

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

«Технологиялық машиналар, көлік және логистика» кафедрасы

Сүйеубаева Ботакөз Темірбекқызы

**Штангалы ұңғылық сораптық қондырғыны жоғары суланған
ұңғымаларда пайдалану тиімділігін арттыру**

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

ӘОЖ 622.276.56

Қолжазба құқығында

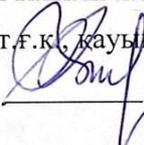
Сүйеубаева Ботакөз Темірбекқызы

Техника ғылымдарының магистрі академиялық дәрежесін алу үшін
дайындалған

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация атауы Штангалы ұңғылық сораптық қондырғыны
жоғары суланған ұңғымаларда пайдалану
тиімділігін арттыру

Дайындау бағыты 7M07111 – «Машиналар мен жабдықтардың
сандық инженериясы»

Ғылыми жетекші,
т.ғ.к., қауымдастырылған профессор

Калиев Б.З.

Пікір беруші,
т.ғ.к., доцент

Мусабеков Р.А.

Норма оқылаушы,
т.ғ.к., ассистент-профессор

Бортебаев С.А.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазННТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт Metallургии и
Промышленной инженерии

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі
Технологиялық машиналар, көлік
және логистика
т.ғ.к., қауымдастырылған профессор


Елемесов К.К.
“18” 08 2021ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Институт Metallургия және өнеркәсіптік инженерия

Кафедра Технологиялық машиналар, көлік және логистика

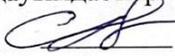
7M07111-Технологиялық машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

Технологиялық машиналар, көлік
және логистика

т.ғ.к., қауымдастырылған профессор

 Елемесов К.К.

“05” желтоқсан 2019ж.

**Магистрлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА**

Магистрант Сүйеубаева Ботакөз Темірбекқызы

Тақырыбы Штангалы ұңғылық сораптық қондырғыны жоғары суланған ұңғымаларда пайдалану тиімділігін арттыру

Университет Ректорының "3" желтоқсан 2019 жылғы № 435-м бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2021 жылғы "15" маусым

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Сұлы мұнайды өндіруге арналған штангалық сораптың

конструкциясын талдау, жер асты жабдықтары арқылы ағу себебін және оның жер асты жабдықтарына әсерін зерттеу;

б) Жоғары суланған ұңғымаларда штангалардың үзілуі мен бетінде жарықтардың пайда болуының артуына сағалық аймағының сулануының әсерін зерттеу;

в) Ұңғымалардың жерасты жабдықтарының жөндеу аралық кезеңін, өнімділігін ұлғайту бойынша техникалық-технологиялық шешімдерді әзірлеу;

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1 Адонин, А. Н. Процессы глубиннонасосной нефтедобычи. - М. : Недра, 1964.

2 Абрашин, А. А. Обрывы насосных штанг и пути их уменьшения / А. А. Абрашин, Е. И. Гординекий, Х. Г. Давлетшин, В. А. Мордвино, А. Х. Шарипов // «Нефтепромысловое дело». - 1970.

3 Антипин, Ю. В. Предотвращение осложнений при добыче обводненной нефти / Ю. В. Антипин, М. Д. Валеев. - Уфа : Башкирское книжное издательство, 1987

4 Газаров, А. Г. К вопросу усталостно-коррозионного износа глубиннонасосного оборудования // А. Г. Газаров, А. Р. Энштейн, В. Е. Андреев // Методы увеличения нефтеотдачи трудноизвлекаемых запасов. Проблемы и решения. - Вып. 4. - Уфа: Изд-во «Монография», 2003.

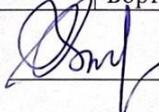
5 Бахтизин Р.Н. Влияние формы регулярного микрорельефа поверхности плунжера на утечки в штанговом скважинном насосе / Бахтизин, Р.Н., Уразаков К.Р., Латыпов Б.М., Ишмухаметов Б.Х., Нарбутовских А.Ю. // Нефтяное хозяйство. 2017.

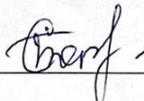
Магистрлік диссертацияны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
1.Штангалық ұңғылық сорапты қондырғыны жоғары суланған ұңғымаларда пайдалану ерекшелігі	06.01.2020	
2.Штангалық ұңғылық сорапты қондырғының жерасты жабдықтарының істен шығуына дейінгі ұңғыма өнімінің сулану әсерін талдау	09.04.2020	
3.Жоғары суланған көлбеу бағытталған ұңғымалар жағдайында штангалық ұңғымалық сорғы қондырғыларын қолдану тиімділігін зерттеу	01.10.2020	
4. Коррозиялық ортаның металл бетіне әсерін шектеу жөніндегі техникалық құралдарды және сорғы конструкциясын әзірлеу	15.04.2021	

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 Штангалық ұңғылық сорапты қондырғыны жоғары суланған ұңғымаларда пайдалану ерекшелігі	т.ғ.к., қауымдастырлған профессор Калиев Б.З.	06.01.2020	
2 Штангалық ұңғылық сорапты қондырғының жерасты жабдықтарының істен шығуына дейінгі ұңғыма өнімінің сулану әсерін талдау	т.ғ.к., қауымдастырлған профессор Калиев Б.З.	09.04.2020	
3 Жоғары суланған келбеу бағытталған ұңғымалар жағдайында штангалық ұңғымалық сорғы қондырғыларын қолдану тиімділігін зерттеу	т.ғ.к., қауымдастырлған профессор Калиев Б.З.	01.10.2020	
4 Коррозиялық ортаның металл бетіне әсерін шектеу жөніндегі техникалық құралдарды және сорғы конструкциясын әзірлеу	т.ғ.к., қауымдастырлған профессор Калиев Б.З.	15.04.2021	
Норма бақылаушы	т.ғ.к., ассистент- профессор Бортебаев С.А.	15.06.2021	

Ғылыми жетекші:  Калиев Б.З.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы:  Сүйеубаева Б.Т.

Күні: "15" "06" 20__ж.

АНДАТПА

Бұл диссертациялық жұмыста жоғары суланған ұңғымаларда штангалық сораптық қондырығы пайдалану тиімділігін арттыру бойынша бірқатар жұмыстар атқарылды. Сулы мұнайды өндіруге арналған штангалық сораптың конструкциясын талдау, плунжер жұбы арқылы сұйықтықтың ағуын және суланудың штангалар бағанының үзілуінің статистикалық деректерінің өсуіне әсерін анықтау үшін зерттеу жұмыстары жүргізіліп, ұңғымалардың жерасты жабдықтарының жөндеу аралық кезеңін ұлғайту бойынша техникалық-технологиялық шешімдерді әзірлеуге, штангалы сораптың плунжер жұбы арқылы сұйықтықтың ағуын төмендетуге бағытталған іс-шараларды әзірленді.

