

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Satbayev University

Энергетика және машинажасау институты

Қайып Сұлтан Арыстанұлы

Техникалық ғылымдардың магистрі академиялық дәрежесін алу үшін
дайындалған

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

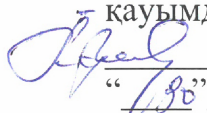
Диссертация атауы

Мұнай ұңғымаларында қолданылатын
батырмалы ортадан тепкіш сораптардың
жұмыс тиімділігін арттыру

Дайындау бағыты

7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың
сандық инженериясы

Ғылыми жетекші,
Техника ғылымдарының кандидаты,
қауымд.профессор

 Карманов Т.Д.
“06” 05 2022 ж.

Пікір беруші
Техника ғылымдарының кандидаты
доцент, "Энергетика және мұнай-газ
индустриясы" факультетінің деканы,



 Исмаилов А.А.
“06” 06 2022 ж.

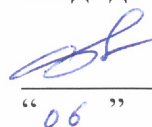
Норма бақылаушы,
Магистр, тех.наук, лектор
Балгаев Д.Е.

 “06” 06 2022 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетики
и машиностроения

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

ТМЖК кафедрасының
меңгерушісі,
Техника ғылымдарының
кандидаты, асс. профессор

 Бөртебаев С.А.
“06” 06 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Satbayev University

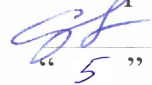
Энергетика және машина жасау институты

“Технологиялық машиналар және көлік” кафедрасы

7М07111 – Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы мамандығы

БЕКІТЕМІН

ТМЖК кафедрасының меңгерушісі,
Техника ғылымдарының кандидаты,
асс. профессор

 Бөртебаев С.А.
“ 5 ” “ 11 ” 2020 ж.

**Магистрлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА**

Магистрант Қайып Сұлтан Арыстанұлы

Тақырыбы Мұнай ұңғымаларында қолданылатын батырмалы ортадан тепкіш сораптардың жұмыс тиімділігін арттыру

Университет ректорының №2026-М “03”. 11. 2020ж. бұйрығымен бекітілген.
Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі 2022ж.

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Батырмалы ортадан тепкіш сораптармен жабдықталған мұнай ұңғымаларының жөндеу аралық кезеңін зерттей отыра, істен шығуларға сараптама жасау;

б) Ұңғымадағы шектен тыс көп мөлшердегі еркін газдың сораптың жұмысына әсерін зерттеу және күресу әдістерін әзірлеу ;

в) Ағындық сораптардың мүмкіншілігінің математикалық моделін әзірлеу;

г) Құбыр сыртындағы газдың «ЭОС+АС» тандемдік жүйесіне әсерін зерттеп, оның шешу жолдарындағы мәселерді талдау.

Презентациялық материалдар тізімі:

а) Батырмалы ортадан тепкіш сораптық қондырғылардың жалпы сұлбасы;

б) Батырмалы ортадан тепкіш сораппен ағындық сораптың қосылу сұлбасы;

в) Құбыр сырты газымен күресуге арналған арнайы ағындық сораптардың құрылымдық сұлбасы;

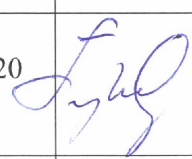
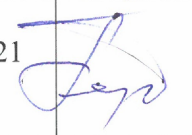
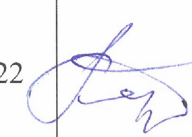
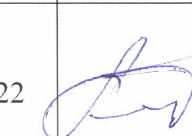
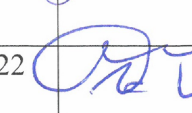
Ұсынылатын негізгі материалдар тізімі 15 атау

Магистрлік диссертация дайындау

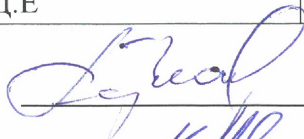
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзұмдері	Ескерту
1. Мұнай ұңғымаларында қолданылатын батырмалы ортадан тепкіш сораптардың жұмысына жалпы талдау	20.11.2020	
2. ЭОСҚ-мен жабдықталған ұңғымалар жұмысының тиімділігіне еркін газдың әсерін зерттеу	13.02.2021	
3. Ағындық аппараттарды ЭОСҚ-ға таңдау әдістемесін әзірлеу	25.01.2022	
4. ЭОСҚ-мен жабдықталған мұнай ұңғымаларында құбыр сырты газын ажыратуға арналған ағындық аппаратты әзірлеу	01.04.2022	

Аяқталған магистрлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолтаңбалары

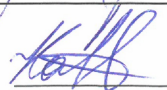
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі(ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
1. Мұнай ұңғымаларында қолданылатын батырмалы ортадан тепкіш сораптардың жұмысына жалпы талдау	Тех.ғыл. канд., қауымд.профессор Карманов Т.Д	12.11.2020	
2. ЭОСҚ-мен жабдықталған ұңғымалар жұмысының тиімділігіне еркін газдың әсерін зерттеу	Тех.ғыл. канд., қауымд.профессор Карманов Т.Д	15.03.2021	
3. Бос газбен «батырмалы ортадан тепкіш сорап+ағынды сорап» қосылысынан тұратын тандемдік жүйе арқылы күресу әдісі.	Тех.ғыл. канд., қауымд.профессор Карманов Т.Д	05.01.2022	
4. ЭОСҚ-мен жабдықталған мұнай ұңғымаларында құбыр сырты газын ажыратуға арналған ағындық аппаратты әзірлеу	Тех.ғыл. канд., қауымд.профессор Карманов Т.Д	13.04.2022	
5 Норма бақылаушы	Тех.ғыл. магистрі, лектор Балгаев Д.Е	31.05.2022	

Ғылыми жетекші



Карманов Т.Д

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Қайып С.А

Күні

“ 06 ” 06 2022ж

АНДАТПА

Бұл диссертациялық жұмыста мұнай ұңғымаларында қолданылатын батырмалы ортадан тепкіш сораптардың жұмыс тиімділігін арттыру бойынша мәселелер қарастырған.

Құрылымдық, статистикалық талдау жүргізу арқылы сораптың тиімді жұмыс жасауына кері әсерін тигізетін факторларды анықтап, оларды шешу әдістері көрсетілді. Соның ішінде, сораптарда жиі кездесетін ақаулықтардың бірі ретінде, батырмалы сораптарға еркін газдың кері әсеріне басты назар аударылды. Аталған мәселені батырмалы сорапқа ағындық сорапты қосу арқылы, тандемдік жүйені қолдану арқылы шешудің мүмкіншіліктері сипатталынды. Сондай-ақ арнайы мақсаттағы ағынды аппараттардың математикалық моделі құрастылып, программалық сұлбасы әзірленді.

АННОТАЦИЯ

В этой диссертационной работе были рассмотрены вопросы по повышению эффективности работы насосов, применяемых в нефтяных скважинах.

Путем проведения структурного, статистического анализа были выявлены факторы, негативно влияющие на эффективное функционирование насосов, продемонстрированы методы их решения. В том числе, как один из наиболее часто встречающихся дефектов в насосах, основное внимание уделялось обратному воздействию свободного газа на насосы. Описаны возможности решения данной проблемы с применением тандемной системы с подключением струйного насоса в погружной насос. Также разработана математическая модель и разработана программная схема струйных аппаратов специального назначения.

ANNOTATION

In this dissertation work, the issues of improving the efficiency of pumps used in oil wells were considered.

By conducting structural, statistical analysis, factors were identified that negatively affect the effective functioning of pumps, methods of their solution were demonstrated. Including, as one of the most common defects in pumps, the focus was on the reverse effect of free gas on pumps. The possibilities of solving this problem with the use of a tandem system with the connection of a jet pump to a submersible pump are described. A mathematical model was also developed and a software scheme for special-purpose jet devices was developed.

Анықтамалар

Геометриялық сипаттамалары – негізгі геометриялық өлшемдері.

Инжектелетін ағын-эжекторға сорылатын орта.

Инжекция коэффициенті – жұмысшы шығыстарының және инжектелетін ағындар қатынасы.

Негізгі геометриялық параметр-араластыру камерасының цилиндрлік бөлігінің қимасы және саптаманың критикалық қимасы аудандарының қатынасы.

Жұмыс сипаттамасы-өндірістік сынақтар нәтижесінде алынған эжектордың сипаттамасы.

Қысу дәрежесі-ағынды аппараттағы қысымның жоғарылау дәрежесі.

Ағынды аппарат – сопло, қабылдау камерасы, араластыру камерасы және эжектордың диффузоры.

Тиімді қима-аралас камерадағы виртуалды қима, онда инжектелетін ағын дыбыс жылдамдығына дейін айдалады.

Қысқартулар

ГСҚ – газ-сұйық қоспалар

ЭОС – электр ортадан тепкіш сорап

ЭОСҚ – электр ортадан тепкіш сораптық қондырғы

ШҰСҚ – штангалық ұңғымалық сораптық қондырғы

АС – ағынды сорап

АА – ағынды аппарат

СКҚ – сораптық-компрессорлық құбырлар

ЖАК – жөндеу аралық кезең

ПӘК – пайдалы әрекет коэффициенті

МАЗМҰНЫ

Кіріспе.	8
I-Тарау. Мұнай ұңғымаларында қолданылатын батырмалы ортадан тепкіш сораптардың жұмысына жалпы талдау.	11
1.1 Электр ортадан тепкіш сорап қондырғыларының арналуы мен құрылысы	11
1.2 Ұңғыманың белгілі параметрлері бойынша оған тиісті ЭОС-ты таңдау	22
1.3 ЭОСҚ-мен жабдықталған ұңғыманың жөндеу аралық кезеңін есептеу	27
1.4 ЭОСҚ-дың мерзімінен бұрын істен шығу себептерін анықтау және талдау	27
Бірінші тарау бойынша қорытындылар	32
II-Тарау. Батырмалы ортадан тепкіш сорап қондырғылармен жабдықталған ұңғымалар жұмысының тиімділігіне еркін газдың әсерін зерттеу	33
2.1 Сорып алынатын сұйықтықта бос газ болған кезде ортадан тепкіш сораптардың жұмыс параметрлерінің өзгеруі	33
2.2 Еркін газбен күресу әдістеріне сипаттама	39
2.3 Газ сепараторларын қолдану арқылы еркін газбен күресудің ерекшеліктері	40
Екінші тарау бойынша қорытындылар	42
III-Тарау. Бос газбен «батырмалы ортадан тепкіш сорап+ағынды сорап» қосылысынан тұратын тандемдік жүйе арқылы күресу әдісі.	43
3.1 Мұнайды тандемдік жүйе арқылы өндірудің ерекшелігі	43
3.2 Ұңғымада ЭОС және ағынды аппаратты орнату жұмысының оңтайлы режимін қамтамасыз ететін параметрлерді есептеу әдістемесі	45
3.3 Ұңғымада құбыр сырты газын ажырату үшін ЭОС және ағынды аппаратты орнатудың оңтайлы параметрлерін есептеу әдістемесін қолдану	52
Үшінші тарау бойынша қорытындылар	58
IV-Тарау. Батырмалы электр ортадан тепкіш сорап қондырғыларымен жабдықталған мұнай ұңғымаларында құбыр газын ажыратуға арналған ағынды аппаратты әзірлеу	59
4.1. Құбыр сырты кеңістігінде газ мөлшері көп болатын мұнай ұңғымаларында қолданылатын жабдықты талдау	59
4.1.1. Құбыр кеңістігінен газды шығаруға арналған клапанды құрылғылар	60
4.1.2. Компрессорларды пайдаланып құбыр сырты газын сору әдісі	61
4.1.3. Диспергаторларды қолдана отырып газды жою	62
4.1.4. Ұңғымалардың құбыр сырты кеңістігінен ағынды құрылғылармен газды ажырату	62
4.2. Құбыр сырты кеңістігінде бос газдың жоғары мөлшері бар	64

ұңғымаларға арналған ағынды аппаратқа техникалық ұсыныс	
4.3. Құбыр сырты газын ажыратуға арналған ағынды аппараттың технологиялық параметрлерін есептеу	67
Төртінші тарау бойынша бөлімге қорытынды	75
Қорытынды	76
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	77

КІРІСПЕ

Жұмыстың өзектілігі. Электр ортадан тепкіш сорапқондырғылары (ЭОСК) мұнай өндіру саласында ойып тұрып орын алатын ең негізгі қондырғыларының бірі. Олар мұнай ұңғымаларынан құрамында мұнай, су, газ және басқа да механикалық қоспалар бар болатын қабаттағы өнім сұйықтығын соруға бейімделген. Мұндай мүмкіншілік олардың өзіндік тиімді көрсеткіштерімен (жоғары өнімділік, бергіштіктің үлкен диапазоны, жоғарғы арыны және т.б.) тікелей байланысты болып келеді. Дегенмен, ЭОСК-мен жабдықталған мұнай ұңғымаларының тиімді жұмыс істеуіне кедергі келтіретін біршама факторлар бар. Олар ұңғыма қондырғысынан бастап ұңғыманың оқпанында болатын және қабат бойында кездесетін процестерге дейін кездеседі. Сондай негізгі күрделендіруші факторлардың бірі болып сорап қондырғысының жұмысы кезіндегі құбыр сырты газының шектен тыс кобеюі болып табылады.

Өндіріліп жатқан мұнай ұңғымаларынан мұнайлы өнімді көтеру кезінде құбыр сырты кеңістігінде бөлінетін газ жинақталады. Сораптық-компрессорлық құбырлар (СКК) мен шегендеу тізбегі арасындағы кеңістіктегі газдың артық мөлшері газ гидратының пайда болуына, ұңғымадағы динамикалық деңгейдің ұлғаюына әкеледі. Динамикалық деңгей сындарлы мәнге жеткен кезде батырмалы сораптың қабылдауындағы газ құрамының шамасы рұқсат етілген мәннен асады. Ол кезде бергіштікте үзілу болып және мұнай өндіруді толық тоқтау кезеңіне жетеді. Динамикалық деңгейдің төмендеуінің салдары сораптың түсіру тереңдігін ұлғайту қажеттілігі болып табылады, бұл сораптық-компрессорлық құбырлар мен электр кабелінің қосымша шығыстарымен, СКК тізбегіне әсер ететін жүктемені арттырумен ұштасады. Жекелеген жағдайларда батырмалы сораптың қабылдауында қысымды қалыптастырудағы басым рөл ұңғыма жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштері тәуелді болатын, түптеу кеңістігінде жинақталатын еркін газдың қысымына жатады.

Қазіргі уақытта мұнай өндіетін кәсіпорындарында құбыр сырты кеңістігіндегі газ қысымын төмендету мынадай әдістермен шешіледі: құбыр кеңістігінен газды клапанды құрылғылармен қайта шығару; компрессорлардың көмегімен газды сору; диспергаторларды қолдана отырып газды жою; ұңғымалардың құбыр кеңістігінен ағынды аппараттармен газды алып тастау. Алайда, тәжірибе көрсетіп отырғандай, осы құрылғылардың көмегімен құбыр кеңістігіндегі газ қысымын реттеу әрдайым тиімді емес, ал кей жағдайда мүлдем мүмкін емес. Сондықтан жаңа технологияларды тарта отырып, құбыр кеңістігінен газ алу тәсілдерін іздеу өзекті болып табылады.

Қалыптасқан жағдайда ЭОСК жұмыс істеу техникасы мен технологиясын жетілдіру жөніндегі міндеттерді шешу, құбыр сырты кеңістігіндегі артық еркін газдың салдарынан істен шығудың негізгі себептерін талдау негізінде зерттеу міндеттерін қою, еркін газды СКК тізбегіне динамикалық деңгейден жоғары жіберуге мүмкіндік беретін техникалық құралдарды әзірлеу және ұңғымалар жұмысының жөндеу аралық кезеңін ұлғайту үшін ұсынымдар әзірлеу өзекті болып табылады.

Жұмыстың мақсаты

Батырмалы ортадан тепкіш сорап қондырғыларының жұмысына талдау жасап, көп кездесетін бұзылуларды қарастырып, оларды шешу бойынша мәселерді қарастыру. Жұмыс тиімділігінің төмен болуына тікелей қатысы бар, еркін газдың әсерін зерттеп, оны азайту бойынша зерттеу жүргізу.

Зерттеулердің негізгі міндеттері

1. ЭОСҚ жұмыс режимін толық түсіну үшін, әрі оның жұмысына кері әсерін тигізетін факторларды дұрыс анықтау үшін құрылымдық талдау жүргізіп, негізгі параметрлерін анықтау бойынша және сорапты тиімді таңдау бойынша есептеу жүргізу.

2. ЭОСҚ-ның жұмыс істеу принципімен танысып және құрылысын зерттеп алғаннан кейін, оның әртүрлі бөлшектерінде болатын ақаулықтармен, зиянды факторларға сараптама жасау.

3. Газ факторы жоғары болып келетін мұнай өндіру ұңғымаларындағы ЭОСҚ жұмысын талдау негізінде құбыр сырты кеңістігіндегі жоғары қысымды электр ортадан тепкіш сорап(ЭОС) жұмысының жөндеуаралық кезеңіне (ЖАК) әсерін анықтау.

4. «ЭОС-АА» технологиясы бойынша жұмыс істейтін қондырғының оңтайлы параметрлерін анықтау үшін газ факторын ескере отырып, жабдықталған ұңғымаларға ағынды аппараттарды (АА) іріктеу әдістемесін әзірлеу.

5. Газбен жабдықталған газ факторы жоғары ұңғымаларды пайдалану тиімділігін арттыратын құрылғы әзірлеу.

Ғылыми жаңалық

1 Батырмалы электр ортадан тепкіш сорап қондырғысының температуралық жай-күйін есептеу үшін ЭОСқабылдағышында құрамында(газ мөлшері жоғары ұңғымалардағы қанығу қысымына сораптың қабылдауындағы газ-сұйық қоспасының(ГСҚ) температурасының талдаулық тәуелділігі алынды.

2 «ЭОСҚ - АА» технологиясының тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін ағынды аппараттың оңтайлы параметрлері мен есептік шамаларын анықтау үшін талдамалы түрде тәуелділік алынған, құбыр газын ажырату үшін ағынды аппараты бар ЭОС құрастырудың математикалық моделі әзірленді және зерттелді.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы

Жұмыстың теориялық маңыздылығы «ЭОСҚ - АС» тандемдік технологиясының тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін ағынды аппараттың оңтайлы параметрлері мен есептік шамаларын таңдаудың ғылыми негіздемесі болып табылады.

Мұнай ұңғымаларында тандемдік жүйені(ЭОСҚ - АС) қолдана отырып өнімді айдаудың практикалық мүмкіндігі теориялық және практикалық тұрғыдан расталды. Мұндай жүйеге ұқсас типтегі сораптық қондырғылар Ресейлік Новомет компаниясынан(Қызылорда және Маңғыстау облыстарында филиалы бар)шығарылып жатқанын аңғардық.

Практикалық қолдану үшін ЭОСҚ тандемдік жүйесі құрамындағы арнайы түрде жасалынған ағынды сораптың жұмысының математикалық моделі

әзірленді. Ол іс жүзінде құбыр сырты газымен күресудің нақты мүмкіншілігі мен параметрлердің өзгерісін сипаттап көрсетеді.

Негізгі қорғалатын ережелер

1. Ағынды аппараттың оңтайлы параметрлері мен есептік шамаларын анықтау үшін талдамалы түрде тәуелділік алынған құбыр сырты газын ажыратуға арналған ағынды аппараты бар ЭОСҚ құрастыруды математикалық модельдеу.

2. Батырмалы электр ортадан тепкіш сорап қондырғысының құбыр сыртындағы газ құрамының ЭОС қабылдаудағы әсерін ескере отырып, виртуалды программада оның жұмыс моделін құрау. (Арнаулы программада оның компьютерлік моделін құрау)!

3. Ағынды аппаратпен ЭОСҚ құрастыруды жетілдіру мақсатында практикалық ұсыныстар мдар, сорылатын өнімдегі газдың мөлшері жоғары ұңғымаларды пайдалану үшін жаңа техникалық шешімдер.

Дәйектілік дәрежесі және нәтижелерді байқаудан өткізу

Жұмыста баяндалған ғылыми тұжырымдар мен практикалық ұсынымдардың дұрыстығы мен негізділігі шетелдік ғалымдардың зерттеулерінде тұжырымдалған теориялық және әдіснамалық ережелерді пайдалануға, мемлекеттік тексеруден өткен жабдықтарда жүзеге асырылған кең сынақтан өткен, сондай-ақ эксперименттік зерттеулердің бірегей әдістері мен әдістемелерін қолдануға негізделеді.

Жарияланымдар

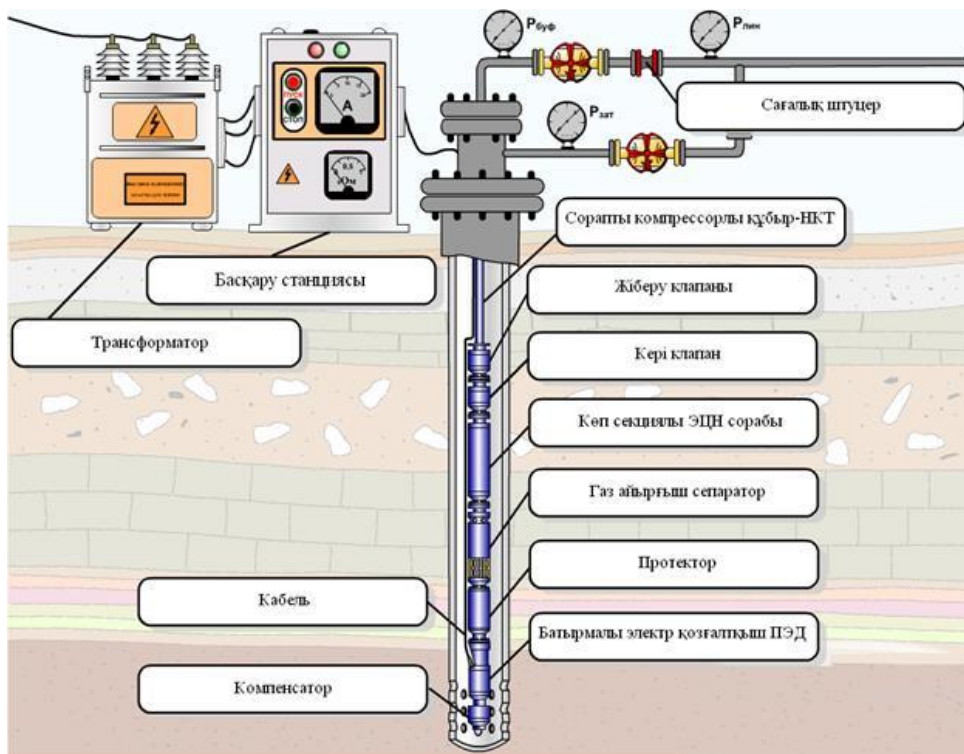
Диссертация тақырыбы бойынша батырмалы ортадан тепкіш сорап қондырғысының жұмыс тиімділігін арттыру бойынша 1 баспа жұмысы жарияланды, ол еліміздегі жетекші рецензияланатын ғылыми журналда жарық көрді.

I-Тарау. Мұнай ұңғымаларында қолданылатын батырмалы ортадан тепкіш сораптардың жұмысына жалпы талдау

1.1 Электр ортадан тепкіш сорап қондырғыларының арналуы мен құрылысы

Батырмалы электр ортадан тепкіш сораптардың қондырғылары — бұл көп сатылы, секциялық ортадан тепкіш күштің әсерінен жұмыс жасайтын сораптар. Бір секциядағы сатылар саны ЭОС өнімділігі мен оның қажет арынын алуға байланысты 35-тен 210-ға дейін жетуі мүмкін. Сораптың өнімділігі доңғалақтың геометриясына, ал арыны доңғалақтар санына байланысты. ЭОС секцияларын арнайы құрылыста жасалынған батырмалы электр қозғалтқышы (БЭК) айналдырады, және ол ортадан тепкіш сорап секілі өзіннің тиісті қуатына байланысты бір немесе бірнеше бөлімдерден тұруы мүмкін.

Қозғалтқыштың білігінің айналу жиілігін минутына (1 Гц - 1 айн/сек) қанша айналым жасауына қарау өлшейді. Біліктің айналу жиілігі желідегі ауыспалы тоқ жиілігіне сәйкес келеді, бұл 50 Гц – 3000 айн/мин жиілігін құрайды.



Сурет 1.1-Батырмалы электр ортадан тепкіш сорапты орнату арқылы ұңғыманы жабдықтаудың жалпы схемасы

Электр ортадан тепкіш сораппен ұңғыманы жабдықтау сұлбасына мыналар кіреді (1.1 сурет):

- Жер үсті электр жабдықтары: (клемма қорабы, трансформатор, басқару станциясы және трансформаторлық қосалқы станция);
- Сағалық фонтандық арматурасы (құбыр басы, фонтандық шырша, жапқыш ысырмалар, реттелетін штуцер, кері клапан);

- Сорылатын өнімді сұйықтықты жоғары көтеріп тасымалдауға арналған сораптық-компрессорлық құбырлар;
- Ұңғымадан ЭОСҚ көтеру кезінде СКҚтізбегінен өнімді сұйықтықты ағызуды арналған ағызуды клапаны;
- Сұйықтық бағанасының гравитациялық әсерінен сорғы роторының кері айналуын болдырмауға арналған кері клапан (турбиналық режим). Клапанның саңылаусыздығы жоғары, бұл тұтынушыға сораптық-компрессорлық құбырларды сығымдауға мүмкіндік береді.
- клемстар, СКҚтізбегіне кабельді бекітуге арналған металл белдіктер;
- электр қозғалтқышын қоректендіруге арналған арнайы брондалып қорғалған электр кабельдері;
- Батырмалы ортадан тепкіш сорап;
- Гидроқорғағышы бар батырмалы электр қозғалтқышы;
- Жоғары газ факторы 10%-дан жоғары ұңғымаларға арналған газсепаратор.

Сорап, гидроқорғаныс және электр қозғалтқыш болт шпилькаларымен қосылған жеке тораптар болып табылады. Біліктердің ұштарында барлық қондырғыны құрастыру кезінде түйісетін шлицті қосылыстар болады. ЭОСҚ ұңғымаға есептік динамикалық деңгейге 200 м түсіріледі. Жер бетіне сұйықтық сыртқы жағына электрокабель бекітілген СКҚ бойынша беріледі. Сораппен сорылатын сұйықтық барлық сатылардан біртіндеп өтеді және сорапты сыртқы гидравликалық кедергіге тең қысыммен тастап кетеді. ЭОСҚ аз металл сыйымдылығымен, қысым бойынша да, шығын бойынша да жұмыс сипаттамаларының кең ауқымымен, едәуір жоғары ПӘК-мен, өнімді сұйықтықтың үлкен мөлшерін сору мүмкіндігімен және жөндеуаралық кезеңмен жоғарғы мәнімен ерекшеленеді.

Көлденең өлшемдер бойынша барлық сораптар үш шартты жалпы топқа бөлінеді: 5, 5А, 6.

5-топ корпусының сыртқы диаметрі - 92мм, 5А-топ - 103мм және 6-топ - 114мм болады. Сораптың топтары сондай-ақ пайдалану тізбегінің ең төменгі ішкі диаметрін шартты түрде анықтайды, бұл 5 - 123,7мм, 5А - 130мм, 6 - 148,3мм [1,2,3] габариті үшін құрайды.

ЭОС шифрлануына келетін болсақ, олардың негізгі номиналды параметрлері ЭОС-ның белгіленуіде міндетті түрде болады. Мысалы, оңтайлы режимде жұмыс істеу кезіндегі сораптың бергіштігі және арыны. Коррозияға төзімді және тозуға төзімді орындалатын сорғылардың шифрында «К» коррозияға төзімділігін, «И» тозуға төзімділігін білдіретін «К» немесе «И» әріптері бар. Оларда жұмыс дөңгелектері металдан емес, нирезистен жасалады. Сорап корпусында шамамен әрбір 20 саты сайын аралық және радиалды орталықтандырушы білік мойынтіректер орнатылады, нәтижесінде тозуға төзімді орындалатын сораптың сатысы аз және тиісінше аз арыны болады., Еліміздегі барлық жұмыс істеп тұрған мұнай ұңғымаларының көпшілігінің өнімдерінде көп мөлшерде құм және басқа да механикалық қоспалар бар ұңғымаларда жұмыс істеуге арналған коррозияға төзімді орындалатын сораптар.

Әр түрлі өндіруші зауыттардың электр орталық сорғыларының белгілері бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленеді. Әр түрлі өндіруші зауыттардың сорғыларының шартты белгілері айтарлықтай өзгереді. Төменде электр орталығы сорғыларының кейбір белгілері келтірілген. "Алнас" ААҚ зауыты шығаратын электр орталықтан тепкіш сораптардың шартты белгісі:

(226) ЭЦН А КИ 5 – 45 – 1450

(1) (2) (3) (4)(5) (6) (7)

1. Құрылымдық орындалуы;
2. Батырмалы электр қозғалтқышының жетегі бар ортадан тепкіш сорап;
3. "Алнас" ААҚ зауыты шығаратын ортадан тепкіш сорап;
4. Коррозия мен тозуға төзімді етіп орындалуы;
5. Сораптың габаритті тобы - 5;
6. Сораптың номиналды өнімділігі 45 м³/тәу.;
7. Номиналды қысымы - 1450 м.

"Алнас" ААҚ зауыты шығаратын электр орталықтан тепкіш сораптардың құрылымдық орындалуы:

Бірінші сан:

0 – тіреуші сырғанау мойынтірегінде бельтингтен жасалған шайбалар болады;

1 – тіреуші сырғанау мойынтірегінде графиттен жасалған шайбалар болады;

2 – тіреуші сырғанау мойынтірегінде керамикадан жасалған шайбалар болады.

Екінші сан:

0 – қысқа сатылы жұмыс дөңгелектері, жеке төлке;

1 – ұзартылған сатысы бар жұмыс дөңгелектері;

2 – екі тірек саты.

Үшінші сан:

0 – сорғы құрамында кіру модулі бар, фланцты секциялардың қосылуы;

2 – сорғы құрамында кіру модулі бар, «фланец-корпус» типті секциялардың қосылуы;

3 – сорғының құрамында төменгі секция, фланецті секциялардың қосылуы;

4 – сорғы құрамында төменгі секция, «фланец-корпус» типті секциялардың қосылуы;

5 – сорғының құрамында кіріс модулі, «фланец-корпус» типті секциялардың қосылуы, секциялардың басына қосымша мойынтірек сығымдалған;

6-сорғының құрамында төменгі секция, «фланец-корпус» типті секциялардың қосылуы, секциялардың басына қосымша подшипник басылған.

ЭОС секциясы (1.2-сурет) корпустан, біліктен, шлицті муфталардан, бағыттаушы аппараттардан 1, сораптың барлық ұзындығы бойынша орнатылған радиалды және аралық мойынтіректерден 2, жұмыс доңғалақтарынан 3, жоғарғы осьтік тіректен, ұстағыш бастан, негізден, екі бағыттағыштан, фланецті қосылардан тұрады. Ұстағыш басы ЭОС жоғарғы секциясының 4 жоғарғы бөлігінде орналасқан, оның бір жағында кері клапанды

және сораптық-компрессорлық құбырларды қосуға арналған ішкі конустық бұранда бар.



Сурет 1.2-ЭОС бөлімі

Сорап секциялары әртүрлі ұзындықтарда орындалады, бұл сорапты кез келген ұңғымаға оңтайлы түрде таңдауды қамтамасыз етеді. Секциялар екі тірек құрылымдық сатыларымен болуы мүмкін. Бұл қабат сұйықтығында механикалық қоспалар мен химиялық белсенді заттардың жоғары болуына байланысты күрделі жағдайларда жөндеу аралық кезеңнің ұлғаюына қол жеткізуге мүмкіндік береді. Екі тіректі орындаудағы барлық жұмыс сатылары гидроабразивті ортада жұмыс істеу үшін нирезистен жасалған. Сорап біліктері «К-монель» қорытпасынан жасалады. Бұл ретте сораптың ұзақ қызмет етуі мыналармен негізделеді: сатылардың құрылымы екі тіректі, бұл үйкеліс бетінің ауданының бірлігіне жүктемені едәуір төмендетеді; сатылар екі жаққа ұзартылған, бұл дірілді азайтады және жұмыс дөңгелегінің тұрақтылығын арттырады; сатылар сорғы білігін жабады, оны қабат сұйықтығының гидроабразивтік әсерінен қорғауды қамтамасыз етеді. Энергетикалық параметрлер бойынша екі тіректі орындалған сорғылар бір тіректі конструкцияның жұмыс сатыларымен ұқсас сорғылардан кем болмайды.

