ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ. И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

С. Ә. Әбдікәрімов

Мұнайгаз саласындағы энергия қорларын үнемдеу технологиясы

Оқу құралы

Университеттің Ғылыми-әдістемелік кеңесі
оқу құралы ретінде ұсынған

Алматы 2017

ӘОЖ 622.3 (075.8)
КБЖ 33.3 я73
Ә 14

Пікір жазғандар:
Б.К. Құмар - ҚазҰТЗУ, «Газ-мұнай құбырлары мен қоймаларын жобалау, салу және пайдалану» кафедрасының профессоры,техн., ғыл., докторы;
Р.А. Мұсабеков - Алматы энергетика және байланыс университетінің «Өнеркәсіптік жылу энергетикасы» кафедрасының меңгерушісі, профессор.

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2017 жылғы басылым жоспары бойынша басылды.

Әбдікәрімов С.Ә.

Ә 14 Мұнайгаз саласындағы энергия қорларын үнемдеу технологиясы. Оқу құралы/ *С.Ә. Әбдікәрімов.* - Алматы: ҚазҰТЗУ, 2017. – 155 бет. Сурет - 40. Кесте - 14. Библиогр. тізім –36 атау.

ISBN 978-601-323-075-7

«Мұнайгаз саласындағы энергия қорларын үнемдеу технологиясы» атты оқу құралында мұнай және газ салаларындағы кәсіпорындарда энергия қорларын үнемдеудің жолдары және ондағы басқа отын-энергетикалық және екіншілік энергия қорларын тиімді пайдаланудағы өзекті мәселелер тереңірек қарастырылған.

Сонымен қатар, мұнай және газ кәсіпшіліктеріндегі әртүрлі энергия қорларын үнемдеушілік технологиясымен және екіншілік энергия қорларының (ЕЭҚ) шығынын азайту жолдары, сондай-ақ мұнай және газ кәсіпшілігіндегі энергия үнемдеушіліктің мәселелері және проблемаларымен келешек мамандарды таныстыру.

«Мұнай және газ кәсіпшілігінің технологиялық машиналары мен жабдықтар» мамандығы бойынша бакалаврларды дайындауға энергия қорларын үнемдеушілік технологиясы ең бір маңызды пәндердің бірі болып саналады. Энергия қорын үнемдеушілік мұнайшы мамандардың тұрақты іс бағыты, мұнай және газ өндірудегі кездесетін шығындарды азайтуға көп себептерін тигізеді, өндірілген және өңделген мұнай өнімдерінің өзіндік құнын және ондағы қызмет көрсетуді төмендету, отандық мұнай өнімділігінің бәсекелік қабілеттілігін жоғарылатуда өте қажет.

Оқулықта тақырыптарға сәйкес технологиялық машиналар мен жабдықтарды пайдалануда шыққан шығындарды анықтауға арналған есептеулер және пайдаланылған әдебиеттердің тізімі келтірілген.

Компрессорлық станциялардағы газайдағыш агрегаттарды пайдаланудағы сенімділік және тиімділік көрсеткіштерге, қоршаған ортаны қорғауға және техникалық қауіпсіздіктерге назар аударылған.

Бұл кітап оқу құралы ретінде мұнай және газ мамандықтары бойынша оқитын жоғары оқу орындарының студенттеріне және өндіріс орындарындағы инженер - техникалық мамандарға арналған.

ISBN 978-601-323-075-7
© Әбдікәрімов С.Ә., 2017
© Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, 2017

КІРІСПЕ

Қазақстан республикасы Президенті, мемлекет және қоғам алдына қойған стратегиялық міндеттемелерінің бірі, ол екіншілік энергетикалық және табиғи қорларды өте тиімді пайдалану жолдарын анықтау, себебі, ол ұлттың елдің игілігі үшін маңызды және оның дамуымен қоғамдағы материалдық шығындарды азайту арқылы халықтың өмір сүру сапасын жақсарту [30].

Мұнай және газ өнеркәсіптік кәсіпорындарында отын энергетикалық қор (ОЭҚ) жабдықтарын тиімді пайдалану немесе энергия көздерін үнемдеуде жаңа технологиялар ендіру арқылы технологиялық процестерді жетілдіру, ПӘК-ін арттыру, өндірілетін жылу және электр энергиялық, сонымен қатар, тұтынушылардың екіншілік немесе өзге де энергия көздерін тиімді пайдалана білу жылу – энергиялық қорлардың негіздеріне жатады.

Энергетикалық қор үнемдеуліктің жалпы проблемасы ҚР-ның мұнай мен газ өнеркәсібіндегі ең өзекті мәселелердің бірі, энергоқор үнемдеулік, ол экономикалық өсу мен әлеуметтік дамудың маңызды кешені болып табылады, себебі негізгі қажеттіліктерді қанағаттандырып қызмет көрсетеді.

Бұл жағдайлардың шешімі – жылу – энергетикалық секторында өзгерістерді қажет етеді. Бұл жаңа техника мен технологиялардың дамуына, жаңа инвестициялық жобаны жетілдіруге және энергетикалық саясаттың өзгеруіне, тұтынушылар тәртібінің талабына әкеп соқтырады және қоршаған ортаға тигізетін әсерін арттыру болып табылады.

Мұнай өнеркәсібі халық шаруашылығындағы ең маңызды салалардың бірі, сонымен қатар қазіргі кезде ол қоршаған ортаға елеулі шығын әкелетіні де белгілі. Бұл мұнай және газ қалдықтарының пайда болуымен, дайындау, жинау және тасымалдауларымен де өте тығыз байланысты.

Республикалық мұнайгаз саласының өсуімен бірге, экология және энергоқорүнемдеулік технологиясын рационалды пайдалануда проблемалар туындауда.

Энергия үнемділік технологиясы мұнай – газ өнеркәсібіндегі қайнар көзі. Қоғамдық дамудың объективтік заңдылығы болып есептеледі. Энергия құралдандыру еңбегінің жүйелі өсуі, сонымен қатар, ғылыми-техникалық прогресс, қоғамдық өндірістің энергетикалық тиімділігін арттыруға бағытталған, яғни, энергоүнемділікті екі бағытта қарастыруға болады: біріншісі ұлттық табысқа немесе шығарылған өнімнің бірлігіне кететін энергия мен отынның физикалық көлемін төмендету, яғни электрлік және жылу энергиясын үнемдеуден тұрады. Екіншісі, энергетикалық баланс және өндірістің өзінің мәнді структурасының арқасында мұнайгаз өнеркәсібінде нақты экономикалық тиімділікке жетуді қамтамасыз ететін шараның бірі, сонымен қатар еңбек қорларын немесе қымбат және тапшы энергияларды басқа энергия көздерімен алмастыру.

1. Энергия қорларын үнемдеу технологияларының негіздері және Екіншілік энергия қорлары (ЕЭҚ)

1.1. Энергия қорларын үнемдеудің жалпы проблемалары

1.1.1. Мұнай және газ кәсіпшілігіндегі энергия қорларын үнемдеудің принциптері және олардың негізгі көздері

Мұнай және газ өнеркәсіптік кәсіпорында екіншілік энергия қорлары (ЕЭҚ) жабдықтарын тиімді пайдалану немесе энергия үнемдеуде жаңа технология ендіру арқылы технологиялық процестерді жетілдіру, ПӘК-ін арттыру, өндірілетін жылу және электр энергиялық, сонымен қатар, тұтынушылардың екіншілік немесе өзге де энергия көздерін тиімді пайдалана білу - жылу энергиялық қорлардың негіздеріне жатады.

ҚР Президенті мемлекет пен қоғам алдына қойған стратегиялық міндеттемесі екіншілік энергетикалық және табиғи қорларды өте тиімді пайдалану жолдарын анықтау, себебі ол ұлттың елдің игілігі үшін маңызды және оның дамуымен қоғамдағы материалдық шығындарды азайту арқылы халықтың өмір сүру сапасын жақсарту болып есептеледі.

Энергетикалық қор үнемдеуліктің жалпы проблемаларының бірі ол еліміздегі мұнай мен газ өнеркәсібіндегі ең өзекті мәселелердің бірі, энергоқор үнемдеулік, ол экономикалық өсу мен әлеуметтік дамудың маңызды кешені болып табылады, себебі негізгі қажеттіліктерді қанағаттандырып қызмет көрсетеді.

Бұл жағдайларды шешуде – жылу–энергетикалық секторында өзгерістерді енгізулерді қажет етеді. Бұл жаңа техника мен технологиялық дамуына жаңа инвестициялық жобаны жетілдіруге және энергетикалық саясаттың өзгеруіне, тұтынушылар тәртібінің талабына әкеп соқтырады және қоршаған ортаға тигізетін әсерін арттыру болып табылады.

Қазіргі кездері Республикамызда мұнайгаз саласының өсуімен бірге, экология және энергоқор үнемдеулік технологияларын рационалды пайдалануда проблемалар туындауда.

Энергия қорларын үнемдеу, технологияларындағы энергия көзін үнемдеу мұнай – газ өнеркәсібіндегі негізгі қайнар көзі болып табылады және ол қоғамдық дамудың объективтік заңдылығы болып есептеледі. Энергия құралдандыру еңбегінің жүйелі өсуі, сонымен қатар, ғылыми-техникалық прогресс, қоғамдық өндірістің энергетикалық тиімділігін арттыруға бағытталған, яғни, энергоүнемділікті екі бағытта қарастыруға болады: біріншісі ұлттық табысқа немесе шығарылған өнімнің бірлігіне кететін энергия мен отынның физикалық көлемін төмендетуден, яғни электрлік және жылу энергиясын үнемдеуден тұрады. Екіншісі энергетикалық баланс және өндірістің өзінің мәнді структурасы арқылы мұнайгаз өнеркәсібінде нақты экономикалық тиімділікке жетуді қамтамасыз ететін шаралардың бірі, сонымен қатар еңбек қорларын немесе қымбат және тапшы материалды энергиямен алмастырудан тұрады.

Энергосыйымдылықты қысқарту саласындағы және энерготұтыну структуралық қатынасындағыдай энергоүнемділік саясаты энерготұтынудың да бүкіл жинағын алып жатыр.

Жылулық екіншілік энергия қорларының көбі қара және түсті металлургия, химия өнеркәсібінде, газ бен мұнайды қайта өндіруде және мұнай химиялық өнеркәсіпте, құрылыс материал өнеркәсібінде, ауыр машина жасау мен басқа да халықшаруашылық салаларында орналасқан.

Мұнай өндіру және мұнай шығару салаларының энергоқоршығындары мыналарға байланысты:

- Мұнайды қабаттық бөлудегі жеткілікті жоғары коэффициентке;
- Жұмыстық ұңғыны жоғары деңгейде пайдалануда;
- Мұнай шығарудағы технологиялық процестердің тиімділігінің аздығы, екіншілік энергия қорларын жеткіліксіз пайдалану;

Энергетикалық тиімділіктерді арттыру үшін мыналар қажет:

- Мұнайлы қабатқа әртүрлі химиялық реагенттермен әсер ететін амалдарды қолдану және оларды тасымалдау, жоғары қысымды бу, ыстық су, сығылған газ қолдану;

- Диафрагмалық энергонасостары бар мұнай өндіретін жабдықтарды, терең – сорғышты қондырғысы бар жабдықтарды меңгеру;
- Газлифті ұңғымаларды автоматтандыру;
- Екіншілік энергия қорларын пайдалану деңгейін арттыру;
- Барлық сатыдағы өндірістің энергоқоршығындарын бақылауын есепке алу жүйесін жақсартуға бағытталған, ұйымдастырылған техникалық шара кешендерін жасау;
- Қолданылатын энергосыйымдылығы жоғары материалдарды, жабдықтарды пайдалануды кеңейту.

Мұнай өңдеу зауыттарындағы өнімдерге мыналар жатады: отындық жанғыш заттар- мұнайлы отын, мұнайлы газ, майлау майлары және химиялық зауыттардағы шикізаттар. Энергоқор шығындар 25% өзіндік бағасы бар мұнай шығару зауыт өнімдері құрайды.

Жылулық екіншілік энергия қорлары газ өнеркәсібінде компрессорлық станциясынан (КС) шығып кететін газдан алынған физикалық жылудан, газ шығарушы құбырлы пештер және өнім ағынындағы жылуды салқындатудан пайда болады. Мұнай және газ өнеркәсібінде көп мөлшерде отын ретінде қолданылатын газмотокомпрессорлар (ГМК), іштен жану қозғалтқыштары (ІЖҚ),газтурбиналы және бутурбиналы қондырғылары (ГТҚ,БТҚ) бар үлкен кешендер пайдаланылады. ІЖҚ бар қондырғыларды пайдаланғанда жылулық энергия шығыны 60-65 % - ды құрайды. Бұл шығындарды азайту жолдарының бірден-бір көзі – екіншілік энергия қорларын пайдалануда олардың тиімділігін арттыру.

Жылусорғышты қондырғыларын кеңінен енгізу газ-мұнайлы өнеркәсіп объектілеріндегі жылу газын тұтынуды белгілі мөлшерге азайтуға мүмкіндік береді. Екіншілік энергия қорларының негізгі қайнар көздеріне мыналар жатады: мұнай өндіру процесі, синтетикалық каучук өндірісі және синтетикалық спирт күлдерді.

Терең бұрғылаудағы ең өзекті мәселелердің бірі материалдарды үнемді пайдалану және химиялық реагенттерді пайдалану, сондай-ақ бұрғы ерітіндісін дайындауға және өңдеудегі ұңғы өткізгіштігі.

Газдағы жылуды кептіргіштерде және басқа да төмен температуралы қондырғыларда қолдануға болады, мұнайды мұнай өткізгіш құбырларды қыздыру үшін компрессорлық станциялардан (КС) шыққан жылуды пайдаланады, қою мұнай өнімдерін қыздыру үшін резервуарларда бу және ыстық су қолданылады.

Айдалған газды ең төменгі нүктеге дейін суытқан кезде және сулы буды конденсациялау кезінде газды жаққанда пайда болатын табиғи газды пайдалану коэффициенті 95%-ға дейін, газды жоғарғы жану жылулығы қатынасымен төмендетуге болады.

1.2. Мұнай және газ өнеркәсібіндегі екіншілік энергия қорларын пайдаланудың негізгі бағыттары

1.2.1. Екіншілік энергия қорлары туралы түсінік және оның түрлері

Екіншілік энергия қорлары (ЕЭҚ) сөзінің түп мағынасы өнімнің қалдықтары, технологиялық қондырғыларда (агрегаттарда) жасалатын өнімнің энергетикалық потенциалын білдіреді, бірақ олар агрегаттың өзінен басқа қондырғылардың энергия үнемділігіне пайдаланылуы мүмкін. ‘‘Энергетикалық потенциал’’ белгілі бір анықталған энергия қоры дегенді білдіреді (химиялық және физикалық жылу, артық шыққан қысымның потенциалдық энергиясы).

Энергия түрі бойынша екіншілік энергия қорлары **үш топқа** бөлінеді:

1.Отындық (жанғыш)-екіншілік энергия қорларының жанғышы деген келесі технологиялық өндіріске жарамайтын жанатын қалдықтар: төменгі газ, күйе-пештен шығатын газ, синтетикалық каучук үшін монометрді өндіруге керекті абсорбты газ және т.б. білдіреді.

2. Жылулық **–** технологиялық қондырғылардан шығатын газдардың және булардың физикалық жылуы (ГТҚ; ІЖҚ; БКҚ), яғни технологиялық су процесінде, буда, жылу конденсатында өңделген өнімнің және негізгі өндіріс қалдықтарының физикалық жылуы және жылулық екіншілік энергия қорлары жатады: Шығарылатын төмен потенциалды жылулар, жылу

технологиялық қондырғылардан шығатын газ өнімдері, тасымалданатын сұйықтардың жылулары.

3. Артық қысымды **–** газбен сұйықтың атмосфераға шығарар алдында технологиялық агрегаттардан бөлініп шығатын артық қысымды төмендететін потенциалдық энергиясы.

Екіншілік энергия қорларын пайдалану, мұнай және газ өнеркәсібінде энергия үнемділіктің басты бағыты болып табылады.

Екіншілік энергия қорлары энергия қабылдағыштың (ұстағыштың) түрін өзгертпей-ақ пайдаланылуы мүмкін, ол жылулық және отындық қажеттіліктерді қанағаттандыру үшін керек немесе энергоұстағыштың түрін жылулық энергия шығару жолымен, электрэнергияны, суық немесе механикалық жұмыс жолымен өзгерту арқылы іске асыру.

Түрлері мен пайдалану бағыттары бойынша ЕЭҚ-дың жіктелу төменде 1.1–кестеде келтірілген.

1.1 – кесте

Түрлері мен пайдалану бағыттары бойынша ЕЭҚ жіктелу

ЕЭҚ түрлері	ЕЭҚ тасушылары	Энергети-калық потенциал	ЕЭҚ шығысы, есептеу жолдары	Пайдалану тәсіл
Жанғыш	Қатты, сұйық немесе газ тәріздес қалдықтар	Жану жылуы	$Q = Q_m^e m_{ЕЭҚ}$; $B = \frac{Q_н^p m_{ЕЭҚ}}{7000}$	Отынды пайдалану қондырғыларындағы жылу (жылулық)
Жылулық	Кететін газ, суытатын су, конденсат, өндіріс қалдықтары, уақыт аралық өнімдер, дайын өнім.	Физикалық жылу	$Q = cl(t - t_0)m_{ЕЭК}$	Жылулық энергияны суыту немесе ыстық су түрінде жылу қондырғыларынан шығарып алу

1.1-кестенің жалғысы

	Екіншілік немесе өңделген сулы бу	Энтальпия	$Q = (h_1 - h_2)m_{ЕЭҚ}$	Электрэнергияны шығару үшін жылуды пайдалану қондырғыларда н немесе турбинадан алу (күштік және қосылған).
Артық қысы-мы	Артық қысымы бар газ және сұйық	Изоэнтропты (адиабатты) кеңею жұмысы	$W = \ell.m_{ÄÝ}$	Турбиналардан электроэнергия немесе механикалық жұмыс өндіру (күштік)

Ескерту: Q_H^P - отынның төменгі жану жылуы;

$m_{ЕЭҚ}$-қатты, сұйық немесе газ тәрізді отындардың өнім түріндегі энерготасушыларының сағаттық мөлшері; ℓ - изоэнтропты кеңею жұмысы; с – энерготасушылардың жылу сыйымдылығы; h_1 - кеңею алдындағы газ энтальпиясы; h_2 - изоэнтропты кеңейтуден кейінгі газ энтальпиясы;

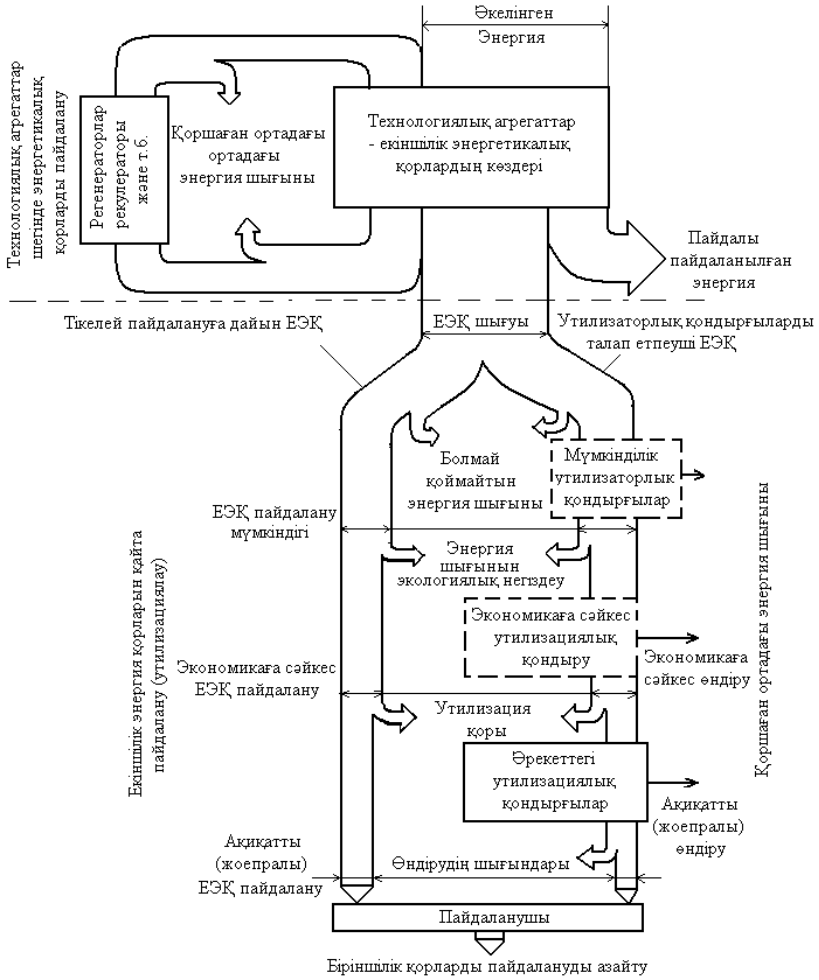
1.2.2. Энергетикалық қорларды және энергия көздерін пайдаланудың принципиалдық сұлбасы

Энергетикалық қорларды және энергия көздерін пайдаланудың принципиалды сұлбасы төменде 1.1- суретте көрсетілген.

Екіншілік энергия қорларының шығуындағы келесі терминдер мен анықтамалардың мағынасын ескеру керек:

Жалпы терминдер:

Энерготехнология – бұл ғылым химиялық реакцияларға сәйкестендірілген механизм және кинетиканы терең зерттеуге, заттың жылу алмасуындағы физикалық процестерді оқып үйренуге, фазалық алмасуларға әсер ететін жүйені, сапалы физикалық-химиялық және экономикалық шыққан жылу көздерін зерттеуге негізделген.



1.1 – сурет. Энергия қорларын пайдаланудың принципиалдық сұлбасы

Энергоүнемділік – бұл энергетикалық қорларды өте тиімді пайдалануды қамтамасыз ететін шара және әрекет кешені, мысалы, жылуды және энергияны үнемдеуге бағытталған шаралар, оларды рационалды пайдалану, энергия қорларын және тапшы энергия көздерін өте қолайлы және арзан түрімен

айырбастау (мысалы мұнайды және газды, көмірмен айырбастау).

Энергияны үнемдеу – бұл шара нәтижелері ол өндіріс жылуының шығынын төмендету мақсатымен, электрэнергияны, жылуды, механикалық энергияны төмендетуге мақсаттандырылған. Бұл шаралар селқос (мысалы жылу шығару), белсенді (жолшыбай мұнайлы газды тиімді пайдалану) немесе ұйымдастырылған (транспорт түрлерін ауыстыру энергетикалық қатынастағы өте тиімділік) мағынаға ие.

Энергияны рационалды пайдалану – энергияны тұтынушыларға өте лайықты жолмен экономикалық пайда түсетіндей беру, ол үшін әлеуметтік, саяси шектелген қаржы мәселелерін, қоршаған ортаның талаптарын есепке алу керек.

Энергосыйымдылық – бұл өнімді өндіргенде немесе жұмысты атқаруға кеткен энергия мөлшері. ‘‘Энергосыйымдылық’’ термині энергия шығынын ақша бірлігіне кеңінен пайдаланылады.

Энергетикалық ағын – энергошаруашылығындағы энергоқорларының қозғалысы, қайнар көзден тұтынатын энергияға бағытталған; бұл қозғалыс мәні энергия қорын өзгерту мен сақтауда олардың мөлшерін және сапалы жағдайын өзгерту.

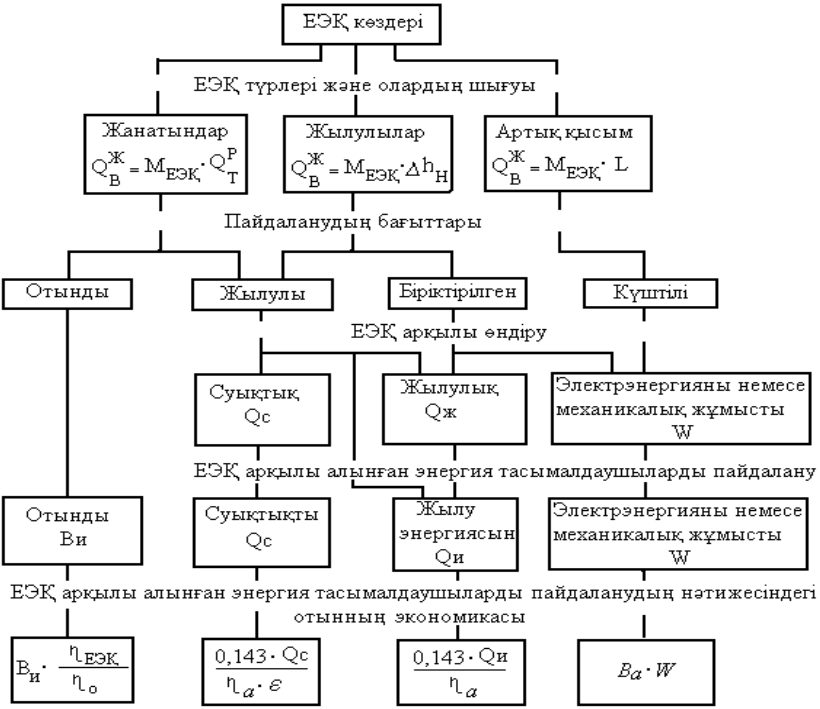
Энергетикалық каскад – бұл екі немесе одан да көп технологиялық процестерде қалған энергия. Бір технологиялық процестен кейін келесі процестерге сенімді бір жағынан тиімді пайдалану мақсатымен пайдаланылатын энергетикалық ағын.

Энергия үнемділік шығындары – бұл энергия үнемділігінің бірлігін жылына шығарылатын өнімнің мөлшерінің ешқандай өзгеріссіз керекті шараларға асыратын шығындар.

Жиі қолданылатын терминдер (1.2-суретімен сәйкестендірілген).

ЕЭҚ шығыны – уақыт бірлігінде берілген технологиялық агрегатта пайда болатын өндіріс процесіндегі екіншілік энергия қорларының мөлшері.

ЕЭҚ көмегінде екіншілік энергия қорларын *өндіру* – қондырғылардағы екіншілік энергия қорлары көмегінде алынатын жылу, суық, электрэнергиясының және механикалық жұмыстың мөлшері.



1.2 – сурет. Екіншілік энергия қорларын пайдалану арқылы отынның үнемділігін есептеу сұлбасы

Өндіру мүмкіндігі–бұл берілген екіншілік энергия қор түрлері көмегінде ЕЭҚ агрегатының – жұмыс режимінен және қондырғыдан алынған максималды жылу, суық, электрэнергиясының және механикалық жұмыстың мөлшері.

Экономикалық мақсаттандырылған шығын – жылудың, суықтың, электрэнергияның және механикалық жұмыстың максимал мөлшері қондырғыда экономикалық есептегені бойынша нәтижеге жету.

Жоспарлы өндіру – екіншілік энергия қорларының есебінен алынатын берілген өндірістің даму жоспарына сәйкес және кәсіпкерлік саланы жүзеге асыру, берілген уақытта жаңа модернизацияны енгізу есебінен жылу, суық, электрэнергия және механикалық жұмыс мөлшерін алу.

ЕЭҚ пайдалану – екіншілік энергия қорлары арқасында қондырғылардан алынған тұтынушылар қолданатын энергия мөлшері, сондай-ақ екіншілік энергия қорларынан алынатын отын мен жылу.

Екіншілік энергия қорлары экономикалық мақсатталған жоспарлы және деректік түрде қолданылуы мүмкін.

Нақты өндіріс – істейтін қондырғыларда белгілі кезеңде алынған деректік жылу, суық, электрэнергия және механикалық жұмыс мөлшері.

ЕЭҚ есебінен өндірілген коэффициент –жоспарлы (деректік) шығарудың экономикалық мақсаттандыруға қатынасы мүмкін.

ЕЭҚ есебінде жылуды үнемдеу – екіншілік энергия қорларын қолдану есебінде үнемделетін бірінші ретті жылу мөлшері. Жылуды үнемдеу, екіншілік энергия қорларын қолдануына сәйкес ол экономикалық мақсатталған жоспарлы және деректік болуы мүмкін.

ЕЭҚ-дың шығыс коэффициенті – нақты (жоспарлы) ЕЭҚ есебінде отын үнемділіктің экономикалық мақсатына қатынасы (мүмкін).

Мұнай және газ өнеркәсібінде ЕЭҚ-ды қолданудың негізгі бағыттары.

Жылу – энергетикалық кешен (ЖЭК) энергетикалық қорды (ЭҚ) тұтынатын ірі тұтынушы, болып келеді, ол көрсеткіштері бойынша халық шаруашылық кешендерінен де жоғары.

ЕЭҚ – технологиялық агрегаттар мен қондырғыларда пайда болатын бірақ агрегатта қолданылмайтын, аз және толығымен басқа агрегаттарда қолданылмайтын өнім қалдықтарының энергетикалық потенциалы.

ЕЭҚ рационалды пайдаланылуы бұл жылу үнемдеудің ірі резервтерінің бірі болып табылады, ол өнеркәсіптегі өнімнің жылу – энергосыйымдылықтарды төмендетуге мүмкіндік туғызады. Энергия түрі бойынша ЕЭҚ үш топқа бөлінеді: отынды, артық қысымды және жылулық.

Мұнай шығару және мұнайхимиялық өнеркәсіптегі отынды ЕЭҚ – күйе өндірісіндегі жанғыш газ, синтетикалық каучук және басқа қосылыстарға арналған мономер өндірісі, көміртегі шикізатын өндіру процесінде алынатын түрлі жанғыш қалдықтар.

ЕЭҚ негізгі қайнар көзіне мұнай өндіру процестері, синтетикалық каучук және синтетикалық спирт, сонымен қатар күйе өндірісі жатады.

ЕЭҚ артық қысым – газ бен сұйықтың потенциалдық энергиясы, оларды газбен сұйықты атмосфераға шығарар алдында технологиялық агрегатты тастайтын артық қысымды төмендету керек. Кеңейтілген турбинада ЕЭҚ мен артық қысым арқасында әдетте электрэнергиясы өндіріледі. ЖЭҚ тұтынудың абсолютті көлемінің өсуі, мұнайды шығарудағы өнімнің сапасы мен тауарлар жиынтығының есебінен оның көлемінің және тереңдігінің мұнай және мұнайхимиялық өнеркәсібінің өсуіне әкеледі.

Кәсіпорындарда булы сорғышты электр сымы бар насосқа ауыстыру арқылы жылулық жүйені жетілдіру жұмыстары жүргізіліп жатыр,қазіргі кездері технологиялық жылыту спутниктерін будан ыстық суға жұмыстық дененің түрімен параметрлеріне тәуелді төрт негізгі пайдалану бағыттарына бөледі:

Жылу – делдалдық жану компоненттерін отын ретінде пайдалану; жылулық – ЕЭҚ ретінде алынатын жылуды пайдалану; ЕЭҚ қондырғылардан шығатын жылу мен суықты пайдалану;

Жылулық ЕЭҚ – бұл технологиялық агрегаттардан бөлініп шыққан газ жылуы, физикалық жылу, негізгі өнім және қалдық өндіріс түрлері, технологиялық және күштік қондырғыларда өңделген сумен будың жылуы.

Күштік–ЕЭҚ жәрдемінде қондырғылардан алынатын механикалық энергияның жылуын пайдалану; сонымен бірге ЕЭҚ мен компрессорлық станцияларда (КС) жанғыш жылулық технологиялық қажеттіліктерінің есебінде (газ өнеркәсібінде), энергияның түрлерінен және ЕЭҚ алудың мүмкін жолдарын және пайдалану бағыттарын анықтау; қосымша механикалық және электрлік энергияны шығару; газдың суытылуы, ішкі тұтынуларды және КС-ды жылумен қамтамасыз ету (өнеркәсіптік және ауыл шаруашылықты орындар); табиғи газды газ бөлетін станциялардан және КС-дан артық қысымдарды алу. Энерготасушылардың энергетикалық потенциалы былай анықталады:

ЕЭҚ жанғышы отын үшін – шартты отынның төменгі есептік жану жылуымен Qт.е= 7000 ккал/кг немес 29300 кДж/кг,

Жылулық екінші энергетикалық қор үшін – Δh энтальпия өзгерісі;

ЕЭҚ-ғы артық қысымы үшін ℓ изоэнтропты кеңейту жұмысымен. Потенциалдық өлшеу бірлігі ретінде энергия өлшеу бірлігі қолданылады (килокалория, килоджоуль, киловат/сағ).

Сондықтан екінші энергетикалық қордың сағаттық шығыны былай анықталады:

ЕЭҚ жанғыштары (жылу) үшін*:*

$$q^r_{ЕЭҚ} = m_{ЕЭҚ}\ Q^0_H \qquad (1.1)$$

ЕЭҚ пайдаланудағы отын үнемдеу сұлбасы жоғарыда 1.2–суретте келтірілген.

ЕЭҚ жанғыш мөлшері әдетте кг-мен немесе тоннамен шартты отын шығыны $B_{ЕЭК}$ берілуі мүмкін, онда

$$q^r_{ЕЭҚ} = Q_н{}^0 B_{ЕЭК}/Q_у \qquad (1.2)$$

Жылулық ЕЭҚ үшін:

$$q_{ЕЭҚ} = Cl\ (t_1\text{-}t_2) = m_{ЕЭҚ}\Delta h \qquad (1.3)$$

немесе

$$q^2_{ЕЭҚ} = Cl\ (h_1\text{-}h_2) = m_{ЕЭҚ}\Delta h$$

мұндағы: *С-энерготасымалдаушылардың жылу сыйымдылығы; h_1-кеңею алдындағы газ энтальпиясы; h_2- изоэнтропты кеңеюден кейінгі газ энтальпиясы.*

Артық қысым үшін:

$$q^n_{ЕЭҚ} = m_{ЕЭҚ} \cdot l \qquad (1.4)$$

Ескерту: $m_{ЕЭҚ}$ –қатты,сұйық немесе газ тәрізді өнімдердің массалық мөлшері.

η – энергетикалық қондырғының пайдалану коэффициенті., ол ЕЭҚ тиімді пайдалану көрсеткіші мен (осы сияқты энергетикалық қондырғылар әдетте былай аталады: «Араластырғыш қондырғы»); η_T–біріншілік отын жұмысындағы агрегаттың ПӘК-і; $в_з$ – араластырғыш қондырғыдағы жылулық энергияны өндеуге кеткен отын шығыны; Є – суытқыш коэффициент; $\eta_{ЕЭҚ}$ – ЕЭҚ жанған кезіндегі жұмыста қолданылатын агрегаттағы отынның пайдалану коэффициенті ПӘК– і.

2. Мұнай және газ кәсіпшіліктерінде энергия қорларын үнемдеу технологиялары

2.1. Мұнай және газ ұңғыларын бұрғылаудағы энергия қорын үнемдеудің технологиясы

2.1.1. Қор үнемділік технологияны енгізудегі ұңғыны бұрғылауға қажет материалдардың шығынын азайту және мұнай бергіштікті арттыру жолдары

Терең бұрғылау кезіндегі материалдарды үнемді пайдалану және химиялық реагенттердің бұрғы ерітінділерін дайындаудағы және өңдеудегі ұңғыларды орналастыру проблемасы тым өзекті мәселе.

Қазақстан Республикасының аудандарында кейінгі жылдары ТМД мамандары мұнай және газ өнеркәсібінде бұрғылаудағы жуу сұйықтықтарының материалсыйымдылықтарын төмендетуге бағыттандырылған кепілдеме тапты, технологиялық материал шығындарын 1м-ге өткізу және тасымалданатын материал мен химиялық реагент номенклатурасын қысқарту.

Дәстүрлі, кең танымал саз ұнтақтарын активизациялау әдістерімен қатар бұрғылау ерітіндісін дайындау процесімен (сілті электролидтерімен өңдеу) және саз полимерлі ерітінді алу әдістерімен (гидролизді полиакриламидпен өңдеу) қатар кәсіпшілік бірге структуралық және саз ертіндісін ең қолайлы қатты фазасы аз полимерлі реагентке негізделген ерітіндіні алу кепілденген әдістері өтті.

Сонымен қатар құрамында полимерлі өзге структура туындаушы тұздар мен сілтілік электролидтері бар қосылған реагенттерді структуралау әдісін таңдау, реагент санымен ерітіндіні қолдану шарты анықталады.

Мысалы, бұрғылау кезінде және терригенді қалыңдықта тұз бен полиминералды агрессияның жетіспеуі кезінде ең тиімдісі сазды селикатты бұрғылау ерітіндісін (АССЕ) пайдалану, желі фолкуляциясы бар сазды ерітінді, сонымен қатар, бұрғылау ерітіндіні алюминий гипан – полимерлі алюмоакрилді ерітіндіге (ПААЕ) негізделген [9,19].

«Қатты» карбонатты өту шартында тасты тұздың қатысуымен және полимерлі қабатты судың агрессиялы кезінде қатты конденсирленген фазаға негізделген бұрғылау ерітінділерін пайдалану тиімді, мысалы алюминий гидротұздыгель, асболельді ерітінді және саналған әдістерден алынған ерітінді бұрғылау тәжірибесі кезінде, бұрғылау ерітіндісін дайындау пайдалану және өңдеуге кететін материал шығыны 3-5 есе төмендейді. (250....400-ден 50-80 кг/м –ге дейін). Аз силикатты, сазды ерітінділерді пайдалану саз ұнтақтарының шығынын 1,5 – 3 есе төмендетеді. ПААЕ пайдалану ең тиімді болады. Ерітіндіні дайындауға және өңдеуге кететін материалдың жалпы шығыны 2-3 есе төмендейді.

Кәсіптік тәжірибенің ұнамды нәтижелері мұнай өнеркәсібінде ұңғыны бұрғылауға әмбебап реагенттерді, сұйық әйнек, күкірт қышқылды алюминий, асбест, ПАА-ГС және басқада химреагенттерді кеңінен пайдалануға мүмкіндік тудырады.

Қазақстан Республикасы жерінде мұнай қайтарым әдісінің артуын қор үнемділік әдісін енгізу тиімді және мұнайдың қорын өңдеу жағдайының анализі келесі шараларды ұңғыларды бұрғылау кезіндегі мұнай – қайтарымды енгізудің әдісін көрсетті:

- бір мезгілде асфалть – смола – парафинді қалдықтарды (АСПҚ) және сульфатты және карбонатты тұз ерітінділерді қамтамасыз ететін кешенді эмульсия әрекетінің көмегімен мұнай алу қарқынды технологияның жалғасуы;
- Реперфарация + ЭКӘ (эмульсияға кешенді әсер) перфорация кезінде структурасын ұсақ бөлшектерге бұзып, бөліп тастайды, ал эмульсияға кешенді әсер етіп оны ерітеді және біртекті сұйыққа айналдырады, ал ол өз кезегінде жөндеу аралық кезең (ЖАК) тұз бен механикалық қалдықтарды жуу арқылы арттырады;
- қабатты гидравликалық бұзу (ҚГБ) әдісін қолдануынан, таудың қысымының минималды кернеуінен жыныс бөлшектерге бөлінеді, содан кейін сұйықты айдау кезінде пайда болған қабаттың ажырау мөлшері үлкейеді. Артық қысымды алудан кейін жер қабатының ажырауын ашық күйде ұстап тұратын пропан, бөлетін агент осы сұйықтықпен айдалады. Сонымен осы жер бөлінісінің әсерінен қабат (пласт) ауданы кеңейеді де,

бұрын өндіруге қатыспаған аудан бөлшектері қосылып ұңғыға флюид түсу үшін өтетін канал пайда болады. Бұл ұңғының жағдайын жақсартуға және мұнай өнімінің бөліну коэффициентін арттыруға мүмкіндік туғызады;

- Химиялық реагенттерді қабылдау кешенінің профилін теңестіру үшін қолдану және бір мезгілде өңделетін ұңғыларда сарқыраманы газ тәрізді термотұрақты химрагенттерді пайдалануда (ХП) қабаттағы температура 100 ^{0}С болса, гидродинамикалық зерттеулер нәтижесі бойынша жоғары қабат температурасы кезінде бұрын қолданылған ҚСЖ (қою серіппелі жүйе) тиімді емес – олар мұнайды алған кезде 28 – 30 күн аралығында жер үстіне шығарылады;
- Қабылдау профилін теңестіру әдісін және жоғары ауланған ұңғыны келесі жөндеу–оңашалау жұмысы (ЖОЖ) қолдану арқылы тоқтату әдісімен айдауды реттеу;
- Тиімді тәсілмен, қалған тұзбен асфальть–смола–парафинді қалдықтарды қолдану;
- Бүгілу бөлшектерінде қосылуды жоғарылату есебінен жоғары қысым градиенттерін жасау;
- Бір мезгілде терең реперфарация және ҚГБ-ды жасау.

Кәсіпшіліктегі энергошығындарды қысқартуға бағытталған екі әдістен мынаны белгілеп алуға болады: ерекше (қысқы) шартқа байланысты мұнайды тұзды суда эмульсия түрінде айдау, айдалатын сұйықтың қоюлығын судың сұйықтығына дейін төмендетеді.

Қорүнемділік технологияны физика-химиялық әдіспен енгізу арқылы мұнай қайтарымды және интенсификациялық мұнай өнімділігін арттыру және ұңғыны бұрғылауда материал шығынын төмендету әдістері ҚР жерінде ең экономикалық пайдалы болып табылады.

2.1.2. Ұңғыларды бұрғылауда технологиялық қажеттіліктер үшін іштен жану қозғалтқыштарынан шығатын түтін газдарының энергиясын қайта пайдалану

Мұнай және газ өнеркәсібінде газ-мото-компрессор (ГМК) және іштен жану қозғалтқыштары (ІЖҚ) үлкен кешенді түрде пайдаланылады, олар белгілі мөлшерде отынды пайдаланады. Іштен жану қозғалтқыштары бар қондырғыларды пайдалану да

ПӘК 35-42 % болса, жоғалтқан жылу энергия 58-65 % -ды құрайды. Осы шығындарды қысқарту бағыттарының бірі ЕЭҚ пайдалану тиімділігін арттыру, яғни пайдаланылған газдардың жылуын екінші рет пайдалану.