АННОТАЦИЯ

В данной диссертационной работе проведен ряд работ по повышению эффективности использования штанговых насосных установок в высокообводненных скважинах. Для выявления влияния обводнения на рост статистических данных обрыв колонны штанг и утечек жидкости через плунжерную пару путем анализа конструкции штангового насоса для добычи водной нефти проведены исследовательские работы, разработаны технико-технологические решения по увеличению межремонтного периода подземного оборудования скважин, разработаны мероприятия, направленные на снижение оттока жидкости через плунжерную пару штангового насоса.

ANNOTATION

In this dissertation work, a number of works were carried out to improve the efficiency of using rod pumping units in high-water wells. To identify the impact of flooding on the growth of statistical data, the breakage of the rod column and fluid leaks through the plunger pair by analyzing the design of the rod pump for water oil production, research works were carried out, technical and technological solutions were developed to increase the inter-repair period of underground well equipment, measures were developed to reduce the outflow of liquid through the plunger pair of the rod pump.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Штангалық ұңғылық сорапты қондырғыны жоғары суланған ұңғымаларда пайдалану ерекшелігі	10
1.1 Штангалық сораптың жоғары сулы мұнайды өндіру жағдайында жұмыс істеу тиімділігі	10
1.2 Металл құрылымына коррозияның әсер ету ерекшеліктері	11
1.3 Сұйықтықтың сорап бойымен ағып кетуіне әртүрлі факторлардың әсері	16
2 Штангалық ұңғылық сорапты қондырғысының жерасты жабдығының істен шығуына дейін ұңғыма өнімінің сулану әсерін талдау	22
2.1 Көлбеу бағытталған ұңғымалар өнімінің сулануының штанга бағанының істен шыққанға дейінгі жұмысына әсері	22
2.2 Алынатын сұйықтық пен ілеспе газдың құрамының штангалар бағанының коррозиялық процестерінің өсуіне әсері	26
3 Жоғары суланған көлбеу бағытталған ұңғымалар жағдайында штангалық ұңғымалық сорғы қондырғыларын қолдану тиімділігін зерттеу	29
3.1 Штангалық ұңғылық сорапты түсіру тереңдігі мен жетек параметрлерінің штангалардың үзілу жиілігіне және ұңғымалардағы жер асты жабдықтарының жөндеу аралық кезеңіне әсері	29
4 Коррозиялық ортаның металл бетіне әсерін шектеу жөніндегі техникалық құралдарды және сорғы конструкциясын әзірлеу	36
4.1 Штангалар бағанының бетіне коррозиялық ортаның әсерін шектеу және муфталық қосылыстарды нығайту бойынша техникалық құралдарды әзірлеу	36
4.2 Штангалық сораптың құрылымын жетілдіру	39
Қорытынды	52
Пайдаланылған әдебиеттер	53

КІРІСПЕ

Қазақстанның көптеген мұнай кен орындарында мұнай өндіру деңгейін ұстап тұру үшін технологиялық және геологиялық іс-шаралар кешені жүргізетіндіктен игерудің кеш сатысы тән. Қабат қысымын сақтау үшін өндірілген су айдалады, сол себепті кен орынында 85%-тен көп су құрайтын жоғары суланған мұнай өндіріледі. Осы себепті өндірілетін ұңғымалар төменгі ұңғымалар санатына кіреді. Ұңғыма өнімінің сулануы штангалық ұңғылық сорапты қондырғыларын (ШҰСҚ) пайдалану кезінде динамикалық ауыспалы жүктемелермен бірге өзінің бұзушы әсерін күшейтетін штангалар бағанасының коррозиялық процестерінің дамуына ықпал етеді. ШҰСҚ қолдану шарттары мен оларды пайдалану тәжірибесі барысында штанга материалында шаршау процестерінің дамуы (динамикалық жүктемелер мен коррозияның жиынтық әсерінен) терең сорап жабдықтарының бұзылуына мен істен шығуына әкеледі және оларға әртүрлі факторлардың әсер ететіндігін көрсетеді. Мұндай факторларға ұңғыма өнімдерінің сулануы, ілеспе судың минералдануы, штанга бағанының материалы, ұңғыма бағанының көлбеу орналасуы (үйкеліс пен коррозияның әсері), сулану (мезгіл-мезгіл жұмыс істейтін қорда, сорап арқылы ағып кетуіне байланысты). Сондай-ақ, сорғылардың түсу тереңдігінің жоғарылауымен сорғылардың жұмыс органдарындағы қысымның төмендеуі едәуір артатыны белгілі, бұл металдың коррозиясына әсер ететін плунжер жұбы арқылы сұйықтықтың ағып кетуін арттыратын көлемді жұмыс принципі сорғыларының пайдалы әсер ету коэффициентіне теріс әсер етеді. Процесс сорап арқылы штанга бетіне қабат сұйықтығының таралуымен сипатталады.

ШҰСҚ пайдалану кезінде пайда болатын жалпы істен шығулардың 17%-і штанга бағанының үзілуі құрайды. Сонымен бірге, жоғары суланған ұңғыма қорының жұмысын талдау кезінде штангалық баған үзілістерінің көптігі периодты режимде жұмыс істейтін ұңғымаларға тән екендігі анықталды, ал негізгі үзіліс аймағы ұңғыма сағасына жақын аралық болып табылады. Үзілген штанга бөлшектерін бөліп алу операциясы ұзақ және қымбат жұмыстардың бірі болып табылады, сондықтан штангалық сорғы қондырғыларымен жабдықталған және ловильді жұмыстарды жүргізудің тиімсіздігіне байланысты штангалық тізбектің үзілуіне немесе бұралуына әкелетін суланған ұңғыма қорының үлесі тұрақты түрде артып келеді.

ШҰСҚ-мен жабдықталған жоғары сулы ұңғымаларды пайдаланудың жоғарыда аталған проблемалары сорғының берілісін және ұңғымалардың жөндеуаралық кезеңін арттыруға мүмкіндік беретін штангалық сораптың құрылымын жетілдіру бойынша шешімдерді іздеу қажеттілігіне алып келеді.

Зерттеу мақсаты: ұңғымалардың жоғары су қорында штангалық сорғы қондырғыларының жерасты жабдықтарының пайдалану көрсеткіштерін арттыру бойынша техникалық-технологиялық шешімдерді әзірлеу.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесідей міндеттерді шешу қажет:

1. Сулы мұнайды өндіруге арналған штангалық сораптың

конструкциясын талдау, плунжер жұбы арқылы сұйықтықтың ағуын және суланудың штангалар бағанының үзілуінің статистикалық деректерінің өсуіне әсерін анықтау үшін зерттеу жұмыстары;

2. Жоғары суланған ұңғымадағы штангалар бағанының сағалық аймағының сулануының штангалардың үзілуі мен бетінде жарықтардың пайда болуының артуына әсерін зерттеу;

3. ШҰСҚ-мен жабдықталған жоғары сулы көлбеу бағытталған ұңғымалардың жерасты жабдықтарының жөндеу аралық кезеңін ұлғайту бойынша техникалық-технологиялық шешімдерді әзірлеу.