Секциялардың фланецтік қосылыстары бір-бірімен гайкамен және серіппелі шайбамен қосылады. Серіппелі шайбаның орнына қосылыстарды бекіту сенімділігі үшін өздігінен бақыланатын (ұшуға қарсы) гайкалар қолданылады.

Бұл денесінің жартысына дейін көлденең ойығы бар кәдімгі гайка. Гайка созылған кезде ойық орнында гайка қысылады, бұл оның өздігінен бұрылуын болдырмайды. Секциялардың қосылыстары арасында секциялардың қосылуын

тұмшалайтын резеңке сақина болады. Әдетте ЭОСҚ «фланец-фланец» секция аралық қосылысы орындалады. «Фланец-корпус» қосылысын қолдану «фланец-фланец» қосылысымен салыстырғанда секция аралық қосылыстың неғұрлым жоғары беріктігін қамтамасыз етеді (кернеу концентраторларының азаюы, секция аралық қосылыстың абразивтік тозуын азайтатын бастың қабырғасының үлкейтілген қалыңдығы), осының салдарынан жалпы жөндеуаралық кезеңнің ұлғаюына қол жеткізіледі.

«Фланец-корпус» қосылысында сорғы дірілінің деңгейін төмендету үшін қосымша подшипник қосылуы мүмкін. Секция аралық қосылыстарда ажырауға қарсы муфталарды қолдану сораптардың секцияларын ажыратуға байланысты неғұрлым күрделі авариялардың санын азайтуға мүмкіндік береді. «Фланец-корпус» қосылысында, кейбір жағдайларда сегіз бутты секция аралық қосылысты қолдануға болады, қондырғы модульдерін бекіту сенімділігі артады.

Кіріс модулі қабат сұйықтығының өтуіне арналған саңылаулары бар негізден, мойынтіректі төлкелер, қабылдау торы, қорғаныш төлкелері бар білік және гидроқорғау білігімен модуль білігін қосуға арналған шлицті муфтадан тұрады. Шпилкалардың көмегімен модуль жоғарғы ұшымен модуль-секцияға қосылады. Кіру модулінің төменгі ұшы қозғалтқыштың гидрожабдығына қосылады. Кіру модулі жоғары тиімді сүзгімен жабдықталуы мүмкін, бұл сорапқа механикалық қоспалары көп қабат сұйықтығын сенімді соруға мүмкіндік береді (3.3-сурет).



Сурет 1.3-ЭОС секциясының кіріс модулі

Газ сепараторы еріген газдың көп мөлшері бар мұнай ұңғымалардан өнім сұйықтығын алу үшін қажет (1.4-сурет). Газ бөлгіш кіріс модулі мен сорап модулі секцияның арасында орнатылады.



Сурет 1.4 - кіріс модулі бар ГСА маркалы газ сепараторы

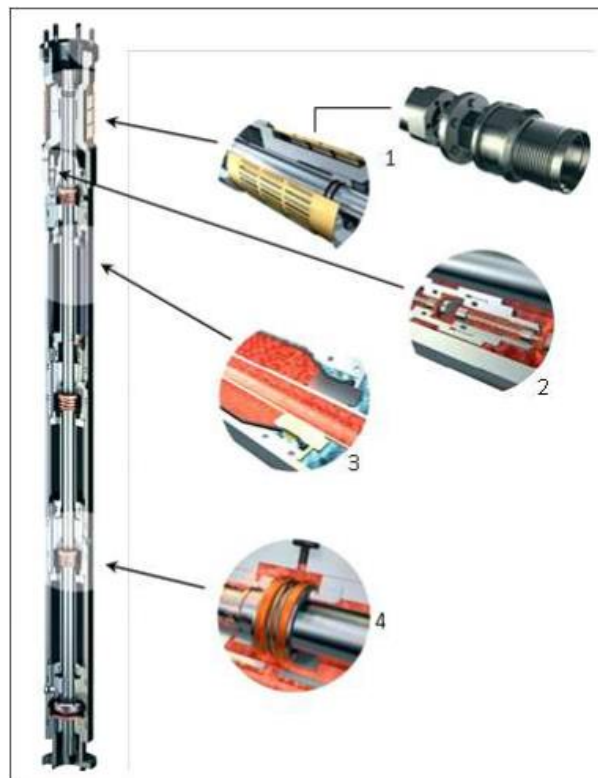
Жұмыс істеу принципі: ЭОС қабылдаудындағы еркін газды жою үшін ортадан тепкіш күштіңәсеріне негізделген. Газ құбыр кеңістігіне шығарыладыда газ тығындарының пайда болуына жол берілмейді, соның арқасында қозғалтқышқа тұрақты жүктеме камтамасыз етіледі және қондырғының үздіксіз жұмыс істеу мерзімі жоғарылайды.

Бұл газсепараторлардың құрылымында жоғары тозуға төзімді керамикалық радиалды және осьтік мойынтіректер қолданылған. ГСА газсепараторында суперактивтендіргіш дөңгелекті қолдану Centrilift фирмасының газсепараторларының көрсеткіштерімен салыстырылатын сепарация коэффициентін (0,8-ден кем емес) айтарлықтай ұлғайтуға мүмкіндік береді. Сепарация торабы нирезистен жасалған, сепаратор камерасы тот баспайтын болаттан жасалған термоөңделген гильзамен қорғалған, бұл корпусның тозуын болдырмайды.

ГСА газ сепараторы қабылдау торымен қосылып дайындалады, бұл ретте кіріс модулінің қажеттілігітуындамайды.

Гидроқорғаныс (1.5-сурет) протектордан және компенсатордан тұрады.

Протектор қабат сұйықтығының электр қозғалтқышының ішкі қуысына енуін болдырмауға және айналу сәтін электр қозғалтқышының білігінен сорап білігіне беруге арналған. Компенсатор жұмыс процесінде жабдықты түсіру және оның температуралық кеңеюі кезінде электр қозғалтқышындағы майдың шығынын өтеу үшін қызмет етеді.



1.5-Сурет Г-57 Гидроқорғанысы

Гидроқорғау кіріс модулі мен батырмалы электр қозғалтқышының арасында болады. Протектор мен компенсатор электр қозғалтқышымен фланецтерді шпилкалар мен гаектердің көмегімен қатайту арқылы қосылған. Бұл қосылыстар қозғалтқышты ұңғымада монтаждау кезінде жүзеге асырылады.

Бүгінгі таңда мұнай кәсіпшілігі жабдықтарының технологиясы алға жылжыды. «Алнас» ААҚ зауыты 140°C-қа дейінгі жұмыс температурасын ұстай алатын гидроқорғаныстарды дайындайды. Гидроқорғаныстардың жаңа, бір корпуста компенсатормен біріктірілген Г-57 типті түрлері әзірленіп, сәтті енгізілуде. Олардың ерекшеліктері, компенсатормен біріктіру есебінен материал сыйымдылығы төмендейді және секция аралық қосылыстар саны азаяды (1.5-сурет).

Сорғының кіру модулі мен қабылдау торы 1 бар Г-57 күрделі түрі де орындалуы мүмкін, бұл секция аралық қосылыстардың санын азайтады.

Газ бұру клапандарын қолдану протектор мен электр қозғалтқыш қуыстарында жиналатын газдарды сыртқа қарай ағызуға мүмкіндік береді 2.

Бұл сыртқы тығыздаулардың қызып кетуін және ішкі қуыстарда қысымның қауіпті асып кетуін болдырмайды. Майдың орнын толтыратын көлемі бар диафрагма электр қозғалтқышының үстінде орналасқан, бұл жабдықты түсіру кезінде қабат сұйықтығының диафрагмаға қысымының әсерін азайтады 3. Протектордың бүйірлік тығыздағыштары қозғалтқыш жағынан бекітуге жұмыс істейді, бұл қабат сұйықтығының электр қозғалтқышының қуысына түсуін болдырмайды 4.

Батыру электр қозғалтқышы - қабат сұйықтығын өндіруге арналған қондырғының негізгі тораптарының бірі. Роторлы үш фазалы электр қозғалтқыштарының негізгі түрі болып табылады (1.6-сурет).



Сурет 1.6-Батырмалы асинхронды электр қозғалтқышы

Қозғалтқыштың ішкі қуысы герметикалық және 30 кВ-тан кем емес тесу кернеуі бар майлау және салқындату үшін қызмет ететін сұйық маймен - диэлектрикпен толтырылады. Электр қозғалтқышының жоғарғы бөлігінде (ПЭД басы) қоректендіретін электр кабелімен электрлік және механикалық қосылуға арналған ажыратқыш болады. Кабель бойынша кернеуді беру кезінде қозғалтқыш білігі айналымға келтіріледі және шлицті муфта арқылы сорап білігін айналдыратын болады. Гидроқорғаумен қосылысты герметизациялау үшін резеңке сақиналар қызмет етеді. Сорғылар сияқты батыру электр қозғалтқыштары да корпустың диаметрі бойынша 103, 117, 130 мм габаритті топтарға бөлінеді және қуаты 8-ден 360 кВт дейін болады.

"Алнас" ААҚ зауыты шығаратын батырмалы электр қозғалтқыштарының шартты белгісі:

7 ПЭД Т 32 – 117 МВ5
(1) (2) (3)(4) (5)(6)

- 1-модификациясының нөмірі;
- 2-батырмалы электр қозғалтқыш;
- 3-орындалуы (С-секциялық; У-біріздендірілген; УК - қысқартылған статормен; УКС-қысқартылған статормен, секциялық; Т-жылуға төзімді);
- 4-қозғалтқыштың Номиналды қуаты 32 кВт;
- Корпус диаметрі бойынша 5-габариттік топ 117 мм;
- 6 - Климаттық орындауды жаңғырту;

Басқа дайындаушы зауыттардың қозғалтқыштарының шартты белгілері сипатталғаннан жоғары болуы мүмкін. Себебі қазіргі таңда батырмалы

электрқозғалтқыштарының әртүрлі қуаттағыжәне конструкцияның модификациялары шығарылады, бұл ең жоғары пайдалы әрекет коэффициентіне қол жеткізу үшін сорап пен қозғалтқыштың неғұрлым оңтайлы үйлесімін таңдауға мүмкіндік береді. Одан бөлек, арнайы материалдарды қолдану арқылы қозғалтқышты 160°C-қа дейінгі температурада пайдалану мүмкіндігін алуға болады. Электр қозғалтқышының конструкциясына қысым, температура және діріл туралы ақпаратты екі жазықтықта беру үшін қозғалтқыштың басына орнатылған бату телеметриясы блогының кейбір конструктивтік өзгерістері енгізілуі мүмкін. Параметрлерді беру электр қозғалтқышының күштік кабелі бойынша жүзеге асырылады.

Басқару станциясы көтергіш трансформатор арқылы жеткізілетін кабель бойынша электр энергиясының бетінен тиеу электр қозғалтқышын қоректендіреді.

Басқару станциясында барлық бақылау-өлшеу аппаратурасы мен автоматика шоғырланған, ол электр қозғалтқышын авариялық режимде ажырату үшін қолданылады. Сондай станциялардың бірі - «Алсу-А» басқару станциясы(1.7-сурет).



1.7-Сурет-"Алсу-А"Станциясы

Станциялардың бұл түрі келесідегідей жұмыстарды қамтамасыз етеді:

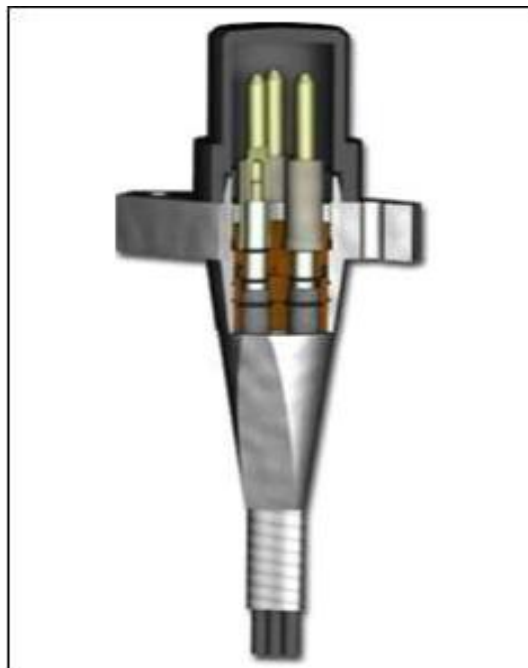
- Батырмалы электр қозғалтқышының қуат параметрлерін есептеу;
- қозғалтқыш жұмысын толық бақылау;
- 17-қорғаныс параметрлері бойынша электр қозғалтқышын апаттық ажыратуды іске қосу;
- сұйық кристалды дисплейде қозғалтқыштың жұмыс параметрлерін көрсету;
- ыңғайлы ақпараттық интерфейс, соның арқасында станцияның қызмет көрсету қарапайымдылығы артады;

- сымды немесе сымсыз байланыс арқылы дербес компьютермен байланыс;
- тапсырыс берушінің өтініші бойынша әртүрлі климаттық талаптарға ие болатындай жасалу;
- электр қозғалтқышты қосу кезінде іске қосу моментін азайту үшін басқару станциясына салынған жұмсақ іске қосу блогы болуы мүмкін.

Жабдықты іске қосу, режимге қою және пайдалану кезінде "Сорап-ұңғыманың" өзгеретін қатынасын реттеу міндеті жиі туындайды.

Асинхронды қозғалтқыштар үшін *айналым жиілігін түрлендіргіштерді* қолдану ЭОСҚ өнімділігін реттеуге, дебит шамаларының өзгерістеріне, динамикалық деңгейге жедел ден қоюға және ұдайы оңтайлы ПӘК-і болатын ЭОСҚ жұмысын қолдауға мүмкіндік береді. Көп жағдайда батырмалы электр қозғалтқыштарын басқарудың кәдімгі станциялары базасында жасалынатын жиілікті түрлендіргіштер дайындалады. Электр қозғалтқышының жұмыс жиілігін реттеу 0,1-ден 70 Гц шегінде өзгеруі мүмкін. Импорттық өндірістің сораптарының (Reda, Centrilift) жұмыс жиілігі 35-тен 70 Гц дейін құрайды. Жиілікті түрлендіргіші бар станция толық автоматтандырылған болады. Жиілікті түрлендіргішпен жұмыс істеу кезінде қоректендіру кернеуінің жиілігі өзгерген кезде ЭОС жұмыс параметрлері (ұқсастық заңы) өзгеретінін есте ұстау қажет, атап айтқанда: сораптың өнімділігі жиіліктің өзгеруіне тікелей пропорционалды түрде өзгереді, сораптың қысымы квадраттық тәуелділікте өзгереді, сорап тұтынатын қуат текше тәуелділікте өзгереді, электр қозғалтқыштың қуаты жиіліктің өзгеруіне тура пропорционалды түрде өзгеріп отырады.

Батырмалы кабельдік желі. Батыру сорғысы қондырғысының электр қозғалтқышына электр энергиясын жеткізу электр қозғалтқышымен қосуға арналған қоректендіруші кабельден және кабельдік енгізу муфталарынан тұратын кабельдік желі арқылы жүзеге асырылады. Жерүсті электр жабдығынан батырмалы электр қозғалтқышқа дейінгі кернеуді беретін негізгі кабель термотұрақты ұзартқышпен жанасады. Ұзартқыштарды 6 мм²-ден 25 мм²-ге дейінгі желі қимасымен шығарады және 200 °С-ге дейінгі температураға есептелген. Әлемнің белгілі компанияларының ұзартқыштары 230 °С дейінгі температураға есептелген (Pirelli). Ұзартқыштың бір жағында электр қозғалтқышының ток құдығына жалғау үшін муфта бар (1.8-сурет).



Сурет 1.8-Кабельдік кіріс муфтасы

Кабельдік кіріс муфтасы дөңгелек немесе тегіс етіп жасалынады. Муфтаның корпусының білігі арнайы компоундпен толтырылады, бұл муфтадағы кабельдің сенімді бекітілуін қамтамасыз етеді. Электр қозғалтқышының ток жетегінің тағанымен түйіскен кезде муфтаның герметикалығы муфтаның корпусының конустық беті бойынша резеңке тығыздағыш сақинаның көмегімен қамтамасыз етіледі. Кабель барабанға оралып, одан әрі ұңғымаға жеткізілетін болады.

Мақсатына байланысты кабельдік желіге КПБП, КПБПТ, КПБК, КППБП маркалы кабель кіруі мүмкін. КПБК, КПБП кәбілі полиэтиленді оқшаулаудың екі қабатына оқшауланған 6, 10, 16, 25 мм²өлшемдегі мыстан жасылынатынсымды талсымдардан, сондай-ақ жастық пен сауыттан тұрады.

Кабельдің негізгі сипаттамалары КПБП (16 мм²):

- жұмыс кернеуі 2500-ден 5000 В-қа дейін;
- 90°C-тан 120°C-қа дейінгі жұмыс сұйықтығы;
- 25 МПа қабат сұйықтығының рұқсат етілген қысымы.

Кабельдер бөлінеді:

1. Оқшаулау материалы бойынша:

- полиимидті-фторопластты қабықшасымен (И);
- лакты оқшаулаумен (Л);
- жоғары тығыздықты полиэтилен (П);
- вулканизонды тығыздығы жоғары полиэтилен (Пв);
- полипропилен (РР);
- этиленпропилен каучук негізіндегі резеңке (Э);
- фторсополимерлер (Ф);
- термоэластопластар (Т).

2. Қабықтардың материалы бойынша:

- жоғары тығыздықты полиэтилен (П);
 - полипропилен (ПП);
 - этиленпропилен каучук негізіндегі резеңке (Э);
 - термо-эластопластар (Т);
 - этиленпропилен каучук негізіндегі резеңке (Н);
 - қорғасын және оның қорытпалары.
3. Құрыш астындағы жастықтың дизайны:
- орамалар немесе орамалар (белгілеусіз);
 - жалпы қабық (О).
4. Құрыш материалы бойынша:
- мырышталған болат таспа (Б);
 - коррозияға төзімді болаттан жасалған таспа (Бк).
6. Конструктивті орындау бойынша:
- дөңгелек (К);
 - жазық (П).

Қазіргі таңда көптеген мұнай кәсіпорындарында КППБП типіндегі кәбілдер кеңінен қолданылады. Бұл мыс желілі, полипропиленді оқшаулағышы бар, брондалған, жалпақ кабель. Кабель өзара оқшаулаудың қос қабатымен оқшауланған үш желіден тұрады және бір қатарға параллель төселеді, одан әрі резеңке матадан және броннан жасалған жастық салынады. Кәбілдің брондаушы элементі қысымға қарсы бейіні бар сатылы түрде жасалынады. Жылжымайтын төсеу кезінде кабель минус 60°C дейін, көтеріп-түсіру (СПО) және қайта орау операциялары кезінде минус 40°C дейінгі төмен температураның әсеріне төзімді. Сондай-ақ 120°C жоғары температура әсеріне төзімді. Кабельдің басылу қаттылығы кемінде 200кН [4,5].

1.2 Ұңғыманың белгілі параметрлері бойынша оған тиісті ЭОС-ты таңдау

Сораптың сенімді жұмыс істеуі үшін таңдалынып отырған ұңғымаға оны дұрыс таңдау қажет. Ұңғыманың жұмысы кезінде қабаттың параметрлері, ұңғыманың төменгі шұңқыры, таңдалған сұйықтықтың қасиеттері үнемі өзгеріп отырады: судың мөлшері, ілеспе газдың мөлшері, механикалық қоспалардың мөлшері. Нәтижесінде сұйықтық сорылмайды немесе сораптың бос жұмыс жасауы орын алады. Ал бұл өз кезегінде сораптың жөндеу аралық кезеңін қысқартады. Қазіргі уақытта жөндеу аралық кезеңді ұлғайту үшін неғұрлым сенімді жабдыққа басты назар аударылады, себебі соның арқасында ғана сұйықтықты көтеру шығындары азаятын болады. Бұған ШҰСҚ орнына ортадан тепкіш күш әсерінен жұмыс істейтін ЭОСҚ қолдану арқылы қол жеткізуге болады, өйткені бұл қондырғылардың жөндеу аралық кезеңі салыстырмалы түрде көбірек.

ЭОСҚ таңдау үшін келесі бастапқы деректер қажет:

- 1) ұңғыманың ұзындығы L , м – 2200;

- 2) қабаттың жату тереңдігі $H_{\text{ж}}$, м – 1700;
- 3) Сыртқы диаметрі обсадной колонна $D_{\text{к}}$, мм – 144,3;
- 4) ұңғыманың талап етілетін дебиті $Q_{\text{ж}}$, м³/тәул. – 270;
- 5) газ сұйықтығы қоспасының тығыздығы ρ , кг/м³ – 880;
- 6) кинематикалық тұтқырлығы мұнай, ν м²/с – $2,2 \cdot 10^{-6}$;
- 7) қабаттық қысым, $P_{\text{к}}$, МПа – 15;
- 8) қанығу қысымы, $P_{\text{кан}}$, МПа – 9;
- 9) буферлік қысым, $P_{\text{б}}$, МПа – 0,7;
- 10) құбыр сыртындағы қысым, $P_{\text{к.с}}$, МПа – 1,2;
- 11) ұңғыма өнімділігінің коэффициенті $K_{\text{ө}}$, м³/МПа·тәул. – 48
- 12) Өнімнің көлемдік суланылғандығының коэффициенті B – 1,15;
- 13) ұңғыма өнімінің сулануы n – 0,35;
- 14) газ факторы G , 70 м³/м³;
- 15) сораптың қабылдауында рұқсат етілген шекті газ мөлшері, Γ – 0,1;
- 16) $T_{\text{каб}}$ қабатындағы газ сұйықтығы қоспасының температурасы, °С – 70;
- 17) температуралық градиент G_T , °С/м – 0,02;
- 18) механикалық қоспалардың құрамы, г/л – жоқ;
- 19) күкіртсутегі мен көмірқышқыл газының құрамы, г/л – 0,01 дейін;
- 20) ұңғыманың жай-күйі-іске қосу.

ЭОС-ты таңдау

1. Ұңғыманың берілген дебиті қамтамасыз етілетін кенжарлық қысымды анықтаймыз:

$$P_{\text{кен.к}} = P_{\text{к}} + \frac{Q}{K_{\text{ө}}} = 15 \cdot 10^{-6} - \frac{270}{48 \cdot 10^{-6}} = 9,375 \cdot 10^7 \quad (1.1)$$

мұндағы, $P_{\text{к}}$ – қабаттық қысым;

Q – ұңғыманың берілген дебиті;

$K_{\text{ө}}$ – ұңғыма өнімділігінің коэффициенті.

2. Берілген сұйықтық дебиті кезінде динамикалық деңгейдің тігінен алғандағы тереңдігін анықтаймыз:

$$H_{\text{тік.дин}} = H_{\text{ж}} - \frac{P_{\text{кен.қыс}} - P_{\text{к.с}}}{\rho \cdot g} = 1700 - \frac{9,375 \cdot 10^7 - 1,2 \cdot 10^6}{880 \cdot 9,81} = 753,03 \text{ м.} \quad (1.2)$$

мұндағы, $H_{\text{ж}}$ – 1700-қабаттың тігінен жату тереңдігі, м;

$P_{\text{кен.қыс}} = 9,375 \cdot 10^7$ – оңтайлы кенжарлық қысым, Па;

$\rho = 880$ – газ сұйықты қоспасның меншікті салмағы, кг/м³.

А) $\cos \alpha$ – ұңғыма оқпанының вертикальдан ауытқу бұрышының орташа мәнін анықтаймыз:

$$\cos \alpha = \frac{H_{\text{ж}}}{L_{\text{ж}}} = \frac{1700}{2200} = 0,773 \quad (1.3)$$

мұндағы, $L_{\text{ж}}$ – 2200-ұңғыманың ұзындығы, м.

Б) ұңғыма оқпанындағы динамикалық деңгейді анықтаймыз:

$$H_{\text{дин}} = \frac{H_{\text{тік.дин}}}{\cos \alpha} = \frac{753,03}{0,773} = 974,51 \text{ м.} \quad (1.4)$$

мұндағы, $H_{\text{тік.дин}} = 753,03$ – тік динамикалық деңгей, м;
 $\cos \alpha = 0,773$ – ұңғыма оқпанының тігінен ауытқу бұрышы.

3. Сорапқа кіре берістегі газ мөлшері осы аймақ үшін рұқсат етілген шекті мәннен аспайтын жағдайдағы сораптың қабылдау аймағындағы қысымды анықтаймыз:

$$P_{\text{қ.а}} = (1 - \Gamma) \cdot P_{\text{қан}} = (1 - 0,1) \cdot 10 \cdot 10^6 = 9 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (1.5)$$

мұндағы, Γ – сорапты қабылдаудағы шекті рұқсат етілген газ құрамы,
 $P_{\text{қан}}$ – қанықтыру қысымы, Па.

4. Сораптың түсіру тереңдігін келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$L_{\text{т}} = H_{\text{дин}} + \frac{P_{\text{қ.а}}}{\rho \cdot g} = 974,51 - \frac{9 \cdot 10^6}{880 \cdot 9,81} = 2017 \text{ м.} \quad (1.6)$$

1. Сорапты қабылдаудағы қойнауқаттық сұйықтықтың температурасы:

$$T = T_{\text{қаб}} - (L_{\text{ү}} - L_{\text{т}}) \cdot G_{\text{т}} = 70 - (1700 - 2017) \cdot 0,02 = 66,341 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (1.7)$$

мұндағы, $T_{\text{қаб}}$ – қабат температурасы;
 $G_{\text{т}}$ – температура градиенті.

2. Сорапқа кіретін қысым кезінде сұйықтықтың көлемдік коэффициентін анықтаймыз:

$$B_{\text{к.к}} = n + (1 - n) \cdot \left[1 + (B - 1) \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{қ.а}}}{P_{\text{қан}}}} \right] \\ = 0,35 + (1 - 0,35) \cdot \left[1 + (1,15 - 1) \cdot \sqrt{\frac{9 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^6}} \right] = 1,092 \quad (1.8)$$

мұндағы: $B_{\text{к.к}}$ – қанықтыру қысымы кезіндегі мұнайдың көлемдік коэффициенті;

B – өнімнің көлемдік суланылғандығының коэффициенті;

$P_{\text{қ.а}}$ – сораптың қабылдау аймағындағы қысым;

$P_{\text{қан}}$ – қанықтыру қысымы.

3. Сораптың қабылдау аймағындағы сұйықтық дебитін есептейміз:

$$Q_{\text{қ.а}} = Q \cdot B_{\text{к.к}} = 270 \cdot 1,092 = 294,974 \frac{\text{м}^3}{\text{тәу}} \quad (1.9)$$

4. Сораптың қабылдау аймағындағы бос газдың көлемдік мөлшерін анықтаймыз:

$$G_{\kappa,a} = G \cdot \left[1 - \left(\frac{P_{\kappa,a}}{P_{\kappa,ан}} \right) \right] = 70 \cdot \left(\frac{9 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^6} \right) = 7 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3} \quad (1.10)$$

мұндағы, G -газ факторы.

5. Сораптың қабылдау аймағындағы газ құрамын есептеу келесідегідей формула бойынша жүзеге асырылады:

$$\beta_{\kappa,a} = \frac{1}{\frac{(1+P_{\kappa,a}) \cdot B_{\kappa,к}}{G_{\kappa,a}} + 1} = \frac{1}{\frac{(1+9) \cdot 1,092}{7} + 1} = 0,391 \quad (1.11)$$

6. Сораптың қабылдау аймағындағы газ шығынын анықтау:

$$Q_{\kappa,a,г} = \frac{Q_{\kappa,a} \cdot \beta_{\kappa,a}}{1 - \beta_{\kappa,a}} = \frac{294,974 \cdot 0,391}{1 - 0,91} = 189 \frac{\text{м}^3}{\text{тәу}} \quad (1.12)$$

7. Сорапқа кіре берістегі шегендеу бағанасы қимасындағы газдың жылдамдығын есептейміз:

Газдың келтірілген жылдамдығын есептеу үшін сораптың сыртқы диаметрі ($d_{\text{сop}}$) және шегендеу бағанасының ішкі диаметрі ($D_{\text{i,д}}$) пайда болған сақинаның көлденең қимасын анықтау керек.:

$$f_{\text{Ү}} = \frac{\pi}{4} \cdot \left[(D_{\text{i,д}} \cdot 10^{-3})^2 - (d_{\text{сop}} \cdot 10^{-3})^2 \right] = \\ = \frac{\pi}{4} \cdot [(144,3 \cdot 10^{-3})^2 - (114 \cdot 10^{-3})^2] = 6,147 \cdot 10^{-3} \text{м}^2 \quad (1.13)$$

$$C_{\Gamma} = \frac{Q_{\kappa,a,г}}{f_{\text{Ү}}} = \frac{1,686 \cdot 10^{-3}}{6,147 \cdot 10^{-3}} = 0,274 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (1.14)$$

мұндағы, $f_{\text{Ү}}$ -сорапты қабылдаудағы ұңғыманың қима ауданы.

8. Сорапқа кіре берістегі шынайы газ құрамын анықтау:

$$\varphi = \frac{\beta_{\kappa,a}}{1 + \frac{C_{\kappa}}{C_{\Gamma}} \cdot \beta_{\kappa,a}} = \frac{0,391}{1 + \frac{0,02}{0,274} \cdot 0,391} = 0,38 \quad (1.15)$$

мұндағы, C_{κ} -ұңғыма өнімдерінің сулануына байланысты газ көпіршіктерінің көтерілу жылдамдығы, м/с

9. "Кенжар-сорапты қабылдау" учаскесіндегі газдың жұмысын анықтаймыз:

$$P_{\Gamma 1} = P_{\text{сop}} \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,4 \cdot \varphi} - 1 \right) = 10 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,4 \cdot 0,38} - 1 \right) = 1,791 \cdot 10^6; \quad (1.16)$$

10. "Кенжар – сораптың қабылдау аймағы" аралығындағы газдың жұмысын анықтаймыз:

Газдың жұмысын есептеу үшін бізге білу қажет: сағадағы бос газдың көлемдік мөлшері, сұйықтықтың көлемдік коэффициенті, сондай-ақ ұңғыманың аузындағы газ мөлшері және нақты газ мөлшері.

А) сағадағы газдың көлемдік мөлшерін анықтау:

$$G_{\kappa,a} = G \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{б}}}{P_{\text{сop}}} \right) = 70 \cdot \left(1 - \frac{0,7 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^6} \right) = 65,1; \quad (1.17)$$

Б) сағадағы сұйықтықтың көлемдік коэффициенті:

$$B_{\kappa.б\text{уф}} = n + (1 - n) \cdot \left[1 + (B - 1) \cdot \sqrt{\frac{P_6}{P_{\text{сop}}}} \right] =$$

$$= 0,35 + (1 - 0,35) \cdot \left[1 + (1,15 - 1) \cdot \sqrt{\frac{0,7 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^6}} \right] = 1,026; \quad (1.18)$$

В) Ұңғыманың үстіңгі жағындағы газ құрамы:

$$\beta_{\text{буф}} = \frac{1}{\frac{(1+P_6) \cdot B_{\kappa.б\text{уф}}}{G_{\kappa,a}} + 1} = \frac{1}{\frac{(1+0,7) \cdot 1,026}{65,1} + 1} = 0,974; \quad (1.19)$$

Г) ұңғыма аузындағы газдың нақты мөлшері:

$$\varphi = \frac{\beta_{\text{буф}}}{1 + \frac{C_{\kappa}}{C_{\Gamma}} \beta_{\text{буф}}} = \frac{0,974}{1 + \frac{0,02}{0,274} \cdot 0,974} = 0,909; \quad (1.20)$$

Д) газ жұмысын есептеу:

$$P_{\Gamma 2} = P_{\text{сop}} \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,4 \cdot \varphi_{\text{буф}}} - 1 \right) = 10 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{1}{1 - 0,4 \cdot 0,909} - 1 \right) =$$

$$= 5,717 \cdot 10^6 \quad (1.21)$$

Формулалардағы (буф)индексі бар шамалар ұңғыма сағасының қимасына жатады және де олар буферлік қысым, газ құрамын және т.б шамаларды көрсетеді.

