарға пайдалану тиімді. Сұйытылған газды құбырмен тасымалдаудың негізгі талабы құбырдың кез келген нүктесіндегі қысым сұйытылған газдың қанығу қысымынан төмен болмау керек. Олай болмаған жағдайда сұйық қайнап бу тығынын түзеді, осының нәтижесінде құбырдың өткізгіштік қабілеті төмендейді. Сұйытылған газдар үшін құбыр салғанда 0,1-0,3м диаметрлі құбырларды қолданады.

Сұйытылған газдарды теміржол цистерналарында және баллондарда тасымалдайды. Сұйытылған газдардың көп мөлшерін 300-1000км қашықтыққа теміржол цистерналарында тасымалдау, әр уақытта автомобиль цистернасында тасымалдаудан тиімді. Теміржол цистернасының сыйымдылығы 30т, олардағы ең жоғарғы қысым 2,0 МПа.

Сұйытылған газдарды автомобильдерде көліктік және бөлу автоцистерналарда және баллондарда тасымалдайды. Көліктік автоцистерналар сұйытылған газдарды алыс қашықтыққа тасымалдауда, оларды газбен толтыру станцияларында аралық сыйымдылықтарға құюға арналған.

Көліктік автоцистерналар сыйымдылығы 10-15%. Үлестіруші автоцистерналар сұйытылған газдарды тұтынушыларға жеткізуге және сыйымдылықтарға немесе баллондарға құюға арналған. Мұндай автоцистерналар сыйымдылығы 5-10т. Оларды алыс емес жерлерге тасымалдауда (100-300км) пайдаланады. Баллондар сұйытылған газдарды

тікелей тұтынушыға жеткізуге арналған. Бұл мақсатта кәдімгі автомобильдерді немесе арнайы кузовпен жасақталған машиналарды пайдаланады.

Бақылау сұрақтары

1. Газдардың жіктелуі.
2. Газдарды тасымалдау мен өңдеуге дайындау мақсаты.
3. Газды механикалық қоспалардан тазалау.
4. Гидраттар түзілуінің шарттары.
5. Шық нүктесі деген не?
6. Газдарды кептіру тәсілдері.
7. Газдарды кептіру абсорбенттері мен олардың қасиеттері.
8. Қышқыл компоненттердің газды тасымалдау мен өңдеу кезіндегі әсері.
9. Қышқыл компоненттерден тазалау тәсілдері.
10. Газдарды қышқыл компоненттерден тазалау абсорбенттері, олардың қасиеттері.
11. Газ фракциялау қондырғылары.
12. Газ фракциялау қондырғыларының аппаратуралық жабдықталуы.

Глоссарий

Абсорбция, абсорбер, абсорбент, барботажды табақша, бутан колоннасы, десорбер, десорбция, деэтанализатор, майлы газ, қышқыл компоненттер, құрғақ газ, пропан колоннасы, табиғи газ, шық нүктесі, фракциялаушы абсорбер.

Әдебиет

1. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа. Часть 1. – М.: Химия, 1972. – 359с.
2. Берлин М.А., Гореченков В.Г., Волков Н.П. Переработка нефтяных и природных газов. – м.: Химия, 1981-472с.
3. Бекиров Т.М. Промысловая и заводская обработка нефтяных газов. – М.: Недра, 1980
4. Смидович Е.В. Мұнай мен газды өңдеу технологиясы. 2-бөлім. – М.: Химия, 1980. – 328б.
5. Чуракаев А.М. Переработка нефтяных газов. – М.: Недра, 1983.– 280б.
6. Омаралиев Т.О. Мұнай мен газды өңдеудің химиясы мен технологиясы. 1-бөлім. Құрылымды өзгертпей өңдеу процестері. Алматы: Білім, 1998.– 432б.
7. Сериков Т.П., Оразбаев Б.Б. Технологические схемы переработки нефти и газа в Казахстане. Ч.1. – Алматы.: КазПТИ, 1993. - 116с.
8. Сериков Т.П., Оразбаев Б.Б., Джигитчиева К.М. Технологические схемы переработки нефти и газа в Казахстане. Ч.2. – Алматы.: КазПТИ, 1994. - 179с.
9. Сериков Т.П. Перспективные технологии переработки нефтей Казахстана. – Алматы.: Ғылым, 2001. – 276с.
10. Эрих В.Н., Расина М.Г., Рудин М.Г. Химия и технология нефти и газа. - Л.: Химия, 1980 – 407с.

Дәріс №4

Тақырыбы: Мұнайды алғашқы өңдеу

Сабақ мақсаты: Мұнайды алғашқы өңдеу тәсілдерімен таныстырып, оларды таңдау принциптерін үйрету.

Сабақ жоспары:

1. Мұнайды алғашқы өңдеу.
2. Мұнайды бір рет және біртіндеп буландыру арқылы айдау.
3. Буландырғыш агент қосу арқылы айдау. Ауасыз кеңістікте айдау.
4. Мұнай мен мазутты алғашқы өңдеуге арналған өндірістік қондырғылар. АТ, ВТ және АВТ қондырғылары.

1. Мұнайды алғашқы өңдеу

Мұнай, аталып өткендей өте күрделі парафиндер, нафтендер, ароматты және гибриді көмірсутектердің бір-бірінде еритін молекулалық массасы және қайнау температурасы әр түрлі қоспалардан тұрады. Оны бірдей жеке компоненттерге бөлу мүмкін емес және ондай бөлу мұнай өнімдерін өндірісте пайдалануға қажет емес.

Іс жүзінде мұнайды көмірсутектердің фракцияларына және топтарына бөледі де, олардың химиялық құрамын өзгерту мақсатында өңдейді. Мұнай өңдеуді алғашқы және екіншілік процестерге бөледі.

Алғашқы өңдеу процестеріне мұнайды қайнау шектерімен бір-бірінен айырмашылығы болатын фракцияларға бөлуді, ал екіншілікке термиялық пен термокаталитикалық өңдеу процестерін, сонымен қатар мұнай өнімдерін тазалауды жатқызады.

Мұнайды алғашқы өңдеудегі негізгі процесс алғашқы немесе тура айдау болып саналады, оны дистилляция мен ректификацияны қолданып жүргізеді.

Дистилляция. Дистилляция немесе айдау сұйықтықтардың өзара еритін қоспасын фракцияға, бір-бірінен және бастапқы қоспадан да қайнау температурасымен айырмашылығы болатын, бөлу процесін атайды.

Айдау процесінде қоспа қайнағанға дейін қыздырылады, осының нәтижесінде ол аздап буланады. Пайда болған бу бөлініп конденсацияланады. Айдау арқылы құрамы жағынан бастапқы қоспадан айырмашылығы бар дистиллят және қалдық алынады. Айдауды бір рет, көп рет немесе біртіндеп буландырумен жүргізеді. Бір рет буландырумен айдауда мұнайды белгілі температураға дейін қыздырады да бу фазасында өткен барлық фракцияны сұйық фазадан бір рет сеператорда бөледі. Фазаны бөлу процесін көп рет жүргізуде бір рет буландыруды бірнеше рет қайталайды.

Ректификациялау деп - қайнау температурасының бір – бірінен айырмашылығы бар сұйықтардың қарама – қарсы қайта – қайта жанасуының нәтижесінде, бөлінуінің диффузиялық процесін айтады.