4. Штангалы сораптың плунжер жұбы арқылы сұйықтықтың ағуын төмендетуге бағытталған іс-шараларды әзірлеу.

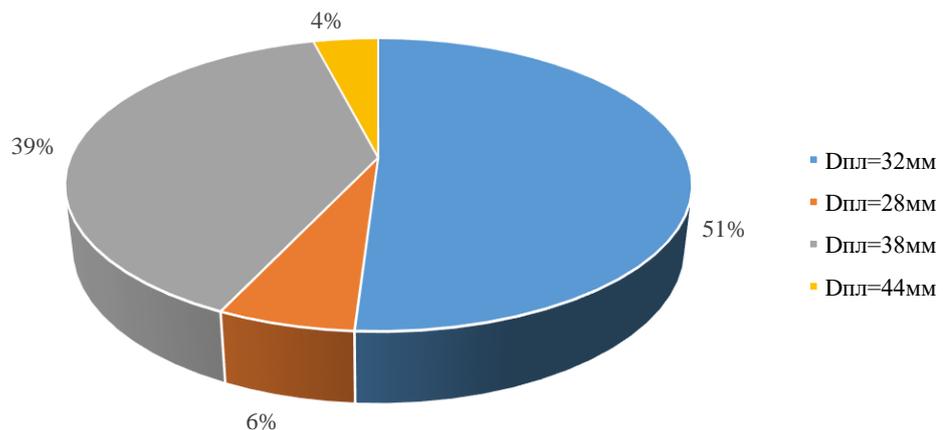
1 Штангалық ұңғылық сорапты қондырғыны жоғары суланған ұңғымаларда пайдалану ерекшелігі

1.1 Штангалық сораптың жоғары сулы мұнайды өндіру жағдайында жұмыс істеу тиімділігі

Қазіргі уақытта кәсіпшілік жабдықтарды, бірінші кезекте тереңдік сораптарды, сорапты-компрессорлық құбырларды, сорап штангілерін және т.б. қызмет көрсетуге, таңдауға және сатып алуға арналған шығындарды қысқарту өзекті болып табылады, өйткені олар барынша тозуға бейім және олардың жай-күйіне штангалы сорап қондырғысының берілісі тәуелді. Алайда, өндірушілер енгізген өндіріс технологиясының белгілі жетілдірілуіне қарамастан, сораптардың қызмет ету мерзімі өсіп қана қоймай төмендеу үрдісі де байқалды. Тереңдік сораптардың қызмет ету мерзімінің төмендеуінің себебі оларды пайдалану жағдайларының үздіксіз нашарлауы болып табылады. Бұл ШҰС-тың түсу тереңдігінің артуымен, ұңғымалардың үдемелі сулануымен, сұйықтықтың коррозиялық қасиеттерінің жоғарылауымен және т. б. байланысты.

Өндірісте тереңдік сорапты пайдалану кезінде плунжер жұбында, штангалық тізбекте тозу болады, плунжер мен цилиндр арасындағы саңылау үлкейеді, нәтижесінде сораптық қондырғының берілісінің төмендеуіне әкеледі және өндірілетін сұйықтықтың төмендеуі артады.

"Өзенмұнайгаз" АҚ-да штангалық ұңғымалық сорғы қондырғысын (ШҰСҚ) пайдалану кезінде штанга тізбегінің бұралу және үзілу түрінде істен шығу проблемасы қазіргі уақытта да өзекті болып табылатынын, әсіресе ұңғымалар өнімінің орташа сулануы қазіргі уақытта штанга бағанына әсер ететін коррозиялық процестер мен жүктемелерді елеулі ұлғайтатынын ескере отырып, анықтады. ШҰСҚ ең әлсіз элементі – сорап жетегінен плунжерге ілгерінді-кейінді қозғалысты беретін штанга тізбегі болып табылады.



1 Сурет – «ӨзенМұнайГаз» АҚ-да ШҰС таралуы

Диаграммадан штангалық ұңғылық сораптың негізгі үлесі диаметрі 32 және 38 миллиметр сорғылар екенін көруге болады, бұл олардың негізінен

орташа өнімді (өнімділігі 10-20 м³/тәул) ұңғымаларда қолданылуына байланысты. Штангалардың бағанасы үздіксіз ауыспалы жүктемелерге ұшырайды, бұл тізбек бөліктерінің созылуының, қысылуының және бұралуының негізгі себебі болып табылады, нәтижесінде олардың сынуы пайда болады[6]. Бұл істен шығулар көптеген факторларға: ұңғыма оқпанының иілу бұрышына, штангалар тізбегінің орналасуына, сорап плунжерінің өлшемі мен түсіру тереңдігіне және өндірілетін сұйықтықтың меншікті салмағына байланысты. Пайдаланатын штангаларды үш түрге бөледі: жаңа штанга, жөнделген және ескі штанга. Жөнделген штанга – бұл жаңа штанга, істен шыққанға дейін (үзілу немесе кері бұралуы) штанга тізбегінде пайдаланылған, кейіннен геометриялық өлшемдер мен микродефектілердің болуы себебінен қалпына келтіру нормаларынан өткен және осы нәтижелер бойынша кезекті ұңғымаға пайдалануға қайта жіберілген штанга. Ескі штанга, жөнделген штанга сияқты кезекті ақауды тексеруден, оны жөндеп пайдалануға жіберуді қамтиды, яғни бұл штанга түрі жөндеуден кейін де пайдалануға келеді, келесі қабылдамауды және кейіннен пайдалану ұңғымасына түсуді қамтиды. Сол себепті сорап штангасы пайдалану барысында толықтай істен шыққанға дейін (деформация немесе үзілу) үш этаптан өтеді: жаңа, жөнделген, ескі штанга.

