

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

(институт атауы)

ӘОЖ 621.671(574)(043)

Қолжазба құқығында

Меңдіғалиева Гүлмира Тыныштыққызы

(білім алушының аты жөні)

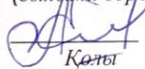
Магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған

### МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация атауы Өзен мұнай-газ кен орны жағдайында батырылатын электрлік ортадан тепкіш сораптарын пайдалану тиімділігін арттыру бойынша іс-шараларды зерттеу және әзірлеу

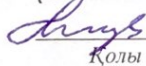
Дайындау бағыты 7M07111 - машиналар мен жабдықтардың сандық инж.  
Мамандық шифрі және атауы

Ғылыми жетекші,  
PhD, сениор-лектор  
(ғылыми дәрежесі, атауы)

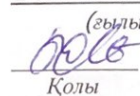
 Утегенова А.Е.  
Қолы Аты жөні

Пікір беруші,

Т.ғ.к., доцент  
(ғылыми дәрежесі, атауы)

 Мусабеков Р.А.  
Қолы Аты жөні

Норма бақылаушы,  
Техника және технология магистрі

(ғылыми дәрежесі, атауы)  
 Балгаев Д.Е.  
Қолы Аты жөні



**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

Т.ғ.к., ассис. проф.

(ғылыми дәрежесі, атауы)

 Бортебаев С.А.  
Қолы Аты жөні

“ 31 ” 05 2022 ж.

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

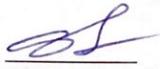
Энергетика және машина жасау институты

“Технологиялық машиналар және көлік” кафедрасы

7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

ГМКЖЛ кафедрасының меңгерушісі,  
Техника ғылымдарының кандидаты, асс.  
профессор

  
“ 17 ” 11 2020ж.

Бөртебаев С.А.

**Магистрлік диссертация орындауға  
ТАПСЫРМА**

Магистрант Меңдіғалиева Гүлмира Тыныштықызы

Тақырыбы Өзен мұнай-газ кен орны жағдайында батырылатын электрлік ортадан тепкіш сораптарын пайдалану тиімділігін арттыру бойынша іс-шараларды зерттеу және әзірлеу

Университет ректорының 2020 жылғы "03" қараша №2026-м бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі 2022ж.

Дипломдық жобанда қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Өзен мұнай-газ кен орны жағдайында мұнай өндіру үшін батырылатын электрлік ортадан тепкіш сораптарының (ЭОТС) пайдалану тиімділігін арттыру бойынша іс-шараларды әзірлеу;

б) АШПШ-ға қарсы күрес әдістерін оңтайландыру және тиімділігін арттыру;

в) Мұнай ұңғымасындағы жылу және масса алмасу процестерінің кеңістіктік математикалық моделін зерттеу;

г) Жылыту кабелін қолдану кезінде ұңғыманың температуралық өрістерін тұрақты және периодты режимде жұмыс жасауын зерттеу, оңтайлы режимді таңдау.

Презентациялық материалдар тізімі:

а) Жылыту кабелін қосу схемасы;

б) Жылыту кабелінің орналасу нұсқалары;

в) Қыздыру және салқындату кезінде ұңғыма сағасындағы температураның уақыт бойынша таралу схемасы.

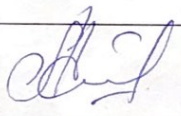
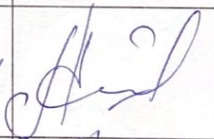
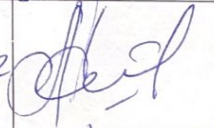
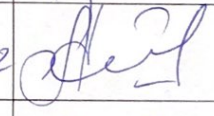

Ұсынылатын негізгі материалдар тізімі 20 атау



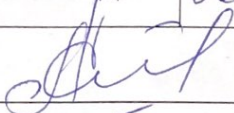
Магистрлік диссертация дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзұмдері	Ескерту
1. Өзен кен орнының геологиялық құрылымын зерттеу	10.09.21 - 01.10.21	
2. Ортадан тепкіш сораппен жабдықталған ұңғымаларға анализ	01.10.21 - 22.11.21	
3. Өзен кен орны жағдайында ОТСҚ-ны пайдалануды зерттеу	22.11.21 - 15.01.22	
4. Мұнай ұңғымасындағы АШПШ мәселесін зерттеу, математикалық модель құру	15.01.22 - 16.03.22	

Аяқталған магистрлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолтаңбалары

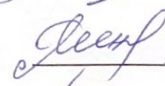
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі(ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
1 Өзен кен орнының геологиялық құрылымын зерттеу	PhD, сениор-лектор Satbayev University Утегенова А.Е	20.11.20	
2 Ортадан тепкіш сораппен жабдықталған ұңғымаларға анализ	PhD, сениор-лектор Satbayev University Утегенова А.Е.	13.02.21	
3 Өзен кен орны жағдайында ОТСҚ-ны пайдалануды зерттеу	PhD, сениор-лектор Satbayev University Утегенова А.Е.	01.04.22	
4 Мұнай ұңғымасындағы АШПШ мәселесін зерттеу, математикалық модель құру	PhD, сениор-лектор Satbayev University Утегенова А.Е.	19.04.22	
5 Норма бақылаушы	Магистр тех.наук, лектор Балгаев Д.Е	30.05.22	

Ғылыми жетекші



Утегенова А.Е.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Мендіғалиева Гүлмира

Күні

“ 31 ” 05 2022ж.

## **АНДАТПА**

Өзен мұнай-газ кен орны жағдайында мұнай өндіру үшін батырылатын электрлік ортадан тепкіш сорапты қондырғыларын (ОТСК) пайдалану тиімділігін арттыру бойынша іс-шараларды зерттелінді. Негізгі технологиялық әдіс ретінде жылыту технологиясы алынды, оның ішінде парафинді жою үшін қыздыру кабелін сорапты компрессорлы құбыр ішіне түсіру әдісінің артықшылықтары келтірілді. Сол әдіске байланысты қыздыру кабелі бар тік ұңғымадағы жылу беру процестерінің кеңістіктік математикалық моделін жасалынды және математикалық модельдеу арқылы ОТСК жағдайында қыздыру кабелінің тиімді әрі сенімді жұмыс жасау сипаттамаларына таңдау жүргізілді.

## **АННОТАЦИЯ**

Изучены мероприятия по повышению эффективности эксплуатации погружных электрических центробежных насосных установок для добычи нефти в условиях нефтегазового месторождения "Узень". В качестве основного технологического метода была получена технология нагрева, в том числе перечислены преимущества способа опускания нагревательного кабеля внутрь насосно-компрессорного насоса для удаления парафина. В связи с этим методом была разработана пространственная математическая модель процессов теплопередачи в вертикальной скважине с нагревательным кабелем и проведен выбор характеристик эффективного и надежного функционирования нагревательного кабеля в условиях центробежного насоса посредством математического моделирования.

## **ANNOTATION**

Measures have been studied to improve the efficiency of operation of submersible electric centrifugal pumping units for oil production in the conditions of the Uzen oil and gas field. The heating technology was obtained as the main technological method, including the advantages of the method of lowering the heating cable inside the pump-compressor pump to remove paraffin. In connection with this method, a spatial mathematical model of heat transfer processes in a vertical well with a heating cable was developed and the characteristics of efficient and reliable functioning of the heating cable in conditions of a centrifugal pump were selected by mathematical modeling.

## Терминдер мен қысқартулар

ОТС	Ортадан тепкіш сорап
ЭОТС	Электрлі ортадан тепкіш сорап
ЭОТСҚ	Электрлі ортадан тепкіш сорап қондырғысы
ОТСҚ	Ортадан тепкіш сорап қондырғысы
АШПШ	Асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділер
СКҚ	Сорапты компрессорлы құбыр
МЖҚ	Мұнай жылыту қондырғысы

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Өзен кен орнының геологиялық құрылымын зерттеу	9
1.1	Өзен кен орны туралы жалпы мәліметтер	9
1.2	Өзен кен орындарынындағы мұнайдың, газдың физикалық-химиялық қасиеттері	11
2	Ортадан тепкіш сораппен жабдықталған ұңғымаларға анализ	13
2.1	Ортадан тепкіш сораптардың ерекшеліктері	13
2.2	Өзен кен орнында ортадан тепкіш сорап қондырғылармен (ОТСК) жабдықталған ұңғымаларды талдау және пайдалану нәтижелері	15
2.3	Ортадан тепкіш сораптарды пайдаланатын Өзен кен орнының ұңғымаларын талдау	17
3	Өзен кен орны жағдайында ортадан тепкіш сораптарды пайдалануды зерттеу	21
3.1	Өзен кен орнының өндіру кешенінде ортадан тепкіш сораптарды пайдалануды қиындататын факторлар	21
3.2	Мұнай кен орындарын игеруді қиындататын факторларды анықтауға әдіснамалық тәсіл	24
3.3	Күрделі факторлардың өндіру кешені элементтерін пайдалануға әсерінің сипаты	25
4	Ортадан тепкіш сораптардың тиімділігін арттыру мақсатында іс-шаралар әзірлеу	27
4.1	Асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділермен (АШПШ) күресу әдістері	27
4.2	Мұнай ұңғымасын жылыту кабелінің көмегімен жылыту	31
4.3	Мұнай ұңғымасындағы жылу және масса алмасу процестерінің кеңістіктік математикалық моделі	38
4.4	Жылыту кабелінің қажетті меншікті қуатын таңдау	41
4.5	Жылыту кабелінің маркасын таңдау	44
4.6	Жылыту кабелінің жұмыс режимдерін таңдау	45
4.6.1	№1 ұңғыманың температуралық өрістерін тұрақты және мерзімді режимде жылыту кабелінің жұмысы кезінде зерттеу	47
4.6.2	№2 ұңғыманың температуралық өрістерін тұрақты және мерзімді режимде жылыту кабелінің жұмысы кезінде зерттеу	49
4.7	Жылыту кабелін пайдаланудың экономикалық тиімділігі	51
	Қорытынды	53
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	54

## КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта Қазақстанның және таяу шетелдердің мұнай кен орындарының көпшілігі игерудің соңғы сатысында тұр. Өзен кен орындары да осы қатарда. Игерудің соңғы сатыларында сұйықтықтың орташа дебиті төмендейді. Сондықтан ұңғымалардың технологиялық режимін жан-жақты зерделеу және оларды неғұрлым тиімді және ең аз шығындармен пайдалануға мүмкіндік беретін шешімдерді іздестіруді талап етіледі.

Ең алдымен, ұңғымаларда батырмалы жабдықтың істен шығу себептерін талдау қажет. Сорап жабдықтарының істен шығу себептері туралы нақты ақпарат ұңғымалардың технологиялық режиміне тиісті түзетулер енгізу үшін және басты себептерді жою бойынша ұйымдастыру-техникалық іс-шараларды әзірлеу кезінде де қажет.

Ортадан тепкіш сораптардың (ОТС) жұмысының басты көрсеткіштері өнімділік және жөндеу аралық кезең болып табылады. Егер өнімділік сораптың конструктивті орындалуына байланысты болса, онда жөндеу аралық кезеңге жоғарыда аталған факторлар әсер етеді, оның нашарлауын және ұңғымаларды пайдаланудың техникалық-экономикалық көрсеткіштерінің төмендеуін тудырады.

Бату құрылғыларын кеңінен енгізу кезінде жабдықтардың сенімділігі және ұңғымаларды жерасты жөндеу мәселелері ерекше маңызға ие болады. Бұл сорапты қолдану ерекшелігімен - қондырғы жұмысының жоғары тұрақсыздығымен, сорап жетегінің жерасты орналасуымен анықталады.

Ұсынылған магистрлік жұмысында Өзен кен орны жағдайында ұңғымалардың жұмысына талдау, оңтайландыру жүргізіліп, ұңғымалардың ағымдағы дебитін ұлғайту бойынша және асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділерді алдын-алу бойынша жасалынатын іс-шаралар ұсынылды.

*Мақсаты:* Магистрлік диссертацияның мақсаты ұңғымаларды пайдалану барысында батырылатын электрлік ортадан тепкіш электр сорап қондырғыларының (ЭОТСҚ) істен шығу санының көбею себептерін зерттеу және Өзен мұнай-газ кен орны жағдайында мұнай өндіру үшін батырылатын электрлік ортадан тепкіш сораптарының (ЭОТС) пайдалану тиімділігін арттыру бойынша іс-шараларды әзірлеу болып табылады.

*Нысаны:* Зерттеу нысаны Маңғыстау облысында орналасқан еліміздегі ең ірі мұнай-газ кен орындарының бірі «Өзен» кен орны болып табылады.

*Өзектілігі:* Өзен кен орындары күрделі геологиялық құрылымымен және мұнайдың ерекше қасиеттерімен, яғни парафин мен асфальт-шайырлы компоненттердің жоғары болуымен сипатталады. Батырылатын электрлік ортадан тепкіш сораптар қондырғыларымен ұңғымаларды пайдалану қазіргі уақытта Өзен кен орнында мұнай өндірудің негізгі тәсілі болып табылады.

Алайда, мұнай ұңғымаларын механикаландырылған тәсілмен өндіру, оның ішінде батырылатын ЭОТСҚ-ны пайдалану - жабдықты жөндеуге

жұмсалатын елеулі шығындарға әкеліп соқтыруы мүмкін. Бұл сораптардың қымбаттылығы және ауыр жұмыс жағдайларына байланысты олардың салыстырмалы түрде қызмет ету мерзімінің қысқа болуы, сондай-ақ түсіріп-көтеру операциялардың қымбаттылығына байланысты болып табылады.

Бұл мәселе өзекті және шешім жолдарын іздеуді талап етеді, өйткені Өзен кен орнындағы ұңғымаларда батырылатын электрлік ортадан тепкіш сораптардың істен шығуы уақыты орташа есеппен 31-180 күнді құрайды, бұл жөндеу жұмыстары мен жаңа жабдықты сатып алуға, сондай-ақ мұнай өндірудің төмендеуіне, қосымша шығындарға әкеледі.

Осылайша, батырылатын электрлік ортадан тепкіш сораптарымен ұңғымаларды пайдалану тиімділігін арттыруға бағытталған міндеттерді шешу - Өзен кен орыны үшін де, елдің басқа да мұнай өндіретін өңірлері үшін де өзекті болып табылады.

*Негізгі міндеттері:*

1) Батырылатын ортадан тепкіш сораптардың сипаттамаларын және Өзен кен орнының геологиялық құрылымының ерекшеліктерін зерттеу.

2) Ортадан тепкіш сораптардың ақаулықтары мен мерзімінен бұрын істен шығу себептерін талдау және осы мәселелерді шешу үшін қолданылатын заманауи әдістер.

3) Өзен кен орны жағдайында батырылатын ортадан тепкіш сораптарын пайдалану тиімділігін арттыру жөніндегі іс-шараларды әзірлеу;

4) Мұнай ұңғымасын жылыту кабелі арқылы жылыту технологиясының артықшылықтарын баяндау;

5) Мұнай ұңғымасындағы жылу және масса алмасу процестерінің кеңістіктік математикалық моделі;

6) Жылыту кабелін қолдану кезінде ұңғыманың температуралық өрістерін тұрақты және периодты режимде жұмыс жасауын зерттеу, оңтайлы режимді таңдау.

*Диссертациялық зерттеудің теориялық және әдіснамалық негізі:* Отандық және шетелдік ғалымдардың іргелі және қолданбалы зерттеулері, мемлекеттік және ведомстволық стандарттар, ғылыми конференция материалдары және интернет желілеріндегі ақпараттар болып табылады.

*Зерттеу үрдісі:* Зерттеу үрдісінде жүйелік талдау қағидаттары, аналитикалық және эксперименттік әдістер қолданылды: Ықтималдық теориясы мен математикалық статистикаға, сенімділік теориясына негізделген математикалық модельдеу.



# 1. Өзен кен орнының геологиялық құрылымын зерттеу

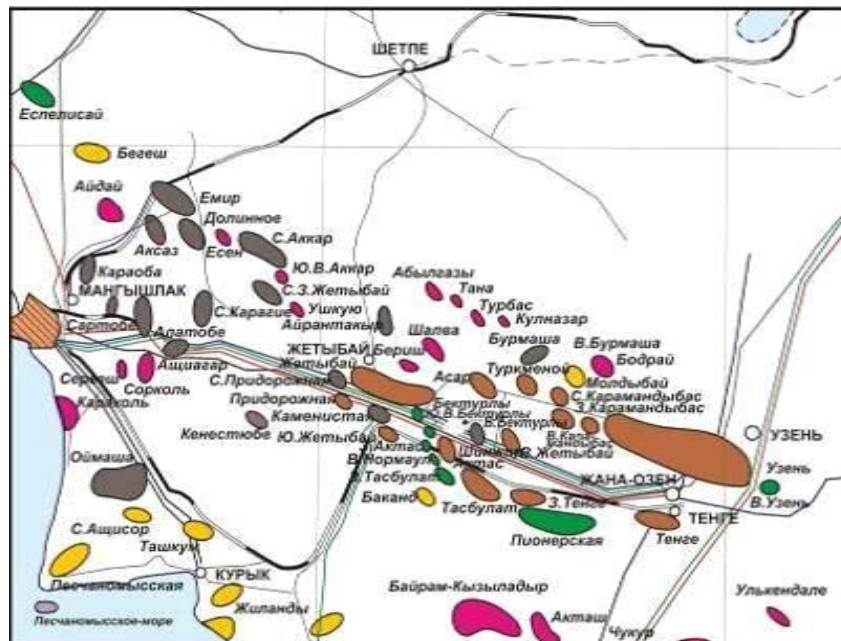
## 1.1 Өзен кен орны туралы жалпы мәліметтер

Өзен кен орны Маңғышлақ түбегінің оңтүстік далалық бөлігінде орналасқан, геологиялық әдебиетте Оңтүстік Маңғышлақ ойысы ретінде белгілі.

Өзен кен орны маңындағы жер бедерінің құрылысы күрделі: Орталық бөлігін Өзен мен Тунгракшин екі ағынсыз ойпаты аралығында орналасқан плато алып жатыр. Батыста және солтүстік-батыста алаң шегінде плато кен орны Өзен ойпатына қарай кемерлер түрінде тік жабылады; Батысында Хумурунский деп аталатын шығыңқы түрінде плато қалыптасқан сармат эктастары мен саздар Өзен ойпатына беріледі. Алаңның шығыс бөлігінде Тунгракшин ойпаты орналасқан. Ол меридиалды бағытта созылған, оның көлемі мен тереңдігі Өзен ойпатынан төмен. Абсолюттік белгі + 132 метрді құрайды. Ауданның орталық және оңтүстік бөліктерінде кең ағынсыз ойпаттар орналасқан, олардың ең ірісі ең жоғарғы белгісі -132 м Қарағайлы ойпаты болып табылады.

Кен орнының жанында Жаңаөзен қаласы орналасқан, онда "Өзенмұнайгаз" АҚ орналасқан, ол Өзен және Қарамандыбас кен орындарын игерумен айналысады және қала құраушы кәсіпорын болып табылады. Жаңаөзен қаласының халқы 50 мыңнан астам адам және инфрақұрылымы айтарлықтай дамыған. Қалалық үлгідегі Жетібай және Құрық кенттері кен орнынан тиісінше 70 және 150 км жерде орналасқан. Әдетте бірнеше киіз үйден тұратын уақытша қоныстар сирек кездеседі.