11. Сораптың қажетті қысымын анықтаңыз:

$$P = \rho \cdot g \cdot L_{\Gamma} + P_6 - P_{\Gamma 1} - P_{\Gamma 2} = 880 \cdot 9,81 \cdot 2017 + 0,7 \cdot 10^6 -$$

$$- 1,791 \cdot 10^6 - 5,717 \cdot 10^6 = 1,141 \cdot 10^7 \text{ Па}, \quad (1.22)$$

мұндағы, L_{Γ} -батырмалы ортадан тепкіш сораптың түсірілу тереңдігі;

$P_{\text{буф}}$ -буферлік қысым;

$P_{\Gamma 1}$ - "кенжар-сораптың қабылдау бөлімі" аймағындағы газ жұмысының қысымы;

$P_{\Gamma 2}$ - "ұңғыма сағасымен сораптың айдау бөлімі" аймағындағы газ жұмысының қысымы.

12. Сораптың қажетті арынын анықтау:

$$H_{\kappa,a} = \frac{P}{\rho \cdot g} = \frac{1,141 \cdot 10^7}{880 \cdot 9,81} = 1321 \text{ м}; \quad (1.23)$$

13. Сорапты таңдау:

Қажетті қысым мен қажетті жабдықтау мәндеріне, сондай-ақ корпусының диаметріне сәйкес біз батырмалы электр ортадан тепкіш сорапты таңдаймыз:

$$Q = 270 \text{ м}^3/\text{тәу}$$

$$H_{\kappa,a} = 1321 \text{ м}$$

$$D_{i,d} = 144,3 \text{ мм}$$

ЭЦН6-250-1400

Таңдалған сораптың негізгі техникалық көрсеткіштері
Берілісі: $Q=250 \text{ м}^3/\text{тәу}$
Арыны: $H=1385 \text{ м}$
Пайдалы әсер коэффициенті: $\eta=0.62$
Сораптың сатылар саны: $z=183$

1.3 ЭОСҚ-мен жабдықталған ұңғыманың жөндеу аралық кезеңін есептеу

Ұңғымалар жұмысының негізгі көрсеткіші жөндеу аралық кезең (ЖАК) болып табылады. Жеке ұңғымаға қатысты айтар болсақ-бұл екі жөндеу арасындағы күнделікті ұңғыманың үздіксіз жұмысының орташа ұзақтығы. Мұнай-газ ұңғымаларының жөндеу аралық кезеңін(ЖАК) мына формула бойынша есептеуге болады:

$$\text{ЖАК} = \frac{T \cdot \Phi \cdot k_{\text{эспл}}}{N}$$

мұндағы T -есепті ағымдағы жыл үшін тәуліктің күнтізбелік күні (365 немесе 366);

Φ -есептік ағымдағы жылдағы ұңғымалардың орташа арифметикалық қоры;

$k_{\text{эспл}}$ - есепті ағымдағы жылдағы ұңғыманы пайдалану коэффициенті;

N -көтергіш агрегатты пайдалана отырып, ұңғымаларды жөндеу саны.

Объективті себептер кен орнының күрделілігінің, жоғары газ факторының және пайдаланылатын объектімен шамалы аралықтары бар жоғарыда орналасқан газ қабаттарының болуының салдары болып табылады. Бұл шарттар ұңғымаларды механикаландырылған өндіруге іріктеу кезінде, сорғының типтік өлшемін және оның түсу тереңдігін іріктеу кезінде ескерілуі тиіс.

ЖАК-нің төмендеуі ұңғымаларды жөндеуге жұмсалатын шығындардың артуына, өндірістегі ысыраптарға және өндірілетін өнімнің өзіндік құнының артуына әкеледі [6].

1.4 ЭОСҚ-дың мерзімінен бұрын істен шығу себептерін анықтау және талдау

Мұнай өндіру процесі көптеген күрделі факторлармен байланысты, осыған байланысты мұнай компанияларының алдында тұрған негізгі міндеттердің бірі шығындарды азайтуға, өндіріс тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін осы факторлардың әсер ету дәрежесін төмендету болып табылады. Мұнай ұңғымаларын пайдалану кезінде әртүрлі асқынуларға байланысты мұнай кен орындарының ЭОСҚ сенімділігіне факторлардың әсері зерттелді. Факторлар техникалық (діріл), технологиялық (түсу тереңдігі, ұңғыманың қисықтығы,

қисықтық жиынтығының қарқыны) және геологиялық-техникалық (механикалық қоспалардың жоғары мөлшері, тұздардың тұнбасы, парафиннің жоғары мөлшері, жұмыс аймағындағы температура, сулану, жоғары тұтқырлық және газ факторы, төмен кенжарлық қысым) болып бөлінеді.

Уақытынан бұрын жөндеу жұмыстары пайдалану себептерімен және жабдықтардың істен шығу себептерімен жүргізіледі.

Жабдықтардың істен шығу себептері арасында мыналарды атап өтуге болады [8,9]:

- батырмалы электр қозғалтқышының кедергісінің төмендеуі;
- гидроқорғаудың істен шығуы;
- корпусының өтпелі коррозиясы;
- кабельдің кедергісін төмендеуі;
- ЭОС жұмыс доңғалақтарының тозуы.

Пайдалану себептері әртүрлі болуы мүмкін:

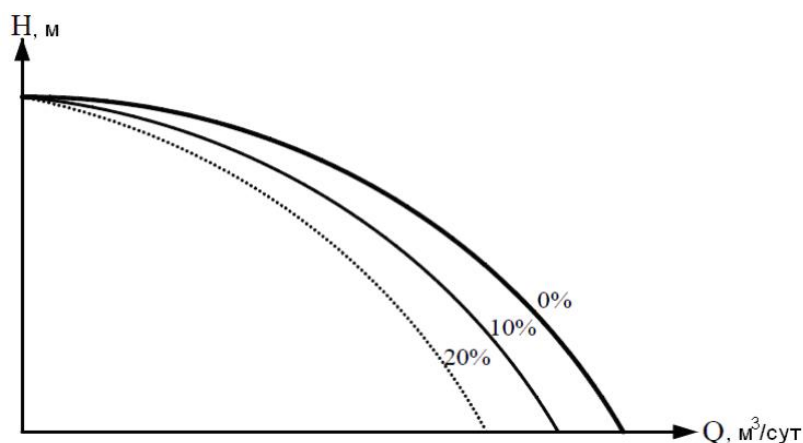
- СҚК герметикалығының нашарлауы;
- сораптардың ластанып, бұзылуы;
- тұздардың шөгуі;
- ЭОС-ны дұрыс таңдамау;
- бергіштіктің үзілуі;
- кәбілдің механикалық зақымдануы;
- тұрақсыз электрмен жабдықтау;
- режимге әкелмеу;
- парафинделінуі;
- кері ағызу клапанының ақаулығы.

Жабдықтарды пайдалану шарттары және жабдықтардың өзінің сапасы осы істен шығулардың себебі болып табылады [10].

Мұнай ұңғымаларының жұмыс процесінің технологиялық регламентінде ЭОС қондырғыларын қолдану саласы нақты айтылғанына қарамастан, жабдықты пайдаланудың кәсіпшілік жағдайлары көбінесе оларды қолдану саласының регламенттеуші шарттарынан айтарлықтай айырмашылығы бар. Мұндай факторларға: сораптың іліну тереңдігінің аралығындағы оқпанның көлбеу бұрышы, ұңғыма оқпанының кеңістіктік қисықтығы, механикалық қоспалардың жоғары шоғырлануы [11,12], құбыр кеңістігіндегі еркін газдың жоғары құрамы және басқа да қолайсыз факторлар жатады.

Батырмалы сораптардың жұмысына газдың әсер ету дәрежесін анықтайтын негізгі факторларға сораптың қабылдау аймағындағы газ құрамының деңгейі жатқызылады. Сораптыңарындық сипаттамасының төмендеуіне және тиісінше сораптың жұмыс режимінің арынды қисық сызық бойынша оңтайлы аймақтан солға қарай ығысуына (1.9-сурет [15]) бос газдың болуы әкеледі. Мұндай ығысу сораптың бергіштігінің азаюына, ПӘК-тің төмендеуіне және электр қозғалтқышының қызып кетуіне әкеліп соқтырады [13]. Бұдан басқа, бұл сораптыңарының нашарлануына әкеледі: эмульгирленген газдың болуы сораптың алғашқы жұмыс сатылары арқылы өтетін қоспаның көлемін ұлғайтады және сорап білігіне жеткізілетін энергияның бір бөлігін алып, оны газ көпіршіктерін сығуға және олардың

мұнайда толық еруіне жұмсайды. Бұл энергияның бір бөлігі сұйықтық ағынына, яғни СКҚ-ға қайтарылады (бөлінетін газ сұйықтықтың бетке көтерілуіне ықпал ететін және ұңғыма жұмысына қажетті арынды азайтатын «газлифтілік әсер» деп аталатын әсерді жасайды). Жұмыс дөңгелектерінің және сораптың бағыттаушы аппараттарының арналарында газ құрамының өсуімен каналдар арқылы газ күту қоспасының жалпы ағынына қатыспайтын қуыстар пайда болады. Ортадан тепкіш сораптың каналдардың өткізу қабілетін төмендетуге, сораппен айналатын ортамен энергия алмасуының бұзылуына, қалақтардың ағу процесінің жылдам нашарлауына газбен толтырылған каверналардың пайда болуы әкеліп соқтыртады. Жасанды кавитация режимінде жұмыс істейтін сорапта газ құрамының кейіннен ұлғаюы кезінде берудің бұзылуы туындауы мүмкін [14].



Сурет - 1.9. Сораптың арындық сипаттамасы

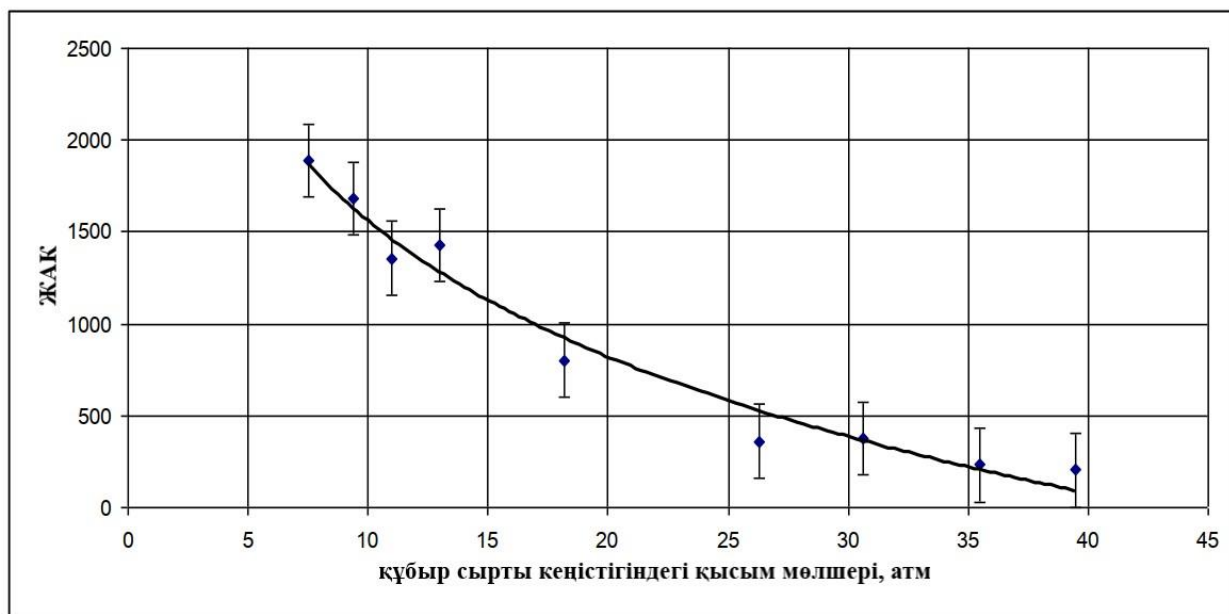
Сораптық-компрессорлық құбырлар мен шегендеуізібегі арасындағы кеңістіктегі газдың артық мөлшері сорап корпусы температурасының өсуіне, ЭОС-тың жұмыс доңғалақтарындағы сұйықтықтың пайдалы көлемінің азаюына, газгидраттардың пайда болуына, сұйықтық ағынын бұғатталуына, ұңғымадағы динамикалық деңгейдің төмендеуіне әкеліп соқтыртады. Ал егер соңғысының мәні батырмалы сораптың қабылдауында газ құрамының рұқсат етілген шамасынан асып сыни деңгейге жететін болса, мұндай жағдайда мұнай бергіштігі бұзылып және мұнай өндіру үрдісі толық тоқтайды қажет [13,16,17].

Газгидраттардың пайда болуына ұңғыманың тоқтауы және онымен байланысты сұйықтықтың салқындатылуы, қабат сұйықтығында ылғалдың болуы, сондай-ақ мұнайдың газбен қанығу қысымына сәйкес келетін аймақтан жоғары орналасқан ұңғымалардың учаскелерінде бос газ фазасының болуы әкелуі мүмкін. Гидраттардың шөгу статистикасы көрсеткендей, неғұрлым жиі жағдайлар СКҚ-ның жоғарғы бөлігінде және құбыр кеңістігіндегі динамикалық деңгейден жоғары аймақта байқалады. Газгидраттардың пайда болуы құбыраралық кеңістіктің жабылуына және сұйықтық дебитінің төмендеуіне алып келеді, тіпті қондырғының бергіштігін толық тоқтатуға дейін барады [18,19,20].

Ұңғыма оқпанындағы динамикалық деңгейдің төмендеуінің салдарынан сораптың түсіру тереңдігін ұлғайту қажеттілігі туындайтын болады. Бұл

сораптық-компрессорлық құбырлар мен электр кабелінің қосымша шығындарымен, СКҚ тізбегінің жүктемесінің арттырумен байланысты.

Ұңғымадағы құбыр сырты қысымының ұлғаюынан туатын сағалық қысым параметрлерінің мәндерінің ұлғаю процесін қарастырсақ, құбыр сырты кеңістігіндегі газдың жоғары қысымы жер асты жабдығының ЖАК-тың азаюына әкеп соғатынын байқауға болады. Статистикалық мәліметтер бойынша ЖАК-тың құбыр кеңістігіндегі қысымға графикалық тәуелділігі келесідегідей нәтижені көрсетеді (1.10-сурет) [17].



Сурет. 1.10 - ЖАК-тың құбыр кеңістігіндегі газ қысымына тәуелділігі

1.10-суретте $P_{\text{газ}}$ -дың құбыр сырты кеңістігіндегі газ қысымына жөндеу аралық кезеңінің тәуелділігі көрсетілген, оның негізінде $R^2=0,9648$ детерминация коэффициентімен $ЖАК=-1071,4\ln(P_{\text{газ}})+4027,6$ теңдеуі алынған.

1.9-суреттегі кестеден, құбыр сырты кеңістігіндегі газ қысымы ұлғайған кезде ЭОСҚ-ны пайдаланатын ұңғымаларда ЖАК-нің едәуір азаюы мүмкін екенін аңғаруға болады.

Құбыр сырты кеңістігіндегі газ қысымының артуы сұйықтық деңгейінің ұңғыма кенжарына қарай қысылуына әкеледі (кейбір жағдайларда – ортадан тепкіш сораптың қабылдау аймағына шейін). Осыған байланысты құбыр сыртындағы қысымды төмендету міндеті өзекті болып қалуда. Газдың құбыр сырты қысымының төмендеуі ұңғымадағы сұйықтықтың динамикалық деңгейінің өсуіне байланысты кенжар қысымының төмендеуіне әкелмейді [21]. Сұйықтық деңгейінің батырмалы сораптың қабылдау аймағына дейін ығысуын және құбыр сырты кеңістігіндегі газ қысымының шамадан тыс ұлғаюын болдырмау мақсатында ұңғыма сағасына арнайы клапан орнатылады. Алайда, сағалық клапандардың көмегімен құбыр сыртындағы газ қысымын тұрақтандыру, қолдану тәжірибесі көрсетіп отырғандай, әрдайым тиімді емес (мысалы, қату кезінде төмен температура жағдайында). Сондықтан құбыр кеңістігінен еркін газды іріктеу тәсілдерін іздеудің жаңа технологияларын тарту өзекті болып отыр [15].

Газ факторы жоғары ұңғымалармен жабдықталған ұңғымалардың жұмысын талдау көрсеткендей, ЖАК-нің азаюы динамикалық деңгейі төмен ұңғымаларда байқалады және қондырғының негізгі элементтерінің коррозиялық істен шығуымен сипатталады.

Ең күрделі коррозиялық зақымдануларға шегендеу және сораптық-компрессорлық құбырлар ұшырайды, себебі металл бетіне бірде агрессивті газ ортасы, бірде ұңғымалардың жоғарғы бөлігіне түсетін ауа жиі кезектесіп әсер етеді. Ұңғыма флюидтерін сораптың іліну аймағында қарқынды газсыздандыру металдың бетіне карбонатты жауын-шашынның түсуіне және металдың бетінде газ көпіршіктері пайда болған кезде кавитациялық процестердің нәтижесінде олардың жергілікті жойылуына әкеп соғады. Бұл гальванопарлардың пайда болуын және аномальды жоғары жылдамдықпен жергілікті коррозияның дамуын тудырады [22].

Ұңғыма өнімдерінде күкіртті сутек пайда болған кезде құбырлардың бұзылуы қауіпті сипатқа ие болады. Егер ұңғымадан құрамында күкірт сутегі бар мұнай өндірілсе, онда сораптық-компрессорлық құбырлардың ішкі беті күкірт сутегінің қатысуымен су-мұнай эмульсиясымен, ал олардың сыртқы беті мен шегендеу тізбегінің ішкі беті ылғал мен күкірт сутегі бар мұнай газымен жанасады. Құбыр кеңістігінде құрамында сутегі бар газдың жоғары қысымы бар мұнай ұңғымаларында сораптық-компрессорлық құбырлар мен шегендеу тізбегінің бұзылуының негізгі себебі сутектік топтасу болып табылады [23].

Қара металдардың коррозиясына (темір, болат), [24] тәжірибе көрсетіп отырғандай, күкірт сутегінің өзі ғана емес, темір сульфидінің түрлі модификациялардағы тұнбасы және өз кезегінде металл бетінде адгезияланған сульфатты қалпына келтіретін бактериялардың биоценозы күшті әсер етеді. Бұдан басқа, мұнай кәсіпшілігі жабдықтарын коррозиялау процесін жандандыру кезінде өнімді қабаттың сүзгілік сипаттамасы нашарлайды. Бұл ретте темір сульфидтің шашырамасы қабаттың өзінің кеуекті ортасында, сондай-ақ мұнай ұңғымаларының тереңдік-сорғы жабдықтарында жиналып қалуы мүмкін. Ол оны пайдалану тиімділігі мен сенімділігін төмендетеді [25].

Қазіргі уақытта мұнай кен орындарын игеру және пайдалану жағдайында тереңдетілген жабдықтың қызмет ету мерзімін ұзарту үшін қолданылатын металдарды коррозиядан қорғаудың негізгі әдістері болып мына әдістерді атауға болады [24]:

- 1) коррозиялық ортаға аздаған дозада азайтқыштар немесе коррозия ингибиторлары деп аталатын арнайы заттардың қоспаларын енгізу не салдарынан оның агрессивтілігі азайған ортаны тиісті өңдеу;

- 2) битумдардан, эмальдардан, бояулардан, майлардан және т.б. қорғаныш қабаттарын жасау және осы нақты жағдайларда қорғалатын металдан гөрі неғұрлым төзімді металдардан жабын салу үшін қажетті металдардың беттерін өңдеуге арналған қиын еритін қосылыстардан (сульфаттар, тотықтар, вольфраматтар, фосфаттар немесе олардың комбинациялары) жасалған пассивтейтін беттік үлдірлерді қолдану

- 3) белсенді электрхимиялық қорғаныс: катодты қорғау станцияларының көмегімен протекторлық және катодтық қорғаныс.

Ұңғыманың газ факторының артуы жабдықтың жеделдетілген тоттануының объективті себебі және соның салдарынан мұнай кәсіпшілігі объектілерін пайдалану тиімділігінің төмендеуі болып табылады.

Осылайша, құбыр кеңістігіндегі газдың құрамы ЭОСҚ жұмыс қабілетіне төмендегідей ақаулақытарды тудырады:

- сораптың қабылдау аймағында қысым төмендейді;
- сораптың іліну тереңдігі артады;
- газ гидраты пайда болады;
- сұйықтық ағыны азаяды;
- сораптың бергіштігі төмендейді;
- құбыраралық кеңістік жабылады;
- сорап, БЭҚ, электркабель қызады;
- сораптың қысымдық сипаттамасы төмендейді;
- СКҚ-ға коррозиялық әсер ұлғаяды.

Аталған факторлар «істен шығуға жұмыс істеу» көрсеткіштерін және жөндеу аралық жұмыс кезеңін жақсарту мақсатында құбыр кеңістігіндегі газдың әсер ету проблемасын шешуді іздестіру қажеттілігін негіздейді.

Бірінші тарау бойынша қорытындылар

1. ЭОСҚ жұмыс тәжірибесін талдаудан құбыр кеңістігіндегі газдың жоғары қысымының жабдықтың жұмысқа қабілеттілігіне теріс әсері анықталған.

ЖАК-нің газдың құбыр қысымына, сорғыны қабылдаудағы қысымға және сораптың ілінісінің тереңдігіне дәрежелік және логарифмдік тәуелділігі анықталды:

- ұңғымалар пайдаланатын ұңғымаларда газдың құбыр сырты қысымы ұлғайған кезде ұңғымалардың ЖАК едәуір азаяды ($R^2=0,9648$ детерминация коэффициенті);

2. Құбыр кеңістігіндегі газдың жұмыс тиімділігіне теріс әсеріне байланысты қоршаған ортаның температуралық жағдайларына және шығару желісіндегі қысым мәніне қарамастан, электр ортадан тепкіш сораптарды пайдаланылатын ұңғымалардың құбыр кеңістігінде пайда болатын газ қысымын автоматты түрде төмендетуге мүмкіндік беретін әдісті әзірлеу талап етіледі.

2-Тарау. Батырмалы ортадан тепкіш сорап қондырғылармен жабдықталған ұңғымалар жұмысының тиімділігіне еркін газдың әсерін зерттеу

2.1 Сорып алынатын сұйықтықта бос газ болған кезде ортадан тепкіш сораптардың жұмыс параметрлерінің өзгеруі

Практикада ЭОСҚ-мен жабдықталған ұңғымаларды пайдалану кезінде батырмалы сораптың қабылдау аймағындағы қысым шамасы әрқашан қанығу қысымынан кем болады. Бұл белгілі бір бос газ мөлшерімен батырмалы сораптың жұмысын алдын ала анықтайды.

Сораптың қабылдау аймағындағы газ құрамының шамасы газ шығынының қоспаны беруге қатынасын білдіреді:

$$\Gamma = \frac{Q_r}{Q_r + Q_c}, \quad (2.1)$$

мұндағы, Q_r —сорапқа кіреберістегі термодинамикалық жағдайларда сорапқа түсетін еркін газ шығыны, м³/тәул;

Q_c - сұйықтықты сорғымен сол жағдайда беру, м³/тәу.

Сорапқа кіреберістегі газ құрамының шамасын бірліктің үлесінде де, пайызда да көрсетіледі.

Жоғары газ факторы болған кезде ЭОС жұмысына әсер ететін негізгі параметрлерге газ-сұйықты қоспасы(ГСК) ағынының құрылымын және көпіршіктердің мөлшерін анықтайтын газдың көлемдік үлесін жатқызу керек; қысым (қысым неғұрлым жоғары болса, газ бен сұйықтық тығыздығының айырмашылығы соғұрлым аз); беттік керілу (оның ұлғаюы үлкен көпіршіктердің пайда болуына кедергі келтіреді, сондықтан суда ЭОС газбен нашар жұмыс істейді) [26,27]. Төмен кенжар қысымы жағдайында «газды ластанудың» пайда болу механизмін анықтау үшін, сондай-ақ осының салдарынан пайда болатын қысымның өзгеруі сұйықтықтың құбыр бойымен үлкен жылдамдықпен қозғалуға мәжбүр етеді және p қысымының сипатты параметрлері ретінде, сораптың белсенді бірінші сатысында v ағынының осьтік жылдамдығы Бернулли теңдеуімен түсіндіріледі:

$$p_1 + \frac{p_{in1} \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \frac{p_{in2} \cdot v_2^2}{2}, \quad (2.2)$$

мұндағы p_1, p_2 - тиісінше $t=0$ уақыт сәтіндегі қысым, v_1, v_2 - уақыт сәтінде жылдамдық ең аз болғанда және v_2 жылдамдық ең жоғары болғандағы мәні;

$\frac{p_{in1} \cdot v_1^2}{2}, \frac{p_{in2} \cdot v_2^2}{2}$ - тиісінше $t=0$ және $t=T$ кезінде жылдамдары (динамикалық қысым).

Теңдіктің екі бөлігінен газдандыру, $p_{кан}$ жүргізілетін ағындағы ең аз қысымды шегере отырып және оларды $(\frac{p_{in1} \cdot v_1^2}{2})$ бөліп, газдандыру басталуының есептік санын анықтау үшін келесі формуланы қолданамыз:

$$\sigma_e = \frac{p_1 - p_{кан}}{\frac{p_{in1} \cdot v_1^2}{2}} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{v_1^2}, \quad (2.3)$$

мұндағы $p_{кан}$ — кавитация қысымы, МПа.

Газсыздандыру $p_1=p_{\text{кан}}$ кезінде пайда болғандықтан, бұл сорғының тұрақсыз жұмыс режиміне сәйкес келеді, бұл ретте тұрақтылық саны мынадай формула бойынша анықталады:

$$\sigma = \frac{p_1 - p_{\text{кав}}}{\frac{p_{\text{in1}} v_1^2}{2}}, \quad (2.4)$$

Немесе,

$$p_1 = \sigma \Delta p + p_{\text{кан}}, \quad (2.5)$$

мұндағы Δp - бірінші сатының жылдамдық қысымы (сораптың бірінші сатысынан кейінгі және дейінгі қысымның өзгеруі).

(2.5) теңдеуі тиісті қауіпсіздік коэффициенттері кезінде газсыздандыру кезінде ЭОСҚ орнықты жұмыс істеу шартын сипаттайды. Онда қысыммен жұмыс істеу кезінде қысымды қанықтырудан жоғары еріген газ тек сорғыдан жоғары бөлінеді.

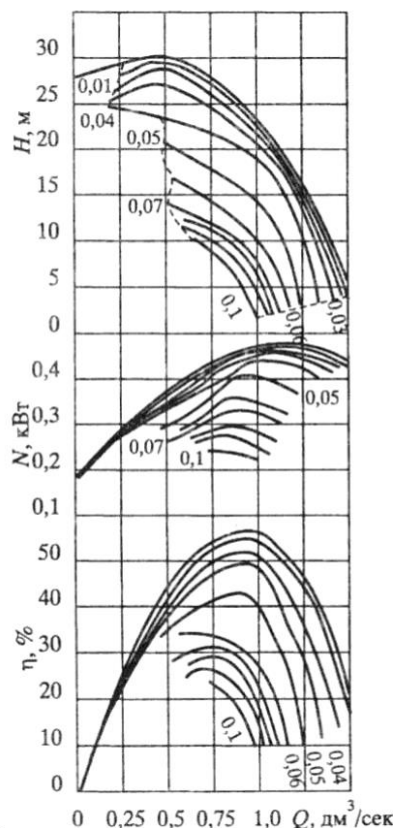
Зерттеулер көрсетіп отырғандай, батырмалы сораптың жұмыс қабілетіне еркін газдың мөлшерінен бөлек және оның дисперсиялығы да елеулі әсер етеді. Ортадан тепкіш сораптарының көмегімен жылдам жүру коэффициенттерінің әртүрлі мәндері мен бұру түрлері: радиалды, осьтік және ұлу тәріздес бағыттаушы аппараттар арқылы эксперименттік зерттеулер жүргізілді [28]. «Су-ауа» қоспаларындағы сынақ стендтерінде жүргізілген зерттеулер негізінде белгілі бір қорытындылар жасауымызға болады:

1 Су-ауа қоспаларындағы батырмалы сораптарының жұмысы сыртқы параметрлердің төмендеуіне әкеледі: арыны H , өнімділік Q , П.Ә.К. η , қуат N .

2, Батырмалы сораптардың жұмыс параметрлерінің төмендеуі қабат өнімдеріндегі газ құрамының мәніне байланысты болады, оның белгілі бір сәтке дейін ұлғаюы бергіштіктің үзілуіне байланысты ортадан тепкіш сораптың жұмысын тоқтатуға әкелуі мүмкін.

3, Батырмалы сораптың арынымен бергіштігі бойынша жұмыс тиімділігі ұңғымалардан ГСҚсору кезінде газ құрамының ұлғаюына қарай (газ көлемі/сұйықтық көлемі) күрт қысқарады.

2.1-суретте [28] «су-ауа» қоспаларында Γ газ құрамының шамасы 0-ден 0,10-ға дейін өзгерген кезде ЭН-95 көп сатылы (сатылар саны - бес) батырмалы ортадан тепкіш сорапты құрастырудың тәжірибелік сипаттамалары келтірілген.



Сурет. 2.1 - Көп сатылы сораптың сипаттамасы газ ұстау саласындағы «су-ауа» қоспаларында пайдалану кезінде 0-ден 0,1-ге дейін.

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелерін қорыту негізінде мыналарды анықтауға болады:

1 Сораптардың сыртқы параметрлері бағыттаушы аппараттардың типтеріне, жұмыс органдарының конструкциясына және жылдам жүру коэффициентіне қарамастан, суда пайдалану кезінде анықталған аз газ құрамының диапазонында (0,01-ден 0,02-ге дейін) ғана шамалы өзгереді.

2 Зерттелген сораптардың салыстырмалы параметрлерінің төмендеуі практикада оларды пайдалану режиміне байланысты емес (мұндағы $Q_{\text{оңт}}$ оңтайлы режимде жұмыс істеу, оң және сол режимдері).

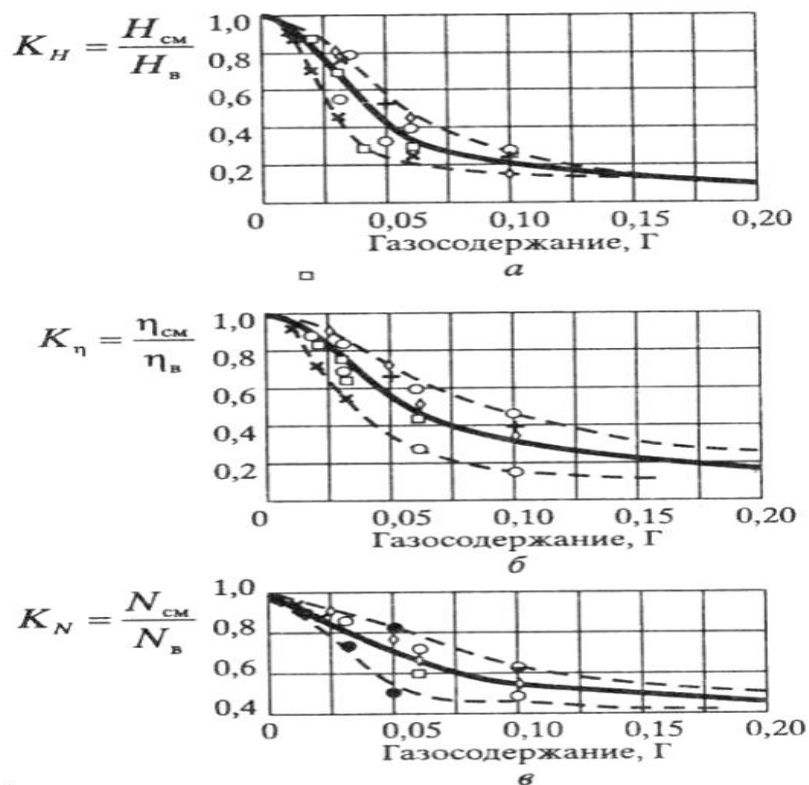
3 Бос газ құрамының ұлғаюы кезінде сораптың қысымы H неғұрлым үлкен өзгеріске ұшырайды, ал тұтынылатын қуаты N - ең аз өзгерісте болады.