1.2 Металл құрылымына коррозияның әсер ету ерекшеліктері

Металл коррозиясы металл коррозиялық ортамен, атап айтқанда минералданған (қабатты) сумен жанасатын барлық жағдайларда орын алады, бұл ретте металл жүктеменің дәрежесі мен сипатына байланысты конструкциялық бұйымдардың (штангалар, құбырлар және т.б.) деформациялануына немесе бұзылуына әкеп соқтыратын шаршаңқы бүлінуге ұшырайды. Штангалық тереңдік сорап қондырғыларын пайдалану кезінде, әсіресе ұңғымалар өнімінің сулануы 80% - дан асқан кезде, штангалық баған коррозиялық процестердің жиынтық әсеріне және ауыспалы жүктемелердің жоғарылауына ұшырайды, бұл металдың коррозиялық шаршауына әкеледі. Мерзімді ауыспалы динамикалық жүктемелер мен коррозияның әсерінен металдың бұзылуы металдардың коррозиялық шаршауы деп аталады[4]. Металл құрылымының бұзылуының ұсынылған түрі коррозияның басқа түрлерінің арасында жиі кездеседі. Металл коррозиялық ортада біраз уақыт болған кезде, құрылым оның төзімділік шегінің төмендеуіне байланысты қалыпты кернеулерге төтеп бермейді. Металдың коррозиялық шаршауы металды ішінен бұзатын интеркристаллитті және транскристаллитті жарықтардың (астық шекаралары бойымен) дамуымен бірге жүреді. Жарықтардың дамуы, негізінен, металл конструкциясы жүктемені сезінген кезде жүреді. Коррозиялық орта металдың ашық бетіне еркін қол жеткізе алатындықтан, ол беткі жарықтар арқылы металға терең еніп, ыдырауды күшейтеді. Коррозиялық шаршау мөлшеріне жұмыс ортасының қасиеттері, жүктеме параметрлері айтарлықтай әсер етеді(негізгі металдағы қоспалардың мөлшері, температура және т.б.).

ШҰСҚ-ны жоғары сулы қорда қолдану тәжірибесі штангалар бағанасының ең көп үзілісі сағалық аймағында болатындығын көрсетеді. Бұл факт штанга бағанының материалының электрохимиялық коррозия мәселелерін зерттеу қажеттілігінің себептерінің бірі болып табылады, мұнда газ және сұйық қоспасы коррозиялық орта ретінде күшті электролит болып табылатын қабат суының басым болуымен әрекет етеді, ал қабат суларының химиялық талдауы иондардың: хлор, кальций және карбонаттардың басым болуын көрсетеді. Қолда бар мәліметтерге сәйкес, металдардың электрохимиялық коррозия проблемасын егжей-тегжейлі зерттеу үшін штангалық ұңғымалық сорғы қондырғыларын ұқсас қолдану жағдайында осы коррозияға ықпал ететін факторларды талдау жүзеге асырылады.

Құрлықтағы мұнай мен газ кен орындары жер асты (НКТ, штангалар, шегендеу тізбегі) және жер үсті (ағын желілері, коллекторлар) жабдықтары мен құбыржолдары қатты коррозиясына ұшырайды, өйткені ұңғымалардағы судың едәуір үлкеюі, қабат суларының жоғары тұздануы және олардағы коррозиялық газдар әсер етеді. Қабат суларының көп бөлігі натрий иондарымен байланысқан күйде және қатты, олар 70% реттік хлор иондарының едәуір мөлшерінің болуымен сипатталады. Су басқан ұңғымалардағы жабдықтың коррозиясы - бұл негізінен оттегі деполяризациясымен жүретін электрохимиялық процесс. Ұңғыма жабдықтары тозу дәрежесіне қарай 3 санатқа бөлінеді. Құбырдың орташа жылдық ауыстырымдылығы және жылдық жоспары ұңғыма тізбегінің бүкіл ұзындығының 20% -дан аспайтын жағдайда, бұл бірінші санатқа жатқызылады. Бұл санатқа стандартқа сәйкес жабдықтарға қызмет ету мерзімі бар ұңғымалар жатады. Бұл ұңғымаларда коррозия жылдамдығы жылына 0,4-0,5 мм-ден аспайды. Құбырлар мен штангалардың орташа жылдық ауыстырымдылығымен ұңғыма бағанының бүкіл ұзындығының 20-50% -ы, олар екінші санатқа жатады, коррозия жылдамдығы жылына шамамен 1,0-1,25 мм. Үшінші санатқа қарқынды коррозиясы бар және құбырлар мен штангалардың орташа жылдық ауыстырымдылығы 50% -дан жоғары ұңғымалар тән. Бұл ұңғымаларда коррозия процестерінің жылдамдығы жылына 2-3 мм-ден асады.

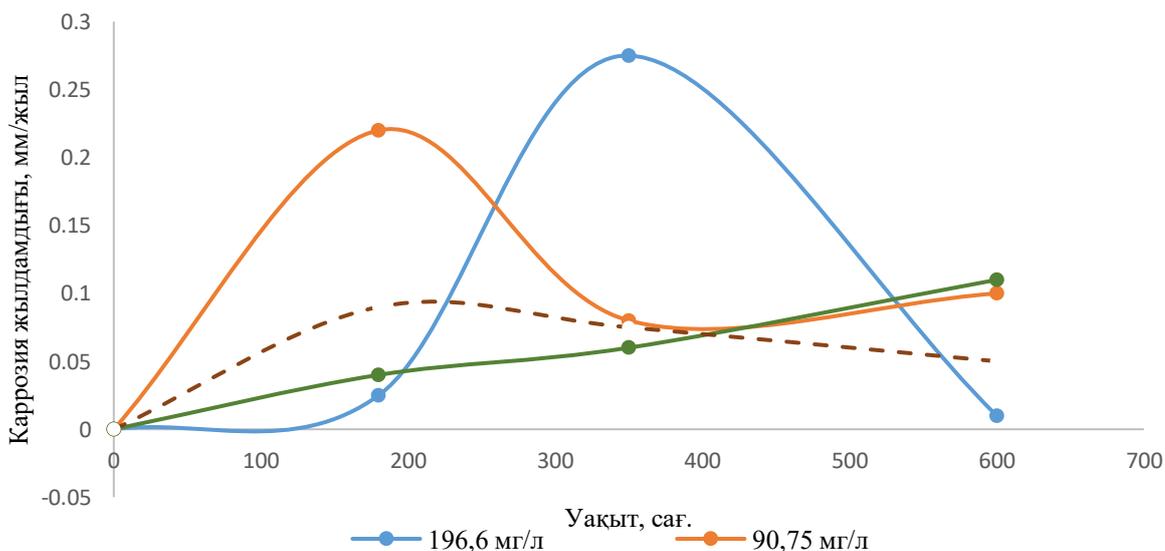
Құбырлардың үлкен бетіндегі тоттану, бұрандалы бөліктегі құбырдың коррозиясы, бұрандалы қосылыстың жанындағы үлкен тесіктер түрінде тоттану, құбырлар мен штангалардың бүкіл бетіндегі нүктелік коррозия – бұл құбырларды, штангаларды және басқа да мұнай кәсіпшілігі жабдықтарының коррозиялық бұзылуының негізгі түрлері. Тереңдік сораптардың штангалық муфталары мен клапандық тораптары коррозия мен механикалық тозудың бірлескен әрекеті нәтижесінде бұзылады. Ылғал ауа ағынымен тікелей жанасатын беттерде, мысалы, құбырлардың беттері, көтергіш құбырлардың бірінші және екінші қатарлары арасындағы (екі қатарлы лифтпен жұмыс кезінде) немесе корпус пен көтергіш құбырлардың бағанасы арасындағы (бір қатарлы лифтпен) сақиналы кеңістікте орнатылған сығылған ылғалды ауаның әсерінен коррозия қарқынды дамиды. Сонымен қатар, екі жағдайда да коррозия ұңғымаларды пайдаланудағы елеулі асқынуларға әкеледі: екінші қатардағы құбырларды лифттің бірінші қатарындағы құбырлармен ұстап қалу, сақиналық кеңістікті коррозия өнімдерімен бітеп тастау, бүлінген құбырларды ауыстыру