Осы оқу құралында прогрессивті екіншілік энергия қорларын пайдаланудың бірі болып саналатын іштен жану қозғалтқышты жылу күштік қондырғылардағы техникалық шешімдер қарастырылады.

Ауаны инертті газбен ауыстыру мұнай өндіруде проблемасы ақырғы кезге дейін сұйық немесе газтәрізді азотты пайдалану жолымен шешіліп келген, іштен жану қозғалтқыштарында пайдаланған газды инертті газ ретінде пайдалану жаңа жоғары экономикалық баламалық әдіс болып табылады, ол басқа кездегі газды пайдалануға негізделген. Соңғы кездерде принципті жаңа қондырғы ұңғыны пайдаланған газбен ІЖҚ олар суытылған және тазартылған кезде алу үшін пайдаланған газға зерттеулер жүргізілген.

Іштен жану қозғалтқыштары бар қондырғыларға жасауға негізінен мыналар жатады:

-бұрғылау қондырғысының дизель өткізгішіндегі пайдаланған газды тазалауға екі қабатты жүйе;

- Дизель – моторынан шыққан газдарды пайдалану арқылы ұңғыларды меңгеру;

- ұңғыны іштен жану қозғалтқыштарының құйынды газымен меңгеру нәтижесінде 3 модификация пайда болады;

- СД-9/101 компрессорлы станцияның 2ВМИ-9/101 компрессорын іске қосатын, Д12 дизель – моторынан шығарылған түтін газын қайта пайдалану қондырғысы;

-СД-9/101 компрессорлы станцияның 2ВМИ-9/101 компрессорын іске қосатын ЯМЗ-238 дизель – моторынан шыққан түтін газын пайдаланатын қондырғы.

Іштен жану қозғалтқыштарынан да шыққан түтін газдарын қайта пайдалану үшін автомобиль қозғалтқыш қондырғылары (бұрғылау қондырғы, дизель – генераторлы электростанция ж, т. б.), бұл қондырғылар құрлықта, теңіздің стационарлы платформасында кез келген климаттық аудандарда қолданыла берілуі мүмкін.

Бірінші екі модификацияның негізгі ерекшеліктері пайдаланылған газды таңдау әдісінен тұрады. Д12 дизель – моторынан пайдаланып шыққан газды таңдағанда түтін газының температурасы 250 ^{0}С ... 450 ^{0}С-қа дейін жетеді. ЯМЗ-238 дизель – моторынан пайдаланылған газды таңдағанда, шығатын газ температурасы 70-80 ^{0}С-дан аспайды.

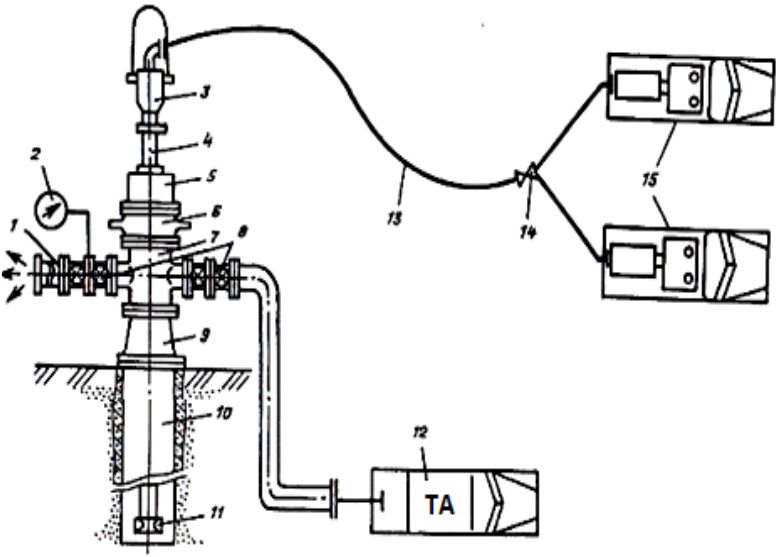
Өткізілген технологиялар және сәйкестелетін технологиялық жабдықтар құмды шығындарды бұрғылау мен байланысты жұмсартады, газ ұңғымаларын перфорациялауды өткізуге, іштен жану қозғалтқыштарынан пайдаланып шыққан түтін газын пайдалану арқылы шешуге мүмкіндік береді.

Ұңғыны игеруде ауамен өңдеу, мұнай – газ өнеркәсібінде қауіпсіздік ережесімен тыйым салынған. Зерттеулердің көрсеткіші бойынша, дизель – моторының пайдаланылған газы 80 ^{0}С- дейін азот және оның қышқылдарынан тұрады, 17% көміртегі, оксиді және басқа да 3% -дан аспайтын қалдық көмірқышқылы бар жанатын отын өнімі.

Іштен жану қозғалтқыштарында пайдаланған түтін газдарымен құмды тығынды бұрғылаудағы технологиялық жабдықтардың технологиялық сұлбасы 2.1–суретте көрсетілген.

Технологиялық жабдықтың монтажды сұлбасы (2.1-сурет) жербетіндегі қолданылатын жабдықтармен қашаулы құрылғының төменге түсірілуінің шандылуын алдын ала болжайды. Оқпанды тізбек басы 9, крестовина 7, плашкалы превентор 6, айналмалы превентор 5, желі 1, манометр 2, түпкі жапқыштар 8. Вертлюгке 3, аспап ілінген және ол қашаумен аяқталады. Ұңғы жаншылып қауіпті жағдай туғызбау үшін ұңғы оқпаны цементтеліп оралған. Екі компрессорлы СД-9/101 типті станциялар 15 салқындату және ЯМЗ-238 дизель-моторының зиянды газдарынан тазарту жүйесімен жабдықталған.

Әр компрессорлы станцияның дизель – моторының зиянды газын компромирлеу бойынша өндірісі 10,1 МПа қысымда іс өнімділігі 9 м/ мин құрайды. Компромирлеуден кейін зиянды газдар құбыр 13 арқылы ұңғы сағасына өтеді. Жапқыш 14 ұңғыны 10 компрессорлы станция блогынан және құмды тығынды бұрғылау мен тазарту блогынан ажырату үшін қолданылады. Дизель - моторының зиянды газдармен ұңғыны үрлеу келесі тәртіппен өтеді.



2.1 – сурет. Ұңғыны бұрғылауда іштен жану қозғалтқыштарынан (ІЖҚ) шығатын түтін газын қолданудың технологиялық жабдықтар сұлбасы:

1–үрлеуші агенттің шығарушы торабы; 2 –монометр; 3–ұршық (вертлюг); 4 – ұңғыға түсірілген құрал; 5–айналатын перевентор; 6 – бұранда кескіштік перевентор; 7 – фонтандық құрылғының айқастырмасы; 8 –түпкі(жапқыш) ысырмалар; 9 – тізбек ұшы; 10 – ұңғы; 11 – қашау; 12 – көміртектендіруші агрегат; 13 – Күштік қондырғыдан ұңғыға дейінгі құбырөтпе; 14 – жапқыш (ысырма); 15 - компрессорлы станция СД – 9/101.

Компромирлеуден кейін зиянды газдар шүмектің ашық кезінде айдамалау құбырымен 13 ұршық (вертлюг) 3 арқылы НКТ құбыр тізбегіне, одан тізбек арқылы ұңғы түбіне түседі. Құм агентінің айналымдық ағынымен құбыраралық кеңістікпен ұңғы сағасына көтеріледі де желі 1 арқылы жер бетіне шығарылады. Ұңғыдағы зиянды газдардың қысымы жылдам ауысатын штуцермен реттеліп манометрмен бақыланып отырады. Құм бөлшектерін көтеру үшін қажетті зиянды газдармен ұңғыны үрлеу арқылы құмды тығындарды тазарту кезіндегі зиянды газдардың шығыны құбыраралық кеңістіктегі үдемелі ағын жылдамдығымен анықталады. Ұңғыдағы газ

тәріздес агенттің үдемелі ағынның толық жылдамдығы (м/с) мына теңдеумен анықталады:

$$\omega = \omega_{шек} + \omega_{арт} \quad (2.1)$$

мұндағы: $\omega_{шек}$ - шектік жылдамдық, үдемелі ағындағы майда шламдардың көтерілуін қамтамасыз етеді;

$\omega_{арт}$ - ағының артық жылдамдығы, жер бетіне майда шламдардың көтерілуін қамтамасыз етеді.

Шыламдардың шектік жылдамдығын мына формула арқылы есептеуге болады:

$$\omega_{шек} = C\sqrt{dr\left[\left(P_r/(\rho - 1)\right)\right]} \quad (2.2)$$

мұндағы: C – пішін коэффициенті;
dr – шылам бөлшектерінің есептік диаметрі, м;
ρ – шылам бөлшектерінің тығыздығы, кг/м.

Ұңғы оқпанын бұрғыланған қалдықтардан толық тазарту жағдайын қамтамасыз ету үшін, ұңғыдан шыламдарды шығару үшін жұмсалатын газдың шығынын анықтау жеткілікті. Бұл жағдайдағы газ тығыздығы:

$$\rho_ұ = \rho_{қ.ж} P_{қ.ж.} T_{қж} / (P_{ұг} T_ұ z) = 2986{,}7 \rho_{қ.ж} P_{қж} / (T_ұ z) \quad (2.3)$$

мұндағы:

$\rho_ұ$, $\rho_{қ.ж}$ – ұңғыдағы және қалыпты жағдайлардағы газ тәріздес агенттің тығыздығы, кг/м;

$P_ұ, P_{қ.ж.}$–сәйкесінше, ұңғыдағы және қалыпты жағдайлардағы газ тәріздес агенттің қысымы, МПа;

$T_ұ, T_{қ.ж.}$ - сәйкесінше, ұңғыдағы және қалыпты жағдайлардағы газ тәріздес агенттің температурасы, К;

z - газ тәріздес агенттің сығылғыштық коэффициенті.

(2.3) теңдеуін ескере отырып, ұңғы жағдайындағы шектік жылдамдықты анықтаймыз (м/с):

$$\omega_{шек} = C\sqrt{dr\left(\frac{P_з T_з}{2986{,}7 P_н} - 1\right)} \quad (2.4)$$

Артық жылдамдықты 3 м/с деп алып, шектік жылдамдық мағынасын есептеп және (2.1) теңдеуін қолдану арқылы

бұрғылау құбырының төмендегі газ тәріздес толық ағындық жылдамдығын анықтауға болады.

Газдың технологиялық қажетті шығыны $Q_{газ}$ ($м^3/с$) мына формула арқылы есептеледі:

$$Q_{газ} = W_п /4(D^2-d^2) \qquad (2.5)$$

мұндағы:

D – ұңғы диаметрі, м;

d – бұрғылау құбырларының сыртқы диаметрі, м.

$W_п$–пайдалы жұмыс.,

Компрессорлы машиналардың санын анықтау үшін (2.5) формуласы бойынша есептелген шығын мағынасын қалыпты нормал жағдайға келтіру қажет. Бұл үшін мына теңдеуді қолданамыз:

$$Q_Н = Q_Ұ P_Ұ / P_{к.ж} = Q_Ұ 2986.7 P /(T-z) \qquad (2.6)$$

мұндағы: $Q_Ұ$,$Q_{к.ж}$–сәйкесінше ұңғыдағы және қалыпты жағдайлардағы газ тәрізді агенттің шығыны, м/с.

Іштен жану қозғалтқыштарынан (ІЖҚ) шығатын түтін газдарының жылуын іске асырудың принципиалдық сұлбасы (2.1–сурет) бойынша төмендегі нәтижелерді айта кетуге болады. Сұлба бойынша суды, отынды, ауаны қыздыру үшін түтін газдарының жылуын қайта пайдалануда қозғалтқыштың пәк-тін 32...35%-дан 40...52%-ға жоғарылатуға әсерін тигізетінін көптеген зерттеушілер өз еңбектерінде айтып өткен. [5,7,13].

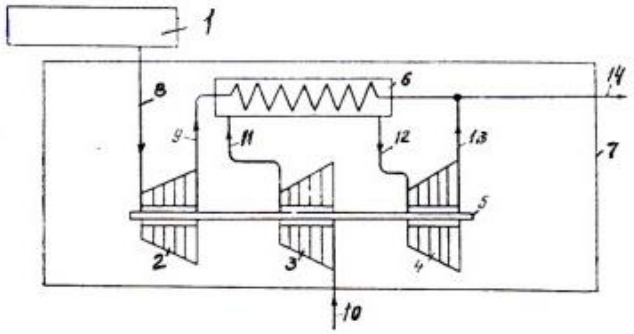
Зиянды газдардың кинетикалық энергиясын және жылу энергиясын қолдану кезінде, осындай қарапайым технологиялық жабдықтау сұлбасын пайдалану жағдайында қондырғының термиялық ПӘК-ін 55...60%-ға дейін жоғарылатуға болады. Газды қозғалтқыштарда утилизатор қондырғыларын қолданған кезінде зиянды газдармен шығып кететін жылудың орташа 50 % -ын қайта қолданылуы мүмкін. Зиянды газдардың жылуын қолдану қозғалтқышта жоғары температуралы буландырғышты, суытқыш қолданғанда толық іске асады.

Бұл жағдайда қозғалтқыштың суытқыш жолдары сужылытқыш немесе бу қазанының орнына қолданылады. Дизельдің салқындату жолына жоғары температуралы суытқышқа дизельдің суыту жолына үнемділікті және су шығынын азайту және салқындатуды арттыру, температуралық

айырмашылықты алу мақсатында, дизельдің салқындату жолына бу сепараторы қондырылады, алынған бу газды қоспа турбинаны қоректендіру үшін коллектор арқылы жібереді.

Іштен жану қозғалтқыштарынан (ІЖҚ) шығатын жылуды іске асыру үшін шығарылатын газдардың жолына бу мен эжектор аралығында бу айырғышы бар қондырғы қолданылады. Ол газдардың жылулық энергиясын, қысым энергиясына өзгертеді. Бұл эжектордан кейін сығымдаудың суммарлық дәрежесін жоғарылату және іштен жану қозғалтқышының (ІЖҚ) шығару құбырындағы әлсіретуді жоғарылату үшін қолданылады. Нәтижесінде қозғалтқыштың қуаты көбейіп, үнемділігі артады.

Қондырғының жәрдемінде кинетикалық және жылулық энергияларды кешенді қолдану және оның принципиалды сұлбасы 2.2–суретте көрсетілген.

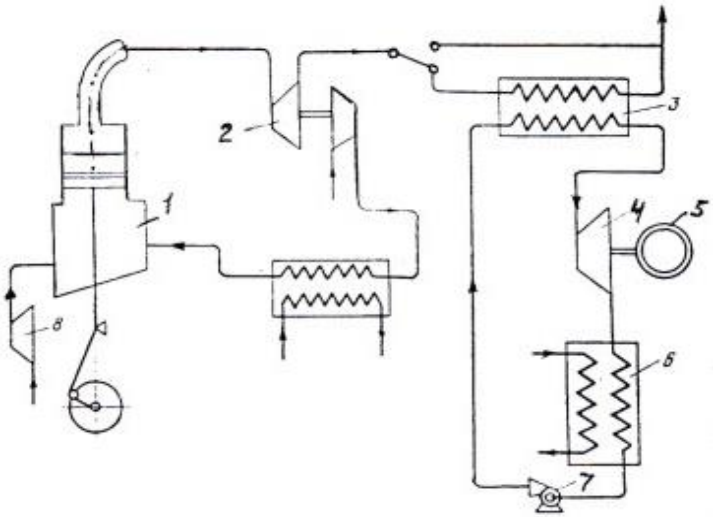


2.2 – сурет. ІЖҚ-дан шығатын түтін газдарының энергиясын қайта пайдаланудағы құрылғының принципалдық жұмыс сұлбасы:
1–ІЖҚ; 2–газ турбинасы; 3–сығымдағыш (нагнетатель); 4 – утилизациялық турбина; 5 – жалпы білік; 6 – жылу алмастырғаш; 7 – жалпы жиынтық; 8 – турбинаның (2) газ кіргізуші магистралы; 9 – шығарушы келтеқұбыр; 10 - сорушы құбырөтпе; 11–магистраль (желі); 12 – ауа құбырөтпесі; 13 – құбыр өтпе; 14 – шығару құбыры

Қозғалтқышқа 1, ортақ білік 5 арқылы, сығымдап айдағышпен 3 және шығарылатын газбен жұмыс істейтін жалпақ турбина 2 қосылған. Екі турбина, газтурбинасы және сығымдағыш жылуалмастырғышқа 6 келте құбырлармен 9, 11 және ІЖҚ желісіне коллектор 8 арқылы жалғанған, ал шығарушы келтеқұбыр 12 утилизациялық турбинаға

жылуалмастырғышқа 6 жалғанған. Сору құбыры 10 және жұмыстық жылу айдағыш арқылы келіп, кейін ол бас желіге 11, жылуалмастырғышқа 6 және ауа құбыры 12 арқылы – утилизация турбинасына 4 және ары қарай құбырөтпе 13 арқылы шығарушы құбырға 14 түседі.

Жұмыстық агент есебінде су, ауа, фреон және т.б. қолданылуы мүмкін (2.3- сурет). Турбина қалақшалары 2 қуыс және жылуалмастырғыштың қыздыру беті түрінде жасалған, оның қуыстары жұмыстық жылуды айдағыштан турбинаға 4 берілетін магистралға қосылған.



2.3 –сурет. Фреонды пайдаланудағы ІЖҚ-дан шығатын газдарды утилизациялдаудың пиринципалдық жұмыс сұлбасы:
1–ІЖҚ ның сөндіргіші; 2–газтурбиналы сығымдағыш (айдағыш); 3 –фреондық қазан; 4 –турбина; 5 –генератор; 6 –фреондық конденсаторы;7 –айналдырғыш сорап; 8 –апаттық ауа сорабы

Орта және кіші қуатты ІЖҚ-мен жабдықталған жылу күштік қондырғылардың көрсеткіштерін жоғарылату үшін, қайнау температурасы төмен сұйықтықтарды қолданады. Мысалы, фреон булары 100^0С температурада 3 МПа-дық қысымға ие, ал судың буы сол температурада - тек 0,1 МПа тең. Мұндай жоғары қысым болғанда фреон және оның аз көлемдерінің қысымдары ІЖҚ – бар ЕЭҚ қондырғылы жылулық

энергияны ыңғайлы пайдаланумен қатар екі контурдан тұратын ықшамды қондырғымен қамтамасыздандырылады. Фреон –12-ні жұмыс агенті ретінде қолданғанда екі тактілі іштен жану қозғалтқыштарынан шығарылатын газдарының жылулық энергиясын пайдалану мәселесі шешіледі. Мұндай қондырғының принципиалды сұлбасы жоғарыда 2.3-суретте көрсетілген. Техника–экономикалық жақтан бұл өте ыңғайлы. Сонымен қатар қозғалтқыштың пайдалы әсер коэффициентін 35...40% болғандағы термиялық пайдалы әсер коэффициентін – 65% -ға дейін көтеруге болады [5,13].

2.1.3. Іштен жану қозғалтқыштарынан шығатын газдардың энергиясын қайта пайдалануға арналған қондырғылар

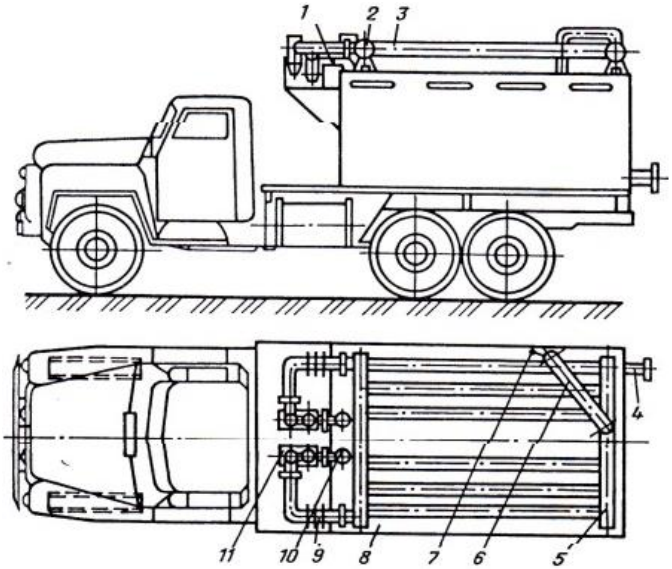
Ұңғыны игеруде және күрделі жөндеулерде қолданылатын дизель – маторларынан **2Д- 12Б** және **ЯМЗ-238** жанып шыққан түтін газдарын қайта қолданудағы қондырғылар 2.4 және 2.5- суреттерде көрсетілген.

ІЖҚ-нан шығарылған газдарды күрделі жөндеу жұмысын жүргізуде және игеру үшін қолданылатын **2Д–12Б** дизель – моторлы қондырғының жалпы көрінісі 2.4-суретінде көрсетілген. Дизель – мотордың коллекторынан 10 шығатын газдар 250...400^{0}С температура ортақ құндақтап қосарланған циклонды айырғыштарға 11 өтеді. Цилиндрлердің әр блогы қосарланған айырғыштарға ұқсас құрылымы болады. Циклонды айырғыштардағы газдардың ұлғаюына байланысты газдардың 50...60 ^{0}С-қа дейін салқындауы жүреді. Ары қарай газдар циклонды сепараторлардан термоэкранды құбырлар 9 бойымен жинағыш коллекторға 2 өтеді, кейіннен диаметрі 70 мм және ұзындығы 22 м термоқалқанды алюминді термоэкранды құбыр 3 арқылы адсорберге өтеді. Бұл құбырларда газдардан жылу алудың негізгі процестері жүреді.

Газ жинақтаушыдан (адсорбер) температурасы 40...50^{0}С-ға дейін салқындатылған газ сіңіру коллекторы 6 бойымен 2 – ВМ – 4 – 9/101 компрессорының 1 - сатысына түседі. Келіп тұрған газ температурасын бақылау шкала көрсеткішімен 0 ^{0}С -ден 120 ^{0}С-ға

дейінгі аралықта көруге болады. Термоэкранды сепараторлардың барлық тораптары ортақ металды жақтауда және СД–9/101 компрессор станциясы КрАЗ көлігінің рамасына монтаждалған.

2Д–12Б дизель – моторының газдарымен ұңғыны игерудің технологиялық процесі арнайы дайындықты қажет етпейді, өйткені барлық аспалы жабдықтар СД–9/101 компрессорлы станциясында монтаждалған.

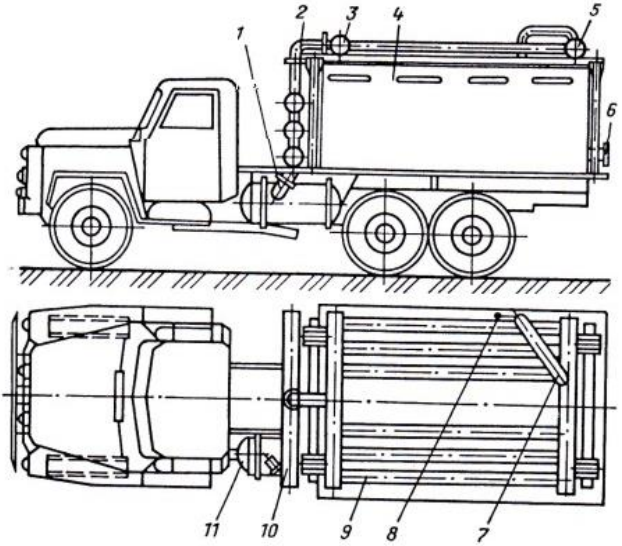


2.4– сурет. **2Д–12Б дизель** – маторынан шығатын газдармен ұңғыны игеруде және күрделі жөндеуде қолданылатын қондырғы:
1 – циклонды айырғышты бекітуші кронштейн; 2 – жиылатын коллектор; 3 – диаметрі 70 мм термоқалқанды құбыр; 4 – 2-ВМ-4-9/101 компрессордың шығарушы сықағыштық құбыр өтпесі; 5–одсорбер; 6 –2-ВМ-4-9/101 компрес-сордың шығарушы сықағыштық құбыр-өтпесі; 7 – термометр(0-120 ^{0}С); 8 – СД-9/101 компрессордың жиылуы; 9 – термоқалқандық құбырөтпе; 10 – 2Д-12Б дизель – матордың шығарушы коллекторы; 11 – циклондық айырғыштар;

Іштен жану қозғалтқышынан шыққан газдармен ұңғыға күрделі жөндеу және игеру жұмыстарын жүргізу үшін ЯМЗ – 238 «Татра» дизель – моторынан іріктелініп алынған газды

пайдалануға арналған қондырғының жалпы көрінісі 2.5 - суретте көрсетілген.

Сөндіргіштен 11 (глушитель) шыққан газ температурасы 70...80 ^{0}С, келте құбырлардан бірінен соң бірі орналасқан газ жинағышқа 10 жіберіледі, онда кокстің, қаракүйенің және майдың бөлінулері жүреді. Газдардың ұлғаюына байланысты температура бастапқыдан 30% -ке төмендейді.



2.5 – сурет. **ЯМЗ-238 дизель** –моторынан шығатын газдармен ұңғыны игерудегі және күрделі жөндеудегі қолданылатын қондырғы:
1,2 – шығатын газдарды шығаруға арналған келте құбырлар;
3,5 – шығарылатын газдардың жинақталатын коллекторы;
4 -СД-9/101 компрессордың орналасуы; 6 – 2-ВМ-4-9/101 компрессорының шығарушы сығымдауыш құбыр өтпесі;
7 - 2-ВМ-4-9/101 компрессорының шығарушы сығымдауыш құбыр өтпесі; 8 – бақылаушы термометр(0-120 ^{0}С); 9 – диаметрі 168 мм жұқа қабырғалы болат құбыр; 10 – шығатын газдарды жинақтаушы; 11 - ЯМЗ-238 дизель – моторының сөндіргіші

Ары қарай зиянды газ (жарамсыз газ) келте құбыр 2 арқылы жинағыш коллекторға 3 түседі. Одан диаметрі 168мм алты жұқа қабырғалы болат құбырлары 7 бойымен 2 –ВМ–4–

9/101 компрессорының 1-ші сатысына түседі. Ауа жинақтағыштың барлық термоэкранды құбырларының торабы жақтауда монтаждалады да КрАЗ көлігінің рамасы мен байланысады, онда СД–9/101 компрессорлы станция монтаждалған.ІЖҚ нан шыққан газдармен ұңғыны игерудің,оны күрделі жөндеудің,дизель мотор компрессор ұңғы болып жабық циклі бойынша ІЖҚ дан шыққан газдарды пайдалану арқылы жөндеу жүргізуде кәсіпшілік тығыздаудың оптималды технологиясын құрастырады.Бұл технология еңбектің қауіпсіз жағдайын минималды шығындармен орындайтын және үрдістің ыңғайлылығын қамтамасыз етеді. 2Д–12БС дизель – моторының коллекторының немесе ЯМЗ-238 дизель – моторының сөндіргішінен шыққан зиянды газдарды іріктеу автоматтандырылған тәртіп бойынша жүреді. Мысалы 2–ВМ4–9/101 компрессоры 9м/мин газдарды іріктейді, ал қалғаны атмосфераға шығарылады.Айналу жиілігі 900-1000 айн/минжылдамдығы бойынша жұмыс істейтін ЯМЗ-238 дизель-моторын таңдағанда оның газ қорының коэффициенті 1,47-1,64-ті құрайды [5].

Белгілі бір мөлшерде тазартылып және салқындатылып шығарылған газдардың температурасы 40...50 ^{0}С-да 2–ВМ4–9/101 компрессорының қабылдауыш келте құбырына түседі де одан ары қарай бұрғыланған ұңғыға сорап – компрессор құбыры арқылы өтеді. Дизель – мотордан шыққан газ құрамындағы қалдық оттегінің мөлшері 2,1...2,9 % -ды құрайды, бұл НДА – 5,0/101 азотты қондырғыларға қарағанда бірнеше есе аз [5].

Дизель – моторларынан шығарылған газдарды бұрғылау қондырғысының күштік білігінде және арнайы техникада (атап айтқанда, СД–9/101 компрессорлы қондырғыда), мұнайгаз өндірісінің қажеттіліктеріне пайдалану келесі мәселелердің шешілуін талап етеді:

- отынның толық жанбауынан қалатын өнімдерден (қаракүйе, кокс) және картер майының қалдықтарынан шығарылған газдарды тазартуды жүргізу;
- дизель–мотордың коллекторындағы шығарылған газдың температурасын компрессордың 1– сатысының қабылдануына дейін қажетті температурада салқындату.

Отынның толық жанбауынан қалатын өнімдерден (қаракүйе, кокс) және картер майының қалдықтарынан жарамсыз газды тазарту мәселесі екі тәсілмен жүзеге асады: циклонды сепараторларда тарытылған тазартқыш көмегімен. Ең соңында шығарылған газдар коллекторлардан немесе сөндіргіштен бірінен соң бірі орналасқан ауыстырғштардан үш рет өтіп, яғни жылдамдықтың нөлдік белгіленуін өтеді.

Мұнда механикалық қоспалардың максималды тазалануына мүмкіншілік туады. Сонымен қатар, қосымша тазарту жоғары коллекторларда (қосымша газ жинағыш) жүреді.

Технологиялық жабдықтың маңызды тораптарының бірі болып, шығарылған газды пайдалану арқылы ұңғыны игеру үшін жүргізілетін бұрғылау кезінде пайдаланылатын, стационарлы және айналмалы тығыздағыштар болып келеді.

Көмірсутек шикізатын өндірудің әлемдік тәжірибесінің анализі ұңғылардағы апаттық жағдайлар жарылыстарға алып келеді. Сондықтан мұнайгаз өнеркәсібінде ауа орнына инертті газдар қолданылады, бірінші орында азотты айта кеткен жөн, бізді қоршаған ауа мұхиты негізі екі компоненттен тұрады: азот (80%) және оттегі (20%). Басқа қоспалар көлемі бойынша болмышы, сондықтан олардың әсерін ескермеуге болады. Осылайша, негізгі мәселе ауадан оттегінің 20% алып тастаудың және инертті азотты алудың оңтайлы әдісін қолдану . Қазіргі кезде мұнай мен газды өндіру де кеңінен қолданылатын азотты пайдаланудың бірнеше жолы бар. Мысалы, Stewart Stevenson фирмасының азотты қондырғысында азот – 195 ^{0}C температурада сұйық күйде тасымалданады, сосын оны + 20 ^{0}C температураға дейін жылытады (газға айналдырып), кейіннен қысымы 105 МПа-ға жеткен кезде ұңғыға айдайды. Қазіргі кезеңде фирма сұйық азотты буландыру үшін жетекті қозғалтқыштың газдарының жылуын, сулы және майлы жүйелердің жылуын кәдеге асырып жатыр. Іштен жану қозғалтқыштарынан шығатын газдардың азотын оны тазарту жолымен және салқындату жолымен пайдалану басқа құрастырғыш жабдықтармен іске асады. Сонымен ең тиімдісі шығарылған газдардағы азотты қолданатын қондырғыларды пайдалану ыңғайлы.

3. Газды құбырлар арқылы тасымалдаудағы энергия қорларын үнемдеу технологиялары

3.1. Газ құбырларының компрессорлы станцияларындағы (КС) екіншілік энергия қорлары (ЕЭҚ) және оларды пайдаланудағы негізгі бағыттар

Компрессорлық станциялардағы екіншілік энергия қорларына отындық, жылулық және артық қысымыдар жататынын жоғарыда атап өткенбіз. Өндіріс орындарының өз қажеттіліктеріне кететін табиғи газ шығындарының түрлерін қарастырайық:

Поршеньді және газтурбинді газ айдағыш агрегаттар (ГАА) үшін отындық газдың 80...85 % өз қажеттіліктеріне, электр станциялары және қазандықтар үшін 2%; КС-дың технологиялық қажеттіліктері үшін (шаңұстағыштарды желдету, газ айдағыш агрегаттарды іске қосу – тоқтату және басқалар) 3...4%; газ құбырларының тізбекті бөлігін және жер асты газ қоймасы үшін 1...3%; шығындар және КС мен газқұбырларына жұмсалатын ескерілмеген шығындар (саңылау және ілмекті – реттеуші арматура жұқалығынан болатын шығындар, апатты тоқтату және т.б.) 9...11%-ды құрайды. Бұл шығындарды талдасақ өндірістегі газдың орны толмайтын шығындардың 15% - ын құрайды.

Барлық жылу пайдалы түрде жұмсалатыны белгілі. Барлық уақыттары шығындар болып тұрады, сондықтан оны азайтудың жолдары қарастырылуы қажет, мысал ретінде газтурбиналы қондырғылардың (ГТҚ) үнемділігін жоғарылату негізгі мәселелердің бірі, сол себептен оларды жобалау және оны пайдалану барысында ескеріліп, конструкцияларын жетілдіріп отырады.

Жалпы жағдайда белгілі режимде 1кг жанған отын газы үшін ГТҚ-ның жылулық балансы келесі теңдеу арқылы анықталады:

$$q=q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7+q_8+q_9=\sum q_i \qquad (3.1)$$

мұндағы:

q_1 – пайдалы қолданылған жылу, ол ГТҚ білігінде механикалық жұмысқа айналады; қазіргі заманғы ГТҚ-да

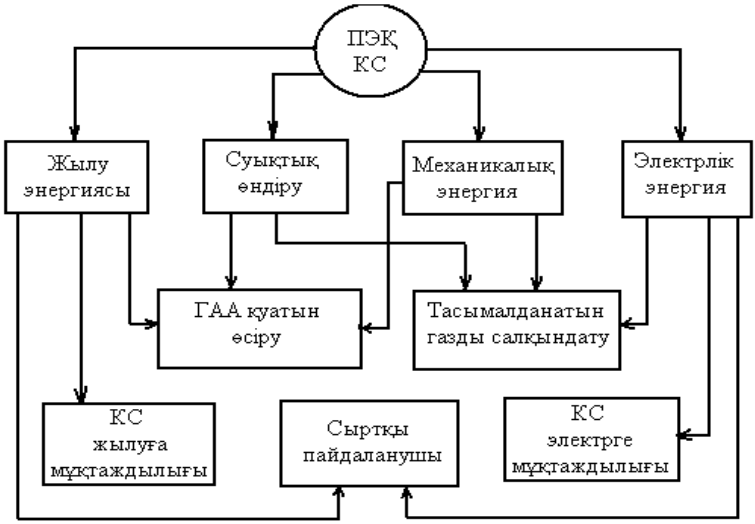
q_1 =22÷36% деңгейінде табылады; q_2 – шыққан түтін газдары арқылы жоғалған жылудың шығыны; қазіргі заманғы ГТҚ-да q_2=60÷70%-ды құрайды; q_3–жанған отынның химиялық құрамының толықсыздығынан болатын жылу шығыны (1,5-2%); q_4 – жанармайдың жылу шығындары, ол турбинадан шығатын газдардың кинематикалық энергиясының шығынына эквивалентті: (0,2-0,3%); q_5 - жанармайдың жылу шығындары, ол қондырғының тығыздалмағандығынан болатын ауаның шығыны мен үйкелістен болатын механикалық шығындардың қосындысына эквивалентті (2...2,5%); q_6 – ГТҚ-ға кірер кездегі ауаны жылытуға арналған жүйені қосқан кезде остік компрессорлардың жетегіндегі жылудың шығыны (2...4%); q_7 - конвекция мен радиация жолымен қоршаған ортаға жылудың шығындалуы (0,5...0,8%); q_8 – подшипниктердегі майды қыздыруда және оны салқындатуға жоғалған жылу шығындары (0,4...0,5%); q_9 – ГТҚ-ды іске қосу және өту режимдерінің жұмыстары қалыптаспаған жылулық жағдай кезінде және регенераторлық жүйе мен ГТҚ-ның тоғысуын (жай күйде =0) қыздыруға кеткен жылулық шығындар.

ГТҚ-дың жылулық балансын құрайтын теңдеу (3.1) көрсеткіштерін талдау кезінде ГТҚ-да жылуды қолданудың ыңғайлылығын жоғарылату үшін ең алдымен пайдалы қолданылатын жылу q_1 көрсеткішін көтеру керек, және жану өнімдерімен шығып кететін жылулық шығындарды (газтурбиналы газ айдағыш агрегатының) екіншілік энергия қорларын үнемдеу арқылы ГТҚ-дан жанған отын өнімдерімен шығып кететін жылу q_2 мөлшерін азайту.

ГТҚ-дан шығатын газдардың жылуын қайта пайдаланудың және КС-ғы газтурбиналардың жылуын рационалды пайдаланудың негізгі бағыттары төмендегіше:

- КС-дың өзін және оған жақын елді-мекендерді жылы сумен, жылумен қамтамасыз ету үшін ыстық суды және буды алу, жылы жайларды жылытуға газдардың 7-15% - ын қолдану;
- КС-ның қажеттіліктері үшін және шығарылған газдардың 20-25%-ын қолдану арқылы қосымша электр жетектері бар агрегаттар үшін электр энергиясын өндіру;
- Шығарылатын газдардың 25-30% жылуын пайдаланып, тасымалданатын газды салқындату; Магистральды

газқұбырлары бойындағы КС-да қолданылатын ГТҚ-ларды тиімді пайдаланудың мүмкін бағыттары: жылулық энергияны алу, суықты өндіру, қосымша механикалық энергияны және электрэнергияны өндіру 3.1–суретте көрсетілген.



3.1–сурет. Магистральды газ құбырлар бойындағы КС-ғы ГТҚ-дан шығатын газдардың жылуын қайта пайдаланудың негізгі бағыттары

Қазіргі кезде жоғарыда көрсетілген бағыттардың ішінен КС-ның жылулық ресурсын пайдалануға соңғы үшеуі жатады.

КС-ның технологиялық қажеттіліктері үшін басқа энергия түрлері қажет болғандықтан және ЕЭҚ өндірісінен келесілерді пайдаланудың негізгі бағыттары анықталды: қосымша механикалық, электрэнергиясын өндіру; тасымалданатын газды салқындату; КС-ның жылумен жабдықтау және сыртқы тұтынушыларды(елді-мекенді, өндірісті және ауылшаруашылық объектілері) жылумен қамтамасыз ету.

Қазақстан Республикасы экономикасында, мұнай-газ секторындағы ең маңызды мәселелердің бірі, ол табиғи газдарды тасымалдау барысында энергия қорларын үнемдеу технологиясын дамыту. Табиғи газдарды тасымалдаудағы энергия қорын үнемдеу технологиясын дамытудың негізгі

бағытының бірі, олардың қорларын үнемдеу және олардың ішінде газтурбиналы қондырғыларда отын шығынын азайтып тиімділігін арттыру.

3.1.1. Газтурбиналы қондырғының энерготехнологиялық сұлбалары

Табиғи газы тасымалдайтын мекемелердің құрамында көптеген компрессорлық станциялар (КС) бар, осы КС-дың 85%-нан артығы әртүрлі қуаттылықтағы газтурбиналы қондырғылы (ГТҚ) газайдайтын агрегаттарды (ГАА) қолданылады.

Көптеген мәліметтерге қарағанда [2,3] үлкен диаметрлердегі (құбыр диаметрі 1020...1420 мм) магистральды газқұбырларда энергожетектің 85,5% газтурбиналы қондырғылы және 13,5 % электрқозғалтқышты екені белгілі.

Қазіргі кездері табиғи газды тасымалдаудағы энергия қорларын үнемдеу технологияларын дамытудың негізгі бағыттары, ол ГТҚ-дың отыны ретінде олардың қорларын үнемдеумен байланысты. Мұнай және газ саласында мұнайды және газды тасымалдауда энергоқорларын үнемдеу технологияларының дамуы Қазақстан экономикасы үшін ең маңызды мәселелердің бірі. Себебі Қазақстан территориясынан өтетін газ құбырларының ұзындығы мыңдаған шақырым (км) екенін білеміз, тәулігіне млн/м^3 газдарды айдайтын КС-лар бар, олардың ішінде әр түрлі қуаттылықтағы ГТҚ мен ГАА бар.

Мысалы 3.1-кестеде «Газпром» ашық акционерлік қоғамындағы (ААҚ) газ айдаушы агрегаттарының құрамдары келтірілген.

3.1- кесте

«Газпром» ААҚ-ның газ айдаушы агрегаттарының паркі

ГАА жетегінің түрі	Саны		Қуаты	
	Дана	%	Млн. кВт	%
Газтурбинді қозалтқыш	3001	74,2	34,0	85,5
Электрқозғалтқышты	746	18,5	5,6	13,5
Поршеньді (газомотокомпрессорлар)	293	7,3	0,4	1,0
Барлығы	4040	100,0	40,0	100,0

Кестеде келтірілген мәліметтерге қарағанда үлкен диаметрлі (құбыр диаметрлері 1020-1420 мм) магистральдық газқұбырларындағы КС-да негізінен энергетикалық жетек ретінде көбінесе газтурбинді қозғалтқыштармен (ГТҚ) электрлі қозғалтқыштар (ЭҚ) қолданылады.

ГТҚ-лар магистральды газ құбырларында газ айдағыш агрегаттардың жетегі ретінде өте кең қолданатын түрі: олардың жалпы салыстырмалы саны 74,5 %-ды құраса оның қуаты бойынша 85% құрайды.

Поршеньді жетекті ГАА-тар (газомотокомпрессорлар) 1%-ды құрайды.

Осы үш түрлі энергожетектердің газайдағыштар үшін өздеріне тән артықшылықтары мен кемшіліктері бар олар төмендегіше болуы мүмкін.

Газтурбиналы қондырғы жетектерінің артықшылықтары:

- Автономды, бұл жағдайда отын ретінде айдалатын газ қолданылады;
- Бірнеше шамадағы қуаттылықты бір агрегатқа бағыттайды;
- Салыстырмалы түрде габариттік өлшемдері үлкен емес ;
- Табиғи газдың бағасы төмен болған жағдайда өте жоғары нәтижелі;

Газтурбиналы қондырғы жетектерінің кемшіліктері:

- Уақыттың өтуіне байланысты ПӘК 10...20% азайтып, ол 0,20...0,25-ке жетеді.
- Атмосфераға шығарылатын газдардың деңгейі жоғарылайды. Мысалы ГТҚ-10-ның номинал қуаттылығы 10000 кВт, 80...90 мың жұмыс сағатынан кейін оның қуаттылығы 8000...9000 кВт-қа дейін азайып кетеді.