Масштабы 1:3000000



1.1 Сурет - Ауданның шолу картасы

Кен орнына жақын жерде Өзен-Ақтау мұнай құбыры мен Теңге-Жетібай-Ақтау газ құбыры өтеді.

Жер бедері қатты бөлшектенуі есебінен күрделі құрылысқа ие. Орталық бөлігін негізінен сармат жасындағы әктастармен қалыптасқан және оңтүстік-батыс бағытта аймақтық еңісі бар кең плато алып жатыр. Ең жоғарғы абсолюттік белгілер солтүстігінде 260 м-ге жетеді, ал оңтүстік бөлігінде 200 м-ге дейін төмендейді.

Ауданның климаты континенттік. Жазы ыстық және ұзақ. Жекелеген жылдары ауа температурасы + 45°C дейін көтеріледі. Күшті жел соғатын, боран соғатын қыс аз. Суық қыста аяздар -30°C дейін жетеді. Жауын-шашын сирек кездеседі және күзгі-көктемгі кезеңге келеді, жауын-шашын мөлшері әдетте жылына 85-100 мм-ден аспайды.

Өзен кен орны 1961 жылы ашылған және кен орнын игерудің бас схемасына сәйкес 1965 жылы игеруге енгізілген. 1965 жылы 10 шілдеде өзен мұнайының алғашқы эшелоны жөнелтіліп, жаңа салынған Мақат-Ақтау-Өзен темір жолының тармағымен жөнелтілді. Мұнда мұнай жинау мен тасымалдаудың бірегей жүйесі салынды.



1.2 Сурет – Өзен кен орны

2 жыл ішінде ұзындығы 1450 км үлкен магистральды Өзен-Ақтау-Самара мұнай құбыры салынды. Көліктің болуы өндірісті одан әрі жандандырды. Бес жыл ішінде өңірде мұнай өндіру жылына 330 мың тоннадан (1965 ж.) 10,4 миллион тоннаға (1970 ж.) дейін көтерілді. 1977 жылы осы шикізаттың мұнай өндіру деңгейі бүкіл Қазақстан бойынша жылына 23,3 миллион тоннаға тең болды. Оның 16 миллионын Өзен ғана берген.

2012 жылдың жазында жинақталған мұнай өндірісі 300 млн. тоннаға жетті. Қазіргі уақытта 40 жыл пайдаланғаннан кейін Өзен кен орнындағы

мұнай өндірудің жай-күйі тұрақты, өндірудің одан әрі өсу перспективасымен сипатталады.

Қазіргі уақытта Өзен кен орнында ұңғымалардағы жүйелі зерттеулер "Гидродинамикалық және кәсіпшілік зерттеу жұмыстарының жоспарына" сәйкес жүргізіледі. Өндірісті жоспарлы зерттеу үшін "Өзенмұнайгаз" АҚ-да жыл сайын "ҚазНИПИМунайгаз" АҚ және "Өзенмұнайгаз" АҚ-мен келісілген ұңғымалардың тірек желісі бекітіледі, ол бойынша физика-химиялық, гидродинамикалық және кәсіпшілік-геофизикалық зерттеулер жүргізіледі.

Өзен мұнай кен орынының сипаттамалары:

- Тереңдігі 0,9 - 2,4 км;
- Мұнай дебиті 10 - 81 т/тәул.;
- Газ дебиті 8,0-ден 230 мың м<sup>3</sup>/тәул.;
- Мұнайдың тығыздығы 844 - 874 кг/м<sup>3</sup>, күкірт құрамы 0,16-2%, парафин 16-22,6%, шайыр 8-20%.

Өзен кен орны Қазақстан Республикасында ғана емес, бұрынғы КСРО аумағында да ірі кен орындарының бірі болып табылады.

## **1.2. Өзен кен орындарындағы мұнайдың, газдың физикалық-химиялық қасиеттері**

Көмірсутегінің қасиеттері мен жай-күйі олардың құрамына, қысымы мен температурасына байланысты. Шоғырларда олар сұйық және газ тәріздес күйде немесе газ күйдіргіш қоспалар түрінде болуы мүмкін.



## **1.3 Сурет – Мұнай өндіру процесі**

Өзен кен орнының қабатты мұнайлары аномальды қасиеттерге ие, олар мынадай қасиеттермен көрінеді: мұнайдағы еріген парафин мен асфальтеносмолды компоненттердің жоғары құрамы; мұнайдың парафинмен

қанығу температурасы бастапқы қабаттық температураға тең немесе жақын; мұнайдың парафинмен қанығу температурасы төмен. Кеуекті ортада мұнайдан жасалған коллектор жыныстары парафиннің қатты тұнбасына бөлінеді.

1 Кесте – Қабат мұнайының қасиеттерінің сипаттамасы

№	Атауы	Мәні
1	Мұнайдың газбен қанығу қысымы, мПа	8,3
2	Газ құрамы $f$ , м <sup>3</sup> /т, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	66,0 65,0
3	Көлемдік коэффициент, в	1,20
4	Мұнайдың тұтқырлығы м, мПа*С	4,20
5	Мұнай тығыздығы $\rho_n$ , г/см <sup>3</sup>	0,777
6	Темпер. сусындар. парафин, мұнай, °С	58

Мұнайдың газбен қанығу қысымы, газ құрамы, көлемдік коэффициент, мұнайдың тұтқырлығы, оның тығыздығы, мұнайдың парафинмен қанығу температурасы сияқты параметрлі бар. Бұдан басқа, кестеде газды мұнайдың орташа параметрлері мен құрамы, мұнайдың тығыздығы мен тұтқырлығы, молекулалық салмағы, мұнайдың қату температурасы, фракциялық құрамы және басқалары көрсетілген.

2 Кесте – Мұнайдың құрамының қасиеттері

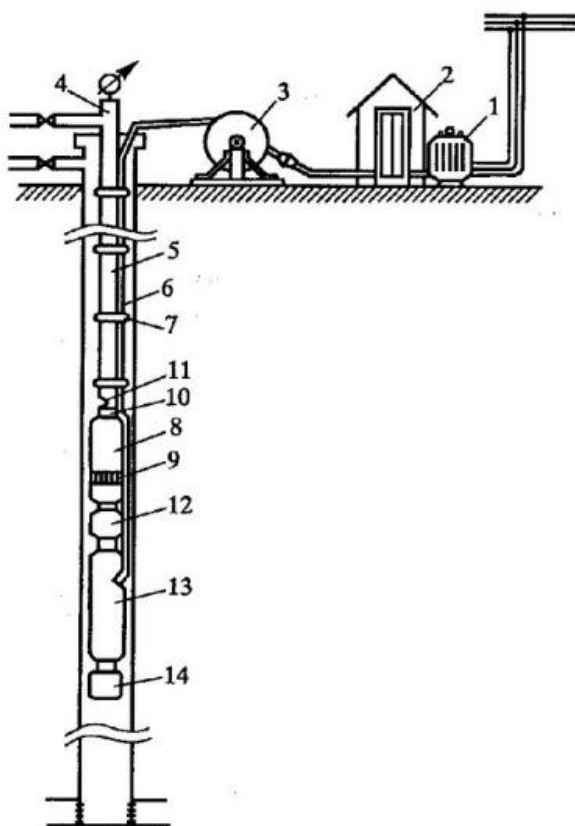
№	Параметрлер	Мәні
1	Мұнай тығыздығы, г/см <sup>3</sup> (20 °С)	0,8589
2	Мұнай тығыздығы, $\times 10^6$ м <sup>2</sup> /с (50 °С)	16,5
3	Молекулярлы салмағы	309
4	Мұнайдың қату температура, °С	+31
5	Мұнайдың парафинмен қанығу температура, °С	51
6	Құрамы, масса % күкірт смолселикагель асфальтендер парафиндер	0,18 13,30 3,30 18,60
7	Фракциялы құрамы, % 100 °С дейін 150 °С 200 °С 300 °С	2 14 30

Қазақстандағы Өзен мұнай кен орындарында 22-28% мөлшерінде смолопарафин компоненттері бар. Ұңғыма аузымен кенжардан қысымның азаюымен кенжар қысымының төмендеуі жекелеген горизонттар үшін мынадай  $P_y = 6$  кг/см<sup>2</sup> мәндеріне дейін өседі. Табиғи термодинамикалық жағдайларда Өзен кен орнында парафин шөгінділерінің ұңғымаларын пайдалану орта есеппен 700-800 м тереңдікте басталады.

## 2 Ортадан тепкіш сораппен жабдықталған ұңғымаларға анализ

### 2.1 Ортадан тепкіш сораптардың ерекшеліктері

Электр орталық сорғы ұңғымамен сұйықтық өндіруге немесе оны қабатқа айдауға арналған. Сорғының жұмыс істеу принципі ротордың оған бекітілген дөңгелектермен айналуы кезінде пайда болатын ортадан жүгіру күшінің есебінен дөңгелектен аппаратқа сұйықтықты айдаудан тұрады. Жұмыс органдарының өтпелі қималары сорғының өткізу қабілетін (берілісін), ал олардың санын - арынды анықтайды.



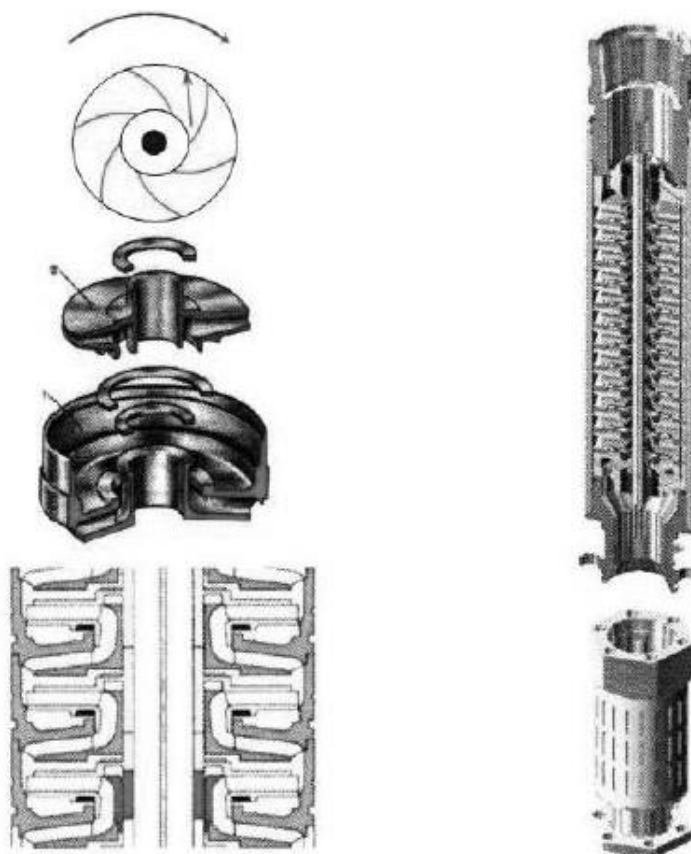
1-Автотрансформатор; 2-Басқару станциясы; 3-Кабельді барабан; 4- Ұңғыма үсті жабдықтары; 5-СҚҚ колоннасы; 6-Электрлі кабель; 7- Кабель зажимдері; 8-Батырмалы көпсатлы ортада тепкіш сорап; 9- Сораптың қабылдау бөлігі; 10-Кері клапан; 11-Сливной клапан; 12-Гидроқорғау(протектор); 13-Батырмалы электрқозғалтқыш; 14- Компенсатор.

2.1 Сурет – ОТСҚ-ның принципіалды схемасы

Қондырғы батырмалы сорғы агрегатынан (гидроқорғағышы бар электр қозғалтқышы және сорғы), кабель желісінен (кабельдік енгізу муфтасы бар дөңгелек жалпақ кабель), СҚҚ колоннасынан, ұңғыма сағасының жабдығынан және жерүсті электр жабдықтарынан: трансформатор мен басқару станциясынан (жиынтық құрылғыдан) тұрады. Трансформаторлық қосалқы станция кабельдегі кернеу шығынын ескере отырып, кәсіпшілік желінің кернеуін электр қозғалтқышының қысқыштарындағы оңтайлы шамаға дейін



түрлендіреді. Басқару станциясы сорғы агрегаттарының жұмысын басқаруды және оңтайлы режимде оны қорғауды қамтамасыз етеді.



2.2 Сурет – ОТСҚ-ның құрылысы

Жабдықтың бату бөлігі СКҚ колоннасындағы ұңғымаға тігінен түсірілген, гидрокорғау торабынан, сұйықтықты қабылдау модулінен, өзінен, кері клапаннан, түсіру (дренаж) клапанынан тұратын сорғы агрегаты болып табылады. ОТСҚ батыру бөлігінің барлық тораптарының корпустары кері және түсіру клапандарын қоспағанда, бір-бірімен қосылу үшін фланецті қосылыстары бар құбырлар болып табылады, олар ҰБТ-ға бұрандалады. Жиналған түрдегі бату бөлігінің ұзындығы 50 метрден асуы мүмкін. Батыру жабдығының бір бөлігі де батырмалы брондалған үш тұрғын кабель болып табылады, оның ұзындығы батыру бөлігінің түсу тереңдігіне тікелей байланысты болады.

Мұнай өндіруге арналған электр жетекті орталықтан жүгіру сорғысы көп сатылы және жалпы жағдайда көп секциялық конструкцияны білдіреді. Сорғының модуль-секциясы корпуста, біліктен, сатылар пакетінен (жұмыс доңғалақтары мен бағыттаушы аппараттардан), жоғарғы және төменгі радиалды мойынтіректерден, осьтік тіректен, бастан, негізден тұрады. Білігі, радиалды мойынтіректері және осьтік тіреуі бар сатылар пакеті корпуста орналастырылады және шеткі бөлшектермен қысқартылады. Сорғылардың

орындалуы жұмыс органдарының, корпустық бөлшектердің, үйкеліс жұптарының материалдарымен, радиалды мойынтіректердің конструкциясымен және санымен ерекшеленеді.

## **2.2 Өзен кен орнында ОТСҚ-мен жабдықталған ұңғымаларды талдау және пайдалану нәтижелері**

Өзен кен орнын игерудің бастапқы кезеңінде ОТСҚ ұңғымаларын пайдаланудан бас тартуға тура келді. Мұның себебі жер асты жөндеулерін өндіруді өте қиындатқан бағдарламалық жасақтаманы парафинизациялау және бос газдың сорғылардың жұмысына теріс әсері болды. Кен орнын игерудің соңғы кезеңінде өнімнің су басуы өскен жағдайда БҚ парафинизациясымен және газ құрамымен байланысты асқынулар төмендеді, және ОТСҚ қолдану айтарлықтай тиімді болып шықты.

ОТСҚ сорғылары - бұл электр қозғалтқышы бар шағын (диаметрі бойынша) орталықтан тепкіш көп сатылы сорғылар. Тәулігіне 1300 м<sup>3</sup> су беруді және 450 - 2000 м су қысымына қайтаруды қамтамасыз етеді. (3000 м дейін).

Батырылатын агрегаттың көлденең мөлшеріне байланысты ОТСҚ үш шартты топқа бөлінеді: тиісінше 93, 103, 114 мм диаметрімен 5, 5а және 6, тиісінше 121,7; 130; 114,3 ММ пайдалану колонналарына арналған.

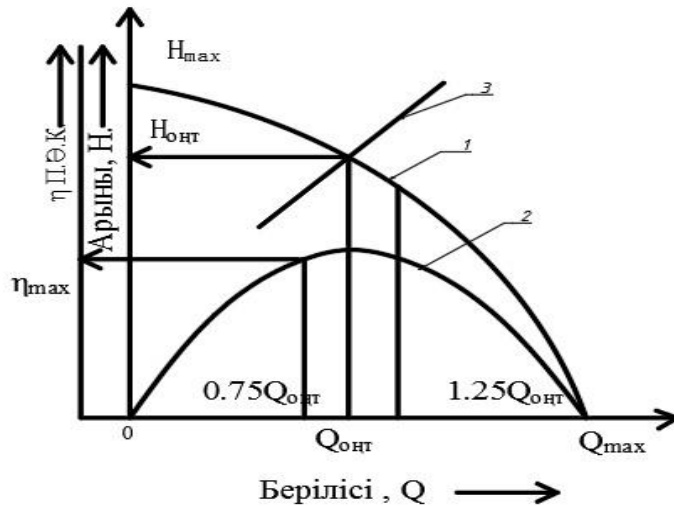
Қондырғылардағы электр қозғалтқыштары асинхронды, тік ПЭД40-103 қысқа тұйықталған роторы бар үш фазалы-білдіреді: қуаты 40 кВт, диаметрі 103 ММ суасты электр қозғалтқышы.

Қозғалтқыш салқындату және майлау үшін қолданылатын арнайы аз тұтқыр, жоғары диэлектрлік беріктігі бар маймен толтырылады.

Суасты электр қозғалтқыштары үшін кернеу 380÷2300 В, номиналды ток күші 24,5÷86 А 50 Гц жиілікте, ротордың айналу жиілігі 3000 мин<sup>-1</sup>, Қоршаған орта температурасы +50+90 °С.

Модуль – сорғы бөлімі-орталықтан тепкіш көп сатылы, секциялық. Сорғы қондырғысындағы қадамдар саны 220-дан 400-ге дейін болуы мүмкін.

24.04.2004 ж. бастап Өзен кен орнында көп жылдық үзілістен кейін ОТСҚ енгізу қайтадан басталды. 01.01.2006 ж. ОТСҚ пайдалануда 160 ұңғыманы ауыстырды, оның ішінде 50 ұңғыма бұрынғы пайдалану тәсіліне қайтарылды, ал 110 ұңғыманы ОТСҚ пайдалануды жалғастырды. ОТСҚ негізгі қоры НГДУ–3 - 94 ұңғымада және НГДУ-1 – 16 ұңғымада шоғырланған. "Алнас" ААҚ (Бугульма қ.) және "Лемаз" (Лебедянь қ.) әртүрлі өнімділіктегі (тәулігіне 125,80, 60, 45, 30 м<sup>3</sup>) ресейлік өндіріс қондырғылары пайдалануға берілді. ОТСҚ-ге ауыстыру үшін ұңғымаларды іріктеуді МГӨБ мамандары жүзеге асырды және "Привод-Нефтесервис" ЖШҚ және "Каспий маңы машина жасау кешені" ЖШС (ПМК) сервистік компаниясымен келісілді. ОТСҚ-мен жабдықталған Өзен кен орнындағы ұңғымалардың негізгі қоры ХІІІ-ХVІ тауларды пайдаланады. (82 %).



2.3 Сурет – Батпалы электрлі ортадан тепкіш сораптың гидравликалық сипаттамасы

Суасты электр центрифугалық сорғының (ПЭЦН) гидравликалық сипаттамасы "жұмсақ", сорғы суда жұмыс істегенде, тығыздығы = 1000 кг/м<sup>3</sup> (қадамдар саны-100) және тәуелділікті білдіреді (сурет. 6.20): берілуден  $H$  арыны  $Q$  ( $H=fQ$ ); пайдалы әсер коэффициенті КПД –  $\eta$   $Q$  ( $\eta=fQ$ ); берілуден  $N$  қуат  $Q$  (суретте көрсетілмеген). Клапан жабық және  $q=0$  берілісімен сорғы  $H_{max}$  максималды қысымын дамытады (қисық 1). Бұл жағдайда тиімділік=0. Егер сорғы сұйықтықты көтерместен жұмыс істесе ( $N=0$ ,  $\eta=0$ ), оның берілуі максималды ( $Q_{max}$ ).