4 Қуаттың неғұрлым көп өзгеруіне және қысым мен ПӘК-нің шамалы өзгеруіне батырмалы сораптың сатылары санының ұлғаюы әкеледі.

5 Сынауға ұшыраған сораптардың салыстырмалы параметрлерін түрлендіру жалпы сипатта болады.

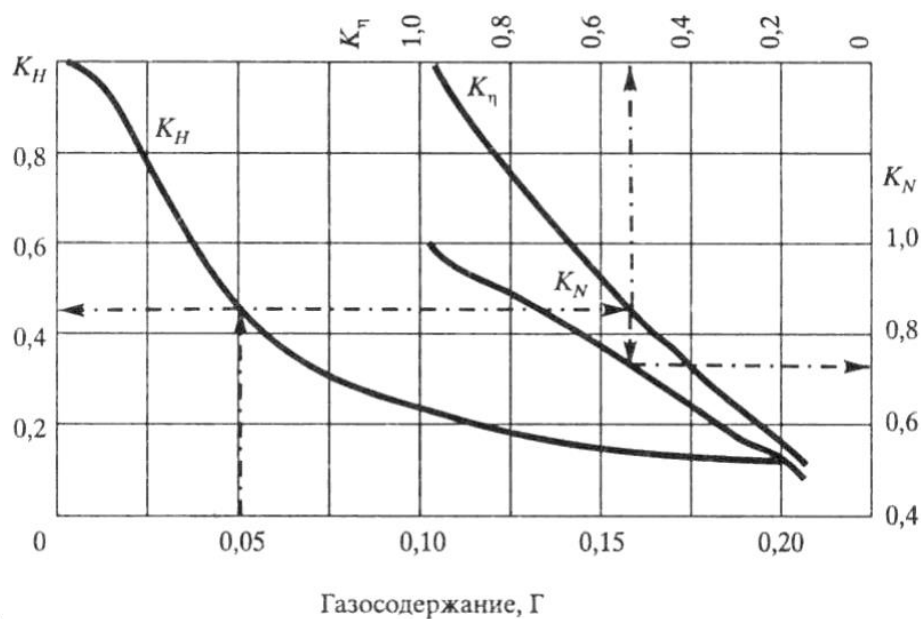
Зерттеуші[28] осы сораптардың сипаттамаларын есептеп, олардың ГСҚ-дағы жұмысының тиісті сипаттамаларын қолдана отырып, газ-су қоспаларындағы батырмалы ортадан тепкіш сораптарының жұмысын эксперименттік зерттеуге негізделген әдісті ұсынды. Бұл әдісті минутына 2800-2900 айналым білігінің айналу жиілігімен жұмыс істейтін ортадан тепкіш сораптары үшін пайдалануға болады.

2.2-суретте [28] газ құрамының шамасы функциясына K_H , K_η және K_N жалпы тәуелділігі берілген.



Сурет. 2.2 - K_H (а), K_η (б), K_N (в) мәндерінің газ құрамының функциясына жалпы тәуелділігі

Сулы ортадағы сорап жұмысының белгілі параметрлері бойынша оның «су-ауа» қоспаларындағы жұмыс параметрлерін есептеу үшін номограмма салынған (2.3-сурет) [28].



Сурет. 2.3 – Сулы ортада жұмыс істеудің белгілі параметрлері бойынша «су-ауа» қоспаларындағы батырмалы сораптың жұмыс параметрлерін есептеуге арналған номограмма

Мысал ретінде осы номограммада штрихпунктирлік сызық 0,05-ке тең газ құрамының мәнін көрсетеді. Тігінен 0,05 газ бар нүктеден K_H қисығымен қиылысқанға дейін жүргізіледі. Одан әрі қиылысу нүктесінен K_H шкаласымен қиылысқанға дейін көлденең солға және оңға қарай K_H сызығымен қиылысқанға дейін сызықты жүргіземіз, нәтижесінде 0,42 нүктесі шығады. Осы қисықтардың қиылысу нүктесінен тік сызықты жоғары қарай K_H сызығымен қиылысқанға дейін және төмен қарай K_N шкаласымен қиылысқанға дейін жүргіземіз, бұл ретте 0,55 нүктесі шығады. Алынған нүктеден K_N шкаласымен қиылысқанға дейін көлденең оңға сызық жүргізіледі және 0,72 нүктесі алынады.

Келтірілген номограмманы ұңғымалардан сорылатын қабат сұйықтығы газының құрамы 0,01-ден 0,1-ге дейін өзгертін оңтайлы саладағы батыру сорғылары параметрлерінің көрсеткіштерін азайту үшін пайдалануға болады [28].

ЭОС-ның жұмыс доңғалағының арналарындағы «су-ауа» қоспаларының қозғалысын анықтау бойынша арнайы зерттеу жұмыстары жүргізілген. Осы зерттеулердің негізінде су-ауа қоспасы ағысының жалпы үш түрі бөлінген: 1) эмульсиялық - құрамында газ $\Gamma < 0,015$ болған кезінде судағы ауа ұсақ көпіршіктер түрінде бөлінген; 2) өтпелі - $0,015 < \Gamma < 0,06$ газ құрамындағы каналдарда газдың ірі және ұсақ көпіршіктері болады; 3) эмульсиялық-жыртылмалы - $\Gamma > 0,06$ кезінде, каналда газ каверналары пайда болған кезде (мұндай өту нысаны сораптың жұмыс параметрлерінің күрт нашарлауымен қоса жүретін сораптың тұрақсыз жұмысына әкеледі және бергіштіктің үзілуіне әкелуі мүмкін. [9].

Шет елдік ғалымдар ортадан тепкіш сорап сатыларының бірлескен жұмысын зерделеу үшін көп секциялы ортадан тепкіш сорапта эксперименттер жүргізді. Сатылар санының n өсуімен, сол сатылардың тудыратын арыны да тура пропорционалды түрде ұлғаятыны мәлім болды [29]. Бұл құбылысты газ фазасының қысылуына және еруіне байланысты қоспадағы газ құрамының азаюымен, сондай-ақ қоспаның алдыңғы сатылардан өтуі кезінде газ фазасының дисперсиялылық дәрежесінің ұлғаюымен түсіндіруге болады. Сораптың сатылары қабылдау аймағынан қаншалықты алыс болса, оның жұмысы соншалықты тиімді болады. Демек, газ-сұйық қоспаларды айдау кезінде ЭОСҚ-ның жұмыс қабілеттілігі ондағы сатылардың санына байланысты артады. Сорылатын сұйықтықта газ пайда болғанда, жұмыс сатыларының бір бөлігі жұмысты толық тоқтатуы мүмкін, ал қалған бөлігі газ-сұйықты қоспаны біртекті сұйық ретінде соруды жалғастырады. Егер ұңғымалардың газдалмаған өнімін айдау кезінде батырмалы ортадан тепкіш сорап сатысының сипаттамасы белгілі болса, онда газ-сұйықты қоспаны айдау кезінде жұмыс істейтін сатылар саны:

$$n_0 = \frac{n P_0}{P} \quad (2.6)$$

мұндағы P - белгілі бір өнімділікпен газдалмаған сұйықтықты сору кезінде сорғы дамытатын қысым, МПа;

P_0 - сұйықтық бойынша сол өнімділігі бар ГСҚ сору кезінде ортадан тепкіш сораппен дамитын қысым, МПа;

n - сораптағы барлық сатылар саны.

Осы есептеулерден, сораптың бірінші сатылары аз пайдалы қуатты дамытатыны және төмен П.Ә.К ие болатындығы көрінеді. Осыдан бірінші сатылардың жұмыс тиімділігінің төмендеуі жалпы сораптың жұмыс параметрлерінің төмендеуіне әкеледі деген ұғымға тоқтауға болады.

Егер көп секциялы батырмалы сораптың қабылдауындағы сатылардың белгілі бір саны көп бергіштігі бар сатыларымен ауыстырылса, қондырғының жұмысына газдың әсерін азайтуға болады [30]. Бұл сатылар каналдардың үлкен көлеміне ие бола отырып, қабылдау аймағына газ-сұйық қоспаның көбірек түсуіне кепілдік береді. Батырмалы сораптың оңтайлы бергіштігіне газдысұйықтықта сығу және еріту арқылы және газдың көлемін азайту есебінен қол жеткізуге болады. Ю.С. Мироновпен сораптардың қабылдау аймағында (конусты құрастырумен) сорғының оңтайлы берілуін қамтамасыз ететін ГСҚ-ның көлемдік шығынын есептеу формуласы ұсынылған:

$$Q_o = q_{\text{оңт}} \left(1 + \frac{\beta}{1-\beta} \right) \quad (2.7)$$

мұндағы, β – ортадан тепкіш сораптың қабылдау аймағындағы газдың көлемдік шығыс құрамы;

$q_{\text{оңт}}$ – сораптың оңтайлы режимде беруді жүзеге асыру мақсатындағы қабылдау аймағында сұйық ортаның көлемі бойынша шығыны.

Сораптың қабылдау аймағындасатылардың көп бергіштігін бере алатын санын анықтау үшін мынадай арақатынасты пайдалануға болады:

$$h = \frac{P_2 - P_1}{P_k}, \quad (2.8)$$

мұндағы P_1 – батырмалы сораптың қабылдау аймағындағы қысым, МПа;

P_2 – соңғы сатыдағы қабылдау аймағындағы шығыс қысым, МПа;

P_k – бір қабылдау сатысымен дамитын қысым, МПа;

h – сатылар саны.

Ұсыныстардың тиімділігін «Туймазанефть» және «Аксаковнефть» секілді мұнай кәсіпорындарында жүргізілген кәсіпшілік тәжірибелер растады. ЭОС қондырғыларымен жабдықталған ұңғымаларды пайдалану жағдайларында ғана аралас сораптарды қолдану мүмкіндігі белгіленген [31]. Құбыр сырты кеңістігіндегі еркін газдың қысымы мен дисперсиялылығы, оның мөлшері сораптың қабылдауын аймағында қысым шамасын қалыптастыруда анықтаушы рөл атқарады және ұңғыма жұмысының технико-экономикалық көрсеткіштерін анықтайды.

Жоғарыда аталған жұмыстарды талдау газ факторы жоғары ұңғымаларда ЭОСҚ ұтымды жұмыс қабілеттілігі міндеті толық көлемде шешілмегендігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді, себебі эксперименттік зерттеулер аз газ құрамы болған кездегі жағдайда жүргізілді (0,01-0,06); ұсынылған әдістер минутына 2800-2900 айналымдар санымен жұмыс істейтін батырмалы ЭОС үшін ғана қолданылады.

2.2 Еркін газбен күресу әдістеріне сипаттама

Қондырғыларды пайдаланудың техникалық шарттары бойынша сорапқа кіреберістегі газ құрамының төмен мәндері 25% құрайды, алайда шын мәнінде бұл шама өндірілетін өнім көлемінің 5-25% шегінде ауытқиды (сораптың типтік өлшеміне байланысты).

ЭОСҚ пайдаланылатын ұңғымалардағы газбен күрестің қазіргі таңда мынадай әдістері белгілі:

- 1) Сораптың қабылдау аймағындағы қысым сораптың оңтайлы бергіштігін және оның тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін аймаққа дейін түсіру;
- 2) әртүрлі конструкциялы газ сепараторларын қолдану;
- 3) диспергациялық құрылғылардың сорғысын қабылдауда монтаждау;
- 4) құбыр сырты кеңістігіне газды мәжбүрлеп шығару;
- 5) құрамдастырылған, «сатылы» (конустық) сорғыларды қолдану.

Қабылдауда мұнайдың газбен қанығу қысымына тең немесе оған жақын қысым сорғысын жасау.

Бұл әдіс кең таралған, себебі технологиялық және ұйымдастырушылық жағынан қарапайым, бірақ үнемсіз болып табылады. Өйткені оны жүзеге асыру үшін сорапты ұңғыма тереңдігімен тұспа-тұс келетіндей үлкен тереңдіктерге түсіру талап етіледі. Соның әсерінен сораптық-компрессорлық құбырларға, кабельге, электр энергиясына және түсіру-көтеру операцияларына жұмсалатын шығындармен байланысты, ал кейде белгілі бір техникалық себептермен мүлде орындалмай қалынады.

Сепараторларды қолдану. Әдіс сораптың қабылдау аймағында сұйықтық пен газды бөлетін арнайы құрылғыларды орнатуды және газды құбыр кеңістігіне шығаруды көздейді.

Диспергаторларды пайдалану. Диспергаторларды қолдану жіңішке дисперсті ортаның көмегімен жіңішке дисперсті құрылымын құру есебінен сораптың қабылдау аймағында көлемді газ құрамының рұқсат етілген мәнін 0,10-нан 0,25-ке дейін ұлғайтуға мүмкіндік береді. Диспергаторлар сорғының сыртында да, ішінде де бірнеше жұмыс сатысының араларына орнатылады. Диспергаторлар тұтқыр эмульсияны құрайтын суланған ұңғымаларда тиімді, өйткені оның құрылымының бұзылуына тиімді ықпал жасайды.

Диспергатор ағынның күшті турбулизаторы болып табылады және газ-сұйық қоспаның құрылымын тиімді теңестіруге ықпал етеді.

Құбыр кеңістігінен газды мәжбүрлеп шығару. Ұңғыманы пайдалану процесінде газдың бір бөлігін құбыр сырты кеңістігіне қабылдау саласындағы сұйықтықтан сепараторлайды. Онда жинақталған кезде газ сұйықтықты сорғыны қабылдау аймағына дейін ығыстырып, сорапқа еніп, оның берілуін төмендетуі немесе құрғақ үйкеліс режимінде авариялық жұмысты тудыруы мүмкін. Бұдан басқа, газ сұйықтық ағынын азайта отырып, қабатқа қарсы қысым жасайды.

Газды мәжбүрлеп соратын автоматты жұмыс істейтін сағалық немесе ұңғымалық кері клапандарды немесе эжекторларды қолдану арқылы құбыр кеңістігінен газды шығару тәсілдері белгілі (мысалы, «тандем» жүйесі).

Құрама (конустық) сорғыларды қолдану. «Зиянды» газдың әсері сериялық сораптардың қабылдауын аймағындағы бірнеше сатылар көп беру мүмкіншілігі бар сатыларымен алмастырылған кезде азаяды. Каналдардың үлкен көлеміне ие бола отырып, бұл сатылар газ-сұйықты қоспасын қабылдауға көбірек түсуді қамтамасыз етеді. Сериялық сатыларға түскен кезде қоспаның көлемі сұйықтықтағы газды сығу және еріту есебінен азаяды, соның есебінен сораптың оңтайлы берілуіне қол жеткізіледі.

Тұрақты ЭОСҚ жұмысы сорапқа кіреберістегі бос газдың құрамында (техникалық шарттар бойынша) сорғының типтік өлшеміне байланысты 5% - дан 25% -ға дейін болған кезде жүзеге асырылады. Бос газдың мөлшері ұлғайған кезде сораптың жұмысы нашарлайды. Газдалған сұйықтық кейбір жағдайларда, егер орта жіңішке дисперсті болса және бос газдың болуы рұқсат етілгеннен аспаса, сораптың жұмысына оң әсер етуі мүмкін. Себебі сорылатын қоспаның тығыздығы мен тұтқырлығы азаяды. Десек те, көп жағдайда газдың нормасы шектен тыс болып ЭОСҚ жұмыс тиімділігіне кері әсерін тигізіп жатады.

2.3 Газ сепараторларын қолдану арқылы еркін газбен күресудің ерекшеліктері

Әлемдік өндірушілер газсепараторлардың үш түрін шығарады:

- 1) гравитациялық;
- 2) құйынды
- 3) ортадан тепкіш

Ортадан тепкіш күштің әсерінен жұмыс істейтін газсепараторларды қолдану ЭОС еркін газдың зиянды әсерінен қорғаудың ең сенімді құралы болып табылады. Олардың жұмысының тиімділігіне батырмалы сораптың пайдалану параметрлері және ұңғымадағы істен шығуы тікелей байланысты болып келеді.

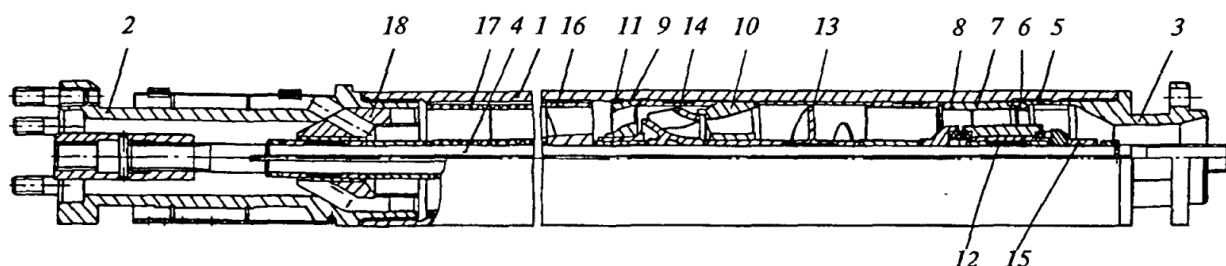
Газды сұйықтықтан бөлу үшін осы газсепараторларда гравитациялық немесе ортадан тепкіш күштерінің әсерімен газ көпіршіктерінің жүзуі пайдаланылады.

Гравитациялық газсепаратордың сепарация коэффициенті ең аз, ортадан тепкіштікі - ең үлкен, ал құйындық газосепараторлар орташа жағдайда болады.

Құрылғыларға мынадай талаптар қойылады:

1. құрамы техникалық шарттар бойынша рұқсат етілгеннен көп, сораптың бергіштігінің бұзылуына әкеп соғатын еркін газдың зиянды әсерін жою;
2. белгілі бір габариттік топтың сорабының диаметрлік өлшемдеріне сәйкес келетін құрылғының ең аз диаметрлік мөлшерін қамтамасыз ету;
3. сораптың тұрақты жұмысын қамтамасыз етуге арналған құрылғының жұмыс органдары арқылы сұйықтықтың қажетті берілуін қамтамасыз ету;
4. ұңғыманың барлық тереңдігі бойынша, әсіресе - көлбеу бағытталған ұңғымаларда қолдану есебінен ұзартылған құрылғының, батыру агрегатының өтуін қамтамасыз ету.

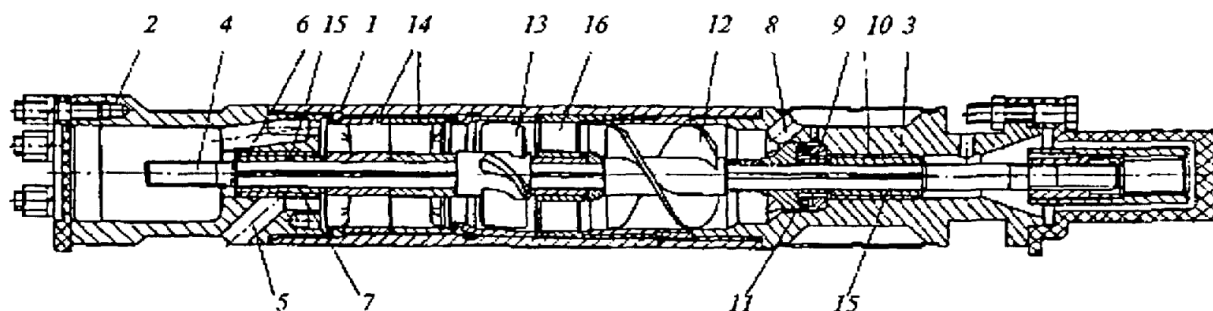
Ұзақ уақыт бойы 1МНГ5 типті сепараторлар мұнай өндіру саласында кеңінен қолданылды (2.4-сурет). Газсепаратор сораптың құрамындағы газ мөлшері 50% -ға дейінгі жағдайдағы сораптың тиімді жұмысын қамтамасыз етіп отырды. Және де пайдалану шарттарының өзгеруінің кең ауқымында тиімді жұмыс істеді. Алайда сепаратордың күрделі конструкциясы, үлкен массасы бар, абразивті тозуға және сепаратордың корпусы бойынша үзілуге ұшыраған. Бұдан басқа, жоғары газ ұстау жағдайында көптеген режимдерде газдың ЭОС-мен жабдықталған қондырғылардың жұмысына айтарлықтай кері әсері бар екені байқалды.



(1 - басы; 2 - мойынтірек; 3 - білік; 4 - сепаратор; 5 - бағыттаушы аппарат; 6 - жұмыс доңгелегі; 7 - корпус; 8 - шнек; 9 - негіз)

2.4-Сурет 1МНГ5 типтегі газ сепараторы

Көп ұзамай, көрсетілген модельден техникалық көрсеткіштері басым болатын әрі сепарациялау әдісі өзгеше болып келетін МН-ГСЛ5 типіндегі, 5 топтағы батырмалы сораптарға жататын жаңа газ сепараторы қолданысқа түсті. Жаңа сепаратордың массасы конструкцияны жеңілдету есебінен 1МНГ5 қарағанда шамамен 2 есе аз болып шықты. Бұдан басқа, МН-ГСЛ5 корпусының ішкі бетін абразивті тоздан қорғау бойынша өңделінген. Жаңа сепаратор сорғының 80% -ға дейін тұрақты жұмыс істеуіне мүмкіндік береді.



2.5-сурет МН-ГСЛ типтегі газ сепараторы

МН-ГСЛ үлгісіндегі газсепаратор 2 басы бар 1-құбыр корпусынан, қабылдау торы бар 3-негізден және онда орналасқан жұмыс органдары бар 4-біліктен тұрады. Бас жағында газ бен сұйықтыққа арналған 5, 6 аяқаспалы арналардың екі тобы орындалған және радиалды мойынтіректің төсеніші орнатылған 7. Негізде газ-сұйық қоспасын қабылдауға арналған 8 каналы бар тормен жабылған қуыс, 9 және 10 радиалды мойынтіректің астары орналастырылған. Білікте 11-табан, 12-шнек, күректердің суперкавитациялық бейіні бар 13-осьтік жұмыс доңғалағы, 14-сепараторлар және радиалды

мойынтіректердің төсеніштері орналасқан 15. Негізде бағыттаушы торлар мен гильзалар орналастырылған.

Газосепаратор мынадай түрде жұмыс істейді: ГСҚ тор арқылы және кіріс модулінің тесіктері арқылы шнекке және одан әрі газсепаратордың жұмыс органдарына түседі. Туындаған арын есебінен ГСҚ сепаратордың айналмалы камерасына түседі, онда ортадан тепкіш күштерінің әсерімен газ сұйықтықтан бөлінеді.

Газсепараторлардың кеңінен қолданылуына қарамастан, олардың кемшіліктерін де атап өту қажет:

1. Ұңғымадан газдың тұрақсыз түсуіне байланысты, қабат сұйықтығының көп сулануына байланысты ұңғыманы газ тығындарымен бұғаттау қауіпі бар. Бұл кезде үзілген газ құрамы шамамен сулану, немесе бірінші жұмыс орнына түсетін қалдық газбен газ-сұйықты қоспасының өрескелі дисперсиялылығы салдарынан тура пропорционалды.

2. Газосепараторды қолдану ұңғыманы құбыр сыртқы кеңістігі бойынша ішінара бұрқақтауға әкелуі мүмкін. Бұл өз кезегінде парафин шөгінділерінен оның жабылуына және сепаратордың жұмыс істеуінің тоқтатылуына әкеліп соқтырады.

3. Сепараторды қолдану кезінде қабат сұйықтығын СКҚ-ға көтеру кезінде газдың пайдалы жұмысы қолданылмайды, өйткені газ көбінесе құбыр сырты кеңістігіне жіберіледі.

4. Қуатты сору кезінде газсепараторы бар тұтынылатын сорғының ауытқуы байқалады. Бұл ауытқулар газ тығыны болған кезде тиемеу бойынша жиі тоқтауға, қайта іске қосуға әкелуі мүмкін, бұл барлық қондырғының сенімділігін төмендетеді.

5. Газсепараторлармен жұмыс істейтін қондырғылардың өндірістік практикасы көрсетіп отырғандай, газсепаратор өзіне тән конструктивтік белгілеріне байланысты (құрамында механизмдері бар сорылатын сұйықтықтың жеткілікті қашықтықтағы айналуы) немесе конструкцияның жеткіліксіз пысықталуына байланысты қондырғының істен шығуына ғана емес, сондай-ақ «ажырауына» да себеп болуы мүмкін.

Екінші тарау бойынша қорытындылар

1. Батыру сорғысы жұмысының тиімділігіне газ қысымының әсері бойынша жүргізілген зерттеулердің салалары газ құрамының аз шамасымен (0,01-0,06) және ЭОСК айналу жиілігімен (2800-2900 айн/мин) шектелген.

2. Еркін газбен күресудің мүмкін әдістеріне жалпы шолу жасалынып, оларға талдау жасау арқылы тиімді және тиімсіз тұстары көрсетілді. Зерттеу нәтижелері бойынша газосепараторларды қолдану басқа әдістерге қарағанда ең жоғарғы нәтижені бере алатыны анықталды.

3. Зерттеу барысында бұл әдістің басқа да кемшіл тұстарының анықталуы себебінен, газсепараторларға қарағанда «қабат-сорап-лифт» жүйесіндегі газ қысымын төмендететін анағұрлым тиімді құрылғыны әзірлеу талап етіледі.

3-Тарау.Бос газбен «батырмалы ортадан тепкіш сорап+ағынды сорап» қосылысынан тұратын тандемдік жүйе арқылы күресу әдісі.

3.1 Мұнайды тандемдік жүйе арқылы өндірудің ерекшелігі

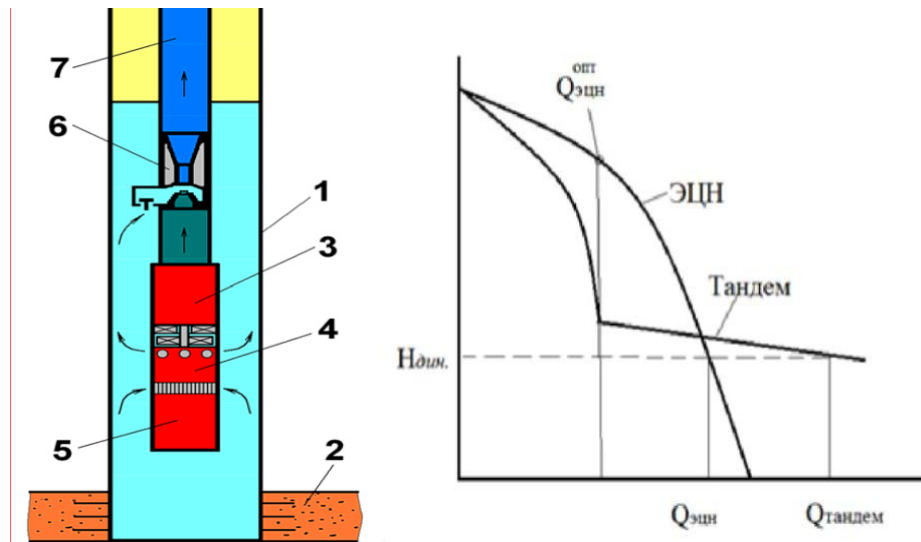
Қабат өнімінің өндіруге қиын қоры бар мұнай кен орындарын игеруге тартуға және күрделендіргіш факторлардың(газ құрамы мен жоғары температура, тұзды қалдыру, механикалық қоспаларды шығару) белсенділігі жағдайында мұнай ұңғымаларын пайдалануға байланысты мұнайды механикаландырылған өндіру кезінде технологияларды таңдауға жоғары талаптар қойылады. Құбыр сырты газының көлемі ұлғайған қабат өнімдерін өндіру процесінде көптеген өндіруші мұнай компанияларында, бүгінгі таңда басым болып табылатын ЭОС қондырғыларымен (олармен жабдықталған мұнай ұңғымалары қорының саны бойынша да, өндіру көлемі бойынша да) пайдалану тәсілі күрделі асқынуларға ұшырайды. Бұл қиындықтар бірқатар жағдайларда диспергаторлармен, газосепараторлармен немесе сорғылардың арнайы конструкциясымен (мультифазалық сорғылар, конустық құрастыру) жабдықтау жолымен шешіледі, дегенмен олардың өзі көп жағдайда жеткіліксіз [32].

Кейбір дәрежеде мұнай өндіру тандемдік тәсілмен, яғни ұңғыма ағынды сорғыдан (АС) және онда жоғарыдан төмен қарай тізбекпен орналасқан ЭОС-тан тұратын қондырғымен пайдаланылғанда, қолданыстағы технологияларға балама болып табылады [33,34,35]. Батырмалы сораптың қабылдау аймағында алдын ала тазартылған еркін газ ұңғыманың құбыр кеңістігіне түседі, одан ағынды сорғыдағы инжекция процесі есебінен сораптық-компрессорлық құбырларға қайта тартылады. Бұл ретте қабат өнімі ағынды сорғының қабылдау камерасында шүмек арқылы өту процесінде сиретуді құрайтын жұмыс сұйығы болып табылады.

Ағынды сорғыларды қолдану өзіне тән жақсы сенімділігімен, қозғалмалы бөліктерінің болмауымен, құрылымның қарапайымдылығымен, инжекцияланатын өнімнің агрессивтілігі жағдайында және жоғары температурада, сорылатын сұйықтықтағы механикалық қоспалардың жоғары болуына байланысты әр түрлі салаларда табыла білді.

Тандем қондырғыларын қолдану технологиясы келесідегідей ретте болады:

- «батырмалы қондырғы → ұңғыма → қабат» жүйесінің жұмыс режимін тұрақтандыру, сондай-ақ кенжар қысымы мен ұңғыма дебитін оңай реттеу;
- пайдалану жағдайларының бақылаусыз өзгеруі кезінде (қабаттық қысым, сулану және т.б.) ЭОСҚ жұмысының оңтайлы режимін белгілеу және ұстап тұру;



(1 - ұңғыма, 2 - қосалқы, 3 - сорғы, 4 - газосепаратор-диспергатор, 5 - тиеу электр қозғалтқышы, 6 - ағынды аппарат, 7 - СКҚ бағанасы)

3.1-сурет тандем Сорап қондырғысының (а) принципті орналасуы және оның ЭОС (б) сипаттамасымен салыстырмалы сипаттамасы

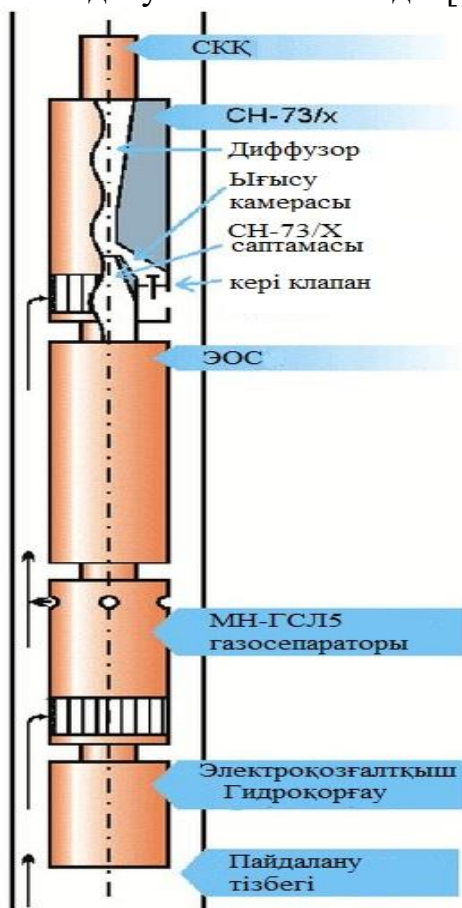
- ағынды шақыруды және ұңғыманы сөндіргеннен немесе тоқтағаннан кейін белгіленген жұмыс режиміне шығаруды жеңілдету және жеделдету;
- өнімді көтеру процесінде ЭОС кіре берісте ажыратылған бос газды құбыр сырты кеңістігінен ағынды сорғы арқылы газ-сұйықты қоспаның қолайлы құрылымын жасай отырып, СКҚ тізбегіне өткізу арқылы тиімді пайдалануға;
- батырмалы электр қозғалтқышының салқындатылуын жақсарту;
- батырмалы электр қозғалтқышының тоқ жүктемелерін төмендету және тұрақтандыру;
- батырмалы қондырғысы элементтерінің істен шығу мерзімдерін арттыру;
- өндіру жүйесінің ПӘК-ін арттыру.