үшін жиі жөндеу. Көбінесе ұңғыманың сүзу аймағының қабаттасуы және коррозия өнімдерінің ұңғыманың түбіне құбырлардың бетінен төгілуіне байланысты қабаттан сұйықтықтың ағуына кедергі болады. Электрохимиялық коррозия процесінің күшеюіне ықпал ететін ең аз зерттелген факторлардың бірі – металды коррозиялық ортаға мезгіл-мезгіл суландыру, ол ұңғымалардың жоғары су өнімдерін шығаратын ұңғымалық сорап қондырғыларын пайдалану кезінде ерекше маңызды[4],[17].

Коррозиялық ортада хлор иондарының концентрациясының коррозия жылдамдығына әсерін талдау жұмысы қарастырылды, бұл осы аймақтағы ұңғымалардың жоғары су қорында ШҰСҚ қолдану шарттары үшін маңызды. Бұл уақыт бірлігіне зерттелетін металдар үлгілерінің аудан бірлігінен коррозия нәтижесінде массаның жоғалуын анықтаудан тұрады. Коррозия жылдамдығын есептеу келесі формула бойынша жүргізілді:

$$K = \frac{1.12 \cdot (P_1 - P_2)}{S \cdot \tau} \quad (1.1)$$

мұнда, P_1 – зерттеуге дейінгі үлгі массасы, г;
 P_2 – зерттеуден кейінгі үлгі массасы, г;
 S – үлгі ауданы, см²;
 τ – сынау уақыты, сағ.



2 Сурет – Хлор иондары концентрациясының коррозия жылдамдығына әсері

2 суреттен көрініп тұрғандай, хлоридтердің концентрациясы 200 мг/л-ден асқан кезде коррозия жылдамдығы нөлдік концентрациясы бар суға қарағанда аз болады. Алайда, 200 сағаттық бақылаудан кейін коррозия жылдамдығы артады, ал хлорид концентрациясы 100 мг/л-ден аз қалған екі қисық өз шыңынан өтіп, төмендейді. Жұмыс көрсеткендей, хлор иондарының жоғары концентрациясы және ұзақ әсер ету кезінде бұл иондар коррозия концентраторлары болып

табылады, бұл металдың коррозиялық бұзылуының күрт артуына ықпал етеді. Электрохимиялық коррозияның сыртқы факторларына агрессивті ортаның жылдамдығы, температура, сыртқы токтың поляризациясы, қысым және т.б. кіреді. Металдардың электрохимиялық коррозиясының жылдамдығына температураның жоғарылауымен жоғарылайтын температура айтарлықтай әсер етеді. Ашық газдалған жүйелерде температураның жоғарылауымен темірдің коррозия жылдамдығы 20 - дан 80⁰С-қа дейін артады және оттегі концентрациясының күрт төмендеуіне байланысты одан әрі төмендейді, бұл ретте колоннаның сағалық аймағында коррозиялы ортада температура жылдың уақытына байланысты 30-дан 50⁰С-қа дейін және 80⁰С-қа дейін өзгеретінін ескеру қажет. Минералданған ортадағы металл бетіне оттегінің жеткізілуінің жоғарылауына байланысты коррозия жылдамдығы қозғалыс жылдамдығының жоғарылауымен жоғарылайды. Сондай-ақ, металлдағы механикалық кернеулердің пайда болуына және коррозия процесінің деполяризаторларының ерігіштігінің жоғарылауына байланысты металдардың электрохимиялық коррозиясын едәуір тездететінін атап өткен жөн. Сыртқы тұрақты токтың поляризациясы металдардың коррозиялық бұзылуына әсер етеді: катодты поляризация кезінде көп жағдайда қорғаныс әсері байқалады, ал металдың анодты поляризациясы кезінде (оны сыртқы ток көзінің оң полюсіне қосу) коррозия жылдамдығы артады, яғни металдың коррозия жылдамдығы төмендейді. Ортаның сутегі көрсеткіші коррозия жылдамдығына да әсер етеді. Бейтарап ортада темірдің коррозия жылдамдығы рН өзгерісіне аздап тәуелді, бірақ рН жоғарылаған сайын металдың коррозия жылдамдығы төмендейді.

1.2.1 Судың әсерінен металл конструкцияларының коррозиялық бұзылуын болдырмауда қолданылатын әдістер

Коррозиядан қорғаудың қолданылатын технологияларына, сорап штангаларына да, әр түрлі салалардағы құрылымдық материалдарға да талдау негізінде коррозияға қарсы жабын материалымен, оны қолдану әдісімен, коррозияға төзімді металдардың белгілі бір құрамымен немесе металл бұйымдарының бетін нығайту тәсілдерімен ерекшеленетін бірнеше негізгі бағыттарды бөлуге болады.

Жабын негізінде лак-бояу материалдарын білдіретін қорғаныш бетіне жаққан кезде пленка түрінде кебетін көп компонентті жүйе. Бұл пленка металды сыртқы ортадан бөліп қана қоймайды, сонымен қатар металл бетінде гальваникалық булардың пайда болуына жол бермейді.

Металл жабындар бояумен салыстырғанда механикалық беріктікке ие, бірақ қолданудың күрделілігіне байланысты олардың құны көбірек болады. Металл негізіндегі қорғаныс жабындары гальваникалық, химиялық және ыстық әдіспен қолданылады, ол үшін мырыш, никель, қалайы, хром, мыс және т.б. сияқты металдар қолданылады. Мырыш жабыны, негізгі металға жақсы адгезиясы бар, төмен механикалық беріктікке ие, оны пайдалану кезінде ескеру қажет, бұл факт әсіресе штангалық сораптарды пайдалану үшін өте маңызды, бұл жағдайда ауыспалы жүктемелер басым болады. Гальваникалық жұптың пайда

болуында төмен потенциалы бар мырыш жабыны анод болып табылады және негізгі металды коррозиялық бұзылудан сақтайды.