3 Кесте – Батпалы ортадан тепкіш сораптарды пайдаланатын әртүрлі өнімділіктегі Өзен кен орнының ұңғымаларының жұмыс параметрлері және оларды жөндеу себептері

№	Көрсеткіштер	ОТСК-мен жабдықталған ұңғымалар саны, (%)	Ұңғымалардағы жұмыс параметрлері					
			Плунжерлі штангалы сорап арқылы			Ортадан тепкіш сорап арқылы		
			$Q_{ж.}$ , м <sup>3</sup> /тәул	$Q_{н.}$ , т/тәул	$n_{nv}$ , %	$Q_{ж.}$ , м <sup>3</sup> /тәул	$Q_{н.}$ , т/тәул	$n_{nv}$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Барлығы	110 (100)	6305	1342	75	8134	1534	81
	Сорап Түрлері							
1	П-125	19(17)	89	13	86	123	17	87
2	П-80	22(20)	69	15	79	90	20	80
3	П-60	23 (21)	52	12	77	70	11	84
4	П-45	29(26)	45	11	77	55	12	79
5	П-30	17 (16)	35	10	69	36	10	71

ОТСҚ жобалау кезінде дайындаушы зауыттың өлшемдерін басшылыққа алады, олардың неғұрлым сенімді пайдаланылуын қамтамасыз етеді.

ОТСҚ-ді пайдаланатын әрбір кәсіпорын дайындаушы зауыт белгілеген критерийлерден тыс өз өлшемдерін белгілей алады, сондай-ақ белгілі бір кен орнының нақты жағдайларында ОТСҚ-ді пайдалану сенімділігін арттыруға бағытталған қосымша өлшемдерді енгізе алады. Өндіруші анықтаған және Өзен кен орны үшін нақтыланған ОТСҚ-ді пайдаланудың оңтайлы жағдайларын анықтайтын критерийлердің шамамен тізімі 3 кестеде келтірілген.

*Батырмалы ортадан тепкіш сораптар* қазіргі уақытта мұнай ұңғымаларын механикаландырылған пайдаланудың негізгі құралдарының бірі болып табылады. Әлемдік мұнай өндірісінде батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғылардың үлесіне ұңғымалардан өндірілетін мұнайдың 50% -дан астамы және сұйықтықтың 60% -дан астамы тиесілі, және бұл сандар жылдан жылға өсіп келеді.

24.04.2004 ж. бастап Өзен кен орнында көп жылдық үзілістен кейін батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды енгізу қайта басталды. 01.01.2006 жылы батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды пайдалануда 160 ұңғыманы ауыстырды, оның ішінде 50 ұңғыма бұрынғы пайдалану тәсіліне қайтарылды.

Өзен кен орының XIII-XVI аймақтарында ұңғымалардың негізгі қоры батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды пайдаланады (82%). Ортадан тепкіш сорапты қондырғылармен жабдықталған ұңғымаларды пайдалану жиі істен шығу және кейіннен жерасты жөндеулерін жүргізу қажеттілігімен қатар жүретіндіктен, ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды дебиттері 60 м<sup>3</sup>/тәул астам ұңғымаларда қолдану ұсынылады.

Ұсынылған 3-кестедегі мәліметтерден көрініп отырғандай, ортадан тепкіш сорапты қондырғылармен ұңғымаларын пайдалану кезінде қор бойынша дебит орташа есеппен бір ұңғымаға тәулігіне 74 м<sup>3</sup>, мұнай бойынша тәулігіне 14 т, сулану деңгейі 81 %, ал плунжерлі штангалы сорапты қондырғысымен ұңғымаларын бұрынғы пайдалану кезінде орташа алғанда бір ұңғымаға дебит тәулігіне 57 м<sup>3</sup>, мұнай бойынша тәулігіне 12 т, сулану деңгейі 75% құрады. Осылайша, 110 ұңғыманы ортадан тепкіш сорапты қондырғыларға ауыстыру нәтижесінде ұңғымаға сұйықтық бойынша дебит 17,0 м<sup>3</sup>/тәул, яғни 23% - ға, мұнай бойынша-2,0 т/тәул, яғни 14% - ға өсті, суландыру 6% - ға өсті. Сораптардың өнімділігі бойынша топтастырылған ұңғымалардың жұмысын талдау кезінде П-80, П-125 сораптарымен ұңғымаларды пайдалану ең тиімді екенін көрсетті.

### **2.3 ОТСҚ пайдаланатын Өзен кен орнының ұңғымаларын талдау**

2005 жылы ОТСҚ пайдаланатын кен орнының ұңғымаларында 78 ЖРС операциялары жүргізілді. Ұсынылған мәліметтерден ОТСҚ-ны пайдаланатын

ұңғымалардың талдаумен қамтылған кен орындары өте жоғары АЕК-пен сипатталады. ОТСҚ жұмысының істен шығуының жалпы санында негізгі себептер тұз және парафин тұну, және кабельдің зақымдануы болып табылады. Ең көп істен шығу саны П-125 және П-60 сорғыларымен жабдықталған ұңғымаларда, тиісінше 24 және 31%-ды құрады, оның ішінде ең көп істен шығу саны П - 60 сорғыларымен жабдықталған ұңғымаларда. ОТСҚ істен шығу себептері бойынша ЖРС көлемін бөлу суретте көрсетілген.



2.4 Сурет – Өзен кен орнының ұңғымалары бойынша ОТСҚ-ның істен шығу себептерінің үлестері

Өзен кен орнының ұңғымалары бойынша ОТСҚ істен шығу себептерінің ұсынылған деректері, сондай-ақ ОТСҚ жерасты жабдығының істен шығуының негізгі себебі тұз салу болып табылатынын көрсетеді. Көптеген шөгінділердің негізгі компоненттері-кальций карбонаты, кальций сульфаты және барий сульфаты. Мұнай кен орындарын игеру кезінде тұздардың тұндырылуы өнімділіктің төмендеуіне, терең сорғы жабдықтарының мерзімінен бұрын істен шығуына, ұңғымаларды жоспардан тыс ағымдағы және қымбат жерасты және күрделі жөндеуге және нәтижесінде мұнай-газ өндіретін кәсіпорындардың техникалық-экономикалық көрсеткіштерінің айтарлықтай нашарлауына әкеледі.

Тұз шөгінділерімен күресудің барлық әдістері олардың алдын-алу және жою болып бөлінеді. Тұз шөгінділерінің алдын алу әдістері физикалық, химиялық және технологиялық болып бөлінеді. Физикалық әдістер өнімге магниттік немесе акустикалық өріспен әсер етеді. Химиялық әдістер-бұл әртүрлі тұзды ингибиторларды қолдану. Технологиялық-бұл қорғаныс жабындары, ұңғымалар мен сорғы жабдықтарының технологиялық



режимдерін өзгерту, ұңғымаларға су ағынын шектеу, ағындарды турбулизациялау. ОТСҚ сорғысының элементтеріндегі тұздардың шөгінділерін көрсететін фотосуреттер ұсынылған.



2.5 Сурет – ОТСҚ сорғысының доңғалақ аппараттарындағы қатты шөгінділер

Тұз шөгінділерімен күресуде ингибиторлық қорғаныс ең тиімді болып табылады. 1974 жылы 25-250 т/тәулік дебиті бар Өзен кен орнының жоғары дебитті ұңғымаларын пайдалану Электр орталықтан тепкіш сорғылардың жылжымалы элементтерінде тұздардың жиналуына байланысты ОТСҚ-дан газлифтке ауыстырылды. 2 мм-ге дейінгі тұз қабаты сорғылардың жұмыс дөңгелектеріне жиналып, 2 ай ішінде оларды толығымен істен шығарды.

ОТСҚ сорғыларының тораптарынан тұз шөгінділерін жою үшін ұңғымаларды қышқыл композициялармен өңдеу жүргізілді, олардың тиімділігі жоғары болмады (табысы 50 %).

Сондықтан, басқа да бірқатар себептерге байланысты ОТСҚ қолданудан бас тартуға тура келді.

Ұңғымаларды пайдалану тиімділігін арттыру мақсатында 24.04.2004 ж. бастап, жоғарыда айтылғандай, Өзен кен орнында ОТСҚ енгізу қайтадан басталды.

01.03.2006 ж. жағдай бойынша НГДУ-3 бойынша "Алнас" фирмасының орталықтан тепкіш насостарының (ОТСҚ) қондырғыларымен 91 ұңғыма жабдықталған.

Жүргізілген талдау көрсеткендей, 2004 жылдың сәуір айынан бастап 01.03.06 жылға дейінгі кезеңде ЖРС жалпы санынан тұз салу себебінен 76% жөндеу жүргізілді. Осы ұңғымалар бойынша АЕК 2-ден кең шекте өзгерді. 3059) 402 тәулікке дейін. Ең аз АЕК және ең көп істен шығу саны ұңғымалардың 15% - ында байқалды. Тұздардың тұнбасы негізінен газ сепараторының қабылдау торына және ОТСҚ жұмыс тораптарына түседі. "ӨМГ" ӨФ кен орнында ОТСҚ жерасты жабдықтарында тұз шөгінділерімен күресу әдістерін әзірлеу бойынша тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстар жүргізді.

ОТСҚ сорғысын қабылдауға капилляр арқылы тұз тұндыру ингибиторын беру технологиясы тиімді болды және оны енгізу ұсынылады.

Тұз шөгінділерімен күресуде ингибиторлық қорғаныс ең тиімді әдіс болып табылады. Осыған байланысты, батпалы ортадан тепкіш сораптарына капилляр арқылы тұз тұндыру ингибиторын беру технологиясы тиімді болғандықтан, енгізу ұсынылады. Батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғысына капилляр арқылы ингибитор беруге арналған мөлшерлегіш станция ұңғыманың сағасына орнатылады.

Соңғы жылдары тұз шөгінділерінің пайда болу мәселесі құрамында күрделі тұз шөгінділері бар ұңғымалар санының күрт өсуіне байланысты шиеленісе түсті. Сонымен қатар, қолдану өзгерген жағдайда қолданылатын ингибиторлардың тиімділігі төмендеуі мүмкін. Көп компонентті құрамдағы тұз шөгінділерінің алдын алуға байланысты жұмыстар қолданылатын әдістерді жетілдіруді және соңғы сатыда мұнай өндіру кезінде мұнай кәсіпшілігі жабдықтарын тиімді қорғауды қамтамасыз ететін жаңа технологияларды әзірлеуді талап етеді.

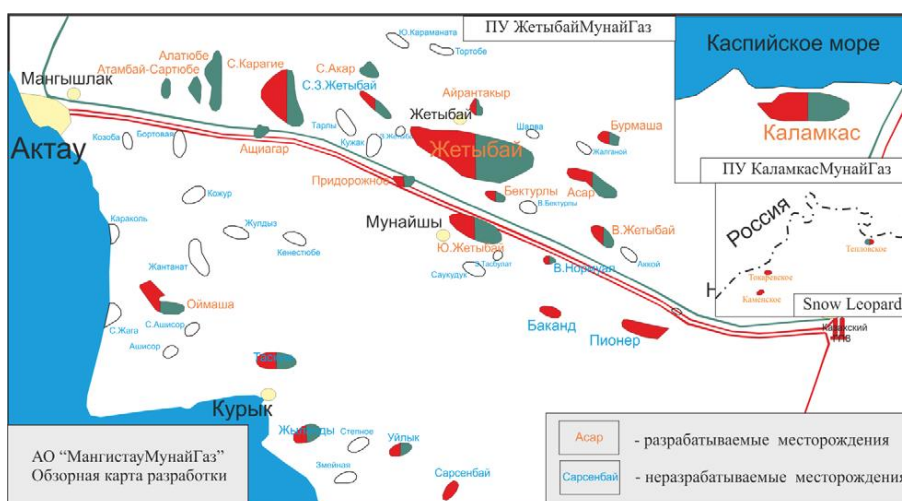
Бүгінгі күнде батпалы ортадан тепкіш сорап қондырғыларын Өзен кен орындарында одан әрі енгізу перспективалары көп жағдайда жерасты жабдығын күрделі факторлардан (негізінен тұз шөгінділерінен) қорғау жөніндегі техникалық шешімдерді іске асыруға және жабдыққа қызмет көрсету деңгейіне байланысты болып табылады.

### 3 Өзен кен орны жағдайында ОТСҚ-ны пайдалануды зерттеу

#### 3.1 Өзен кен орнының өндіру кешенін пайдалануды қиындататын факторлар

Әлемдік мұнай-газ өнеркәсібі мұнай-газ кен орындарын игеруді, әдетте, жер асты және жер үсті көздерінен су, көмірсутек және инертті газдар және т.б. түрлі жұмыс агенттерін қабатқа айдау жолымен қабаттық қысымды ұстап тұру арқылы жүзеге асырады. Мұнайды сумен ығыстыру неғұрлым тиімді технология болып табылады. Алайда, бұл ретте қалдық мұнаймен қамтылу 50% -дан аспайды. Бұл жағдайлар мұнай саласының алдына мұнайды ығыстырудың тиімділігін арттыру жолдарын іздеу міндетін қойды.

Өзен кен орны игерудің соңғы сатысында тұрған, өндірілуі қиын қоры және мұнай алу коэффициенті төмен кен орындарының осындай түрінің жарқын өкілі болып табылады.



#### 3.1 Сурет – Өзен кен орнының өндіру кешендері

Өзен кен орнының өндіру кешенін пайдалануды қиындататын факторлар және оларды еңсеру тәсілдері дербес тарауларға бөлінген, өйткені Өзен кен орнында олардың көрінісі өте елеулі.

Әлемде көмірсутек өнімдерін түрлі ығыстырғыш агенттермен: сумен, түрлі заттардың су ерітінділерімен (беткі белсенді заттармен, полимерлермен, қышқылдармен, сілтілермен және т.б.) қабаттан ығыстыру арқылы мұнай-газ кен орындарын игерудің орасан зор тәжірибесі жинақталған; газдармен (көмірсутекті, көмірқышқылды, инертті, мысалы, азотпен); су-газ қоспаларымен және т.б.

Мұнайды өнімді қабаттан әлемдік тәжірибеде сумен ығыстыру технологиясы кеңінен таралды. Алайда, бұл технологияны іске асыру кезінде бірінші кезекте өнімді қабаттың жоғары өткізгіш аралықтарынан мұнай алынады. Бұл ретте мұнайды шығарудың соңғы коэффициенті, әдетте, 0,5-тен

аспайды және мұнайды сумен ығыстыру фронтында қиын алынатын мұнайдың едәуір көлемі қалады, оны дәстүрлі әдістермен алу іс жүзінде мүмкін болмайды.

Алайда мұнайды сумен ығыстыратын мұнай кен орындарының өнімді қабаттарын игеру 1865 жылдан бастап АҚШ-та қолданылады және әзірге баламасы жоқ, өйткені судың қолжетімділігі, жұмыстың құны жоғары емес, қарапайымдылығы және экологиялық тазалығы анықталады.

Игерудің алғашқы әдістері (қабат энергиясын пайдалану) кезінде жинақталған деректерге сәйкес мұнайды алу коэффициенті - 20-25%, қайталама (газ өндіру және айдау кезінде) - 25-35%, ал мұнай беруді ұлғайтудың қазіргі заманғы әдістерін қолдану кезінде - 30-70% құрайды. Бұрын. КСРО-ның жылу әдістері есебінен мұнай алу коэффициентінің өсімі - 15-30%, газ - 5-15%, химия - 25-35%, физикалық - 9 - 12%, гидродинамикалық әдістер - 7-15% құрайды.

Ұзақ уақыт пайдаланудағы жоғары өнімді кен орындары қорларының айтарлықтай өндірілуі салдарынан соңғы онжылдықтар ішінде мұнай өндіру өнеркәсібінің шикізат базасының сапалық жай-күйінің үздіксіз нашарлауы орын алды. Тұтқырлығы жоғары және аномальды қасиеттері төмен өткізгіш коллекторларға орайластырылған мұнай шоғырлары қорлар құрылымында барған сайын үлкен үлес алады. Олар жеңіл мұнай қорынан едәуір асып түседі. Тұтқырлығы жоғары болғандықтан, қорлары едәуір болғанның өзінде, осы мұнайды өндіретін ұңғымалар төмен дебиттермен сипатталады. Жоғары тұтқыр, тотыққан, құрамында шайырлар, асфальттар, металл органикалық қосылыстар және күкірт, мұнай сияқты элементтер бұл өңдеуді, өндіруді, кәсіпшілік көлікті, тауарлық дайындық пен қайта өңдеуді қиындатады.

Кен орындарын игеру процесінде өндірілетін өнімнің қасиеттері өзгереді.

Бұл ұңғыма кенжарларына ұңғымалардан алыс жатқан учаскелерден мұнай мен газдың жаңа порцияларын жылжыту салдарынан, сондай-ақ шоғырларға енгізілетін су мен газдардың физикалық-химиялық өзгерістерінің және термодинамикалық жағдайлардың өзгеруінің нәтижесінде болады. Мұнай шоғырлары үшін қасиеттердің өзгеруі, ең алдымен, тығыздықтың, оның ішінде оптикалық, тұтқырлықтың, асфальт-молды заттардың, парафин мен күкірттің құрамының ұлғаюында, қабаттың жату тереңдігінің артуына қарай, яғни күмбезден қанатқа және шатырдан қуатты қабаттардағы табанға қарай айтарлықтай заңды болады.

Кен орнын игеруді қиындататын факторларды бағалау кезінде мұнайдың физикалық-химиялық қасиеттері, ең алдымен тығыздығы, тұтқырлығы, қату температурасы бойынша айырмашылықтары назарға алынады.

Тығыздығы бойынша жіктеу ( $\text{кг/м}^3$ ) мұнайды көздейді:

- Жеңіл - үлес салмағы 870-тен кем болғанда;
- Орташа - үлес салмағы 870-тен 920-ға дейін;
- Ауыр - 920-дан 1000-ға дейін; аса ауыр - 1000-нан астам.

Тұтқырлығы бойынша жіктеу (мПа×с) мұнайды көздейді:

- Аз тұтқыр - 10-нан кем;
- Тұтқыр - 10-100;
- Жоғары тұтқыр - 100-ден астам.

Парафиндердің құрамы бойынша жіктеу (% масс) мұнайды көздейді:

- Аз парафинді - 1,5% -дан кем емес;
- Парафинді - 1,5-тен 6% -ға дейін;
- Жоғары парафинді - 6% -дан астам.

Көптеген шоғырлар шегіндегі тығыздықтың нақты өзгеруі 0,05-0,07 г/см<sup>3</sup> аспайды. Алайда тығыздық өсу градиенті және оның абсолюттік мәндері су-мұнай байланысына тікелей жақын жерде күрт өседі, мұнда жартылай қатты асфальттар мен қатты битумдар кездесуі мүмкін. Кейде бұл қозғалысы аз заттар шоғырдың табанында монолитті қабат құрайды, ол оны ішінара немесе толығымен мөрлендіреді, ол законтурлы сулы аймақтың энергетикалық қолдауынан оқшаулайды.

Каспий өңірі географиялық орналасуына және едәуір қорларына байланысты геосаяси мүдделердің орталығы болып табылады. Каспий қайраңының даму перспективаларына мән бере отырып, құрылған инфрақұрылымдары бар жұмыс істеп тұрған және ұзақ уақыт пайдаланудағы жайластырылған кен орындарынан мұнай қорларын қосымша өндеудің тиімділігін арттыруға күш-жігер жұмсамауға болмайды. Бұл орайда Қазақстанның өнімді кен орындарындағы мұнай беруді ұлғайту әдістері бойынша одан әрі жетілдірудің маңыздылығын қайта бағалау қиын, олардың кейбіреулері белсенді өнеркәсіптік игеруде бола тұра, өзінің күрделі және шығынды кейінгі пайдалану сатысына өтті.