Булар мен сұйықтардың жанасуы тік цилиндр тәрізді құралдарда арнайы жабдықтармен жаракталған ректификациялаушы табақшалары немесе

насадкалары бар, колонна бойымен жоғары көтерілуші бу мен төмен ағушы сұйықтық арасында өте тығыз жанасуды қамтамасыз ететін - ректификациялық колонналарда іске асырылады.

2. Мұнайды бір рет және біртіндеп буландыру арқылы айдау

Үздіксіз жұмыс істейтін қондырғылардағы өндірістік процестердің негізін мұнайды бір рет және көп рет буландыру құрайды. Бір рет буландырумен айдауда мұнайды белгілі температураға дейін қыздырады да бу фазасына өткен барлық фракцияны сұйық фазадан бір рет сепараторда бөледі.

Фазаны бөлу процесін көп рет жүргізуде бір қабат буландыруды бірнеше рет қайталайды. Мысалы, мұнайды үш рет буландыруда алғашқысын одан жеңіл бензин фракциясын алатындай температураға дейін қыздырады да оны сұйық фазадан бөліп алады. Екінші сатысында қалған сұйық фазаны жоғарылау температураға, мысалы, 350°C дейін қыздырып, одан ауыр бензин, реактивті және дизель отындарын бөледі. Бұның қалдығын гудрон дейді. Мұнайды біртіндеп үш рет қыздырып, буландырып әр кезде бу фазасын сұйықтан айырады. Түзілген бу және сұйық фазаларды колонналарда ректификациялайды. Сонымен мұнайды өңдеудің өндірістік процестері бір рет пен көп рет буландырумен айдаудың жалғасуына және бу мен сұйық фазаны одан әрі ректификациялауға негізделген.

Біртіндеп буландыруда қыздырудың нәтижесінде түзілген бу айдау аппаратынан үздіксіз шығарылып тұрады. Біртіндеп буландыруды мұнайды лабораторияда колбадан, кубтан айдау тәжірибесінде қолданады, ал өндірісте мұндай айдауды ертеректе куб қондырғыларында қолданып келсе, қазір оларды пайдаланбайды.

Бір рет буландыру процесінің біртіндеп буландырудан артықшылықтары бар. Бір рет буландыруда төмен қайнайтын фракциялар буға айналып аппарат ішінде қалады да, жоғары қайнайтын фракциялардың қажетті қысымын төмендетеді. Бұл айдауды салыстырмалы төмен температурада жүргізуге мүмкіндік береді.

Біртіндеп буландыруға керісінше жеңіл фракцияларды алдымен бөліп алады, ал ауырларын соңында бөледі. Сондықтан буға айналған және аппараттан бөлінген жеңіл фракциялар ауыр фракциялардың қайнау температурасына әсер етпейді. Жеңіл фракциялардың әсері арқасында бір рет буландыруды пайдалана отырып, біртіндеп буландыруға қарағанда айдалатын шикізаттың соңғы температурасын $50-100^{\circ}\text{C}$ төмендетуге болады.

Қазір мұнай айдау қондырғыларында бір рет буландыруды көп пайдаланады.

Мұнай құрамында атмосфералық қысымда $400-500^{\circ}\text{C}$ және одан да жоғары температура аралығында қайнайтын көмірсутектер бар және бұл көмірсутектердің термиялық тұрақтылығы тек $380-400^{\circ}\text{C}$ дейін сақталады. Одан жоғары температурада олардың ыдырау процесі көмірсутектердің крекингі басталады, тағы да мұнайдың жоғары қайнайтын көмірсутектерінің термиялық жағынан тұрақтылығы көп төмен. Көмірсутектердің ыдырауын болдырмау

үшін олардың қайнау температурасын төмендету қажет. Оған мұнайды вакуумда айдау арқылы жетеді.

3. Буландырғыш агент қосу арқылы айдау. Ауасыз кеңістікте айдау

450-500⁰С температура аралығында атмосфералық қысымда қайнайтын мұнай фракцияларын вакуумда (қалдық қысым 3-5кПа) 200-250⁰С айдап бөлуге болады. Мұнай өңдеу тәжірибесінде қайнау температурасын төмендету үшін су буын да пайдаланады, бұл жағдайда су буының әсерімен көмірсутектердің қажетті қысымы төмендейді.

Вакуум аппараттан газды сорғызып алу арқылы жасалады. Вакуумдалған аппараттағы қысым қалдық қысым деп аталады да ол атмосфералық қысымнан (760мм сын.бағ) әрдайым төмен болады. Вакуум атмосфералық қысым (760мм сын.бағ.) және қалдық қысымның айырмасы болып есептеледі. Мысалы, егер қалдық қысым 100мм сын.бағ. болса, вакуум 760-100=660мм сын.бағ. болады.

Сонымен қатар су буының қайнау температурасын төмендетудегі әсері келесідей: шексіз бу көпіршіктері мұнайдың ішінде үлкен бос бет құрайды, сол бетте мұнайды сол көпіршіктер ішіне буландыру жүреді. Мұнай буларының қысымы өздігінен, атмосфералық қысымнан төмен болғандықтан атмосфералық қысымды өтуге жеткіліксіз, демек қайнау мен айдаудың пайда болуына жеткіліксіз. Бірақ мұнай буларының қысымына су буының қысымы қосылатындықтан атмосфералық қысымнан жоғары және айдауға жеткілікті қысым жасалады.

Айдағыш мұнай өніміне жұмсалатын өткір бу шығыны Х-ты (%-пен) келесі формула бойынша есептеуге болады:

$$X = \frac{(760 - p) \cdot 18 \cdot 100}{pM} \quad (4.1)$$

мұндағы 760 – жүйедегі сыртқы қысым (атм), мм сын.бағ.; p – мұнай өнімінің парциалдық қысымы, мм рт.ст; М – айдалатын мұнай өнімінің молекулалы массасы; 18 – судың молекулалық массасы.

Будың қысымын бу сұйықтық ағымының тегеурінін алатындай және аппараттағы қысымды жеңе алатындай, сонымен қатар құбырлардың гидравликалық кедергісін өте алатындай етіп бір қалыпты ұстап тұру керек. Әдетте бу қысымы 2-2,2кгс/см²-тан аспайды.

Вакуум көмегімен айдау температурасын күрт төмендету өте төмен қалдық қысымды талап етер еді, бұл өз алдына вакуумдық қондырғыны қымбаттатып оны пайдалануды қиындататын еді. Ал вакуумсыз бұмен айдауды пайдалану будың көп шығынын талап етер еді, ол да өз алдына көп шығын талап етер еді.

Сондықтан жоғары молекулалы мұнайларды айдаудың ең тиімді нұсқасы болып вакуум пайдаланумен қатар мұнай өніміне бір уақытта өткір буды беру болып саналады. Бұл тәсілді мазутты айдауда пайдаланады, соның ішінде майлар алуға қажетті дистилляттар мен катализдік крекинг пен гидрокрекингке қажетті шикізат алуда қажетті мазут айдауда.