Электрқозғалтқышты жетектердің артықшылықтары:

- Пайдалануға және қызмет көрсетуге өте қарапайым
- Жөндеу аралық жұмыс қоры 150 мың.сағат
- Қоршаған ортаға тигізер әсері аз.

Электрқозғалтқышты жетектердің кемшіліктеріне мыналар жатады:

- КС орналасқан жерде арзан электр энергиясын қажет етеді;
- Қысымдық айдалатын газ көлемінің тұрақсыздығы.

Поршеньді қозғалтқышты немесе газомотокомпрессорлы (ГМК) жетектердің артықшылықтары:

- ПӘК жоғары 35...36%- аралығында
- Газды сығымдау өте жоғары дәрежеде қамтамасыз етіледі.

Поршеньді қозғалтқышты немесе газомотокомпрессорлы жетектердің кемшіліктері:

- Агрегаттардың қуаттылығының аздығы;
- Металл сыйымдылығының үлкендігі;
- Жөндеу аралық жүрісінің төмендігі, ол шамамен 5...6 мың. сағат.

Компрессорлы станциялардағы жетек түрлерінің мүмкіншіліктерін пайдалана отырып, олардың сенімділігін, нәтижелігін және КС-ның ПӘК арттыру мақсатында ГАА-ды газтурбиналы және электрқозғалтқышты жетектерімен жабдықтайды. Магистральды газқұбырларында қолданылатын ГТҚ-дың сипаттамасы төменде 3.2-кестеде келтірілген.

3.2-кесте

Магистральды газқұбырларында қолданылатын ГТҚ-ның техникалық сипаттамасы

ГТҚ түрлері	Қуаты, МВт	Агрегат ПӘК-і, %	Саны, дана	∑ қуаты, МВт
Центавр	2,6/3,9	25	20/10	91
ГТ-700-5	4,3	25	36	155
ГТ-5	4,4	26	19	84
ГТ-750-6	6,0/6,5	27	99/5	627
ГТ-6-750	6,0	24	140	840
ГТС-6	6,0	24	83	498
ГАА-Ц-6,3	6,3	24	440	2772
ГТ-10	10,0	29	791	7910
ГТ-10И	10,0	26	150	1500

3.2-кестенің жалғасы

ГТҚ түрі	Қуаты, МВт	Агрегат ПӘК-і, %	Саны, дана	∑ қуаты, МВт
ГАҚ-10	10,0	28	269	2690
ГТСР-10	10,0	32	1	10
ДЖ-59	12,0	31	1	12
Коберра-182	11,9/12,9	28	19/14	406,5
ГТСР-12,5	12,5	28	1	12,5
ГТК-16	16,0	25	3	48
ГТС-16	16,0	29	60	960
ГАА-Ц-16	16,0	28	536	8576
ГАҚ-16	16,0	30	58	928
ГАА-16	16,0	30	19	304
ДГ-90	16,0	35	15	240
ГТН-25	25,0	28	100	2500
ГАА-Ц-25	25,0	35	7	175
ГТК-25И	25,0	28	105	2625
Орташа және барлық мәндері	11,6	27,9	3001	33964

Кестеде қысқартылып келтірілген әріптер төмендегіше оқылады.

ГТ-газтурбинасы; **ГТК**- газтурбиналы компрессор; **ГТН**-газтурбиналы насос; **ГАА**-газ айдағыш агрегат; **ГАҚ**-газ айдағыш қондырғы;

Компрессор станциялар жыл бойы тоқтамай толық қуаттылықта 34 мың. МВт-та жұмыс істеуі үшін қажетті табиғи газдың жылдық мөлшерін шамамен 34млн. кДж/с деп бағалайық. Табиғи газ жанғанда (метан бойынша есептегенде) бөлінетін жылудың механикалық энергияға айналуына 34 млн. қуаттылықтағы барлық ГТҚ үшін теориялық жылдық шығын былай анықталады.

(34 000 000 кДж/с х 31 536 000с/г)/35 200 кДж/м^3 = 38 млрд.м$^{3//}$ж.

Келтірілген есептік шығын бойынша, теориялық жылу энергиясына қажет

38 млрд.м^{3}/ж табиғи газ қоры магистральды газ құбыры жүйесіндегі барлық ГТҚ-дың толық жұмыс істетуіне жеткілікті.

Газайдағыш агрегаттардың ПӘК-ті

Компрессор станция жұмысына қажет табиғи газдың орташа жылдық шығыны 26 млрд.м^3/ж құрайды. ГАА-дың орташа арифметикалық ПӘК-нің мәні 28 %-ға тең (3.2 - кесте). Бұл деген шамамен 7 млрд.м^3 табиғи газды айдау үшін, ал 19 млрд.м^3 жылулық және технологиялық шығындарға жұмсалады дегенді білдіреді. Сондықтан газ тасымалдауда энергия және қор үнемдеудің бағасын экспорттау бағамен алғанда 100$/1000 м^3 десек, жылдық баға 19 млрд.$/жыл құрайды.

3.3- кестеде агрегатты жылына 2 рет қосқанда, әртүрлі типтегі ГТҚ-ғы жұмысындағы табиғи газдың технологиялық жоғалу көлемі келтірілген.

Отын тиімді жанғандағы бөлінген жылу мөлшерінің пайдалы сипатында ГТҚ ПӘК-ті төмендегі (3.2) формуламен анықталады:

$$\eta = (Q_т - Q_{шығ} - Q_{к.о.}) / Q_т \qquad (3.2)$$

мұндағы, $Q_т$- отынның ең төменгі жану жылуы, кДж;

$Q_{шығ}$- шығып жатқан ағынның жылуы (түтінді газдар), кДж;

$Q_{к.о.}$- қоршаған ортаға кеткен жылу, кДж.

ГТҚ, пәк-ін бағалау үшін жылудың жоғалуын ескермейтін, жылудың қандай жұмыс үлесіне айналатынын көрсететін Карно циклінің ПӘК формуласын қолдануға болады.

$$\eta = (Q_{кір} - Q_{шығ}) / Q_{кір} = (T_{кір} - T_{шығ}) / T_{кір} \qquad (3.3)$$

мұндағы, $Q_{кір}$ және $T_{шығ}$- турбинаға кіре берістегі және шыға берістегі жанған өнімнің жылуы (кДж) мен температурасы (°С),

$Q_{шығ}$ және $T_{шығ}$ -турбинадан шыға берістегі жанған өнімнің жылуы (кДж) және температурасы (°С).

Мысалы, 3.2- кестедегі мәліметтер бойынша ГТ-10-ның пайдалы әсер коэффициентін Карно циклі формуласымен бағалайтын болсақ:

$$\eta = (780-495) / 780 \approx 0,37,$$

сонымен, ГТ-10-ның 3.2- кестедегі ПӘК-нің мәні 0,29 тең.

3.3-кесте

Магистральды газқұбырларда қолданылатын ГТҚ-да табиғи газдың технологиялық жоғалуының жылдық көлемі

ГТҚ- түрлері	Агрегаттар саны, дана	ГАА-ты қосуға кететін газ шығыны, м^3	ГАА-ты тоқтатуға кететін газ шығыны, м^3	∑ шығын қосындылары (5)=(2)·(3+4)х2, м^3
1	2	3	4	5
Центавр	30	170	750	55 200
ГТ-700-5	36	2 840	815	263 160
ГТ-5	19	2 840	815	138 890
ГТ-750-6	104	4 500	815	1 105 520
ГТ-6-750	140	2 000	950	826 000
ГТС-6	83	2 000	950	489 700
ГАА-Ц-6,3	440	600	950	1 364 000
ГТ-10	791	1 500	1 360	4 524 520
ГТ-10И	150	1 620	750	711 000
ГАҚ-10	269	600	1 360	1 054 480
ГТСР-10	1	1 500	1 360	5 720
Коберра-182	33	140	750	58 740
ГТ-16	3	7 500	2 175	58 050
ГТС-16	60	4 270	2 175	773 400
ГАА-Ц-16	536	450	2 175	2 814 000
ГАҚ-16	77	150	2 175	358 050
ГАА-16	19	150	2 175	88 350
ДГ-90	8	600	950	24 800
ГТС-25	100	1 500	3 670	764 000
ГТС-25-1	1	1 200	2 450	7 300
ГТК-25И	105	2 330	1 770	861 000
Барлығы	**3069**	**38 910**	**30 045**	**17 616 150**

Компрессорлық станциялардағы табиғи газ шығындарының құрамы

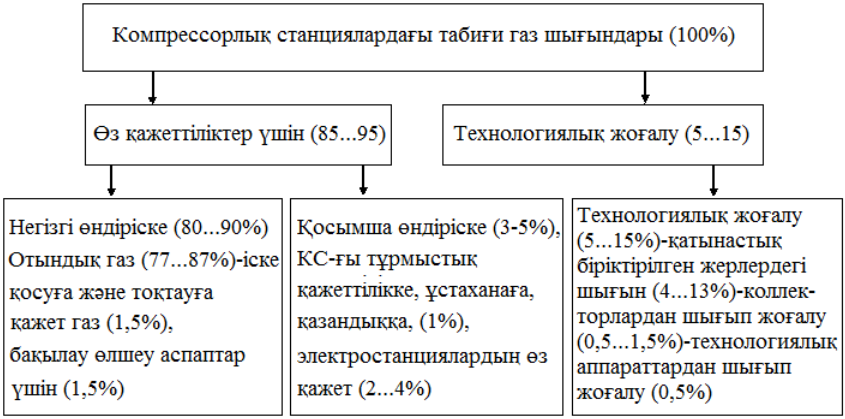
Компрессорлық станциялардағы газ шығынын талдау-табиғи газ аудиті - энергетикалық және материалдық қорлар шығындарын азайтудың бірден-бір жолы болып табылады. Компрессорлық станциялар бойынша барлық тасымалданатын табиғи газдардың көлемін тауарлық газ және компрессорлық станциялардың өзіне қажетті газдар деп екіге бөлуге болады.

3.2. Газтурбиналық қондырғылардан шығарылатын газдардың жылу энергиясын үнемдеу технологиялары

Компрессорлық станциялардағы табиғи газ шығындарын талдау немесе оған тексерулер жүргізу өте қажет, осылардың арқасында материалдық және энергетикалық шығындарды азайтуға болады. Газтурбиналы компрессорлық станцияларда пайдаланылатын газдардың құрамын пайыз (%-да) түрінде қарастырайық. Компрессорлық станциялардағы газ негізінен екі бағытта жұмсалады: өз қажеттіліктеріне, (негізгі және қосымша өндіріске) және технологиялық шығындар (жоғалу).

Оның ішінде 80...85% көлемдегі табиғи-газ және газ тәріздес отындарды ГТҚ-лар пайдаланады. Компрессорлық станциялардағы ГТҚ-ды пайдалануда жану камерасынан жанып шыққан газдардың жылуын толық пайдалана алмайтынымызды өткізілген тәжірибелік зерттеулер көрсетуде [1,2].

Газтурбиналы қондырғыларда қолданылатын табиғи газдың шығындық құрамы пайыз түрінде (%-да) төмендегі 3.2- суретте келтірілген.



3.2-сурет. Компрессорлық станциялардағы газтурбиналы қондырғыларда қолданылатын табиғи газдың шығындық құрамдары (%-да)

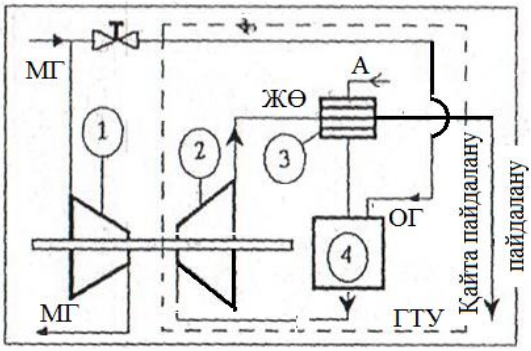
Турбинадан жанып шыққан өнімнің температурасы 400-500°С-ні құрайды, осы жылудың біраз бөлігі пайдаланылған

түтін газымен сыртқа шығарылады. Конструкциялары жетілдірілген қазіргі заманғы газтурбиналы қондырғылардың ПӘК-ті 30-40 %-ға тең.

Жанған өнімнің жылуын қайта қалпына келтіру 85%-ға дейін жетеді. Қайта қалпына келмей түтін газымен сыртқа жоғалуына келесідей кемшіліктер себеп болады: отынның толық жанбау себебі, турбина және компрессор мойынтіректеріндегі майлау майының қызуы, жану камерасы қабырғасынан қоршаған ортаға өтуі сәуле шығару және сәулеленулер жатады.

Газды тасымалдау барысында газтурбиналы қондырғылардан шыққан түтін газдарының жылуы әрбір секунд сайын жоғалып отырады. Сондықтан түтін газдарының жылуын қайта қалпына келтіру әдістері бойынша, әртүрлі кешендік сұлбалар қолданылады, әсіресе компрессорлық станциялардың өндірістік және тұрмыстық бөлмелерін жылумен ыстық сумен, ауамен қамтамасыз ету және әртүрлі жылыжайларды (теплица), жақын орналасқан елді-мекендерді ыстық сумен, жылумен қамтамасыз ету қарастырылған.

Жанған өнімнің жылуын қайта қалпына келтіру үшін қолданылатын қатпарлы жалпақ регенераторлы ГТҚ-ның энерготехнологиялық жұмыс сұлбасы 3.3- суретте көрсетілген.



3.3-сурет. Регенераторлы ГТҚ-ның энерготехнологиялық жұмысының сұлбасы:

1-Газайдағыш (магистральды газ компрессоры); 2-ГТҚ-ның газтурбинасы; 3-қатпарлы регенератор; 4-ГТҚ-ның жану камерасы; МГ-магистралдағы газ, ОГ-отын газы, А-ауа, ЖӨ-жанған өнім

3.2.1. Газтурбиналы қондырғының ПӘК-ін арттыру

Түтін газдарының жылуын қайта қалпына келтіру және газтурбиналы қондырғының ПӘК-ін арттыру мақсатында, отын-ауа қоспаларын дайындау үшін ауаны қыздыратын қатпарлы (пластиналы) жалпақ (құбырлы) регенератор қолданылады.

Қазіргі кезде КС-да қолданылатын мыңдаған ГТҚ-р қатпарлы (пластиналы) регенераторлар мен жабдықталған, қатпарлы (пластиналы) регенераторлардағы температуралардың өзгеруі төмендегідей аралықтарда болады: регенераторға кіреберістегі жанған өнімнің және ауаның температурасы 400-500 °С және шыға берістегі температура 150-250°С.

Бірақ пайдалану барысында мұндай регенераторлар өзінің тығыздығын жоғалтады, пайда болған саңылаулардан ыстық ауаның жоғалуы болатынын ескерген жөн.

Әртүрлі типтегі газтурбиналы қондырғылардан жанып шыққан отын ағынының және ауа температураларының өзгерулері төменде 3.4-кестеде көрсетілген.

3.4 -кесте

Регенераторлы ГТҚ-ның газ ағындарының температуралары

ГТҚ көрсеткіштері	**ГТҚ түрлері**			
	ГТ-700-5	**ГТ-5**	**ГТ-750-6**	**ГТ-10**
Жану өнімдерінің турбинаға кіреберістегі температурасы, °С	700	700	760	780
Жану өнімдерінің турбинадан шығардағы температурасы, С	475	475	478	495
Ауаның регенераторға кіреберістегі температурасы, С	170	170	195	190
Жану өнімдерінің регенератордан шығардағы температурасы, °С	414	414	420	434
Жану өнімдерінің жылуының регенерациясы (паспорттық мәліметтер), %	84	84	82	84

Пластиналы регенераторларды жөндеуге болмайды. Регенераторлардың жұмыстық қоры 40 мың. сағ шамасында ал ГТҚ-да 100-150 мың.сағ., құрайды.

Пластиналы регенератор негізінен ГТҚ-ның ПӘК-ін арттыру үшін қолданса, басқа бір жағынан регенератордағы саңылаулардан жылудың ағып кетуінен ГТҚ-ң пәк-і 3-8%, қуаты 5-12%-ға кемиді. Сондықтан оптималды жағдайда пластиналы регенератор шығарылатын түтін газдарындағы жылудың 70%-ын қайта қалпына келтіре алады, құжаттағы (паспорттағы) бұл көрсеткіш 82-84%-ті құрайды.

Сонымен КС жылу және қуаттылықтың әртүрлі жоғалуларын бір агрегатқа есептегенде 1,0-1,5 МВт құрайды, бұл жылына 2,5-3,8 млн.м^3 табиғи газға сәйкес.

Газды құбырлар арқылы тасымалдауда энергия қорларды сақтау технологиясын бірнеше топтарға бөлуге болады.

1. ГТҚ-дың конструкциясын жетілдіру, мысалы жаңа агрегаттарды жасағанда ыстыққа төзімді материалдарды пайдалану.

2. Жанған өнімдер жылуын толық кешенді түрде пайдалану (екінші энергия қорларын). Қазіргі заманғы технологияларды пайдалану барысында, әсіресе жылуды регенерациялау арқылы ПӘК-ті 20....40%-ға көтеру.

3. ГАА-ды пайдалануда әртүрлі жетек түрлерін қолдану, газтурбиналы қондырғыларды және электрқозғалтқыштарды.

4. Қатпарлы регенераторларды қазіргі заманғы жетілдірілген конструкциялы түрлерімен ауыстыру, мысалы ГТҚ-да қолданылатын құбырлы регенераторлардың ПӘК-төмен.

5. КС- жабдықтарына техникалық диагностика әдістері мен құралдарын пайдалану арқылы газқұбырларының жұмыс режимдерін қолайластыру (оптимизациялау).

Қазіргі кездері екінші энергия қорларын (ЕЭҚ) қайта пайдаланудың әртүрлі бағыттарына қарқынды түрде жұмыстар жүргізілуде.

Табиғи газды тасымалдау барысында кездесетін ЕЭҚ-ды қайта пайдалануға келтіретін кедергілердің негізгі себептеріне келесілер жатады:

- КС-лар орналасқан жерлерде ірі жылу тұтынушылардың жоқтығы.
- Жылуды қайта қалпына келтіретін жабдық түрлерінің аз болуы және олардың сапалылығының төмендігі.

3.2.2. ГТҚ+БГҚ жүйелеріндегі энергияқорларын үнемдеу технологиялары

Табиғи газды магистральды газқұбырлары арқылы тасымалдауда энергия қорларын үнемдеушіліктің негізгі бағыттарының бірі ол КС-дағы қолданылатын газтурбиналы (ГТҚ) және бугазды қондырғыларды (БГҚ) бірге қолдану болып саналады.

ГТҚ және бугазды қондырғы кешендерінің электротехнологиялық жұмыс сұлбасы 3.4- суретте келтірілген.

- Газтурбиналы және бугазды қондырғыларды біріктіргенде келесідей артықшылықтар мен кемшіліктер кездеседі [2.3].

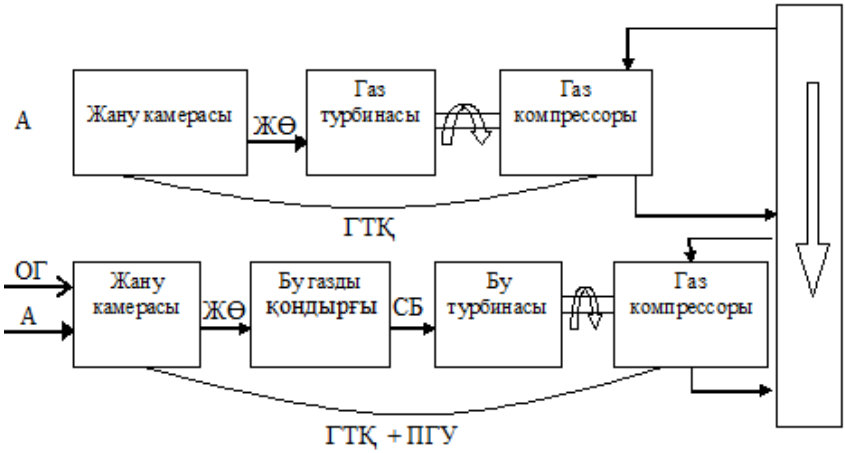
Артықшылықтары:

- Отынның жануына қолайлы жағдай жасау арқылы жанған өнімнің жылуын қайта пайдалану нәтижелігін арттыруға болады. Ауаның артық еселігі төмендеген жағдайда, ГТҚ+БГҚ үшін α=1,05, керісінше ГТҚ үшін α=1,3....1,8.
- КС-ның ПӘК өседі. КС осындай біріктіру әдістерін қолдану арқылы ГТҚ+БГҚ жүйелерінің пәк-ін 25%-дан 35% – арттыруға мүмкіншілік болады.
- Ыстыққа төзімді қалақшалы газтурбиналарын қажет етпейді, агрегаттың жөндеу аралық қоры артады. Жанған өнім температурасы газтрубинасына кіре берісте 700...830°С, бу турбинасына кіре берістегі бу температурасы 450...480°С,ал қысымы 4,0...4,1 МПа-ды құрайды.

Кемшіліктері :

- Компрессорлық станцияларда бугазды қондырғылар үшін арнайы дайындалған су, химиялық тазалау су қорының болуын қажет етеді, бұл магистральды газқұбырларының

бағытындағы географиялық жағдайға байланысты барлық уақытта дайындау мүмкін емес.



3.4 – сурет. ГТҚ және ГТҚ+ БГҚ принципиалдық сұлбасы:
МГ-магистральдағы газ;, ОГ-отын газ;, А-ау; ЖӨ-жанған өнім; СБ-су буы

3.2.3.Газтурбиналы қондырғыларының жану камерасының энергетикалық сұлбасы

ГТҚ жану камерасының энергетикалық сұлбасы төменде 3.5-суретте көрсетілген. ГТҚ жану камерасындағы отынның жануын жану- аймақтары бойынша қарастыру өте ыңғайлы:
I – ауа ⇨ және отын газын ⇨ беру аймағы;
II-отын-ауа қоспасының жану аймағы (⇨ отын өнімінің жануы);
III-жанған отын өнімінің араласу аймағы (⇨ ауамен араласып жанған отын).

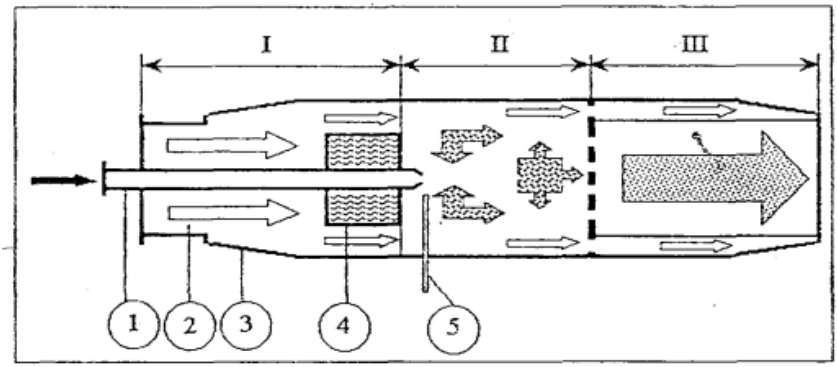
ГТҚ жану камерасындағы жану аймақтары газайдағыш агрегаттардың пәк-н артырмайды.

ГТҚ нақты энергетикалық жұмыс сұлбасын қарастырайық.

Ауа жану аймағына (II) отын газымен салыстырғанда артығымен беріледі. Ауаның артық еселігі 1,3-ке тең. Бұл негізінен жанған отынның температурасын азайту мақсатында

жасалады. Жанған өнімнің араласу аймағында (III) жанған өнім қосымша ауамен араластырылады (α=1,8) да турбина қалақшаларындағы жұмыстық температурасына дейн төмендетіледі (700-830°С).

Сонымен ГТҚ жану камерасындағы жанған отын температурасы белгіленген шамадан жоғары. Жанған өнімнің жоғалуы да өте жоғары (түтін газымен шығатын) жылуық температурасы 400-500 °С, сондықтан ГТҚ пәк-і орташа 28-30%-дан аспайды.



3.5-сурет. ГТҚ жану камерасының энергетикалық сұлбасы:
1-отын газының бүріккіші; 2-ауа жолы; 3-ГТҚ-ның жану камерасы; 4 құйындатқыш; 5-оттық

3.2.4. Газтурбиналы қондырғы энергоқорларын үнемдеу технологиясы және экология

Компрессорлық станциялардағы газтурбиналы қондырғылардан жанып шыққан табиғи газдардың құрамында мынадай зиянды заттар бар NO_x,CO,CO_2, т.б. және олар атмосфераны ластайтыны бізге мәлім. Әртүрлі типтегі ГТҚ шығарылатын NOx және CO – мөлшерлері 3.5- кестеде көрсетілген. Осы кестедегі мәліметтерге қарасақ КС-гы ГТҚ-дан шығарылатын NO_x және CO қосындысы 1млн.т/жыл.

3.5-кесте

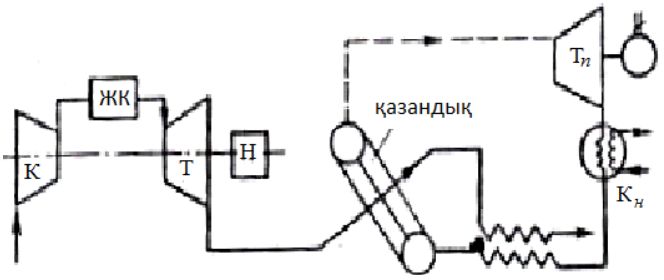
ГТҚ-дан бөлінетін СО және NO_x жылдық қалдық мөлшері

ГТҚ түрі	Саны, дана	Жанған өнім шығысы, $нм^3/с$	Концентрация, $мг/нм^3$		Қалдық, т/жыл әрбір агрегаттан	
			NO_x	*CO*	NO_x	*CO*
Центавр	30	12,9	135	50	55(1650)	20(600)
ГТ-700-5*	36	35,4	200	50	223(8028)	56(2016)
ГТК-5*	19	35,4	200	50	223(4237)	56(1064)
ГТ-750-6*	104	45,6	350	60	503(52312)	86(6240)
ГТ-6-750	140	37,1	100	150	117(16380)	175(24500)
ГТН-6	83	37,1	100	150	117(9711)	175(14525)
ГПА-Ц-6,3	440	47,1	70	150	104(45760)	223(98120)
ГТК-10*	791	66,5	350	40	734(580594)	84(66444)
ГТК-10И	150	40,6	200	50	256(38400)	64(9600)
ГПУ-10	269	68,1	70	30	150(40350)	64(17216)
ГТНР-10	1	66,6	180	30	378(378)	63(63)
Коберра-182	33	60,7	135	140	258(8514)	270(8910)
ГТК-16	3	79,2	100	20	250(750)	50(150)
ГТН-16	60	67,4	180	200	383(22980)	425(25500)
ГПА-Ц-16	536	80,5	100	400	254(136144)	1015(544040)
ГПУ-16	58	76,2	90	10	216(12528)	24(1392)
ГТН-25	100	117,3	120	350	444(44400)	1295(129500)
ГТН-25-1	1	80,2	165	500	417(417)	1265(1265)
ГТК-25И	105	92,5	145	30	423(44415)	88(9240)
Барлығы	2959				(1 067 948)	(960 385)

*ГТҚ- пластиналы жалпақ регенератормен жабдықталған
ЖӨ – жану өнімділігі

3.3. КС-да қосымша механикалық және электр энергиясын өндіру

Компрессорлық станциялардағы газтурбиналы қондырғылардан шығатын газдардың жылуын қайта пайдалану арқылы бу турбиналы қондырғылардан электр энергия көзін өндіру үшін қолданылады. Утилизиторлық (пайдаға асыру) турбогенераторлы қондырғының принципиалдық сұлбасы 3.6–суретте көрсетілген.



3.6–сурет. Газтурбиналы қондырғыдан шығарылатын газдардың жылуын қайта пайдалану арқылы бу турбиналы қондырғымен электр энергиясын өндіріудің принципиалдық сұлбасы:
К*–компрессор;* ***ЖК****–жану камерасы****;*** ***Т****–турбина;*
Н*– нагнетатель(ГАА)(айдағыш);* $\boldsymbol{T_п}$ $\boldsymbol{(T_б)}$ *– бу турбинасы;*
$\boldsymbol{К_н}$ *– конденсатор.*

Шығарылатын газдардың жылуын қайта пайдалану әдістерін қарастырайық.

ГТҚ-ның жылуынан қосымша механикалық және электрлік энергия қуаттарын өндіру үшін қолданылатын жұмыс жабдықтарының өзара байланысы толық келтірілген. Қондырғы екі контурдан тұрады: ГТҚ және жылуды пайдаға асыру контуры. Мұндай жұмыс схемада ГТҚ-дан қосымша 20...30 % қуат алуға мүмкіндік береді. Осы сұлба бойынша ыстық газдар турбинадан кейін қазандыққа (К) түседі, мұнда қысыммен (атмосфералық қысымға жақын) турбинадағы артық ауа есебінен отынның қалдығы жанады. Қазандықта температура жоғарылайды және алынған жылу қазандықта будың пайда болуына жұмсалады, сол арқылы бу конденсациялы бу турбинасына (Т) түседі. Келтірілген жылудың пайдалану газы

және булы циклдарда іске асады. Біріктірілген қондырғының ПӘК-і, букүштік ГТҚ қондырғыларына қарағанда өте жоғары болып келеді.

Газ циклінде пайдаланған жылуды беру қыздыру арқылы немесе бу генераторына берілетін суды ГТҚ-дан шыққан газ арқылы бу қыздырады. Мұндай қондырғылардың ПӘК-і мына теңдеумен табылады:

$$\eta = N_{гтк} + N_{б.т}/Q \qquad (3.4)$$

мұндағы: $N_{гтк}$-газтурбиналық қондырғының өндірілген қуаты: $N_{б.т}$- бу турбинасының білігінен алынған қуат;

Q–құрамдас қондырғыдағы отын жылуының қосынды шығыны.

ЕЭҚ-көздерінің келешектегі бағыты КС-дың өзін электрэнергиясымен қамтамасыз ету және өндірілген электрэнергияны жақын жерлердегі елді мекендерге беру. Газтурбинді агрегаттардың шығарушы жолында (3.6–сурет) орналасқан утилизатор қазандығында (УҚ) пайда болған бу, бу турбинасына келеді де генераторды айналдырады, ол газайдағыштар үшін қолданылатын қосымша жетектерге немесе басқа да электрқозғалтқыштарға қажет электр энергиясын жетектеріп береді. Мұндай бугазды циклідегі (БГЦ) қондырғыларды пайдалану кезінде агрегаттардың пәк-тін 42% - ға дейін көтеріледі. Жай жағдайда УК, төмен қысымды бу (≤1МПа) өндіреді, ол КС-ның түрлі қажеттіліктеріне пайдаланылады. «Солар Интернейшнл» фирмасымен (АҚШ) ГТҚ базасында «Центавр» және «Марс» фирмалары бірігіп құрамалы бу турбиналы қондырғылар шығарған, олар негізінен газ айдағыштардың жетегіне арналған.

Бу және газ турбиналары бір бөлек жүктемелі жетекті іске асырулары мүмкін, мысалы, айдамалаушы және электроргенератор. Бугазды циклдің ыңғайлы ПӘК-і ГТҚ (бу және газ) үшін 37 және 44-ті құрайды. КС түрлі мақсаттар үшін агрегаттардың пайдаланылған жылу газдарын утилизатор қазандығына жібереді, онда бу турбинасының жұмыс істеуі үшін бу өндіріліп тұрады. Мұнан басқа, бұл бу газ турбинасының ағынды бөлігіне бүрку үшін де пайдаланады, және де компрессор станцияларына жақын орналасқан нысандар

мен елді-мекендердің технологиялық мақсаттары үшін қолданылады. ГАА-ның газтурбиналарынан шыққан газдармен регенераторлардағы циклдік ауаны қыздыруға қолданылады, қыздырылған ауа жану камерасына беріледі. Регенераторларды қолдану ГАА-ның отын шығынын 25%-ға дейін азайтады. КС ЕЭҚ пайдалануы кезінде агрегаттардың жанармай газын қыздыруға, КС-ның бөлмелерін жылу құрылғылары арқылы қыздыру үшін, табиғи газды кептіру және оны күкірттен тазалау үшін, және де абсорбиондық қондырғыларда поршенді қозғалтқышқа берілетін ауаны суыту және оның ПӘК-і мен қуатын арттыру үшін пайдаланады.

Соңғы кездері когенерация процесіне көп көңіл бөлініп жүр, яғни бір процессте отын көзінен жылулық, электрлік, механикалық энергияларды бірігіп өндіруге болады.

ТМД елдерінде – топтамаланған бугазды қондырғылар игерілуі, сыналуы және сериялық шығарылуы газайдағыш агрегаттарға ГПА – Ц -16, ГПУ – 16, ГТН – 16, ГТН – 25, ГТН – 25А және электргенераторларына жетек ретінде пайдаланылады [1,2].

Турбогенераторлы қондырғының (ТГҚ) негізгі пайдалану агрегаты болып кемелік типтес утилизациялы турбогенераторлы қондырғы (3.7-сурет) қолданылады. Кемелік типтегі утилизациялы турбоқондырғылар блоктық түрде іске асырылады. Мұндай ТГҚ-лар актив типтегі турбинадан, тісті редуктордан және өздігінен қозатын генератордан тұрады.

Турбина, редуктор және генератор ортақ фундаментте орналастырылған, конденсатор қойылған және буды соратын ілулі эжекторы болады. Турбина бір екі тәжді жылдамдық доңғалақты реттеу сатысынан және бес сатылы утилизиторлық турбогенераторлы қондырғының қысымы қыздырылған булармен және қаныққан булармен жұмыс істеуге арналған. Қуаты 6 МВт ГАА шығатын газдардың жылуын пайдаланылатын, УТГУ үшін бушығарғыштығына сыртқы ауа температурасының әсер етуі және алынатын электр қуатының N әсерін зерттеген [3,8].

Утилизитор қондырғының бу шығарғыштығы және ТГҚ – ғыдан алынатын электр қуаты N сыртқы ауаның температурасының жоғарылауымен қатар өседі.

Утилизиторлық турбогенераторлы қондырғының принципиалдық сұлбасы 3.7-суретте көрсетілген.

Бугаз циклінің тиімділік ПӘК – і:

$$\eta_e=(N_a+ N_{убтқ}-N_e-\Delta N_a)/B\ Q_{т.ж} \quad (3.5)$$

мұндағы: N_a – агрегаттың мүмкін қуаты;

$N_{убтқ}$–утилизациялы бу турбинді қондырғының мүмкін қуаты;

ΔN_a– ГАА жоғалған қуаты;

В – табиғи газ шығыны;

$Q_{т.ж}$–табиғи газдың жануының төменгі жылуы.

Нәтижелі қуаты (УБТҚ -дың)

$$N_e = D\ H\ \eta_{ен}\ \eta_м / 3600 \quad (3.6)$$

мұндағы: D –бу турбинасындағы бу шығыны;

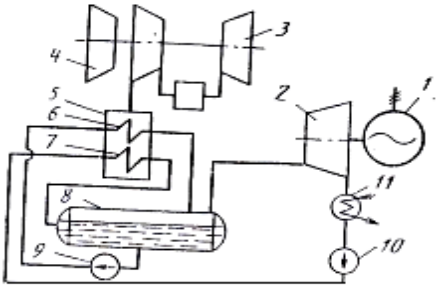
H - изоэнтропиялық жылу берілісі;

$\eta_{ішк}$ - бу турбинасының ішкі ПӘК –і;

$\eta_{ішк}$ = 0,73...0,75;

$\eta_м$ - Механикалық ПӘК (бу турбинасының)

$\eta_м$= 0,98



3.7 – сурет. Утилизиторлық турбогенератор қондырғысының (ТГҚ) принципалдық сұлбасы:

1–электргенератор; 2 – бу турбинасы; 3 –ГТҚ; 4–табиғи газды жылытқыш; 5 – утилизатор – қазан (пайдаға асырғыш қазан); 6 –буландырғыш; 7 –буды аса қыздырғыш; 8 – барабан (атанақ) – сепаратор (айырғыш); 9 – циркуляциалық (айналымдық) сорғы; 10 -шықталған су сорғысы; 11–конденсатор.

Утелизациялы бу турбинді қондырғы (УБТҚ) қуаты төмендегіше анықталады

$$N_{эл} = N_э\ \eta_э \quad (3.7)$$

мұндағы: $\eta_э$ - электргенератордың электрлік ПӘК–і, $\eta_э$ = 0,98

УБТҚ-дың қанықкан буының шығыны:

$$D= G (t_{к.г} - t_{қ.б.} - \Delta t_{н}) C_p/r \qquad (3.8)$$

мұндағы: G –утилизатор қазандық газының шығыны; кг

$t_{к.г}$ - УБТҚ-ға кіретін жердегі газ температурасы; ^{0}C

t қ.б. – қанықкан бу температурасы, ^{0}C

$\Delta t_{н}$-буландырғыштың салқындау соңындағы температура айырмашылығы. $\Delta t_{н}$ =25 ^{0}C;

r – бу жылуы.

Қызып кеткен буға да осыған ұқсас формула қолдануға болады:

$$D= G(t_{к.г.} - t_{қ.б} - \Delta t_{н}) C_p/(r+ C_p^{қ.б} (t_{а.қ.б}+ t_{қ.б.}) \qquad (3.9)$$

мұндағы:$C_p^{қ.б.}$–қызған будың орташа изобаралық жылу сыйымдылығы .

$t_{қ.б}$ - қызған будың температурасы.

$t_{а.қ.б}$-аса қыздырылған бу.

3.3.1. Газтурбиналы агрегаттардан шығарылатын ЕЭҚ жылу энергияларын бу және ыстық су өндіру үшін пайдалану

ГТҚ-дан шыққан газдардың (бу және ыстық су) жылуын қолданудағы қазан-утилизатордың принципті сұлбасы

Буды және ыстық суды бүрку арқылы газ айдау агрегатының қуатын арттыру жолдары

Магистральды газ құбырларындағы компрессорлық станцияларда ЕЭҚ-ды утилизациялау жолдарының бірі суды немесе буды регенерациялау үшін газтурбиналы агрегаттардың қалдық газдарының жылуын қайта пайдалану болып табылады.

Компрессордан шыға берістегі диффузорға суды бүркіп береді, одан су көптеген ұсақ тамшыларға бөлінеді, бұл тамшылар жану камерасына кіргенге дейін тез буланып кетеді. Энергетикалық ГТҚ-лар үшін ауа қысымының арту дәрежесі $П_к$=12…14 компрессордың ауа тракт ішіне шашырататын судың максимал көлемі ауа шығымының 8-10%-ін құрайды да, ГТҚ қуаты біршама өсуіне мүмкіндік жасайды. Сонымен бүріккен судың 1%-ы (ауа шығынының) ГТҚ қуатын 4%-ке арттырады.

Су бүріккеннен кейін ГТҚ-ның жалпы қуаты 22…40%-ке дейін көтеріледі. ГТҚ-дан шыққан газбен, утилизациялық жылуалмастырғыштағы бүркілген буды қыздыруда қондырғының қуаты сәл өскеннен оның ПӘК-і бастапқыға қарағанда төмен болады. Жүргізілген зерттеулерге қарағанда, суық суды ГТҚ-дан жану камераларына бүркуде турбина алдындағы температура 500 ^{0}С дейін төмен болғанда қондырғы қуаты 7,6%-ға көтерілсе, ал турбина алдындағы температура 700 ^{0}С болған жағдайда оның қуаттылығының өсуі 4…5% аспайды екен. Энергетикалық тұрғыдан қарағанда, ГТҚ-да қазан қондырғыларын (ҚҚ) пайдалануда буды бүрку өте тиімді, себебі бұл жағдайда қуаттылық пен бірге ПӘК-те өседі. 11,7% шамадағы буды бүркуде (турбина алдындағы температура 850^{0}С, ауаның сығылу дәрежесі 6-ға тең болғанда) температура 670^{0}С дейін азаяды және ПӘК 22%-дан 30,5%-ға дейін көтеріледі [2].

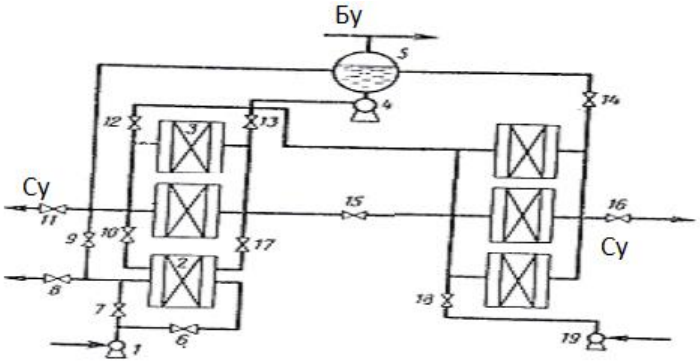
3.3.2. ГТҚ-дан шығатын газдардың жылуын қолдану кезінде жылу энергиясын өндірудегі қазан утилизаторының принципиалдық жұмыс сұлбасы

ГТҚ-дан шығатын газдардың жылуын қайта пайдаланудың мүмкін варианттарының бірі қазанды-утилизаторларымен ыстық су және буды өндіретін қазанды-утилизатордың принципиалдық жұмыс сұлбасы 3.8-суретте көрсетілген.

Қазанды-утилизатордың құрамына алты секция кіреді – ГТҚ-ның әрбір газ өтетін жолында үш секциядан. Бу генератор режиміндегі қазанды-утилизатордың жұмысы кезінде утилизатор секция-2 экономайзердің қызметін атқарады, ал қалған бес секцияларда -3 бу түзілу процесін жүзеге асырады. Қоректендіру суы насоспен 1 кран арқылы 6 және ары қарай 2 секциясымен өтіп, біраз жылытылып 9 шүмек арқылы барабанға 5 өтеді.