Бұл кен орындарының көпшілігі коллекторлық қасиеттері біркелкі емес және тереңдігі жағынан табиғи түрде нашарлайтын 400 м (Қаражанбас) бастап 2300 м (Жетібай) дейінгі аралықтағы тереңдікте жатқан терригендік шөгінділермен шектелген, өзен және Жетібай кен орындары мұнайларының жату тереңдігі үлкен, парафинасфальтты шайырлы заттардың жоғары құрамымен сипатталады, қату температурасы +32°C-тан жоғары салыстырмалы түрде тұтқыр емес, жату тереңдігі аз Қаражанбас және Қаламқас кен орындары асфальт-шайырлы заттар, ерекшеленеді жоғары тұтқырлығы байланысты минусовыми температура қату. Барлық осы кен орындары геологиялық сипаттамалары бойынша (қорлар, тереңдіктер, коллектор құрылымы, флюидтің қасиеттері және т.б.) әртүрлі және күрделі, сондықтан қиын алынатын қорлары бар және мұнай алудың төмен коэффициенттері бар кен орындарына жатады. Олар үшін мұнай өндіруді барынша жоғары деңгейде тұрақтандырғаннан кейін, жоғары сулану (80% -дан астам) және іс жүзінде толық бұрғылау кезінде өндірудің төмендеуі тән.

Сондықтан, мұнай өндіруді ұлғайтудың тиімді әдістерін іздеумен, барлауды жеделдетудің және жаңа кен орындарын игеруге енгізудің жаңа жолдарын іздеумен қатар, кен орындарын игеру процесін қиындататын факторларды анықтауға және зерттеуге, олардың өндірістік жабдықтардың



жұмысына әсерін зерттеуге және олардың алдын алу үшін перспективалы технологияларды, техникалық құралдар мен реагенттерді құруға бағытталған жұмыстар қажет.

Кен орындарын игеруді жетілдірудің күрделілігі көбінесе олардың көпшілігінде тестілеуді және кейіннен инновациялық шешімдерді енгізуді қиындататын факторлар пайда болатындығында және оларды жеңудің жолдарын үнемі іздеу қажет.

### **3.2 Мұнай кен орындарын игеруді қиындататын факторларды анықтауға әдіснамалық тәсіл**

Мұнай-газ өндіру саласында мұнай-газ кен орындарын пайдалануды қиындататын факторларды анықтау мәселелеріне көп көңіл бөлінеді. Бұл мәселенің өзектілігі соншалық, бұл мәселені зерттеудің әдіснамалық тәсілін жасауға тырысу, бірақ оны толығымен аяқтау мүмкін емес, бірақ, әрине, перспективалы болып табылады.

Кен орындарын пайдалануды қиындататын факторларды анықтауға әдіснамалық тәсіл жасай отырып, біз "тау-кен кешені" ұғымын енгіземіз, ол осы факторлардың әсеріне ұшыраған өндірістік объектілердің барлық жиынтығын білдіреді:

- 1) Бұл асқынулардың көрінісі;
- 2) Олардың пайда болу себептері;
- 3) Технологиялық процестердің пайдалану сенімділігіне және өнеркәсіптік жабдықтың жұмысқа қабілеттілігіне асқынулардың әсер ету дәрежесі;
- 4) Құрамы, көріну орны мен себептері, жеңу жолдары;
- 5) Өнімдердің физика-химиялық қасиеттері, күрделі факторлар ретінде:
  - мұнайдағы асфальтты-шайырлы-парафинді заттардың жоғары құрамы;
  - мұнайды газбен қанықтыру қысымының қабаттық қысымға жақындығы;
  - өндірілетін сулардың тұз шөгінділеріне қабілеттілігі;
  - сульфатредукция көрінісі;
  - коррозия қарқындылығы;
  - механикалық қоспаларды шығару қарқындылығы;
  - су-мұнай эмульсиялары;
  - қиын бұзылатын су-мұнай эмульсияларының түзілуі;
  - мұнай шламдарының пайда болуы және жинақталуы.

Өндіру кешені элементтерінің асқынуларын зерттеуге жүйелі көзқарас кен орнын игерудің әртүрлі кезеңдерінде қандай да бір асқынулардың көрінісін болжауға және асқынулардың алдын алуға бағытталған қандай да бір іс-шаралардың экономикалық тұрғыдан қаншалықты тиімді екенін, теріс факторлардың кешенді көрінісін жою үшін қандай әдістер қолайлы екенін, кен

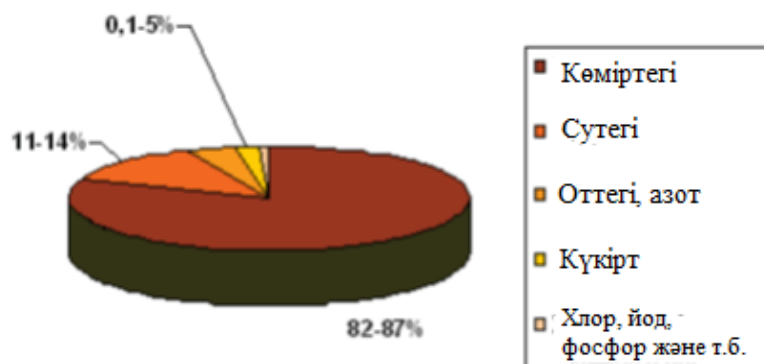
орындарын игерудің әртүрлі кезеңдерінде қандай күрделі факторлардың көріну (әлсіреу) дәрежесін және т. б. анықтауға мүмкіндік береді.

Қарамастан белгілі бір табыстарға қол жеткізген құру және енгізу түрлі жолдарын болдырмау асқынулар кен өндіретін кешенде, олар әлі толық дамымаған, және іздеу проблемасы тиімді әдістерін, оларды еңсеру бойынша бұрынғыдай тек өзекті, талап ететін кешенді шешу.

Бір уақытта әртүрлі асқынуларға ұшырайтын тау-кен кешенінің элементтерін ажырата білу, осы асқынулардың өзара күшейту қабілетін анықтау, осы асқынуларды жеңудің тиімді шараларын, оларды қолданудың оңтайлы жиілігін анықтау қажет.

### 3.3 Күрделі факторлардың өндіру кешені элементтерін пайдалануға әсерінің сипаты

Кен орнының өндіру кешенінің элементтерін пайдалануды қиындататын негізгі факторларды талқылауға кірісе отырып, жоғары да айтылған ұсыныстар басшылыққа алынды.



3.2 Сурет – Өзен кен орны өнімдерінің құрамын талдау

Өзен кен орнын игеру басынан бастап өндіру кешенінің элементтерін пайдалану мұнайдың ерекше қасиеттерімен күрделене түсті, бұл өнімді қабатта парафиннің түсу мүмкіндігіне, Мұнай кәсіпшілігі жабдықтарындағы асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділерге (АШПШ) және кәсіптік құбырларда, әсіресе жылдың суық мезгілінде мұнайдың қатаюына қатысты алаңдаушылық туғызды.

Кейіннен ППД жүйесінің енгізілуімен және өндірілетін өнімнің өсіп келе жатқан сулануымен тау-кен кешенінің элементтерін пайдалану минералды тұздардың шөгінділерімен, коррозия процестерінің белсенділенуімен, механикалық қоспалардың пайда болуымен, шламдардың жиналуымен қиын су-мұнай эмульсияларының пайда болуымен және т. б. күрделене түсті.

Ұсынылған 4-кестедегі деректерден көрінетіндей, Өзен кен орнының негізгі өнімді горизонттары бойынша коллекторлардың түрі – терригендік.

4 Кесте – Өзен кен орнының өнімді қабаттарының геологиялық физикалық сипаттамасы

Сипаттамалары	Өнімді қабаттар					
	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
Коллектор түрі	Терригенді					
Орташа ені, м	10	29,7	17,8	21	31,7	33
Геофизикалық кеуектілігі, %	21	22	23	23	24	24
Керн бойынша кеуектілігі, %	25,7	24,7	23,3	3,3	23,3	23
Орташа өткізгіштігі, мкм <sup>2</sup>	0,22	0,31	0,20	0,17	0,16	0,24
Бастапқы мұнайқанықтылығы	0,73	0,75	0,73	0,71	0,73	0,70
Мұнайдың қабаттық тұтқырлығы, МПа×с	4,2	3,4	3,4	3,5	3,4	3,6
Мұнайдың қабаттық тығыздығы, кг/м <sup>3</sup>	777	767	761	767	770	770
Мұнайдың беттік тығыздығы, кг/м <sup>3</sup>	858	856	855	853	859	856
Газқанығу дәрежесі, м <sup>3</sup> /т	66,3	73,4	71,5	68,0	68,9	73,9
Құрамы, % салмақ:						
Парафиндер	24	29,4	28,6	19,3	23,5	15,7
Күкірттер	0,17	0,13	0,16	0,19	0,24	0,20
силикогельді смолдар	13,4	12,8	14,8	15,8		14,7
кокстелуі	2,5	2,24	2,51	4,61	4,24	3,8
Қайнап бастау температурасы, °С	77	77	69,5	90,7	74,5	98,5
Қабат температурасы, °С	58	60	64	65	66	68
Қабаттағы бастапқы қысым, МПа	11,7	11,8	11,9	12	12,2	12,6
Бастапқы қанығу қысымы, МПа	7,7	9,8	10,2	10,0	10,8	11,5

Мұнай кен орындары аз тығыздығымен 0,853-тен 0,858 кг/м<sup>3</sup> дейін, парафиннің жоғары болуымен салмағы 15,7-ден 29,4% дейін сипатталады. және шайырлардың салмағы 12,8-ден 15,8% -ға дейін, оның қатуының жоғары температурасына себепші (+ 32 °С дейін). Парафиннің алғашқы кристалдары мұнайдың қабаттық температурадан 58-68 °С 45-57 °С дейін салқындауы кезінде пайда болады, жаппай кристалдану 45-57 °С кезінде басталады, ал +32°С мұнай ағымдылығын жоғалтады.

## 4 Мұнай ұңғымасындағы АШПШ мәселесін зерттеу

### 4.1 АШПШ-мен күресу жолдары

Асфальт-шайырлы-парафинді шөгінділерге (АШПШ) қарсы күрес әдістерін оңтайландыру және тиімділігін арттыру Өзен кен орны үшін неғұрлым өзекті міндеттердің бірі болып табылады және қазіргі заманғы іргелі ізденістерді талап етеді.

Жұмыста қойылған міндеттер математикалық модельдеу, есептеу механикасы және қатты ортаның жылу физикасы әдістері мен тәсілдерінің көмегімен шешілді. Жартылай туынды дифференциалдық тендеулерді сандық модельдеу Ansys Fluent бағдарламалық кешеніндегі шектік көлем әдісі арқылы жүзеге асырылды.

Мұнай өндіру кезіндегі асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділер проблемасын қарастырайық.

Мұнай өндіру кезіндегі мұнай саласындағы ең өзекті мәселелердің бірі мұнай кәсіпшілігі жабдықтарының бетінде асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділердің пайда болуы болып табылады.



4.1 Сурет – Асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділер

Асфальт-шайырлы-парафинді шөгінділер (АШПШ) – күрделі көмірсутек қоспасы болып табылатын және қатты аморфты денелерге тән қасиеттерге ие мұнайдың ауыр компоненттері. АШПШ асфальтендерден, шайырлардан және парафиндерден тұрады, олар қабаттық жағдайда мұнайда ериді, бірақ белгілі бір термобариялық жағдайда мұнайдың парафинмен кристалдануы мен қанығу процестері жүреді, нәтижесінде ол сорап жабдықтарында тұнады, бұл шөгінділер өскен сайын өндіріс пен жөндеу кезеңінің төмендеуіне әкеледі, ал кейбір жағдайларда толық көлемде ұңғыманың істен шығуы мүмкін болады. Мұнайда парафиннің болуы (массалық үлесіне қарамастан) оның шөгінділерін жою және алдын алу

бойынша технологиялық және техникалық күрделі міндеттерді шешуді талап ететін күрделі фактор болып табылады.

Парафиннің массалық құрамы бойынша мұнай келесі түрлерге бөлінеді:

- Аз парафинді-1,5%-дан аз ;
- Парафинді - 1,5-тен 6%-ға дейін;
- Жоғары парафинді - 6% - дан астам.

Мұнайдағы асфальтендердің, шайырлардың және парафиндердің массалық қатынасы парафиннің тұндырылуы басталатын жағдайларды анықтайды. АШПШ тұнбасы қоршаған орта температурасы парафинмен мұнайдың қанығу қысымымен кристалдану температурасына дейін төмендеген кезде басталады. Алдымен молекулалық массасы жоғары көмірсутектер жиналады. Бұл қабат жоғары тұтқырлыққа және үлкен адгезиялық беріктікке ие, қабаттың қалыңдығы 0,1 мм-ден аспайды, бірақ оның болуы одан әрі парафин түзудің негізгі факторы болып табылады.

Кристалдану температурасы мен АШПШ кристалдану қарқындылығына бірқатар факторлар әсер етеді, олардың негізгілері:

- Ұңғыма қабаты мен оқпанындағы температураның төмендеуі;
- Мұнай сұйықтығындағы көмірсутектердің құрамы мен қатынасы;
- Оқпан аймағындағы қысымның төмендеуі және осыған байланысты ұңғыманың гидродинамикалық тепе-теңдігінің бұзылуы;
- Газ факторының мөлшері және газ шығару қарқындылығы;
- Мұнай ағынының жылдамдығы.

Парафиннің тұндыру орны ұңғыманың жұмыс режиміне байланысты және әртүрлі тереңдікте болуы мүмкін. Шөгінділердің пайда болуына ықпал ететін жағдайларға қысым мен температураның төмендеуі, сондай-ақ мұнайдың газдануы жатады, ал температура факторы басым болады. Ұңғымадағы жылу беру қарқындылығы ұңғыманы қоршаған тау жыныстары мен мұнай сұйықтығының температуралық айырмашылығына байланысты. сондай-ақ сорапты-компрессорлық құбырлар (СКҚ) мен пайдалану (шегендеуші) құбырлар арасындағы сақиналық кеңістіктің жылу өткізгіштігі.

Кәсіпшілікте мұнай өндіру тәжірибесі АШПШ жинақталуының негізгі учаскелері ұңғымалық сорғылар, сорғы-компрессорлық құбырлардың қабырғалары, шығару желілері және кәсіпшілік құрама пункттерінің резервуарлары екенін көрсетеді. Парафиннің ең қарқынды тұнбасы СКҚ-ның ішкі бетінде жүреді, әр түрлі құбыр диаметрлері үшін парафинді шөгінділердің таралу сипаты шамамен бірдей.

Бағдарламалық жасақтама мәселесін шешу кезінде парафиндердің кристалдану фактісі ең үлкен практикалық мәнге ие емес, ал олардың кәсіпшілік жабдықтың бетіне шөгуі, ол мынадай шарттарды сақтаған кезде байқалады:

- 1) Мұнай құрамында асфальтендердің, шайырлардың және парафиндердің болуы;
- 2) Ағын температурасының парафиннің кристалдануы болатын мәнге дейін төмендеуі (қатты фазаның түсуі);

3) Парафин кристалданатын сорапты-компрессорлық құбырлар немесе басқа кәсіпшілік жабдықтар температурасының төмендеуі;

4) Парафин кристалдарының құбырлардың бетіне берік жабысуы, бұл берілген технологиялық режимде шөгінділердің ағынмен үзілу мүмкіндігін болдырмайды.

АШПШ-ның тұндыру процесіне әсер ететін факторлардың жиынтығына карамастан, мұнай температурасының парафиннің кристалдану температурасынан төмен төмендеуі маңызды және шешуші болып табылады.

Мұнай өндіру және тасымалдау практикасында екі түрлі бағыт бойынша АШПШ-мен күресу әдістері қолданылады:

- 1) Қалыптасқан парафинді шөгінділерді жою;
- 2) Шөгінділердің алдын алу және алдын алу.

АШПШ-мен күресу әдістерін жіктеу схемасы 4.2-суретте көрсетілген.



4.2 Сурет – АШПШ-мен күресу әдістерінің жіктелуі

Бүгінгі таңда АШПШ-мен күресудің әмбебап әдісі жоқ. Парафин шөгінділерінің алдын-алу немесе алдын-алу әдісін таңдағанда, белгілі бір әдістің тиімділігі мен экономикалық орындылығын анықтайтын және тіпті бір кен орнында да айтарлықтай ерекшеленуі мүмкін белгілі бір ұңғыманың сипаттамаларын ескерген жөн.

Жалпы қабылданған жіктеу бойынша мұндай әдістерге мыналар жатады:

- Тегіс СКҚ жабындарын қолдану;
- Түрлі химиялық реагенттерді қолдану;
- Мұнай-газ қоспасына магниттік және электр өрістерінің немесе діріл және ультрадыбыстық тербелістердің физикалық әсері.

Қорғаныс жабындарының тегіс беті парафин кристалдарының



адгезиясын азайтады және олардың СКҚ ішкі бетіне түсуіне жол бермейді. Қорғаныс жабыны ретінде қолданылатын негізгі материалдар: шыны; түрлі эпоксидті және эмальды жабындар; пластмассалар мен полимерлі материалдар; бояулар мен лактар; шыны және шыны пластик. Қорғаныс жабыны сонымен қатар жылу оқшаулау рөлін атқара алады және сұйықтықтан қоршаған тау жыныстарына жылу беруді азайтады. Бұл әдістің негізгі кемшіліктері жабындардың кейбір түрлерінің салыстырмалы түрде жоғары құны мен сынғыштығы болып табылады, бұл төмен пайдалану сипаттамаларына және көтеру жұмыстары кезінде соққы, созылу, қысу, иілу және басқа жүктемелер кезінде қорғаныс қабатының бұзылуына әкеледі.

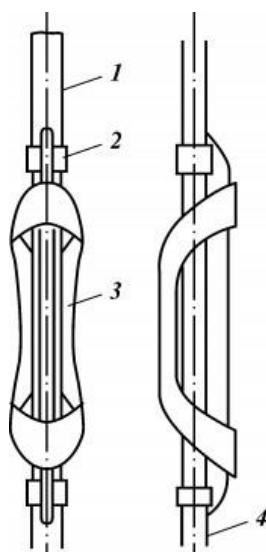
Алдын алудың химиялық әдістері сұйықтық пен қатты беттің шекарасында болатын адсорбциялық процестерге негізделген. Осы негізде қолданылатын заттар бөлінеді: жұмсартқыштар, модификаторлар, депрессорлар және диспергаторлар.

*Физикалық әдістерге* АШПШ-ға діріл, ультрадыбыстық, магниттік, электрлік және электромагниттік әсерлер жатады. Бұл әдістер бірқатар себептерге байланысты кең таралмады:

- Діріл сорапты - компрессорлық құбырлардың бұрандалы қосылыстарының беріктігіне әсер етеді, олардың бұзылуына және бұралуына ықпал етеді;

- Магниттік әсерді қолдану үлкен газ факторында ұнғымаларды іске қосу кезінде механикалық қоспалар мен депарафинизаторлары бар қырғыштарды лақтыру және т. Б. Сияқты геологиялық және технологиялық факторларды қиындатады.