Конструкциялық нұсқалардың әртүрлілігі осындай үлгідегі сорғылардың тиісінше таралуына да себепші болды. Атап айтқанда, оларды химия өнеркәсібінде қышқылдарды, сілтілерді, құрамында мұнай бар тасымалдағыштарды, тұз қоспалары мен мазутты механикалық төзімділігі мен икемділігіне байланысты айдау үшін пайдаланады. Осылайша, оларды мұнай өнеркәсібінде қолданудың табысты практикасы оларды уран өндіру өнеркәсібінде де кеңінен қолдану мүмкіндігін береді.

Алайда, «электр ортадан тепкіш сорап - ағынды сорап» («ЭОС - АС») типті тандем қондырғыларының жұмыс жағдайларын қамтамасыз ету үшін олардың үздіксіз (тұрақты) жұмыс істеу аралықтарын анықтау және мұнай ұңғымаларында батырылып бірлесіп жұмыс істеген жағдайда ағынды сораптың оңтайлы параметрлерін таңдаудың теориялық тәсілін негіздеу қажет екенін атап өткен жөн. Бұдан басқа, ағынды сорап корпусын түсірудің оңтайлы тереңдігін анықтау тандем қондырғысының жұмысын қамтамасыз ету үшін маңызды мәнге ие. Түсіру тереңдігінің азаюымен ағынды сораптың қабылдау аймағында инъекцияланатын сұйықтықтың газ құрамы өседі де соның салдарынан оның өнімділігі төмендейді.

3.2 Ұңғымада ЭОС және ағынды аппаратты орнату жұмысының оңтайлы режимін қамтамасыз ететін параметрлерді есептеу әдістемесі

Жалпы қабылданған ұғымда тандем қондырғылары - бұл динамикалық деңгей астында орнатылатын құбырдың сыртқы кеңістігінен газ-сұйықты қоспасын іріктеуге арналған «ЭОС - АС» қондырғысы (3.2-сурет). Ол ЭОС-тың сұйықтықты ұңғы сағасына көтеруге қажетті арынды бере алмай қалған жағдайларда, газ-сұйық қоспасын құбырдан сорып, газлифтілік әсерді орындай отырып, сұйықтықтың көтерілуін жеңілдету қажеттілігі туындағанда ағынды сорапты жалғап қосады. Тандем қондырғыларының міндеті газ фазасының сорғының жұмысына әсерін төмендету болып табылады [28].

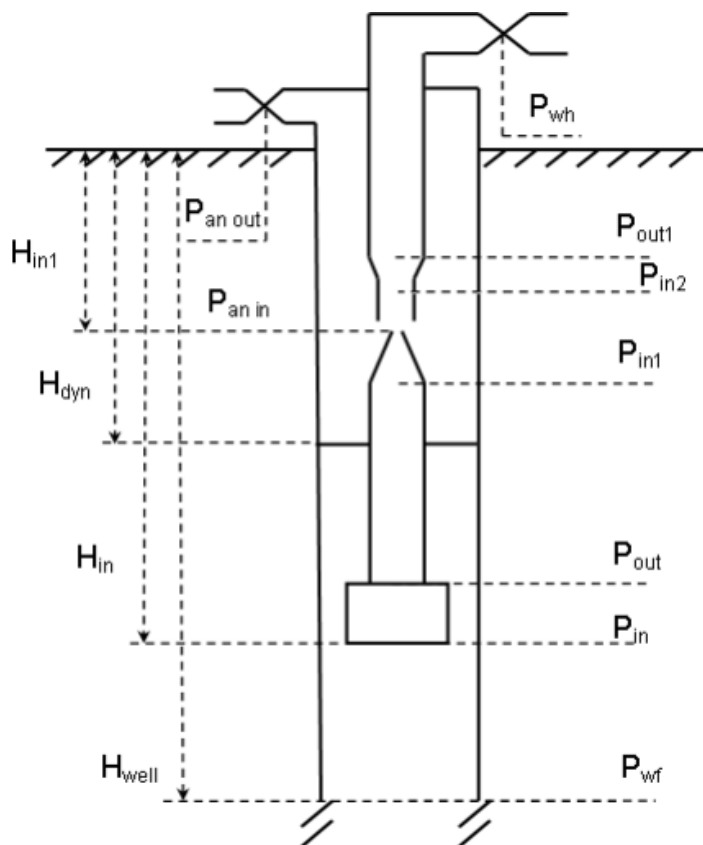


3.2-сурет ЭОС+АС тандемдік жүйесінің жерасты жабдықтарының схемасы

Құбыр газының қысымын динамикалық деңгейден төмендету маңызды міндет болып табылады. Осы мақсатта соңғы жылдары ұңғымаларды батырмалы ортадан тепкіш сорап көмегімен пайдалану кезінде олармен жиынтықта өндіру өнімділігін арттыру үшін ЭОСҚ-мен жабдықталған ұңғымаларда құбыр газын іріктеу үшін ағынды аппараттар жиі пайдаланылады.

Бұл жағдайда ағынды аппараттың ұңғыма сағасына және батырмалы сорапқа қатысты орналасуы маңызды мәнге ие, оны дұрыс таңдау есебінен бергіштіктің бұзылу ықтималдығын айтарлықтай төмендетуге және мұнай өндіруді ұлғайтуға болады.

ЭОСҚ-мен жабдықталған ұңғымалардың құбыр газын іріктеуге арналған батырмалы сораппен мен ағынды аппараттың жалпы орналасу схемасы 3.3-суретте берілген



(P_{wh} - сағадағы қысым; $P_{an\ out}$ - ұңғыманың сағасының деңгейіндегі құбыр сырты қысымы; P_{out1} - диффузордағы ГСҚ қысымы; P_{in2} - қабылдау камерасына кіреберістегі қысым; $P_{an\ in}$ - құбыр сырты кеңістігіндегі еркін газ қысымы; P_{in1} - ағынды аппаратқа кіреберістегі қабат сұйықтығының қысымы; P_{out2} - араластыру камерасынан шығудағы ГСҚ қысымы; P_{out} - сораптың шығыс аумағындағы қысым; P_{in} - сораптың қабылдау аймағындағы қысым; P_{wf} - қабат қысымы; H_{in1} - ағынды аппараттың түсу тереңдігі; H_{dyn} - динамикалық деңгей; H_{in} - ЭОС түсу тереңдігі; H_{well} - тік ұңғыманың тереңдігі.)

3.3 сурет Құбыр газын ажыратуға арналған аппараты бар қондырғы схемасы,

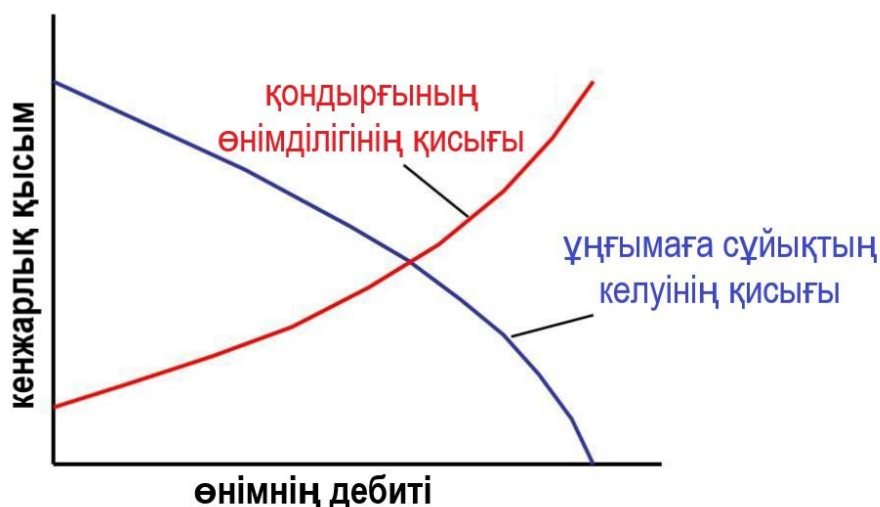
Бос немесе еріген газы бар қабат сұйықтығы ұңғыманың кенжарынан батырмалы сораптың қабылдау аймағына дейін көтеріледі, онда құбыр кеңістігіне газдың бір бөлігі сепараторланады. Сорап арқылы ажыратылған сұйықтық өтеді және сораптық-компрессорлық құбырлар бойынша ағынды аппаратпен қабылдағанға дейін одан әрі көтеріледі. ЭОСҚ қабат өнімі шүмекте жылдамдатылады, онда қабылдау камерасында газ мұнай ұңғымасының құбыр кеңістігінен жылжитын төмен қысым саласы құрылады. Одан әрі ГСҚ араластыру камерасына түсіп, ұңғыманың сағасына жетіп, кейін лақтыру бөліміне жіберіледі.

Мәселенің екі қойылымын қарастырайық: 1) батырмалы сорапты қабылдау алдында және құбыр кеңістігіндегі ГСҚ-ның бағанасында ажыратылған барлық газ тандемдік жүйе көмегімен кері СКҚ-ға бейімделеді; 2) лақтырылатын желіге құбыр кеңістігінен газдың бір бөлігі бөлінеді. Әрбір міндет үшін мұнай

ұңғымасын пайдаланудың негізгі параметрлеріне (сулану, өнімділік коэффициенті, қабаттық қысым, газ факторы) байланысты ағынды аппараттың оңтайлы сипаттамаларын (шүмектің диаметрі және түсу тереңдігі) есептеу жүргізіледі.

Осы қондырғының тұрақты жұмыс істеуі үшін құбыр кеңістігінен ағынды аппаратқа бос газдың үздіксіз түсуі кезінде қабылдау камерасындағы қысымнан $P_{an\ in}$ ЭОСҚ-ның орнату тереңдігіндегі құбырдағы қысымның артуы қажеттілік болып табылады. Әйтпесе, құбыр сыртынан газды эжекциялау мүмкін емес болады, ал батырмалы сорап қондырғысы құрамындағы эжектор сораптық-компрессорлық құбырлардың учаскесінде өзінің орналасу аралығында қысымның қосымша ауытқуын жасай отырып, штуцер рөлін атқаратын болады. Осылайша, тапсырма ұңғыма оқпанында және ЭОСҚ-ның тандемдік жүйесінде қысымды есептеу қажеттілігіне тіреледі.

Ұңғыманың сипаттамалары (ауытқудың орташа мәні, сағадағы қысым, шегендек тізбегінің диаметрі, жоғарғы тесіктерге дейін перфорация тереңдігі) және әзірленетін қабаттың қасиеттері (газ факторы, мұнайдың тұтқырлығы мен тығыздығы, өнімділік коэффициенті, қабаттың температурасы мен қысымы, қанығу қысымы) белгілі болсын делік. Сорғы қондырғысының өнімділік қисықтарының типтік сипаттамасы (мұнай ұңғымасы дебитінің кенжар қысымынан бекітілген сағалық қысым кезіндегі тәуелділігі) және қабат сұйықтығының ағынына тәуелділігі (қабат қысымы мен өнімділік коэффициенті тіркелген кезде кенжарға ағынның қысымнан тәуелділігі) 3.4-суретте көрсетілген. Мұнай ұңғымасының ең оңтайлы жұмыс параметрлері қисықтардың қиылысу нүктесін анықтайды. Жоғарыда көрсетілген тәсілмен мұнай өндірілген жағдайда ЭОСҚ өнімділік қисығының орналасқан жері батырмалы сораппен мен ағынды аппараттың негізгі жұмыс сипаттамаларына, батырмалы сораптың қабылдау аймағындағы еркін газдың сепарация коэффициентіне, олар бір-бірінен алшақтайтын қашықтыққа байланысты болуы тиіс.



Сурет 3.4 Түйінді талдау графигі

Ұңғыманы тораптық әдістеме бойынша талдаудан жұмыс нүктесін табу үшін ұңғыманың ұзын учаскелерінде қысымның өзгеруін (сораптық-компрессорлық құбырлар және құбыр сырты кеңістігі, шегендеу тізбегі) батырмалы сораппен және ағынды аппаратта есептеу әдістемесі талап етіледі.

Жалпы жағдайда батырмалы сорапта қысымның өзгеруін модельдеу катпарлы сұйықтықтағы еркін газдың құрамын ескере отырып, ЭОС қысымды дебиттік сипаттамасын білуді талап етеді және бұл күрделі міндет болып табылады. Қойылған міндеттің шеңберінде белгілі бір жабдыққа бағдарланбайтын қондырғының жалпы моделі құрылады, сондықтан батырмалы сорап еркін арынды қамтамасыз етеді, оның жалғыз шарты:

$$H = \frac{P_{out} - P_{in}}{\rho_{wat} g D_{gas} D_{vis}} \leq H_{cr} \quad (3.1)$$

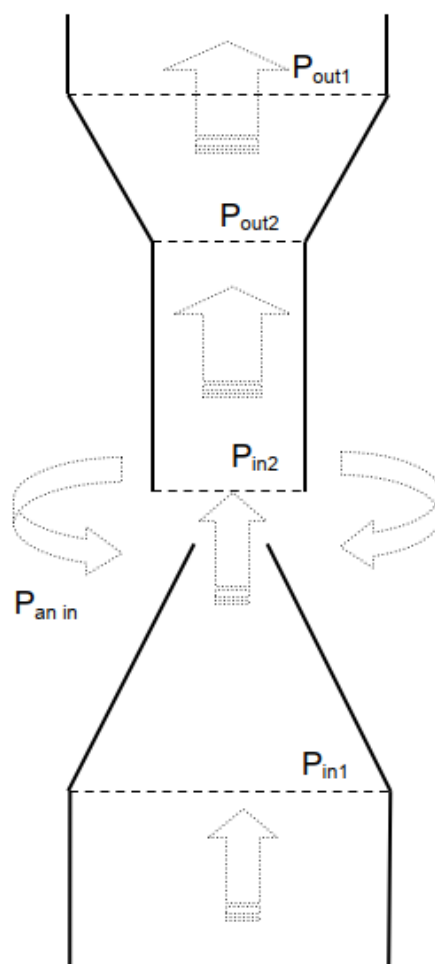
мұндағы P_{in} және P_{out} - сорапты қабылдау мен түсірудегі қысым, Па;

D_{vis} және D_{gas} - тиісінше газдың тұтқырлығы мен құрамының әсері салдарынан қысымның тозу коэффициенттері, оларөлшемсіз, эксперименттік тәуелділіктермен белгіленеді;

H_{cr} және H - ең жоғары рұқсат етілген номиналды (суда) және нақты сорғы қысымы, м;

ρ_{wat} - судың тығыздығы, = 1000 кг/м³.

Енді ЭОСҚ-ның тандемдік жүйесіндегі қысымның өзгеруін модельдеуге көшейік. Газ-сұйық қоспа ағынының ағынды аппаратындағы қозғалыс сызбасы тұтастай алғанда 3.5-суретте көрсетілген.



(P_{out1} - диффузордағы ГСҚ қысымы; P_{in2} - қабылдау камерасына кіреберістегі қысым; $P_{an in}$ - құбыр сырты кеңістігіндегі еркін газ қысымы; - $P_{an in}$ - ағынды аппаратқа кіреберістегі қабат сұйықтығының қысымы; P_{out2} - араластыру камерасынан шығудағы ГСҚ қысымы)

Сурет. 3.5 - ЭОСҚ сызбасы.

Ағынды аппаратқа кіреберісте еркін немесе еріген газы бар қабат сұйықтығының P_{in1} сәйкес келетін қысым мәні болады. ГСҚ саптамамен өту арқылы (әдетте оның диаметрі сораптық-компрессорлық құбырлардың диаметрінен едәуір аз) жылдамдатылады, осының нәтижесінде эжектордың қабылдау камерасына кіреберісте P_{in2} қысымының төмендетілген мәні жасалады. Ағынды аппаратта $P_{an in}$ - P_{in2} қысымының оң өзгеруі есебінен газ инъекциясы жүреді, мұнда $P_{an in}$ - құбыр сырты кеңістігіндегі еркін газ қысымы. Одан әрі қабат сұйықтығы мен инъекцияланған газ ағындарының температурасы және араластыру камерасындағы жылдамдықтар теңестіріледі және сораптық-компрессорлық құбырлардың диаметріне дейін өту қимасының диаметрі ұлғайған кезде ГСҚ мәніне дейін диффузорда құлайтын P_{out2} қысымы бар біртекті P_{out1} шығу кезінде шығады.

Инъекцияланатын газдың белгілі параметрлері (температура, дебит) болған кездегі ағынды аппараттың P_{in1} қимасындағы мәнін және қабат сұйықтығының параметрлері (температура, сулану, газ құрамы, дебит) кезіндегі P_{out1} қимадағы ағынды аппараттың параметрлерін табамыз.

P_{in2} эжекторлық құрылғының қабылдау камерасына кіреберістегі қысым шамасын есептеу үшін сұйық қоспасы(су және мұнай)және газ жалпы болып табылатын, ток желілері бойындағы шүмекте жүзеге асырылатын,қабат өнімдерінің қозғалысы деп болжайық. Ал сұйықтықтың өзі $\rho = 2\rho_{in1}\rho_{in2}/(\rho_{in1} - \rho_{in2})$ тығыздықта сығылмайтын болып табылады, мұндағы ρ_{in1} және ρ_{in2} - P_{in1} және P_{in2} қималарындағы тығыздықтар. Сонда қозғалыс санын сақтау теңдеуінің шешімі Бернулли теңдеуіне жатады:

$$\frac{\rho_{in1} + \rho_{in2}}{2\rho_{in1}\rho_{in2}} (P_{in1} - P_{in2}) = (1 + \xi_{in2}) \frac{u_{in2}^2}{2} - \frac{u_{in1}^2}{2} \quad (3.2)$$

мұндағы ξ_{in2} - саптаманың кедергі коэффициенті; u_{in2} және u_{in1} - саптаманың қимасындағы және ағынды құрылғыға кіреберістегі қабат өнімдерінің жылдамдығы, м/с.

Массаны сақтау заңы қабат сұйықтығының саптамасы арқылы қозғалған кезде орындалады:

$$\rho_{gin1}Q_{gin1} + \rho_{lin1}Q_{lin1} = \rho_{gin2}Q_{gin2} + \rho_{lin2}Q_{lin2}, \quad (3.3)$$

мұндағы ρ_{gin} және ρ_{lin} - оларға сәйкес келетін газ бен сұйықтық тығыздығы, кг/м³;

Q_{gin} және Q_{lin} - түрлі қималар үшін бөлінген қабат өнімдеріндегі құбыр сырты газы мен сұйықтықтың дебиттері, м³/тәул.

Бұл ретте сұйықтықтың тығыздығы мынадай формула бойынша есептеледі:

$$\rho_1 = w\rho_w + (1 - w\rho_0), \quad (3.4)$$

мұндағы w - судың көлемдік үлесі;

ρ_0 және ρ_w - мұнай мен су тығыздығы, кг/м³.

Айта кетейік, мұнай өнімдерінің тығыздығы температура мен қысымға байланысты болып келеді. Және су тығыздығы тұрақты мәнде қабылданады. Менделеев-Клайперон жағдайының теңдеуінен еркін газдың тығыздығы анықталады:

$$\rho_{б.г} = \rho_g RT, \quad (3.5)$$

мұндағы T - температура, °К;

R - тұрақты газды, Дж/(кг·К).

Сұйықтық пен газдың температурасы мен қысымы екі фазалы ортада, сондай-ақ фазалар қозғалысының жылдамдығы бірдей деп болжанады. ГСҚ тығыздығы мынадай фазалар тығыздығы арқылы формула бойынша көрінеді:

$$\rho = \frac{\rho_g Q_g + \rho_1 Q_1}{Q_g + Q_1}. \quad (3.6)$$

Температураның $P_{in1} - P_{in2}$ өзгеру қималарында есептеу үшін ГСҚ толық энергияны сақтау теңдеуін пайдаланамыз:

$$\rho_{gin1}Q_{gin1}\left(c_{vg}T_{in1} + \frac{P_{in1}}{\rho_{gin1}} + \frac{u_{in1}^2}{2}\right) + \rho_{lin1}Q_{lin1}\left(c_{vg}T_{in1} + \frac{P_{in1}}{\rho_{gin1}} + \frac{u_{in1}^2}{2}\right) = \\ = \rho_{gin2}Q_{gin2}\left(c_{vg}T_{in2} + \frac{P_{in2}}{\rho_{gin2}} + \frac{u_{in2}^2}{2}\right) + \rho_{gin2}Q_{gin2}\left(c_{vg}T_{in2} + \frac{P_{in2}}{\rho_{gin2}} + \frac{u_{in2}^2}{2}\right). \quad (3.7)$$

Дебит пен жылдамдық өзара мынадай арақатынаспен байланысты:

$$u = \frac{4Q}{\pi d^2}, \quad (3.8)$$

мұндағы d - шүмектің немесе сорғы құбырының диаметрі, м.

Осы теңдеулер жүйесі (3.1) - (3.8) қарастырылып отырған қимадағы белгілі параметрлер бойынша P_{in2} қимасында ағынды аппараттың параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді. P_{out2} - P_{out1} және $P_{an\ in} - P_{in2}$ қималары үшін осыған ұқсас тәуелділік жүйелерін де жазуға болады. Араластыру камерасы үшін (P_{in2} - P_{out2} қимасы) теңдеулер жүйесі қозғалыс санының теңдеуінен ерекшеленеді, өйткені бұл жағдайда Бернулли теңдеуі ағынның күшті турбуленттілігінің салдарынан пайдаланылмайды. Осы теңдеудің орнына қозғалыс санын сақтау теңдеуін мына түрде пайдалануға болады:

$$(P_{in2} - P_{out2})S_{out2} + \rho_{gin2}(u_{in2}Q_{gin2} + u_{in2}Q_{gin2}) + \rho_{lin2}u_{in2}Q_{lin2} = \\ = \rho_{gout2}u_{out2}Q_{gout2} + \rho_{lout2}u_{out2}Q_{lout2} + \sum \tau, \quad (3.9)$$

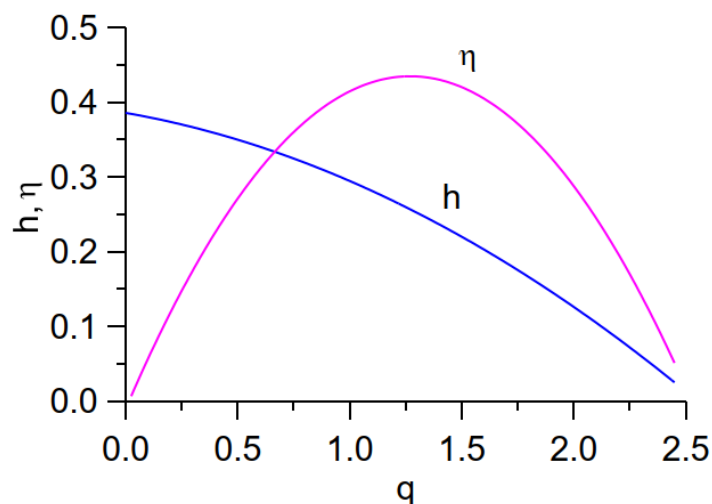
мұндағы $\sum = \pi d_m l$ - диаметрі d_m және ұзындығы l аралас камера бетінің ауданы, м²

$S_{out2} = \pi d_m^2/4$ - араластыру камерасының көлденең қимасының ауданы, м²,

$$\tau = \frac{1}{2}f\rho_{out2}u_{out2}^2, f = 0.316Re^{-0.25}, Re = \frac{u_{out2}d_m\rho_{out2}}{\mu}, \quad (3.10)$$

мұндағы τ - араластыру камерасының қабырғасына қатысты кернеудің орташа мәні, Па.

Эксперименттік тәуелділіктердің көмегімен диффузор мен саптаманың кедергі коэффициенттерінің сандық мәндері беріледі [36]. Көптеген есептеулерде араластыру камерасының ұзындығы $l=7d_m$ [36], ал араластыру камерасының диаметрі $d_m=2d_n$ шоқысының екі диаметріне тең анықталады.



Сурет. 3.6 - Ағынды аппараттың сипаттамаларын анықтау үшін тәуелділік

Бұл диаграммада ЭОСҚ тандемдік жүйесінің салыстырмалы қысыммен $h = (P_{out1} - P_{an in}) / (P_{in1} - P_{an in})$ және ПӘК-тің $\eta = Q_{in1} h / (Q_{an in} (1 - h))$ салыстырмалы шығынмен $q = Q_{in1} / Q_{an in}$, есептелген тәуелділігі келесідегідей кіріс параметрлерінің арқасында тұрғызылды: $P_{in1}=5$ МПа, $T_{in1}=T_{an in}=50^\circ\text{C}$, $Q_{in1}=100$ м³/тәу, $w_c=0.5$, $\Gamma=100$ м³/Т (газ факторы), $d_{in}=62$ мм (СҚҚ диаметрі), $d_n=5$ мм (саптамалы құрылғының диаметрі), $l=70$ мм (араластыру камерасының ұзындығы), $P_{bs}=10$ МПа (газбен мұнайға қанығу қысымы), $d_m=10$ мм (араластыру камерасының диаметрі) 3.2.5-суретке берілген.

0 - 2,5 диапазонында q өзгерісіне $P_{an in}$ құбыр сырты кеңістігіндегі қысымның 4,24-тен (араластыру камерасына кіре берістегі қысым) 4,41 МПа-ға дейін өзгеруі сәйкес келеді (ағынды аппараттың шығысында инжекцияланатын газдың ең көп мөлшері кезінде қысым). Кестелерден 1,3 - 1,5 салыстырмалы шығыс кезінде ЭОСҚ тандемдік жүйесінің ПӘК-тің ең жоғары мәніне (43%) қол жеткізілетіні көрінеді.

3.3 Ұңғымада құбыр сырты газын ажырату үшін ЭОС және ағынды аппаратты орнатудың оңтайлы параметрлерін есептеу әдістемесін қолдану

«ЭОС-АА» технологиясы бойынша жұмыс істейтін қондырғының оңтайлы параметрлерін анықтау үшін, оларға түсу тереңдігі және орнатудың белгіленген тереңдігі кезінде эжектор шүмегінің диаметрін пайдаланып жоғарыда баяндалған әдістемені қолдануға болады. Мұнай ұңғымасының технологиялық режимінің көрсеткіштері белгілі деген шартты қабылдайық, сұйықтық бойынша мұнай ұңғымасының дебиті батыру сорғысын қабылдауда құбыр газының рұқсат етілген шекті құрамымен шектеледі, ал ЭОС дамыта алатын арын сипаттамасының шектеулері болмайды. Батырмалы сораптағы еркін газдың шекті құрамы сепарациядан кейін коэффициенті 0,7-ге тең деп есептелетін 20% (мұнай ұңғымасының құбыр кеңістігіне электр орталық сорғысын қабылдауға келіп түскен газдың 70% -ы сепарацияланады) деп қарастырайық.

Мұнай ұңғымасының лақтырылатын желісі бар құбыр сырты кеңістігі хабарланбайды деп болжайық. Құбыр газының инъекциясы болмаған және мұнай ұңғымасының сағасында қысымның тіркелген мәні болмаған кезде қалыптасқан жағдай (СКҚ герметикаланған жағдайда) уақыт өте келе құбыр сыртында жинақталатын газ мұнайды толығымен ығыстырады және динамикалық деңгей батырмалы сораптың түсу тереңдігімен теңестіріледі. «ЭОС - СА» типті мұнай ұңғымасын пайдалану тәсілі кезінде бұл жағдайды құбыр сырты кеңістігінен еркін газды инъекциялау есебінен болдырмауға болады. Батырмалы сорапты қабылдауда сепараторланатын газ көлемі белгіленген режимде инъекцияланатын газ көлеміне тең болады.

«ЭОС - СА» технологиясы бойынша жұмыс істейтін қондырғының жұмыс процесін мынадай бастапқы параметрлерде модельдеу жүргіземіз:

- $K=0,2$ (өнімділік коэффициенті),
- d_{well} - 130 мм (қоршау колоннасының ішкі диаметрі),
- d_{tube} - 73 мм (СКҚ сыртқы диаметрі ішкі диаметрі үшін 62 мм мәнге сәйкес келеді),
- P_{res} - 25,3 МПа (қабат қысымы),
- P_{wh} - 1,01 МПа (сағадағы қысым),
- T_{wf} - 80 °C (қабат температурасы),
- P_{bs} 12 МПа (қанығу қысымы),
- Γ - 100 м³/т (газ факторы),
- wc - 50% (сулану),
- H_{well} - 2500 м (тік ұңғыманың тереңдігі),
- H_{in} - 2000 м (түсіру тереңдігі).

Ағынды сораптың саптамасы сұйықтықтың ағысына қарай тарылатын канал болып табылады. Саптаманың оңтайлы диаметрін орнату кезінде ағынды аппараттың жұмысына жұмыс ортасы қысымының ең аз ауытқуы жұмсалады. Қысымның 4,24-тен 4,41 МПа-ға дейінгі айырмашылығының мәні кезінде шүмектің оңтайлы диаметрінің мәні жұмыс шүмегінің шығу қимасын есептеу формуласы бойынша табылған d_n - 5 мм анықталды .

«ЭОС-АА» типті қондырғы параметрлерін есептеу нәтижелері түсу тереңдігіне байланысты d_n - 5 мм саптама диаметрінің тіркелген мәні кезінде, атап айтқанда: суға есептегенде ЭОСарыны H , η ағынды аппаратының ПӘК-і, $P_{an out}$ ұңғымасының сағасындағы құбыр қысымы, H_{dyn} динамикалық деңгейі және мынадай өрнек бойынша анықталатын ЭОСҚ-ның тұтынылатын қуаты N_{tot} :

$$N_{tot} = \frac{(P_{out} - P_{in})Q_{lig}}{864D_{gas}D_{vis}\eta_{pow}\eta_{cable}\eta_{pump}}, \quad (3.10)$$

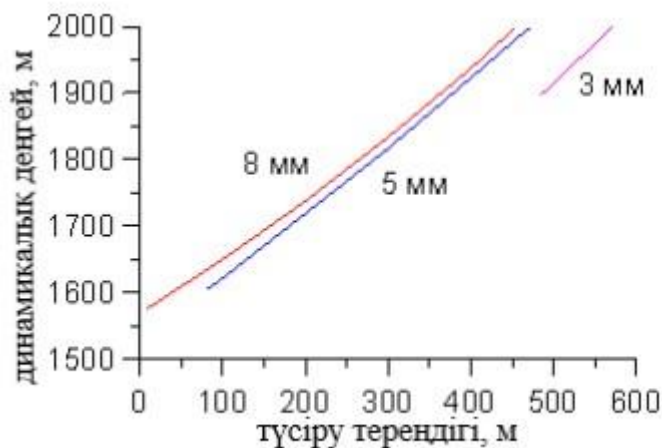
Мұндағы $\eta_{cable} = 0,96$, $\eta_{pump} = 0,5$ және $\eta_{pow} = 0,85$ - кәбілдегі, сорғыдағы және қозғалтқыштағы қуат шығындарын ескеретін коэффициенттер тиісінше 3.1-кестеде берілген.