Циркуляциалау насосы 4 булы су қоспасын 13 шүмек арқылы екі сол жақ секцияға жібереді, одан қоспа шүмек 12 арқылы оң жақтағы параллель үш секцияға жібереді. Кейін шүмек 14 арқылы булы су қоспасы қайта барабанға 5 келеді. Қазан-утилизатордың жылыту режимінде жұмыс істеуі, сұлбадағы келесі элементтерді қосқанда іске асады: ыстық

сумен қамтамасыз ету насос 19 жүйесі, кері аққан суды 18 және 15,17 шүмектер арқылы утилизатордың параллель алты секциясына береді, қыздырылған су 11 және 16 шүмектерден алынады (3.8-сурет).



3.8 – сурет. Газтурбиналы қондырғыдан шығатын газдың жылуын пайдаланудағы жылу энергиясын (буды немесе ыстық суды) өндірудегі, қазанды – утилизатордың принципиалдық жұмыс сұлбасы:
1–қоректендіру сорғысы; 2 және 3-утилизатор секциялары; 4–циркуляциялық насос; 5–барабан (атанақ); 6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17 және 18 – шүмектер; 19 –жылуландыру жүйесінің сорғысы

Суды қыздыруға және буды алуға жұмсалған қалдық газдардың тиімділігін, сонымен қатар ГТҚ-ның ПӘК ($\eta_{еГТҚ}$) анықтау, екіншісі шығарылған жылудың ПӘК-ін анықтау төмендегі формулалармен анықталады.

$$\eta_{е\ гтқ}=N_{гтқ} / BQ_{ж.к}; \quad (3.10)$$

$$\eta_{утил}=Q_{қолд} / BQ_{ж.к}; \quad (3.11)$$

мұндағы $N_{гтқ}$ –ГТҚ-ның тиімді қуаты; $Q_{қолд}$ –компрессорлық станциядағы (утилизацияға) қолдануға кеткен жылу мөлшері; $BQ_{ж.к}$- ГТҚ-ның жану камерасына берілген жылу мөлшері.

Мұндағы бірінші көрсеткіш турбоагрегаттың жылуды механикалық жұмысқа айналдырғанын сипаттаса, екіншісі утилизация жүйесінің бар екенін және оның даму дәрежесін көрсетеді.

Жылуды утилизациялаудың тағы бір түрі – ГТҚ-дың компрессорларына электржетекті желдеткіштермен ауаны үрлеу, қазан-утилизаторынан алынған буды жану компрессорына бүрку арқылы газ турбиналы қондырғының қуаттылығын арттыруға және экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға болады [8].

3.3.3. Тасымалданатын газдарды салқындату үшін компрессорлық станциялардағы қалдық жылуларды пайдалану

Қазіргі компрессорлық станцияларда табиғи газды сығымдау алдында салқындату жұмыстары жүргізіледі. Компрессорлық станциялардан шыға берістегі газ температурасы қоршаған орта температурасына тең немесе соған жақын болуы қажет, аса қатты салқындату компрессорлық станциялардың сығымдау дәрежесіне байланысты орташа салқындату 50…70^{o}С, теңгерілімдеу алдындағы газ температурасы -20^{o}С-тан -50^{o}С-дейінгі аралықта болады.

Қазіргі кездегі тасымалданатын газды салқындату, магистральдық газ құбырларының өткізгіштігін арттыру мақсатында жасалады.

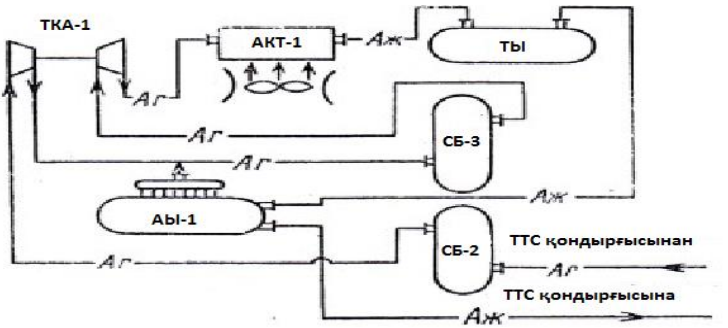
Газды тоңазытқыш машиналарда (ТМ) салқындату үшін КС-да ЕЭҚ-ды қолданады. Газды салқындату белгілі ауаны салқындатын жүйеде (АСЖ) аппараттардың көмегімен іске асады. АСЖ-ның қуаттылығы 1200 кВт құрайды. АСЖ-ге қажетті жетек қуаттылығын КС ЕЭҚ-нан алуға болады. Бұл газ өнеркәсібінде газды тасымалдауда қолданылатын бу компрессорындағы ТМ-ға келтірілген шығындар көбейеді, сондықтан КС-дың магистральды газ құбырларында газды салқындату үшін сулы аммиакты тоңазытқыш машиналарда (ТМ) ЕЭҚ қалдықтарын пайдаланады.

Келешекте магистральды газ құбырлардағы КС-дағы тоңазытқыш машиналарда турбодетандрлі агрегаттар (ТДА) ГАА-дан шыққан газдардың жылуын пайдалану болып отыр.

Мұндай қондырғылардың түрлеріне байланысты ПӘК 30…36%-ті құрайды, демек ГАА ПӘК орташа 7%-ке өседі. Жылу пайдаланғыш турбодетандрлі агрегаттарды тоңазытқыш машиналар өнеркәсібінде көптен қолданылады [3].

Газ конденсатты кен орындарда, кептіру және газ конденсатын бөлу операциялары бір процесте өтеді – төменгі температуралы сепарациялау (ТТС). Тоңазытқыш қондырғының технологиялық сұлбасы 3.9-суретте көрсетілген.

Төменгі температуралы сепарациялау қондырғыда суық өндіру үшін пропанды және аммиакты турбокомпрессорлар қолданылады. ТТС қондырғы буландырғышынан буланған аммиак 0,18 МПа қысымда және -23-тен 18°С температурада аммиакты тоңазытқышқа және сұйықты құрғақ айырғышқа ОЖ-2 қарай бағытталады және ол компрессорда өз қалпына келеді.



3.9. – сурет. Тоңазытқыш қондырғының технологиялық сұлбасы: *ТК-1 – турбиналы компрессорлық агрегат; ПС-1(АЫ-1) – ауалы тоңазытқыш компрессор; ЭЛ(ТЖ) – тізбекті жалғағыш; $А_г$ – газтәріздес аммиак; $А_ж(А_с)$ – сұйық аммиак. ТТС-төменгі температуралы сепарация*

Конденсирленген аммиак бойлық ресиверге, одан кейін буландырғыш арқылы төменгі температуралы сепарация қондырғысына келеді.

Мұнайды әртүрлі технологиялық процестерге өндіріп өңдеулерде және көмірсутекті газдарды тасымалдауда, сол сияқты химиялық және мұнай өңдейтін өндіріс орындарында тоңазытқыш машиналар қолданылады. Төменгі температуралы сепарация қондырғыларында газ конденсатты қоспаларды салқындату арқылы құрғақ газ және сұйық көмірсутектер алады.

Сұйық көмірсутекті және ылғалды газдан бөлу мақсатында қолданылатын тоңазытқыш машиналардағы табиғи немесе жолшыбай мұнай газ қысымы 7…4 МПа-ға, температурасы z_o=-15...-30 ^oC аралықтарына дейін болады.

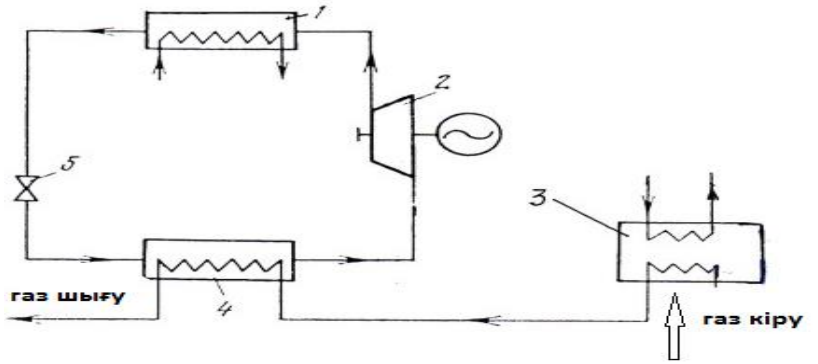
Жерасты құбырлар арқылы тасымалданатын газды тоңазытқыш машинасымен салқындату температурасы -2 ^oC-ден -4 ^oC-ге дейін аралықта болады [8].

Компрессорлы станцияларда газ екі сатылы жүйеде салқындатылады. Біріншісі газды ауамен салқындататын аппарат (АСА), екіншісі тоңазытқыш машина.

Тасымалданатын газды салқындатудың аралас жүйесі 3.10-суретте көрсетілген.

Аралас салқындату жүйені қолданғанда арқа аудандардың климат жағдайлары ескеріледі.

Тасымалданатын газ 6…8 ай аралығында ауамен салқындататын аппараттармен салқындатылады. Тоңазытқыш машинаның ішінде келешегі бар машинаға турбокомпрессорлық тоңазытқыш машиналар жатады, оларда жұмыстық дене ретінде пропан немесе пропан-бутанды қоспалар қолданылады.



3.10 – сурет. Тасымалдайтын газды салқындатудың аралас жүйесі:
1–конденсатор; 2– компрессор; 3– ауалы салқындатылатын жылу алмастырғаш аппараттар; 4 – буландырғыш; 5 – компрессорлы тоңазытқыш машинасын реттеуші вентиль (шүмек)

Абсорбциялы тоңазытқыш машина сырттан берілетін жылуды пайдаланады, машиналарды газ құбырларындағы

компрессорлық станция жағдайында сыртқа шығарылатын газдардың жылулық қорлары өте көп, себебі газ айдағыш агрегаттардың барлығы дерлік газтурбиналы қондырғылардан жетек алады.

Мұнай өндіретін өндіріс орындарында, әр түрлі температуралық жағдайда суық көзін алу үшін булы компрессорлы тоңазытқыш машиналардың каскадты циклдары қолданылады.

3.4. Компрессорлық станциялардағы екінші энергетикалық қор көздерін пайдалану жолдары

Компрессорлық станция объектілерін және елді-мекендерді, ауыл шаруашылық тұтынушыларды (жылы жайдың ішінде жеміс және көкөніс өсіру) ыстық сумен және жылу мен жабдықтау үшін пайдаланудың негізгі түрі екінші энергетикалық қор (ЕЭҚ) көздері. Компрессорлық станциялардағы екінші энергетикалық қор (ЕЭҚ) пайдаланудың негізгі бағыттарының бірі ол компрессорлық станцияның өзін және тұтынушыларды жылумен және ыстық сумен қамтамасыз ету, негізгі тұтынушыларға елді-мекендер, жылы жайлы көкөніс комбинаттары (ЖКК) жатады. Бұл жағдайда газтурбиналы газ айдағыш агрегаттардың отынды пайдалану коэффициенті 50%-тен көбірек болады. Салыстыру үшін газайдағыш агрегаттар базасында жасалған бу-газды қондырғының ПӘК 40-42%-ке жететінін айта кеткен жөн. Жылытуға және ыстық сумен қамтамасыз етуге КС жұмсалған орташа жылдық қордың 8...15% екіншілік жылу қорын құрайды.

Екінші энергетикалық қор (ЕЭҚ) пайдалану үшін компрессорлық станцияларда үлкен жылы жайлы жай көкөніс комбинаттарын (ЖКК) компрессорлық станция территориясынан 10-12 км қашықтықта орналастыруға болады. Компрессорлық станциядағы газ айдағыш агрегаттардан шыққан газ қалдықтарының жылуы мен өндіріс орындарын және жақын орналасқан тұрғын үйлерді де жылытуға болады.

Қазіргі уақыттары компрессорлық станция қажеті үшін екінші энергетикалық қор 4-10% қолданылса, келешекте бұл көрсеткіш деңгейі (ЕЭҚ пайдалану) 70-75% ке жеткізілу

қарастырылуда. Жылы көкөніс комбинаттарында (ЖКК) қалдық жылуды пайдалану 20-28% құрайды [3]. Компрессорлық станцияларда екіншілік энергетикалық қор көздерін жылулықты пайдалануды жақсарту үшін қолданылатын салаларда және тұтынушыларда жоғары дәрежелі жылу жабдықтарын, оның ішінде дәстүрлі қолданып жүрген су және су буын тасымалдайтын жабдықтар. Магистральды газ құбырларында екінші энергетикалық қорды қолдану бағыттарын талдау барысында энергетикалық, экономикалық түрде қарасақ өте тиімдісі ол компрессорлық станцияларда, қажетті тұтынушыларды жылумен қамтамасыздандыру, бұл жағдайда газ айдағыш агрегаттардың отын газын пайдалану коэффициенті екі есеге өседі.

Екінші энергетикалық қорларды пайдалануды одан әрі жақсарту үшін жаңа ғылыми техникалық жаңалықтарды өндіріске енгізу кажет, олардың көбісі отын энергетикалық қорларда (ОЭҚ) үнемдеуге бағытталуы тиіс.

Газды тасымалдаудағы ең басты мәселелер төмендегіше:

-Газ айдайтын агрегаттардың отын беруін бәсеңдетіп регенерациялаушы жылытқыштармен жабдықтау;

-Нагнетательдердің жетегі немесе электр генераторлары үшін бу газды қондырғыларды тұрғызу;

-Жылы жай көкөніс комбинаттарын жылумен қамтамасыз ету, ауылдық тұтынушыларға және балық шаруашылығына арнап жем өндіретін зауыттар салу;

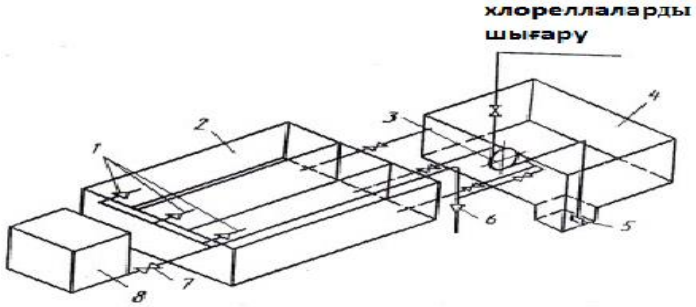
-өндіріс орындарын және елді-мекендерді жылыту.

ГТҚ-дан шығарылатын газдармен жылу комбинаттарын ғана жылытып қоймайды, сонымен қатар көмірқышқыл газымен өсімдіктерге тыңайтқыш ретінде, біржасушалы су өсімдігін (хлорелла) (3.11-сурет) өсіру үшін де қолданады [8].

ГТҚ-дан шыққан газдағы CO_2 құрамы 1…7% құрайды. Хлорелланы өсіруге арналған қондырғы (3.11-сурет) бассейннен 2 қоректендіру ортаны дайындайтын бактан 8 және дайын өнімді жинағыштан 4 тұрады. Бассейннің негізі ретінде қуыс каналды құрылыс пайдаланады.

ГТҚ-дан шыққан түтін газы енгізу коллекторы арқылы осы қуыс каналға келеді де 30-40 ^oC-дейін салқындатылады, жылуын суспензияға береді де қабылдағыш клапанға 5 бағытталып, ау

мен араласып коллектор арқылы барабанды құбырға келеді. Газды ауалы қоспа су өсімдігінің суспензиясын 1 ығыстырады, әрі көмірқышқыл газ еріп, сұйықтыққа айналады. Бассейнде өсімдік суспензиясы өзінің концентрациясына жеткеннен кейін шүмек 6 арқылы дайын өнім жинайтын ыдысқа 4 алып келеді.



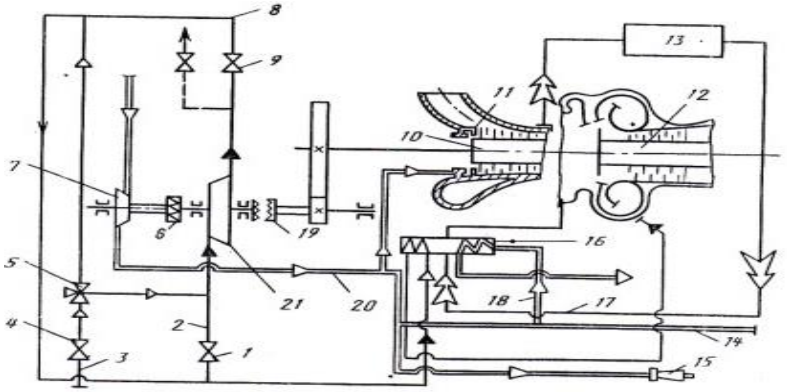
3.11–сурет. Хлореллаларды өсіру үшін арналған қондырғының сұлбасы:
1–қоректендіруші ортаға ағызушы шүмектер; 2 –хлорелла үшін бассейн; 3 – сорғыш; 4 – дайын өнімдерді жинақтаушы ыдыс; 5 – қабылдау клапаны; 6 – ағызу клапаны; 7 –шүмек (вентиль); 8 – қоректендіруші ортаны дайындаушы бак

3.4.1. Газ тарату және компрессорлық станциялардағы қалдық газдардың артық қысымдарын іске асыру

Компрессорлық станциялардағы отын газдарынан және ірі газ тарату станцияларынан (ГТС) шығарылатын газ қалдықтарын қайта пайдалану арқылы электр энергия өндіру мақсатында ТМД және шет елдерде турбодетандерлік қондырғылар жасап шығарылу жұмыстары жүргізілуде.

Компрессорлық станцияларда іске қосу газдарын және редукцияланатын отын газдарының қалдықтарын пайдаланудың тиімділігін арттыру үшін бір жүйе жасалуы қажет. Газайдағыш агрегаттарын іске қосу үшін қолданылған газ және реттеуші отындық газдың қалдықтарының біріккен жүйесінің жұмыс сұлбасы (3.12- сурет).

Іске қосқыш табиғи газ, газ құбыры 2 арқылы турбодетандерге 21 барады, бұл жерде газ ұлғаяды, кейін ол құбыр 8 арқылы жылуалмастырғышқа 16 келеді, ыстық ауамен жылытылған газ газ турбинасының 12 жану камерасына бағытталады. От алғаннан кейін муфта 19 іліністен ажырайды, муфта 6 және турбодетандер 21 білігі ауа компрессорының 7 білігімен жалғасады. Ауаның қалыптасуы құбыр 2 арқылы турбодетандерге келген отын газының энергиясымен іске асады. Турбодетандерден кейін отын газы құбыр 8 арқылы жылуалмастырғышқа 16, кейін турбинаның жану камерасына келеді.



3.12 – сурет. Газ айдағыш агрегаттарды іске қосушы газының және реттеуші отындық газ қалдығының біріккен жүйесінің сұлбасы:
1,4,9 – ашып - жапқыштар; 2,3,8 – отындық және іске қосушы газдың құбырөтпелері; 5 – үш жүрісті шүмек; 6,19 – жалғастырғышы муфталар; 7 – ауа компрессоры; 10 – осьтік компрессор; 11 – тығыздаушы; 12 – газ турбинасы; 13 – ауа регенераторы; 14 – сығымдалған ауа коллекторы; 15 – майлы буларды сорушы эжектор; 16 – жылу алмастырғышы – жылытқыш; 17,18,20 – ауа және су құбырлары; 21 – турбодетандер

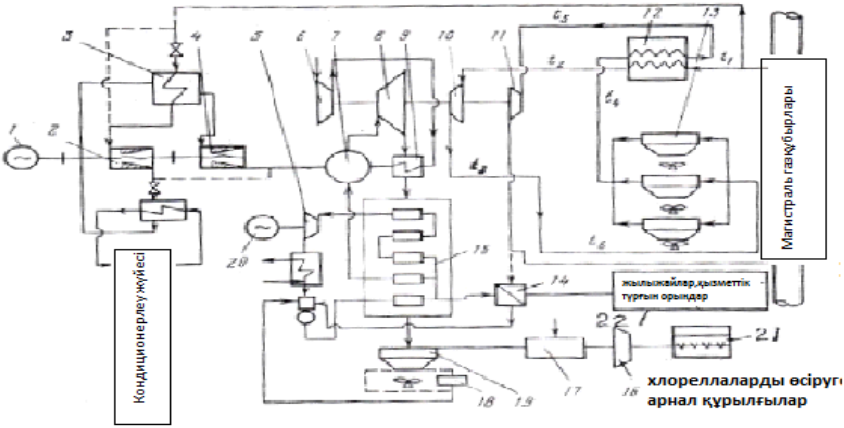
Компрессорда 7 сығылған ауа, ауа құбыры 20 арқылы сығымдалған ауа коллекторына 14 келеді, одан осьтік компрессордың 10 жылуалмастырғышына 16, кейін майлы бу және басқа сору эжекторына бағытталады. Циклдік ауа осьтік компрессордан кейін регенераторда 13 газайдағыш агрегаттан шыққан газбен жылытылады.

3.4.2. Компрессорлық станциялардағы екіншілік қалдық энергия өнімдерінің кешендік жүйесі

Компрессорлық станциялардағы екіншілік қалдық энергия өнімдерін (ЕҚЭӨ) пайдаға асырудың кешенді жүйесі, екіншілік энергия қорының барлық түрін толық пайдалануды қарастырады. Компрессорлық станцияларда ЕЭҚ көздерін тиімді пайдалана білсек, отын газының мөлшерін көп үнемдеуге болады, әсіресе газтурбиналы газайдағыштарды қолдану кезінде ЕЭӨ-ді қайта пайдалануда.

Компрессорлық станциялардағы газтурбиналы қондырғылардың және ГАА-дың екіншілік жылуынан басқа да түрлерін тиімді пайдалануға болады: тазартылған отын газын, турбодетандердің жеңілдетілген отын газын, механикалық энергияны және суықты көмірқышқылын.

Компрессорлық станциялардағы газтурбиналы жетекті газ айдағыш агрегаттардағы екіншілік қалдық энергия өнімдерін (ЕҚЭӨ) қайта пайдаланудың кешендік жүйесінің сұлбасы 3.13-суретте көрсетілген.



3.13–сурет. Компрессорлық станциялардағы газтурбиналы газ айдағыш агрегаттарының екіншілік қалдық энергия өнімдерінің кешендік жүйесі

Қалыптастырылған газ арнайы рекуперативті салқындатқыш жүйемен (РСЖ) 12,13 суытылады, бұл газ турбиналы газ айдағыш агрегаттарда, тоңазытқыш машиналар мен салыстырғанда отын үнемділігін 17-20 % құрайды.

Газ турбинасынан 8 шыққан газ ағыны регенераторда 9 суытылып, қазан-утилизаторына 15 келеді, бұл жерге будың екі түрлі параметрін өндіреді, (біріншісі ГТҚ-ның жану камерасына 7 бүркетін, екіншісі электр энергияны өндіру үшін генераторға 20 береді) және жылу тұтынушыларға ыстық суды беру мақсатында шығарылып жатқан газдар арнайы конденсаторларда (АСА) 19 тазартылып, суытылғаннан кейін қазан – утилизаторына 15 келеді.

Жүйенің бу контурында жоғалған суларды және тазартылған газдарды жинайтын ыдыс 18 бар. Ішкі циклдық ауаны салқындату мақсатында осы ыдыстан 18 тазаланған газ, осьтік компрессор 6 алдында орналасқан ауа тазартқыш құрылғыға беріледі. Конденсатордан 19 шығарылып жатқан газдар түтін сорғыш 16 арқылы ауа газ араластырғышқа 17 беріледі, араласқан қоспа қоректендіргіш өндіретін қондырғыға 21 келіп түседі.

Тұтынушыларды ыстық сумен жылулықпен қамтамасыз ету мақсатта су қазан-утилизаторда 15, 70 ^{o}С-дан 130 ^{o}С-ға дейін қыздырылып құбырлардағы суларды жылыту үшін бойлерге 14 беріледі.

Ауыл шаруашылық және өндіріс орындарына қажет электр энергияны КС-ның энергетикалық блогының негізгі бөлімі бу турбинасы 5 мен электр генераторы 20 өндіреді. Отын газы магистральдық газ құбырынан рекуперативті жылуалмастырғыш 3 арқылы өтіп, турбодетандерде 2 ұлғаяды, ал біртұтас білік арқылы бұрандалы компрессор 4 электргенератор 1 мен жалғасады.

Өндірілген суықтық компрессорлық станциялардағы ауаны талапқа сай салқындатуы үшін қолданылады. Тасымалданатын табиғи газ t_1 температурада газ құбырынан рекуперативті жылу алмастырғышқа (РЖА) 12 келіп, t_2 температураға дейін қыздырылып қыздырғышқа 10 беріледі. Қыздырғышта газ сығымдалып қыздырылады, сонымен бірге ол аралық салқындатқыштарға(АСА)13 t_4 температураға дейін

салқындатылады. Мұндағы t_4 температура деңгейі сыртқы ауа температурасы $t_{н.в.}$ мен сығымдалады және ол барлық уақытта одан жоғары болуы керек, сонда температура айырмасы $\Delta t=10…15$ ^oC болады. Одан әрі газ t_5 температураға дейін суытылып рекуперативті жылу алмастырғыш аппаратта (РЖА) құбырдан келген газбен араласып өтеді. Кейін газ t_5 температурада детандер 2-ге келеді, бұл жерде газ ұлғаяды және t_6 дейін суытылады, одан әрі газ құбырына жіберіледі.

4. Мұнайды қайта өңдеу және мұнай химиялық кәсіпорындарындағы энергия қорларын үнемдеу технологиясы

4.1. Мұнайды қайта өңдеу

Мұнай өндіру процестерінің ең көп тараған түрлеріне қыздыру, салқындату, жылуалмастыру, мұнай өнімдерін және мұнайды тасымалдау жатады. Бұл процестерді іске асыру үшін әртүрлі конструкциялы жабдықтар қолданылады. Сондықтан жылуалмастырғыштардың өнімдері, насостардың қуаты, құбырлардың ұзындықтары, технологиялық процестердің режимдік параметрлерін минималды энергия шығындарын қамтамасыз ету қажет.

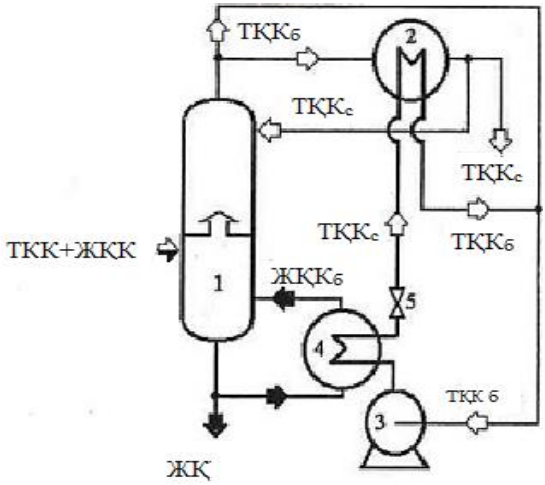
Мұнай өңдеу зауыттарындағы МӨЗ энергия қорларын үнемдеудің негізгі бағыттарына мыналар жатады:

- Мұнайды өңдеу технологиясын, жабдықтарын және технологиялық схемаларын жетілдіру;
- Мұнай өнімдерінің бөліну процестерін ыңғайластыру;
- Екінші энергиялық қорларды және отынды пайдалану технологиясы мен технологиялық жолдарын жетілдіру;
- Мұнай өндірудің энерготехникалық схемаларын игеру.

Мұнай және газ өндіретін зауыттарда (МӨЗ, ГӨЗ) энергия шығындарын азайту мақсатында көмірсутектердегі (фракцияларды) бөлшектерді бөлгенде және тазалау кезінде әртүрлі схемалы жылу насостары кеңінен қолданылады. Мұнай схемаларында будың сұйыққа фазалық өтуі келесідей процестерде нәтижелі түрде өтеді: булану, сұйыққа айлану, дроссельдену іріккіш және сығылу процестері. Жылу немесе суық тасымалдау ретінде төменгі қайнау компоненті (ТҚК) немесе жоғары қайнау компоненттері (ЖҚК) қолданылуы мүмкін. Жылулық насостың жұмыс істеу принципі төмендегідей өтеді: жылуды алып келу үшін сығылған газдан (будан) бөлінген жылуды пайдалану арқылы болса, жылуды шығаруда сығымдалған газды буландыру және кедергілеу арқылы іске асады.

4.1.1. Мұнайды қайта өңдеуші зауыттарда мұнайды тазартуға (айру) арналған жылу насостық қондырғысының сұлбасы

Мұнай өңдеуші зауыттарда **(**МӨЗ**)** жылулық насостардың жұмысы, ол гидролиз өнімдерінен этан-этиленді фракцияларды ЦГФУ – қондырғысының айырғыш бағаналарына бөлу, этан-жоғары қайнау компонентіне (ЖҚК), этилен - төменгі қайнау компонентіне (ТҚК) беріледі, мысал ретінде ТҚК-ге буларды пайдалану арқылы сұйық қоспаларды ТҚК және ЖҚК айыруда (тазалауда) қолданылатын жылу насостық қондырғының (ЖНҚ) сұлбасы 4.1- суретте көрсетілген.[4]



4.1-сурет. Төменгі қайнау компенентіндегі буларды пайдалану арқылы сұйық қоспаларды ТҚК және ЖҚК айыруда қолданылатын жылулық насостың сұлбасы:

- *төмен қайнау компонент (ТҚК),*
- *жоғары қайнау компонент (ЖҚК).*

1-ректицификациалау тізбегі; 2- конденсатор; 3- компрессор; 4-қайнатқыш; 5-дроссель

Сұлбада көрсетілген төменгі қайнау компонентіне бөлу (ТҚКб) және жоғары қайнау компонентіне бөлу (ЖҚК$_б$), ТҚКс және ЖҚКс-лар төменгі және жоғарғы қайнау компоненттерінің бу және сұйық фазаларын көрсетеді.

Жылулық насостың жұмысы төменгідей іске асады. ТҚК-і буы айырғыш бағананың жоғарғы жағында екі бөлікке бөлінеді. Бір бөлігі конденсаттарға 2 келеді, бұл жерде ТҚК–де бу сұйыққа айналады ТҚКс түзеді. Конденсациялау процесі жылу бөлумен жалғасады. Конденсатордан 2 бөлінген жылу сығымдалған сұйық ТҚКс- арқылы алынады. ТҚК-ті сығымдау одан шыққан бу дроссель 5-арқылы реттеледі.

Екінші бөлігі ТҚКб- компрессордің 3- кіре берісіне кіреді. Мұнда ТҚК бу қысылады. Сығылу кезінде ТҚКб температурасы көтеріледі. ТҚК қызған буы қайнатқыш 4-келеді. Қайнатқышта ЖҚКс-сұйық қызады және буланады ЖҚКб-на айналады. ЖҚК булары айырғыш тізбек бағанасының 1 төменгі жағына келеді. ТҚКс және ЖҚКс- теңесу процесінен тауар өнімі өндіріледі.

Жылу насосының энерия үнемдеу, дәстүрлі схемаға қарағанда сырттан жылу тасымалдау (су, субуы) суыту және жылыту кезіндегі жылудың жоғалуы болмайды.

Энергия қорларын үнемдеудегі проблемаларды шешудің негізгі бір жолы жылу насосты қондырғыларды (ЖНҚ) қолдану, олар қоршаған орта, өндірістік және тұрмыстық қалдықтарды қайта пайдалануды қамтамасыз етеді.

Соңғы жылдары дүние жүзінде жылу насосын пайдаланудың энергетикалық және экологиялық проблемаларға байланысты жылулық насостарды пайдалану қарқынды дамуда.

Жылулық насос машинасы төменгі жылулықтарды өте жоғары температуралық деңгейге дейін көтере алады, әрі тасымалдаушы жылу энергиясына қарағанда аз энергия жұмсайды. Сондықтан ол көп жағдайда отын үнемділігін және қоршаған ортаны жылумен ластауды азайтады. Жылу насосты қондырғылардың жәрдемін де табиғи жылулықты және табиғи қалдықтарды жылумен жабдықтауға болады. Жылулық насостардың қолданылатын салалары:

-өндіріс орындарында қолдану: стационарлы жағдайда және өндірістік технологиялық процестерде;

-салқындату жүйелерінде қолдану;

Кез келген суыту жүйелеріндегі жылу қоршаған орта температурасынан жоғары болса, конденсатордағы жылу сыртқа шығарылады, көп жағдайларда жылуды сыртқа шығарып тұру ауамен немесе сумен салқындатқыш жүйелерде кездеседі. Шығарылған жылу мен суды алдын ала қыздыруға болады.

-кептіру процестерінде қолданылады.

Шығарылған ылғал ауа ағыны буландырғышқа келіп құрғатылады және салқындатылады. Салқындату барысында ылғалдық конденсацияланады да ау кептіріледі, кейін ол жылулық насосының конденсаторында қыздырылады.

-Булану және тазарту процестерінде қолдану. Бұл жағдайда барлық бу ағыны компрессор арқылы өтіп, буландырғыш ыдыс ішіндегі жылуалмастырғыш аппаратқа келеді.

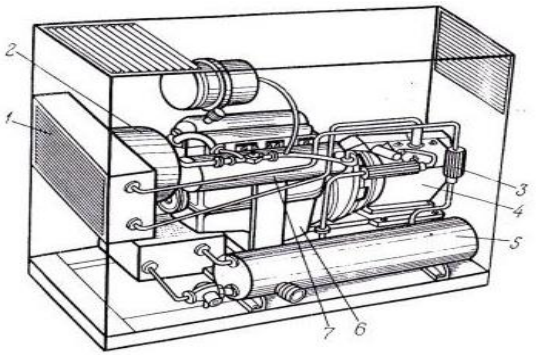
-Сыртқа шығарылған сұйық ағынының жылуын қайта пайдалану – жылулық насостарды кеңінен қолдану саласына жатады. Олар электр жетекті компрессорлы, дизельді және газ моторлы жетекті түрде жылунасостық циклда жұмыс істейді.

-Жылуды автономды түрде жабдықтауда қолдану. Үй жағдайында жылумен жабдықтауға және ауаны салқындатуға, ауа райы өте континентальды аймақтарды қысқы уақыттары ауаны қыздыруға, жазғы уақыттары ауаны салқындатуға қолданады;

-Мұнай және газ өндірісінде қолдану. Мұнай газ кәсіпшілігі орындарында жылунасостық қондырғыларды пайдалану отын газының шығындарын азайтады. Мұнай және газ өндірістік салаларында ОЭҚ (отын энергетикалық қорлар) қомақты түрде қолданылады. Мұнай газ өндіріс орындарында ЕЭҚ қайта пайдалану үшін газжетекті жылулық насостар көп қолданылады. Себебі, дәстүрлі жылу генераторларына қарағанда ЖНҚ-да отын шығыны 2-2,5 есе аз жұмсалады. Отын үнемділігі бұл жағдайда (мысалы, бір АГНКС) 30-42 $м^3$/сағ, егер электржылытқышты пайдаланса, жылдық газ үнемділік бір АГНКС-да 650 мың $м^3$ дейін жетеді. Қазіргі уақыттары ЖНҚ-дың бірнеше түрі жасалып шығарылған, олар тек конструкциясы, төменгі температуралық жылу көзі (ТТК) және күштік жетектеріне қарай бөлінеді. Мұнай газ өндірісінде қолдану үшін ВНИИГАЗ-дың жасаған газ жетекті ЖНҚ-ның қуаты 7 кВт (4.2-сурет), жұмыстық дене ретінде қайнау температурасы төмен фреон қолданады, тұйық контурда циркуляция жасап НПТ жылуын буландырғышта 1 осьтік желдеткіш арқылы кептіреді, желдеткіш газды двигательмен 6 жетектеледі [8.14].

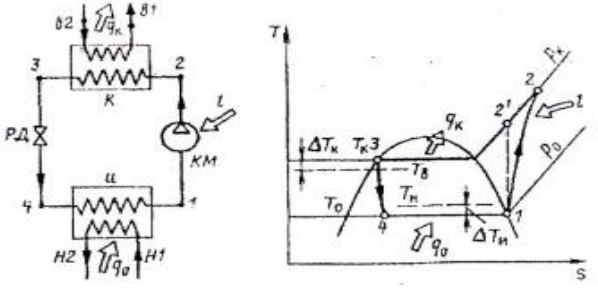
Компрессорды 4 осы газды қозғалтқыш 6 іске қосады, бұл жағдайда табиғи газ отын ретінде қолданылады. Жылу

алмастырғыштың 7 қозғалтқышынан шыққан жылу әсерінен жылу тасымалдағыштағы температура ұлғаяды, кейін ол тұтынушыларға жіберіледі.



4.2-сурет. Жылу сорғыштық қондырғының (ЖСҚ) модульдік контейнерлік жасалу түрінің сұлбасы:
1-ауа буландырғыш; 2 -қозғалтқыштың өстік желдеткіші; 3 -дроссель (кедергі); 4 – поршеньді компрессор; 5 – конденсатор; 6 –газды қозғалтқыш 278,58/41; 7–шығатын газдардың және салқындатушы сұйықтықтардың утилизациялық жылуалмастырғыштары.
И(Б) – буландырғыш; КМ – компрессор; К – конденсатор; РД – дроссель

Осы жылусорғыш қондырғысының қарапайым жұмыс сұлбасы және циклдық TS диаграммасы 4.3–суретте көрсетілген.

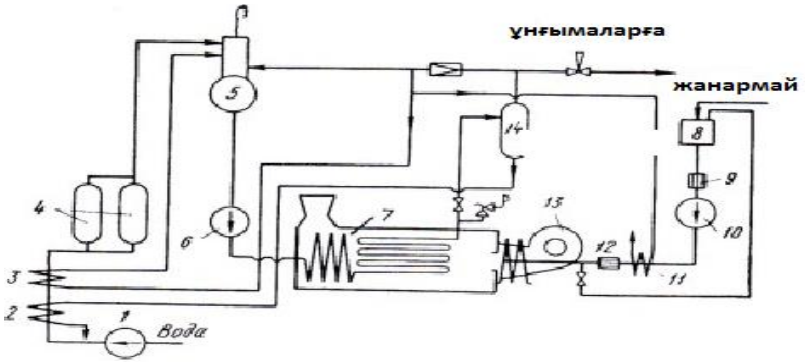


4.3-сурет. Бір сатылы бу компрессорлы жылу сорғыштық қондырғының қарапайым сұлбасы және T,S – диаграммадағы жұмыс циклі

4.1.2. Мұнайды, газды өндірудегі және сақтаудағы энергия қорларын үнемдеу технологиясы

Бугенераторлы қондырғының принципиалдық технологиялық схемасы. КС-дағы қайта пайдаға асырылатын қалдық жылумен мұнайды жылытудың принципиалдық схемасы 4.4 – суретте көрсетілген.

Қыздыру кезінде пайдаланылған мұнайды қайта пайдалану әдісі, дәстүрлі отынмен қыздыруға қарағанда отында үнемдеумен бірге жылыту пунктарының өрт қауіптілігін төмендетеді. [8,10]

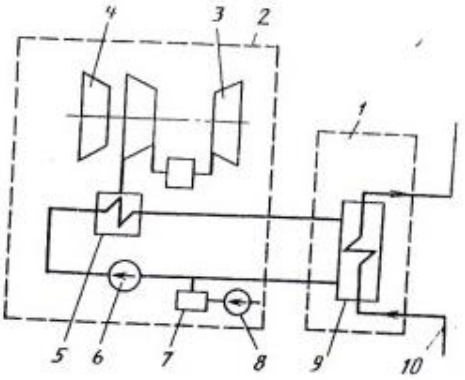


4.4 – сурет. Бугенераторлы қондырғының принципалдық технологиялық сұлбасы:
1 –су сорғысы; 2 – су-мұнай жылтқыш; 3 – бу-су жылтқышы; 4 – жылу дайындаудың аппараттары; 5 – деэратор; 6 – қоректендіргіш сорғы; 7 – бу генераторы; 8 – отынның шығындық сыйымдылығы; 9 – ірі қоспаларды тазалау сүзгісі; 10 – отындық сорғы; 11 – жылтқыш; 12 –майда қоспалардан тазартушы сүзгі; 13 – үрлеу желдеткіші; 14 – сепаратор (айырғыш)

Тасымалдайтын мұнай (10) мұнай құбырымен мұнайды қыздыратын жылу алмастырғыштардың (11) блогынан өтеді, онда 30-65 ^{0}С-ға дейін қызады. Мұнайды қыздыру жылу алмастырғыштағы ыстық сумен қыздырылады, ол пайдаланған газ жолдарында орналасқан (ГАА–КС) [12].

Мұнайды қыздырудың қажетті температураларын су температурасын өзгертумен қамтамасыз етіледі.

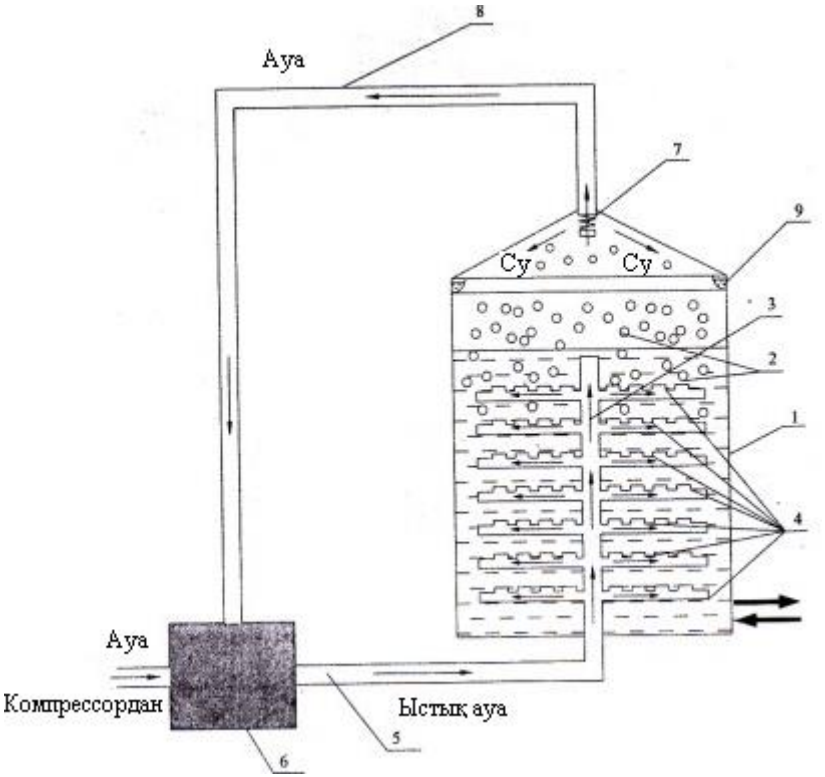
Жоғары тұтқыр мұнай үшін және сулы мұнайлы эмульсияны бөлу үшін, үлкен қысыммен соғылған ауамен қыздырылған резервуарларда қыздыруға арналған тәсіл ойлап табылды, төменнен жоғары бағытталған ауа ағысы жолы арқылы, ол булы ауалы көбіктің беткі жағында пайда болуын тудырады, нәтижесінде жоғары тұтқыр мұнайдың құрғатылуына әкеп соғады.