*Механикалық әдістер* негізінен мұнай жабдықтарының беттерінен АСПО компоненттерін мезгіл-мезгіл алып тастау үшін қолданылады. Кейбір қолданылатын қырғыштардың дизайны 4.3 суреттерінде ұсынылған.



1-өзек; 2-қамыт; 3-пышак; 4-салмак

4.3 Сурет – Қырғыштар

АШПШ-мен күресу үшін қырғыштарды пайдалану, әдетте, ұңғыманың жұмысын тоқтатуды, ал қырғыштардың кейбір түрлері үшін және құбырлардың бетін алдын-ала дайындауды қажет етеді. Қырғыштарды қолданудың басты кемшілігі-оларды алу кезінде технологиялық қиындықтарға әкелетін үзілістің жоғары ықтималдығы.

*Химиялық әдістер* әртүрлі еріткіштерді қолдануды қамтиды. Жоғары тиімділікке қарамастан, бұл әдіс АШПШ-ның белгілі бір құрамы үшін тиімді еріткішті табу қажеттілігінен туындаған үлкен экономикалық шығындар түрінде айтарлықтай кемшілікке ие. Бұл бүгінгі күні әмбебап еріткіштердің жоқтығына және тиімді дисперсті жүйелерді еріткіштермен өзара әрекеттесу механизмін зерттеудің күрделілігімен байланысты және жартылай эмпирикалық әдіспен жүзеге асырылады. Сондықтан химиялық реагенттермен өңдеу негізінен ұңғымаларда қолданылады, онда АШПШ-мен күресудің басқа әдістерін қолдану мүмкін емес.

*Жылу әдістері* мұнай-газ қоспасын жылыту үшін әртүрлі жылу көздерін қолдануға негізделген және парафиннің қатты күйден сұйық күйге ауысу және балқу температурасында терең сорғы жабдықтарының қыздырылған бетінен ағып кету қабілетіне негізделген. Жылу энергиясының көзі ретінде: ыстық бу, ыстық жылутасымалдағыштар (мұнай немесе су), әртүрлі конструкциядағы электр жылытқыштар және электр пештері қолданылады.

Соңғы жылдары АШПШ-мен күресу әдісі жылыту кабелі сияқты танымал бола бастады. Оның жылу әдістеріне нақты жататындығына қарамастан, жабдықты пайдалану әдісіне және өндірудің технологиялық параметрлеріне байланысты жылыту кабелін АШПШ-ны болдырмау үшін де, жою үшін де қолдануға болады. Ағынды температураны парафиннің кристалдану температурасынан жоғары ұстап тұру үшін жылу әдістерін қолдану экономикалық тұрғыдан тиімді, бұл АШПШ түзілуін болдырмайды. Бұрын сақталған парафинді алып тастағанда көп энергия жұмсау керек, өйткені балқу температурасы кристалдану температурасынан ондаған градусқа асып кетуі мүмкін.

## **4.2 Мұнай ұңғымасын жылыту кабелі арқылы жылыту**

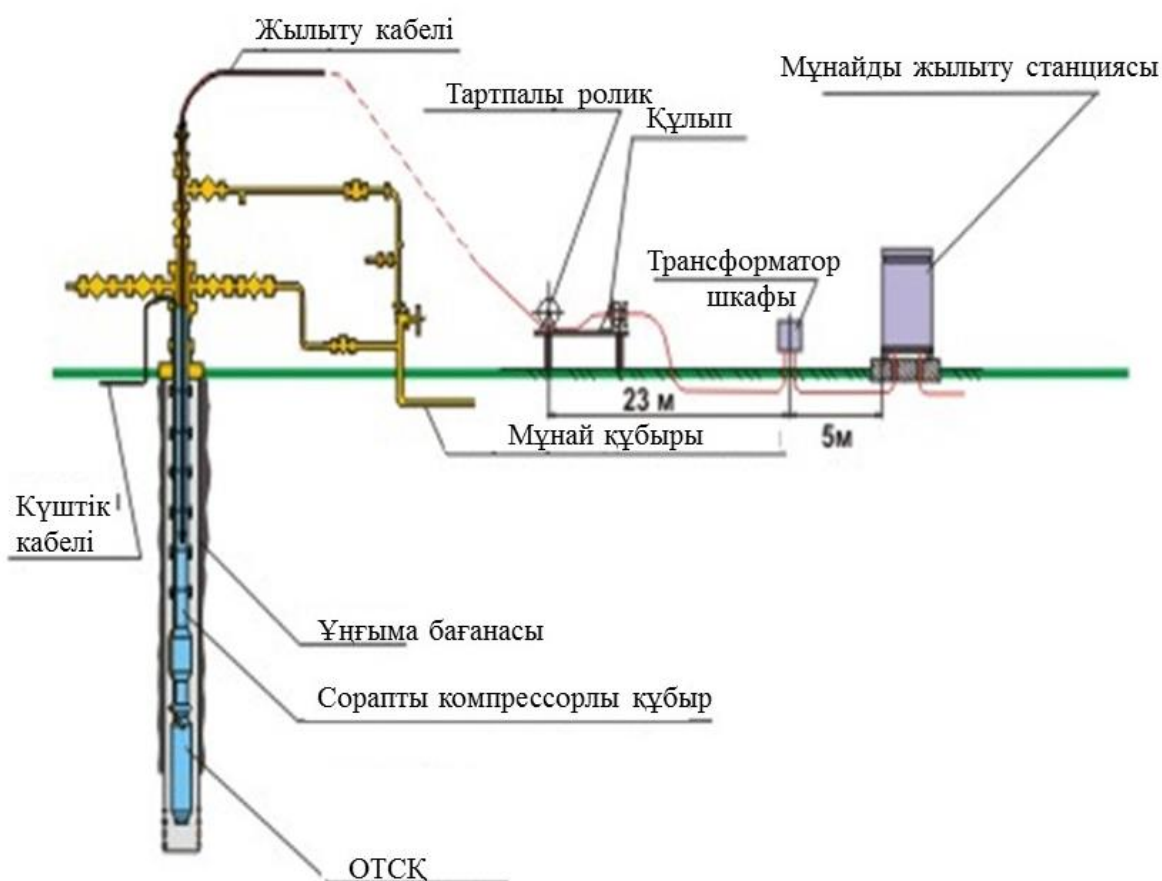
Көптеген өндірістік зерттеулер парафин шөгінділерімен күресудің тиімді әдістерінің бірі жылу кабельдерін қолдану екенін көрсетті. Парафиннің пайда болуын болдырмау мұнай температурасын парафиннің кристалдану температурасынан жоғары ұстап тұру арқылы жүзеге асырылады. Бұл жағдайда парафин сұйықтықтан қатты күйге өтпейді және мұнайда ериді. АШПШ мәселесін шешумен қатар, электрмен жылыту мұнай-газ қоспасының жоғары ағымының тұтқырлығын төмендетеді, бұл сораптағы жүктемені азайтады және ұңғыманың өнімділігін арттырады.

Асфальт-шайырлы-парафинді шөгінділермен күресу үшін жылыту кабелін қолдану технологиясы, яғни *мұнай жылыту қондырғыларын* (МЖҚ)

қолдануға негізделген (4.4-суретте жылыту кабелін қосу схемасы және қондырғыдағы негізгі элементтері көрсетілген). МЖҚ жылыту кабелінен, жылытуды басқару станциясынан және жоғары вольтты трансформатордан (немесе трансформаторсыз) тұрады. МЖҚ мұнай және газ ұңғымаларының құбырларында орналасқан жылыту кабелін жылытуға және қорғауға арналған.

Жылыту кабелінің жұмыс принципі-қарқынды парафин шөгінділерінің аралығына орналастырылған арнайы оқшауланған жылыту кабелінің көмегімен сорғы-компрессорлық құбырлардың ішкі кеңістігін жылыту.

Жылыту кабелін пайдалану технологиясы келесі қарапайым операциялардан тұрады: кабельді құбырға түсіру, басқару станциясына қосу және ұңғыманың бойындағы температураны парафиндер мен гидраттардың түсу температурасынан жоғары ұстап тұру үшін қажетті электр қуатын беру.

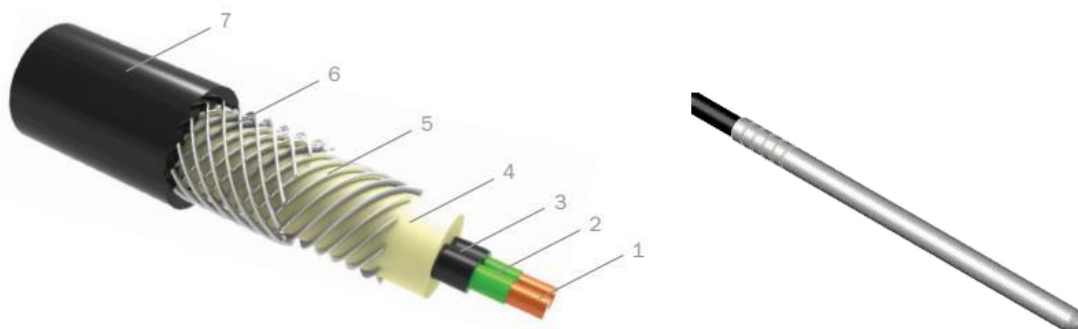


4.4 Сурет – Жылыту кабелін қосу схемасы

*Жылыту кабелі*-бұл қондырғының сенімділігін қамтамасыз ететін және ұңғыманың бүкіл ұзындығы бойынша таратылатын қыздыру элементінің функциясын орындайтын МЖҚ-ның негізгі элементі (4.5-суретте бейнеленген).

Барлық өндірілген кабельдердің жұмыс принципі қыздырудың резистивті әдісіне негізделген, яғни. олар арқылы электр тогы ағып жатқан кезде электр өткізгіштердің жылу шығаруы. Бөлінетін жылу есебінен

ұңғыманың оқпанындағы температура парафин-гидраттардың кристалдану температурасынан жоғары ұсталады, сол арқылы қатты фракциялардың түсуіне және ұңғымалардың сорапты компрессорлы құбыр (СКҚ) қабырғаларында жабысуына жол берілмейді.



1 - өткізгіш өзек; 2-полимерлі оқшаулаудың бірінші қабаты; 3-полимерлі оқшаулаудың екінші қабаты; 4-ішкі полимерлі оқшаулау; 5-бірінші құрыш қабаты; 6-екінші құрыш қабаты; 7-сыртқы полимерлі жабын

#### 4.5 Сурет – Кабель конструкциясы және кабельді бағыттаушы ұшы

Кабель ұңғымадағы салмағын 2 км-ге дейін көтере алады. Бұл қасиет жүк көтергіш өзек пен кабель құрылымындағы болат сым құрышы есебінен қол жеткізіледі. Оқшаулау ретінде пропилені бар этилен сополимері қолданылады, бұл кабельді 90-120 градус температурада ұзақ уақыт пайдалануға мүмкіндік береді, ал полимерлі жабын өнімнің мұнай ұңғымасындағы агрессивті ортаның әсерінен қорғаныс функцияларын орындайды.

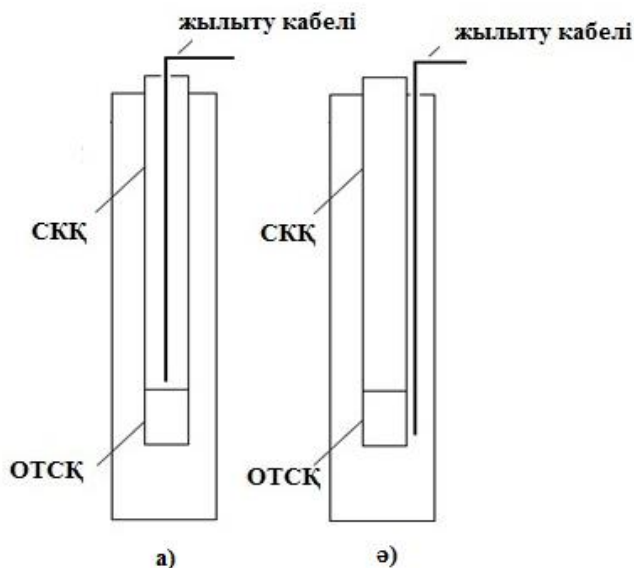
Жылыту кабельдері қуат кабельдеріне ұқсас, бірақ олардан айтарлықтай ерекшеленеді. Қуат кабельдері электр энергиясын ең аз шығынмен жүктемеге беру үшін қолданылады. Жылыту кабельдері қуаттан ерекшеленеді, өйткені олар өздері бөлінген жүктеме болып табылады, яғни қыздыру кабеліне берілетін барлық кернеу оған түседі және сонымен бірге жылу шығыны түрінде энергия шашырайды. Ең көп таралған қыздыру кабельдерінің үш негізгі түрі бар: резистивті, зондық және өзін-өзі реттейтін.

Резистивті кабельдерде жылу оқшаулау қыздыру тамырларындағы омдық шығындарға байланысты болады. Өндіру әдісіне және ұңғыманың дизайнына байланысты 4.6-суретте көрсетілген электр жылытуды жүзеге асырудың әртүрлі схемалары мүмкін:

- Қыздыру кабелі СКҚ-ның сыртқы бетіне бекітіледі;
- Жүк көтергіш жылыту кабелі тікелей СКҚ-ға түсіріледі.

Электрмен жылытудың классикалық тәсілдерінен айырмашылығы, икемді жылытқыш кабель құбыр ішінде, мұнай сұйықтығымен тікелей байланыста болады. Бұл басқа шешімдермен салыстырғанда жылытудың тиімділігін арттырады.

ANSYS қолданбалы бағдарламалар пакетін қолдана отырып, ұңғыманың көлденең қимасындағы температура өрісі модельденді, ол дебит нөлге тең болатын жағдайдан есептелді. Мысалы, кабель қуаты 100 Вт/м болған кезде СКҚ-дағы мұнай температурасы 47°C, ал СКҚ ішінде орналасқан кабельмен қызған кезде 24 Вт/м қуатта 43 °С болатындығын көруге болады. Сондықтан, СКҚ ішінде орналасқан кабельді жылыту СКҚ сыртында орналасқан кабельді жылытуға карағанда бірнеше есе аз қуатты қажет етеді.



а) ОТСҚ-мен жабдықталған ұңғымаларға арналған СКҚ ішінде; ә) СКҚ сыртынан  
4.6 Сурет - Жылыту кабелінің орналасу нұсқалары

4.7-суретте мұнай ұңғымасының дебиті 0-ге тең болған кезде және кабель қуаты 50 Вт/м болатын кабельдің СКҚ-ның ішінен және сыртынан қыздырғандағы нәтижесі ANSYS қолданбалы бағдарламасын қолдану арқылы жасалды.



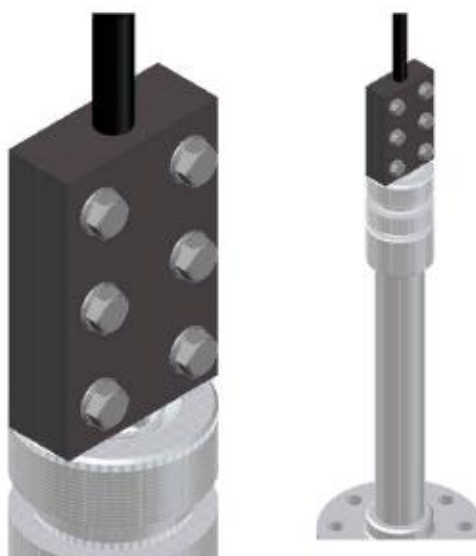
4.7 Сурет – СКҚ іштей және сырттай қыздыру нәтижесі

Жылыту кабелін бекіту үшін сағалық герметизаторлар және кабель қысқыштарын қолданамыз. *Кабель қысқышы* (4.8-суретте көрсетілген) қыздыру кабелін ұңғыманың фонтанды арматурасына бекітуге арналған,

кабельдің өз салмағының әсерінен СКҚ-ның ішінде қозғалуын болдырмау үшін қажет. Қысқыш герметизатордың алдында кабельді қысады және қоршаған ортаның температурасы -30 С-тан +50 С-қа дейін ашық ауада пайдалану үшін есептелген. Қысқыш диаметрі 18-ден 26 мм-ге дейінгі кабель үшін әртүрлі мөлшерде жасалады.

5 Кесте – Кабель қысқышының сипаттамасы

Параметр	Мәні	Өлшем бірлігі
Құрылғының салмағы жиынтықта, артық емес	5	Кг
Кабельдің максималды рұқсат етілген салмағы	3000	Кг
Кабель диаметрлерінің диапазоны	18...26	Мм



4.8 Сурет – Кабель қысқышы

Сағалық герметизатор құбырлардың ішкі арнасына орналастырылған дөңгелек қималы қыздыру кабелін герметизациялауға арналған және СКҚ 73, СКҚ 60 конустық бұрандаларындағы сорғы-компрессорлық құбырлар бағанына орнатылады (4.9-сурет). Герметизатор қоршаған ортаның температурасы -45С-тан +50 С-қа дейін ашық ауада пайдалануға арналған.

6 Кесте –Герметизатор сипаттамасы

Параметр	Мәні	Өлшем бірлігі
Массасы жиынтықта, артық емес	10	Кг
Жалпы өлшемдері (биіктігі/диаметрі)	240x100	Мм
Жалғағыш бұранда	СКҚ60, СКҚ73 (МЕСТ 10654-81)	
Жұмыс қысымы	21	МПа
Сынақ қысымы	26	МПа





4.9 Сурет - Герметизатор

СКҚ ішіне дөңгелек қималы жылыту кабелін түсіру колоннаны бөлшектеместен жүзеге асырылады. Жалпақ жылыту кабелін орнату СКҚ колоннасын демонтаждау арқылы жүзеге асырылады.

*Көтеру-түсіру құрылғысы* мұнай өндіруші ұңғымаларда қыздырғыш кабельді түсіру (көтеру) бойынша жұмыстарды жүргізуге арналған. 4.10-суретте көрсетілгендей қондырғы -30 0С-тан +50 0С-қа дейінгі қоршаған орта температурасында ашық ауада пайдалануға арналған.



4.10 Сурет – Көтеру-түсіру құрылғысы

Көтеру-түсіру құрылғысында қолданылатын материалдар құрылғының әр түйінінің салмағын барынша азайтуға мүмкіндік берді, бұл жүк көтергіш механизмдерді қолданбай ұңғыманың фонтанды арматурасына орнатуға мүмкіндік береді.

7 Кесте – Көтеріп-түсіру құрылғысының сипаттамасы

Параметр	Мәні	Өлшем бірлігі
Массасы жиынтықта	98	кг
Максималды рұқсат етілген кернеу күші	45	кН
Кабельдің иілу радиусы	260	мм
Кабельдің максималды рұқсат етілген диаметрі	26	мм

МЖҚ электрмен жұмыс істейтін қондырғылармен жабдықталған барлық ұңғымаларда ұңғымалар дебитінің өсуі байқалды, ал ОТСҚ-мен жабдықталған ұңғымаларда суасты жабдықтарының қызмет ету мерзімі сораптың тоқтаусыз жұмыс істеуіне, ұңғымадағы мұнайдың сұйылуына байланысты жүктемені азайтуға байланысты артты.