3.1-кесте. Саптама диаметрі $d_n=5\text{мм}$ болатын "ЭЦН – АА" тандемдік жүйесінің орнату параметрлері

№	Орнату параметрлері				
	АА түсу тереңдігі H_{in1} , м	динамикалық деңгей H_{dyn} , м	құбыр кеңістігіндегі қысым $P_{an out}$, МПа	ЭОС арыны H , м	ЭОСҚ тұтынылатын қуаты N_{tot} , кВт
1	80	1603	1,2	1680	16,1
2	100	1622	1,3	1669	16
3	200	1719	1,8	1624	15,5
4	300	1817	2,4	1593	15,2
5	400	1923	3	1567	15
6	470	1998	3,5	1551	14,8

Ұсынылған режим үшін алынған нәтижелер қабат сұйықтығының ең жоғары дебитіне $34 \text{ м}^3/\text{тәул}$, бұл ретте тұрақты мәні еркін газ сепарациясынан кейін ЭОС қабылдауда газ құрамының белгіленген мәнімен (20%) қамтамасыз етіледі. Есептеулердің нәтижелері бойынша ЭОСҚ түсу тереңдігі ұлғайған кезде құбыр кеңістігінде газ қысымы және динамикалық деңгей ұлғайды, бұл ретте қондырғы тұтынатын қуат пен батыру сорғысының номиналды қысымы азаяды.

Эжектордың түсу тереңдігінің шектеулі диапазонындағы дебиттің ең жоғары мәні кезінде (осы мысалда 80-ден 470 м-ге дейін) «ЭОС - АА» типі бойынша жұмыс істейтін қондырғының тұрақты жұмыс режимі қамтамасыз етілетінін атап өту қажет. Төменгі шектеу ағынды аппараттың саптамасында түсу тереңдігінің шамалы болуынан эжектордың ПӘК-нің күрт құлдырауына және салыстырмалы шығынға (кавитация режимі) әкеп соғатын артық сирету жасалуынан туындайды. Сондай-ақ, H_{in1} одан әрі азаюы СКҚ-дағы газ инъекциясының тоқтатылуына әкеп соғады. Жоғарғы шектеу динамикалық деңгейдің батырмалы сораптың түсу тереңдігіне дейін ұлғаюына байланысты болады. Құбыр сырты кеңістігінен бос газ қораптарының мерзімді жарылуы ағынды аппараттың түсу тереңдігі үлкен болғанда ЭОС қабылдау аймағында орын алады. Батырмалы сораптың бергіштігін төмендету есебінен түсу тереңдігінің аралығын ұлғайтуға болады. Сұйықтықтың дебиті $20,2 \text{ м}^3/\text{тәу}$, ол сорғыны қабылдауда қарастырылған мысалда 1% газ құрамына сәйкес келсе, аралық 50-ден 1300 м аралығында болады.

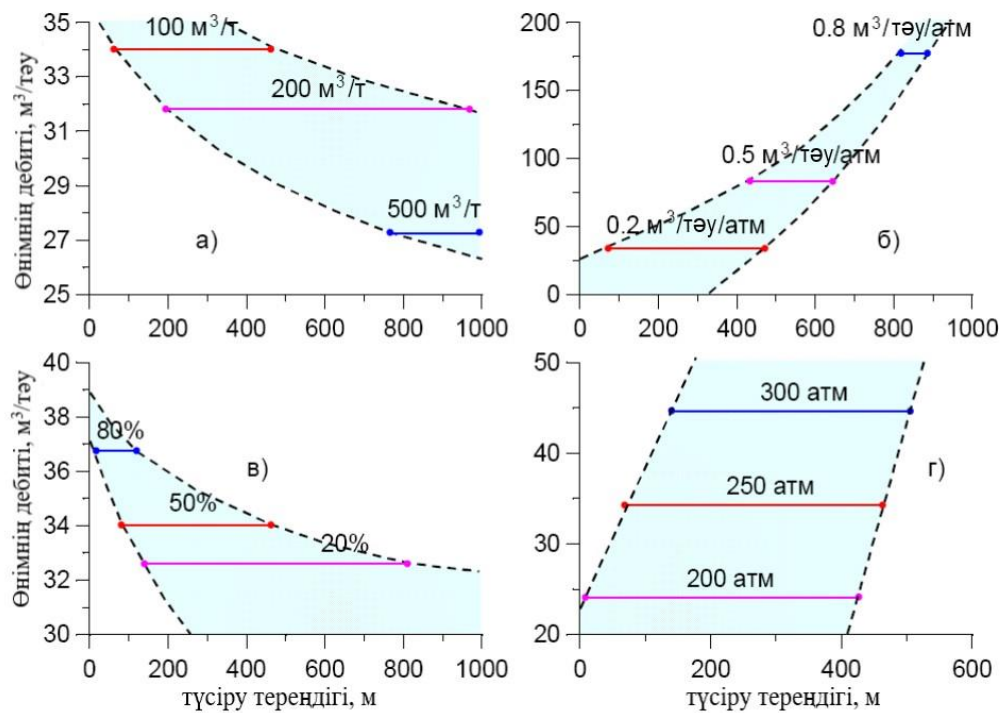


Сурет. 3.7 - Серпінді деңгейдің саптама диаметрлерінің әртүрлі мәндері үшін ағынды аппараттың түсу тереңдігіне тәуелділігі

Бұдан шығатыны, дебиттің шекті мәні және ЭОСҚ түсу тереңдігі белгіленген кезде оның жұмысын саптама диаметрін іріктеу есебінен тұрақты етуге болады. 3, 5 және 8 мм саптамалардың нақты диаметрлері үшін ағынды аппараттың түсу тереңдігіне мұнай ұңғымасының кептелісіндегі динамикалық деңгейінің тәуелділік кестесі 3.7-суретте көрсетілген. Кестелерді талдаудан «ЭОС - АА» технологиясы бойынша жұмыс істейтін қондырғының тұрақты жұмыс істеу процесін қамтамасыз ету үшін саптаманың диаметрі ұлғайған кезде эжекторлық құрылғының түсу тереңдігінің өзгеру диапазоны кеңейіп, тереңдік мәндерін азайту жағына қарай ығысатыны көрінеді.

Диаметрі 5 мм саптамамен жабдықталған ЭОСҚ үшін сұйықтықтың есептелетін дебитін ($34 \text{ м}^3/\text{тәу}$) ағынды аппараттың түсу диапазонында анықтауға болады. Осылайша, есептеудің осы үлгісі үшін саптаманың таңдалған диаметрі 5 мм ұңғыманың неғұрлым қолайлы оңтайлы технологиялық параметрлері саласында болады.

Қабат сұйықтығының максималды дебитін қамтамасыз ететін диаметрі 5 мм саптамсы бар «ЭОС - АА» технологиясы бойынша жұмыс істейтін қондырғының тұрақты жұмыс аралықтарының схемалары 3.8-суретте көрсетілген.



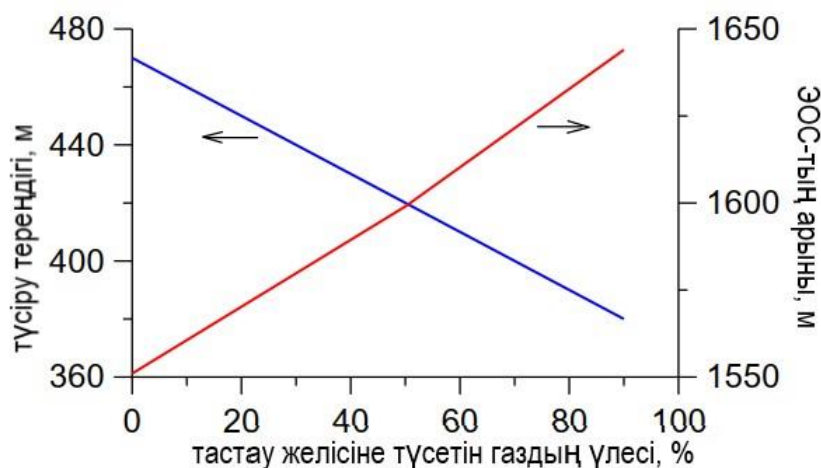
Сурет. 3.8 - «ЭОС - СА» технологиясы бойынша жұмыс істейтін қондырғының тұрақты жұмыс аралықтарының кестесі, а) газ факторының, б) өнімділік коэффициентінің, в) сулану, г) қабат қысымының әртүрлі мәндері кезінде 5 мм шоқылы

Кестелерді құру үшін олардың біреуі өзгерген жағдайды ескеретін (өнімділік коэффициенті, қабаттық қысым, сулану, газ факторы) өндіріліп жатырған ұңғыманың бастапқы параметрлері үшін есептеулер жүргізілді. Графикалық тәуелділікті талдаудан ағынды аппаратты түсірудің оңтайлы тереңдігін таңдау үшін ұңғыма параметрлерінің уақытындағы ықтимал өзгерістер ескеріледі.

Ағынды аппараттың тұрақты жұмыс диапазонын анықтау үшін, нақты нәтижелер алу мақсатында, батырмалы сораптың қабылдау аймағындағы барлық тазаланған газ ЭОС қабылдау камерасы арқылы сораптық-компрессорлық құбырлар колоннасына түседі деп болжады. Шынында, ұңғыма сағасындағы ысырма ашық болған кезде еркін газдың бір бөлігі құбырдан лақтырылатын желіге жіберіледі немесе СКҚ ішіне олардың ықтимал герметикалығы есебінен түседі. Бұл жағдайда «ЭОС - АА» технологиясы бойынша жұмыс істейтін қондырғыны модельдеу күрделі міндет болып табылады, ол өткізілетін құбыр газы көлемінің эжекторлық құрылғы арқылы емес, құбырдағы қысымға, айдау желісіне және СКҚ тәуелділігін анықтауды талап етеді.

Бірінші жағдайда тапсырма еркін газдың белгілі бір бөлігі құбыр кеңістігінен лақтырылатын желіге жылдам шығарылады деп болжайды, бірақ $P_{an\ out}$ ұңғымасының сағасындағы құбырдағы қысым сағадағы ысырма арқылы газдың дебитіне және түсіру желісіндегі қысымға байланысты емес екенін ескеру қажет. «ЭОС-АА» технологиясы бойынша жұмыс істейтін қондырғының тұрақты жұмыс режимі кезінде есептеудің нәтижелері осы тереңдік үшін шекті қысым және сепаратталған газдың көлеміне қарай диаметрі 5 мм саптамаға

арналған ағынды аппараттың түсіру тереңдігінің төменгі шекарасы үшін шегінде (0÷90%) 3.9-суретте көрсетілген. Ұсынылған нәтижелерге сәйкес электр ортадан тепкіш сораптың номиналды қысымы артады, ал ЭОСҚ түсіру тереңдігінің төменгі сызығы еркін газ көлемі ұлғайған кезде мұнай ұңғымасының сағасына қарай бағытта жылжиды. Бұл әсер СКҚ бағанасындағы газдың көлемдік үлесінің азаюымен және соның салдарынан қысым градиентінің ұлғаюымен түсіндіріледі.



Сурет. 3.9 - Тастау желісіне түсетін газ көлеміне байланысты ағынды аппараттың түсу тереңдігі диапазонының номиналды қысымы мен төменгі сызығының өзгеру кестесі

Екінші жағдайда тапсырманы ұңғыма сағасындағы ысырма деңгейіндегі қысым белгілі шама болып табылады деп болжайды. Сонда ағынды аппаратты түсірудің бекітілген тереңдігі кезінде $P_{an\ in}$ қысымы (3.9-суретте көрсетілген) гидростатика заңынан есептеледі, ал міндет «ЭОС - АА» технологиясы бойынша жұмыс істейтін қондырғының оңтайлы параметрлерін анықтауға жетеді, бұл ретте эжекторлық құрылғының қабылдау камерасына түсетін еркін газдың бір бөлігі ажыратылған газдың бір бөлігінен аз болады (қайта шолу кезінде).

Жүргізілген есептерге сәйкес «ЭОС - АА» технологиясы бойынша жұмыс істейтін қондырғының тұрақты жұмыс режимі белгілі бір мәнде $P_{an\ out}$ ағынды аппараттың түсу тереңдігінің жеткілікті тар аралығында қамтамасыз етілетін болады. 5 мм-ге тең саптаманың диаметрі және тапсырмада пайдаланылатын есептік параметрлер үшін осы аралықтар $P_{an\ out}$ үшін - 1,5 МПа - 3 метр ($H_{in1}=139-142$ м), $P_{an\ out}$ үшін - 2,0 МПа - 2 метр ($H_{in1}=231-232$ м), $P_{an\ out}$ үшін - 3,0 МПа - 1 метр ($H_{in1}=395$ м). Көрсетілген аралықтарды жоғарыда көрсетілген міндеттің бастапқы параметрлерін (газ факторы, сулану, саптаманың диаметрі) түрлендіру есебінен бірнеше ондаған метрге дейін (бірақ артық емес) ұлғайтуға болады. «ЭОС - АА» қондырғысының ағынды құрылғысының түсу тереңдігіне жоғары сезімталдық эжекторлық құрылғының тұрақты жұмысы кезінде бір мезгілде мынадай теңсіздіктер сақталуы тиіс: $Q_{g\ in} < Q_{g\ sep}$, мұндағы $Q_{g\ sep}$ — батырмалы сораптың қабылдау аймағындағы сепаратталған газдың көлемі және $P_{an\ in} > P_{in2}$.

Үшінші тарау бойынша қорытындылар

1 Ұңғыманың, батырмалы сорабы және эжектордың белгілі сипаттамалары бойынша эжекторды орнату орнын есептеуге мүмкіндік беретін әдістеме әзірленді.

2. «ЭОС - АА» технологиясы бойынша жұмыс істейтін ұңғыманы пайдалану режимін жобалау кезінде ұңғыманың технологиялық режимін өзгерту мүмкіндігі кезінде құбыр кеңістігінен еркін газды инжекциялау процесі қамтамасыз етілетін параметрлерді (атап айтқанда, ағынды аппараттың саптамасының диаметрі мен түсіру тереңдігін) алдын ала анықтау қажет екені анықталды.

4-Тарау. Батырмалы электр ортадан тепкіш сорап қондырғыларымен жабдықталған мұнай ұңғымаларында құбыр газын ажыратуға арналған ағынды аппаратты әзірлеу

4.1 Құбыр сырты кеңістігінде газ мөлшері көп болатын мұнай ұңғымаларында қолданылатын жабдықты талдау

Мұнай өндіруді ұлғайтудың және мұнай кен орындарын игерудің қазіргі заманғы әдістері, бірқатар белгілі себептер бойынша мұнай ұңғымаларының жұмыс жағдайларының нашарлауы мұнай ұңғымаларының қабат өнімдерін көтерудің жаңа техникалық құрылғыларын және оларды қолдану технологияларын әзірлеуді талап етеді [28].

Мұнай өндіру технологиясын жетілдірудің өзекті бағыттарының бірі құбыр кеңістігіндегі газ қысымын төмендету болып табылады.

Ұңғыманың құбыр кеңістігінен газды мәжбүрлеп алу атмосфераға зиянды заттардың шығарылуын болдырмауға, сораптың қабылдау аймағында динамикалық деңгейдің қысылу және одан кейін істен шығу тәуекелін барынша азайтуға, мұнай газының тікелей жоғалуының алдын алуға, сұйықтықтың динамикалық деңгейін тұрақтандыруға және сол арқылы ұңғыманың ЖАК ұлғайтуға мүмкіндік береді [37].

Электр ортадан тепкіш сорғыларына газ тығындары айтарлықтай зиянды әсер етеді. Ортаден тепкіш сораптың бергіштігі батырмалы сораптың қабылдау аймағындағы газдың үлкен көлемінің түсуі салдарынан жиі бұзылады. Бұл ұңғымада электр ортадан тепкіш сорғысын қабылдағанға дейін газ бен мұнайдың ауыспалы қозғалысына байланысты екені анық. Қалыптасқан газ көпіршіктерінің ірілену процесінде қабат сұйықтығының айналма бағана бойынша қозғалу процесінде қанығу қысымынан аз қысым кезінде тұтас газ қуыстары пайда болады. Оның беті алаңының көлемге қатынасының ең аз мәні орнықты тепе-теңдік жүйенің қалыптасу жағдайына ықпал ететіндіктен, фазалардың толық қатпарлануы кезінде олардың іріленуі орын алады.

Сұйықтық ағынының үзілуі батыру сорғысына газдың үлкен көлемі түскен кезде байқалады және одан әрі газбен ортаден тепкіш сораптың бос кеңістігі толтырылады. Осының нәтижесінде батырмалы сораптың бергіштігінің қысқа мерзімді бұзылуы орын алады, сондай-ақ сорғы қондырғысының тораптарына жүктеме төмендейді. Бұдан басқа, батыру сорғысының берілуінің үзілуі қондырғының жетегінің қызып кетуіне және істен шығуына әкеледі.

Осылайша, құбыр кеңістігіндегі газ қысымын төмендету мұнай өндіруді ұлғайтудың елеулі резерві болып табылады, сондықтан қазіргі уақытта мұнай өндіруші кәсіпорындарда бұл техникалық міндет әртүрлі әдістермен шешіледі:

- құбыр сырты кеңістігінен газды клапанды құрылғылармен қайта шығару;
- компрессорлардың көмегімен газды сору;
- диспергаторларды қолдана отырып газды жою;
- ұңғымалардың құбыр кеңістігінен ағынды аппараттармен газды алып тастау.

4.1.1 Құбыр кеңістігінен газды шығаруға арналған клапанды құрылғылар

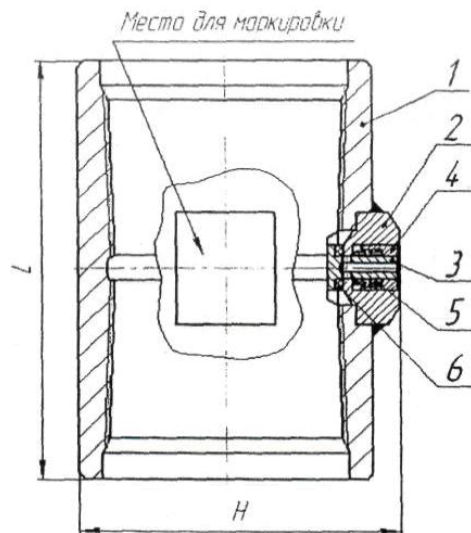
Арын жүйесінің кәсіпшіліктерінде барлық жерде қолдану ұңғымалардың сағалық қысымының өсуімен қатар жүрді, бұл да құбыр сырты қысымының ұлғаюына әкеп соқтырады. Қабат өнімінің деңгейін батырмалы сораптың қабылдау аймағына дейін ығыстыру және мұнай ұңғымасының сағасындағы құбырдағы газ қысымының шекті ұлғаюын болдырмау үшін сағалық арнайы клапандар орнатылады. Алайда, кері қақпақшаны стандартты орналастыру ұңғыманы төмен температура жағдайында пайдалану кезінде тиімсіз (оның қатуы салдарынан), бұдан басқа, көрсетілген жағдайларда еркін газ қысымының азаюы коллектордағы қысымның мәні кезінде ғана мүмкін болады, ол жекелеген жағдайларда мүмкін еместей жоғары болады (35...40 атм жетеді).

Мұнай ұңғымаларының құбыр кеңістігінен еркін газды тастау үшін бірқатар автоматты құрылғылар мен тәсілдер белгілі.

Гидравликалық каналдан және кері клапаннан тұратын құбыраралық кеңістіктен СКҚ-ға еркін газды өткізуге арналған клапанды құрылғы көптен бері белгілі. Еркін газды СКҚ-ға қайта жіберу мүмкіндігі құбыр сырты кеңістігіндегі газ қысымы СКҚтізбегіндегі ұңғыма сұйықтығының қысымынан артық болған жағдайларда ғана пайда болады. Сондықтан да, бұл құрылғы жұмыста тиімділігі төмен.

Құбыр кеңістігінде газдың жиналуын болдырмау үшін газлифт клапаны ұсынылған [38]. Қақпақшаның құрылғысы қысымның 0,05 МПа төмендеуі кезінде оның іске қосылуын және жинақталған газды сораптық-компрессорлық құбырлар колоннасына қайта жіберуді реттейді. Бұл ретте газлифт клапаны сильфонының сызықтық қысымына ауаны зарядтауды қарастыру қажет. Осы газлифт клапанын ұңғыма аузынан екінші құбырға орнатылатын эксцентриялық СКҚ-ға орнату көзделеді.

Ұңғыма аузынан кемінде 30 метр тереңдікте СКҚтізбегінде пайдалану тізбектеріне арналған лифтілік клапанның орналасуын көздейтін құбыр кеңістігінен газды қайта шығару тәсілі белгілі (4.1-сурет). Пайдалану тізбектеріне арналған лифт клапаны ұңғыманың құбыр кеңістігінен СКҚтізбегінің жоғарғы бөлігіне және одан әрі лақтыру желісіне газды автоматты түрде ағызуға арналған.



Сурет. 4.1 - Клапанный жалпы түрі: 1 - корпус (муфта); 2 - корпус; 3 - алтын; 4 - гайка; 5 - серіппе; 6 - тығыздау төсемі.

Бұл клапанның кемшілігі пайдалану тізбектері үшін лифтілік клапанның іске қосылуы ұңғыманың құбыр кеңістігіндегі газ қысымы лифтідегі қысымның 0,2... 0,3 МПа асқан кезде ғана болады.

Сондай-ақ автоматты режимде жұмыс істейтін және оның жұмысын басқаруға арналған құрылғыдан және поршень және корпус түрінде орындалған кері клапаннан тұратын клапанды құрылғы бар. Оның астында шоғырланған екі итергіш пен гофрленген түтіктің көмегімен поршень лақтырылатын сызықпен байланысты. Корпустың қабырғасында серіппелері бар кіндік тәрізді итергіштер қарастырылған. Гидравликалық каналдың көмегімен кері клапан лақтырылатын желімен қосылған. Қабат өнімдерінен конденсаттың түсуі және осы құрылғының шығарылатын желіде орналасуы салдарынан клапанды аппараттың жетіспеушілігімен кері клапанның төмен температурада қатуын атап өтуге болады, ал гофрленген түтіктердің қатуы кері клапанның жұмысын басқаруға арналған құрылғыда герметикалықтың бұзылуына және олардың үзілуіне әкеледі. Тұтастай алғанда, осы автоматты клапанды құрылғының құрылымы күрделі және үлкен болып табылады.

4.1.2 Компрессорларды пайдаланып құбыр сырты газын сору әдісі

Тез өзін-өзі өтеуді және өндіруді ұлғайтуды қамтамасыз ететін компрессорлық қондырғыларды қолдану құбыр сырты кеңістігінде еркін газ қысымын төмендету тәсілдерінің бірі болып табылады. Әдіс ұңғымалардың құбыр кеңістігінен ұңғымаішілік, жер үсті, аспалы, стационарлық, жылжымалы және т.б. арнайы компрессорлық қондырғылардың көмегімен газды мәжбүрлеп алу болып табылады.

Компрессорларды пайдалану қызмет көрсету мен монтаждаудың еңбек сыйымдылығынан, сондай-ақ оларды пайдалану үшін мұнай ұңғымаларын іріктеу бойынша әдістеменің болмауынан күрделенеді.

4.1.3 Диспергаторларды қолдану арқылы газды жою

Диспергатор қабат сұйықтығында газ көпіршіктерін ұсақтауға, біртекті газ күйдіргіш қоспасын дайындауға және оны батырмалы ортадан тепкіш сораптың қабылдау аймағына беруге арналған.

Диспергаторлар мұнай өндіру саласында, әсіресе ЭОСҚ-мен жабдықталған мұнай-газ кен орындарында көптен бері қолданылып келеді. Өзінің бірқатар тиімді тұстарының арқасында бұл құрлығылар қолданыс аясын біразға кеңейткен болатын.

Алайда бұндай диспергаторлардың өзіндік қиын тұстары да бар. Атап айтқанда, диспергаторлар ұсынылатын сатылар саны әдетте 20-40 кем болмауы тиіс. Сондай-ақ, диспергирлендіру сатыларының тиімділігі көлемдік ағымдарға байланысты айтарлықтай төмендейді (шамамен 5% -ға дейін). Диспергаторлардың негізгі кемшіліктеріне пайдалы әрекет коэффициентінің төмен болуы, пайдалану сенімділігінің төмен болуы, жұмыстағы тұрақсыздық және жоғары қысымды ұстап тұру қажеттілігі жатады.

Диспергаторларды көп сатылы ортадан тепкішсорап арқылы өту кезінде газ көпіршіктерінің мейлінше күшті ұсақталуын қамтамасыз ететін жағдайда ғана оны эксплуатацияға пайдалану мағыналы екенін атап өтуге болады. Бұдан басқа, [39] эксперименттерімен батыру сорғысы жоғары деңгейлі газды күту қоспасында капитансыз режимде жұмыс істеген жағдайда газды алдын ала диспергациялау басқа тең жағдайларда сипаттаманың өзгеруіне әкелмейтіні анықталды.

4.1.4 Ұңғымалардың құбыр сырты кеңістігінен ағынды құрылғылармен газды ажырату

Конструктивті орындалуына және өз жұмысының ерекшеліктеріне байланысты ағынды аппараттар мұнай және газ ұңғымаларын бұрғылау және игеру, сұйықтық пен газды көтеру, қабаттардың мұнай бергіштігін арттыру, айдау және өндіру ұңғымаларының кенжар маңындағы аймағын тазалау сияқты көптеген мұнай-газ өндіру процестерінде қолданыс тапты. Бұл жылжымалы бөліктердің болмауына, олардың құрылымының қарапайымдылығына, жақсы сенімділігіне, сондай-ақ қабат сұйықтығында еркін газ бен механикалық қоспалар жоғары болғанда, сондай-ақ инжектирленетін өнімнің агрессивтілігі және жоғары температурада жұмыс істеу қабілетіне байланысты. [28].

Мұнай ұңғымаларының қабат өнімдерін көтеру үшін ағынды құрылғыларды қолдану қондырғының жалпы құрылғысына жоғары талаптар қояды. Бұл олардың пайдалануды қамтамасыз ету үшін 3 ағын қажет ететіндігіне тікелей байланысты: инжекцияланатын, жұмыс сұйықтықтарын жеткізу және аралас (жиынтық) ағынды бұру. Бұдан басқа, мұнай ұңғымасында тікелей орнатылған қондырғының элементтерінің габариттік өлшемдері пайдалану тізбегінің диаметрін шектейді. Ұңғымалардан, шахталардан, құдықтардан сұйықтықты көтеру үшін ағынды құрылғыларды қолдану

тәжірибесі екі принципті конструкцияны әзірлеуге ықпал етті: батырмалы күштік сорғыны және күштік беткі жабдықты пайдалану (жоғары қысымды су тартқышқа немесе күштік сорғыға байланысты).

Жер бетінде орналасқан күштік жабдықты пайдалану кемінде екі тәуелсіз ағынды талап етеді - жұмыс сұйықтығын жеткізу және жиынтық ағынды бұру, күштік батырмалы сорапты қолдану кезінде барлық үш желінің осіне сәйкес келеді.

Мұнай ұңғымаларындағы жұмыс жағдайлары үшін қондырғының габариттік өлшемдері тұрғысынан неғұрлым қолайлы қуатты батырмалы сорғысы бар құрылғы көрсетіледі. Қуатты беткі жабдықты қолданудың мынадай артықшылықтары бар екенін атап өту қажет: біріншіден, жұмыс сұйықтығына түрлі қоспалар (деэмульгаторлар, беттік-белсенді заттар және т.б.) беруге, екіншіден, қабат өнімінің шығынын және қысымды реттеуге, үшіншіден, сұйықтың гидростатикалық бағанасының энергиясын қолдануға мүмкіндік бар. Атап өтілген артықшылықтар негізінен күштік беткі жабдықты қолдану мүмкіндігін анықтады.

Сондай-ақ, тандем тәсілімен жұмыс істейтін қондырғыларды пайдалану [28]:

- қабат өнімдерін көтеру процесінде батырмалы сорапқа кіреберістегі тазартылған бос газды оны ағынды аппарат арқылы құбырдан СКҚ тізбегіне оңтайлы ГСҚ құрылымымен өткізу әдісімен тиімді пайдалану;
- ұңғыманы тоқтатқаннан немесе сөндіргеннен және ағынды шақырғаннан кейін белгіленген жұмыс режиміне шығаруды жеңілдету және жеделдету;
- «батырмалы сорап қондырғысы - ұңғыма - қабат» жүйесін пайдаланудың тұрақты режимін қамтамасыз ету және мұнай ұңғымасының дебиті мен кенжар қысымын оңай реттеу;
- батырмалы электр қозғалтқышының ток жүктемелерін төмендету, тұрақтандыру;
- пайдалану шарттары бақылаусыз өзгерген кезде (сулану, қабат қысымы және т.б.) ЭОС орнату жұмысының оңтайлы режимін орнату және ұстап тұру;
- мұнай ұңғымасын құбыр кеңістігі бойынша су астында гидратты және парафинді тығындар түзе отырып бұрқақтаудың алдын алу;
- ЭОСҚ элементтерінің істен шығуына жұмыс істеуді арттыру;
- өндіру жүйесінің ПӘК-ін ұлғайту;
- батырмалы электр қозғалтқышын салқындату процесін жақсарту.

Ағынды құрылғыны электр ортадан тепкіш сорабы бар жинақтауда пайдалану коллекторда құрылатын қысым деңгейінде мұнай ұңғымасының құбыр кеңістігінде қысымды ұстап тұру процесін жеңілдетуге мүмкіндік береді, бұл динамикалық деңгейдің төмендеуі процесін болдырмайды, электр кабелі мен СКҚ шығысының төмендеуі салдарынан экономикалық әсерге ықпал етеді [40].

Ағынды қондырғылардың бар тиімді тұстарына қарамастан, айтарлықтай жетіспеушілік бар - бұл төменгі ПӘК - 20% дейін.

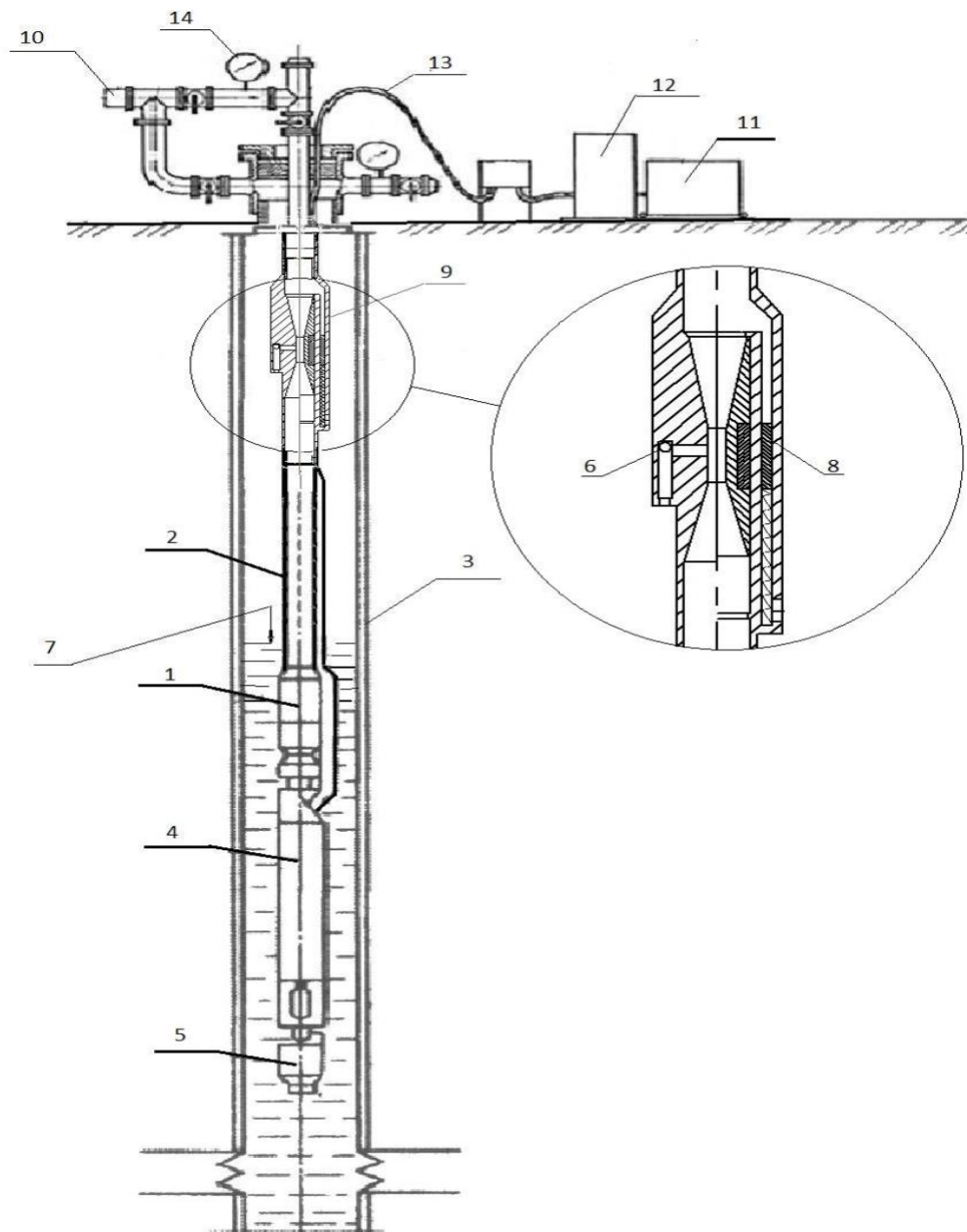
4.2 Құбыр сырты кеңістігінде бос газдың жоғары мөлшері бар ұңғымаларға арналған ағынды аппаратқа техникалық ұсыныс.