4.5 – сурет. КС-дағы пайдаға асырылатын қалдық жылумен мұнайды жылытудың принципалдық сұлбасы:
1 – мұнайды жылыту пункті (орны); 2 – компрессорлық станция; 3 – ГТҚ; 4 – сығымдағыш (нагнетатель); 5 – утилизациялық жылу алмастырғыш; 6 – тораптық сорғы; 7 – су дайындаушы блок; 8 – толықтырушы сорғы; 9 – мұнай жылытушы жылуалмастырушы блок; 10 – мұнай өтетін құбыр

Резервуардан ауаны айдау үшін (4.6-сурет) пайдаланған ыстық ауа каналға өтеді және қайта пайдалану үшін жылыту бөліміне (6) түседі.

Салқындаған суды жинау және шығару негізгі конусты резервуар қақпағы арқылы жүргізілген. Компрессордан 6 сығылған ауа жылыту түйініне 9 келеді, ол электр жылытқышпен немесе күн сәулесінің концентратымен 90-100 °С-қа дейін қыздырылған.



4.6 –сурет. Тұтқырлығы жоғары мұнайды жылытуға арналған қондырғының сұлбасы:

1–Ыдыс (резервуар); 2 – тұтқырлығы жоғары мұнай; 3 – ауа арнасы; 4 – кеңірдектер; 5 – құбыр өтпе; 6 – жылыту жүйесі және компрессор; 7 – бәсеңдеткіш клапан; 8 – арна; 9 – науа

Содан кейін ыстық ауа өткізгіш құбыр арқылы, ауа жолымен бағыттағышқа түседі, онда ыстық ауа ағыны ең кішкентай қысыммен резервуардың жоғарғы жағына көтеріледі. Ең соңында резервуардың конусты қақпағында ауалы су буы көпіршіктеніп салқындатады, кейін құбыр арқылы редукционды клапанға 7 барады, реттелгеннен кейін канал арқылы жылыту түйініне түседі, яғни қолданған рецеркуляция орындалады. Осының барлығы мұнайды резервуарда интенсивті қыздыруға мүмкіндік береді, аэрация принципі бойынша жартылай құрғатып, ал бұл жағдайда мұнайды қыздырған кезде

энергияқорларын үнемдейді, сонымен зиян қалдықтардың атмосфераға бөлінуін азайтады. Мұнай қабаттарына берілетін газдың әсері қабаттардағы мұнай берілімін арттырады.

4.2. Мұнай және газ кәсіпшіліктерінде жылу энергетикалық қондырғыларды пайдалануда энергия қорларын үнемдеу технологиясы

Магистральды мұнай және газ құбырларымен тасымалдаудағы әртүрлі жоғалтуларды азайту арқылы үнемдеуге болады. Қолдану нәтижелерінің жоғарылауы технологиялық процестерде және күш беретін құрылғылар қуатты және жылуды өндіру үшін арналған,әртүрлі үнемдеудің түрлерін өндіріске енгізу арқылы мұнай және газ өнімдерінің энергетикалық және ысырапсыз технологиясымен тасымалдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар газ турбиналы қондырғылар мен іштен жану қозғалтқыштарын пайдалану нәтижелерінің жоғарылау әдістерінің өңделуін, негізгі жетектегі ГТҚ мен ІЖҚ-да пайдаланудың тиімділігін арттыру әдістерін жетілдіру үшін, жану камерасындағы жанған отынның жылу шығындарын пайдалы жұмысқа және т.б. түрлеріне талдау жасау қажет. Жылуды жоғалтудың және минимумға жетуі, сонымен қатар ПӘК-ң көбеюі мұнай-газ өндірісіндегі жылу энергетикалық қондырғыларды үнемді пайдаланудың басты мәселесі болып табылады. Дизельді отын қорларын жоғарылауы мұнай функцияларының қоспаларын қолдану және қазіргі кездегі сығымдалған газдың жеңіл түрлерін қолдану-өзекті мәселелердің бірі. Сонымен бірге газдизельді процестің қолданылуы ескеріледі, ондағы дизельді отын берілісі 10% тез тұтанғыштығымен сипатталады, ол қозғалтқышқа сұйытылған табиғи газ және дизель отынымен жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Өндірістің қарқындылығын дамыту мемлекеттің отын-энергетикалық баланысын айтарлықтай өзгертуге ықпал етеді, ол ондаған миллион тонна мұнай шикізатын өндіру мен мұнай химиялық өнімдердің өндірілуін қамтамасыз ете алады.

Олардың еңбек өнімділігінің өсу шегіне, шығындардың барлық түрлерінің төмендеуіне және газ өнеркәсіп

орындарының рөлін арттырады. Оның дамуы отын-энергетикалық комплекстерден еңбек шығындарын азайтып оларды басқа қаржылы өндірістердің дамуына бағыттауға көмектеседі.

4.2.1. Жанар-жағар майлар шығынын азайтудағы негізгі бағыттар

Жылу энергетикалық қондырғыларда (ІЖҚ және ГТҚ)-отын мен жағармай материалдарын орынды және үнемді қолдану, технологиялық процестердің (тасымалдау, сақтау мұнай өнімдерін беру және құю т.б.) және орынды ұйымдастырулардың талапқа сай орындалуларын анықтайды.

Жанар-жағар майлар (ЖЖМ)- жоғалуы түрлері пайдаланушылық және апаттық, сапалы сандық және аралас болуы мүмкін.

Жанар-жағар майлардың -жоғалу себептеріне төмендегілерді атап өтуге болады:

А) Сандық –жанар және жағар майларын атқаратын қызметтеріне қарай дұрыс пайдаланбау; төгілу, ағу, жуылғаннан кейінгі ыдыстағы және құбыр ішіндегі қалдық-майлар; қалдықтарды, тұнбаларды шығаруға және сүзгілерден өткізгендегі жоғалтулар.

Газ турбиналы қондырғылар мен іштен жану қозғалтқыштарындағы техникалық бұзылу жағдайы кезіндегі шығындар; бұрғылау қондырғылардағы және компрессорлық станциялардағы агрегаттардың жұмыс режімдерінің бұзылу кезіндегі шығындар: отын және жағар майларды дұрыс таңдамау және т.с.с.

Б) Сапалық әр түрлі жанар-жағар майларды араластырғанда суландыру тотығының ластануы;

В) Аралас – көп және аз ашық кезіндегі булану герметикалық бұзылу және ұзақ сақтауда;

Г) Авариялық серия табиғи аппараттар: ыдыстардың зақымдалуы және мұнай қоймаларын пайдалану тәртібінің бұзылуы.

Мұнай және газ өнеркәсібіндегі жылу энергетикалық құрылғыларды пайдалану кезіндегі жанар-жағар майларды үнемді және тиімді пайдалану бағыттары:

1) Техника құрамына; мұнай өнімдерінің қорын сақтау және жұмыс көлеміне байланысты жанар-жағар майларды– оптималды сақтаудың тиімді қажеттіліктерін анықтап-пайдалануды және сақтауды ұйымдастыру;

Пайдаланылған мұнай өнімдерін жинауды ұйымдастыру; пайдаланылған жанар- жағар майларды тазалау; жанар- жағар майлардың сапасын бақылауды ұйымдастыру;

2) Агрегаттардың түріне жанар-жағар майларды және нормалық шығындарына қарай, жылу энергетикалық қондырғыларына техникалық қызмет (ТҚ) және жөндеу жұмыстарына арнап жанар- жағар майлардың шығын нормасын жасау.

3) Машиналарға жөндеу жұмыстарын жүргізуді ұйымдастыру.

4) Қуаттылығы тиімді және іс өнімділігі көп машиналарда пайдалануды ұйымдастыру жолдарын жетілдіру; орындайтын жұмыс технологиясы мен режимдерін таңдау; техникалық жөнделген машиналарды пайдалану.

5) Алдынғы еңбек әдістерін енгізу – кадрлардың мамандық біліктілігін арттыру; жанар- жағар майларды – үнемдегені үшін моральды және материалды түрде бағалау.

4.2.2. Іштен жану қозғалтқыштары мен газтурбиналы қондырғыларды пайдалану кезіндегі жанар-жағар майлардың шығынын азайту

Жанар-жағар майлардың - шығынын азайтудың негізгі әдістеріне: жылу энергетикалық қондырғылардың техникалық жағдайларын дұрыс ұстау арқылы жанар жағар майлардың шығынын азайту;

- белгілі бір жұмыстарды орындау барысында жанар-жағар майлардың шығынын азайту;

Жанар-жағар майларды тасымалдағанда, сақтағанда және құйғанда кездесетін шығындарды азайту.

Жанар-жағар майлардың жоғалуы негізінен үш түрге бөлінеді: сандық, сапалық, аралас-сандық. Жоғалтулар негізінен жанар-жағар майлардың әртүрлі кемуінен болады: пісіріліп бекітілген жерден (сваркаланып) ағуы мен терлеуінен, ыстық ыдыстың қолданыстан шығуынан; құбыр өткізгіштер мен

арматуралардың істен шығуынан, фланец тығыздағыштарынан, машиналардың автоцистернасын немесе бактарын толтыру, құю кезіндегі кездейсоқ төгілулер және машиналарға құйған кезде ережелерді сақтамаудан.

Жанар-жағар майлардың сапасын жоғалту тотығудан, суланудан, ластанудан және басқа төмен сапалы мұнай өнімдерімен араластырғанда болады, сонымен қатар жанар-жағар майларды ұзық уақыт сақтағаннан физикалық-техникалық қасиеттерінің бұзылуынан болады.

Аралас жоғалту салдары: буланудан мұнай өнімінің мөлшері азаяды және сапасы да өзгереді. Бұл жоғалтулардың көлемі жанар-жағар майлардың физикалық-химиялық қасиеттерінің өзгеруі жыл мезгіліне және тасымалдау құралдарының техникалық ақауларына, жанар-жағар майлардың сақталынатын ыдыстарына байланысты. Буланудан сақтану үшін ыдыстарды (цистерналарды) ашық түске бояйды. Ал сақтау, тасымалдау, құю кезіндегі жоғалулар аймақтардағы климат жағдайларына байланысты 0,07...15%-ға дейін, ал буланудан бензин жылына 0,3-14 %-ын жоғалтады.

4.2.3. Нормалау және жанар-жағар майлардың орташа шығынын есептеу

Нормалаудың негізгі талаптары жанар-жағар майларды машиналардың жеке және бір топ машина түрлеріне қарай тиімді пайдалану мақсатында техника экономикалық тұрғыда дәлелденіп жоспарлауды қамтамасыз ету.

Жанар-жағар майлардың жеке шығын нормасы – ол өндірістегі нақты бір машинаға негізделген түрі немесе сол жұмыс уақыты ішінде өндірістің жұмыс шартына сәйкес қолдану.

Жанар майдың орташа топтық шығын нормасы – ол машина паркіне қолданатын қажетті жоспарланған жұмысты орындау үшін қажет шығын.

Технологиялық норма-өндірістегі негізгі және қосымша технологиялық процестерді ескергендегі нақты машиналардың жасаған жұмыс шығындарының нормасы жеке топтық норма шығынын арнайы әдіс бойынша есептейді [18].

Пайдаланған мұнай өнімі - ол нормативті техникалық құжаттарға сай өз қасиеттерін жоғалтқан немесе екінші рет қолдануға жарамсыз мұнай өнімі. Пайдаланған мұнай өнімдері қайта қолдану үшін олар қайта қалпына келтіріледі (регенерация). Пайдаланған мұнай өнімдеріне турбина және матор майлары, индустриалды майлар, мұнай өнімдерінің қоспасы жатады.

Қазіргі мұнай өнеркәсібінің проблемаларының бірі – экологиялық проблемалар, мұнай қалдықтарын қайта пайдалану. Мұнай өнеркәсібіндегі қалдық мұнайды өндіруде, кәсіпкерлік дайындауда, тасымалдағанда пайда болады, сонымен қатар резервуарларда сақтаған кездегі ең қауіптісі – мұнай шламы. Мұнай шламының құрамы – мұнай, мұнай өнімі, минералды тұздар өте қауіпті компоненттер. Экологиялық жағдайларды ескере отырып мұнай грунттарын қайта өңдеу жолдары қарастырылған. Сонымен қатар мұнай шламынан керамикалық материалды алуға болатыны анықталды. Алынған бұйым энергоресурс қорғайтын технология мен қоршаған ортаны қорғауға негіз бола алады.

Отындарды, жоғары материалдарды, жұмысшы сұйықтарды қалпына келтірудің негізгі тәсілі – тұндыру, ортадан тепкіш күш әсерімен тазалау және сүзгілерден өткізу. Жанар және жағар май материалдарын және жұмыстық сұйықтықтарды өңдеу тәсілдеріне тұндыру, ортадан тепкіш күш әсерімен тазалау және сүзу әдістері жатады. Жанар және жағар-май материалдарын қайта қалпына келтіру әдістері: физика-химиялық – сорып алу химиялық присаткаларды енгізу арқылы; физикалық - тұндыру, сүзгілеу центрифугамен айналдыру, электр және магнит өрісінде, ультрадыбысты өрісте өңдеу әдістері.

Гидродинамикалық - арнайы клапаннан қысым арқылы өткізу. Осылардың ішіндегі ең жеңіл әрі тиімдісі физикалық тәсіл болып есептеледі.

Тұндыру - дисперсиялық жүйенің қабаттануының баяу жүретін процесі. Осы тәсілмен жанар-жағар майларды механикалық қоспамен суды жоюға болады.

Сүзгілеу - кеуек бөгеттерінің көмегімен аэрозольдерді бөлу процесі және сұйықты өткізуде қатты бөлшектерді ұстап қалатын процесс. Бұл кезде жанар-жағар майлардың химиялық қасиеті өзгермейді.

Ортадан тепкіш күш әдісі - ортадан тепкіш күш әсерінен біркелкісіз қоспалы қосылыстарды бөлшектерге бөлу процесі. Ортадан тепкіш әдісте жұмыстық сұйықтықтарды кептіреді.

Сепарация – қатты бөлшектерді сұйықтан айыру процесі (механикалық қоспалардан айыру).

Резервуардағы буланудан мұнай өнімдерінің жоғалуын азайту тәсілдері.

Буланудан жоғалтуды сақтаудың әртүрлі тәсілдері мен жолдары бар, оларды бес топқа бөлуге болады.

Бірінші топ конструкцияға байланысты, газ алып тұрған көлемді $V_г$ азайтады, осы газ көлемі аз болған сайын, булану да аз болады.

Екінші топ - артық қысым астында сақтау.

Үшінші топ – резервуардағы газ көлемінің температура амплитудасының ауытқуын төмендету шаралары.

Төртінші топ – ыдыстан шығатын мұнай өнімінің буын сақтау арқылы. Ол үшін газды теңестіретін жүйелер қолданады.

Бесінші топ – ұйымдастырылған техникалық шаралар.

4.3. Мұнай өнімдерімен қамтамасыз етудегі қор үнемдеушілік

4.3.1. Мұнай өнімдерінің шығын (жоғалу) түрлері және сипаттамасы

Мұнай өнімдерімен қамтамасыз ету жүйелеріндегі кездесетін әртүрлі шығындар негізгі проблемалардың бірі және мұнайды өндіруден бастап, тасымалдау және мұнай өнімдерін таратып беруге дейінгі операциялардың техникалық көрсеткіштерін жетілдіруді талап етеді.

Қазіргі уақытта экономиканы дамытудың негізгі бағыттарының бірі, ол мұнай өнімділігімен қамтамасыз етудің дүние жүздік қорүнемдеу технологиясы. Әртүрлі себептерге

байланысты болатын мұнай өнімдерінің шығынын (жоғалуын) табиғи, пайдалану және апаттық деп, ал сипатына қарай сандық сапалық және санды-сапалы (аралас) деп бөлуге болады.

Қайтып келмейтін (технологиялық) шығын көздеріне төмендегілер жатады;

-фланецтердің жалғасулары;

- ашық тиекті арматурадағы нығыздағыш сальниктер;

-ортадан тепкіш насостардың сальниктерінен және бүйірлік нығыздағыштарынан кеткен майларды жинағыштар;

- технологиялық және тауар ыдыстары;

- бұралқы суларды дайындау және тазалау ыдыстары мен тұндырғыштар;

- тазалау және жөндеу жұмыстарына арналған ыдыстар;

- құбырларда ендірмелерді және қажетті орынды ою кезінде;

- ішкі қойма аралық айдауға;

- қондырғыларды, жабдықтарды және аппараттарды пайдалануға техникалық ережелердің сақталмауынан;

Мұнай өнімінің сапасының төмендігі, табиғи азаю тұтқырлығы және булану дәрежесіне байланысты. I, II, III-топтардағы мұнай өнімдері үшін жоғалу нормасы қарастырылған [26].

Ыдысты тазалау кезіндегі I-топтағы мұнай өнімдерінің жоғалу нормалары;

-ыдыстың ішіндегі мұнай өнімінен тазалау кезінде құйылған сумен бірге шығып кету;

-ыдысты газдан тазалау кезінде мұнай өнімінің буланыпан жоғалу;

-эмульгирленген (эмульсиялық) мұнай өнімдерімен сыртқа шығып кету;

Бірінші топқа кіретін мұнай өнімдерінің тұтқырлығы нормативтік құжаттармен анықталмайды.

II-III-топтардағы мұнай өнімдерінің жоғалуына төмендегілер жатады;

-ыдыстардың қабырғасын және түбін жуу сұйықтарымен және сумен жуу кезінде жоғалу;

-газдан айыру кезіндегі жоғалу;

-эмульгирленген мұнай өнімдерінен тазалау құбырларына ағып кету;

Екінші топтағы мұнай өнімдеріне температурасы 20˚С тұтқырлығы 75 Ст жоғары мұнай өнімдері жатады [16].

Мұнай өнімдерінің жоғалуын азайту жолдары:

Ыдыстағы мұнай өнімдерінің булануынан болатын экономикалық шығындарды азайту мақсатында төмендегідей әдістермен нәтижелі ізденістер қолданылады;

-ыдыстардағы газ көлемінің кеңістігін азайту, мұнай өнімдерін артық қысымда сақтау;

-ыдыстардағы мұнай өнімінің бетіндегі және газкеңістігіндегі температуралардың ауытқуын азайту;

-мұнай өнімдеріндегі буларды жинап алу және қайта пайдалану;

- Ыдыстарды ұтымды пайдалану.

Мұнай өнімдерінің ағынды сулармен жоғалуы. Мұнай өнімдерімен қамтамасыз ету орындарындағы ағын сулар өндірістік және нөсерлік деп екіге бөлінеді.

Өндірістік түрлеріне құрамында мұнай өнімдері бар ағын сулар;

-тұндырылған (тауар түрлі)- суланған мұнай өнімдерін тұндыру нәтижесінде 50%- құрайды.

- шаю ағылатын және құйылатын эстакадаларды, өндірістік едендерді, ыдыстарды мұнай өнімдерінен тазарту және жуып-шаю;

-ластанған конденсат қара түсті мұнай өнімдеріне арналған қыздырғыш құрылғылар;

-мұнай насостарының подшипниктерін салқындатуда сальниктерден кеткен су;

Мұнай өнімдерінің сулануы төмендегідей өлшемдерге рұқсат етіледі;

а) су кемелермен тасымалдау кезінде;

-ашық өңді мұнай өнімдері үшін (бензин, керосин, дизель, отындар) 1...2%

-қара түсті мұнай өнімдері үшін (шикізат мұнай, мазут, май) 5...6%

б) теміржол көлігімен немесе құбырлар арқылы тасымалдау;

- ашық түсті мұнай өнімдері -0.25...1.0%;
- қара түсті -5...6 % ;

Тазалауға түсетін ластанған жаңбыр суының жылдық көлемі, төмендегі формуламен анықталады:

$$Q= F\cdot H\cdot \Psi, \qquad (4.1)$$

Мұндағы: F- ластанған беттерден ағып келетін аумақтық аудан, $м^2$

Н-жауынның жылдық шөгу қабаты; Ψ-ағындық коэффициент;

4.3.2. Көлік құралдарына құю-ағызу кезіндегі мұнай өнімдерінің жоғалуы

Мұнай өнімдерін автоцистерналарға құю кезінде болатын булану мен жоғалуы, құю әдістеріне байланысты төмендегідей өзгереді: жоғарғы ашық ағысты құюда көлемнің -0,105%; батпалы құбыр арқылы құюда көлемнің- 0,055%; төменнен құюда -0,55%-ды құрайды [17,18].

Көмір сутегінің жоғалуы ашық ағысты құю кезінде 0,76 кг/ $м^3$ болса, төменгі құю кезінде 0,38 кг/$м^3$ сәйкес келеді. Жанармайды теміржол цистерняларын ашық әдіспен, сұйықтық деңгейінен төмен батырылып құйылса онда булану мен жоғалуы көлеміне байланысты 0,1 % құрайды.

Көмірсутектерді теңіз көлігімен тасымалдаудағы булану шығыны 0,05% құрайды жоғарыда көрсетілген шығындарды азайту үшін ыдыстар мен су кемесі құбырларын саңылаусыздандыру және тыныс алу жолдарының жұмысын қамтамасыз ету қажет.

Жоғалу шығындарын азайтудың басқа жолы ол, қазіргі заманғы құю - ағызуы құрылғыларының конструкциясын жетілдіру, автоматты жаратқыш крандарды, колонкаларды қашықтықтан басқару пультінің сенімділігін оларға қызмет көрсету мәдениетін арттыру болып табылады.

Мұнай өнімдерін құбырлар арқылы тасымалдауда насос станцияларында және тізбек бөліктерінде ақаулар болады.

Насостардан ағатын мұнай, оның көлеміне байланысты 0,06% құрайды, олар көбінесе насостардың сальниктерінен және планецті жалғасулардың сақталуларынан болады.

4.4. Пайдаланылған мұнай өнімдерін қайта қолдану

Пайдаланылған майлар - тауарлы мұнай өнімдерін өндіру үшін қосымша шикізат көзі болып табылады.

Келтірілген мәліметтерге қарағанда әр 100т мұнайдан 10 тоннадай май алыуға болса, әр 100 тонна қолданылған (пайдаланылған) майдан 60...80тонна мұнай өнімдерін алуға болады. Пайдаланылған май қалдықтары қоршаған орта үшін зиянды әрі қауіпті, себебі құмға немесе су қоймаларына түсетін болса олар өзінен-өзі тез тарап кетеді. Су бетіндігі бір тамшы мұнай өнімдерінің алатын орны 1...1.5 м, 1л пайдаланылған май 7 млн.л суды бұзады.

Сондықтан мұнай қалдықтарын жинау және қайта өңдеу, соның ішінде пайаланылған майларды қайта қолдану экологиялық проблемаларды шешудің бір жолы.

Қазіргі уақыттарда жыл сайын 9.1 млн. т майлау материалдары қолданылатын болса, соның 5.3 млн.т қайта пайдаланылған майларды құрайды.

Пайдаланылған майларды АҚШ-та базар жағдайында екінші рет қолдану жалпы мұнай өнімдерін салыстырғанда 60%-ті құрайды.

Зерттеу нәтижелерінде мұнай қалдықтарын қалай қолдану схемалары анықталады;

-Тауар түрлі май көлемін пайдалану азаяды және осыған байланысты қалдық майларды қайта пайдалану көлемдеріде кемиді;

– Алдын ала дайындықсыз жағу;

-Қазандық –печь отыны ретінде жағу және дайындау;

-Шикі мұнайға құю;

-Регенерациялау (өңдеу);

-Екінші рет қайта пайдалану.

Пайдаланылған мұнай өнімдерін (ПМӨ) регенирациялау (өңдеу) ең кең тараған әдістерге жатады. Пайдаланылған мұнай өнімдерінен жиналған мұнай өнімдері қазіргі күнде 7%-ды

құрайды. Кейбір мемлекеттердің экономистерінің сараптауы бойынша пайдаланылған майды жинау орташа 50% -ды құрайды. Жағармайды пайдаланылатын барлық мекемелерде майды жинау және регенерациялау әдістері қолданылады;

-Тұндыру және сүзгілеу (тазалау);

-Жанастыру (ағарту топырағымен өңдеу) және тазалау;

-Сілті мен өңдеу, жанастыру және тазалау;

-Қышқылмен өңдеу, жанастыру және тазалау;

-Отпен өңдеу, жанастыру және тазалау;

-Қышқылмен, шелочьтау, жанастыру, отпен және сүзгімен өңдеу.

Пайдаланылған майларды ГОСТ-қа сәйкес топтарына қарай жинайды, олар пайдаланылған мотор майлары (ПММ), пайдаланылған индустриалды майлар (ПИМ), пайдаланылған мұнай өнімдерінің қоспасы (ПМӨҚ) деп бөледі.

Пайдаланылған мұнайды жинау сапасы және соңғы талаптарына сәйкестігі физикалық, физика-химиялық және химиялық әдістерге негізделіп регенерациялаудың әртүрлі технологиялық операциялары қолданылады.

Физикалық әдіске келесілер жатады: ұю, жұту, сығымдау.

Майды тазалауың химиялық әдісіне: қышқыл, сілте, кептіру, суландыру.

ТМД елдерінде пайдаланылған майларды тазалаудың келесідей әртүрлі технологиялық ізбе-ізділігі сақталуда:

-ыдыстар паркінде тұндыру;

-құю және тұтыну;

- отын бөліктерін (фракцияларын) айдау;

-жанастыру арқылы тазалау (ағарту топырағымен)

- сүзу (нығыздау- сүзгі арқылы).

Майды құю әдісімен тазалаудағы өте майда лас бөлшектерді іріктеу мақсатында арнайы заттармен әсер етеді. Ерітіндіге ұйытқы ретінде органикалық және органикалық емес электролиттер мен жоғары молекулярлы су қоспаларын қолданады. Ең көп қолданылатыны натрий қоспалары, аммоний тұзы, күкірт қышқылы және басқалар.

4.4.1. Мұнай және газ кәсіпшілігіндегі құбыр жолдарын жылу оқшаулау

Әртүрлі жылу оқшаулағыш материалдарды пайдаланғандағы жылу шығынын бағалау. Мұнай және газ өтетін құбырларды оқшаулағандағы жылу шығынын азайту жолдары

Жылу жоғалтуды азайту үшін көптеген құбыр жолдарын, агрегаттарды, коммуникацияларды жылу оқшаулау керек, ол үшін қабырғаларды жылуөткізгіштігі аз μ<0,2 Вт/мкг материалдарымен қаптайды. Осындай материалдарды жылуоқшаулағыш деп атайды. Оқшаулау материалдарының түрлері көп. Көптеген оқшаулағыш материалдардың ішінен олардың табиғи түрлерін таңдап алады. Мысалы, асбест, слюда, ағаш, бітеу, ағаш үгіндісі, торф, жер және т.б. Жылу оқшаулатқыштарды көбінесе талшықты, ұнтақты немесе үлпілдекті негізде жасайды. Соңғы кездері кең таралғаны жасанды кепкен көпіршіктерден жасалған материалдар қолданылады, олар жақсы жылу оқшаулатқыштар болып табылады, себебі, көп ұсақ саңылаулы қасиеті бар. Әдетте құбыр қабырғасы қалыңдаған сайын, оқшаулау қасиеттері жоғарылайды [22].

Оқшаулағыштарға есептеулер жүргізгенде ең бірінші рет оқшауланған объектінің жылу жоғалтуын ескеру қажет. Содан кейін оқшаулау түрін таңдайды, оқшаулау бетіне температура беру арқылы, орташа оқшаулау температурасын анықтайды $\mathbf{t_{оқш}}$, ол жылу өткізгіш **μ** мәні бойынша анықталады. Ішкі және сыртқы температураны және жылу өтімділігін біле отырып, оқшаулау қалыңдығын **δ** анықтаймыз.

Қоршаған орта температурасы t=20°С жағдайында оқшаулау қалыңдығы, 3-5% дейін мына формула бойынша есептеуге болады.

$$\delta_{оқш} = 2.75 \quad d_2\text{^}1.2*\lambda_{оқш}\text{^}1,35*t_{к.к}\text{^}1,73\backslash q_l\text{^}1,5 \qquad (4.2)$$

$\delta_{оқш}$-оқшаулау қалыңдығы,мм; $d_к$-құбырдың сыртқы диаметрі мм; $t_{к.к}$-құбыр қабырғасының температурасы; °С; $\mu_{оқш}$-оқшаулардың жылу өткізгіш коэффициенті Вт\К;q_e-құбырдың 1м-гі жылудың жоғалуы, жылу оқшаулағыштың тиімділігі

сыртқы радиусының мәні критикалық $R_{шек}$ мәнінен үлкен болған жағдайда мәтін жұмыс істейді.

$$\mathbf{R_{шек}=\lambda_{шек}|\alpha_2}\,; \qquad (4.3)$$

мұндағы, α_2-сыртқы беттің қоршаған ортаға жылу беру коэффициенті (Вт/м^{2}К).

$$\mathbf{\lambda_{оқш}<-\ \alpha_2 d_2/2} \qquad (4.4)$$

мұндағы $\mathbf{d_2}$-құбырдың сыртқы диаметрі, м

Егер(4.4)шарты орындалмаса онда металл таңдау дұрыс емес.

Мұнай-газ құбырларының оқшаулау кезіндегі жылуды жоғалтуды азайту әдістері 35МПа қысымға есептелген, әрбір өнім өндіретін ұңғылар сағалықтары жабдықтармен жабдықталған құбырларды жылулық оқшау қалыңдығы 50-ден 100 мм-ге дейінгі пенопластар мен оқшаулайды. Ол тек жылудың жоғалуын азайтып қана қоймайды, сонымен қатар кейбір технологиялық проблемаларды болдырмайды, мысалы конденсаттың газ құбырларына түсуінен сақтайды.

Мұнай мен мұнай өнімдерін қыздырылған күйде айдау үшін құбыр жолдарында оның жылуын жоғалтпау керек, ондай жағдайда оқшаулау материалдары ретінде пенопластарды қолданады. “Dough Chemeical” “АҚШ” фирмасы тиімді жылу оқшаулағыш “Стирофер” типтегі жүйе жасап шығарды. Оқшаулау қабаттары автономды блоктар түрінде жасалады, олар қалайы қабатпен қорғалған және құбырға оралып қойылады. Бұл әдіс үнемді әрі тиімді болып табылады. Оқшаулау температураларының ауытқуы 200К-нен 269К-ге дейінгі аралықта.

Фин фирмасы “Fishars” жылу оқшаулар үшін бетіне қалыңдығы 2.5-5,0 мм полиэтилен қапталған, оның қалыңдығы 22-40 мм пенопластан тұрады. Сонымен қатар құбырларда жылу оқшауланатын энергосақтайтын резольновольный пенопласт (РНП) қолданады,ол сұйықтырезолды смола негізінде алынған және фенолоформальдегидтті (ФФ) пенопласттың бірнеше түрі қолданысқа түскені болып саналады.

Қарастырылған барлық материалдар критериалары және де жүргізілген талдаулар бойынша ең үнемді әрі тиімдісі резольновольный пенопласт болып табылады. Өндірістік

қолданысқа дайындалған керекті масштаптағы резольновольный пенопласт жылу гидро оқшаулау технологиясында (ЖГО) Ресейде өте жоғары бағаланады, себебі ол өзінің жеңілдігімен жоғары сапасымен, жұмыс мерзімінің ұзақтығымен, арзан бағамен ерекшеленеді.

Жылу өткізбейтін пенопалиуретан (ППУ) 10 жыл ішінде тоңазытқыш, аспалы қабырға, құбыр жасауда бәсекелес таппады. Кеңес өкіметі заманында ФФ мен ППУ пенопалимерлер бәсекелестік сұрағы туындады. ТТИ мен ППУ полимерлі икемді қабат ретінде 130°С дейін пайдаланғанда оның физика-химиялық қасиеті 30 жылдан астам уақытқа жетеді екен. Жанбайтын жылуоқшаулатқыш материал өте тиімді.

ТГИ мен РНП ППЭ-де ТГИ мен ППУ ПЭ-ға қарағанда екі есе арзан РНП өзінің жұқалылығымен, жылу оқшаулығыштығымен арзандығымен басқа жанбайтын минералды және полимерді жылуоқшаулағыш материалдардан өзіне бәсекелес тұратын ешнәрсені таппайды.

4.5. Отынды тиімді пайдалану

4.5.1. Энергетикалық қондырғылардан шыққан жылуды қайта пайдалану жабдықтары және түрлері

Көмірсутекті отынды табиғи газ және мазут орнына қажет ететін кәсіпорындардағы көбінесе технологиялық пештерді айтуға болады. Мұндай пештердің жұмысын бірнеше көрсеткіштерімен сипаттауға болады. Негізгі көрсеткіш ретінде пайдалы әсер коэффициент (ПӘК) және отынды пайдалану коэффициенті (ОПК) қолданылады. Бұл жағдайда ОПК-ті 80-90% болған жағдайда ПӘК-50%-дан аспайды. ОПК-ің жоғары мәні, отынды жағу технологиясына байланысты қазіргі заманғы оттықтар олардың толық жануын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар жылудың түтін газымен бірге шығып кетуі 50-70 % және жану камерасының қабырғаларындағы жоғалуы 10%-ды құрайтыны пештің (жылу камерасының) ПӘК төмендегенінен.

Өздеріңізге белгілі отын жанғанда жанған өнімнің температурасы өте жоғары болады. Пешке жылу көзіне жақын

орналасқан бірнеше заттар немесе өнімдер қызады. Бұл мәселелерді оңтайлы шешу үшін жанған өнімнің жылуын толық пайдалану.

Отынның тиімділігін арттыру мақсатында жанған отынның жылуын қайта қолдану үшін әртүрлі аппараттар мен қондырғылар қолданылады. Мұндай жылу аппараттары су қыздыратын және бу қазандары қазіргі заманғы модельдерімен жабдықталады.

4.5.2.Жылуды қайта пайдаланатын қондырғылардың жіктелуі

Жылуды қайта пайдаланатын қондырғылар жылуды пайдалану және оны жеткізіп беру түрлеріне қарай бірнеше түрге бөлінеді. Қазіргі кездері осындай жылуды қайта пайдаланатын қондырғылардың көптеген конструкциялары бар және олар төмендегіше жіктеледі.

Жылуды тұтынушылар:

- пәтердің өзі, отын-ауа қоспаларын жылыту мақсатында шығарылған жылудың бір бөлігін қайтарып алу;
- басқа да тұтынушылар есебінен.

Жылуды беру әдісіне қарай:

- қабырға арқылы беру;
- арнайы жылутасымалдағыштарды немесе агенттерді қолдану арқылы;
- ыстық және суық ағындардың жәрдемінде жылуөткізу;
- аралас түрде (бірнеше әдістердің біріккен түрі).

Конструкциялық түрлеріне қарай:

- регенераторлар;
- қазан-утилизаторлар;
- жылуалмастырғыштар;
- контактылы экономайзерлері;
- жылу сораптары.

Пайдаға асыру аппараттарының жылуды беру әдістерін тереңірек құрастыратын болсақ.

1. Жылу ағындарын қайта пайдалану мәселелерін шешуде, жылуды жылу ағындарымен, қыздырылатын және қыздырғыш газдар мен сұйық ағындарды бір-біріне беру технологияларына

рұқсат етілмейді, себебі олардың арасында химиялық әсерлер болуы мүмкін.

Бұл жағдайда әсіресе ағындар арасында жылуды беру қабырғалар арқылы арнайы жылуалмастырғыштар аппараттардың жәрдемінде іске асырылады.

2. Кейбір жағдайда жылуды беру бір технологиялық ағыннан, екінші технологиялық ағынға беру мүмкін емес, себебі келесідей технологиялық ағындар өтеді: температура айырмасы өте жоғары, қыздырылатын ағын термиялық тұрақтылығынан оның агрессивтігі жоғары. Мұндай қиыншылықтарды жеңу үшін ағынды арнайы жылуөткізгіштермен (теплоноситель) бөледі, себебі олардың химиялық белсенділігі және жылу тұтқырлығы жоғары. Жылу берудің мұндай әдістерінің кемшіліктеріне жылудың қабырға арқылы екіге бөлінуінде жылудың қосымша жоғалулар болады да мына реттермен жүргізіледі.

Қыздыратын ағын – қабырға – жылутасымалдағыш – қабырға – қыздырылатын ағын.

3. Ыстық ағындарын, суық ағындарымен өзара жанасу арқылы жылу беруді пайдалану, көбінесе жылуды гетерогенді жүйелерде жеңіл бөлінетін, мысалы газ-қатты дене, газ–сұйықпен, кейбір жағдайларда техникалық талаптарға байланысты сұйықтықты-сұйықпен, газды-газбен араластыруға рұқсат етіледі.

4.5.3.Регенераторлар және оның түрлері мен сипаттамалары

Регенератор – бұл ауаны қыздыруға арналған камера тәріздес технологиялық аппарат.

Регенераторлар ыстыққа төзімді материалдармен және керамикалық тар тесікті жалғама мен (насадкалармен) жабдықталады. Жұмыс принципі: регенераторға өзгермелі түрде бірде түтін газын немесе суық ауаны беріп тұрады. Технологиялық процестердің жұмысын үздіксіз қамтамасыз ету үшін регенераторда буды пайдаланады, біреуі – қыздыру үшін, екіншісі – суыту үшін қолданылады.

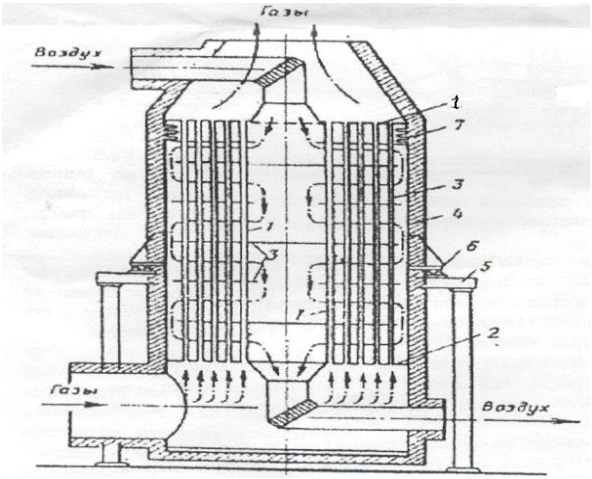
Стационарлық газ турбиналарда негізінен екі түрлі регенераторы (ауа жылытқыш) қолданылады: құбырлы және қатпарланған.

Регенератордың бұл екі түрі де ауаны компрессордан кейін жану камерасына келместен бұрын алдын ала жылыту қызметін атқарады,әрине ықшамдығы және өлшемі жағынан өте ыңғайлы.

Өте қатал талаптарға конструкцияның саңылаусыздығы жатады, себебі регенератордың ауа жолдарынан газ шығып кетпеуі керек. Регенератор әр түрлі қалыңдықтағы элементтерден тұрады, олар әр түрлі жылдамдықта қыздырылады және суытылады. Осының салдарынан жоғары жылу кернеуін пайда етеді. Конструкцияның бұзылуына газ турбиналы қондырғының қосып және ажырату уақыты да себебін тигізеді.

Регенератордың техникалық ерекшелігі – уақытқа байланысты кешенді анықталатын ағынның массалық шығынын G-оның тұрақты қысымдағы (Gb-Cpt) жылусыйымдылығының көбейтіндісінен анықталуында және жанған өнімнің қысымынан (P = 0.1 МПа) ауа қысымы біршама артық (P=0,5…1.1 МПа). Регенератордағы температураның ең көп төмендеуі ол регенераторға кіре берістегі жанған өнімнің температурасынан 450 ... 500 ºС аспайды және регенераторға кіре берістегі ауа температурасының айырмашылығымен анықталады (160 ... 250ºС).

Көп жағдайларда газ турбиналы қондырғының құрылысында жанған өнім құбыр ішімен жіберіледі де ауа құбыр арасымен өтеді. Осындай регенератордың сұлбасы 4.7 – суретте көрсетілген. Жанған өнім өтетін құбыр диаметрі 25 мм жылуалмастырғыш құбыр дискілеріне (2) пісіріліп бекітілген және ол регенератордың жылыту бетін түзеді. Ауа құбыр аралық кеңістіктен бөлгіштер (3) арқылы көптеген қиылысқан жолдардан қарама – қарсы сұлбада өтеді (жанған өнім қозғалысына қарай). Сығылған ауа қысымын регенератор корпусы (7) қабылдайды, регенератор корпусы (6) тірек арқылы (5) рамаға бекітіледі. Құбыр бөлігіндегі және регенератор корпусындағы температуралық деформацияны компенсатор (7) түзейді.



4.7-сурет. Құбырлы регенератор

Утилизатор-қазан – суды қыздыру және су буын өндіру үшін жылуды қайта пайдалануға арналған қондырғы.

Қазан-утилизаторды пайдалану жолдары – осы бөлімде қарастырылады.

Жылу алмастырғыш – бұл газ тәріздес заттардың немесе сұйықтықтардың жылуын тасымалдауда жылуды қабырғалар арқылы беруге арналған технологиялық аппарат.

Жылу алмастырғыштарды пайдалануда келесідей технологиялық процестер жүргізіледі: қыздыру-салқындату, буландыру-конденсациялау, балқыту-кристалдандыру.

Жылу алмастырғыштардағы қолданылатын қыздырғыш заттарды жылу алмастырғыш деп, ал салқындатуға арналған заттарды суық агент (холодный агент) деп атайды.

Жылу алмастырғыш – бұл газ тәріздес заттардың немесе сұйықтықтардың жылуын тасымалдауға, жылуды қабырғалар арқылы беруге арналған технологиялық аппарат.