Сонымен қатар айдауды инертті газдармен өткізуге болады (CO_2 , N_2 және т.б.). Олардың әсері су буының әсерімен бірдей. Дегенмен оларды пайдалану өндірістік пайдалану таппады, өйткені олардың болуы мұнай фракцияларының конденсациясын қиындатады.

4. Мұнай мен мазутты алғашқы өдеуге арналған өндірістік қондырғылар. АТ, ВТ және АВТ қондырғылары

Алғашқы айдау қондырғыларын кластарға бөлу. Құбырлы қондырғылардың ректификациялау колонналарындағы қысымға байланысты, олар атмосфералық (АҚ), вакуумдық (ВҚ), атмосфералы - вакуумды (АВҚ) болып бөлінеді. Булану дәрежесінің санына қарап, құбырлы қондырғыларды бір, екі, үш және төрт рет буланушы деп бөледі.

Бір рет буландырумен айдау қондырғыларында мұнайдан бір ректификациялаушы колоннада атмосфералық қысымда барлық дистилляттарды, бензиннен бастап тұтқыр цилиндр майына дейін, алады.

Мұнайларды мазутқа дейін буландыруда атмосфералық қысымда екі ректификациялаушы колонналарда жүргізуге болады: біріншісінде тек бензинді ғана алады және бензинсізденген мұнай, айдаудың қалдығы болады; екінші колоннада жартылай бензинсізденген мұнай жоғарылау температурада мазутқа дейін айдалады. Мұндай, екі колонналы, қондырғылар атмосфералық құбырлы қондырғылар (АҚ) тобына жатады

Қазіргі кезде мұнайды алғашқы айдауды атмосфералық қысымда істейтін құбырлы қондырғыларда (АҚ) жүргізіп, одан мөлдір өнімдер: бензин, керосин, дизель (газойль) фракцияларын алады. Мұнай айдаудың қалдығын (өнімнің қайнау басы температурасы $300-360^\circ\text{C}$) мазут дейді. Егер зауытта көп мөлшерде қазандық отын алу қажет болған жағдайда, онда айдауды атмосфералық қысымда жүргізумен шектейді. Мұнай шикізаты жеткіліксіз жағдайда, мұндай өңдеу бағыты тиімсіз болып саналады.

Алғашқы айдау өнімдері. Мұнайды атмосфералық қысымда айдау нәтижесінде келесі өнімдер алынады:

- негізінен пропан мен бутаннан тұратын *сұйытылған көмірсутекті газ* (тұрақтандыру басы) өнімді күкіртті қосылыстардан тазалаған соң, шаруашылықта отын, газдарды бөлу қондырғыларына, шикізат ретінде қолданады, кейбір кездерде автобензин компоненті ретінде де пайдаланады.

- *бензин фракциясы*: $30-180^\circ\text{C}$ аралығында айдалады. Автобензин компоненті ретінде пайдаланады. Кейбір жағдайларда каталитикалық риформинг қондырғыларының шикізат ретінде қолданылады,

- *керосин фракциясы*: $120-135^\circ\text{C}$ аралығында айдалады. реактивтік қозғалтқыштарда, жарықтандыруға, тракторлардың карбюратор қозғалтқыштарында отын ретінде пайдаланады. Сапасын жақсарту мақсатында гидротазалау, сілтілік тазалау немесе меркаптансыздандыру қондырғыларында күкіртті қосылыстардан қосымша тазалаудан өтеді.

- *дизель фракциясы*: $180-350^\circ\text{C}$ аралығында айдалады. Бұрын дизельдік фракцияны атмосфералық газойль, соляр майы деп атап келді. Бұл фракцияны

автомобильдерде, тракторларда, тепловоздарда, теңіз және өзен кемелерінде орналасқан дизельдік қозғалтқыштардың отыны ретінде пайдаланады. Қажет болған жағдайда, оны гидрогенизациялық әдіспен күкірттен тазалайды.

- *мазут*. Бұл мұнайды атмосфералық айдаудың қалдығы. Қазандық отын ретінде пайдаланады, кейбір жағдайларда термиялық крекинг қондырғысының шикізаты ретінде қолданылады.

Бақылау сұрақтары

1. Мұнайды айдау қондырғыларының типтерін атаңыздар.
2. Бір рет буландыру принципімен жұмыс істейтін қондырғы жұмысын түсіндіріңіз.
3. Біртіндеп буландырумен жұмыс істейтін қондырғылар.
4. Вакуумда айдау схемасы.
5. Комбинирленген қондырғылардың жұмыс реті.
6. Мұнай айдаудың негізгі өнімдері мен олары пайдалану жолдары.

Глоссарий

Атмосфералық айдау, атмосфералы қысым бір рет буландыру, біртіндеп буландыру, вакуум, вакуумда айдау, дистилляция, мұнай айдау, ректификация, табақшалы колонна, тұрақтандыру колоннасы.

Әдебиет

Негізгі әдебиет

1. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа.. Часть1. – М.: Химия, 1972. – 359 с.
2. Банов П.Г. Процессы переработки нефти. Часть 1. - М., 2000г.
3. Ахметов С.А.Технология глубокой переработка нефти и газа. – Уфа: Гилем, 2002-672 с.
4. Омаралиев Т.О. Мұнай мен газды өңдеудің химиясы мен технологиясы.1-бөлім. Құрылымды өзгертпей өңдеу процестері. Алматы: Білім, 1998.–432б.
5. Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. – М.: Химия, 1980. – 256 б.
6. Айжарикова А.К. Мұнай шикізаттарының құрылымын өзгертпей өңдейтін процестердің химиялық технологиясы пәні бойынша лабораториялық жұмыстарды орындауға әдістемелік нұсқаулар.-Ақтөбе: Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе мемлекеттік университетінің баспа бөлімі, 2006.
7. Айжарикова А.К. Мұнай шикізаттарының құрылымын өзгертпей өңдейтін процестердің химиялық технологиясы пәні бойынша практикалық жұмыстарды орындауға әдістемелік нұсқаулар. - Ақтөбе: Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе мемлекеттік университетінің баспа бөлімі, 2009.

Қосымша әдебиет

8. Сериков Т.П., Оразбаев Б.Б. Технологические схемы переработки нефти и газа в Казахстане. Ч.1. – Алматы.: КазПТИ, 1993. - 116с.

9. Сериков Т.П., Оразбаев Б.Б., Джигитчиева К.М. Технологические схемы переработки нефти и газа в Казахстане. Ч.2. – Алматы.: КазПТИ, 1994. – 179с.
10. Надиров Н.К. Нефть и газ Казахстана. Часть 2 - Алматы.: Ғылым, - 1995. – 398 с.
11. Надиров Н.К. Высоковязкие нефти и природные битумы. Т1-5. – Алматы.: Ғылым, 2001. - 2000с.
12. Сериков Т.П. Перспективные технологии переработки нефтей Казахстана. – Алматы.: Ғылым, 2001. – 276с.
13. Мұнай өңдеуші анықтамасы (Ластовкин Г.А., Радчинко Е.Д. және Рудин М.Г. ред. басқаруымен.) Л.: Химия, 1986.-648б.
14. Александров И.А. Мұнай өңдеудегі айдау және ректификациялау. М.: Химия, 1981. – 352б.
15. Тауарлы мұнай өнімдері. Қасиеті мен қолданылуы. Анықтама. (Школьников В.М. ред. басқаруымен)-Л.: Химия, 1982-227б.
16. Танатаров М.А., Ахметшина М.Н. и др. Технологические расчеты установок первичной переработки нефти. М.: Химия, 1989
17. Хорошко С.И., Хорошко А.Н. Сборник задач по химии и технологии нефти и газа. Минск: Выщэйшая школа, 1982. - 220 с.
18. Айжарикова А.К. Мұнай шикізаттарының құрылымын өзгертпей өңдейтін процестердің химиялық технологиясы пәні бойынша өзіндік жұмыстар орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар. – Ақтөбе: Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе мемлекеттік университетінің баспа бөлімі, 2006ж.- 48б.