2 және 3-тарауларда келтірілген теориялық және эксперименттік зерттеулердің нәтижелері процестің технологиялық параметрлеріне қажетті талаптарды орындау кезінде құбыр кеңістігінен еркін газды іріктеудің нақты мүмкіндігін көрсетті. Ұңғымалармен жабдықталған мұнай ұңғымалары жұмысының технологиялық режимін жобалауға қойылатын талаптарға сәйкес және құбыр кеңістігінен еркін газды іріктеу және СКҚ ішіне өткізу мақсатында ағынды аппарат ұсынылды.

Ұсынылған технология құбыр газын динамикалық деңгейден жоғары орнатылған және кері клапан арқылы СКҚ тізбегінің қуысы бар құбыр сырты кеңістігінен СКҚ тізбегіне өткізу үшін ағынды аппаратты қолдану арқылы жүзеге асырылады. Бұл ретте құбыр газын өткізуге арналған ағынды аппарат бойлық қимадағы екі симметриялық жартыдан жасалған, олардың біреуі кері клапанмен қозғалмай орнатылған. Екіншісі СКҚ тізбегінің ішінде бойлай жылжу мүмкіндігіне ие және СКҚ тізбегінің осімен параллель орналасқан поршені бар тұрақты магниттер арқылы байланысады, оның төменгі ұшы құбыр кеңістігімен, ал жоғарғы СКҚ тізбегінің қуысымен байланысады [32].

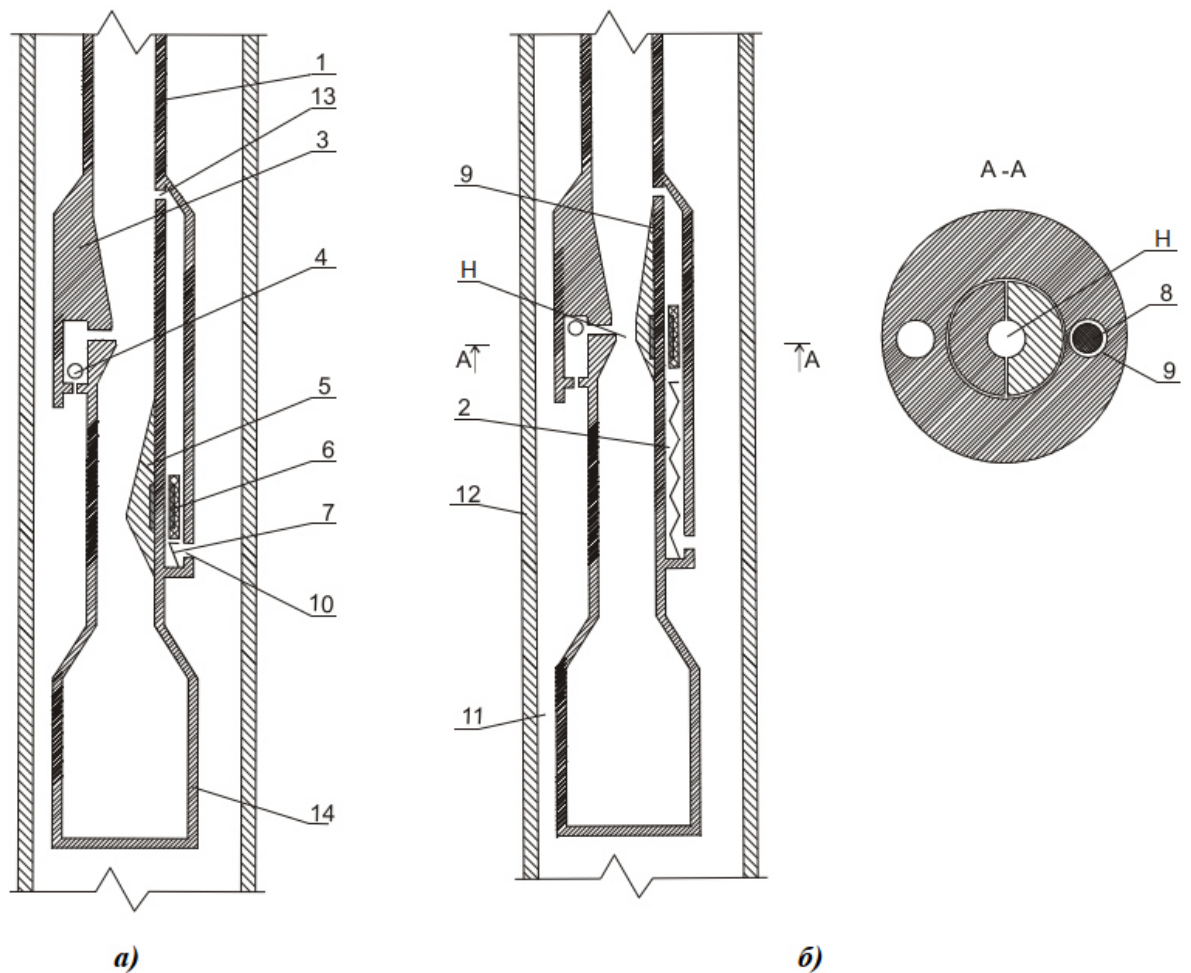
Құбыр газын өткізуге арналған ағынды аппарат кері қақпақшамен жабдықталған екі симметриялы жарты қозғалмайтын және СКҚ цилиндрі тізбегінің осімен параллель орналасқан, ұшы ашық кеңістікті қатынас үшін төменгі бөлігінде тесігі бар тұрақты магниттер арқылы байланысқан жылжымалы көрсетілген цилиндрдің жоғарғы бөлігінде оның қуысына СКҚ ішкі қуысымен хабарлайтын тесік болады. Құбыр газын өткізуге арналған ағынды аппарат арқылы қабат сұйықтығы батырмалы электр ортадан тепкіш сораппен айдалынады [41,42].

Құбыр газын қайта шығаруға арналған ағынды аппарат көтеріп-түсіру операцияларын жүргізу кезінде СКҚ тізбегіне құрастырылады. Ұңғымада ағынды аппараттың орналасу схемасы 4.2-суретке (бойлық кесу және А-А бойынша көлденең қима) ұсынылған.



(1 - электр ортадан тепкіш сорап; 2 - сораптық-компрессорлық құбырлар тізбегі; 3 - ұңғыманың пайдалану тізбегі; 4 - батырмалы электр қозғалтқышы; 5 - компенсатор; 6 - ағынды аппараттың кері клапаны; 7 - ұңғымадағы сұйықтықтың динамикалық деңгейі; 8 - ағынды аппараттың магниттері бар поршень; 9 - құбыр газын іріктеуге арналған ағынды аппарат; 10 - лақтыру желісі; 11 - трансформатор; 12 - басқару станциясы; 13 - кабельдік желі; 14 – манометрлер)

Сурет. 4.2 Ұңғымада құбыр сырты газын өткізуге арналған ағынды аппараттың орналасу сызбасы



(1-СКҚ тізбегі, 2 – поршеньнің астыңғы қуысы; 3 - қозғалмайтын симметриялық жарты; 4 - кері клапан; 5 - жылжымалы симметриялық жарты; 6 - тұрақты магнит; 7 - серіппе; 8 - поршень; 9 - цилиндр; 10, 12 - саңылау; 11 – құбыр сырты кеңістігі; 12 - шегендеу тізбегі; 14 - ЭОСК; Н - тарылу;

а) белсенді емес жағдай; б) белсенді жағдайы.)

Сурет. 4.3 Құбыр сырты газын өткізуге арналған ағынды аппараттың құрылымы:

Ағынды аппарат былайша жұмыс істейді. Батырмалы ЭОС жұмысы процесінде электр ортадан тепкіш сораптың қабылдау аймағында мұнайды газсыздандыру процесі жүреді. Газдың бір бөлігі батырмалы ЭОС-тың қуысына түседі және СКҚ бағанасы бойынша күндізгі бетке шығарылады, ал басқа бөлігі құбыр сырты кеңістігіне лақтырылады және газ қысымын арттыра отырып, динамикалық деңгейден жинақталады. Құбыр кеңістігінде газ қысымы жоғарылаған кезде осы қысым поршеннің төменгі шетіне тесік арқылы әрекет етеді. Саңылау арқылы жасалған қабат сұйықтығының қысымынан асып түсетін тиелген серіппенің және газ қысымының әсерінен поршень тұрақты магнит арқылы құбыр газын өткізуге арналған ағынды аппараттың жылжымалы симметриялық жартысын тарта отырып, жоғары жылжиды (4.3-сурет). Жылжымалы симметриялық жарты жоғарғы шеткі жағдайға жеткен кезде құбыр газын қайта жіберуге арналған ағынды аппарат Н тарылуындағы қысымды төмендеті отырып, жұмыс режимінде әрекет ете бастайды. Бұл ретте

кері қақпақша ашылады және газ құбыр кеңістігінде газ қысымын төмендеті отырып, құбыр кеңістігінен СКҚтізбегіне қайта жіберіледі. Құбыр сырты кеңістігінде газ қысымы төмендегеннен кейін ағынды аппараттың жылжымалы жартысы қозғалмайтын және жылжымалы жартылар арасындағы өтпелі қиманы ұлғайта отырып, өз салмағымен төмен жылжиды, осылайша СКҚ бағанасы бойынша қозғалатын қабат сұйықтығының гидравликалық кедергісін азайтады.

Құбыр газын СКҚтізбегіне қайта жіберу үшін ағынды аппаратты пайдалану ЭОС қондырғылары пайдаланатын ұңғымалардың құбыр кеңістігіндегі газ қысымын төмендетуге, батпалы электр орталық сорғысының үстіндегі қабат сұйықтығының деңгейін арттыруға, ұңғыма дебитін ұлғайтуға, құбыр кеңістігінде газ қысымын төмендету есебінен гидрат тығындарының пайда болуын болдырмауға мүмкіндік береді.

Бұдан басқа, ағынды аппаратты пайдалану ЭОС орнатудың ПӘК-ін арттыруға, құбыр кеңістігіндегі қабат сұйықтығының деңгейін арттыру есебінен батпалы электр орталық сорғысының іліну тереңдігін азайтуға және осылайша, ҰКТ бағанасының шығынын азайтуға және батырмалы электр орталық сорғыларының жөндеу аралық жұмыс кезеңін ұлғайтуға мүмкіндік береді [40].

4.3 Құбыр сырты газын ажыратуға арналған ағынды аппараттың технологиялық параметрлерін есептеу

Осы бөлімнің міндеті ағынды аппараттың саптамасындағы қысымның өзгеруін сандық есептеу, жергілікті гидравликалық кедергілерді алу және каналдың өту қимасының тарылуы нәтижесінде ЭОСҚ конструкциясына әсер ететін күштерді орнату болып табылады.

Санды шешу үшін Ansys 14.5 бағдарламалық кешені таңдалды. Міндет симметриялы қойылымда шешілді. Агрегаттың жұмысы жабық және ашық жағдайда қаралды (4.4, 4.5-суреттер).

Ағынды аппаратты модельдеу үшін кіріс параметрлері [43] болып келесідегідей ақпараттар қабылданады:

- сораптық-компрессорлық құбырлардың ішкі диаметрі - 50,7 мм;
- құбыр кеңістігіндегі газ қысымы 2,0 МПа - ағынды аппарат жұмысының басында, 1,0 МПа - жұмыс соңында;
- сұйықтық тығыздығы - 870 кг/м³;
- ортаның температурасы - 25 °С;
- сұйықтықтың тұтқырлығы - 7 мПа·с.
- кіреберістегі толық қысым - 2,5 МПа;
- шығыстағы статикалық қысым - 0,6 МПа.

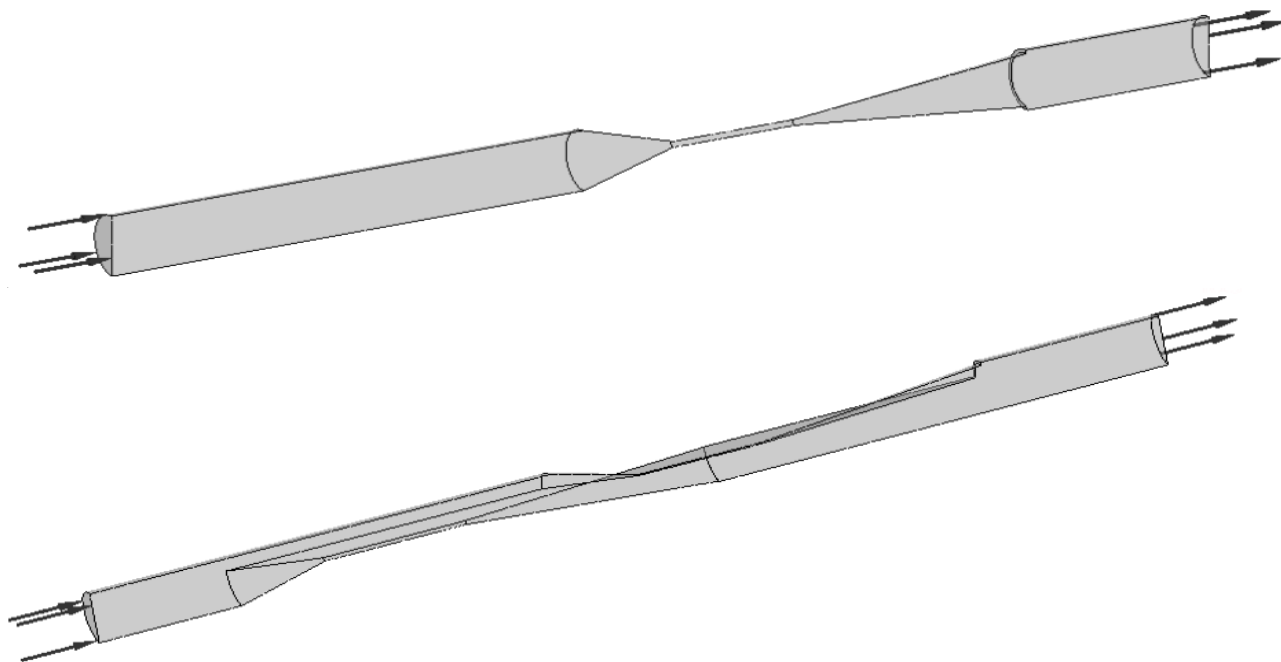
Есептеу екі өлшемді есеп айырысу саласы үшін жүргізілді. Түйіспелі облыстарда 0,2 коэффициенті бар қабырғалардың жіңішкелігі қойылған. Шешімді оңайлату үшін, бұrandаның жылжымалы жартысы төменгі бөлігінде орналасқан және тиісінше ағынды сорғы жұмыс істемейтін есептік модельдер

жұбын құру туралы шешім қабылданды және жылжымалы элемент серіппемен көтерілген жағдай - бұл жағдайда ағынды аппарат жұмыс істеу режимінде, есептеуге әсер етпейтін қалған элементтер оңайлатылды.

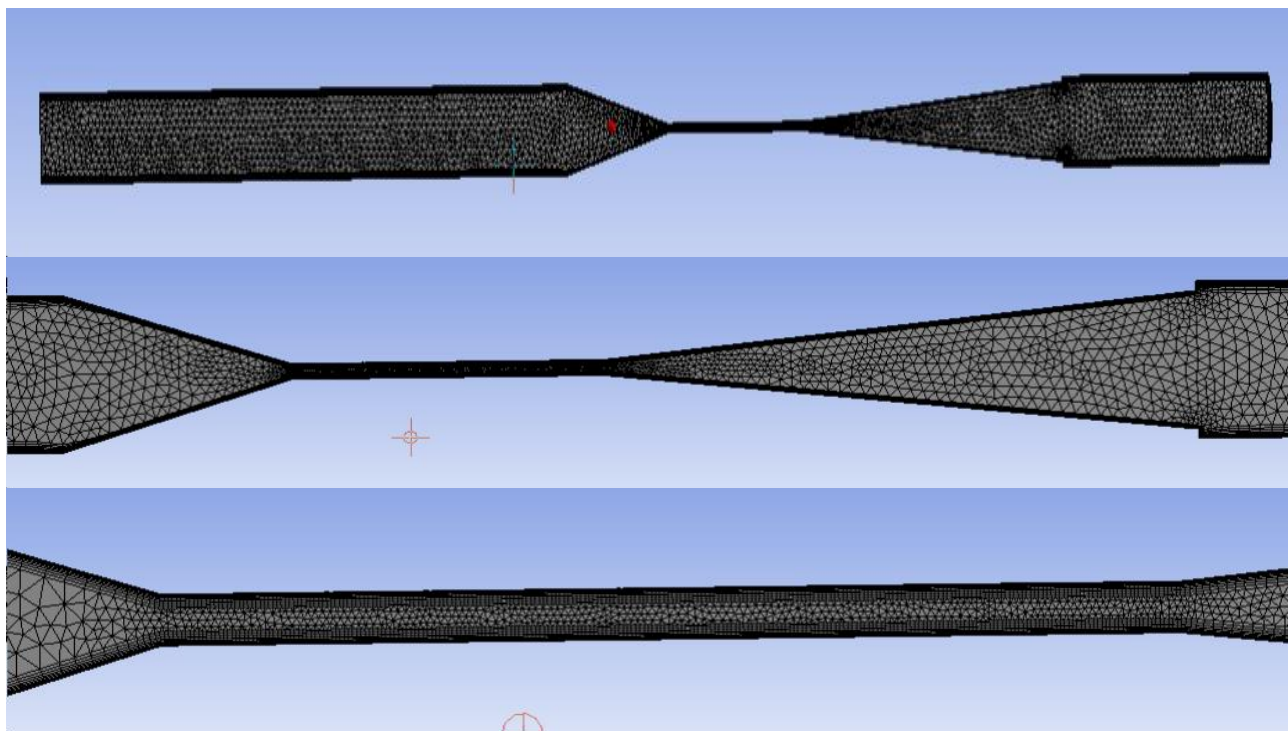
Қабырғаларда болып жатқан процестерді неғұрлым дұрыс есептеу үшін (Пуазейль ағысы, Куэтта-Тейлор ағысы және т.б.) жапсырма ұяшықтарды 10-3 мм өлшемге дейін ұсақтай отырып, «Инфляция» құралы қолданылды.

Ағынды аппаратқа кіреберістегі қабатты газ-сұйықты қоспаның қысымы $P_{к.а}$ болады. Диаметрі 5 мм тең саптама арқылы өтіп, ол жылдамдатылады, нәтижесінде қабылдау камерасына кіреберісте $P_{т.к.а}$ төмен қысым жасалады. Құбыр сырты кеңістігіндегі газ қысымының есебінен тандемдік ЭОСҚ газ инъекциясы жүреді. Одан әрі $P_{к.а}$ қысыммен газ-сұйықты қоспасы ағысының жылдамдығы теңестіріледі.

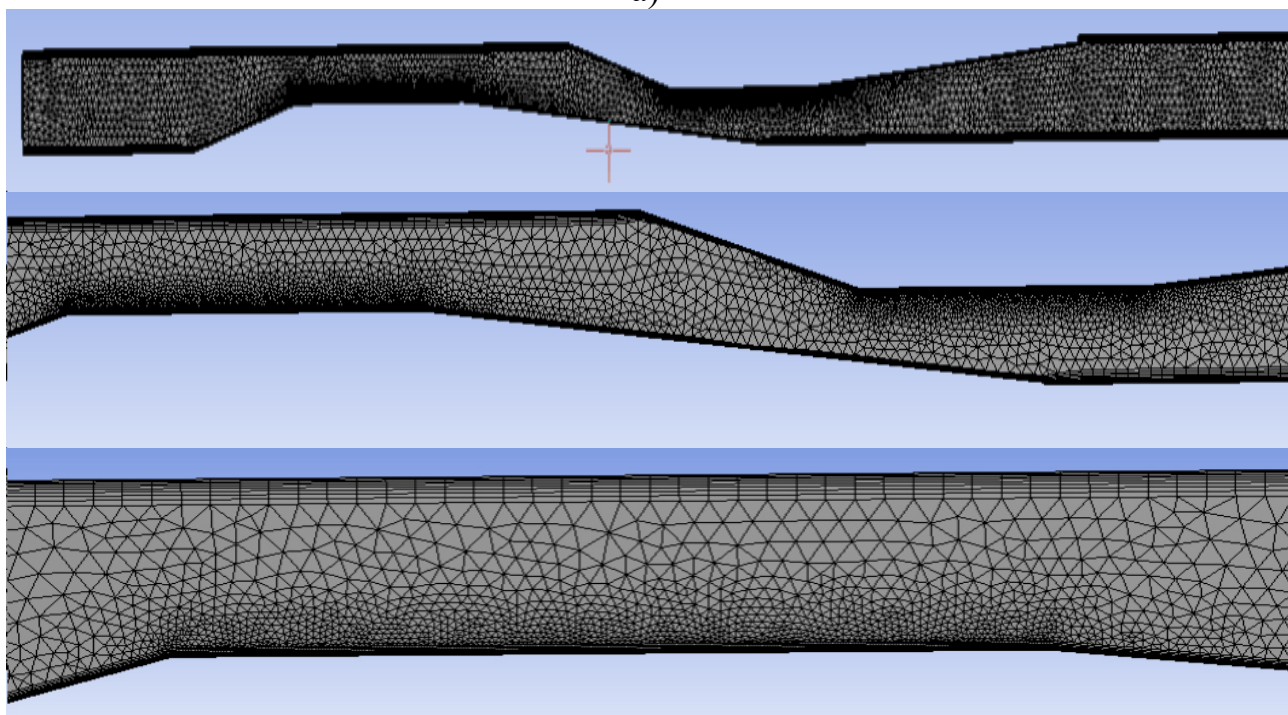
Модельдеу барысында бірінші жақындауда бір фазалық ағын қарастырылды. Бұдан әрі ағынды аппараттың жұмыс режиміне газ факторының әсерін зерттеу үшін берілістегі газдың көлемдік құрамын 20% -ға дейін ұлғайта отырып, үш есеп орындалды.



Сурет. 4.4 - Есептік домен: а) жұмыс жағдайындағы ағынды аппарат; б) ашық күйдегі ағынды аппарат



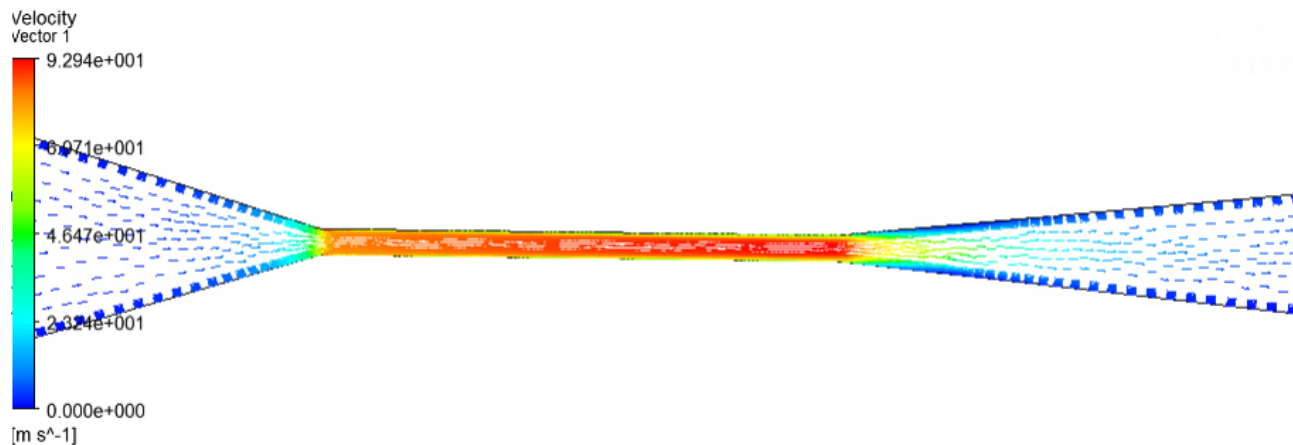
а)



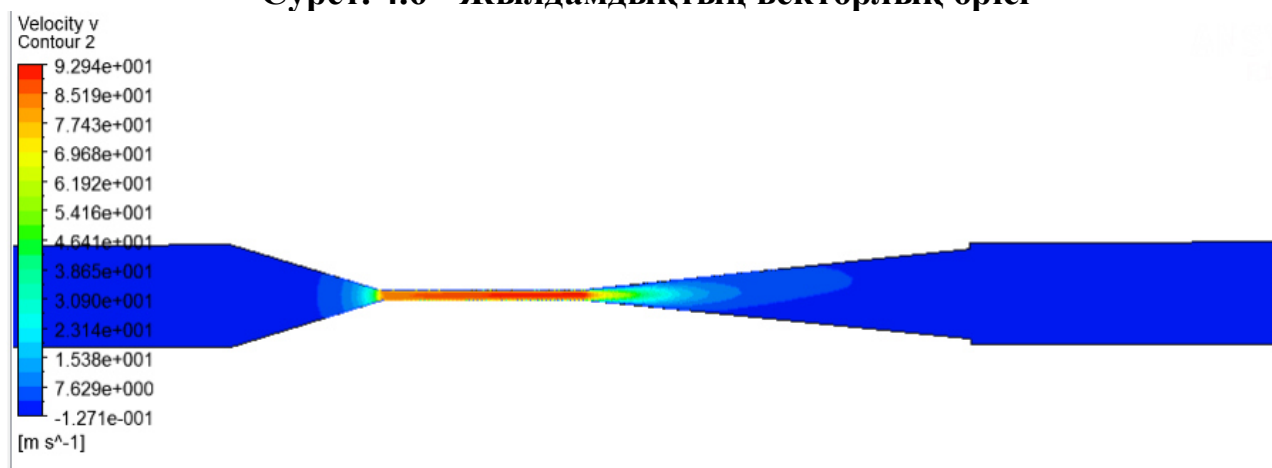
б)

Сурет. 4.5 - Аппараттың торлық моделі: а) жабық күйде (~ 323000 ұяшық); б) ашық жағдайда (~ 493000 ұяшық)

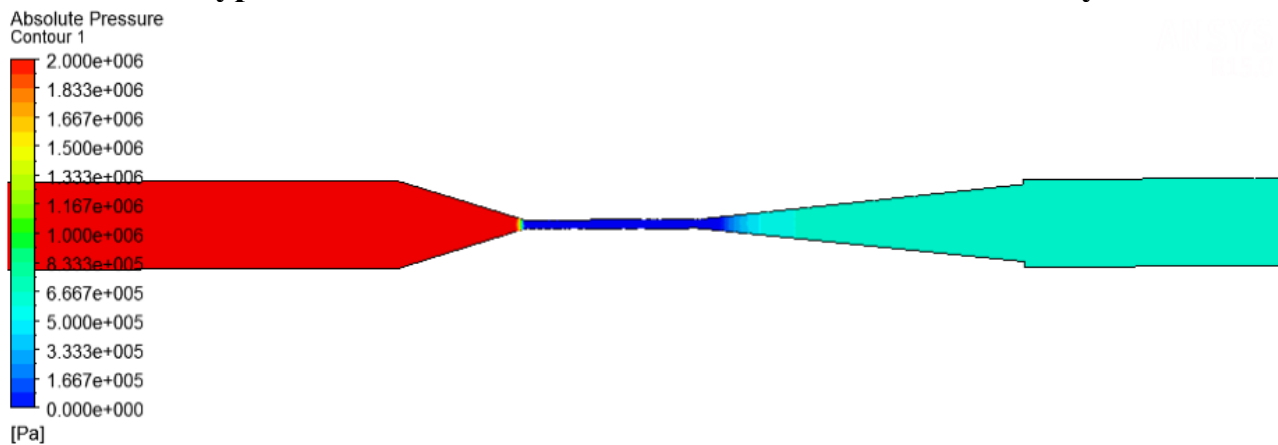
Тандемдік жүйедегі ЭОСК жабық күйінде: Аппараттың жылжымалы бөлігіне әсер ететін күш $1857,31$ Н немесе $189,3$ кгс құрайды.



Сурет. 4.6 - Жылдамдықтың векторлық өрісі

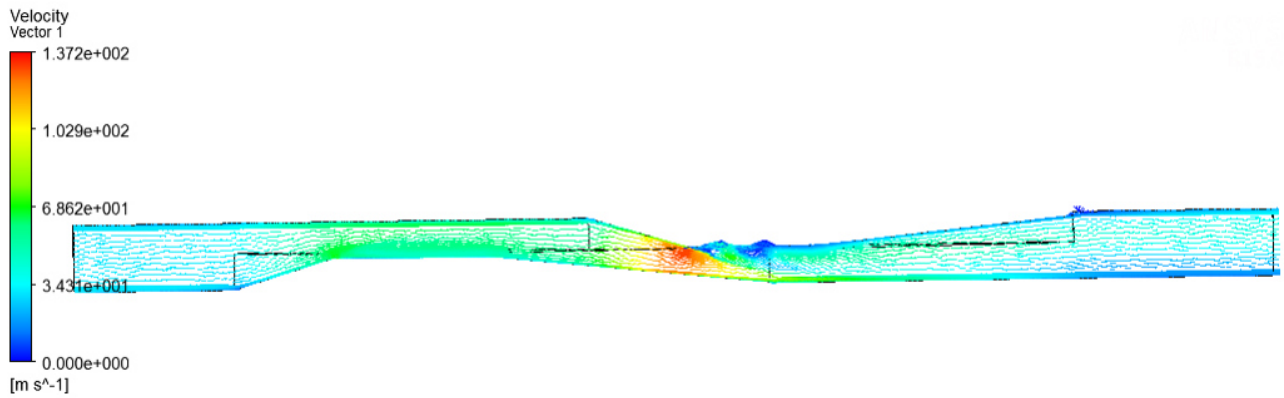


Сурет. 4.7 - Жылдамдықтың осьтік компонентін бөлу

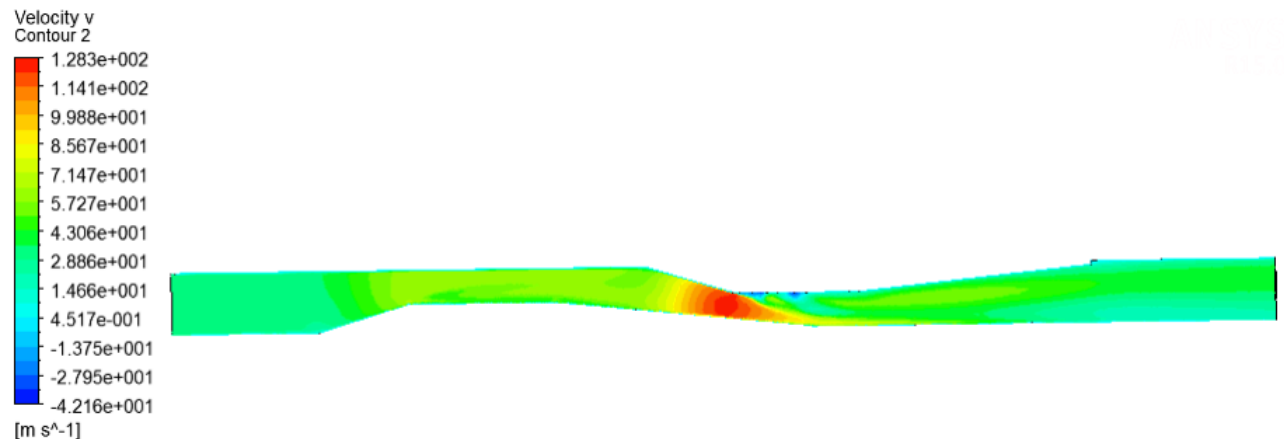


Сурет. 4.8 - Абсолюттік қысым өрісі

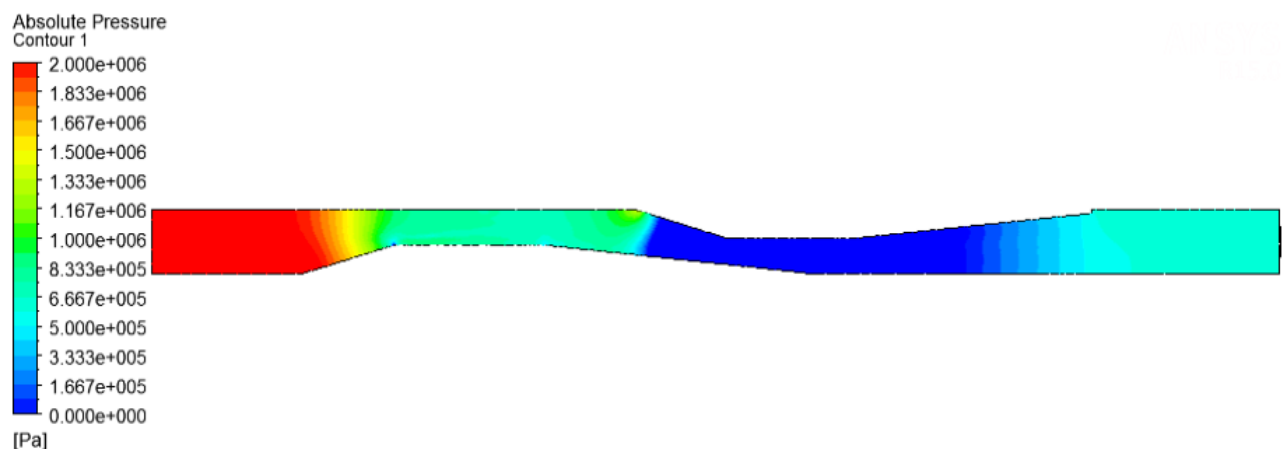
Тандемдік жүйедегі ЭОСҚ ашық күйінде: Аппараттың жылжымалы бөлігіне әсер ететін күш 3584,54 Н немесе 364,6 кгс құрайды.