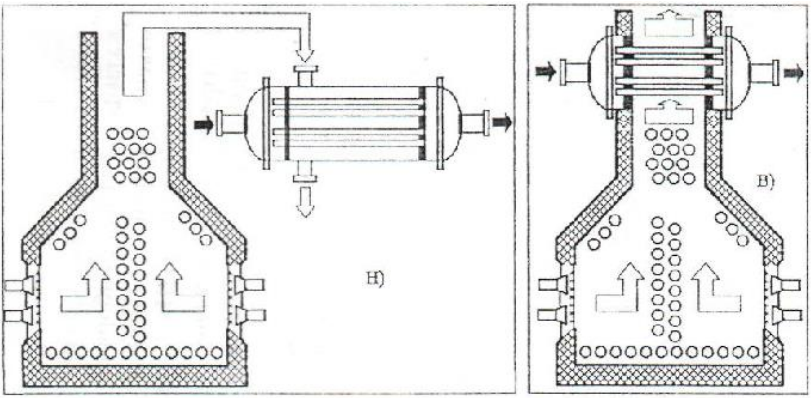
Жылу алмастырғыштарды пайдалануда келесідей технологиялық процестер жүргізіледі: қыздыру-салқындату, буландыру-конденсациялау, балқыту-кристалдандыру.

Жылутасымалдағыш ретінде ең көп қолданылатын көмір сутекті отын немесе су буы, ал суық агент ретінде су пайдаланылады.

Жылу алмастырғыштардың қазан-утилизаторынан айырмашылығы, жылу алмастырғышта суық агент ретінде судың фазалық өтуі болмайды – су буы.

Кейбір жылуалмастырғыш аппараттардың өз атаулары бар: технологиялық пештердің ішіне орналасқан жылу алмастырғыштарды – рекуператор деп, ал ауаны қыздыратын жылуалмастырғыштарды – калорифер деп атайды.

Жылуды қайта пайдалануға арналған жылу алмастырғыштардың ең көп тараған түрлерінің сұлбалары 4.8-суретте көрсетілген.



4.8-сурет. Жылу алмастырғыштарды пайдалану сұлбасы:
Н)-Сыртқы жылу алмастырғыштар
В)- Ішкі жылу алмастырғыштар
=>Жанған өнім (жылу тасымалдағыш)
▬►-су (суық агент)

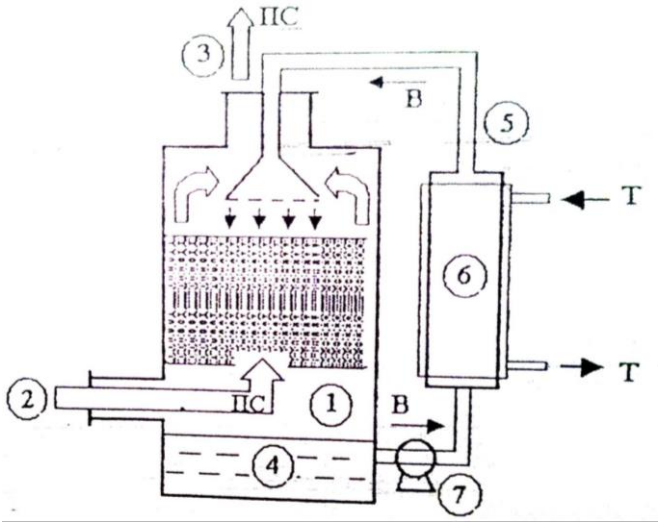
Контакталы экономайзер – бұл жанған өнімнің жылуын қайта пайдалану үшін қолданылатын технологиялық аппарат, жылу бірден сумен (тура) контактада болу нәтижесінде іске асады. Сумен контактада болатын экономайзердің сұлбасы 4.9-суретте көрсетілген.

Жанған ыстық өнім (ЖӨ) құрамында CO_2 жоқ арнайы дайындалған суық сумен – суландырылатын сұлбадан көруге болады. Жанған өнімнің жылуын экономайзер жұмыс

нәтижесінде су ағыны өзіне алып қалады. Ыстық өнімнің сумен контактада болып жылу алмасуын жақсарту үшін оны сұғындырма арқылы өткізеді, кейде оны Репина сақинасы деп те атайды.

Қосымша жылу мөлшері су буының конденсациялануынан қайтарып алынады, жанған отын құрамында көмір сутекті отын бар.

Қазан–экономайзер жүйесінде отынды пайдалану коэффициенті қазандықпен салыстырғанда 10-15% артық.



4.9-сурет. Контактады экономайзер сұлбасы:
1-контакталы экономайзер; 2-(ПС) оттықтан берілетін ыстық өнім; 3-(ПС)салқындатылған ыстық өнім; 4-ыстық су; 5-жылу алмастырғыштан келетін суық су В; 6-қарама-қарсы бағытты жылуалмастырғыш «құбыр ішіндегі құбыр» типтегі; 7-циркуляциялық су сорабы; ***ПС****-жанған отын өнімі (продукт сгорания топлива);* ***В****-су (вода);* ***Т****-жылутасымалдағыш (теплоноситель)*

Экономайзерде 1м^3 метанды жаққанда, жанған өнімді қайта пайдалануда 1,6 кг су конденсатын алуға болады. Конденсат өзінің физика-химиялық сипаты бойынша құрамында тұзы жоқ

синтетикалық суды білдіреді. Мысалы, «Орынбор газпром» ААҚ-ы үш қазандықтардан шыққан түтін газдарын контактылы экономайзерге бағыттап, сағатына 50т суды 25 ^{0}С-дан 75 ^{0}С дейін қыздырады екен. Сонымен қатар, түтін газдарының 70% синтетикалық суды конденсирлейді. Жылудың есептік үнемділігі шамамен 5000 ($5 \cdot 10^{12}$) ГДж, бұл деген 1,5 млн.м^3 табиғи газ жаққандағы алынатын жылумен пара пар.

Сонымен контакталы экономайзерлер синтетикалық сумен жұмыс жасайды, әсіресе суды дайындау жұмыстарындағы шығындарды азайту арқылы (тұзсыздандыру, жұмсарту және т.б.,) қосымша нәтижеліктерге мүмкіндіктер береді.

Экономайзерлердің артықшылығына олардың ПӘК-нің жоғарылығы, газ тәріздес жанған өнімнен басқа онда фазалық жылулар пайдаланылады. Су буы – су.

Экономайзерлердің негізгі кемшіліктері – алынатын ыстық су құрамында жанған өнім ерітінділері бар, CO_2 көмір қышқылды ауа және басқа да (NO_x, SO_2) заттар бар. Сондықтан экономайзерден алынған ыстық суды пайдалану алдында ыстық сумен қамту тармақтарында қолданбас бұрын газдан айыру (дегазировать) қажет.

Жылу сорабы(тепловой насос)–бу жылуын қайта қалпына келтіретін аппарат, жылудың фазалық өту-сұйықтық-буы (мысалы, су буы – су).

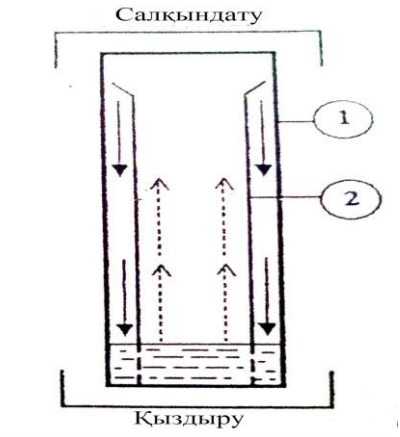
Ең қарапайым жылу сорабының жұмыс сұлбасы 4.10-суретте көрсетілген, бұл жерде біз оның құрылысы мен жұмыс істеуін қарастырайық. Жылу сорабы (ЖС) негізінен «құбыр ішіндегі «құбыр» типтегі конструкцияны білдіреді, ішінде стаканы 2 бар корпустан-1 тұрады. Корпус қабырғасымен стакан қабырға аралары конденсаттың тамуын қамтамасыз етеді.

Сорап тығыз жабылған және оның ішінде сығымдалған су бар,оның қысымы атмосфералық (вакуумда) қысымнан төмен.

Сораптың түбі қыздырылғанда, су бу стаканының орталық бөлігінен жоғары қарай көтеріледі және жылудың бір бөлігін жоғары қозғайды. Суық аймаққа жеткенде бу конденсацияланады, гравитациялық күш әсерінен суға айналып корпус пен стакан арасындағы үлкен саңылау арқылы сорап түбіне ағып түседі.

Жылу сорабымен төменнен жоғары қарай айдағандағы жылу мөлшері судың фазалық жылу беруі–су буымен анықталады. ($\Delta H_{ф.п.}$=9,6 ккал/моль).

Сораптың нәтижелі және тұрақты жұмыс істеуіне қажеттілігі ол оның тік орналасуы, осыған байланысты судың қыздыру аймағына қайта оралуын қамтамасыз етеді.



4.10-сурет. Жылу сорабының сұлбасы:
1-сорап корпусы; 2-ішкі стакан. → Су; ------> - бу

Жылу бері коэффициенті

Қабырға арқылы жылу беру процесінде суық немесе жылу тасымалдау қозғалысы турбулентті түрде өтеді, сондықтан оларға $K_T, \Delta T$ формуласымен аналитикалық есептеулерге келмейді.

Сондықтан жылу беру процестерінде жылу беру коэффициенттің (α) ккал/ $М^2$•Ч. ^{0}С.,енгізіледі.

$$Q = \alpha \cdot \Delta T_1,$$

мұндағы, Q – жылу ағыны, белгілі уақытта бет арқылы берілетін жылу мөлшері, ккал/$м^2$.ч.ºС.

ΔT_1 – жылуалмастырғыш қабырғасы арқылы берілетін суық агенттің және жылутасымалдағыштың температура айырмашылығы, ºС.

Осы формуламен жылу ағынын есептеуде жылу беру коэффициентін де анықтауға мүмкіншілік береді, эксперимент немесе ұқсастық теория әдістерімен әрбір пештегі жылу алмастырғышқа арнап анықтауға болады.

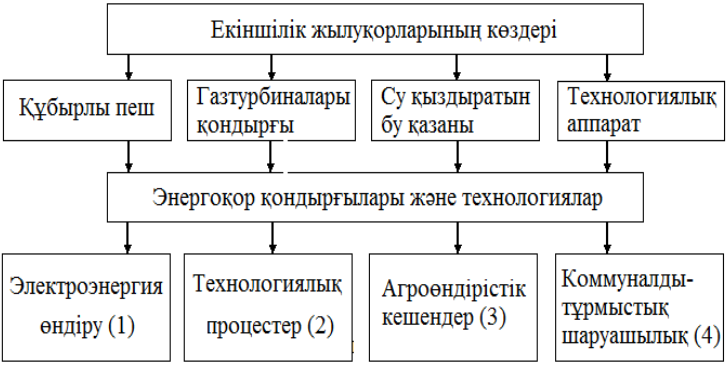
4.6. Жылудың екіншілік энергия қорлары

Энергия қорлары туралы осы кезге дейін – жер бетіндегі геологиялық процестерден пайда болатын табиғи энергия қорларын қайта қолдануға болмайды деп түсініп келдік.

Көмірсутектердің біріншілік энергетикалық қорларына мұнай, газ-конденсаты, табиғи газ және т.б. жатады.

Ал екіншілік энергия қорларына жанама өнімдерді алу немесе технологиялық процесс кезінде жылудың қалдықтарын алып, сол агрегаттардың өзінде немесе басқа технологиялық процестерде екінші рет қолдану. Екіншілік энергия қорларына мыналар жатады: түтін газдары, өндіріліп шыққан су буы, мұнай өңдеу зауыттарындағы (МӨЗ) газдар және т.б.

Төменде 4.11-суретте екіншілік жылу қорларын қайта пайдалану сұлбасы, ал 4.1-кестеде МӨЗ-ғы газдардың құрамы және жану жылулығы келтірілген.



4.11-сурет. Екіншілік жылу қорларын қайта пайдалану сұлбасы

Мысал ретінде энергия қорларын үнемдеу технологиясы және қондырғы бойынша (1)–аммиакты синтездеу, (2) –кептіру, қыздыру; (3) –жылыжай шаруашылығы, (4) – жылыту, ауаны кондинсирлеу және ыстық сумен қамтамасыз ету жолдарын атап айтсақ болады.

4.1-кесте

МӨЗ-дағы газдардың құрамы және жану жылулығы

Газ қондырғысы	Газ құрамы, %							Жану жылуы МДж/м^3
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	$\sum C_4H_{10}$	$\sum C_5H_{12}$	H_2	H_2S	
АВТ-6	3	19	41	13	18	6	0,02	82
Риформинга	4	26	37	18	2	13	0,002	77
Гидротазалау	19	6	1	0,4	0,1	72	0,8	20
Факела	14	16	7	3	1	57	1,2	33

4.6.1. Жылу энергиясының пирамидасы

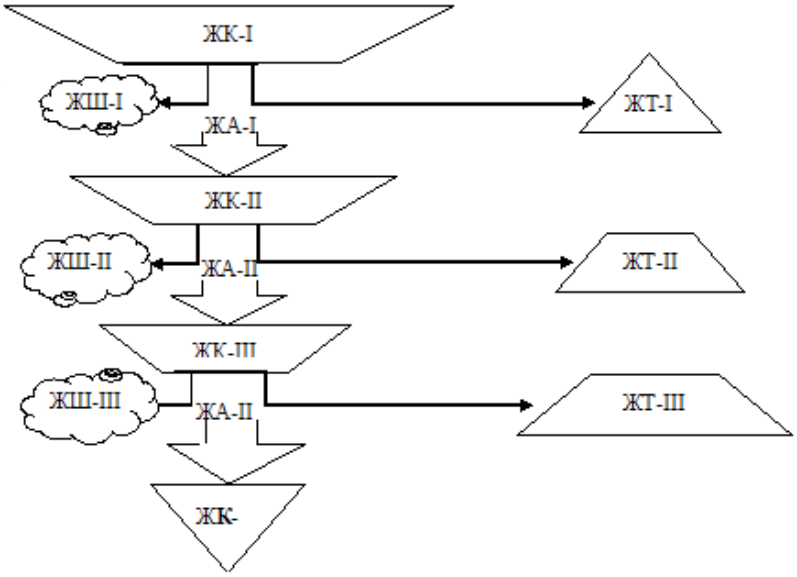
Жылу энергиясының пирамидасын пайдалану арқылы жылуды қайта пайдалану (утилизациялау) схемасын қарастыруға болады.

Қыздырылатын пештердегі, газтурбиналы қондырғылардағы және басқа технологиялық агрегаттардағы жылудың негізгі жоғалулары (шығындары) ол түтін газдарымен бірге сыртқа шығып кетуі, агрегаттардан шығатын газдардың температурасы 200 - 1400 ^{0}С аралығында.

Энергоқорлардағы сақтаудың ең бірден-бір тиімді (нәтижелі) жолы ол осы технологиялық аппараттардың және процестердің ізбе-ізділігін сақтай отырып сыртқа шығарылатын түтін газдарының жылуын энерготехнологиялық кешендерде нәтижелі түрде қолдану.

Түтін газдарының жылуын қайта пайдалану жолдарын қамтитын сатыларының (технологиялық аппараттардың ізбе-ізділік) технологиялық сұлбасы қолданылады.

Бұл сұлба – көмірсутекті отынның жанғандағы жоғары температурасын (550^{0}С -тан жоғары) орта температураға (550-150 ^{0}С) және ең соңында 150 ^{0}С-дан төмен температураларға сатылы түрде төмендетуге мүмкіндік береді. Төменде 4.12-суретте жылуды қайта пайдаланудың төрт сатылы пирамидалық сұлбасы келтірілген.



4.12-сурет. Жылу утилизациясының пирамидасы:
ЖК –жылу көзі, ЖА –жылуалмастырғыш аппарат, ЖШ –жылу шығыны, ЖТ –жылу тұтынушы

Түтін газдарының жылуын қайта пайдалану жолдарын қамтитын сатыларының сұлбасы газдардың жылуын әртүрлі жылу алмастырғыштар арқылы сатылы түрде азайтып отырады. Түтін газдарының жылу энергияларын қайта пайдалану төмендегі реттермен өтеді:

Жылу көзі (ЖК) → жылу алмастырғыш аппарат (ЖА)→ жылуды тұтынушылар (ЖТ).

Табиғи жылу алмасуларда болып тұрады себебі әртүрлі факторларға байланысты белгілі жылу жоғалтулардың болуы мүмкін.

Жылуды қайта утилизациялауда келесідей сатылық сұлбаларды көруге болады.

I- саты.

Жалынсыз жанған оттық отын газы пештен құбырлы жылу алмастырғышқа (ЖА-I) келеді, бұл жерде оның бір бөлігі пешке кіреберісте отын-ауа қоспасын қыздыруға жұмсалады, жалынсыз жану (ЖТ-I). Отын газының жылуын қайта пайдалану кезінде жылудың жоғалулары(шығыны) болып тұрады. (ЖШ-I).

II- саты

I- сатыда пайдаланылмаған түтін газының жылуы (ЖК-1), қазан-утилизаторда (ЖА-II) қолданылады, екінші бөлігі су-буын өндіруге (ЖТ-II) жұмсалады. Отын газының жылуын қайта пайдалануда жылу жоғалулары болады (ЖК-II).

III- саты

II- сатыдан кейін ыстық түтін газы қалдық жылумен (ЖК-III) контактaлы экономайзерге (ЖА-III) бағытталады, бұл жерде түтін газының жылуы жылу тармақтарына (ЖТ-III) қажет ыстық су өндіруге жұмсалады. Отын газының жылуын қайта пайдалануда жылу жоғалулары болады (ЖЖ-III)

IV- саты

III-ші сатыдан кейін жанған өнім қалдықтары толық утилизацияланады да олар жылы жай (теплица) ішіндегі атмосфералық ауаны жылытуға жұмсалады. Түтін газының құрамындағы CO_2 жылы жай ішіндегі өсімдіктерге тыңайтқыш есебінде қолданылады.

CO_2-ны қайта пайдалану

Жер бетіндегі органикалық заттарды өндірісінің негізі өсімдіктер күн сәулесінде хлорофильді көмірқышқыл газ және су синтездерінің болуы фотосинтездеу реакциясы қайтымды және ол төмендегі формуламен өрнектеледі:

$$nH_2O + nCO_2 \xrightleftharpoons{h\nu,\text{хлорофилл}} CH_2O + nO_2$$

Бұл формуладан біз өсімдіктер де басқа тіршілік заттары сияқты тыныс алатынын көреміз. Өсімдіктер күндіз CO_2 өзіне сіңдіріп және түнде O_2 бөледі, ал түнде керісінше O_2 өзіне қабылдап және CO_2 атмосфераға бөліп шығарады. Хлорофиллдің (chlorophyll) химиялық формуласы $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ фотосинтезі табиғи катализаторы және өсімдік жапырағындағы жасыл (пигменті) түрі фотосинтез кинетикасы.

Атмосферадағы CO_2 концентрациясын реттеу үшін фотосинтез мүмкіншіліктерін бағалауға болады:

Фотосинтез ($W_ф$) реакциясының химиялық кинетикалық жылдамдығы бірінші поспулатқа сәйкес мынаған тең:

$$W_ф = k[CO_2]\,[H_2O]\,[cat], \qquad (10.1)$$

мұндағы, k - фотосинтез жылдамдығының тұрақтылығы;

$[CO_2]$ және $[H_2O]$ - CO_2 және H_2O сәйкесінше концентрациясы;

$[cat]$ - фотосинтез (хлопофилл) катализаторының концентрациясы.

Биосферадағы жасыл өсімдіктермен су мөлшерінің өзгеруін тұрақты деп қарастырамыз, демек $[H_2O] \approx const$ және $[cat] = const$, демек бұл мәселенің дәлдігі ± 10%-ды құрайды. Биосфераға әсер ететін техногендер дүние жүзіндегі мұхит деңгейінің өсуіне және жер бетіндегі жасыл өсімдіктердің азаюына тигізетін әсері аз $[H_2O] \approx const$. Барлық жер бетіндегі флораның 10 % - на әсерін тигізсе, қалған 90 %-жасыл өсімдіктерді (фитопланктон) құрайды. Дүние жүзіндегі мұхиттар саны өзгермейді, демек хлорофилл концентрациялары да тұрақты болып қала береді $[cat] = const$. мұндағы, $k = [H_2O]\,[cat]$ фотосинтез жылдамдығының тұрақтылығын көруге болады (тұрақты деп қарастыруға болады).

Олай болса фотосинтез жылдамдығына арналған теңдеу былай жазылады:

$$W_ф = k[CO_2], \qquad (10.2)$$

10.2-теңдеуден тұрақты температурада фотосинтез жылдамдығы CO_2 концентрациясына пропорцияланады, демек

атмосферадағы CO_2 концентрациясының өсуі, оның фотосинтезге айналуын арттырады.

Келтірілген фотосинтез кинетикасынан CO_2-ның әсерінен фотосинтез жылдамдығын жасанды арттыру және оның атмосферадағы концентрациясын азайту ролі көрініп тұр. Реттелетін газды ортада CO_2 концентрациясын арттыру арқылы фотосинтездеу әдісін үдету, ауылшаруашылығында, әсіресе жылыжайларда көкөніс, жеміс-жидек өнімдерін арттыру үшін қолданылады. Мысалы көмірсутекті отынның жанған өнім құрамында CO_2-ның өсімдіктерге тыңайтқыш азық ретінде қолданылады.

5. Газ өңдеудегі энергия қор үнемдеу технологияларының негіздері

5.1. Көмірсутектердің энергия қорларын үнемдеу технологиясы

Көмірсутектердің 95%-ы отын ретіне пайдаланылады. Сондықтан көмірсутекті шикізат үшін-энергияны және шикізат қорын үнмдеу іс жүзінде бірдей.

Энергия қорүнемдеу технологиясының келесідей элементтері отынның толық жану принципін көрсетеді: отынның мөлшерлік сандық жануы, демек отын жанғандағы бөлінетін барлық жылуэнергиясы еш шығынсыз өнімнің толық жану жылуына жұмсалады.

Отынның толық жануы жанужылулықты қайта қалпына келіру принципі жылуалмастырғыштың нәтижесін және қабырға арқылы барлық сатыларға жылутасымалдағышқа (суықты тасымалдау агенті) жылуэнергиясын беруді (жылудың жоғалмауын) қамтамасыз етеді.

Жанған өнімдерді қайта пайдаға асыру гидросфераны және атмосфераны қорғап экологиялық таза принциптерге қол жеткізуге болады. Көмірсутекті отын толық жанғанда құрамындағы өте жоғары улы заттардың мөлшерін азайтып немесе төмендегідей зиянсыз заттарға (CO_2, H_2O, N_2 және басқаларға) айналдырады:

$$CO \rightarrow CO_2$$

$$NO_X\,(N_2O,\ NO,\ NO_2) \rightarrow N_2$$

$$SO_2\,(SO_3,\ H_2S) \rightarrow S\ (Ca\ SO_4,\ H_2O)$$

$$C_n\,H_m \rightarrow CO_2,\ H_2O$$

$$C\ (күйе) \rightarrow CO_2$$

$(V_2O_5) \rightarrow$ V Күл (зиянсыз қалдықтарға айналады).

Өндірістерде және энергетика салаларында көмірсутекті отындарды пайдаланудың тиімділігін арттырудың бірден-бір жолы, ол кешендік энергетикалық қондырғыларды жасау.

5.1.1. Энергия көздерін үнемдеу технологиялары

Өндірістерде және энергетика салаларында көмірсутекті отындарды пайдаланудың тиімділігін арттырудың бірден-бір жолы, ол кешендік энерго-технологиялық қондырғыларды жасау.

Мұндай энерготехнологиялық қондырғыларды жасаудың негізгі мақсаты – көмірсутекті шикізаттар негізінде алынатын жылу энергетикалық процестерді өндірістік технологиялық процестермен тиімді үйлестіре пайдалану.

Энерготехнологиялық қондырғыларда энергетикалық процестерден басқа, отынды жағу, жанған өнімдердің жылуын жұмысқа немесе электрэнергиясына айналдыру және пиролиздеу, кокастау, синтезді-газды алу процестері өтеді.

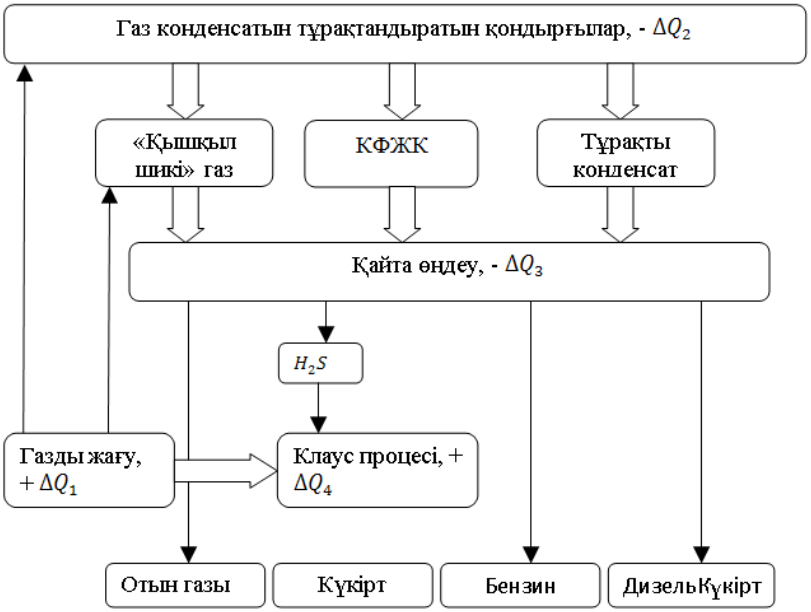
Осы айтылғандарға қарағанда, электротехнологиялық қондырғылардың атқаратын қызметі – біржағынан жылу және басқа энергия түрлерінің көзі ретінде көмірсутекті отын кешендер тиімді пайдалану, екінші жағынан-мұнай және газ химиялық өндірісінің және басқа салалар үшін қоршаған орта талаптарына сай қолданылатын шикізат.

Энерготехнологиялық қондырғылар негізінен қолданылатын отын түрлеріне қарай бөлінеді, органикалық (көмірсутекті отындар) және ядролық (ядерный) жанғыш қоспалар (U^{235} ,U^{238}).

5.1.2. Көмірсутекті отынның жанған жылуын қайта пайдаланатын энерготехнологиялық қондырғылар

Көмірсутекті отынның жанған жылуынан жұмыс істейтін электртехнологиялық қондырғыларға мысал ретінде: «Орынборгазпром» ААБ және «Астраханьгазпром» ААБ құрамында күкіртті сутегі бар табиғи газконденсатын қайта өңдеу энерготехнологиялық қондырғыларын айта кеткен жөн, себебі бұл мекемелерде күкіртті газ алу мақсатында (сұйық, түйіршік, ұсақты) қолданады, Пропан және бутан қоспаларын, тұрақты газ конденсатын және басқа көмір сутекті шикізатты пиролиздеу қондырғысы «Нижнекамскнефтехим» ААҚ, «Ставролен» ААБ – мекемелерінде мұнай және газ химиясының бағалы өнімдерін өндіру мақсатында қолданылады.

Төменде 5.1-суретте құрамында күкіртсутекті (H_2S) тұрақсыз табиғи газ конденсатын қайта өңдеудің энерготехнологиялық сұлбасы келтірілген.



5.1-сурет. Күкіртсутекті тұрақсыз табиғи газ конденсатын қайта өңдеудің энерготехнологиялық сұлбасы

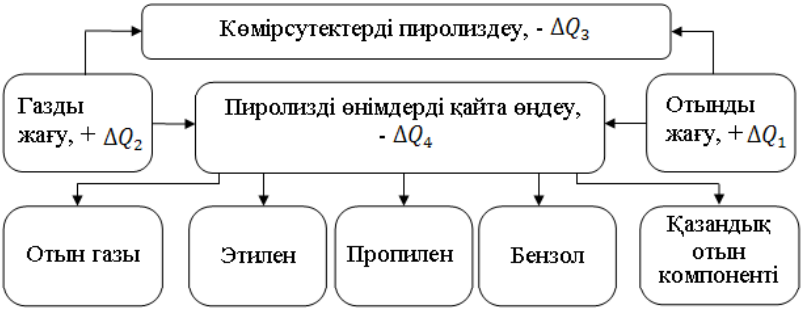
Схемадағы жылу баланысы төмендегілердің қосындыларынан тұрды: жылу бөлу кезеңі-отын газының жануы ($+\Delta Q_1$), жылуды бәсеңдету «Қышқыл шикі» газ мақсатында газ конденсатын тұрақтандыру қондырғысы, КФЖК- кең фракциялы жеңіл көмірсутектер және тұрақты конденсаттар.

Отын газын және күкіртті сутекті (H_2S) алу үшін «қышқыл, шикі газды» қайта өңдеу ($-\Delta Q_3$), пропан, бутандарды (Б) немесе пропан (П) және бутандардың техникалық қоспасын (ТҚ) алу үшін, кең фракциялы жеңіл көмірсутектерді (КФЖК) қайта өңдеу (схемада көрсетілмеген), бензин, дизель және қазандық отындарды алу мақсатында тұрақты конденсаттарды қайта өңдейді.

5.1.3. Кең фракциялы жеңіл күкіртті сутектер (КФЖК)

Күкіртті сутектен Клаус процесі бойынша (- ΔQ_3) күкірт алынады. Табиғи газ конденсатын қайта өңдеуде келесідей жылу ағындарын қайта пайдалануға болады: түтін газдарының жылуын, Клаус процестеріндегі өнімдердің жылуы, колонналардағы өнімдердің конденсациялық жылу бөлуі.

Көмірсутектерді пиролиздеу қондырғысының электротехнологиялық схемасы 5.2-суретте келтірілген



5.2-сурет. Көмірсутектерді пиролиздеу қондырғысының энерготехнологиялық сұлбасы

5.2. Мекемелердегі энергияқорлар

Мекемелердегі энергияқорлар төмендегідей негізгі сипаттамаларға ие:

- **табиғи газ**, 1000 м^3 газды жаққанда – 8,1 Гкал жылу бөлінеді, 1 тонна мазутты жаққанда – 9,6 Гкал жылу бөлінеді:

- **электр энергия,** қуаттылығы 250кВт-қа дейінгі электрқозғалтқыштар үшін үш фазалы 380В, 50Гц ток қажет, ал қуаттылығы 250 кВт-тан жоғары болса үш фазалы 6000В, 50Гц ток қажет:

-**бу**(жылу),төменгі қысымды: 5 атм қысымды, температурасы 175°С, орташа қысымда 11 атм, температурасы 240°С;

- **суық (**температура – 5 °С);

- **айналма су** (технологиялық) температурасы 28°С-дан төмен, РН 6,8...7,1 SiO_2-үшін 0,1 ppm төмен, өткізгіштігі 10....18мк Сименс / см-ден төмен;

- **тұзсыздандырылған су** (химиялық тазаланған), өткізгіштігі 3мк Сименс/см-ден төмен;

- **салқындатылған су** температурасы 10°С- тан төмен;

- **технологиялық ауа** (сығымдалған) қысымы 5 атм;

- **БӨА және А қажет ауа**, шықтандыру нүктесі - 40°С төмен, майсыз, қысымы 5 атм;

- **азот**, N_2 құрамы 99,6%-дан көп емес, O_2 мөлшері 0,2%-дан төмен, шықтандыру нүктесі-50°С-дан жоғары болмаған жағдайда, қысым 6...8 атм.

Пиролиздеу ЭП-300 қондырғысынды 1 т этиленді өндірудегі энергоқорлардың шығындары 5.1-кесте келтірілген.

5.1-кесте

ЭП-300 қондырғысы мен 1 т этиленді өндірудегі энергия қорлардың шығыны

№ р/с	Энергетикалық қор көздері	Өлшем бірлігі	Саны	Гкал қайта есептегендегі коэффициент	Энергоқор саны, Гкал
1	Табиғи газ	мың. $м^3$	0,20-0,36	8,00	1,60-2,88
2	Бу	Гкал	0,23-0,25	1,00	0,23-0,25
3	Электрэнергиясы	мың. кВт.ч	0,18-0,28	2,900	0,41-0,64
4	Айналма су	мың. $м^3$	0,36-0,43	-	∑(р/с 4-7) 0,38-0,46
5	Химиялық тазаланған су	мың. $м^3$	0,00-1,45	-	
6	Сығымдалған ауа	мың. $м^3$	0,07-0,20	-	
7	Азот	мың. $м^3$	0,02-0,06	-	
8	Энергоқорлар ∑	Гкал			2,62-4,23

5.1-кестеден ЭП-300 қондырғылы мұнай зауытында стандартты отын шығынының (SRF-Standart refinery fuel) жылулығы 9,6 Гкал, 0,27...0,44т құрайды, ал метанды ескерсек, сутегі H_2 фракциясы 1,05...1,30т,бұл көрсеткіш 1т этиленге есептегенде.

Энерготехнологиялық қондырғылар төмендегідей қызметтер атқарады:

Табиғи күкіртсутекті газ конденсатын және көмірсутекті шикізаттарды өңдейтін қондырғылар, аммиакты синтездейтін және мұнай-газхимиялардан басқа да бағалы жартылай-өнімдерін, алу үшін, этиленді, пропиленді және бензолды алу. Энергетикалық шығындарды азайтудың негізгі бағыттарының бірі, ол аммиакты синтездейтін агрегаттарды жетілдіру.

-Технологияны жетілдіру, NH_3 алу үшін қолданылатын технологиялық қондырғының жұмыс сенімділігін және жөндеу аралық жүрісін артыру;

-Энергоқондырғыларды азайту: екінші энергоқорларды пайдаланудың дәрежесін арттыру. Мысалы, ауаны қыздыру үшін түтін газдарының жылуының пайдалану немесе басқа да технологиялық ағындадың температураларын пайдаланып шыға берістегі температураның жылуын 230°С-тан 190°С-ға дейін төмендету.

- Көмірсутекті шикізаттың шығынын азайту.

Жоғарыда айтылған энергошығындарды 18%-ға азайтады / 7,11/.

Энергияны және қорсақтау мақсатындағы технологиялардың өзгеру жолдарының келешегі:

- синтездеудің қысымын азайту:

- аммиак затты сутек қоспаларын айыруда мембранды технологияны пайдалану:

- азотты сутек қоспасын дайындау:

- CO_2-ні толық қайта пайдалану.

5.2.1. Аммиакты синтездеудегі реакция жылуын пайдаланудың энерготехнологиялық қондырғысы

Көмірсутектер жанғанда жылу бөлінетіні бізге мәлім, сонымен қатар азот және сутегі аммиактарын синтездеудегі электртехнологиялық жүйелердің нәтижелерін айта кетуге болады.

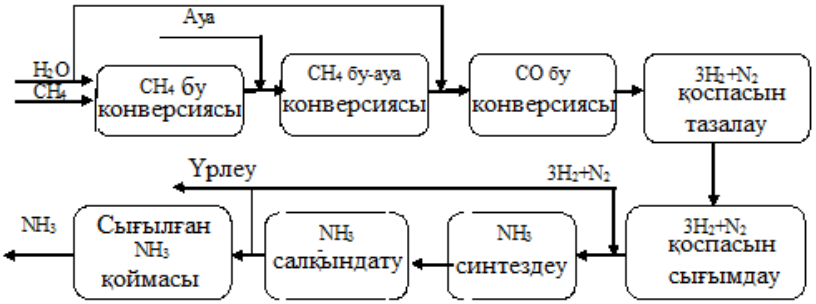
Аммиакты синтездеудің өндірістік процесін қарастырайық, ол үшін аммиакты синтездеу процесінің электртехнологиялық сұлбасын жасап (5.3-сурет), аммиакты синтездеудің негізгі материалдық ағын ретінде осы сұлбаны қарастырайық.

Табиғи газды (метан) конверсиялап аммиак өндірудің жолы келесідей технологиялық сатылардан тұрады:

- құрамында S-қоспалары бар газды сулардан табиғи газды тазарту;
- су буындағы метанды конверсиялау:

$$CH_4 + H_2O => CO + 3H_2 - \Delta Q$$

Эндотермиялық реакция 800^0C-да, қысым 3,5МПа, катализатор Ni / Al_2O_3 жүргізіледі



5.3- сурет. Аммиакты NH_3 синтездеу процесінің материалдық ағын сұлбасы

- Метан конверсиясы оттегілі ауа:

$$CH_4 + 0{,}5O_2 + nN_2 => CO + 2H_2 + nN_2 + Q$$

Экзотермиялық реакция температурасы 1100 ^{0}C; қысым 3,5МПа, катализатор Ni / Al_2O_3 жүргізіледі

- CO конверсиясы су буымен

$$CO + H_2O => CO_2 + H_2 + Q$$

Экзотермиялық реакция екі сатыда жүргізіледі; 1-сатыда температура 450^0C; катализатор Fe_3O_4 – Cr_2O_3; түрінде жүргізіледі

2-сатыда температура 220 ^{0}C; катализатор Zno – CuO жүргізіледі

- газдан CO_2 бөлінуі (CO_2 -ден тазалау) сулы ерітінді моноэтаноламин (МЭА) 50 ^{0}С температурада және 3МПа қысымда пайда болады;

$$HOC_2H_4NH_2 + CO_2\uparrow + H_2O => HO\ C_2H_4NH_3HCO_3 + Q;$$

- МЭА-ның регенерациялануы оның пайдаланылған ерітіндісін 110 ^{0}С-ға қыздырғанда болады.

$$HOC_2H_4NH_3HCO_3 => HOC_2H_4NH_2 + CO_2\uparrow + H_2O - Q$$

Азотты сулы CO және CO_2 қоспаларынан «іздік» («следовых») санынан көмір тотықтарының қосындыларына дейін тазалау ($\sum [CO, CO_2] \leq 5ppm$ «метанирования» реакциясы көмегінде 300^{0}С температурада Ni / Al_2O_3 қатынасымен болады.

$$CO + 3H_2 => H_2O + CH_4 + Q$$

$$CO_2 + 4H_2 => 2H_2O + CH_4 + Q;$$

- Компрессия қоспасы $N_2 + 3H_2$,, 30 МПа-ға дейін.
- Аммиакты синтездеу 500 ^{0}С температурада, қысым 30 МПа-да болады.

$$3H_2 + N_2 => 2NH_3 + Q$$

- Аммиактың конденсациялану және салқындау температуралары;

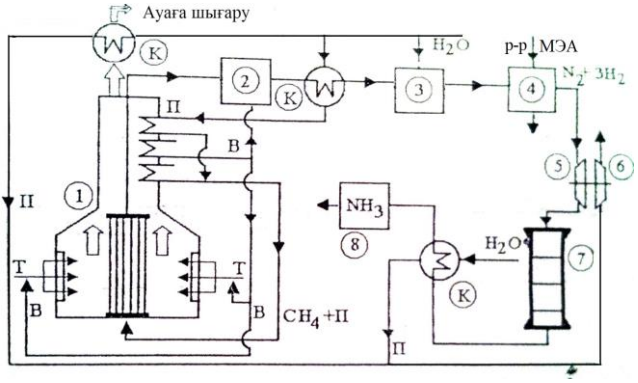
Аммиакты сұйық күйінде сақтау үшін оны 0,2 МПа қысымда -35 ^{0}С температураға дейін салқындату және конденсациялау қажет.

Аммиакты синтездеудің электртехнологиялық сұлбасы төменде 5.4-суретте келтірілген.

Метанды бумен конверсиялау құбырлы конверторда 1, 1100 ^{0}С температурада жасалады, мұндай температурамен қамтамасыз ету үшін табиғи газды жағу арқылы құбырлы конверторда қыздырады, бұл жерде түтін газының температурасы 1400 ^{0}С-ға тең.

Ауа мен отын қоспасын алу үшін метанды, су буын және ауаны қыздыру үшін қолданылатын жылу алмастырғыштар конвертордың конвекциялық камерасында орналасқан жылудың бір бөлігін қыздыруға жұмсап және қалған бөлігін ыстық түтін газды қазан-утелизатор **К**-ға бағыттайды, бұл жерде өндірілген

бу бутурбинасына 6 бағытталады, турбина компрессор 5 білігімен бір орналасқан. Жылу реакциясынан механикалық энергия өндіру осы бу турбинасы мен компрессордың біріккен технологиялық жұмыс сұлбасынан анық көруге болады,ең соңында азотты су қоспасын сығымдауға кететін энергияны үнемдеуге болады.



5.4 -сурет. Аммиакты синтездеу қондырғысының электртехнологиялық сұлбасы:

1-Метанды конверсиялайтын бу реакторы; 2- Метанды (CH_4**)** конверсиялайтын бу-ауа конверторы; 3-көмір қышқылының (CO) конверторы; 4-көмір тотығының (CO_2)-абсорбері;5-компрессор; 6-Бу турбинасы; 7-NH_3-аммиакты синтездеу колоннасы; 8-NH_3-аммиакқа арналған изотермалық ыдыс.

→ түтін газы; К-қазан-утилизатор; П-су буы; В-ауа;Т-отын; МЭА-моноэтаноламин.

Конверсияланған метан өнімі реакциясының (H_2, CO, CH_4) температурасы 800 ^{0}C шамасында, метанның бу-ауа 2 конверторына бағытталады да шыға берісінде мынадай қоспалар алынады (N2, H_2, CO, CO_2) одан кейін қазан-утилизаторда К қанықкан су буын аламыз. Бұл бу құбырлы конверторлы камерада конвекцияланады және метанды конверсиялауға жұмсалады. Температурасы 450^{0}C-ға дейін

салқындатылған қоспалар N2, H_2, CO, CO_2 екінші сатылы конвертор 3 ке келеді, бұл жерде CO, CO_2-ге, кейін абсорберге 4 айналады да CO_2- моноэтаноламин су ерітіндісімен жұтылады (поглошается).

Көміртек тотығынан сулы азот қоспасын компрессор 5 арқылы 30 МПа қысымда сығымдалады және ол аммиакты синтездеу колоннасына 7 келіп түседі.

Аммиак сулы азот қоспасымен бірге синтез колоннасынан ізбе-із утилитор-қазандыққа Қ және басқа жылу алмастырғыштар мен тоңазытқыштарда салқындатылады. Сығылған NH_3 изотермалық ыдысқа 8 жиналады.