Дәріс №5,6

Тақырыбы: Мұнайды алғашқы өңдеуге арналған құрама қондырғылар

Сабақ мақсаты: Мұнайды алғашқы өңдеуге арналған құрама қондырғылардың типтерімен, оларды таңдау және жұмыс істеу ретімен таныстыру.

Сабақ жоспары:

1. Мұнайды алғашқы өңдеуге арналған құрама (комбинирленген) қондырғылар
2. ЭЛОУ – АТ (мұнайды алғашқы) айдау қондырғысы
3. АТ (АВТ) – бензинді екі рет айдауға арналған қондырғы
4. ЭЛОУ–АВТ - атмосфералы және вакуумды айдау

1. Мұнайды алғашқы өңдеуге арналған құрама (комбинирленген) қондырғылар

Мұнайды алғашқы өңдеудегі негізгі процесс алғашқы немесе тура айдау болып саналады, оны дистилляция мен ректификацияны қолданып жүргізеді.

Қазір мұнай айдауды қондырғыларда бір рет буландыруды көп пайдаланады. Өндірісте бір рет буландырумен айдауды бұмен сұйық фазаны ректификациялаумен жалғастырып жүргізу мұнайды фракцияларға бөлуде

жоғары нәтижеге жетуге, процестің үздіксіз жүруіне және шикізатты қыздыруға отын шығынын үнемдеуге мүмкіндік туғызады.

Ректификациялау деп - қайнау температурасының бір – бірінен айырмашылығы бар сұйықтардың қарама – қарсы қайта – қайта жанасуының нәтижесінде, бөлінуінің диффузиялық процесін айтады.

Булар мен сұйықтардың жанасуы тік цилиндр тәрізді құралдарда арнайы жабдықтармен жарақталған ректификациялаушы табақшалары немесе насадкалары бар, колонна бойымен жоғары көтерілуші бу мен төмен ағушы сұйықтық арасында өте тығыз жанасуды қамтамасыз ететін - ректификациялық колонналарда іске асырылады.

Мұнай өңдеу зауытында мұнайды және мазутты айдау жүйелерінің барлық түрлері қолданылады, өз алдына тұрған атмосфералық айдау қондырғылары, құрастырма атмосфералық-вакуумдық айдаудың құбырлы қондырғылары пайдаланылады.

Ең алғаш біздің елде (1950ж) қуаты аз 0,5-0,6млн. т/ж АТ қондырғылар, соңғы жылдары олардың қуаты 1-6 (8) млн. т/ж өсті.

АТ-да, АВТ-да алынатын бензин фракцияларында әдетте еріген газдар болады. Сондықтан оны ректификациялық колоннада тұрақтандыруға ұшыртады. Тұрақты бензиннің сапасын оның құрамындағы изобутан мен нормалды бутанның суммалық мөлшеріне немесе тауарлық бензиннің рұқсат етілген қаныққан булар қысымына байланысты бақылайды.

Бензинді тұрақтандыру мен оны жеке фракцияларға бөлуге бірнеше ректификациялық колонналар қажет. Олардың саны алынатын фракциялар санынан бірге аз болады. Әдетте тұрақтандыруды 0,8-1,4МПа қысымда өткізеді, ол газдардың толық немесе бір бөлігінің конденсациясын қамтамасыз етеді.

Алдын ала бензинсіздендіру колоннасы мен негізгі атмосфералық колоннасы және бензинді екіншілік айдау торабы бар ЭЛОУ-АВТ – бензинді екіншілік айдау комбинирленген схема жобаланған.

2. ЭЛОУ – АТ (мұнайды алғашқы) айдау қондырғысы

ЭЛОУ-АТ қондырғысының технологиялық схемасы берілген шикізаттан өнімдердің таңдалған ассортиментін қамтамасыз ететін ең экономикалық жағынан тиімдісі болуы керек.

ЭЛОУ-АТ қондырғысы схема таңдау кезінде қондырғының оптималды қуатын, АТ-ны басқа қондырғыларымен комбинирлеу мүмкіндігін, қондырғы аумағында жабдықтардың орналасу схемасын анықтау керек. Таңдалған схема айдалу тереңдігін, фракциялау дәлдігін, процесс икемділігін, үлкен жөндеу аралық мерзім мен жоғары техникалық-экономикалық көрсеткіштерді қамтамасыз етуі керек.

Қазіргі заманғы зауыттарда технологиялық байланысты схемаларды комбинирленген қондырғыларда біріктіру қолданылады. Мұндай комбинирленудің келесідей артықшылықтары бар: жеке қондырғылар саны, құбырлар желісі ұзындығы және аралық сыйымдылықтар саны азаяды, процестердің өзінің энергитикалық қорлары эффективті қолданылады; электр

қуатының, бу мен салқындатуға, ысытуға және аралық өнімдерді тасымалдауға жұмсалатын су шығыны едәуір төмендейді; қазіргі заманғы бақылау құралдары мен автоматика құралдары кеңінен қолданылады; металл шығыны, өндіріс ауданы күрт азаяды. Комбинирлеу нәтижесінде капиталдық шығындар мен өнімнің өзіндік құны күрт төмендейді, еңбек өнімділігі артады.

Мұнай өңдеу өнеркәсібінде неғұрлым жие келесі комбинациялар қолданылады: ЭЛОУ-АТ; АТ-бензиндерді екіншілік айдау және ЭЛОУ-АТ бензиндерді екіншілік айдау. Осы процестерді комбинирлеу технологиядағы ұқсастығымен және бірдей жөндеу аралық ұзақтылығымен түсіндіріледі.

ЭЛОУ - АТ қондырғысының атмосфералық торабы схемасын таңдау

АТ атмосфералық торабында мұнай айырудың үш схемасын қолданады: атмосфералық блокта бір күрделі ректификациялық колоннасы бар схема (схема 1), алдын ала буландырғышы және ректификациялық колоннасы бар схема (схема 2) және алдын ала бензинсіздендіру колоннасы мен негізгі ректификациялық колоннасы бар схема (схема 3).

Схема 1 құрамындағы бензин фракцияларының мөлшері 2-10% дан артық емес тұрақтандырылған мұнайлар үшін қолданады. Қондырғы қарапайым және ықшам. Колоннада жеңіл және ауыр фракцияларды бірге буландыру мұнайды пеште қыздыру температурасын төмендетуге мүмкіндік береді.

Схема 2-ні пайдаланумен пеш құбырларындағы қысым құламасы төмендейді.