Мұнай өндіру кезінде МЖҚ-ны іс жүзінде қолдану қондырғылардың толық өтелу мерзімі (қуаты 50 кВт дейінгі кабельдің үздіксіз жұмысы кезінде 25...35 м<sup>3</sup>/тәул дебиті бар ұңғымалар үшін) 60 тәуліктен аспайтынын көрсетті, неғұрлым қуатты ұңғымаларда бұл мерзім екі есе қысқарады, бұл мұнай өндіру шығындарын азайтуға және өндірілетін өнімнің өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді.

Жылыту кабельдерінің жұмыс режимдері әр ұңғыма үшін жеке есептеледі және мыналарға байланысты: өндіру әдісі, дебит, геотерма, парафиннің түсу температурасы, ұңғыма сұйықтығының қасиеттері және басқа технологиялық параметрлер мен жылу физикалық сипаттамалары.

АШПШ-мен күресу әдісі ретінде жылыту кабелін таңдағанда, ұңғыманың күйін термиялық есептеуді жүргізу қажет. Бұл жабдықты дұрыс таңдау үшін қажет (жылыту кабелінің ұзындығы, өткізгіш және оқшаулау материалдары, өткізгіш өзектердің көлденең қимасы және қуат кернеуі), сондай-ақ АШПШ-ны болдырмауды немесе алып тастауды қамтамасыз ететін және өндірудің белгіленген технологиялық параметрлері кезінде кабельдің қызып кетуін болдырмайтын меншікті қыздыру қуатының мәнін анықтау.

Жылу беру құбылыстарын зерттеу жабдықты таңдауда және оның жұмыс режимінде маңызды міндет болып табылады. Бұл АШПШ-мен күресудің жылу әдісін жылыту кабелі сияқты тиімді қолдануға немесе қымбат жабдықты енгізгенге дейін олардың тиімсіздігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Жылыту көзі бар мұнай ұңғымасының жылу жағдайын есептеу үшін құбырлар арқылы мұнай-газ қоспасын көтеру кезінде жылу беру немесе толық жылу беру құбылыстарын сипаттайтын әртүрлі математикалық модельдер қолданылады.

### 4.3 Мұнай ұңғымасындағы жылу және масса алмасу процестерінің кеңістіктік математикалық моделі

Құбырлардағы мұнай сұйықтығының ағымы күрделі технологиялық процесс болып табылады және құбылыстардың жиынтығымен бірге жүреді: газ-сұйық қоспасы мен ондағы ерітілген парафиндердің фазалық ауысуы; жылу өткізгіштік пен конвективті жылу алмасу, гидродинамикалық әсерлер, дроссельдеу әсерлері және т.б. Жұмыс ұңғымасында болып жатқан барлық процестерді ескеретін математикалық модельді жүзеге асыру көптеген теңдеулерді, сенімді жылу-физикалық, механикалық, газ-сұйық қоспаның жекелеген компоненттерінің, ұңғыманы қоршап тұрған құрылымдық элементтер мен тау жыныстарының басқа қасиеттерін бірлесіп шешуді қажет етеді. Бұл қасиеттердің ұңғымадағы термобариялық параметрлерге тәуелділігін ескеру қажет. Барлық бұл бізге белгілі бір қиындықтар кезінде модельдеу құбылыстар жылу-масса алмасу, мұнай-газ ұңғымаларында. Жұмыста бір фазалы ағын үшін ОТСҚ-дан жоғары мұнай ұңғымасының тік учаскесінде жылу-масса алмасу процестерінің математикалық моделі жасалды, оны іске асыру қанағаттанарлық нәтижелер алуға, мұнай-газ ұңғымаларының оларды пайдалану кезіндегі жылу жағдайын, АШПШ-ға ұшыраған учаскенің ұзындығын және осы асқынумен күресу жағдайларын жеткілікті дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді.

Жұмыстың мақсатына сәйкес мұнай ұңғымасындағы жылу және масса алмасу процестерінің математикалық моделінің маңызды тұжырымы келесідей тұжырымдалды: көп қабатты құрылымды, мұнай өндірудің геологиялық, технологиялық, жылу-физикалық және реологиялық жағдайларын ескере отырып, мұнай ұңғымасындағы ағым және жылу беру процестерінің кеңістіктік математикалық моделін жасау, оны жүзеге асыру парафиннің мүмкін болатын кен орнының ұзындығын анықтауға және әр түрлі факторлардың мұнай ұңғымаларына әсерін бағалауға мүмкіндік береді. Ұңғыманың жылу жағдайы.

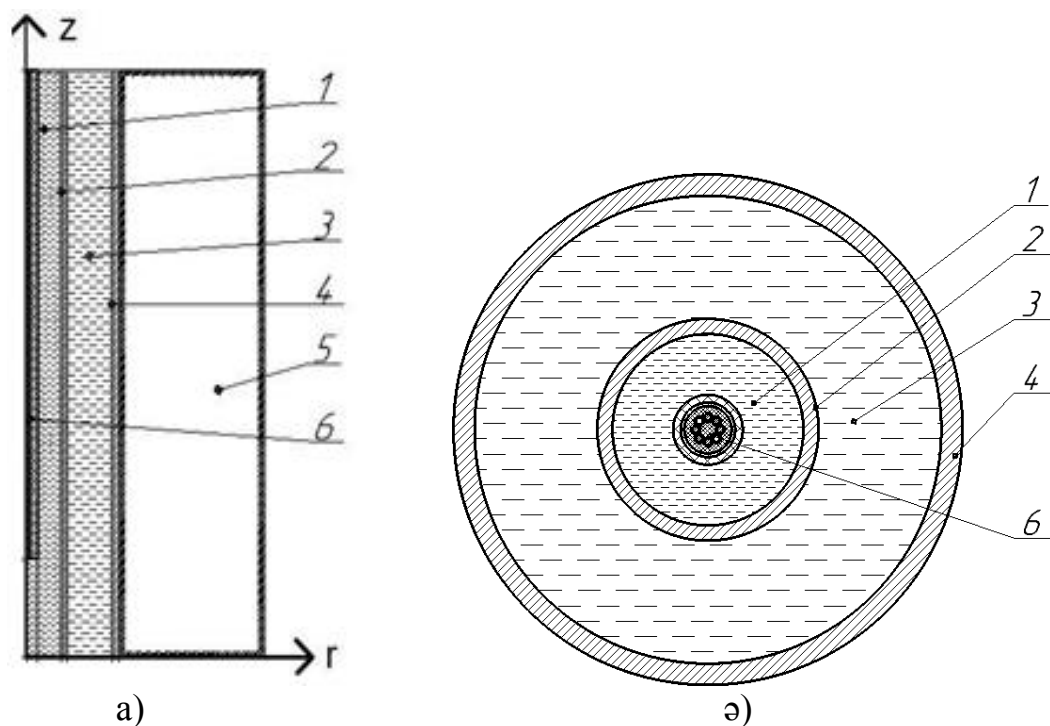
Мұнай ұңғымасындағы жылу-масса алмасу процестерінің математикалық сипаттамасы масса, қозғалыс мөлшері мен энергияның сақталу заңдарына негізделген және шекаралық шарттармен жабылған дифференциалдық теңдеулер жүйесі болып табылады. Мұнай ұңғымасының қарастырылып отырған есептік ауданының конструкциясы мен габариттік өлшемдері (мм-де) 4.11-суретте көрсетілген.

Ұңғыманың тік бөлігіндегі жылу және масса алмасу процестерін математикалық модельдеу кезінде келесі болжамдар қабылданды:

- 1) Есеп осесиметриялық;
- 2) Ішіндегі тербелістер;
- 3) Сығылмайтын, бір фазалы сұйықтық;
- 4) Қатты материалдардың термофизикалық қасиеттері температураға тәуелді емес;
- 5) Шексіз тау жыныстары шектеулі аймаққа ауыстырылды;

6) Тау жыныстарының жылуфизикалық қасиеттері тереңдікте өзгермейді;

7) Мұнай ағынының қозғалысы кезінде парафинді тұндыру процесі ескерілмейді.



1-өндірілетін мұнай сұйықтығы; 2-сорапты-компрессорлық құбыр (СКК); 3-құбыр сыртындағы кеңістіктегі мұнай сұйықтығы немесе ілеспе мұнай газы; 4 –Шегендеу құбыры; 5 - тау жыныстарының массиві; 6 – қыздыру кабелі

4.11 Сурет – Тау жыныстарының қоршаған массивімен мұнай ұңғымасының бойлық қимасы (а); мұнай ұңғымасының көлденең қимасы (б)

Оссимметриялық қойылымдағы жасалған жорамалдарды есепке алатырып дифференциалдық теңдеулер жүйесі мынадай:

Сығылмау теңдеуі:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \cdot V_r) + \frac{\partial V_z}{\partial z} = 0 \quad (4.1)$$

Мұнай сұйықтығына арналған қозғалыс теңдеулері:

$$\rho_M \left( V_{Mz} \frac{\partial V_r}{\partial r} + V_{Mr} \frac{\partial V_z}{\partial z} \right) = - \frac{\partial P_M}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \cdot 2 \cdot \mu_n \frac{\partial V_r}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu_M \left( \frac{\partial V_z}{\partial r} + \frac{\partial V_r}{\partial z} \right) \right) \quad (4.2)$$

Мұнай сұйықтығы мен ілеспе мұнай газы үшін энергия теңдеуі:

$$c_j \rho_j \left( V_r \frac{\partial T}{\partial r} + V_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \lambda_j \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda_j \frac{\partial T}{\partial z} \right) + q_v \quad (4.3)$$

Ұңғыманың қатты құрылымдық элементтері үшін жылу теңдеуі:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \lambda_i \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda_i \frac{\partial T}{\partial z} \right) = 0 \quad (4.4)$$

Мұнай тұтқырлығының температура мен ығысу жылдамдығына тәуелділігі:

$$\mu_m = \mu_0 \cdot e^{\frac{U}{kT}} \cdot y^{n-1} \quad (4.5)$$

Мұнайдың жылу өткізгіштігі мен жылу сыйымдылығының температураға тәуелділігі:

$$\lambda_m = \lambda_{20} \cdot (1 - \alpha \cdot [T - 20]) \quad (4.6)$$

$$c_m = 4.187 \cdot \rho^{-\frac{1}{2}} \cdot (0.403 - 4.05 \cdot 10^{-4} \cdot T) \quad (4.7)$$

Мұнда,  $r, z$  – цилиндрлік координаттар;  $i, j$  – зерттелетін аймақтардың индекстері:  $j=1$  – мұнай,  $j=2$  – құбыр сыртындағы кеңістіктегі ілеспе мұнай газы,  $i=1$  – СКҚ,  $i=2$  – пайдалану (шегендеуші) құбыр,  $i=3$  – топырақ;  $V_r, V_z$  – компоненттер жылдамдық векторы;  $t$  – температура;  $P_j$  – қысым;  $\rho_i, \rho_j$  – ортаның тығыздығы;  $\mu_j$  – ортаның тұтқырлығы;  $c_i, c_j$  – коэффициенті, жылусыйымдылық орта;  $\lambda_i, \lambda_j$  – ортаның жылу өткізгіштік коэффициенті;  $q_v$  – диссипативные жылу көздері;  $\gamma$  – ығысу жылдамдығы;  $n$  көрсеткіші аномалиясы;  $U$  – активтендіру энергиясы;  $k$  – әмбебап газ тұрақтысы;  $\lambda_m$  – мұнайдың жылу өткізгіштігі;  $\lambda_{20}$  – 20С кезінде мұнайдың жылу өткізгіштігі;  $\alpha$  – мұнайдың жылу өткізгіштігінің температуралық коэффициенті.

Дифференциалдық теңдеулер жүйесі (4.1) – (4.7) келесі шекаралық шарттармен жабылады: сорғы құбырына кіре берісте ұңғыманың дебитіне және бастапқы температураға сәйкес келетін мұнайға арналған жылдамдық кестесі орнатылды; ұңғыманың сағасында белгіленген ағым режимі және конвективті жылу алмасу шарты орнатылды; жер массивін шектейтін бетінде Геотерм сәйкес келетін температураның таралуы анықталды.

Шекаралық шарттармен толықтырылған дифференциалдық теңдеулердің алынған жүйесін шешу ANSYS Fluent ақырлы-элементтік талдау ортасында мынадай бастапқы деректермен түпкілікті көлем әдісімен жүзеге асырылды.

Уақыттың бастапқы сәтінде жылу кабелінің жылдамдығын, температурасын және ұзындығының мәнін бөлу алдыңғы тарауда қарастырылған стационарлық мәселені шешуден туындады. Жылыту кабелінің ұзындығы 1000 м болды және сорапты-компрессорлық құбырдың ішкі бетіндегі температура 35°C қабылдаған парафиннің кристалдану температурасынан төмен болатын учаскенің ұзындығымен анықталды.

### 8 Кесте - Сандық зерттеулер үшін бастапқы деректер

Атауы	Өлшем бірліктері	Мәні
Технологиялық параметрлері		
Парафиннің кристалдану температурасы	°С	35
Ұңғыма дебиті	м <sup>3</sup> /тәул	12.5
ОТСК түсу тереңдігі	м	1500
Қарастырылып отырған ұңғыманың төменгі нүктесіндегі температура	°С	36
Геотермалдық градиент	°С /10м	0.2
Материалдардың термофизикалық қасиеттері		
Мұнай		
Тығыздығы	Кг/ м <sup>3</sup>	800
Жылуsыйымдылығы (20 °с та)	Дж/(кг°С)	2000
Жылуөткізгіштігі (20 °с та)	Вт/(м°С)	0.14
Тұтқырлығы	Мпа·с	40
Ілеспе мұнай газы		
Тығыздығы	кг/ м <sup>3</sup>	1.263
Жылуsыйымдылығы	Дж/(кг°С)	1731
Жылуөткізгіштігі	Вт/(м°С)	0.02
Тұтқырлығы	Мпа·с	9.29·10 <sup>-3</sup>
Қабат		
Тығыздығы	кг/ м <sup>3</sup>	1900
Жылуsыйымдылығы	Дж/(кг°С)	1680
Жылуөткізгіштігі	Вт/(м°С)	1.82
Болат құбырлар		
Тығыздығы	кг/ м <sup>3</sup>	7850
Жылуsыйымдылығы	Дж/(кг°С)	473
Жылуөткізгіштігі	Вт/(м°С)	48

#### 4.4 Жылыту кабелінің қажетті меншікті қуатын таңдау

Ұңғыманы қыздыру кабелімен қажетті қыздыру қуатын анықтау үшін мұнай ұңғымасындағы температураның өзгеру тәуелділігі 20, 30 және 40 Вт/м болатын тереңдікте алынды. 4.12-суреттен тұрақты режимде қызған кезде мұнай температурасы барлық қарастырылған үш жағдайда парафиннің кристалдану температурасынан төмен түспейтінін көруге болады. 20 Вт/м

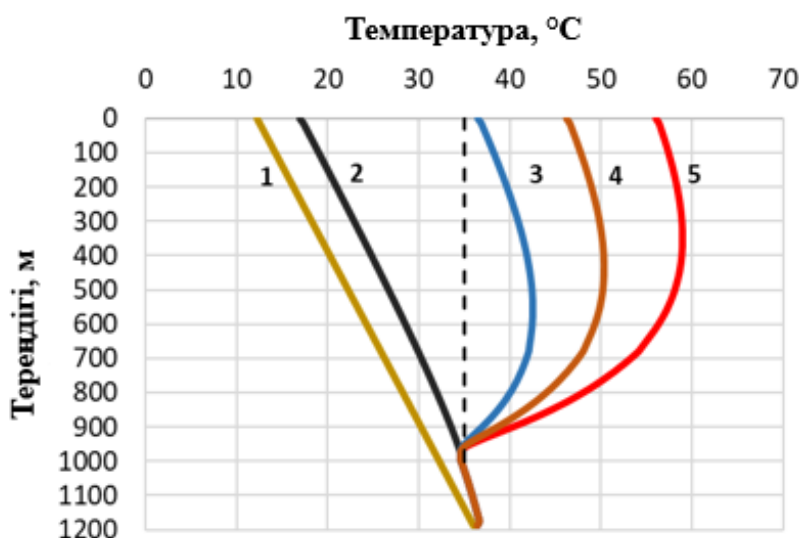


қуаты үшін (қисық 3) сағадағы СКҚ ішкі қабырғасының температурасы 36.5 градусқа тең, бұл ұңғыманы пайдаланудың қолайлы режимі болып табылады.

Қыздыру қуаты 40 Вт/м-ге тең болған кезде кабельдің өткізгіш өзегінің температурасы 120°C -тан асатынын, ал 30 Вт/м үшін мәні 100°C -тан төмен екенін көруге болады. Қарастырылып отырған кабель үшін ұзақ уақыт рұқсат етілген жылу температурасы 120 °С құрайды. Бұл өндірістің Берілген технологиялық параметрлері кезінде қыздыру қуаты 40 Вт/м және одан жоғары тұрақты режимде жылыту кабелін ұзақ уақыт пайдалануға жол берілмейді деген қорытынды жасауға мүмкіндік берді.

Осылайша, ең ұтымды таңдау-бұл 20 Вт/м қуаты бар кабель, ол әрі қарай зерттеулерде қолданылды.

Зерттеу жұмысында дебиттің қыздыру кабелімен мұнай ұңғымаларын термиялық парафинизациялаудың тиімділігіне әсері. Мұнай ұңғымасында жылыту кабелі болған кезде, ағынның жоғарылауы қыздыру тиімділігін төмендетеді, бұл суретте көрсетілген.

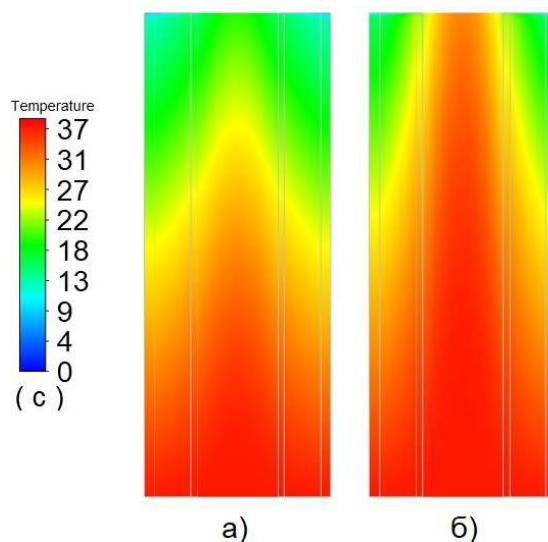


1-геотерма ; 2-кызусыз; 3-20 Вт/м; 4-30 Вт / м; 5-40 Вт/м

4.12 Сурет – Әртүрлі қыздыру қуаты кезінде СКҚ қабырғасындағы температураның тереңдігі бойынша таралуы

Тәулігіне 12.5 м<sup>3</sup> дебит кезінде барлық жылытылатын учаскедегі температура 35°C төмен түспейді, парафиннің тұнбасы болмайды. Дебиттің жоғарылауымен мұнай температурасы айтарлықтай төмендейді. Бұл мұнай сұйықтығының жылу кабелімен байланысу уақытының төмендеуіне байланысты, бұл ағынның жылдамдығын (4.13-сурет) бірнеше есе арттырады.

Жылыту кабелінің тиімділігі дебитке байланысты және жоғары дебитті ұңғымалар үшін бұл технология тиімсіз болуы мүмкін. Дебиттің тәулігіне 12.5-тен 50 м<sup>3</sup>-ге дейін артуы сағадағы температураның 9°C көтерілуіне әкеледі, ал тәулігіне 250 м<sup>3</sup> дебит кезінде қыздырудың әсері бар болғаны 1.5°C құрайды. Әр түрлі дебиттерге арналған шешімнің нәтижелері 9-кестеде келтірілген.