Ресейде өндірілетін барлық аммиактың (12млн.т/г) жартысынан көбі 450 мың.т/жыл., энерготехнологиялық агрегаттардан алынады, бұл дегеніміз тәулігіне 1360 т немесе бір теміржол құрамымен тең. Аммиак өндіру үлкен энергосыйымдылықпен айқындалады. Қарастырып отырған агрегат 1,2 т шартты отын (у.т) немесе 1000 $м^3$ метанды немесе 1т NH_3 8,4 кал., шамасында отынды қажет етеді. Осыған байланысты аз электроэнергияны қажет ететін аммиак агрегатын жасау өте өзекті. Өнімділігі 1360т/тәу энерготехнологиялық агрегаттар көп санды материалдық және энерготехнологиялық ағынды түрде болады.

Мұндай агрегаттарда 24 аппарат болады, 25-материалды ағынды және 94 аппаратты да 115 энергетикалық ағындарды өзгертуге арналған 94 аппарат, әртүрлі катализаторлы 5 каталитикалық реактордан, 11 негізгі өнім реакторларынан және шикізат ағындарын рециркуляциялайтын жабдықтардан тұрады. Бұл агрегаттар жылудың барлық экзотермиялық реакцияларын толық рекуперациялауды қамтамасыз етеді.

Аммиакты синтездеу процесінде мына параметрлердегі су буы алынады (қысым 10МПа, температура 500^0C) осының өзі NH_3 өндіруге қажет технологиялық бу және механикалық энергияларды толық қанағаттандырады.

Мысал ретінде «Көгілдір ағын» (голубой поток) жобасы бойынша Ресейдің табиғи газын Түркияға экспорттау нәтижелігін бағалайық, «Көгілдір ағын» жобасының ұзындығы 2312 км құрайды, ол Ставрополь-крайы, Изобиль қаласынан Түркияның Самсун қаласына дейін табиғи газды 2001 жылдан

жеткеріп бере бастады, оның көлемі 2010 ж. 16 млрд $м^3$/жыл жетсе, 2018 ж. бұл көрсеткіш 18 млрд $м^3$/жыл деп жобалап отыр.

Егер кеткен шығындарды ескеретін болсақ, Түркияға табиғи газды жеткеріп беру үшін 1000 $м^3$-не 100S деңгейінде деп есептегенде осы кездері сол газ құбырын салуға қаратылған инвестицияны қайтарудағы есеп бойынша бұл көрсеткіш әр 1000 $м^3$-қа 20S-дан келеді екен [9,27].

Осы көрсеткіштерді негізге ала отырып, қазіргі кездері табиғи газды Түркияға тасымалдаудың альтернативті нұсқалары қарастырылып, солардың бірі газхимиялық жоба бойынша табиғи газды қайта өңдеп тұтынушыларға жоғарғы сапалы аммиак өнімін өндіру.

Табиғи газды тасымалдаудағы осы екі нұсқаның нәтижелігін бағаласақ:

1- аммиак өндіру үшін газды қолдану;

2- Түркияға газды экспорттау.

Европа мемлекеттерінде аммиактың нарықтық бағасы дүниежүзі бойынша ICIS-LOR (Independent Commoditics Information Services) 2004 жылы 130$/т – төмендеген жоқ. Сондықтан аммиакты сату 2,5 есе артық, осыған сәйкес табиғи газдың сату бағасы 50$/т. Табиғи газды экспорттау мен ішкі бағаның айырмашылығын қарастырсақ, 2004 ж. 1000 $м^3$ газдың бағасы 50-70$, ал аммиакқа қайта өңделген газдың 1000$м^3$ 100$-ды құрайды. Егер аммиакқа деген сұраныс тұрақты болған жағдайда, бір жылғы 3-тен 16 млрд. $м^3$ көлемдегі газды газхимиялық жолмен қайта өңдеуден 0,3-1,6млрд. $/жыл пайда келеді екен. Егер осы көлемдегі табиғи газды сатқан жағдайда жылына 60-320 млн.$ түседі екен. Бұл аммиактан түсетін пайдадан 4,5 есе аз дегенді білдіреді.

6. Теориялық материалды игеруге арналған тәжірибелік есептер

6.1.1. «Мұнай өнімдерін және табиғи газдарды тасымалдаудағы және сақтаудағы болатын шығындарды анықтау»

Тапсырма:

Газ-құбырының денесіндегі саңылау (тесік) арқылы шығып жатқан газдың тәуліктік шығынын (жоғалуын) анықтау.

Мысал:

Газ құбырының қосылған жеріндегі тығыздығындағы эквиваленттік тесік

f=1мм^2, газдың қысымы Р МПа, температурасы $t = 40^0 C$, және газдың құрамы: 95% CH_4;4% C_2H_6; 1%N_2. Политроптық көрсеткіш n=k=1.3.

Газдың тәуліктік шығынын , $G_{тәу}$ кг/тәул анықтаңдар.

Тапсырманы орындау үшін берілгендерді 6.1-кестесінен алу керек.

6.1-кесте

№3 тапсырмаға нұсқау бойынша берілген мәліметтер

Сынақ кітапшасының соңғы саны	f ,$мм^2$	Сынақ кітапшасының соңғы санының алдыңғы саны	Р,МПа
0	1.5	0	6.5
1	1	1	5
2	1.2	2	6
3	1.3	3	5
4	1.5	4	4
5	1.5	5	5
6	2.0	6	6
7	2.0	7	4
8	2.2	8	5
9	2.5	9	3.2

Есептеу жолдары:

1). Қоспаның молекулярлық массасы

$$M_{см} = \sum_{i=1}^{n} M_i \cdot r_i$$

Мұнда M_i - газ қоспалары құрамдарының молекулярлық массасы [4]

4.11-кестесінен аламыз:

M_{CH_4}=16.043 кг/кмоль, $M_{C_2H_6}$=30.07 кг/кмоль,M_{N_2}=28,016 кг/кмоль;

r_i-газдың қоспадағы проценттік мөлшері.

$M_{қос}$ = 16.043*0.95 + 30.07*0.04 + 28.016*0.01 = 16.7228 кг/кмоль.

2) Газ температурасы $T_{қос}$=273.15 + т ^{0}C=273.15+40 =313.15 К.

3) Газдың бастапқы меншікті көлемі

$$v_0 = \frac{RT}{P} = \frac{R_{см} * T_{см}}{M_{см} * P} = \frac{847.83 * 313.15}{16.7228 * 6 * 10^5} = 0.02646 \text{ м}^3/\text{кг},$$

мұндағы R қос=$\sum_{i=1}^{n} R_i$ -қоспаның газ тұрақтысы, Дж/(кг*К);

Р- газ қысымы, ПА;

Rқос =R_{CH_4}+$R_{C_2H_6}$+R_{N_2}=518.8+32.23+296.8=847.83 Дж/(кг*К).

4) Газдың тесіктен шығу режимін өте қиын жағдайда деп қабылдаймыз, бұл жағдайда қысымның арақатынасы мынаған тең

$$B = \left(\frac{2}{n+1}\right)^{\frac{n}{n-1}} = \left(\frac{2}{1.3+1}\right)^{\frac{1.3}{1.3-1}} = 0.5457,$$

мұндағы n=1.3 –политроптық көрсеткіш.

5) Газ шығынының жылдамдық сипаттамасы

$$\lambda_{КР} = \frac{B}{2} * \sqrt{n(n+1)} = \frac{0.5457}{2} * \sqrt{1.3(1.3+1)} = 0.4718.$$

6) Критикалық массалық жылдамдық ағыны

$U_{шек}=\lambda$ шек* $\sqrt{2g * \frac{P}{v_0}}=0.4718\sqrt{\frac{2*9.80665*60*10^4}{0.02646}}=9949.8$ кг/м^2·с

Мұндағы g – еркін түсу үдеуі (g=9,80665, м/с);

Р –Газдың бастапқы және соңғы қысымы, Па.

7) Тәуліктік газ шығыны

$$G_{тәу} = f* U_{шек} =24*3600*9949,8*10^{-6}=9949,8 \text{ кг/тәу},$$

Мұндағы f –қима ауданы, м^2. Орындалған жұмыс бойынша есеп құрастыру, қорғау және бақылау сұрақтарына жауап беру.

Әдістемелік нұсқаулар:

№3 тәжірибелік сабақты орындауда ұсынылған әдебиеттерге [4,14] және ОӘК-дегі дәрістік конспектіге көбірек көңіл бөлу керек.

Әдебиет: 4[80-100,265-284].

6.1.2. «Магистральды газқұбырларының компрессорлық станцияларындағы энергияқорларының шығындарын есептеу»

Тапсырма:

Мысал. Компрессорлық станциялардың цехтарында параллель қосылған

ГТҚ-10 агрегаттары газды екі сатылы сығымдағанда кварталына Q=8100000 м^3 көлемде табиғи газды айдайды, бұл кездегі метан концентрациясы r_{CH_4}=96% табиғи газдың абсолюттік қысым және температуралары төмендегіше: $P_{кір}$=5.2 МПа, Р шығ =7.3 МПа; Т шығ =298 К, Т шығ = 323 К.

Сыртқы ауа температурасы $t_{сыр}$ = 23 ^{0}С.

КС-ция цехына қажетті электрэнергия шығынын және нормаланған табиғи газ шығындарын анықтау керек.

Есепке берілген алғашқы мәліметтерді 6.2-кестеден аламыз.

6.2- кесте

№4 Тапсырмаға берілген мәндер

Сынақ кітапша-сының соңғы саны	$Р_{кір}$,МПа	$Т_{кір}$,Мпа	Сынақ кітапшасының соңғы санының алдыңғы саны	$Р_{шығ}$, МПа	$Т_{шығ}$, К
0	5.0	300	0	7.0	316
1	5.0	295	1	7.1	320
2	5.0	300	2	7.0	325
3	5.3	300	3	7.1	325
4	5.5	305	4	7.4	330
5	4.9	300	5	7.0	320
6	5.1	305	6	7.0	325
7	4.8	295	7	6.9	315
8	5.0	295	8	7.0	317
9	4.8	290	9	6.8	316

Шешуі:

1) Ағынның орташа қысымы төмендегідей анықталады

$Р_{сыр}$=0.5 ($Р_{кір}$ + $Р_{шығ}$)=0.5(5.2+7.3)=6.25 МПа.

2) Газ ағынының орташа температурасын төмендегідей анықтаймыз

$$Т_{орт} = 0.5(Ткір+Тшығ)=0.5(298+323)=310.5 К.$$

3) Орташа сығымдау коэффициентін $Z_{орт}$= 0.9 номмаграммадан (6.1-сурет) анықтаймыз

4) Сығымдау дәрежесі $\varepsilon = {}^{Ршығ}/p_{кір}$= 7.3/5.2=1.4.

5)$Т_{орт,}$ ε, $Z_{орт}$ мәндеріне байланысты номограммадан (6.2-сурет) салыстырмалы пайдалы сығымдау жұмысын анықтаймыз ω=0.8 кВт*сағ/мың*$м^3$.

6) Сығымдаудың потенциалдық жұмыс көлемі, $А_{гтқ}$

$$А_{гтқ} = \omega * Q = 8.8*8100000 кВт*сағ.$$

7) ГТҚ-10 үшін жанармай шығынының жеке нормасы [4]-мәлімет бойынша $Н_Т$=0.62 кг у.т./(кВт*сағ) құрайды.

8) Газтурбиналы ГАА-қа қажетті нормалық электр энергиясы [4]- мәлімет бойынша 0.025 кВт*сағ/(кВт*сағ) тең.

9) Энергетикалық қордың нормаланған шығындарына қаратылған пайдалану коэффициенті. Жанармай шығынының жеке нормасы ГТК-10 үшін

$$Б_1=1.6\%\ [4].$$

10) Норма бойынша қазанды-пеш отынның қажеттілігі

$$В=Н_т * А_{гтк} =0.62*71400000=44400 \text{ т у.т.}$$

11) Қоршаған ортаның ауа температурасына $t_{сыр}=23^{\circ}$ С байланысты ГАА-ның жұмыс кезіндегі пайдаланудың үстеме коэффициенті $Б_3=1.75\%$ [4].

12) Пайдалану коэффициенттерін $Б_1$ және $Б_2$ ескергендегі жанармай қажеттілігі

$$Вэк=В+0.016*В+0.0175*В=44400+0.016*44400+0.0175*44400 = 45886 \text{ т ш.о.}$$

13) Ұйымдастырылған техникалық шаралардың жәрдеміндегі кварталды (9500 кВт көлемде) экономиканы есептегендегі 9.5к ш.о. КС-ция цехына қажет нормалық жанармай шығыны төмендегідей анықталады [4].

$$В_Н=В_{ЭК} - 9.5 = 45099.5 \text{т ш.о.}$$

14) Квартал сайынғы электрэнергия шығыны [4].

$$Е_Н=l_э * А_{гтк} =0.025*71400=1797 \text{ мың. кВт*сағ.}$$

КС-ғы негізгі энергоқорларының шығыны болып, отын газдарының шығыны ескеріледі (75…85% ГТҚ-ға). Сондықтан газтурбиналы ГАА-тар үшін қажет отындық газ шығынын нормаластыру қажет. КС-дың өз мұқтаждығы үшін отын газы ретінде осы табиғи газ қолданылады, ол шамамен тасымалданатын газдардың 8...10%-ын құрайды. Осыларға байланысты магистральды газқұбырларындағы КС-да отын газын үнемдеу қажет.

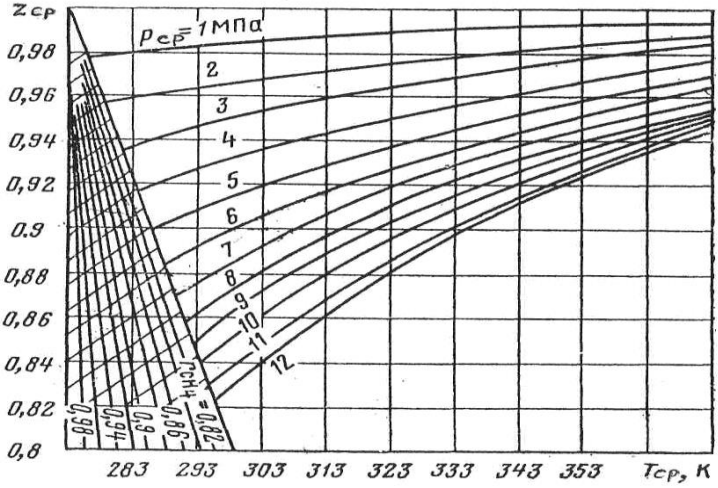
15) Табиғи отын газының нормалық шығыны төмендегідей анықталады:

$$H_T=B_1+B_2+B_3+B_4+B_5+B_6,$$

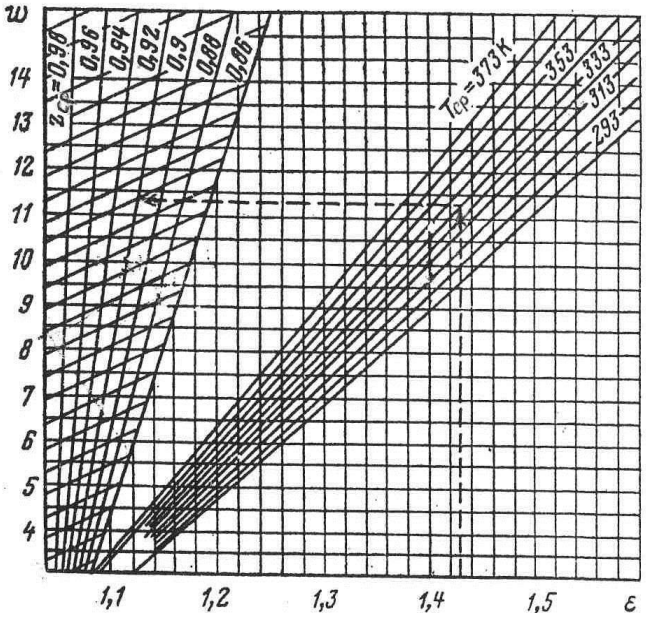
мұндағы B_1 - ГАА-тың жұмысына қажетті жанармай шығыны (ГТҚ-лар үшін 75…85%); B_2-Айдағыштың контурын үрлеуге жұмсалған газ шығыны;

B_3-агрегатты қосуға және тоқтатуға кеткен газ шығыны; B_4-Тығыздағыш жүйесіндегі газ шығыны; B_5 -жұмыс орынын жылытуға және салқындатуға кеткен газ шығыны; B_6-Электрстанциялардың қажеттілігін өтеуге кететін газ шығыны.

16) Электрэнергияны жеке пайдаланудағы норма төмендегідей анықталады: $H_э=l_1+l_2+l_3$, мұндағы l_1 - ГАА-тың жұмысына қажетті электрэнергия шығыны; l_2-желдеткіштерді, май және су насостарының жетектеріне жұмсалған 380В-тық электрэнергия шығыны; l_3 - Бақылау өлшеу аспаптарының (БӨА) құрылысына және жарықтандыруға кеткен электрэнергия шығыны.



6.1-сурет. Температураға $T_{орт}$, абсолютті қысымға $P_{орт}$ және метанның концентрациялық көлемінде r_{CH_4} орташа мәндеріне тәуелді газдың сығымдалу коэффициентін $Z_{орт}$ анықтау номаграммасы



6.2–сурет. Сығымдаудың меншікті пайдалы жұмысын ω анықтауға арналған номограмма

Орындалған жұмыс бойынша есеп құрастыру, қорғау және бақылау сұрақтарына жауап беру.

Әдістемелік нұсқаулар:

№4 тәжірибелік сабақты орындауда ұсынылған әдебиеттерге [4,14] және ОӘК-дегі дәрістік конспектіге көбірек көңіл бөлу керек.

Әдебиет: 5[153-157б], 4[137-157б].

Бақылау сұрақтары:

1) Газтурбиналы жетекті КС-ға қажеттілігін өтейтін отын газ шығындарының негізгі статьялары.

2) КС-дағы газайдағыш агрегаттарды пайдаланудағы энергоқор шығындарын нормалдастыру.

3) Қандай мақсатпен Магистральды газқұбырларында тасымалданатын табиғи газды үнемдеуде қандай әдістер қолданылады?

4) КС-да қандай көрсеткіштер газ шығындарының негізгі статьялары болып табылады ?

5) Газтурбиналы жетекті КС-да отын газы мен жылу шығынының негізгі түрлері қандай?

6.1.3. «Ыстық құбырларды оқшаулаудағы жылудың жоғалуын бағалау»

Тапсырма:

Есепте «ыстық» құбырларды оқшаулаудағы жылулардың жоғалуын есептеу қажет.

№1 мысал.

Темір құбыр диаметрлерінің қатынасы $d_{2құб.}$ / $d_{1құб.}$ = 220/200 мм жылу өткізгіштігі $\lambda_{1құб}$ =50 Вт/(м*К), екі қабатпен оқшауланған. Бірінші қабаттың қалыңдығы $\delta_{2оқш}$=50 мм, $\lambda_{2оқш}$ =0.2 Вт/(м*К) ал екінші қабаттың қалыңдығы $\delta_{3оқш}$= 80 мм, $\lambda_{3оқш}$ =0.1 Вт/(м*К). Құбыр іштерінің температурасы $t_{1құб}$ = 327ºСС оқшауланған сыртқы бет температурасы $t_{4оқш}$= 47ºС. Оқшауланған құбыр ұзындықтарындағы жылу шығынын және әрбір қабаттың температурасын анықтаукерек.

№1мысалды есептеуге қажетті мәліметтерді 6.3-кестеден алыңыздар

6.3-кесте

№1 мысалға берілген мәліметтер

Сынақ кітапшасының соңғы саны	$d_{2құб.}/d_{1құб}$, мм	$\delta_{2оқш}$, мм	$t_{1құб}$, ºС	Сынақ кітапшасының соңғы санының алдыңғы саны	$\delta_{3оқш}$, мм	$t_{4оқш}$, С
0	220/210	50	320	0	80	50
1	215/205	45	315	1	70	48
2	200/190	45	325	2	75	45
3	195/185	40	330	3	70	40
4	210/200	43	310	4	65	46
5	190/180	45	300	5	60	40
6	185/175	40	295	6	75	38
7	170/165	50	290	7	70	52
8	170/160	50	285	8	60	45
9	165/155	48	280	9	55	45

№2-мысал

Екі қабатты оқшауланған бу құбырының диаметрлер қатынасы, $d_{2құб.}/d_{1құб}$ = 200/180 мм бірінші қабат қалыңдығы $\delta_{2оқш}$=50 мм және екіншісі $\delta_{3оқш}$=50 мм. Құбырдың жылу өткізгіштік коэффициенті және оқшауланууы мыналарға тең: $\lambda_{1құб}$ =50 Вт/(м*К), $\lambda_{2оқш}$ =0.18 Вт/(м*К) және $\delta_{3оқш}$ =0.06 Вт/(м*К). құбыр ішіндегі бу температурасы $t_{ж1}$=427ºС, Құбыр қабырғасына бу температурасының жылу беруі коэффициенті α_1=200 Вт/($м^2$*К) .

Оқшауланған әрбір метр ұзындықтағы жоғалған жылуды және әр қабаттағы температураны анықтау керек.

№2 мысалды есептеу үшін қажетті мәліметтерді 6.4-кестеден аламыз.

6.4 -кесте

№2 мысалды есептеуге қажет мәліметтер

Сынақ кітапшасының соңғы саны	$d_{2құб}/d_{1құ}$, мм	$\delta_{2оқш}$, мм	tж1,°С	α_1, Вт/($м^2$*К)	Сынақ кітапшасының соңғы санының алдыңғы саны	$\delta_{3оқш}$, мм	tж1,°С	α_2, Вт/($м^2$*К)
0	200/182	50	400	210	0	40	20	10
1	185/170	48	395	200	1	38	25	12
2	190/170	45	390	200	2	35	20	15
3	185/165	50	385	195	3	45	18	10
4	175/160	40	387	190	4	40	16	13
5	165/150	38	385	200	5	38	22	10
6	180/163	42	392	190	6	35	25	15
7	170/153	40	390	192	7	32	28	12
8	195/170	50	385	190	8	36	28	9
9	180/165	45	380	188	9	35	25	10

№1 мысалды есептеу жолдары:

Тапсырма шартынан

$d_{1құб.}$=0.2м, $d_{2құб.}$ =0.22м. $d_{3құб}$ = $d_{2құб}$ +2 $\delta_{2оқш}$=0.22+2*0.05=0.32м,

$d_{4оқш}$ = $d_{3оқш}$ +2 $\delta_{3оқш}$ =0.32+2*0.08=0.48 м.

1) Цилиндр тәрізді үш қабатты қабырғадағы жылу ағынының жалпы тізбектік тығыздығы мына формуламен анықталады:

$$q_l=\frac{\pi(t_{1ТР}-t_{4из})}{\frac{1}{2\lambda_{1ТР}}ln\frac{d_{2тр}}{d_{1тр}}+\frac{1}{2\lambda_{2\ из}}*ln\frac{d_{3из}}{d_{2тр}}+\frac{1}{2\lambda_{3\ из}}*ln\frac{d_{4из}}{d_{3из}}}=$$

$$\frac{3.14(327-47)}{\frac{1}{2*50}ln\frac{0.22}{0.2}+\frac{1}{2*0.2}*ln\frac{0.32}{0.22}+\frac{1}{2*0.1}*ln\frac{0.48}{0.32}}=282\ \text{Вт/м}. \quad (5.1)$$

1) Әрбір қабаттар үшін жылу ағынының тығыздығы:

$$q_l=\frac{\pi(t_{1ТР}-t_{4из})}{\frac{1}{2\lambda_{1ТР}}ln\frac{d_{2тр}}{d_{1тр}}}; \quad (5.2)$$

$$q_l=\frac{\pi(t_{2ТР}-t_{3из})}{\frac{1}{2\lambda_{2\ из}}*ln\frac{d_{3из}}{d_{2тр}}}; \quad (5.3)$$

$$q_l=\frac{\pi(t_{3из}-t_{4из})}{\frac{1}{2\lambda_{3\ из}}*ln\frac{d_{4из}}{d_{3из}}}. \quad (5.4)$$

2) Әрбір қабат арасындағы температураларды (5.2), (5.3), (5.4) теңдеулерінен табамыз:

$$t_{2құб}= t_{1құб} - \frac{q_l}{2\pi*\lambda_{1ТР}}*\ln\frac{d_{2тр}}{d_{1тр}}=327-\frac{282}{2*3.14*50}*\ln\frac{0.22}{0.2}\cong 327^0C; \quad (5.5)$$

$$t_{3окш} = t_{2кұб} - \frac{q_l}{2\pi*\lambda_{2из}} * \ln\frac{d_{3из}}{d_{2тр}} = 327 - \frac{282}{2*3.14*0.2} * \ln\frac{0.32}{0.22} = 243°C; \quad (5.6)$$

$$t_{3окш} = t_{4окш} + \frac{q_l}{2\pi*\lambda_{3из}} * \ln\frac{d_{4из}}{d_{3из}} = 47 + \frac{282}{2*3.14*0.1} * \ln\frac{0.48}{0.32} \cong 243°C; \quad (5.7)$$

№2 мысалдың есептеу жолдары.

Тапсырма шарты бойынша

$d_{1тр}$= 0.18м, $d_{2тр}$= 0.2мм.

$d_{3из}=d_{2тр}+2\delta_{2из}$=0.2+2*0.05=0.3м

$d_{4из}=d_{3из}+2\delta_{3из}$=0.3+2*0.05=0.4м.

1) Цилиндр тәрізді үш қабатты қабырғадағы жылу ағынының жалпы тізбектік тығыздығы 5.8-теңдеуімен анықталады:

$K_l*\pi(t_{ж1}-t_{ж2})$ =

$$= \frac{\pi(t_{1TP}-t_{4из})}{\frac{1}{\alpha_{1}d_{1тр}}+\frac{1}{2\lambda_{1TP}}ln\frac{d_{2тр}}{d_{1тр}}+\frac{1}{2\lambda_{2\ из}}*ln\frac{d_{3из}}{d_{2тр}}+\frac{1}{2\lambda_{3\ из}}*ln\frac{d_{4из}}{d_{3из}}+\frac{1}{\alpha_{2}d_{4из}}}$$

$$=\frac{3.14(427-27)}{\frac{1}{200*0.18}ln\frac{0.2}{0.18}+\frac{1}{2*0.18}*ln\frac{0.3}{0.2}+\frac{1}{2*0.06}*ln\frac{0.4}{0.3}+\frac{1}{10*0.4}}=330\ Вт/м \quad (5.8)$$

Мұнда K_l-жылу беріліс коэффициенті, Вт/(м*К).

Үш қабатты цилиндрлі қабырғаның сызықтық жылу беріліс коэффициенті

5.9- формуласымен анықталады:

2) $$K_l = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{1}d_{1тр}}+\frac{1}{2\lambda_{1ТР}}ln\frac{d_{2тр}}{d_{1тр}}+\frac{1}{2\lambda_{2\ из}}*ln\frac{d_{3тр}}{d_{2тр}}+\frac{1}{2\lambda_{3\ из}}*ln\frac{d_{4из}}{d_{3из}}+\frac{1}{\alpha_{2}d_{4из}}} \quad (5.9)$$

3) Әрбір қабаттағы жылу ағынының сызықтық тығыздығы:

$$q_l=\alpha_1*\pi*d_{1тр}\,(t_{ж1}-t_{ж2});\qquad (5.10)$$

$$q_l=\frac{\pi(t_{1тр}-t_{2тр})}{\frac{1}{2\lambda_{1тр}}ln\frac{d_{2тр}}{d_{1тр}}};\qquad (5.11)$$

$$q_l=\frac{\pi\left(t_{2тр}-t_{3из}\right)}{\frac{1}{2\lambda_{2из}}*\ln\frac{d_{3из}}{d_{2тр}}};\qquad (5.12)$$

$$q_l=\alpha_2\cdot\pi*d_{4из}(t_{4из}-t_{ж2}).\qquad (5.13)$$

4) Құбырдың ішкі бетінің температурасы $t_{1құб}$ 5.10-теңдеуімен анықталады:

$$t_{1құб}=t_{ж1}-\frac{q_l}{d_{1тр}*\alpha_1*\pi}=427-\frac{330}{200*0.18*3.14}=424^{o}C.\qquad (5.14)$$

5) Құбырдың сыртқы бетінің температурасы $t_{2тр}$ (5.11) теңдеуімен анықталады:

$$t_{2құб}=t_{1құб}-\frac{q_l}{2\pi*\lambda_{1тр}}*ln\frac{d_{2тр}}{d_{1тр}}=424-$$

$$\frac{330}{2*3.14*50}*\ln\frac{0.2}{0.18}=423{,}9\ ^{o}C.\qquad (5.15)$$

6) Бірінші оқшаулауда сыртқы бетінің температурасы $t_{3из}$ (5.12)теңдеуімен анықталады:

$$t_{3из}=t_{2құб}-\frac{q_l}{2\pi*\lambda_{2из}}\cdot\ln\frac{d_{3из}}{d_{2тр}}=423.9-\frac{330}{2*3.14*0.18}\cdot\ln\frac{0.3}{0.2}=304.2^{o}C\qquad (5.16)$$

7) Екінші оқшаулаудың сыртқы бетінің температурасы $t_{4из}$ (5.13)теңдеуімен анықталады.

$$t_{4окш} = t_{ж2} + \frac{q_l}{\alpha_2 * d_{4из} * \pi} = 27 + \frac{330}{10*0.4*3.14} = 53.3^{o}C. \quad (5.17)$$

8) Орындалған жұмыс бойынша есеп құрастыру,қорғау және бақылау сұрақтарына жауап беру.

Әдістемелік нұсқаулар:

№5тәжірибелік сабақты орындауда ұсынылған әдебиеттерге жәнне ОӘК-дегі дәрістік конспектерге көбірек көңіл бөлу қажет. Тапсырмаларды орындауға дәрістік конспектідегі пәннің тақырыбына сәйкес керекті материалдарға оқып білгеннен кейін кірісу керек.

Әдебиеттер: 8[320-338 беттер],7 [18-22,186-190 беттер].

6.1.4. «Мұнай базаларындағы және мұнай құбырларындағы бу және жылу шығындарын анықтау»

Тапсырма:

Мұнай базаларындағы және мұнай құбырларындағы бу және жылу шығындарын анықтау.

Қою мұнайларды және мұнай өнімдерін тасымалдауда және сақтауда сонымен қатар мұнай базаларындағы компрессорлық және насостық станцияларды жылыту үшін су буы және ыстық сулар өте көп қолданылады.

Мұнай базаларында ыстық суды, су буын және жылуды келесідей қажеттіліктер үшін қолданады:

- Резервуарлардағы (ыдыстардағы) мұнай өнімдерін құбырлар арқылы айдау алдында жылыту үшін және тоқтап тұрғанда тұтынушыларға беру үшін де қолданады;
- Темір жолдағы цистерналы вагондарда, мұнай құятын кемелерде және құбырлардағы мұнай өнімдерін ағызу үшін мұнай өнімдерін қыздыруда;
- Базалардың ішіндегі құбырлардағы мұнай өнімдерін жылыту үшін;
- Елді-мекендерді, ғимараттар мен өндіріс орындарын жылытуда;
- Бу насостарының жетегі үшін;
- Пайдаланылған майды регенерациялау үшін.

Ыдыстардағы мұнай және мұнай өнімдерін, темір жолдардағы цистерниялы-вагондарда және мұнай құбырларының кемелеріндегі мұнай өнімдерін жылытуға жұмсалған жылу және бу шығындары төмендегіше анықталады:

1. Мұнай өнімдерінің барлық массасының G бастапқы температурасынан $t_б$ қыздыру температурасына $t_к$ дейін жұмсалған жылу шығынын, жылу теңдеуі арқылы анықтауға болады:

$$Q_1 = G \cdot C_р (t_к - t_б), \text{ кДж} \quad (6.1)$$

мұндағы G –мұнай өнімінің толық массасы, кг; $t_н$ - қыздыруға дейінгі бастапқы температура, ºС; $C_р$ -мұнай өнімінің орташа температурасындағы меншікті массалық жылусыйымдылық кДж/(кг*К).

Кейбір мұнай өнімдерін жылытуға қажет температура [14,15,18] әдебиеттерде келтірілген.

2. Мұнай өнімдерінің (парафинді) қатып қалған бөлігін еріту үшін жұмсалатын жылу шығыны төмендегіше анықталады

$$Q_2 = G_т * r_{пл} \text{ , кДж} \quad (6.2)$$

мұндағы $G_т$ - мұнай өнімінің қатып қалған(парафин)бөлігінің массасы,кг; $r_{пл}$ - мұнай өнімдерін (парафин) ерітудегі жасырын жылу мөлшері 187,228кДж/кг деп қабылдайды.

3. мұнай өнімінен қоршаған ортаға бөлінетін жылу шығынын жылу беріліс теңдеуінен анықталады:

$$Q_3 = K \cdot F \cdot \Delta t \cdot \tau, \text{ кДж} \quad (6.3)$$

мұнда К–мұнай өнімінен қоршаған ортаға өтетін жалпы жылу беріліс коэффиценті кДж/(м^2· ч ·ºС); F –жалпы салқындатылған бет ауданы $м^2$; Δt= $t_{орт.мұн}$ - tқор.; $t_{орт.мұн}$ -қыздыру уақытында мұнай өнімінің орташа температурасы

$$t_{орт.мұн}=0,5(t_к-t_б) \quad (6.4)$$

t қор - қоршаған орта температурасы, ^{0}С; τ -қыздыру уақыты.

4. Мұнай өнімінен қоршаған ортаға берілетін жылу беру коэффициентінің мәні, әр түрлі ыдыстар үшін (жер үстіндегі

металды, жер астындағы темір бетонды ыдыстар) салқындату (тәуліктегі) ұзақтығына байланыстылығы [18] әдебиетте келтірілген.

$$T_{қор} = (t_г \cdot F_г + t_В \cdot F_В)/(F_г + F_В), \quad (6.5)$$

мұндағы $t_г$ және $t_в$ -топырақтың және ауаның температурасы, ºС; $F_г$ және $F_В$ ыдыстың топырақ және сумен жанасатын бетінің ауданы м^2; $t_о = t_{гр}$-жер бетінде көлденең орналасқан және теміржол цистерниялары үшін;

5. Ыдыстағы мұнай өнімін қыздыруға кеткен Q,кДж/сағ жылудың жалпы сағаттық шығыны төмендегіше анықталады:

$$Q = (Q_1 + Q_2 + Q_3)/\tau \quad (6.6)$$

6. Қажетті жылу алу үшін (6.6) формуладан жұмсалған сағаттық бу шығыны, кг/сағ төмендегіше анықталады:

$$G_п = \frac{Q}{h_{1-h_2}}, \quad (6.7)$$

мұндағы h_1 и h_2 - жылуалмастырғыш аппаратқа кіре берістегі және шыға берістегі меншікті энтальпиялар, кДж/кг.

7. Ауа тартқыш алмастырғыш жүйедегі ауаны қысқы уақыттарда жылытуға кеткен жылу шығынын 6.1-формуламен анықталады, бұл жағдайда барлық параметрлері ауаға сәйкес алынады. Осы кездегі бу шығыны 6.7 формуласымен анықталады.

8. Бу насосының сағаттық шығыны жылу баланс теңдеуімен анықталады N_H^k:

$$G_{п.н.} = \frac{N_H^k}{(h_{1-}h_{2)*}\eta}, \text{ кг/ч} \quad (6.8)$$

мұндағы h_1 және h_2 - бу насосының кіріс және шығысындағы меншікті энтальпия кДж/кг; η – бу насосының гидравликалық және буландыру бөлігіндегі жоғалған жылуды ескеретін насос қондырғысының п.ә.к.-ті; N_H^k - насос қуаттылығы, кВт.

9. Ғимаратты жылытуға кеткен жылу шығыны.

Ғимаратты жылытудағы жоғалған жылудың шамасы төмендегіше анықталады:

$$Q_{ғим} = x \cdot V(t_{ішк} - t_{сыр}),\ кДж/ч \qquad (6.9)$$

мұндағы x – ғимараттың көлеміне, атқаратын қызметіне және конструкциясына байланысты жылыту сипаттамасы, ол негізінен сыртқы ауа шығынына және көлеміне тәуелді, Вт/$м^3 °С$; V – ғимараттың көлемі, $м^3$; $t_{ішк}$ -бөлме ішіндегі ауаның температурасы (ғимараттың атқаратын қызметіне қарай

$$t_{ішк}=5..18°С[15];$$

$t_{сыр}$ - сыртқы температурадағы жылыту мерзіміне тәулік [15] қарай таңдайды.

10. Ғимараттағы жылдық жылудың жоғалуы (шығыны) мына формуламен анықталады:

$$Q\ жылд = x \cdot V(t_{ішк} - t_{сыр.орт}), \cdot z,\ кДж/жыл \qquad (6.10)$$

мұндағы z–салыстырмалы кезең сағатта; $t_{сыр.орт}$-сыртқы ауаның орташа температурасы [15].

11. Ғимаратқа жылу жүйесі арқылы берілетін жылу мөлшерін мына формуламен анықтаймыз:

$$Qжылу=Q_{ғим}- Q_{ішк},\ кДж/сағ \qquad (6.11)$$

мұнда $Q_{ішкі}$ - ғимарат ішіндегі ыстық объектілерден (ІЖҚ, ГТҚ, ЭД) бөлінетін жылу мөлшері.

12. Бөлме ішіндегі ыстық объектілерден (ІЖҚ, ГТҚ, ЭД) бөлінетін жылуды конвективті жылу алмасу теңдеуімен анықтаймыз:

$$Q_{ішк}=\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \cdot F_i \cdot (t_{повi}-t_{вн}),\ кДж/сағ \qquad (6.12)$$

мұнда α_i - ғимарат ішіндегі ыстық объектілерден (ІЖҚ, ГТҚ, ЭД) бөлме ішіндегі ауаға берілетін жылу беру коэффициенті $[\alpha_i \approx 12\ Вт/(м^2 * К)]$;$t_{повi}$ – жылу бөлетін объектілердің сыртқы бетінің температурасы $°С$.

13. Күштік қондырғылардың жылу бөлуін, олардың қуатына және п.ә.к.-не қарай анықтауға болады:

$$Q_{күш} = N_e(1-\eta_e), \quad (6.13)$$

мұнда N_e -күштік қондырғының нәтижелік қуаты; η_e -күштік қондырғының нәтижелік п.ә.к.-ті. Мұнай базаларындағы негізгі жылу тасымалдағыштар ол қаныққан су буы 0,2…0,3 МПа қысымдағы немесе 130…150^{o}C температурадағы су. Ыдыстардағы мұнай өнімдерін 0,8…0,9 МПа қысымдағы су буымен қыздырады.

14. Қою мұнай өнімдерін магистральды құбырларға айдау үшін жылытуға кеткен жылу шығыны (6.1) формуласымен анықталады, мұндағы G – мұнай өнімінің сағаттық шығыны; $t_н$ және $t_п$ - мұнай өнімінің жылу алмастырғыш аппаратқа кіре берістегі және шыға берістегі температуралары.

Әдістемелік нұсқаулар:

№6- тәжірибелік сабақты орындауда есептік теңдеулерді дұрыс пайдалануға және мұнай базаларындағы жылу және бу шығындарын анықтау әдістемелеріне көңіл бөлу қажет. Негізгі есептік формулаларды біліп және олардың мағынасын түсіну қажет. Тәжірибелік есепті шығаруға арналған негізгі есептік формулаларды қолдана білу керек.Тапсырманы қорғап және бақылау сұрақтарына жауап беру керек.

Әдебиеттер:[14],18[224-228 беттер], 15[203-205 беттер].

6.1.5. «Резервуарлардағы мұнай өнімдерінің кеуіп жоғалу және ағызу -құю кездерінде болатын шығындарын есептеу»

Тапсырма:

Мысал. РВС – 5000 резервуарындағы **«ең көп шығын»** бензиннің жоғалуын анықтаңыз. Резервуар диаметрі $d_{резер}$=22,76 м, резервуар биіктігі $H_{резер}$= 11.9 м, қақпақтағы конус биіктігі $H_К$=0.57 м, құю биіктігі $H_{взл}$=7 м. Резервуардың географиялық орналасу ψ=54º48/ (мұнайбазысының орналасу жеріне байланысты). Ауаның максимальды температурасы $T_{воз}^{max}$=305 К, минималды $T_{воз}^{min}$=291 К. Күн ұзақтығы 16.7 с.

Резервуар қандай түсті бояумен боялған (ε_c=0.5). Демалу клапандарының жүктемесі $P_{к*в}$=196.2 Па, $P_{к*д}$=1962 Па. Барометрлік қысым $P_а$=0.101325 МПа. Бензиннің бастапқы қайнау температурасы 311 К P_S^P=44000 Па. Құю алдындағы газ кеңістігінің көлемі $V_г$=2070 м^3. Бензинді резервуарға айдау өнімділігі Q=650 м^3/сағ құю биіктігі $H_{биік}$ = 7 м -ден 11 м, биіктіктерінен асады. Құю уақыты $\tau_{құю}$=2.5 с. Бензиннің орташа температурасы $T_{б.орт.}$=298 К. Резервуардың басталу уақыты $\tau_{пр}$ = 17.5сағ. Бензин жарық күнде, күндіз құйылады. Резервуардың газ кеңістігіндегі температурасы Т=298.2 К.

№7 Тапсырманы орындауға қажетті мәліметтерді 6.5-кестеден аламыз.

6.5- кесте

№7 тапсырманы орындауға қажет мәліметтер

Сынақ кітапша-сының соңғы саны	Q, м^3/сағ	$T_{н.к}$, К	Сынақ кітапшасының соңғы санының алдыңғы саны	$d_{резер}$, м	$H_{резер}$, м	$T_{воз}^{max}$, К
0	610	318	0	22,3	11,9	305
1	630	322	1	23	12	300
2	650	319	2	23,5	12,3	305
3	620	316	3	24	12,1	300
4	630	323	4	23,5	11,5	310
5	640	320	5	24,2	11	306
6	320	314	6	22,5	10,5	311
7	610	317	7	23,2	11	310
8	590	321	8	22,8	11,3	320
9	600	315	9	24	12,5	315

Шешуі:

1) Құюға дейінгі абсолюттік қысым $P_а$=$P_г$=10325Па.