Булар буландырғыштан атмосфералық колоннаға бағытталады, сондықтан суландыру беруге жеке конденсациялаушы жабдықтар мен насостар орнату қажет емес болады. Бір колоннада жеңіл және ауыр фракцияларды бір уақытта ректификациялау пеште қыздыру температурасын төмендетеді. Бірақ бензин фракциялары мен еріген газдар мөлшері жоғары болған жағдайда, атмосфералық колонна булар бойынша артық жүктелімімен жұмыс істейді, бұл аппарат диаметрін арттыруды талап етеді. Барлық коррозиялық агрессивті заттар сутегі хлориді, күкірт сутек, меркаптандар басқа булармен бірге буландырғыштан колоннаға келіп түседі, яғни буландырғыш атмосфералық колоннаны коррозиядан қорғайды.

Ең кеңінен тарағаны схема 3 ол неғұрлым икемді және бензин фракциялары мен еріген газдар мөлшерінің елеулі өзгерулері кезінде жұмыс істей алады. Коррозиялық агрессивті заттар бірінші колоннаның үстіңгі бөлігі арқылы шығарылады, сонымен негізгі колонна коррозиядан қорғалған. Бензиннің бір бөлігінің алдын ала шығарылуына байланысты пеш пен жылуалмастырғыштардың имек құбырларында жоғары қысым жасалмайды, бұл өз алдына беріктілігін өсірмей неғұрлым арзан жабдықтар орнатуға мүмкіндік береді.

Технологиялық схеманың технологиялық режимнің келесідей нормалары бар:

-электродегидраторға кіре берістегі мұнай температурасы, °С	115-тен жоғары емес
-электродегидраторға кіре берістегі су температурасы, °С	110-нан жоғары емес
- электродегидраторлардағы қысым, кг/см ²	9, 0-ден жоғары емес

Негізгі ректификациялық колонна:		
- Температура, °С		
	үсті	150
	асты	380
- Қысым, кг/см ²		2,0
- суландырылу температурасы, °С		
	I циркуляциялық суландыру	сапа бойынша
	II циркуляциялық суландыру	сапа бойынша
	III циркуляциялық суландыру	сапа бойынша
- Табақшалар үстіндегі температура, °С		
	39-табақша	180
	28-табақша	280
	19-табақша	330
- Қоректендіру зонасының температурасы, °С		380
- Су буының температурасы, °С		Нормаланбаған
Атмосфералық колонна пеші		
- Кіріс температурасы, °С		380
- Асу пеші үстіндегі түтін газдары температурасы, °С		850
- Пешке кіре берістегі мұнай қысымы, кгс/см ²		22,0
Пайдалану қазандығынан кейінгі түтін газдарының температурасы, °С		300

ЭЛОУ -АТ қондырғысының технологиялық жүйесі. ЭЛОУ-АТ қондырғысының жүйесі бойынша екі рет буландыру принципі іске асырылған. Бұл жүйе бойынша, шикі мұнай сорап арқылы, жылуалмастырғыштардан, электродегидраторлар шоғырынан өтіп, бензинсіздендіру колоннасына келіп түседі. Колоннаның жоғарғы жағынан шығатын өнім – жеңіл бензин фракциясы ауамен және сумен суытатын тоңазытқыштарда суытылады да, рефлюкс ыдысына түседі, одан бензиннің бір бөлігі сорап арқылы салқын ағын есебінде колоннаға беріледі де, ал негізгі балансты мөлшері өзінің қысымымен ыдысқа түседі. Колоннаның астынан шығатын өнім, жартылай бензинсізденген мұнай – сораппен (насоспен) алынып құбырлы пешке жіберіледі. 360°С дейін қыздырылған мұнайдың екі ағымының біреуі колоннаға қосымша ректификациялауға қажетті жылу беру мақсатында беріледі де, ал екінші ағымы атмосфера колоннасына жіберіледі.

Ортаңғы – негізгі атмосфералық колоннада мұнай бірнеше фракцияларға бөлінеді.

Колоннаның төменгі бөлігінің температурасын төмендету және мазуттан мөлдір өнімдерді толығырақ алу үшін, ондағы ректификациялауды су буының қатысуымен жүргізеді. Бұды колоннаның төменгі бөлігіне береді. Колоннаның төменгі жағынан шығарылатын мазут мұнайды қыздыратын жылуалмастырғыштар және тоңазытқыштар арқылы қондырғыдан шығып кетеді.

Колоннаның жоғарғы жағынан қайнау шегі 80°С болатын бензин фракциясының буы және су буы шығарылады. Булар ауамен және сумен салқындалатын конденсатор-тоңазытқыштарға келіп түседі, одан конденсациялаудан өткеннен кейін, өнім су бөлгіш сыйымдылыққа беріледі.

Судан бөлінген ауыр бензин сыйымдылыққа келіп түсіп, бензиннің бір бөлігі сыйымдылықтан салқын ағын (флегма) есебінде қайта колоннаға беріледі.

Бұл колоннадан екі бүйірлік өнім - керосин (180-230°C) және дизель (230-350°C) фракцияларын алады. Өнімдер әуелі буландырушы колоннаға түседі де, су буының қатысуымен жеңіл фракцияларға бөлінеді. Жеңіл фракциялардан арылған мақсатты өнім жылуалмастырғыштар мен тоңазытқыштар арқылы қондырғыдан шығарылады, ал жеңіл фракциялар колоннаға қайта беріледі.

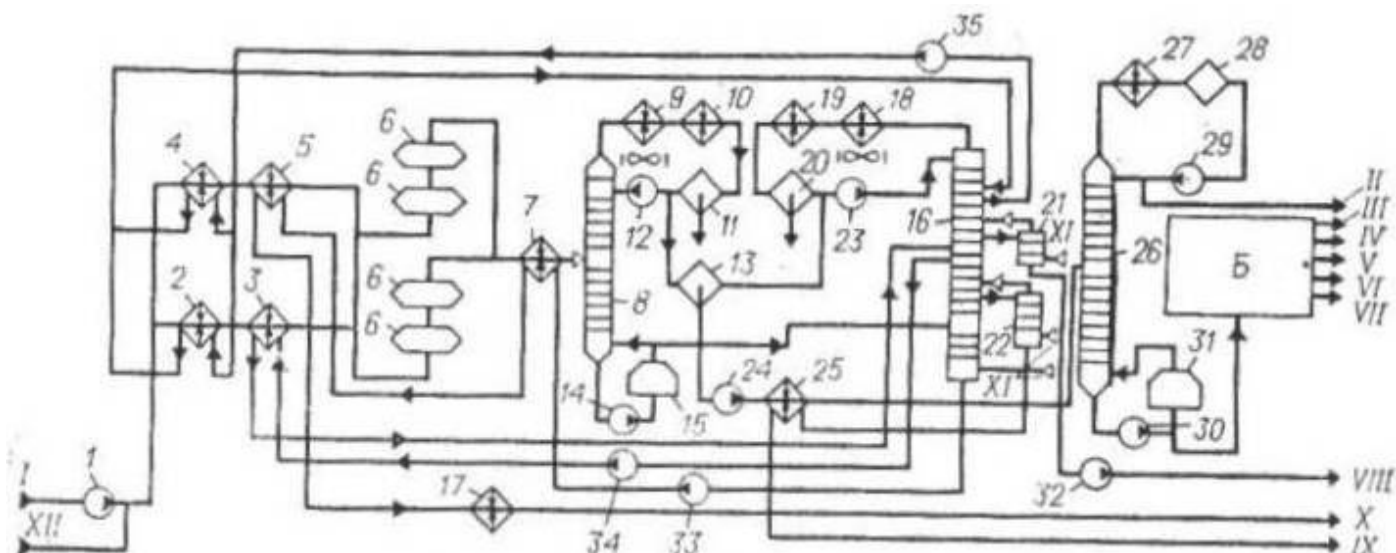
қ.б.-180°C бензин фракциясы сыйымдылықтан сораппен жылуалмастырғышқа беріледі, онда 230-350°C фракциямен 170°C-ге дейін қыздырылады, одан кейін тұрақтандырушы колоннаға беріледі. Колоннаның жоғарғы өнімі тұрақтандыру басы конденсатор-тоңазытқышқа жіберіледі де, конденсацияланады. Конденсацияланған фракцияның бір бөлігі колоннаға ағын есебінде беріліп, ал оның балансты мөлшері қондырғыдан шығарылады. Тұрақтандырушы колоннаның төменгі өнімі - тұрақты қ. б.-180°C бензин фракциясы бензинді екіншілік айдау бөліміне беріледі, онда ол қайнау температурасы жақын фракцияларға бөлінеді. Колоннадағы жылу режимін ұстап тұру үшін бензин фракциясының бір бөлігі сораппен пеште қыздырылып, буға айналып, бу фазасы күйінде колоннаға қайта беріледі.