4.13 Сурет – 12.5 (а) және 50 (б) м<sup>3</sup>/тәул тең дебиттердегі температура өрісі

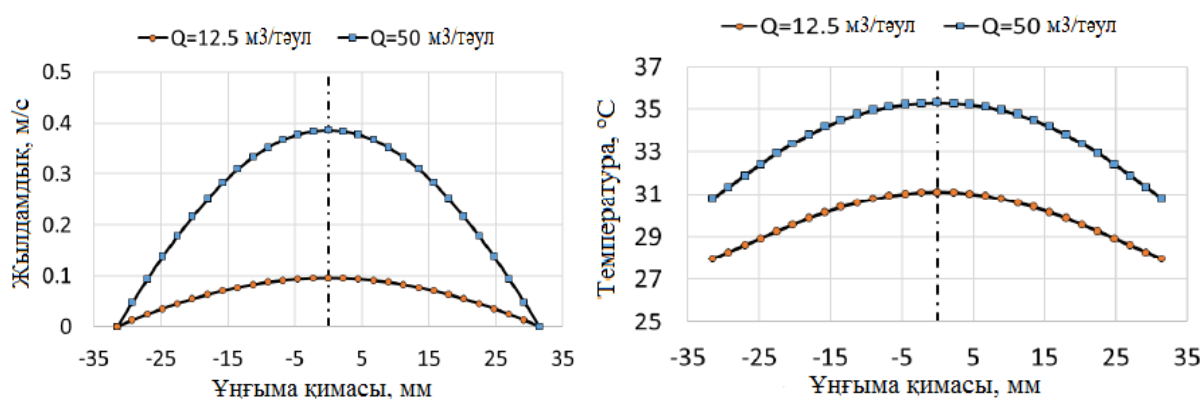
9 Кесте – Әр түрлі дебиттерде қуаты 20 Вт/м қызуы бар және қызусыз ұңғыма сағасындағы температура мәні

Дебит, м <sup>3</sup> /тәул	Ұңғыма сағасындағы температура, °С		Қыздыру эффектісі, °С
	Қыздырусыз	Қыздырумен, 20 Вт/м	
12.5	15.8	35	19.2
25	19.4	35	15.6
50	23.2	33.5	10.3
125	27.3	31.4	4.1
250	29.5	31	1.5

Құбырдағы ламинарлы ток режимінде ағынның жылдамдығы орталықтан қабырғаға параболалық заңға сәйкес өзгереді, бұл ағынның көлденең қимасындағы температураның таралуына әсер етеді.

Ағынның жылдамдығы тәулігіне 12.5-тен 50 м<sup>3</sup>-ге дейін жоғарылаған кезде мұнай сұйықтығы ағынының максималды жылдамдығы 4 есе артады (4.14-сурет), бұл сорапты-компрессорлық құбыр ішіндегі температураның таралуына әсер етеді. 4.14 -суреттен тәулігіне 12.5 м<sup>3</sup> дебит кезінде ортадан СКҚ қабырғасына температураның өзгеруі 3.1 °С құрайды, ал 50 м<sup>3</sup>/тәул кезінде 4.5 °С дейін ұлғаяды. Мұнай дебиті шамасының мұнай ұңғымасы ішіндегі температураның таралуына әсерін бағалау үшін 12.5, 25, 50, 125 м<sup>3</sup>/тәул тең дебиттері бар жағдайлар үшін бірдей оқпан температурасы 36 °С - қа тең болатын сандық эксперименттер жүргізілді. Дебиттің тәулігіне 12.5-тен 125 м<sup>3</sup>-ге дейін артуымен ұңғыма сағасындағы сорғы-компрессорлық құбыр қабырғасының температурасы 11.8 °С -қа артады. Дебиттің жоғарылауымен мұнай сұйықтығының оқпаннан сағаға өтетін уақыты және мұнайдан ұңғыманы қоршап тұрған тау жыныстарына жылу беру уақыты азаяды. Бұл

факт 10-кестеде көрсетілген АШПШ тұндыру учаскесінің ұзындығының төмендеуіне әкеледі. Дебиттің 10 есе артуы парафин шөгінділерінің басталу тереңдігінің 147 метрге төмендеуіне әкеледі.



4.14 Сурет – Ұңғыма қимасында температура мен жылдамдықтың өзгеру графигі

10 Кесте – Сағадағы температура мен парафин түзілу тереңдігі

Параметрлер	Дебит			
	Q=12.5м <sup>3</sup> /тәул	Q=25 м <sup>3</sup> /тәул	Q=50м <sup>3</sup> /тәул	Q=125м <sup>3</sup> /тәул
T <sub>орт.сқк</sub> ,	27,6	29,5	31	32,6
T <sub>саға</sub> ,	15,5	19,4	23,2	27,3
H <sub>түзілу</sub> ,	1077	1053	1006	930

#### 4.5 Жылыту кабелінің маркасын таңдау

Ұңғымаларды жылыту қондырғысының жинақтылығы мен жұмыс режимін анықтау үшін, АШПШ-ны болдырмау және жою мақсатында Мұнай ұңғымасындағы жылу мен масса алмасудың стационарлық және стационарлық емес процестерінің бұрын ұсынылған математикалық модельдерін шешу нәтижелері қолданылады. Сандық эксперименттердің негізінде минималды қуат тұтынумен АШПШ мәселесін шешу үшін жылыту кабелінің қажетті ұзындығы мен нақты жылу қуаты анықталады (11-кесте).

11 Кесте – Таңдалған жылыту кабелінің сипаттамалары

Кабель маркасы	АКГТн6×3,1-45-90-О-900В
Кабель ұзындығы, м	1000
Үзілу жүктемесі, кН	45
Кабель диаметрі, мм	22,9
Кабель массасы, кг (1000м үшін)	609
Макс. жұмыс температурасы	90
Кабельдегі кедергі, Ом	3,29
Кабель қуат, кВт	22,27
Кабельдің менш. қуаты, Вт/м	22,3

#### 4.6 Жылыту кабелінің жұмыс режимдерін таңдау

Бұл бөлімде екі ұңғыма үшін кабель периодты және үздіксіз қосылған кезде тұндырылған парафинді тиімді еріту үшін қажетті температура мен кабельдің нақты қуаты есептеледі.

12 Кесте – Екі әртүрлі дебитті ұңғыма үшін іштей және сырттай қыздыру үшін қажетті температура мен қуат таңдау

Параметр	50 м <sup>3</sup> /тәул		12,5 м <sup>3</sup> /тәул	
	Іштей	Сырттай	Іштей	Сырттай
Ұңғымадағы бастапқы $T_1, ^\circ\text{C}$	41,2	41,2	22,7	22,7
Парафинді ерітуге қажетті $T_n, ^\circ\text{C}$	47	47	36,6	36,6
Қыздыру кабелінің $T_k, ^\circ\text{C}$	128	224	92,4	164,7
Кабель қуаты, Вт/м	100,4	119,5	68,7	86,7

Осылайша 12-кесте бойынша, кабель СКҚ ішінде орналасқан кезде парафинді тиімді еріту үшін жоғары дебитті ұңғымаларда шамамен 100 Вт/м кабельдегі энергияны жоғалту қуаты және төмен дебитті ұңғымаларда 70 Вт/м қажет. Тиісінше, өзектің температурасы – 130 және 90 $^\circ\text{C}$  болады. осы мақсатта әзірленген қыздыру кабельдері қолайлы, олардың температурасы 120  $^\circ\text{C}$  болады.

Кабельді СКҚ-дан тыс орналастырған кезде қажетті қуат 120 және 87 Вт/м-ге дейін, ал өткізгіштің температурасы 200 және 160 $^\circ\text{C}$ -қа дейін артады. құнын. Бұл жағдайда кабельді қосудың мерзімді режимін қолдану орынсыз.

Жоғары дебитті ұңғымаларда (фонтандау, газлифт режимдері, ортадан тепкіш сорғыларды қолдану) қыздыру кабелін СКҚ ішіне орналастырған жөн, бұл ретте парафин шөгінділерінің алдын алу үшін кабельді қосудың үздіксіз режимін де, тұндырылған парафинді еріту үшін қосудың кезеңдік режимін де пайдалануға болады.

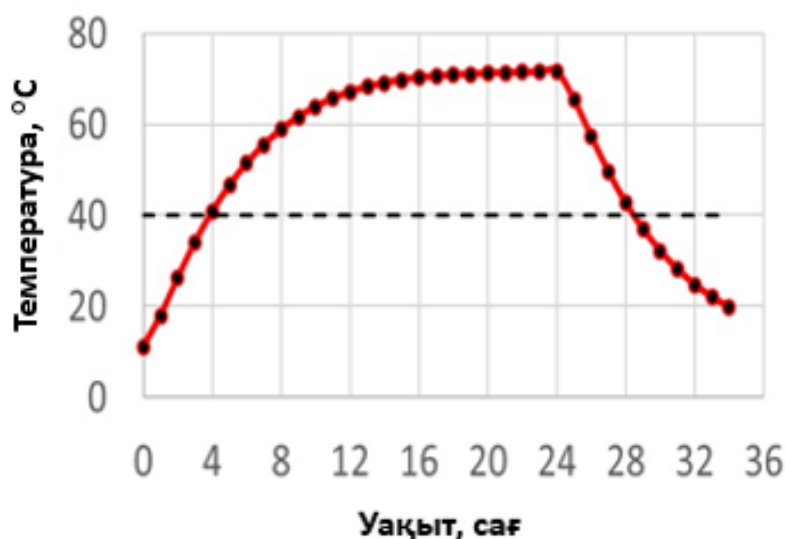
Мұнай ұңғымаларын жылыту кабелімен жылытудың заманауи термоэлектрлік қондырғылары, әдетте, тұрақты режимде жұмыс істейді, бұл айтарлықтай энергия тұтынуға және АШПШ-мен күресуге күрделі шығындардың өсуіне әкеледі. Бұл мәселені шешу үшін № 1 және 2 ұңғымалары үшін энергия тұтынуды азайтуға мүмкіндік беретін қыздыру кабелін қосу мен өшірудің уақыт аралықтарын анықтау бойынша сандық зерттеулер жүргізілді (ұсынылған стационарлық емес математикалық модель негізінде). СКҚ ішіндегі учаске үшін элементтердің минималды мөлшері таңдалады және 0.25 x 10 мм, жер массиві үшін максимум және 167x20.

13 Кесте – № 1 және 2 ұңғымаларға арналған бастапқы деректер

№	Атауы	Өлшем бірлік	Мәні	
Жалпы мәліметтер				
1	Пайдалану колоннасының габариттік өлшемі (сыртқы)	мм	168	
2	Пайдалану бағанасы қабырғасының қалыңдығы	мм	7,3	
3	СКҚ габариттік өлшемі (сыртқы))	мм	73	
4	СКҚ қабырғасының қалыңдығы	мм	5	
Зерттелетін кабельдің өлшемдері				
5	Өткізгіш өзектердің қимасы	мм <sup>2</sup>	8	
6	Кабель ұзындығы	м	1500	
7	Кабельдің сыртқы диаметрі	мм	21	
Технологиялық параметрлері			№1	№2
8	Парафиннің кристалдану температурасы	°С	40	26
9	Ұңғыма дебиті	м <sup>3</sup> /тәул	16	35,2
10	Динамикалық деңгейі	м	1525	1494
11	Сулану мөлшері	%	5,9	2,2
12	Газ факторы	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	91	52,2
13	ОТСҚ түсу тереңдігі	м	1787	2009
14	Қабат температурасы	°С	30,3	
Материалдардың термофизикалық қасиеттері				
Мұнай				
15	Тығыздығы	кг/ м <sup>3</sup>	798	773
16	Жылусыйымдылығы	Дж/(кг°С)	2230	2230
17	Жылуөткізгіштігі	Вт/(м°С)	0.14	0.15
18	Тұтқырлығы	мПа·с	1.17	1.17
Қабат				
19	Тығыздығы	кг/ м <sup>3</sup>	1900	
20	Жылусыйымдылығы	Дж/(кг°С)	1680	
21	Жылуөткізгіштігі	Вт/(м°С)	1,82	
Болат құбырлар				
22	Тығыздығы	кг/ м <sup>3</sup>	7850	
23	Жылусыйымдылығы	Дж/(кг°С)	473	
24	Жылуөткізгіштігі	Вт/(м°С)	48	
Оқшаулау / кабель қабығы				
25	Тығыздығы	кг/ м <sup>3</sup>	900	
26	Жылусыйымдылығы	Дж/(кг°С)	2000	
27	Жылуөткізгіштігі	Вт/(м°С)	0,38	
Кабельдің өткізгіш өзегі				
28	Тығыздығы	кг/ м <sup>3</sup>	8978	
29	Жылусыйымдылығы	Дж/(кг°С)	381	
30	Жылуөткізгіштігі	Вт/(м°С)	387,6	

#### 4.6.1 №1 ұңғыманың температуралық өрістерін тұрақты және мерзімді режимде жылыту кабелінің жұмысы кезінде зерттеу

Қыздыру кабелінің жұмыс режимінің ұңғымадағы температураның таралуына әсерін бағалау үшін әзірленген стационарлық емес математикалық модель негізінде бірқатар сандық эксперименттер жүргізілді, нәтижесінде 24 сағат бойы үздіксіз жұмыс істейтін қыздыру кабелі үшін ұңғымадағы температура өрістері алынды. Содан кейін кабель өшіріліп, ұңғымадағы мұнай 20 °С дейін салқындады. 4.15-суретте СКҚ температурасының өзгеруі, нақты қыздыру қуаты 35.3 Вт/м көрсетілген.



4.15 Сурет – Қыздыру және салқындату кезінде ұңғыма сағасындағы температураның уақыт бойынша таралуы

4.15-суреттен 5 сағаттан кейін тұрақты қыздыру кезінде ұңғыманың сағасындағы СКҚ температурасы парафиннің кристалдану температурасынан 6.6 °С-қа асып түсетінін көруге болады. 20 сағаттан кейін ұңғыманың тұрақты температуралық жағдайы пайда болады, ал сағадағы температура 71.2 °С құрайды, бұл 31.2 °С-қа дейін, жылытылатын аймақтың бүкіл ұзындығына парафиннің түсуіне жол бермеу үшін қажетті мәннен асады. №1 ұңғымадағы қыздыру кабелінің тұрақты жұмысы кезінде ан 31.2°С температурасын қажетті мәннен жоғары ұстау технологиялық тұрғыдан орынсыз және жылытуға жұмсалатын электр энергиясының едәуір артық жұмсалуына әкеледі.

Қыздыруды өшірген кезде сағадағы СКҚ температурасы 10 сағат ішінде 71.3°С -тан 20°С -қа дейін төмендейді, орташа салқындату жылдамдығы 5.17 оС/сағ.

4.16-суретте көрсетілген сандық модельдеу барысында алынған нәтижелер мерзімді режимде жылыту кабелінің алдын-ала мүмкін режимдерін анықтауға мүмкіндік береді.



АШПШ-мен жылыту кабелінің көмегімен күресу кезінде энергия тиімділігінің жоғары көрсеткіштеріне қол жеткізу үшін жабдықты ұтымды пайдалану және ұңғыманың оқпанын тек қажетті уақыт мөлшерімен жылыту қажет. Осы мақсатта кабельді жылытудың әртүрлі режимдеріне сандық эксперименттер жүргізілді. Қыздыру уақыты мен салқындату уақыты өзгерді, оның барысында теңдеудегі бастапқы мүше берілген 35.3 Вт/м немесе 0 Вт/м-ге тең мән алды, зерттеу нәтижелері 14-кестеде келтірілген.

14 Кесте – № 1 ұңғымаға арналған жылыту кабелінің жұмыс режимдері

№	Режим	Қызд. уақыты, сағ	Салқ. уақыты, сағ	Орташа тәуліктік энергияны тұтыну, кВт/тәул	Tmax, °C	Tmin, °C	Tор, °C
1	6/3	6	3	880	60.3	43	46.7
2	5/3	5	3	795	57.1	41.1	44.2
3	6/4	6	4	792	57.8	36.9	43.2
4	5/4	5	4	733	54.7	35.1	41.7

Шамамен бірдей қуат тұтынуы бар 6/4 және 5/3 режимдерін салыстырған кезде, қыздыру кабелінің жұмыс уақытына қарағанда жұмыс уақытын азайту тиімдірек екендігі байқалады.



4.16 Сурет – 5/3 жылыту кабелінің жұмыс режимі кезінде ұңғыманың сағасындағы температураның таралуы

5/4 және 6/4 режимдер үшін қабырғалардағы температура парафиннің кристалдану температурасынан 40 °C-қа төмен түседі, бұл АШПШ-ның

тұндырылуына және өсуіне әкелуі мүмкін. Қарастырылған қыздыру режимдерінен 4.16-суретте көрсетілген 5/3 режимі таңдалды.

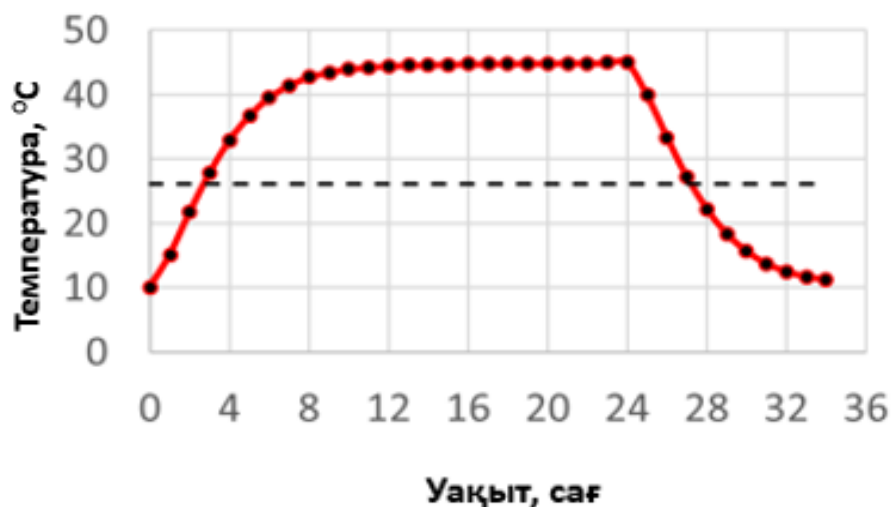
Қыздырудың алғашқы 5 сағатында сағадағы СКҚ температурасы 11.1-ден 46.6 °С-қа дейін көтеріледі, содан кейін кабель 3 сағатқа өшіріледі. Қыздыру мен салқындатудың бірінші циклінде СКҚ ішкі бетіндегі температура парафиннің кристалдану температурасынан 3.5°С төмен түседі. Екінші қыздыру циклі сағада шамамен 56 °С температураға жетуге мүмкіндік береді, бұл парафиннің кристалдану температурасынан 16 °С жоғары. Әрі қарай қыздыру және салқындату кезінде сағадағы температура 41-57 °С аралығында өзгереді, процесс орнатылады.

Алынған нәтижелерге сүйене отырып, №1 ұңғымаға арналған жылыту кабелінің энергия тиімді мерзімді жұмыс режимі ретінде. Бұл жұмыс режимінде қуат тұтыну тәулігіне 1272-ден 795 кВт-қа дейін төмендейді, ал қондырғының 9 сағаттық жұмысынан кейін температура парафиннің кристалдану температурасынан жоғары болады.