Келесідей коррозияға қарсы жабындар бар:

а) ыстық бұрку арқылы қапталған коррозияға төзімді штанга. Бұл жағдайда штанга циклдік жүктеме мен сұйықтықтың коррозиясына төтеп береді, сондықтан ол жақсы механикалық қасиеттерге және коррозияға жоғары төзімділікке ие болуы керек. Сорап штангасының беткі коррозиясы апаттардың негізгі себебі болғандықтан, сорап штангасының бетін қорғау қажет. Коррозиядан қорғаудың жоғары тиімді технологиясы ретінде ыстық бұрку сорғы штангаларының көптеген түрлеріне қолданыла алады. Сонымен қатар, коррозиялық ортаға байланысты ыстық бұрку үшін әртүрлі ұнтақтарды таңдауға болады. Коррозияға қарсы жабынның екі түрі бар: металл жабын және металл емес жабын:

1) металл жабыны. Металл жабынды қолданғаннан кейін сорап штангасы бетінің қаттылығын арттырады, ұңғымадағы агрессивті ортаға бейімделуді жақсартады. Металл жабынға арналған материал мырыш, алюминий, алюминий қола, хромоникель қорытпасы, мыс-никель қорытпасы және тот баспайтын болат болып табылады, олардың сипаттамалары 1-кестеде келтірілген.

1 Кесте – Металлды жабын түрлері және сипаттамалары

Жабын материалы	Сипаттамасы
Алюминий	Қышқылға, тұзға, CO ₂ мен H ₂ S-ке төзімді, электрохимиялық коррозияға төзімді
Мырыш	Қышқылға, тұзға, CO ₂ мен H ₂ S-ке төзімді, электрохимиялық коррозияға төзімді
Тоттанбайтын болат	Қышқылдануға, буға, CO ₂ , CO және NH ₃ -ке төзімді, тозуға төзімділігі жоғары
Хром-никелді қорытпа	Қышқылдануға, буға, CO ₂ , H ₂ S, CO және NH ₃ -ке төзімді, тозуға төзімділігі жоғары
Мыс-никелді қорытпа	Негізгі антикоррозиялық жабын ретінде қолданылады, тоттанбайтын болатқа қарағанда антикоррозиялық сипаттамасы 10-40 есе жоғары, бірақ жоғары құнына байланысты аз қолданыста

2) металл емес жабын. Жабынның бұл түрі төменгі массамен және коррозияға жоғары төзімділігімен сипатталады. Металл емес жабынға арналған материалдар ретінде жоғары қысымды полиэтилен, полиуретан, эпоксидті шайыр, май-бензинге төзімді резеңке және т. б. қолданылады.

2 Кесте – Металлды емес жабын түрлері және сипаттамалары

Жабын материалы	Сипаттамасы
Жоғары қысымды полиэтилен	жақсы антихимиялық реагент және электр окшаулағыш
Полиуретан	жақсы антихимиялық реагент және стабилизатор

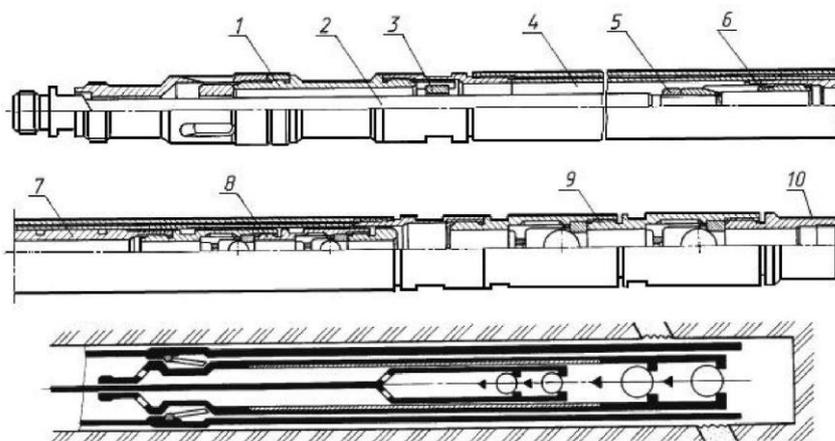
Эпоксидті шайыр	жақсы антихимиялық реагент, электрлі және механикалық оқшаулағыш
-----------------	--

б) штангалар бағанының орналасуына коррозиялық әсерін қандай да бір дәрежеде азайтуға қабілетті штангалар материалының коррозияға төзімді қорытпалары;

в) пластикалық-шынылы сорап штангалары. Штангалардың бұл түрі сорғының төмен түсу тереңдігі 1200 м дейінгі ұңғымаларда кеңінен қолданылады, өйткені үлкен тереңдіктерде қолданыстағы жүктемелердің жүктеме шегінен асып кетуіне байланысты штангалардың бұл түрі үзіледі. Пластикалық-шыны материалының артықшылығы: арнайы материалды қолдану арқасында жеңіл салмақты және ұзақ қызмет ету мерзімі[7],[10].

1.3 Сұйықтықтың сорап бойымен ағып кетуіне әртүрлі факторлардың әсері

ГОСТ 31835 сәйкес, жетектен ілгерінді-кейінді қозғалысты беретін штангалар бағаны арқылы жұмыс жасайтын және қабат сұйықтығын соруға арналған көлемдік сораптар шығарылады. Сорғы жұмыс істеу принципі көлемді болғандықтан, саңылаулардың ағып кетуі сорғыны пайдалану тиімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Штангалық сорапта сұйықтықтың ағып кетуі поршеньдік жұпта, сондай-ақ клапандарында болады. Штангалық сорғының типтік конструкциясы 3-суретте көрсетілген.

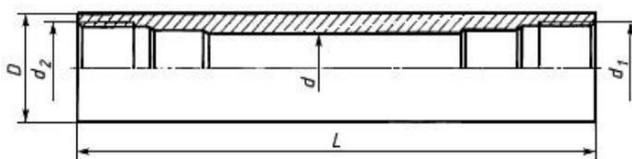


1 – сорап нығыздағышы; 2 - шток; 3 - тірек; 4 - цилиндр; 5 - контргайка; 6 - переводник плунжера; 7 - плунжер; 8 - айдау клапаны; 9- сору клапаны; 10 - переводник насоса

3 Сурет – НВ1С типті сорап сызбасы

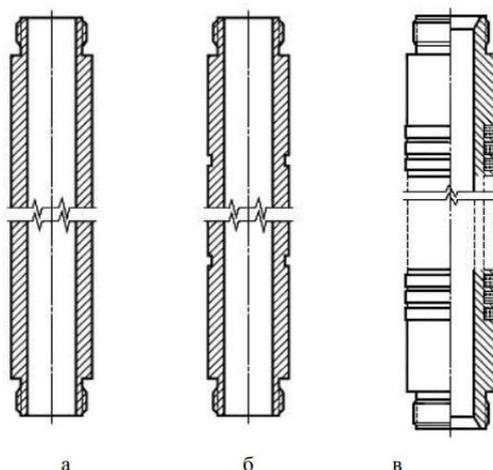
Сораптың жұмысшы элементі штангалар тізбегінің көмегімен сорап штогы арқылы қозғалатын плунжер болып табылады. Клапан тораптарының сенімділігін арттыру үшін және сұйықтықтың ағып кетуін азайту үшін клапан

тораптарын еселеуге болады. Типтік цилиндр құрылысы 4 суретте көрсетілген, бұл цилиндр тұтас, төлкесіз.