Мазутты вакуумда айдау. Мұнай типіне байланысты атмосфералық айдау қалдығынан (мазуттан) майлық дистилляттар немесе вакуумдық газойль бөледі. Майлық дистилляттарды май өңдеу торабына, ал газойльдерді каталитикалық крекинг қондырғысының шикізаты ретінде пайдаланады. Бөлінетін компоненттердің қайнау температураларын төмендету және шикізаттың термиялық ыдырауының алдын алу үшін мазутты вакуумда айдайды. Вакуумның тереңдеуімен компоненттердің қайнау температуралары күрт төмендейді. Вакуум барометрлік конденсаторлармен және вакуумдық насосармен (поршендік, ротациялық, ағынды немесе эжекторлар) жасалады.

3. АТ (АВТ) – бензинді екі рет айдауға арналған қондырғы

Колонна (16)-ның үстіңгі жағынан бензин фракциясының булары мен су буы шығарылады. Булар ауамен және сумен салқындатылатын конденсатор-тоңазытқыштарда (19), (20) конденсацияланғаннан кейін су бөлгіш-сыйымдылыққа (21) беріледі. Судан бөлінген бензин сыйымдылыққа (18) беріледі, сыйымдылықтан (21) бензиннің бір бөлігі колонна (16)-ға суландыру ретінде қайтарылады (сурет 5.1).

Бензин фракциясы (қ.б.-180°C) сыйымдылықтан (18) насоспен (46) жылуалмастырғышқа (45) беріледі де 230-350°C фракциямен 170°C-ге дейін қыздырылады да тұрақтандыру колоннасына (26)-ның үстіңгі өнімі тұрақтандыру басы - конденсатор-тоңазытқышқа (37) беріледі. (37)-ден конденсатор (38)-ге беріледі, одан үстіңгі өнімнің бір бөлігі суландыру ретінде (26)-ға қайтарылады, ал баланстық мөлшері қондырғыдан шығарылады. Колонна (26)-ның төменгі өнімі - тұрақты бензин фракциясы бензинді екіншілік айдау торабына беріледі де жеке фракцияларға бөлінеді.



Сурет 5.1. Мұнайды алғашқы өңдеуге арналған ЭЛОУ-АТ-6 комбинирленген қондырғысының технологиялық схемасы.

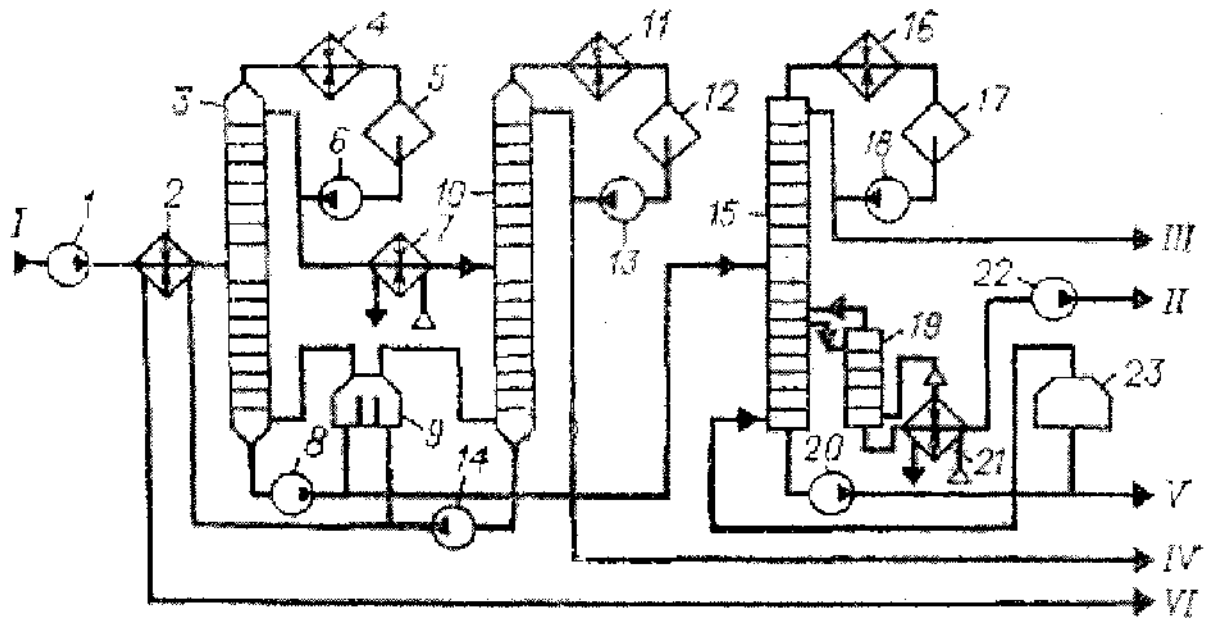
1, 12, 14, 23, 24, 29, 30, 32-35 –насостар; 2-5, 7, 25 – жылуалмастырғыштар; 6-электродегидраторлар; 8, 16, 21, 22, 26 – колонналар; 9, 10, 18, 19, 27 – конденсатор-тоңазытқыштар; 11, 13, 20 – сыйымдылықтар; 15, 31 – құбырлы пештер; 17 – тоңазытқыш; В – бензинді екіншілік айдау торабы; I-мұнай; II-тұрақтандыру басы; III-қ.б.-62°C фракциясы; IV-62-85°C фракциясы; V-85-105°C фракциясы; VI-105-140°C фракциясы; VII-140-185°C фракциясы; VIII-180-230°C фракция; IX-230-350°C фракция; X-350°C-ден жоғары фракция; XI-су буы; XII-деэмульгатор.