#### 4.6.2 №2 ұңғыманың температуралық өрістерін тұрақты және мерзімді режимде жылыту кабелінің жұмысы кезінде зерттеу

Ұқсас зерттеу мұнайдың параметрлері мен қасиеттері жоғарыда қарастырылған ұңғымадан ерекшеленетін екінші ұңғыма үшін берілді (9-кестені қараңыз). Жұмыста №2 ұңғымаға арналған жылыту кабелінің меншікті қуаты анықталды, ол 28.6 Вт/м құрады.

4.17-суреттен бүкіл жылыту аймағындағы температура кабельдің үздіксіз жұмысының 6 сағатынан кейін 27 °С -тан асатынын көруге болады.



4.17 Сурет – Қыздыру және салқындату кезінде ұңғыма сағасындағы температураның уақыт бойынша таралуы

Келесі 6 сағат ішінде сағадағы температура шамамен 13 °С-қа көтеріледі, ал 24 сағат ішінде ол 45 °С-қа жетеді. Жылыту кабелін өшірген кезде ауызға жақын температура бірінші сағат ішінде шамамен 5 °С төмендейді. Содан кейін салқындату анағұрлым қарқынды жүреді және келесі сағаттарда ұңғыма 3 сағат ішінде 12.5 °С -қа, ал 7 сағат ішінде тағы 14 °С -қа салқындатылады, он сағат ішінде сағадағы температура 45-тен 11°С -қа дейін төмендеді, ал салқындату жылдамдығы барлық уақытта шамамен 3,4 °С/сағ болды.

Циклдік қыздыру мен салқындатудың келесі режимдері қарастырылды: 7/4, 7/3, 8/4, 8/3. Сандық эксперименттер алдыңғы параграфта қарастырылған ұңғыманы зерттеуге ұқсас жүргізілді. Уақыт бойынша әр қадамда ұңғымадағы температура өрістері, минималды, максималды және орташа температура алынды. Зерттеу нәтижелері 15-кестеде келтірілген.

15 Кесте – №2 ұңғымаға арналған жылыту кабелінің жұмыс режимдері

№	Режим	Қызд. уақыты, сағ	Салқ. уақыты,сағ	Орташа тәуліктік энергияны тұтыну, кВт/тәул	Tmax, °C	Tmin, °C	Tор, °C
1	7/4	7	4	662.2	41.9	21.5	30
2	7/3	7	3	722.4	42.2	26.2	31.4
3	8/4	8	4	688	43	21.6	31.8
4	8/3	8	3	756.8	43.2	26.5	32.5

Қарастырылғандардың ішіндегі ең энергия үнемдейтін режим-7/4, онда жылыту 7 сағат ішінде жүзеге асырылады, содан кейін кабель 4 сағат бойы сөніп, салқындатылады. Бұл режимде салқындату циклінің соңындағы температура 21.5°С дейін төмендейді. Осыған сүйене отырып, температура 26°С -тан төмендемейтін қыздыру режимін таңдаған жөн.

Қондырғының жұмысының температуралық режимдерін есептеу нәтижелері бойынша қондырғының жұмыс режимін енгізу туралы шешім қабылданды, онда 8 сағат қызады, содан кейін 3 сағат салқындатылады (4.18-сурет).

Бұл режимде сағадағы СКҚ температурасы 26.5°С-тан төмен түспейді және орташа есеппен 32.5°С құрайды.

Режимді енгізгеннен кейін ұңғыманың және термоэлектрлік қондырғының параметрлерін бақылау қажет. Ұңғымада парафинді шөгінділердің белгілері пайда болған кезде салқындату уақытын кем дегенде 1 сағатқа азайту қажеттілігі туралы ұсыныстар беріледі. Қыздыру уақытының ұлғаюы температура көрсеткіштерінің айтарлықтай жақсаруына әкелмейді, сондықтан кабельді өшіру уақытын азайту оңтайлы.

Жоғарыда алынған нәтижелерге сүйене отырып, №2 ұңғыма үшін термоэлектрлік қондырғы жұмысының келесі параметрлері энергияны үнемдейтін режим ретінде ұсынылды:



4.18 Сурет – 8/3 жылыту кабелінің жұмыс режимі кезінде ұңғыманың сағасындағы температураның таралуы

Жұмыс уақыты = 8 сағ, салқындату уақыты = 3 сағ

Бұл жұмыс режимінде орташа тәуліктік энергия тұтыну 1032-ден 722.4 кВт×сағ-қа дейін төмендейді және электр энергиясын үнемдеу 309.6 кВт×сағ немесе жылына шамамен 113 МВт×сағ құрайды. Жылыту кабелінің мерзімді жұмыс режимін іске асыру екі ұңғымадан жылына шамамен 287 МВт×сағ электр энергиясын үнемдеуге мүмкіндік береді.

#### 4.7 Жылыту технологиясын пайдаланудың экономикалық тиімділігі

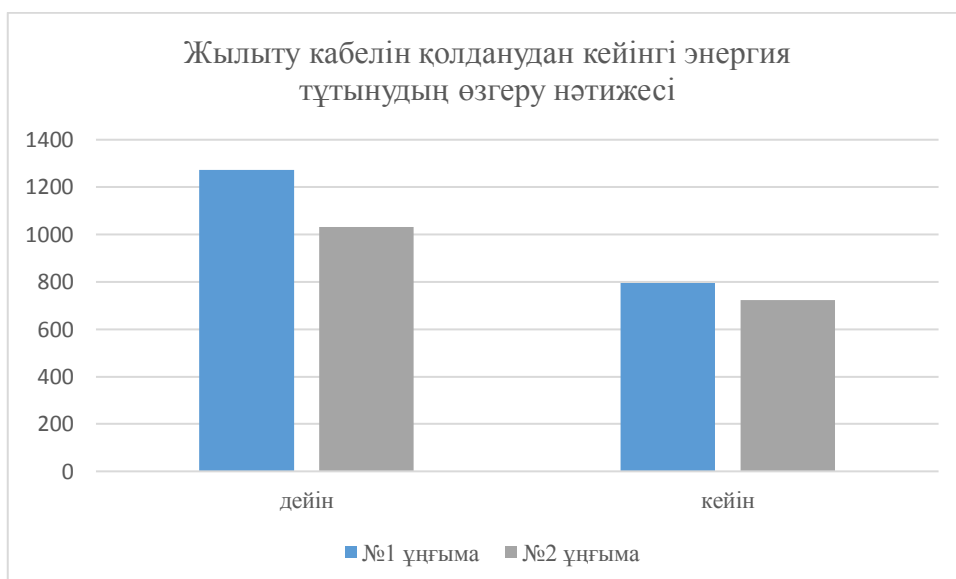
Жаңа жабдықты құру және оны енгізу материалдық және қаржылай шығындармен байланысты болып табылады. Сондықтан жаңа жабдықты енгізу мен әзірлеудің маңыздылығы, сондай-ақ оны нақты өндіріс жағдайында қолдану техникалық-экономикалық тиімділікті растауды талап етеді. Қолданылатын қондырғыны қолдану нәтижелігі жобаның өзіндік құнымен және базалық қондырғының нақты шығындарымен салыстырылады. Көп жағдайда экономикалық тиімділікті анықтағанда, болжанатын немесе жоспарлық нәтижелердің өзгеруіне себеп болатын өзгерістерді есептейді.

Жұмыста ұсынылған жылыту кабелін СКҚ-ның ішіне түсіріп жылыту және үздіксіз емес, периодты түрде жылыту-қыздыру операцияларын жүргізіп отыру кен орынындағы АШПШ-ға байланысты туындайтын шығындармен азайтумен қатар, электр энергиясын үнемдеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жылыту кабелін қолданудың нәтижесінде мұнай дебитінің де артуын байқасақ болады. Техникалық қызмет көрсету, жөндеу мерзімдерін азайтады

және оларға жұмсалатын шығындарды азайтады. Мысалы, бірінші ұңғыманың жұмыс режимінде қуат тұтыну тәулігіне 1272-ден 795 кВт-қа дейін төмендейді, ал екінші ұңғыманың жұмыс режимінде орташа тәуліктік энергия тұтыну 1032-ден 722.4 кВт×сағ-қа дейін төмендейді. Бұл өз кезегінде, жылыту кабелінің мерзімді жұмыс режимін іске асыру екі ұңғымадан жылына шамамен 287 МВт×сағ электр энергиясын үнемдеуге мүмкіндік береді. Нәтижелері 4.19 және 4.20-суреттерде бейнелген.



4.19 Сурет – Жылыту кабелін қолданудан кейінгі дебиттің өзгеру нәтижесі



4.20 Сурет – Жылыту кабелін қолданудан кейінгі энергия тұтынудың өзгеру нәтижесі

## ҚОРЫТЫНДЫ

Ұсынылған магистрлік жұмысында Өзен кен орны жағдайында ұңғымалардың жұмысына талдау, оңтайландыру жұмыстарын жүргізу, ұңғымалардың ағымдағы дебитін ұлғайту бойынша іс-шараларды ұйымдастыру барысында мына мәселелер зерттелінді:

– Өзен кен орнының геологиялық құрылымы зерттелініп, ондағы өндірілетін мұнайдың негізгі физикалық қасиеттерді зерттелінді;

– Ортадан тепкіш сораптарды пайдалану барысында кездесетін факторларды зерттеп және олардың алдын-алу мүмкіншіліктері қарастырылды;

– Бұл жұмыста ортадан тепкіш сораптың тиімділігін арттыру мақсатында асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділермен күресу жолдары қарастырылды;

– Асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділерді жою мақсатында қолданылуы мүмкін болатын жылулық технологияны ұсынылды;

– Қыздыру кабелін СКҚ-ның ішіне орнатудың ерекшеліктері мен артықшылықтары баяндалды;

– Қыздыру кабелінің мұнай ұңғымасындағы жылу және масса алмасу процестерінің кеңістіктік математикалық моделі жасалынды;

– ANSYS бағдарламалық кешені арқылы қыздыру кабелінің қажетті сипаттамаларын таңдауға әзірленген дифференциалдық тендеулер шешілді;

– ОТСҚ-ның жұмысын жақсарту мақсатында қыздыру кабелін қолданудың оңтайлы режимі есептелінді.

Қыздыру кабелін қолдану ортадан тепкіш сораптың тиімділігін, дебитін және техникалық көрсеткіштерін арттырып қана қоймай, электр энергиясын үнемдеуге мүмкіншілік беретіні анықталды. Зерттелінген жылыту кабелінің мерзімді жұмыс режимін іске асыру екі ұңғымадан жылына шамамен 287 МВт×сағ электр энергиясын үнемдеуге мүмкіндік береді.

Қорытындылай келе, ортадан тепкіш сораптарды пайдаланатын ұңғымаларда кездесетін қиыншылықтарды қарастыра отырып, ішінен қазіргі уақытта өзекті мәселе - асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділердің алдын-алу және жою мәселелесін қарастырдық. АШПШ-мен күресуде Өзен кен орындары үшін техникалық және экономикалық көрсеткіштерді арттыруға мүмкіндік береді. Осылайша, жүргізілген зерттеулер жиынтығы және алынған нәтижелерді талдау қыздыру кабелін СКҚ-ның ішіне орнатуға және оңтайлы режимде қолдануды кеңінен қолдануға болатынын көрсетті.

## ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Б.Т. Муллаев, А.Ж. Абитова, О.Б. Саенко, Б.Ж. Туркпенбаева «Месторождение Узень. Проблемы и решения» в 2-х томах Алматы: Нур-Принт, 2016. I том
- 2 Богданов А.А., Розанцев В.Р., Холодняк А.Ю. Напорная характеристика погружного центробежного насоса при работе на вязких жидкостях и нефте-водяных эмульсиях// Нефтепромысл. дело, ВНИИОЭНГ.- 1972, №12.- с.34-36.
- 3 Зейгман Ю.В., Гумеров О.А., Генералов И.В. Выбор оборудования и режима работы скважин с установками штанговых и электроцентробежных насосов// Учеб. пособие.- Уфа: Изд-во УГНТУ, 2000.- 120с.
- 4 Аббакумова, Н.А. Выявление причин неуспешности технологий увеличения нефтеотдачи / Н.А. Аббакумова, Л.М. Петрова, Т.Р. Фосс, Г.В. Романов // Материалы Межд. научно-практической конф. «Повышение нефтеотдачи пластов на поздней стадии разработки нефтяных месторождений и комплексное освоение высоковязких нефтей и природных битумов». Казань: Издво «ФЭН» АН РТ. – 2007.
- 5 Агаев С.Г., Землянская Е.О., Гульятеев С.В. Парафиновые отложения Верхнесалатского месторождения нефти Томской области // Нефтепереработка и нефтехимия. 2006. №3. С. 8-12.
- 6 Баймухаметов М.К. Совершенствование технологий борьбы с АСПО в нефтепромысловых системах на месторождениях Башкортостана. Автореферат диссертации на соискание учёной степени к.т.н. Уфа, 2005.
- 7 Губайдуллин, А. А. Компьютерное моделирование процессов в оснащенной электроцентробежными насосами нефтегазовой скважине / А. А. Губайдуллин, Н. Г. Мусакаев, С. Л. Бородин // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2010. – № 5. – С. 59-65.
- 8 Гумеров, Р. Р. Анализ причин образования асфальто-смоло-парафиновых отложений на Приобском месторождении / Р. Р. Гумеров, М. Н. Рахимов, А. Р. Филиппова // Экологические проблемы нефтедобычи - 2014: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. с элементами науч. шк. для молодёжи: сб. науч. ст. - Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2014. – С. 85 - 86.
- 9 Гумеров, Р. Р. Сравнительный анализ технологий по предупреждению и удалению АСПО и матрица их применения на месторождениях ОАО «Газпром нефть» / Р. Р. Гумеров, М. Н. Рахимов, В. В. Рагулин // Нефтегазовое дело. - 2011. - Т.9, № 2. - С. 87-90.
- 10 Каменщиков Ф. А. Тепловая депарафинизация скважин. – М. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 253с.
- 11 Пономарев Р.Н. Аварийные отказы оборудования УЭЦН и разработка мероприятий по их устранению: дис. Канд. технических наук: 61:07- 5/852. - Уфа, 2006.



12 Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти: Учебное пособие для вузов. — М: М71 ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. — 816 с. ISBN 57246-0234-2.

13 Ивановский В.Н., Дарищев В.И., Сабиров А.А., Каштанов В.С., Пекин С.С. Оборудование для добычи нефти и газа: В 2 ч. — М: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им И. М. Губкина, 2002. - Ч. 1. — 768 с.: ил \ISBN 5- 7246-0180-Х.

14 Сафиуллин Р.Р., Матвеев Ю.Г., Бурцев Е.А. Анализ работы установок электроцентробежных насосов и технические методы повышения их надежности – Уфа: издательство УГНТУ, 2011 – 90 с

15 Потапов А.В. Инструкция по запуску, выводу на режим и эксплуатации скважин оборудованных ОТСК. - Томск: 2010.

16 ГОСТ Р 51858-2002 Нефть. Общие технические условия. Введ. 2002-07-01. М.: Стандартиформ, 2002. – 11 с.

17 Хасанов Э.М., Кагарманов И.И., Пупченко И.Н. Особенности эксплуатации УЭЦН: Уч. пособие. - Самара: ИД «РОСИНГ», 2006. - 216 с.

18 Ибрагимов, Н.Г. Осложнения в нефтедобыче / Н.Г. Ибрагимов, А.Р. Хафизов, В.В. Шайдаков. – Уфа: ООО Изд-во науч.-техн. лит. “Монография”, 2003. – 302 с.

19 Ерофеев А.А., Турбаков М.С., Мордвинов В.А. К расчету распределения температуры насыщения нефти парафином в добывающих скважинах Сибирского нефтяного месторождения // Вестник Пермского государственного технического университета. Геология, геоинформационные системы, горно-нефтяное дело. – 2010. – № 5. – С. 57–60.

20 Ковригин Л.А. Температурное поле нагревательного кабеля в нефтяной скважине / Н.М. Труфанова, А.Е. Буренков, В.В. Смильгевич. // Информационные управляющие системы: Межвуз. Сб. науч. Тр./ Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 2001, с.143-145.

**РЕЦЕНЗИЯ**

Магистрлік диссертацияға  
(жұмыстың аты)

Меңдіғалиева Гүлмира Тыныштыққызына  
(магистранттың А.Ж.Т.)

7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың цифрлық инженериясы  
(мамандық атауы және шифры)

Тақырыбы: Өзен мұнай-газ кен орны жағдайында батырылатын электрлік ортадан тепкіш сораптарын пайдалану тиімділігін арттыру бойынша іс-шараларды зерттеу және әзірлеу

1. Графикалық/демонстрациялық бөлімі 15 слайдта
2. Магистрлік диссертацияның жазбаша түсініктемесі - 55 бетте

Диссертациялық зерттеу тақырыбы – мұнай өндіру саласының өзекті мәселесін шешуге арналған. Ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды пайдаланатын ұңғымаларды игеруді қиындататын мәселелердің бірі – сорапты компрессорлы құбыр ішінде асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділердің түзілуі болып табылады. Мұнай өндіру кезінде асфальтты-шайырлы-парафинді шөгінділерді жою және алдын-алу үшін теориялық зерттеулер жүргізіліп, нәтижесінде технологиялық шаралар мен оңтайлы шешімдер ұсынылған. Диссертацияда ұсынылған: ұңғымаларда жылулық технологиясын қолдану және оңтайлы режимді таңдау сияқты шешімдер парафиннің түзілу мөлшері жоғары ұңғымалар үшін өте өзекті деп есептеймін.

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 екертулер жоқ.

**Жұмыстың бағасы**

Диссертациялық жұмыс жоғары ғылыми-әдістемелік деңгейінде орындалған, қойылған мақсаттар мен міндеттерге қол жеткізілді, мазмұны мен безендірілуі нормативтік құжаттардың талаптарына сай орындалған.

Магистрант Меңдіғалиева Гүлмира Тыныштыққызының біліктілігі мен ғылыми деңгейі «Техника ғылымдарының магистрі» атаққа лайық, ал оның диссертациясы – «92%» - пайызбен бағалауға болады.

**Рецензент**

техн. ғыл. канд., доцент АЭЖБУ

Мусабеков Р.А.

«31» маусым 2022 г.



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Меңдіғалиева Гүлмира Тыныштыққызы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Магистерская диссертация

**Название работы:** Өзен мұнай-газ кен орны жағдайында батырылатын электрлік ортадан тепкіш сораптарын пайдалану тиімділігін арттыру бойынша іс-шараларды зерттеу және әзірлеу

**Научный руководитель:** Асем Утегенова

**Коэффициент Подобия 1:** 5.4

**Коэффициент Подобия 2:** 2.5

**Микропробелы:** 18

**Знаки из здругих алфавитов:** 27

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 2

**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 30.05.2022  
Жулмашева А.С

 проверяющий эксперт



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Меңдіғалиева Гүлмира Тыныштыққызы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Магистерская диссертация

**Название работы:** Өзен мұнай-газ кен орны жағдайында батырылатын электрлік ортадан тепкіш сораптарын пайдалану тиімділігін арттыру бойынша іс-шараларды зерттеу және әзірлеу

**Научный руководитель:** Асем Утегенова

**Коэффициент Подобия 1:** 5.4

**Коэффициент Подобия 2:** 2.5

**Микропробелы:** 18

**Знаки из других алфавитов:** 27

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 2

**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

31.05.22

Заведующий кафедрой