4 Сурет – Штангалық сорап цилиндрі

Плунжерлердің схемасы 5 суретте көрсетілген. Сақиналы ойықтары бар плунжерлер сорылатын сұйықтықта механикалық қоспалар болған кезде қолданылады. Манжетті тығыздағыштары бар плунжерлер минималды ағып кетуді қамтамасыз етеді, алайда сорап осындай плунжермен жұмыс істеген кезде айтарлықтай үйкеліс күші пайда болады[2]. Сонымен қатар, мұндай сораптар тозуға бейім, әсіресе сорылатын сұйықтықта механикалық қоспалар болған кезде.



а – тегіс плунжер; б – ойықтармен; в – манжетпен (металлды және металл емес тығыздағышпен)

5 Сурет – Штангалық сорап плунжері

Плунжер мен цилиндр арасындағы ағып кетуді азайту үшін штангалық сораптардың құрылымын жетілдірудің негізгі бағыты плунжердің тозуын болдырмау үшін тығыздауды қамтамасыз ету және механикалық қоспалардың түсуін азайту болып табылады.

Жоғары сулы мұнайдың ерекшелігі – айдалатын өнімнің тұтқырлығы 1 мПа·с-тан аз болуы мүмкін, бұл қабат температурасындағы су үшін тұтқырлық мәніне сәйкес келеді. Мұндай жағдайларда сұйықтықтың ағуы сораптың берілу коэффициентіне айтарлықтай әсер етеді.

Сораптың беріліс коэффициенті келесідей тәуелділік бойынша анықталады[9]:

$$\eta = \eta_{\text{саң}} \cdot \eta_{\text{Г}} \cdot \eta_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{кл}} \cdot \eta_{\text{СКҚ}} \cdot \eta_{\text{тол}} \quad (1.2)$$

мұнда $\eta_{\text{саң}}$ – сұйықтықтың плунжерлік жұп арқылы ағуын ескеретін коэффициент;

$\eta_{\text{Г}}$ – газдың әсерін ескеретін коэффициент;

$\eta_{\text{д}}$ – штанга бағанының деформациясын ескеретін коэффициент;

$\eta_{\text{кл}}$ – сұйықтықтың сорап клапаны арқылы ағып кетуін ескеретін коэффициент;

$\eta_{\text{СКҚ}}$ – сұйықтықтың СКҚ-ның ақаулы жерінен ағып кетуін ескеретін коэффициент;

$\eta_{\text{тол}}$ – Штангалық сораптың толтыру коэффициенті.

Сұйықтықтың плунжерлік жұп арқылы ағуын ескеретін коэффициент келесідей анықталады:

$$\eta_{\text{саң}} = \frac{Q_{\text{т}} \cdot q}{Q_{\text{т}}} \quad (1.3)$$

мұнда $Q_{\text{т}}$ – сораптың теориялық берелісі, м³ /с;

q – плунжер мен цилиндр арасынан сұйықтықтың ағу мәні, м³ /с.

Бос газдың әсерін ескеретін коэффициент келесідей анықталады:

$$\eta_{\text{Г}} = \frac{1}{1+R(1-\sigma)} \quad (1.4)$$

мұнда R – қысымға қатысты газдың меншікті шығыны, үлеспен;

σ – сепарация коэффициенті, үлеспен.

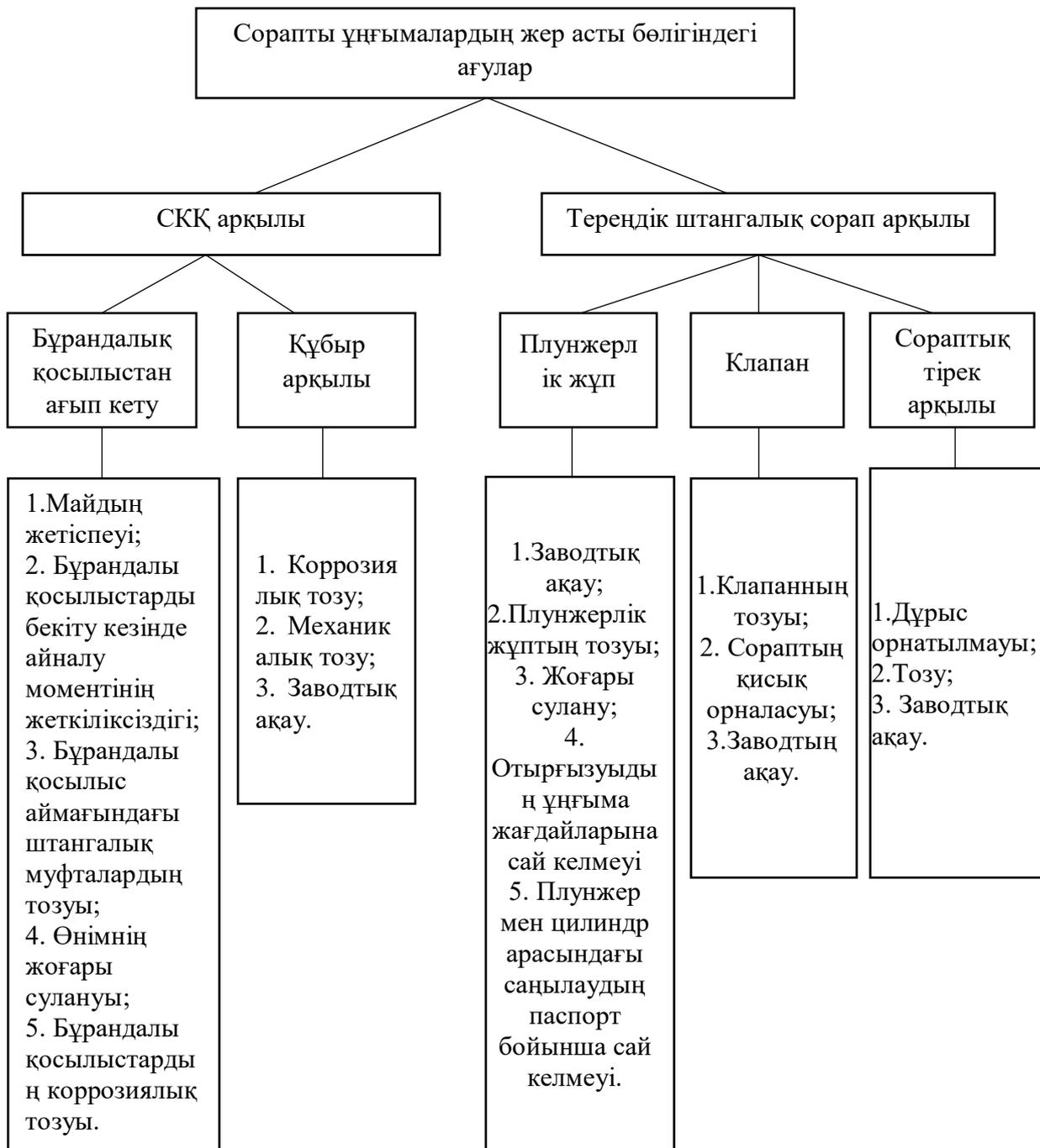
6 суретте жер асты жабдықтарынан сұйықтықтың ағып кетуі және себебі көрсетілген.