Бензин фракциясы (қ.б.-180°C) жылуалмастырғыш (2) арқылы колоннаға (3) беріледі, оның үстінен қ.б.-85°C фракция айдалады. Бұл фракция содан кейін колонна (10)-ға беріледі де екі фракцияға бөлінеді: қ.б.-62°C және 62-85°C (сурет 5.2).

Колонна (3)-тің төменгі жағынан 85-180°C фракция колонна (15)-ке беріледі. Колонна (15)-тің үстіңгі жағынан 85-105°C фракциясы алынады, ал төменгі бөлігінен 140-180°C фракция алынады. Осы колоннаның бүйірлік поғоны 105-140°C фракциясы. Бүйірлік погон буландыру колоннасы (19)-ға беріледі.

Колонналар (3), (10), (15)-те ректификация процесін өткізуге қажетті жылуды пештер (9) бен (23)-те циркуляцияланатын төменгі өнімді қыздырумен жүзеге асырылады.

Ректификациялық колонналар (3), (10), (15)-тің жоғарғы өнімдері қаптама құбырлы конденсаторлар (4), (11) және (16)-да конденсацияланады. Конденсаттар рефлюксті сыйымдылықтар (5), (12), (17)-де жиналады, одан конденсаттың бір бөлігі өткір суландыру ретінде колоннаға қайтарылады, баланстық мөлшері қондырғыдан шығарылады.



Сурет 5.2. бензинді екіншілік айдау қондырғысының технологиялық схемасы.

1,6,8,13,14,18,20,22 – насостар; 2-жылуалмастырғыш; 3,10,15,19-колонналар; 4,11,16-конденсатор-тоңазытқыштар; 5,12,17-сыйымдылықтар; 7-буқыздырғыш; 9,23-құбырлы пештер; 21-қайнатқыш; I-к.б-180°С фракция; II-105-140°с фракциясы; III-85-105°С фракциясы; IV-к.б-62°С фракциясы; V- 140-180°С фракциясы; VI-62-85°С фракциясы.

4. ЭЛОУ–АВТ - атмосфералы және вакуумды айдау

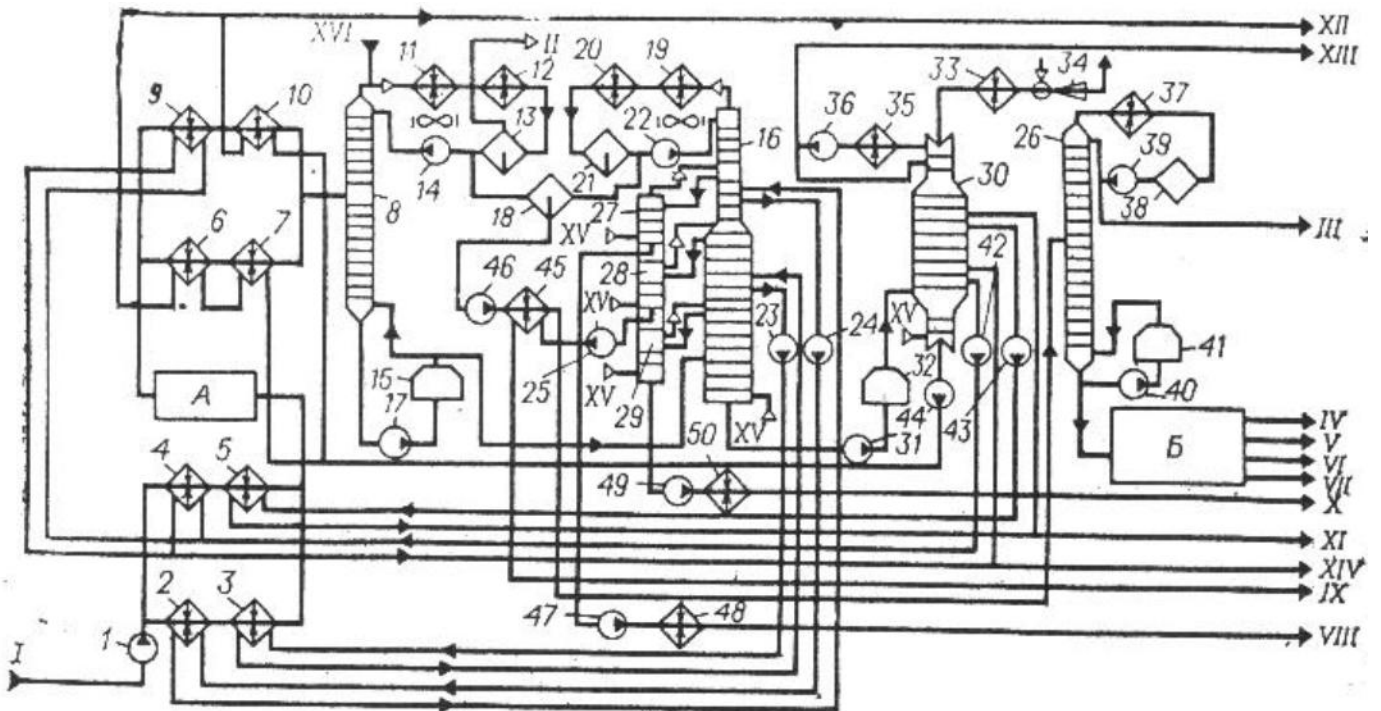
Мұнайды өңдеуге негізделген екіншілік айдауы бар ЭЛОУ-АВТ қондырғысының сипаттамасы келесідей (сурет 5.3):

Қондырғыға берілетін мұнай насоспен (1) екі ағын болып шикізат жылуалмастырғыштары (2) - (5) арқылы өтеді. Бірінші ағын колоннаның (16) үстіңгі (2-де) және төменгі (3-те) циркуляциялық суландылуларымен жылуалмасу арқылы жылытылады. Екінші ағын жылуалмастырғыштар (4) және (5) арқылы өтіп вакуум колоннасының (30) төменгі және ортаңғы циркуляциялық суландырулармен жылытылады. Содан кейін мұнайдың екі ағыны да араластырылып электродегидраторларға беріледі.

Сусыздандырылған және тұзсыздандырылған мұнай электртұзсыздандырудан кейін қайтадан екі ағынға бөлініп жылуалмастырғыштарға беріледі. Мұнайдың бірінші ағыны жылуалмастырғыштар (6) мен (7)-де гудронмен жылытылады, екінші ағын (9)-да колоннаның (30) төменгі циркуляциялық суландыруымен және (10)-да гудронмен жылытылады. Содан кейін мұнай бензинсіздендіру колоннасына (8) беріледі.

Атмосфералық колоннада (16) екі бүйірлік погон – керосиндік (180-240°С фракция), дизельдік (240-350°С фракция) алынады.

Атмосфералық колонна қалдығы – мазут – насоспен (31) құбырлы пешке (32) беріледі. Пеште 410°С-ге дейін қыздырылған мазут вакуумдық колоннаға (30) беріледі. Колоннада 6,6кПа қалдық қысым ұсталып отырады. Колоннаның төменгі жағының температурасын төмендету және гудроннан жеңіл компоненттердің булану шарттарын жеңілдету үшін (30)-дың төменгі бөлігіне су буы беріледі.