2) Қатынасы

$$\frac{P_г}{T}=\frac{101325}{298.2}=340 \text{ Па/К.}$$

3) $\frac{P_г}{T}$ және $T_{н*к}$ тәуелділік графигінен (7.1 –сурет) бензин буының тығыздығын ρ = 2.98 кг/$м^3$ табамыз .

4) Бензин ауданы « айна » , $м^2$.

$$F_\delta = \frac{\pi * d_{рез}^2}{4} = \frac{3.14 * 22.76^2}{4} = 406.64\ м^2.$$

5) Бензинді құйғаннан кейінгі $H_{2г}$ резервуардағы газ кеңістігінің биіктігін мына формуламен анықтаймыз

$$H_{2г} = H_{ыдыс} - H_{көт} + \frac{\Delta V}{FH} = H_{ыдыс} - H_{көт} + \frac{1}{3}H_К = 11.9-11+\frac{0.57}{3} = 1.09\ м,$$

мұндағы $H_{ыдыс}$ - ыдыстың тік буйір қабырғасының биіктігі, м; ΔV-жазықтық және қақпақ бетімен шектелетін көлемі, тік цилиндрлік ыдыстар ұшты $\frac{\Delta V}{F_н} = \frac{1}{3}H_К$; мұнда $H_К$ - қақпақтың конустық биіктігі, $F_н$ – ыдыстың көлбеу бетіндегі газ кеңістігінің шектеуші қабырға бетінің ауданы; $H_{көт}$ -ыдыстан бензинді құю биіктігі, м.

6) Бензинді құю барысындағы ыдыстағы газ кеңістігінің биіктігі:

$$H_{1г} = H_{ыдыс} - H_{көт} + \frac{\Delta V}{F_н} = H_{резер} - H_{взл} + \frac{1}{3}H_К = 11.9-7+\frac{0.57}{3} = 5.09\ м,$$

7) Бензинді құюға дейінгі ыдыстағы газ кеңістігінің көлемі:

$$V_г = F_\delta * H_{2г} = 406.64 * 5.09 \cong 2070\ м^3.$$

8) Құйылатын бензиннің көлемі:

$$V_н = Q * \tau_{зак} = 650 * 2.5 = 1625\ м^3.$$

9) $\tau = \tau_{пр} + \tau_{зак}$= 17.5 + 2.5 = 20 сағ. болғанда графигі (7.2- суреттен)

$\frac{\Delta C_2}{C_s}$ =0.2 табамыз; мұнда $\frac{\Delta C_2}{C_s}$ - тұрған ыдыстағы $\tau_{пр}$ газ кеңістігіндегі концентрациясының орташа өсуі, C_s – қанықкан сызық бойынша бензин буының концентрациясы.

10) НДКМ-200 типті екі домалақ клапандары арқылы шығаратын бу-ауа қоспасының шығу жылдамдығы

$$\upsilon_{\text{шығ}} = \frac{4Q}{k*\pi*d_{\text{П}}^2} = \frac{4*650}{2*3.14*0.2^2*3600} = 2.85 \text{ м/с},$$

мұндағы Q - дәлдеу мөлшері, м^3/ч; К- демалыс клапандар саны, демалыс клапаны 2; $d_{\text{П}}$ - монтаждалатын келтірілген құбырдың диаметрі 0,2 м (ыдыстың типіне байланысты беріледі).

11) Қарастырылып отырған уақытта, ыдыстағы газ кеңістіктеріндегі салыстырмалы орташа концентрациясы

$$\frac{\Delta C}{C_s} = \frac{H_{1г}}{H_{2г}} + \frac{\Delta C_1}{C_s \tau_{зак}} * \tau_{құю} + \frac{\Delta C_2}{C_s} = \frac{1.09}{5.09} + 0.052 * 2.5 + 0.2 = 0.544$$

мұнда $H_{1г}$, $H_{2г}$, - бензинді айдауға дейінгі және одан кейінгі ыдыстағы газ кеңістігінің биіктігі;

$\frac{\Delta C_1}{C_s \tau_{зак}} \tau_{құю}$ - бензинді құю барысындағы ыдыстағы газ кеңістігіндей салыстырмалы концентрациясының орташа өсуі. $\frac{\Delta C_1}{C_s \tau_{зак}}$ мәнінен (7.3-сурет) графиктен табамыз, $\tau_{зак}$-ның белгілігіне бу–ауа қоспасының шығу жылдамдығына $\upsilon_{\text{шығ}}$ байланысты.

12) Қаныққан қысым P_s график (7.4-сурет) Т=$T_{б.орт}$, т.е. $T_{нк}$- $T_{б.орт}$: P_s=28800Па.

11) Бензиннің парциалда орташа есептік қысымы мына формула:

$$P_y = \frac{\Delta C}{C_s} * P_S = 0.544 * 28800 = 15667 \text{ Па}.$$

13) Бір «үлкен демалыс» клапанынан жоғалатын бензиннің мөлшері:

$$G_{б.д.} = \left[V_н - V_г\left(\frac{P_2 - P_1}{P_2 - P_y}\right)\right] * \frac{P_y}{P_2} * \rho =$$

$$\left(1625 - 2070 * \frac{1962}{101325 + 1962 - 15667}\right) * \frac{15667 * 2.98}{101325 + 1962} = 714 \text{ кг},$$

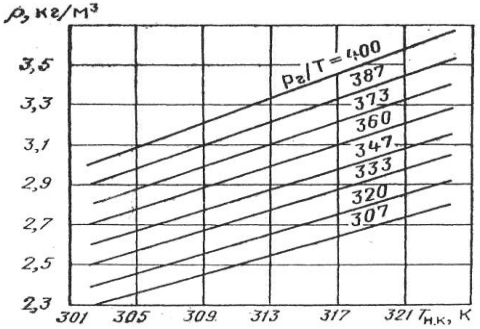
мұндағы $V_Н$ -ыдысқа құйылатын бензин көлемі, м^3; $V_г$ -бензинді ыдысқа құю алдындағы газ кеңістігінің көлемі, м^3; P_2 - құю

соңындағы газ кеңістігіндегі абсолюттік қысым ($P_2=P_а+P_{к.д.}$); P_1- сол сияқты бастапқы кездегі құю ($P_1=P_а-P_{к.в.}$ - түнгі кездегі бастапқы құю, $P_1=P_а$ -күндізгі кездегі құю); $P_у$ - бензин буларының орташа есептік парциалды қысымы.

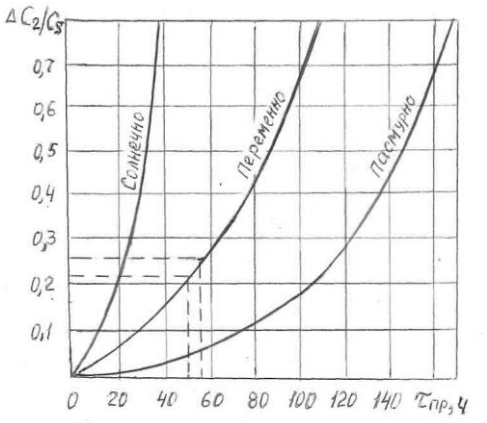
14) «Үлкен демалыс» клапынынан жоғалуды болдырмау үшін қандай қысымға демалу клапынын орнатуға болатынын анықтаймыз.

$$P_{к*д}=\frac{V_г*P_г-V_н-P_у}{V_г-V_н}\text{-}P_г=\frac{2070*101325-1625*15667}{2070-1625}=313693\ \text{Па}.$$

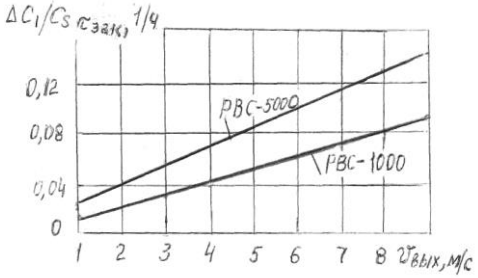
РВС типтік цилиндрлік ыдыста мұндай қысымда ұстап тұра алмайтынымыз анық.



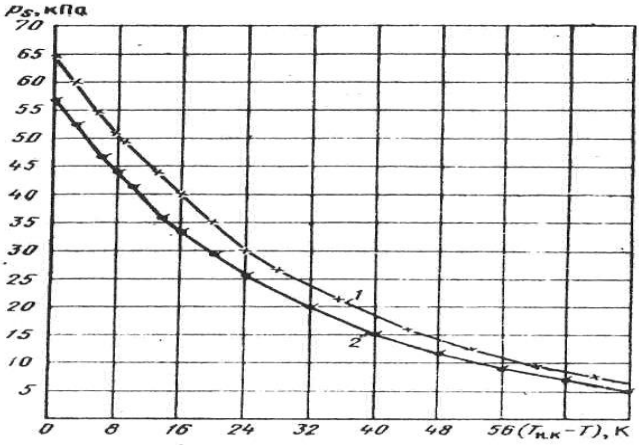
7.1 –сурет. Бензин буларының тығыздығын анықтайтын график



7.2 –сурет



7.3- сурет. НДКМ типті екі демалу клапандарымен жабдықталған ыдысқа құю барысындағы газ кеңістігінің салыстырмалы сағаттық өсу концентрациясына $\frac{\Delta C_1}{C_{S\tau_{зак}}}$ байланыстығы



7.4-сурет. Бензиннің қаныққан буларының қысымын анықтайтын график

Орындалған жұмыс бойынша есеп құрастыру, қорғау және бақылау сұрақтарына жауап беру.

Әдістемелік нұсқаулар:

№7 тәжірибелік сабақты орындауда ұсынылған әдебиеттерге [4,14] және ОӘК-дегі дәрістік конспектіге көбірек көңіл бөлу керек.

Әдебиет: 16 [145 – 175 беттер]. Бақылау сұрақтары:

1) Резервуалардағы мұнай өнімдерінің есептік шығындарының тәртібі.

2) Қандай формуламен резервуарлардағы «кіші демалыс» кезіндегі мұнай өнімі шығындары анықталады?

3) Қандай формуламен резервуарлардағы «үлкен демалыс» кезіндегі мұнай өнімі шығындары анықталады?

Резервуарлардың «кіші демалыс» және «үлкен демалыс» кезіндегі мұнай өнімі шығындары дегеніміз не?

7. Өзіндік бақылау үшін тест сұрақтары

№1. Модуль

1.1 тақырыптар және 1.2 «Энергия үнемдеу технологиясының негіздері және екіншілік энергия қорлары (ЕЭҚ)»

1.Энергия сақтау дегеніміз не?

А) Энергия тасымалдағыш

В) Энергосыйымдылық

С) Энергетикалық қорларды тиімді пайдалануға бағытталған кешенді шаралар

Д) Үнемділіктің азаюы

Е) Энергетикалық ағын

2.Энергетикалық қор деген не?

А) Қазіргі уақытта немесе келешекте пайдаланылатын пайдалы көз

В) Энергетикалық баланс

С) Аралық қолданулардағы пайдалы қор

Д) Таңдалынған энергетикалық қор

Е) Қосымша энергия?

3. Екінші энергетикалық қор (ЕЭҚ) дегеніміз не?

А) Энергетикалық баланс

В) Аралық қолданулардағы пайдалы қор

С) Таңдалынған энергетикалық қор

Д) Негізгі өндірістен алынатын қосымша өнім түрі немесе энергетикалық қор түрі

Е) Негізгі өндірістен алынатын бастапқы өнім түрі

4. Энергия түріне қарай ЕЭҚ төмендегідей бөлінеді:

А) Көліктік, энергетикалық

В) Мұнай және қосымша

С) Атмосфералық, жылулық және артық қысымда

Д) Ыстық, энергетикалық, шартты

Е) Энергетикалық, біріншілік, жылулық

5. ЕЭҚ түріне және параметрлеріне байланысты ЕЭҚ-ды пайдалану бағыттары төмендегідей жіктеледі:

А) Келешектік, біріншілік, отындық

В) Отын, жылулық, күштік, құрамалы

С) Екіншілік, жылулық, құрамалы

Д) Жасанды, органикалық, күштік

Е) Отын, ыстықтық, энергетикалық

6. ЕЭҚ көздері:

А) Жанғыш, жылулық, артық қысымды

В) Энергетикалық, жүйелік, жылулық

С) Отын, екіншілік, қосымша

Д) Энергетикалық, ыстықтық, қосымша

Е) Артық қысымды, газды, біріншілік

7. ЕЭҚ-дан алынған энергия көздерін пайдалану

А) Суықты, күшті, үнемді

В) Отын, суық, жылу және электр энергиясын немесе механикалық жұмыс

С) Электрэнергиясы, күштік энергия, қосымша энергия

Д) Жылу энергиясы, потенциалды энергия

Е) Механикалық жұмыс, күштік энергия, потенциалды энергия

№2. Модуль

«Мұнай және газ кәсіпшілігіндегі энергия қорын үнемдеу технологиясы»

8. Мұнай және газ ұңғыларын бұрғылауда ҒЖҚ-дан шыққан газдарды пайдаланудың негізгі бағыттары:

А) Мұнай қабаттарына бу жылуының әсері

В) Механикалық энергия өндіру үшін

С) Ұңғыларды күрделі жөндеу және игеруде қолдану

Д) Электрэнергиясын өндіру

Е) Электрэнергиясын және механикалық энергияны өндіру

9. КС-дағы ГТҚ-дан шыққан газдардың жылуын тиімді пайдалану бағыттары

А) Артық қысым алу

В) Тасымалданатын газды және суды салқындату

С) Жылу және электрэнергиясын алу, тасымалданатын газды салқындату

Д) Электрэнергиясын өндіру, артық қысым алу

Е) Тасымалданатын газды салқындату

10. Суды және буды бүрку арқылы ГТҚ қуатын күшейту деген не?

А) ГТҚ қуатын азайту

В) Үнемділігін азайту

С) Отын шығынын азайту

Д) ГТҚ қуаттылығын арттыру

Е) ГТҚ қуаттылығын арттыру және ПӘК-ті азайту

11. КС және ГТҚ қандай негізгі элементтерден тұрады?

А) Газтурбинасы, сорап

В) Газтурбинасы, нагнитатель

С) Компрессор, сорап, жұмыстық дене

Д) Жану камерасы, жұмыстық дөңгелек

Е) Газтурбинасы, компрессор, жану камерасы

12. Магистральды газ құбырындағы КС, ГТҚ-нан шыққан газдарды утилизациялаудың негізгі бағыттары:

А) Жылу энергиясы, артық қысым алу

В) Механикалық энергия, кешенді энергия және артық қысым алу

С) Жылу энергиясы, суық өндіру, механикалық және электрлік энергия алу

Д) Тек механикалық энергия алу

Е) Механикалық энергия және суық өндіру

13. Жылу сорабы дегеніміз не?

А) Жылуды төменгі температурадан жоғарғы температура деңгейіне дейін тасымалдайтын машина

В) Жылуды жоғарғы температурадан төменгі температура деңгейіне дейін тасымалдайтын машина

С) Жылуды аз қыздырылған беттен ыстық денеге беретін машина

Д) Механикалық энергия өндіруге арналған машина

Е) Жылу және электрэнергиясын өндіруге арналған машина

14. КС-дағы ГТҚ-дан шығарылған жылуды қандай мақсаттарға пайдалану мүмкін?

А) Мұнай – газ ұңғыларын бұрғылауға

В) Мұнай өнімдерін жылытуға

С) Жылуды, электрэнергиясын, суықты, механикалық жұмысты өндіру үшін

Д) Сумен жабдықтау және ұңғыларды бұрғылау

Е) Жылу энергиясын өндіру

15. Дизель отын қорын сақтауда ІЖҚ-да келешекте қандай отын түрлері қолданылуы мүмкін?

А) Мазут, керосин, бензин

В) Дизель отыны, бензин, мазут

С) Керосин, табиғи газ

Д) Сығымдалған табиғи газ және дизель отыны

Е) Сығымдалған табиғи газ және бензин

16. Электрэнергияны және жылуды өндіру үшін шығарылған газдардың жылуын қайта пайдаланатын ГТҚ-ның ПӘК қалай анықталады?

А) $ή_e = (N_{гтқ} + Q)/N_{бт}$

В) $ή_e = (N_{бт} / N_{гтқ})+Q$

С) $ή_e = (N_{бт} + Q) / N_{гтқ}$

D) $ή_e = (N_{бт} – N_{бт}) / Q$

Е) $ή_e = (N_{гтқ} + N_{бт})/Q$

$N_{ПТ}$ – бу турбинасы білігіндегі қуаттылық; Q – құрамалы қондырғыдағы жанармай шығындарының қосындысы.

17. Жылусораптық қондырғы (ЖСҚ) қандай негізгі элементтерден тұрады?

А) Буландырғыш, компрессор, сорап, детандер

В) Компрессор, сорап, турбина

С) Тоңазытқыш, турбина, камера

Д) Буландырғыш, компрессор, конденсатор, кедергіш

Е) Конденсатор, буландырғыш, турбина

18. Бугенаратор қондырғысының атқаратын қызметі:

А) Мұнай өнімдерін қыздыруға және салқындатуға

В) Мұнай кенорындарын игеруде қолданылатын жылу әдістері

С) Қондырғының жылушығындарын азайту

Д) КС – ға тасымалдайтын газды салқындату үшін

Е) қондырғының қуаттылығын арттыру үшін

19. Энергия үнемдеушілердің энергетикалық потенциалы анықталады:

А) ГТҚ, ІЖҚ ЕЭҚ жанармайлары үшін;

В) Жылулық ЕЭҚ, энеретикалық қондырғылар, ГТҚ үшін;

С) Жанармайлық және жылулық ЕЭҚ, артық қысымды ЕЭҚ үшін;

Д) Механикалық жұмыс, жылулық ЕЭҚ, энергетикалық қондырғылар үшін;

Е) Жылулық сораптар (насос), энергетикалық қондырғылар, механикалық жұмыстар үшін;

20. ЕЭҚ-дың утилизация коэффициенті деген не?

А) ЕЭҚ есебінен үнемделген жылудың экономикалық мүмкін жылуға қатынасы;

В) Негізгі жанарма көлемі ЕЭҚ есебінен үнемделеді;

С) нақты (жоспарланған) өнімнің, экономикалық тиімдіге қатынасы;

Д) утилизациялық қондырғыларда тұтынушылардың ЕЭҚ есесбінен өндірілетін энергияны пайдалану көлемі;

Е) ЕЭҚ есебінен үнемделетін нақты (жоспарланған) жанармайдың экономикалық тиімді жанармай көлеміне қатынасы;

21. ЕЭҚ пайдалану кезінде қолданылатын түсініктер түрлері:

А) мүмкінді, келешектілі, бастапқы;

В) жоспарлы, болжамды, бастапқы;

С) экономикалық мақсатқа сай,қосалықы, келешекті;

Д) мүмкін, экономикалық мақсатқа сай, жоспарлаулы, нағыз өнім;

Е) жоспарлы, ұзақ мерзімді, айқынды.

22. Мұнай және газ өнеркәсібіндегі жылу энергетикалық қондырғыларын пайдалану кезінде жанар және майлау майларының қандай шығындары орын алады.

А) эксплуатациялық, жылдық, бастапқы;

В) эксплуатациялық және апаттық, сандық, сапалық және аралас;

С) сапалық, диагностикалық, абсолютті;

Д) рационалды, пайдалану, апаттық;

Е) нағыз,бастапқы, анықталған.

23. Поршеньді және газотурбиналы, газайдағыш агрегаттың жеке қызметі үшін шығындалатын отындық газ мөлшері:

А) 29-25%

В) 15-17%

С) 50-65%

Д) 30-40%

Е) 80-85%

24. Мұнай өнімдерінің толық массасын қыздыруға шығындалатын бу мен жылу мөлшері қай формула арқылы анықталады?

А) $Q = G \cdot C_p / t_н - t_п$

В) $Q = G \cdot C_p - t_н / t_п$

С) $Q = C_p / Q \cdot (t_н - t_п)$

Д) $Q = (t_н - t_п) / G \cdot C_p$

Е) $Q = G \cdot C_p (t_н - t_п)$

Мұнда: G-мұнай өнімінің пайдалы массасы; $t_н$-қыздырудың бастапқы температурасы; C_p- мұнай өнімінің орташа температурсындағы меншікті жылу сыйымдылығы; $t_п$-мұнайды қыздыру температурасы

25. Жылулық оқшаулану деген не?

А) ыстық беттен - қоршаған ортаға таралатын жылу шығынын төмендетуші кез келген қабат;

В) ыстық беттен - қоршаған ортаға таралатын жылу шығынын жоғарылатушы кез келген қабат;

С) ыстық беттен - қоршаған ортаға таралатын жылу шығынын жоғарылатушы және төмендетуші қабат;

Д) ыстық беттен - қоршаған ортаға таралатын жылу шығынын тек қана жоғарылатушы қабат;

Е) жылу бөлгіш материалдар.

26. Шыққан газдың жылуын және электр энергиясын аралас өндіретін КС-дағы ГТҚ -ның қандай көрсеткіштері жылу пайдалану дәрежесін сипаттайды?

А) ішкі ПӘК;

В) сыртқы ПӘК;

С) жылудың жылулық коэффициенті;

Д) жылу пайдаланудың термиялық коэффициенті;

Е) жылу пайдалану коэффициенті.

27. Екінші энергетикалық қорлардың (ЕЭҚ) негізгі қолданыс бағыттарын көрсетіңіз.

А) энергетикалық, механикалық, күн сәулесі ЕЭҚ;

В) жанармайлық, өнеркәсіптік және химиялық ЕЭҚ;

С) жылулық және жанармайлық ЕЭҚ, артық қысымды ЕЭҚ;

Д) газдық, метолургиялық және химиялық ЕЭҚ;

Е) мұнайлық, кендік және механикалық ЕЭҚ.

28. Диаметрлерінің қатынасы d_1/d_2=175/190 және жылуөткізгіштігі λ_1= 50Вт/(м^{2}К) болат құбыр, екі қабатты оқшауланған. Бірінші қабаттың қалыңдығы δ_2=40мм жылуөткізгіштігі λ_2= 0,2 Вт/(м^{2}К) ал екінші қабаттың δ_3 = 70мм ,λ_3 =0,1 Вт/(м^{2}К) Оқшауланудың ішкі бетінің температурасы t_1 =300 ºС, сыртқы беттікі t_2 =50ºС Оқшауланған құбырдың 1м ұзындықтағы жылу шығынын анықтаңыз q_l.

А) 300 Вт/м;

В) 480 Вт/м;

С) 517 Вт/м;

Д) 110 Вт/м;

Е) 260 Вт/м;

29. Диаметрі d_1=180мм СРҚ-тың (сұйық реактивті қозғалтқыш) жану камера қабырғасының ұзындық бірлігі арқылы өтетін жылу мөлшерін q1(Вт/м) анықтау керек, егер

қабырға қалыңдығы $\delta_{ст}$=2,5 мм, хромоникельді болаттың жылуөткізгіштік коэффициенті $\lambda_{ст}$=35 Вт/(мк) болса. Қабырға беттерінің температурасы тұрақтандырылған $t_{ст1}$=1200 °С және $t_{ст2}$= 600°С.

А) $2{,}1 \cdot 10^6$Вт/м
В) $11{,}5 \cdot 10^6$Вт/м
С) $23 \cdot 10^6$Вт/м
Д) $4{,}82 \cdot 10^6$Вт/м
Е) $9{,}7 \cdot 10^6$Вт/м

Дұрыс жауаптардың кодтары

Сұрақ нөмірі	Дұрыс жауап	Сұрақ нөмірі	Дұрыс жауап	Сұрақ нөмірі	Дұрыс жауап
№1 МОДУЛЬ		№2 МОДУЛЬ			
1	С	8	С	19	С
2	А	9	С	20	Е
3	Д	10	Д	21	Д
4	С	11	Е	22	В
5	В	12	С	23	Е
6	А	13	А	24	Е
7	В	14	С	25	А
		15	Д	26	Е
		16	Е	27	Е
		17	Д	28	С
		18	В	29	Е
				30	Д

ҚОЛДАНЫЛҒАН ТЕРМИНДЕР

Энерготехнология – кинетика мен химиялық реакцияларды терең зерттейтін механизмдерге негізделген, жылудың физикалық жолмен берілуі жөніндегі ғылым саласы.

Энергия үнемдеу – энергияны үнемді қолдануға істелген организациялық, техникалық, ғылыми, экономикалық іс-шаралар.

Энергетикалық ресурс – қазіргі қолданылып жатқан және перспективалы қолдануда пайдалы болатын энергия көзі.

Қосалқы энергетикалық ресурс – өндірістегі негізгі өнімнен қосалқы өнім ретінде алынып жатқан энергетикалық ресурс.

Энергия ресурстарын үнемді қолдану - технология мен техниканың қоршаған ортаны қорғай отырып, үнемді қолданылған энергетика жетістігі.

Энергияның оңтайлы қолдануының көрсеткіші – мемлекетпен орнатылған, энергия көзінің қолдану мен жоғалтудағы абсолютті мөлшері.

Энергияны рационалды қолдану – әлеуметтік, политикалық, қаржылай шектеулерді ұстана отырып, экономикалық жетістіктерге жете отырып, энергияны қолдану.

Энергия сыйымдылығы – белгілі бір өнімді өндірудегі жұмсалған энергия көзі.

Жанармайлық ЕЭҚ – ЕЭҚ-ті жанармай ретінде тікелей қолдану.

Жылулық ЕЭҚ – ЕЭҚ арқылы немесе ЕЭҚ ретінде жылуды қолдану. Осы бөлімге ЕЭҚ арқылы суықты өндіру де жатады.

Күштік ЕЭҚ – екінші дәрежелі энергия ресурстары есебінен механикалық, электрлік энергияны қолдану.

Артық қысымды ЕЭҚ – атмосфераға шығару алдында төмендетуге тиісті, агрегаттардан шығатын газдар мен сұйықтықтардың потенциалды энергиясы.

Жылулық оқшау – жылу шығынын азайту мақсатындағы тұрғын үйлер мен жылу қондырғыларын оқшаулау.

ЕЭҚ-тың өндірілу коэффициенті – экономикалық мүмкіндіктің жоспарланған өнімге қатынасы.

ЕЭҚ есебінен жанармай үнемдеу – ЕЭҚ қолдауы арқылы үнемделетін алғашқы жанармай мөлшері.

ЕЭҚ-тың утилизация коэффициенті – ЕЭҚ есебінен үнемделетін нақты (жоспарлы) жанармайдың, экономикалық тиімді жанармайға қатынасы.

Жылу сорабы (насосы)- жылуды неғұрлым төменгі температуралық деңгейден неғұрлым жоғарғы деңгейге алмастырушы машина, жұмыс барысында тасымалданатын жылу қуатынан аз қуат жұмсалады. Жылу сорабының көмегімен жылу қалдықтарын және табиғи жылуды әр түрлі жылу қамту мақсатында қолдануға болады.

Энергия тасымалдағыш – көзделген мақсатқа тура қолданылатын өңделген энергетикалық қор және қызметіне қарай табиғи қор болып табылады.

Энергетикалық баланс - энергия түзілуін сипаттаушы және онымен қамту кезіндегі кеткен шығын мен соңғы шығын теңдігін сипаттаушы көрсеткіштер жүйесі.

Энергияның регенерациясы – белгілі бір үрдістен кейінгі қалдық энергияны, осы немесе басқа үрдіске қайтара пайдалану.

Энергетикалық технология – энергияның түзілуін, қолдану аясын, өнеркәсіптегі қолданысын айқындайтын технологиялық сала.

БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. Ванюшин Ю.Н., Глушков В.И. Утилизация тепла на компрессорных станциях магистральных газопроводов. – М:Недра, 1978. –160 с.

2. Поршаков Б.П. Газотурбинные установки: учебное пособие. – М.: Недра,1992. – 238 с.

3. Ревзин Б.С.Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты.–М.:Недра,1986. – 215 с.

4. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология энергосбережения: учебник. –М.:ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. – 352 с.

5. Тагиров К.М., Лобкин А.Н. Использование выхлопных газов ДВС в нефтедобыче. – М.: 000 «Недра – Бизнесцентр», 2000. –146 с.

6. Теплотехника: Учебник для студентов вузов / А.М. Архаров, С.И. Исаев, И.А. Кожинов и др.; под общ. ред. В.И. Крутова. – М.:Машиностроение,1986. – 432 с.

7. Теплотехника: учеб.для вузов /А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др.: под ред. А. П. Баскакова - 2-е изд. перераб.-М.: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.

8. Шелковский А.С. Патыченко А.С, Захаров В.П. Утилизация и использование вторичных энергоресурсов компрессорных станций.-М.:Недра,1991.-160 с.

1.7.2 Қосымша әдебиеттер

9. Ахмеджанов Т.К., Ускумбаев К.Р и др. Оценка эффективности внедрения ресурсосберегающих физико-химических методов увеличения нефтеотдачи пластов на месторождениях западного Казахстана.-Инновационные пути развития нефтегазовой отрасли Республики Казахстан:Материалы международный научно-технический конференции.-Алматы.:Издательство КазНТУ, 2007, с.108-113.

10. Байбаков Н.К., Гарушев А.Р. Тепловые методы разработки нефтяных месторождений.- 3-е изд.,переработанное и доп.-М.:Недра, 1988.-343 с.

11. Борисова Н.Г. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнике: учебное пособие. – Алматы.: АИЭС, 2006. –76 с.

12. Бисенгалиев М. Подогрев высоковязкой нефти и нефтепродуктов.-Промышленность Казахстана, 2007, 4(43), с.61.

13. Васильев Ю.Н., Хушпульян М.М. Утилизация тепла выхлопных газов. -Газовая промышленность,1985, №10, с.22-23.

14. Васильев Ю.Н.,Золотаревский Л.С. и др. По пути высокоэффективного использования ресурсов.-Газовая промышленность, 1987, №5, с.20-22.

15. Волков М.М, Михеев А.Л, Конаев К.А.Справочник работника газовой промышленности. -2-е изд.,перераб. и доп.- М.:Недра, 1989.-286 с.

16. Жубандыкова Ж.У.,Адибаттаева М.М Утилизация нефтесодержащих отходов при изго- товлении грунтобетона.- Инновационные пути развития нефтегазовой отрасли Республики Казахстан: Материалы международный научно-технический конференции. -Алматы.: Издательство КазНТУ, 2007, с.391-393.

17. Монтаев С.А., Рихимов А.А. и др. К вопросу утилизации нефтешламов за счет комплекс- ного использования их в производстве материалов строительного назначения.- Инноваци- онные пути развития нефтегазовой отрасли Республики Казахстан: Материалы международный научно-технический конференции. – Алматы.: Издательство КазНТУ, 2007, с.398-399.

18. Киселев М.М. Топливно-смазочные материалы для строительных машин.Справочник.- М.: СТройиздат, 1988. -271 с.

19. Коновалов Е.А.,Артимонов В.Ю. и др. Пути снижения расхода материалов при бурении скважин.- Газовая промышленность, 1987,№2, с.32-33.

20. Мамедова М.Д., Шаповалов М.Э. Сжиженный природный газ взамен дизельного топлива. - Газовая промышленность, 1987,№2, с.42-43.

21. Мужиловский П.М., Васильев Ю.Н., Золотаревский Л.С. Комплексная система утилизации ВЭП. -Газовая промышленность, 1985, №1, с.18-19.

22. Ресурсосберегающие техника и технология при обустройстве и эксплуатации нефтяных месторождений. Сб. научных трудов. Куйбышев, 1989. –137 с.

23. Тугунов П.И., Новоселов В.Ф.Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов.Учеб.пособие для вузов.–М.:Недра, 1981. –184 с.

24.Тугунов П.И.,Самсонов А.П. Основы теплотехники, тепловые двигатели и паросиловое хозяйство нефтебаз и перекачивающих станций. – М.: Недра, 1970. – 248 с.

25. ШишкинГ.В. Справочник по проектированию нефтебаз. Л.:Недра,1978. – 216 с.

26. Зоря Е.И., Зенкин В.И., Никитин О.В., Прохоров А.Д. Ресурсосберегающий сервис нефтепродуктообеспечения. - М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2004. – 448с.

27. Глебова Е.В., Глебов Л.С., Сажина Н.Н. Основы ресурсо – энергосберегающих технологий углеводородного сырья – М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ Нефти и газа им. И.М.Губкина, 2005–184с.

28.Казаченко А.Н.,Никишин В.И. Основы ресурсосберегающие технологии трубопроводног транспорта природных газов «Учебное пособии: ГАНГ им.Губкина.,М.1986

29.Никишин В.И. Энергосберегающие технологии трубопроводного транспорта природных газов. М.«Нефть и газ».,1998,420с.

30. Тулуеуов К.Т.,Абдукаримов С.А.Учебно-методический комплекс по дисциплине «Энергоресурсусберегающие технологии в нефтегазовой отрасли» для специальности 050724- «Технологические машины и оборудование» специализация 050724- «Технологические машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности». – Алматы: КазНТУ, 2009. – 85с.

31. Абдукаримов С.А.,ТолеуовҚ.Т.,Газ айдағыш агрегаттар. ОӘК.,ҚазҰТУ, 2012. –106 б.

32. Төлеуов Қ.Т., Әбдікәрімов С.Ә., Газтурбиналы жетекті газ айдағыш агрегаттардың термодинамикалық және негізгі параметрлерін есептеу. 1–бөлім. Газтурбиналы қондырғылардың термодинамикалық және негізгі параметрлерін есептеу. –Алматы: ҚазҰТУ, 2006. –37 б. Курстық және дипломдық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар.

33. Әбдікәрімов С.Ә., Төлеуов Қ.Т. Газтурбиналы жетекті газ айдағыш агрегаттардың термодинамикалық және негізгі параметрлерін есептеу. Әртүрлі режимдегі газтурбиналы жетекті газ айдағыш агрегаттардың термодинамикалық және

техникалық-экономикалық параметрлерін есептеу. 2-бөлім. Газтурбиналы қондырғылардан дипломдық жобаны және өзіндік жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар (5В72900, 5В72400) мамандықтарының студенттеріне арналған). –Алматы: ҚазҰТУ, 2006. 49 б.

34. Төлеуов Қ.Т., Абдукаримов С.А., Газтурбиналы газ айдағыш агрегаттар. Оқу құралы.,–Алматы: ҚазҰТУ,2013–132 б.

35. Абдукаримов С.А., Мұнай және газ саласындағы гидромашиналар мен компрессорлар. ОӘК., ҚазҰТУ,2011–90 б.

36. Суербаев Х., Мұнай-газ ісінің негіздері. Оқулық. – Астана: Фолиант, 2008. –376 б.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе.....	3
1-бөлім	Энергияқорларын үнемдеу технологияларының негіздері және екіншілік энергия қорлары (ЕЭҚ)	5
1.1.	Энергия қорларын үнемдеудің жалпы проблемалары	5
1.1.1.	Мұнай және газ кәсіпшілігіндегі энергия қорларын үнемдеудің принциптері және олардың көздері.....	5
1.2.	Мұнай және газ өнеркәсібіндегі екіншілік энергия қорларын пайдаланудың негізгі бағыттары	8
1.2.1.	Екіншілік энергия қорлары туралы түсінік және оның түрлері	8
1.2.2.	Энергетикалық қорларды және энергия көздерін пайдаланудың принципиалдық сұлбасы	10
2-бөлім	Мұнай және газ кәсіпшіліктерінде энергия қорларын үнемдеу технологиялары	17
2.1.	Мұнай және газ ұңғыларын бұрғылаудағы энергия қорын үнемдеудің технологиясы	17
2.1.1.	Қор үнемділік технологияны енгізудегі ұңғыны бұрғылауға қажет материалдардың шығынын азайту және мұнай бергіштікті арттыру жолдары	17
2.1.2.	Ұңғыларды бұрғылауда технологиялық қажеттіліктер үшін іштен жану қозғалтқыштарынан шығатын түтін газдарының энергиясын қайта пайдалану	19
2.1.3.	Іштен жану қозғалтқыштарынан шығатын газдардың энергиясын қайта пайдалануға арналған қондырғылар	27
3-бөлім	Газды құбырлар арқылы тасымалдаудағы энергия қорларын үнемдеу технологиялары ..	32

3.1.	Газ құбырларының компрессорлы станцияларындағы (КС) екіншілік энергия қорлары (ЕЭҚ) және оларды пайдаланудағы негізгі бағыттар	32
3.1.1.	Газтурбиналы қондырғының энерготехнологиялық сұлбалары	35
3.2.	Газтурбиналық қондырғылардан шығарылатын газдардың жылу энергиясын үнемдеу технологиялары	41
3.2.1.	Газтурбиналы қондырғының ПӘК-ін арттыру	43
3.2.2.	ГТҚ+БГҚ жүйелеріндегі энергияқорларын үнемдеу технологиялары	45
3.2.3.	Газтурбиналы қондырғы жану камерасының энергетикалық сұлбасы	46
3.2.4.	Газтурбиналы қондырғы энергоқорларын үнемдеу технологиясы және экология	47
3.3.	КС-да қосымша механикалық және электр энергиясын өндіру	49
3.3.1.	Газтурбиналы агрегаттардан шығарылатын ЕЭҚ жылу энергияларын бу және ыстық су өндіру үшін пайдалану	53
3.3.2.	ГТҚ-дан шығатын газдардың жылуын қолдану кезінде жылу энергиясын өндірудегі қазан утилизаторының принципиалдық жұмыс сұлбасы	54
3.3.3.	Тасымалданатын газдарды салқындату үшін компрессорлық станциялардағы қалдық жылуларды пайдалану	56
3.4.	Компрессорлық станциялардағы екінші энергетикалық қор көздерін пайдалану жолдары	59
3.4.1.	Газ тарату және компрессорлық станциялардағы қалдық газдардың артық қысымдарын іске асыру	61

3.4.2.	Компрессорлық станциялардағы екіншілік қалдық энергия өнімдерінің кешендік жүйесі	63
4-бөлім	Мұнайды қайта өңдеу және мұнай химиялық кәсіпорындарындағы энергия қорларын үнемдеу технологиясы	66
4.1.	Мұнайды қайта өңдеу	66
4.1.1.	Мұнайды қайта өңдеуші зауыттарда мұнайды тазартуға арналған жылу насостық қондырғысының сұлбасы	67
4.1.2.	Мұнайды, газды өндірудегі және сақтаудағы энергия қорларын үнемдеу технологиясы	71
4.2.	Мұнай және газ кәсіпшіліктерінде жылу энергетикалық қондырғыларды пайдалануда энергия қорларын үнемдеу технологиясы	74
4.2.1.	Жанар-жағар майлар шығынын азайтудағы негізгі бағыттар	75
4.2.2.	Іштен жану қозғалтқыштары мен газтурбиналы қондырғыларды пайдалану кезіндегі жанар-жағар майлардың шығынын азайту	76
4.2.3.	Нормалау және жанар-жағар майлардың орташа шығынын есептеу	77
4.3.	Мұнай өнімдерімен қамтамасыз етудегі қор үнемдеушілік	79
4.3.1.	Мұнай өнімдерінің шығын (жоғалу) түрлері және сипаттамасы	79
4.3.2.	Көлік құралдарына құю-ағызу кезіндегі мұнай өнімдерінің жоғалуы	82
4.4.	Пайдаланылған мұнай өнімдерін қайта қолдану	83
4.4.1.	Мұнай және газ кәсіпшілігіндегі құбыр жолдарын жылу оқшаулау	85
4.5.	Отынды тиімді пайдалану	87
4.5.1.	Энергетикалық қондырғылардан шыққан жылуды қайта пайдалану жабдықтары және түрлері	87

4.5.2.	Жылуды қайта пайдаланатын қондырғылардың жіктелуі	88
4.5.3.	Регенераторлар және оның түрлері мен сипаттамалары	89
4.6.	Жылудың екіншілік энергия қорлары	96
4.6.1.	Жылу энергиясының пирамидасы	97
5-бөлім	Газ өңдеудегі энергия қор үнемдеу технологияларының негіздері	102
5.1.	Көмірсутектердің энергия қорларын үнемдеу технологиясы	102
5.1.1.	Энергия көздерін үнемдеу технологиялары ...	103
5.1.2.	Көмірсутекті отынның жанған жылуын қайта пайдаланатын энерготехнологиялық қондырғылар	103
5.1.3.	Кең фракциялы жеңіл күкіртті сутектер (КФЖК)	105
5.2.	Мекемелердегі энергияқорлар	105
5.2.1.	Аммиакты синтездеудегі реакция жылуын пайдаланудың энерготехнологиялық қондырғысы	107
6-бөлім	Теориялық материалды игеруге арналған тәжірибелік есептер	113
6.1.1.	«Мұнай өнімдерін және табиғи газдарды тасымалдаудағы және сақтаудағы болатын шығындарды анықтау»	113
6.1.2.	«Магистральды газқұбырларының компрессорлық станцияларындағы энергияқорларының шығындарын есептеу» ..	115
6.1.3.	«Ыстық құбырларды оқшаулаудағы жылудың жоғалуын бағалау»	120
6.1.4.	«Мұнай базаларындағы және мұнай құбырларындағы бу және жылу шығындарын анықтау»	125
6.1.5.	«Резервуарлардағы мұнай өнімдерінің кеуіп жоғалу және ағызу -құю кездерінде болатын шығындарын есептеу»	129

7-бөлім Өзіндік бақылау үшін тест сұрақтары 136
Қолданылған терминдер 144
Библиографиялық тізім 146
Мазмұны 150

Оқулық басылым

Әбікәрімов Садратдин Әбдікәрімұлы

МҰНАЙГАЗ САЛАСЫНДАҒЫ ЭНЕРГИЯ ҚОРЛАРЫН ҮНЕМДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Оқу құралы

ҒЖБДБ бастығы *З. А. Ғұбайдулина*
Редакторы *А. И. Бейсебаева*
Компьютерде беттеген *А. С. Сайбулатова*

Басуға қол қойылды 16.01.2017 ж.
Таралымы 300 дана. Пішімі 60х84х 1/16.
№ 1 баспаханалық қағаз.
Е.-б.т. 9,7. Ш.б.т. 9,0. Тапсырыс № 799.
Бағасы келісімді.

Қ. И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті басылымы,
Қоғаммен байланыс департаменті
Алматы қ., Сәтбаев көшесі, 22

ISBN 978-601-323-075-7