Сурет. 4.9 - Жылдамдықтың векторлық өрісі



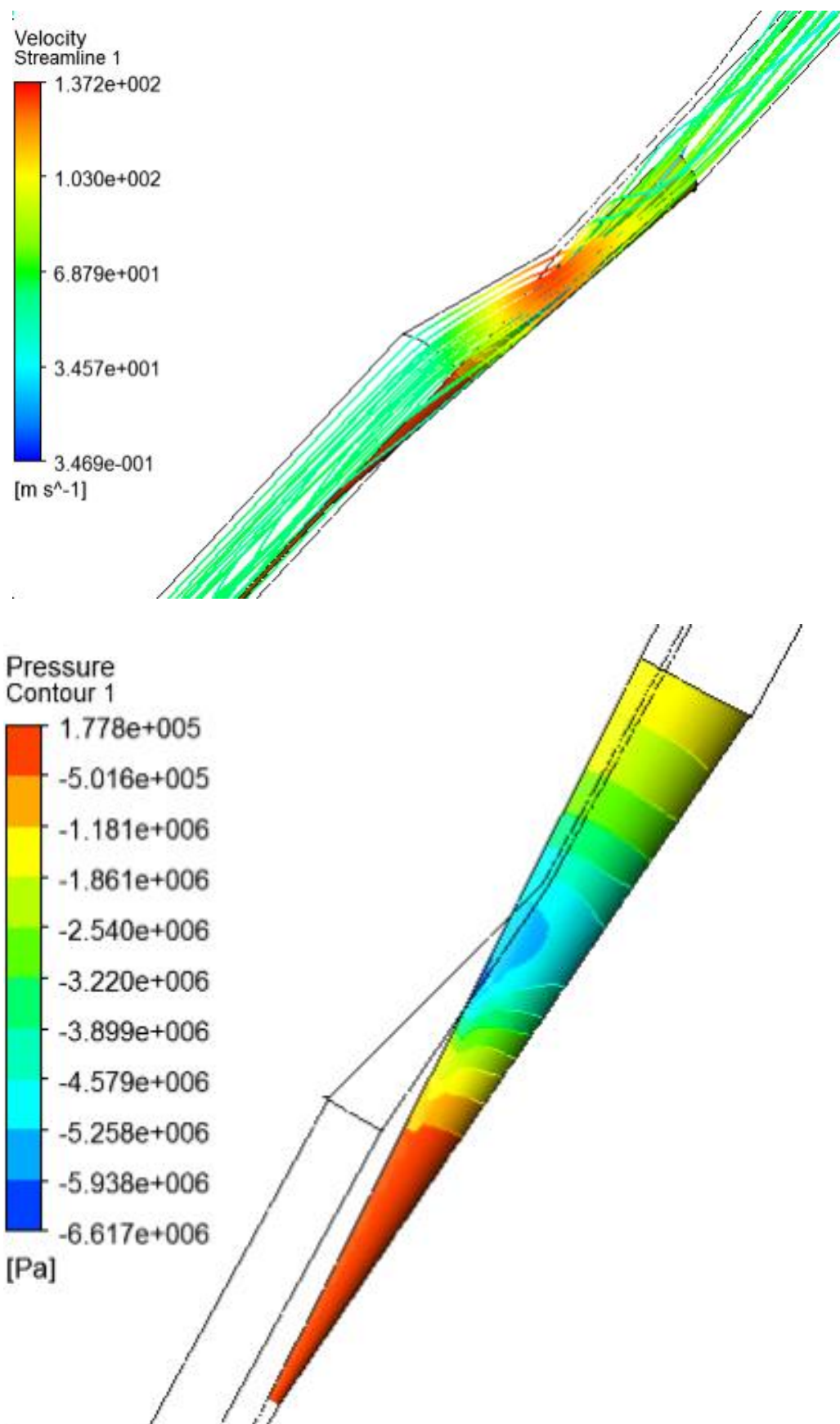
Сурет. 4.10 - Жылдамдықтың осьтік компонентін бөлу



Сурет. 4.11 - Абсолюттік қысым өрісі

Аппараттың ашық күйінде күштер былайша бөлінеді: алдыңғы бөлігінде 1107 Н, ал диффузорлық бөлігінде 1210,8 Н күш әрекет етеді; диффузордағы жоғары күш ағынды сиретумен түсіндіріледі (4.12-сурет).

Сондай-ақ бір фазалық ағынды модельдеу кезінде диффузор саласында қысымның күрт төмендеуі байқалды, бұл өз кезегінде дамыған кавитация саласының болуын білдіруі мүмкін.



Сурет. 4.12 - Диффузорлық саладағы ағынды сирету

Жоғарыда баяндалғанның негізінде $F_{\text{жылж}}$ ізденіп алынған нәтижелі шамасы - ағынды сорғының жылжымалы бөлігіне әсер ететін күш (4.13-сурет) [138]:

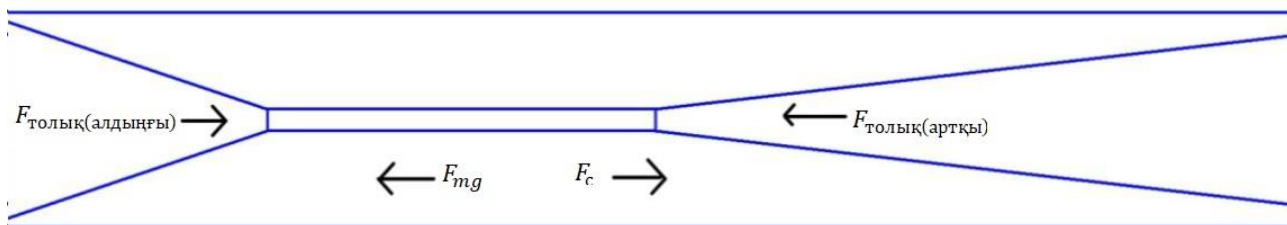
$$F_{\text{жылж}} = (F_{\text{толық(алдыңғы)}} - F_{mg} + F_c - F_{\text{толық(артқы)}}),$$

мұнда: $F_{\text{толық(алдыңғы)}}$ - сұйықтықтың қозғалыс бағытындағы ағынды сорғының жылжымалы бөлігіне әсер ететін толық күш (фронтальды);

F_{mg} - ауырлатқышы бар жылжымалы бөліктің салмағымен дамитын күш;

F_c - серіппемен дамитын күш;

$F_{\text{толық(артқы)}}$ - сұйықтықтың қозғалысына қарама-қарсы бағытта ағынды сорғының жылжымалы бөлігіне әсер ететін толық күш (тылдық), диффузордағы сұйықтық қысымының құлауының нәтижесі ретінде.

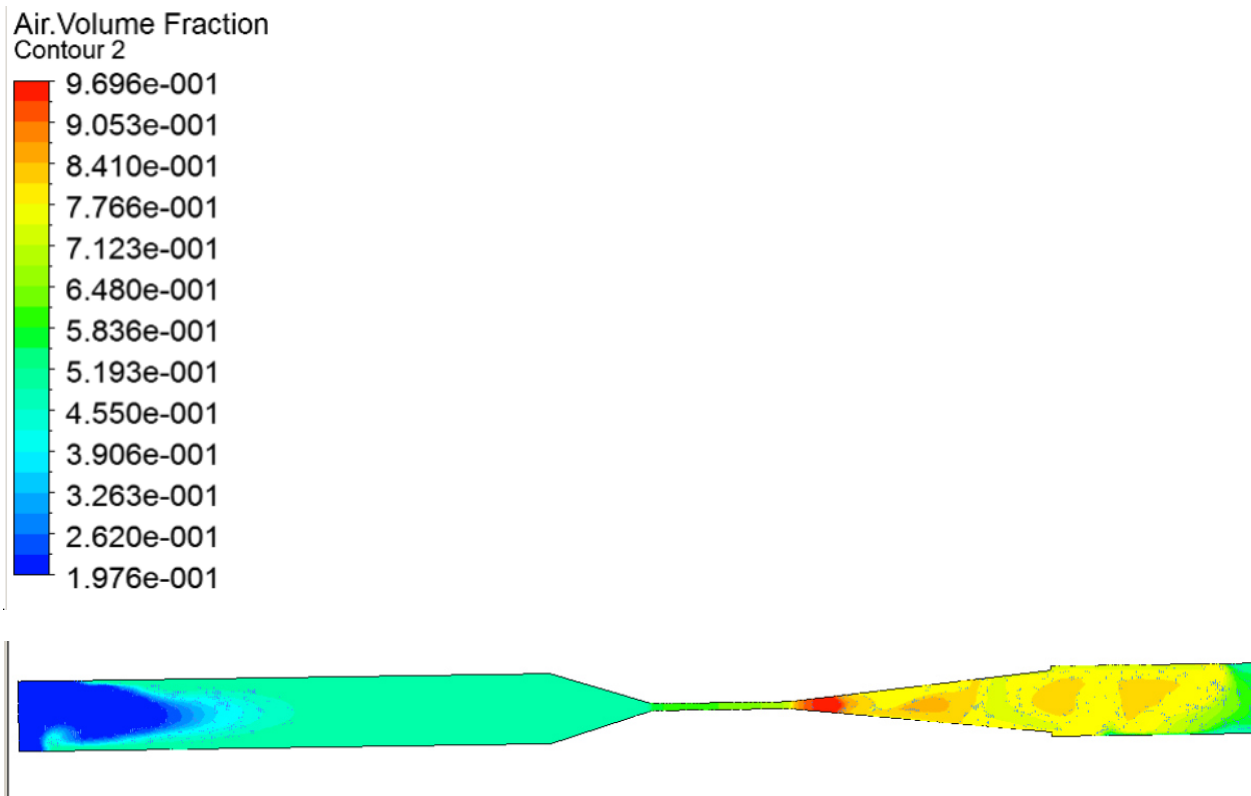


Сурет. 4.13 - Ағынды сорғының жылжымалы бөлігіне күштерді бөлу

Сұйықтықтың екі фазалық ағынын модельдеу кезінде ағынды аппараттың жылжымалы бөлігіне әсер ететін күш есептелген және 4.1-кестеде келтірілген.

4.1-кесте. Сұйықтықтың екі фазалық ағынын модельдеу параметрлері

Газ фазасы, көл. %	Жұмыс бөлігіндегі қысымның төмендеуі, МПа	Жылжымалы бөлікке әсер ететін күш
20%	5,2	1879,64 Н
15%	5,7	2098,41 Н
10%	6,7	2499,91 Н
5%	9,3	2990,70 Н



Сурет. 4.14 - Газ фазасының көлемдік қатынасы, %.

МСТ 18793-80 көміртекті болат сымнан жасалған серіппені тексеру есебі

Бастапқы деректер:

Серіппенің сыртқы диаметрі, мм. – $D_H=15$

Сымның диаметрі, мм. – $d_{пр}=4$

Серіппенің жұмыс барысы, мм $h=600$

Үшінші класты серіппе Па

Сым сыныбы $[t_{кр}]=157.74$

Нәтижелер:

Ең жоғары деформация кезіндегі серіппенің күші, кг. $P_3=218,13449308227$

Бір орамның қаттылығы, $H/mz_1 = 192,3365890308$

Бір орамның деформациясы, $mmf_3 = 1,1341289464551$

Серіппенің қаттылығы, $H/mz = 0,2501125995199$

Жұмыс айналмаларының саны $n = 769$

Айналмалардың толық саны $n_1 = 770,5$

Серіппенің орташа диаметрі, мм $D_0 = 11$

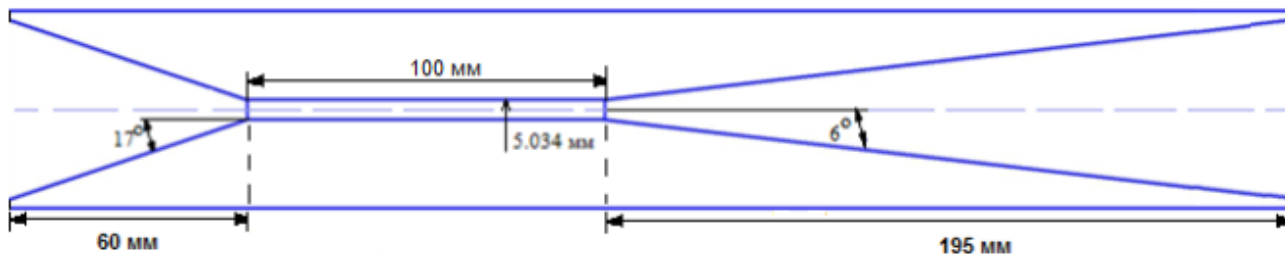
Серіппе индексіс $= 2,75$

Алдын ала деформация, $mmF_1 = 199,9099609375$

Жұмыс деформациясы, $mmF_2 = 799,9099609375$

Максималды деформация, $mmF_3 = 872,14515982395$

Сондай-ақ әр түрлі геометриялық өлшемдері бар дәйекті шешімдер жолымен шүмектің геометриялық параметрлерінің оңтайлы мәндері алынды (4.15-сурет). Тарылу диаметрі тірек мәндеріне және шекаралық шарттарға сүйене отырып 5,034 мм, тарылу бұрышы $= 17^\circ$, кеңейту бұрышы $= 6^\circ$ алынған.



Сурет. 4.15 - Ағынды сорғының геометриялық сипаттамасы

Ағынды аппараттың шүмегіндегі қысым айырмасының сандық есебімен жергілікті гидравликалық кедергілердің шамалары алынды және каналдың өтпелі қимасының тарылуы нәтижесінде ЭОСҚ конструкциясына әсер ететін күштер анықталды. Конструкторлық құжаттаманы әзірлеу үшін ағынды аппараттың өлшемдері алынды.

Төртінші тарау бойынша қорытындылар

1 Газбен жабдықталған мұнай ұңғымаларының құбыр сырты кеңістігінен еркін газды іріктеудің белгілі технологияларына шолу және талдау келтірілді.

2 Электр ортадан сораптармен жабдықталған ұңғымалардың құбыр сырты кеңістігінен еркін газды іріктеу үшін ағынды аппараттың арнайы конструкциясы ұсынылып, жұмыс сызбалары әзірленді.

ҚОРЫТЫНДЫ

1. ЭОСҚ жұмыс процесінің тәжірибесін талдау нәтижесінде құбыр сырты кеңістігіндегі газдың жоғары қысымының жабдықтың жұмысқа қабілеттілігіне теріс әсері анықталды. $R^2=0,9648$ детерминация коэффициенті бар құбыр сырты кеңістігіндегі газ қысымына ЖАК-нің дәрежелі тәуелділігі анықталды..

2. Мұнайдың газбен қанығу қысымының температураға тәуелділігін ескере отырып, электр ортадан тепкіш сораптың батыру қондырғысының жылу режимін есептеу әдістемесі әзірленді. Батыру сорғысының температурасының өсуі біліктің айналу жиілігі бір мезгілде ұлғайған кезде сорғыны қабылдауда еркін газдың жоғары болуымен ЭОС ауыспалы ток жиілігінің өзгеруімен байланысты. Зерттеулер көрсеткендей, батыру сорғысының температурасы ауыспалы ток жиілігі 50 Гц болғанда 126 °С, ток жиілігі 52 Гц болғанда 148 °С және ток жиілігі 55 Гц болғанда 192 °С сәйкес келеді.

3. «ЭОС – ағынды аппарат» технологиясының тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін ағынды аппараттың оңтайлы параметрлері мен есептік шамаларын анықтау үшін талдамалы түрде тәуелділік алынған, құбыр газын іріктеу үшін ағынды аппараты бар ЭОСҚ-ны құрастырудың математикалық моделі ұсынылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Дроздов А.Н. Влияние свободного газа на характеристики глубинных насосов // Нефтяное хозяйство.- 2003.- №1.- С.68-70
2. Дроздов А.Н. Исследование характеристик погружных центробежных насосов при откачке газожидкостных смесей из скважин / Глава 3 докторской диссертации
3. Деньгаев А.В. Испытания газосепараторов габарита 5А к центробежным электронасосам // Нефтяное хозяйство.- 2004.- №6.- С.96-99
4. Агеев Ш. Р., Дружинин Е. Ю. Погружные центробежные и центробежно-вихревые насосы для добычи нефти и предвключенные устройства к ним для повышения эффективности работы при высоком газосодержании на входе / Доклад с конференции «Нефтеотдача-2003», РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина.
5. Ивановский В.Н., Дарищев В.И. Скважинные насосные установки для добычи нефти. – М.: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2002.- 824 с.
7. Данные технологических режимов работы скважин Лугинецкого месторождения АО «Томскнефть» ВНК. – Томск, 2019
8. Вахитова Р.И. Повышение эффективности эксплуатации установок электроцентробежных насосов в наклонных и обводненных скважинах [Текст]: Дис.... канд.техн.наук. – г. Уфа, 2006. – 114с.
9. Зейгман, Ю.В. Оптимизация работы УЭЦН для предотвращения образования осложнений [Текст] / Ю.В. Зейгман, А.В. Колонских // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2005. №2. URL: http://ogbus.ru/authors/Zeigman/Zeigman_1.pdf.
10. Нефтепромысловое оборудование: Справочник [Текст] / Под ред. Е.И. Бухаленко.-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Недра,1990.-559с.
11. Богданов, А.А. Погружные центробежные электронасосы для добычи нефти (расчет и конструкция) [Текст] / А.А. Богданов. – М.: Недра, 1968.–272с.
12. Вахитова, Р.И. Повышение эффективности эксплуатации скважин, оборудованных УЭЦН [Текст] / Р.И. Вахитова // Материалы IV Конгресса нефтегазопромышленников России «Проблемы освоения трудноизвлекаемых запасов углеводородов». – Уфа: Монография, 2005. – С.325-328.
13. Ишмурзин, А.А. Анализ влияния геологических факторов на аварийность УЭЦН [Текст] / А.А. Ишмурзин, Р.Н. Пономарев // ЭНЖ «Нефтегазовое дело». - 2008. - № 4.
14. Ляпков, П.Д. О формах течения водовоздушных смесей в каналах рабочих органов центробежного насоса [Текст] / П.Д. Ляпков // Химическое и нефтяное машиностроение. – М., 1968. - №10. – С. 5-8.
15. Hasan A.R., Kabir C.S. Two-phase flow in vertical and inclined annuli // Int.J. Multiphase Flow, 1992, Vol. 18, pp. 279-293.
16. Атнабаев З.Ф. Совершенствование эксплуатации скважин установками электроцентробежных насосов с эжектором на месторождениях Западной Сибири [Текст]: Дис.... канд.техн.наук. – Уфа, 2007. – 105с.

17. Гареев, А.А. О предельном газосодержании на приеме электроцентробежного насоса [Текст] / А.А. Гареев // Научно-технический журнал «Оборудование и технологии для нефтепромыслового комплекса». – 2009. - № 2. – С. 21-25.
18. Патент 2318983 РФ. Автоматическое устройство для перепуска затрубного газа [Текст] / В.А. Молчанова, В.В. Горбунов, К.Р. Уразаков, Д.В. Маркелов. Оpubл. 07.02.2007.
19. Патент 2305171 РФ. Автоматическое клапанное устройство для перепуска затрубного газа [Текст] / В.В. Дмитриев, К.Р. Уразаков, О.А. Тяпов, Д.В. Маркелов, И.И. Иконников, В.А. Молчанова. Оpubл. 26.01.2006.
20. Патент 2135743 РФ, МКИ Е 21 В 37/06. Скважинная дозирующая насосная установка [Текст] / З.М. Атнабаев, К.Р. Уразаков. Оpubл. БИ, 1999. - №27.
21. Патент 2136970 РФ, МКИ Е 21 В 37/06. Погружной электронасос [Текст] / К.Р. Уразаков, Н.Х. Габдрахманов, З.Р. Кутдусова, Т.К. Уразаков, А.Т. Кутдусов, Ю.В. Алексеев. Оpubл. БИ, 1999. - №27.
22. Ишемгузин, Е.И. Специальные критерии согласия для малой выборки при оценке надежности нефтепромыслового оборудования [Текст] / Е.И. Ишемгузин, Атнагулов А.Р., Зотов А.Н., И.Е. Ишемгузин // ЭНЖ «Нефтегазовое дело». - 2008. - № 1.
23. Кравцов, В.В. Проблемы коррозии в нефтяной и газовой отрасли [Текст] / В.В. Кравцов, И.К. Киямов, Р.Х. Мингазов, А.Ф. Музафаров, Р.А. Ахметов, Л.И. Киямова // Учебное пособие. – Альметьевск: типография АГНИ. – 2014. – 516с.
24. Гоник, А.А. Сероводородная коррозия и меры ее предупреждения [Текст] / А.А. Гоник. – М.: Недра, 1966. – 176с.
25. Мухаметшин, М.М. Повышение эффективности эксплуатации нефтепромысловых систем на месторождениях сероводородсодержащих нефтей [Текст] / М.М. Мухаметшин, М.К. Рогачев. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2011. – 127с.
26. Гидродинамика процесса добычи нефти погружными центробежными и штанговыми насосами [Текст] / И.Б.Бурцев, Р.Х. Муслимов, Р.Ш. Муфазалов. - М.: Издательство МГГУ, 1995 г. - 240 с.
27. Костенюк, С.А. Технология эксплуатации скважин электроцентробежными насосами при повышенном газосодержании [Текст] / С.А. Костенюк, А.И. Подъяпольский // Научно-технический и производственный журнал «Нефтяное хозяйство». – 2010. - №1. – С. 98-99.
28. Мищенко, И.Т. Скважинная добыча нефти: Учебное пособие для вузов [Текст] / И.Т. Мищенко.- М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003.-816 с.
29. Репин, Н.Н. Технология механизированной добычи нефти [Текст] / Н.Н. Репин, В.В. Девликамов, О.М. Юсупов.- Москва: Недра, 1976. -176с.
30. Мищенко И.Т. Особенности работы погружных центробежных насосов на многокомпонентных смесях [Текст]: Дис.... канд. техн. наук. – М., МИНХ и ГП, 1965.

31. Молчанова, В.А. Оценка потерь затрубного газа и периодичности его сброса [Текст] / В.А. Молчанова, К.Р. Уразаков // «Проблемы геологии, геофизики, бурения и добычи нефти». – Уфа, 2005 г. – С.178-185.
32. Топольников, А.С. Методика расчета параметров струйного насоса при совместной эксплуатации с ЭЦН [Текст] / А.С. Топольников, К.Р. Уразаков, Р.И. Вахитова, Д.А. Сарачева // ЭНЖ «Нефтегазовое дело». 2011. №3. С. 134-146. URL: <http://www.ogbus.ru/authors/Topolnikov.pdf>.
33. Вербицкий В.С. Разработка технологии применения погружных насосных и насосно-эжекторных систем для эксплуатации скважин и повышения нефтеотдачи [Текст]: Автореферат дис.... канд.техн.наук. - М.: РГУ нефти и газа им И.М.Губкина, 2004. – 24с.
34. Механизированная добыча нефти (сборник изобретений) [Текст] / К.Р. Уразаков. - Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2010. – 329с.
35. Дроздов, А.Н. Применение насосно-эжекторных систем «Тандем» на нефтяных месторождениях Российской Федерации [Текст] / А.Н. Дроздов, В.С. Вербицкий, А.В. Деньгаев, Д.Н. Ламбин, А.М. Кочергин, В.В. Курятников // Электронный научный журнал «Нефтепромышленное дело». – 2004. - №3. – С. 31-46.
36. Сазонов, Ю.А. Расчеты струйных насосов [Текст] / Ю.А. Сазонов, Р.В. Сазонова // Учебное пособие. - М.: ГАНГ, 1997. - 52 с.
37. Тронов, В.П. Сепарация газа и сокращение потерь нефти [Текст] / В.П. Тронов. – Казань: «Фэн», 2002. – 408с.
38. Грехов, И.В. Борьба с факторами, отрицательно влияющими на работу УЭЦН НК «Роснефть» [Текст] / И.В. Грехов // Материалы научно-практической конференции молодых специалистов. - Нефтеюганск, 2001. – С.27.
39. Дроздов, А.Н. Погружные насосы, насосно-эжекторные системы и новые технологии эксплуатации скважин [Текст] / А.Н. Дроздов // Материалы X Всероссийской практической конференции «Производство и эксплуатация УЭЦН» 6 – 9 августа 2001г. – Самара, 2001.
40. Вахитова, Р.И. Удаление газа из затрубного пространства скважин, оборудованных ЭЦН, струйными насосами [Текст] / Р.И. Вахитова, Д.А. Сарачева, Э.В. Абрамова // Материалы научной сессии ученых. – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2012.-С.139-141.
41. Сарачева, Д.А. Автоматический перепуск затрубного газа в скважинах, оборудованных погружными электроцентробежными насосами [Текст] / Д.А. Сарачева, Р.И. Вахитова, В.А. Молчанова // Материалы международной научно-технической конференции «Современные технологии в нефтегазовом деле - 2015». – Октябрьский: филиал ФГБОУ ВПО «УГНТУ», 2015. – С.227-232.
42. Сарачева, Д.А. Струйный аппарат для перепуска затрубного газа в скважинах, оборудованных УЭЦН [Текст] / Д.А. Сарачева, В.А. Молчанова, Р.И. Вахитова // Инновационное нефтегазовое оборудование: проблемы и решения: матер. III Всеросс. научн.-техн. конф. - Уфа: РИЦ УГНТУ, 2014. – С. 129-132.

43. Уразаков, К.Р. Исследование характеристик струйного насоса численным моделированием [Текст] / К.Р. Уразаков, И.А. Мухин, Р.И. Вахитова, Д.А. Сарачева, И.В. Волков // Нефтегазовое дело: научн. журн. – 2015. – Том 13 (4). – С. 149-155.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қайып Сұлтан Арыстанұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Мұнай ұңғымаларында қолданылатын батырмалы ортадан тепкіш сораптардың жұмыс тиімділігін арттыру

Научный руководитель: Тогыс Карманов

Коэффициент Подобия 1: 6.1

Коэффициент Подобия 2: 2.6

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 59

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата

06.06.22

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қайып Сұлтан Арыстанұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Мұнай ұңғымаларында қолданылатын батырмалы ортадан тепкіш сораптардың жұмыс тиімділігін арттыру

Научный руководитель: Тогыс Карманов

Коэффициент Подобия 1: 6.1

Коэффициент Подобия 2: 2.6

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 59

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☐ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

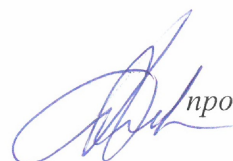
☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 06.06.2022

Жармашева АС

 проверяющий эксперт

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагияттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Қайып Сұлтан Арыстанұлы

Тақырыбы: Мұнай ұңғымаларында қолданылатын батырмалы ортадан тепкіш сораптардың жұмыс тиімділігін арттыру

Жетекшісі: Тогыс Карманов

1-ұқсастық коэффициенті (30): 6.1

2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.6

Дәйексөз (35): 1.2

Әріптерді ауыстыру: 59

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☒ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні

06.06.22

Кафедра меңгерушісі



СЫН – ПІКІР

магистрлік диссертацияға
(жұмыстың аты)

Қайып Сұлтан Арыстанұлы
(білім алушының А.Ж.Т.)

7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы
(мамандық шифры және аты)

Тақырыбы: «Мұнай ұңғымаларында қолданылатын батырмалы ортадан тепкіш сораптардың жұмыс тиімділігін арттыру»

Рецензияға ұсынылғаны:

- а) графикалық/демонстрациялық бөлімі – 18 слайдта
- б) магистрлік диссертацияның жазбаша түсініктемесі – 80 бетте

Магистрант Қайып Сұлтан Арыстанұлы, мұнай өндіру саласындағы негізгі жабдықтардың бірі болып табылатын – батырмалы ортадан тепкіш сораптарының жұмыс тиімділігін арттыру бойынша мәселерді қарастырып, оны шешу жолы бойынша зерттеу жүргізген.

Диссертациялық жұмыста батырмалы ортадан тепкіш сораптарда көп кездесетін, құбыр сырты газының сорапқа теріс әсері бойынша мәселені таңдап, оны шешу үшін батырмалы сорапқа ағынды сорапты қосып тандемдік жүйені қолдану арқылы жұмыс тиімділігін арттыру тәсілінің мүмкіншілігіне зерттеу жүргізген. Қазіргі жағдайда ерекше өзектілікке ие теориялық және іс жүзінде маңызды проблемаларды дербес, аяқталған зерттеу жүргізді деп санаймын.

Жалпы, магистранттың алдына қойған міндеттері толық көлемде және нормативті құжаттар талабына сай орындалған, ғылыми жаңалығы мен тәжірибелік мәні бар жұмыс болып табылады.

Диссертациялық жұмысқа айтарлықтай ескертулер жоқ.

Жұмысқа баға

Диссертациялық жұмыс жоғары ғылыми-әдістемелік деңгейінде орындалған. Алдына қойылған міндеттер мен мақсаттарына қол жеткізіп, мәтіні мен мазмұны, безендірілуі нормативтік құжаттардың талаптарына сай орындалып жасалған.

Магистрант Қайып Сұлтан Арыстанұлының біліктілігі мен ғылыми деңгейі «Техника және технология магистрі» деген атаққа лайық, ал оның диссертациясын өте жақсы (91%) деп бағалауға болады.

Рецензент

Техника ғылымдарының
кандидаты, доцент

"Энергетика және мұнай-газ
индустриясы" факультетінің
деканы КБТУ

Исмаилов А.А.

(қолы)

2022 ж.