Сурет 5.3. ЭЛОУ-АВТ-6 комбинирленген қондырғысының технологиялық схемасы. 1,14,17,22-25,31,36,39,40,42-44,46,47,49 – насостар; 2-7, 9, 10, 45 – жылуалмастырғыштар; 8, 16, 25-30 – колонналар; 11,12,19,20,33,37-конденсатор-тоңазытқыштар; 13,18,21,38 – сыйымдылықтар; 15,32,41 – құбырлы пештер; 34-эжектор; 35,48,50-тоңазытқыштар; А-электродегидраторлар торабы; Б-бензинді екіншілік айдау торабы; I-мұнай; II-газ; III-тұрақтандыру басы; IV-VII-жеке бензин фракциялары; VIII-180-230°С фракция; IX-230-280°С фракция; X-280-350°С фракция; XI-350-500°С фракция; XII-гудрон (500°С-ден жоғары фракция); XIII-350°С-ден төмен фракция; XIV-400°С-ден жоғары фракция; XV-су буы; XVI-коррозия ингибиторы.

Колоннаның (30) жоғарғы жағынан су буы, ыдырау газдары, ауа мен мұнай өнімінің (дизельдік фракция) азғантай бөлігі шығарылады. Олар конденсаторға (33) келіп түседі. Конденсацияланбаған газдар көп сатылы эжектормен (34) сорылады.

Колоннада (30) үш циркуляциялық суландыру қарастырылған: үстіңгі суландыру 15-табақшадан алынып, химиялық тазаланған суды қыздыруға арналған жылуалмастырғышта суытылып 18-табақшаға қайтарылады. Баланстық мөлшер (350°С-ден төмен қайнайтын фракция) колонна (16)-ға бағытталады немесе дизельдік отын ағынына араластырылады. 9-табақшадан 350-500°С (вакуумдық газоиль) фракция және орта циркуляциялық суландыру алынады. Суландыру 11-табақшаға қайтарылады, ал фракция жылуалмастырғыш (5) арқылы қондырған шығарылады. Төменгі циркуляциялық суландыру 5 – табақшадан шығарылып, жылуалмастырғыштар (4) және (9)-да салқындатылып 6-табақшаға қайтарылады.

Вакуумдық колонна қалдығы-гудрон (500°С-ден жоғары қайнайтын фракция) жылуалмастырғыштар (6), (7), (10) арқылы қондырғыдан шығарылады.

Бақылау сұрақтары

1. Мұнайды айдау қондырғыларының типтерін атаңыздар.
2. Бір рет буландыру принципімен жұмыс істейтін қондырғы жұмысын түсіндіріңіз.
3. Біртіндеп буландырумен жұмыс істейтін қондырғылар.
4. Мұнайды алғашқы айдау қондырғысының өнімдерін атаңыздар.
5. Мұнайды айдау схемасын таңдау принциптерін түсіндіріңіз.
6. Мазутты айдау схемасы.
7. Комбинирленген қондырғылардың жұмыс реті.

Глоссарий

Атмосфералық айдау, бензинсіздендіру колоннасы, бір рет буландыру, біртіндеп буландыру, вакуум, вакуумда айдау, деңгей өлшегіш, жылуалмастырғыш, комбинирленген қондырғы, құбырлы пеш, мұнай айдау, табақшалы колонна, термопара, тұрақтандыру колоннасы.

Әдебиет

Негізгі әдебиет

1. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа. Часть 1. – М.: Химия, 1972. – 359 с.
2. Банов П.Г. Процессы переработки нефти. Часть 1. - М., 2000г.
3. Ахметов С.А. Технология глубокой переработка нефти и газа. – Уфа: Гилем, 2002-672 с.
4. Ахметов С.А. , Левинтер М.Е. Глубокая переработка нефти. – М.: Химия, 1992. – 223 с.
5. Омаралиев Т.О. Мұнай мен газды өңдеудің химиясы мен технологиясы. 1-бөлім. Құрылымды өзгертпей өңдеу процестері. Алматы: Білім, 1998.–432б.
6. Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. – М.: Химия, 1980. – 256 с.
7. Айжарикова А.К. Мұнай шикізаттарының құрылымын өзгертпей өңдейтін процестердің химиялық технологиясы пәні бойынша лабораториялық жұмыстарды орындауға әдістемелік нұсқаулар.-Ақтөбе: Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе мемлекеттік университетінің баспа бөлімі, 2006.
8. Айжарикова А.К. Мұнай шикізаттарының құрылымын өзгертпей өңдейтін процестердің химиялық технологиясы пәні бойынша практикалық жұмыстарды орындауға әдістемелік нұсқаулар.-Ақтөбе: Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе мемлекеттік университетінің баспа бөлімі, 2009.

Қосымша әдебиет

9. Сериков Т.П., Оразбаев Б.Б. Технологические схемы переработки нефти и газа в Казахстане. Ч.1. – Алматы.: КазПТИ, 1993. - 116с.
10. Сериков Т.П., Оразбаев Б.Б., Джигитчиева К.М. Технологические схемы переработки нефти и газа в Казахстане. Ч.2. – Алматы.: КазПТИ, 1994. - 179с.

- 11.Надиров Н.К. Высоковязкие нефти и природные битумы. Т1-5. – Алматы.: Ғылым, 2001. - 2000с.
- 12.Надиров Н.К. Нефть и газ Казахстана. - Алматы.: Ғылым, - 1995. – 398 с.
- 13.Сериков Т.П. Перспективные технологии переработки нефтей Казахстана. – Алматы.: Ғылым, 2001. – 276с.
- 14.Справочник нефтепереработчика (Ластовкин Г.А., Радчинко Е.Д. және Рудин М.Г. ред. басқаруымен). - Л.: Химия, 1986.-648 с.
- 15.Товарные нефтепродукты. Свойства и применение. Справочник. (под ред. Школьникова В.М.) - Л.: Химия, 1982-227 с.
- 16.Кузнецов А.А., Кагерманов С.М., Судаков Е.Н. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности.-Л.: Химия, 1974-296с.
- 17.Танатаров М.А., Ахметшина М.Н. и др. Технологические расчеты установок первичной переработки нефти. М.: Химия, 1989.
- 18.Хорошко С.И., Хорошко А.Н. Сборник задач по химии и технологии нефти и газа. Минск: Вышэйшая школа, 1982. – 220с.
- 19.Айжарикова А.К. «Мұнай шикізаттарының құрылымын өзгертпей өңдейтін процестердің химиялық технологиясы» пәні бойынша өзіндік жұмыстар орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар.– Ақтөбе:Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе мемлекеттік университетінің баспа бөлімі, 2006ж.- 48б.

Мазмұны

Кіріспе	3
Дәріс №1. Тақырыбы: Мұнай және газды өңдеу технологиясына кіріспе	4
Дәріс №2. Мұнайды өңдеуге дайындау	22
Дәріс №3. Газдарды өңдеу технологиясы.....	33
Дәріс №4. Мұнайды алғашқы өңдеу	50
«Мұнайлық шикізаттың құрылымын өзгертпей өңдейтін процестердің химиялық технологиясы» және «Химия технологиялық процестердің басқару жүйелері» пәндері арасындағы байланысты көрсететін дәріс №5,6. Мұнайды алғашқы өңдеуге арналған құрама қондырғылар	55