Саңылау арқылы сорылатын сұйықтықтың ағып кетуін анықтайтын негізгі факторлар – плунжердегі қысымның төмендеуі және саңылаудың өлшемі. Қысымның төмендеуі сораптың түсірілу тереңдігімен және сораптың қабылдау бөлігіндегі қысымның төмендеуімен артады, бұл терең төмен дебитті ұңғымаларға немесе өнімділігі төмен ұңғымаларға тән. Суасты штангалық сораптың саңылау мөлшері плунжердегі қысымның төмендеуін ескере отырып таңдалады.

Басқа факторларға сорылатын сұйықтықтың тұтқырлығы, плунжердің диаметрі және плунжердің ұзындығы жатады. Сорылатын сұйықтықтың тұтқырлығының жоғарылауы плунжер жұбының саңылауында (ағып кету мөлшерін азайтады) және көтергіш құбырларда гидравликалық қарсылықты арттырады, сондықтан тұтқырлықтың жоғарылауымен плунжердің ұштарындағы сұйықтық қысымының төмендеуі де артады, бұл өз кезегінде ағып кету мөлшерінің біршама артуына әкеледі. Сорап плунжерінің диаметрі мен ұзындығын өзгерту кезінде ағып кету мөлшері бір ретпен өзгереді. Дегенмен,

қысымның үлкен айырмашылығы бар ұңғымаларда кішкентай диаметрлі және ұзартылған ұзындықтағы плунжерлер орнатылады.

Плунжер жұбындағы саңылау мөлшерінің ағып кету мөлшеріне және олардың жұмысының жөндеу аралық кезеңіне әсерінің қарама-қайшылықты сипаты, осы жұптардың кептелуінен туындаған жиі істен шығуларға байланысты, ұзақ уақыт жұмыс істеген кезде сұйықтықтың ағуы минималды болатын плунжер жұбының саңылауларын қамтамасыз етуге мүмкіндік бермейді[8].



6 Сурет– Сұйықтардың жер асты жабдықтарынан ағу себептері

Плунжер жұптарының сақиналық саңылауы арқылы сұйықтықтың ағуы Гаген-Пуазейл формуласымен анықталады:

$$q = \frac{\pi \cdot d \cdot \Delta p}{12 \mu \cdot l} \cdot \delta^3 \quad (1.5)$$

мұнда d – плунжер диаметрі, мм;
 Δp – плунжер ұшындағы қысымның төмендеуі, Па;
 δ – штангалық сораптың плунжері мен цилиндрі арасындағы саңылау, мм;
 μ – сұйықтықтың динамикалық тұтқырлығы, Па·с;
 l – плунжер ұзындығы, мм.

Формула саңылаудағы сұйықтықтың ламинарлық режимі үшін жарамды. Штангалық ұңғыма сорғысының жұмысы кезінде плунжер цилиндр осі бойымен қозғалады. Төмен қарай жүрісі кезінде айдау клапаны ашық болады, сондықтан плунжерлік жұптың саңылауы арқылы сұйықтық ағып кетпейді. Сұйықтықтың ағып кетуінің ең үлкен мәні сорғының айдау клапаны жабылған кезде, яғни жоғары жүрісі кезінде болады. Көтеру процесінде сорғының плунжері сұйықтықтың белгілі бір көлемін алып кетеді, сондықтан нақтыланған есептеу үшін бұл мәнді ескеру қажет. Цилиндрдегі плунжердің орналасуының эксцентриктілігін және плунжер алып жатқан сұйықтықтың көлемін ескере отырып, плунжер жұбының саңылауы арқылы ағып кетуіне байланысты анықталады:

$$q = (1 + 1.5 \cdot \varepsilon^2) \cdot \frac{\pi \cdot d \cdot \Delta p}{12 \cdot \mu \cdot l} \cdot \delta^3 - \pi \cdot d \cdot \frac{v_0}{2} \delta \quad (1.6)$$

мұнда ε – абсолютті эксцентриситеттің плунжер жұбының саңылау шамасына қатынасына тең салыстырмалы эксцентриситет, бірлік үлестеріндегі;
 v_0 – сорап плунжерінің ораташа жылдамдығы, м/с.

Жұмыста концентрлік сақина саңылауы арқылы сұйықтықтың ағу режимі турбулентті болатын Рейнольдстың критикалық саны 1250 екендігі анықталды. Цилиндрдегі плунжердің максималды эксцентриясында Рейнольдстың критикалық саны 1100 құрайды.

Штангалық сораптарды пайдалану кезінде Рейнольдс санының диапазоны өте кең және плунжер жұбының саңылауындағы сұйықтық ағымының режимі ламинарлы да, турбулентті де болуы мүмкін. Сонымен, диаметрі 38 мм, ұзындығы 1368 мм, 0,1 мм саңылауы бар сорғы үшін тұтқырлығы 250 МПа және плунжердің ұштарындағы қысымның төмендеуі кезінде 5 МПа саны $Re = 2400$, ал мұнай өндіру кезінде тұтқырлығы 20 МПа және қысымның төмендеуі кезінде 15 МПа $Re=2100$.

Плунжер жұбының саңылауындағы сұйықтық ағынының турбулентті режимі кезінде ағып кету мөлшерін анықтау үшін эмпирикалық тәуелділіктер қолданылады[9],[13].

Плунжер жұбындағы ағып кетулер саңылаудың мөлшеріне байланысты және оның тозуымен тығыз байланысты. Саңылаудың мәнін сипаттау үшін уақытқа тәуелділік формуласы ұсынылады:

$$\delta = A_{\text{ц}} \cdot (2 \cdot n \cdot S \cdot t)^{\alpha_1} \left(1 + \frac{\delta_H + A_{\text{п}}(2 \cdot n \cdot S \cdot t)^{\alpha_2}}{A_{\text{ц}}(2 \cdot n \cdot t \cdot l)^{\alpha_1}} \cdot \left(\frac{1}{S}\right)^{\alpha_1} \right) \quad (1.7)$$

мұнда $A_{\text{ц}}$ және $A_{\text{п}}$ – жұмыс жағдайларына және сәйкесінше цилиндр мен плунжер материалының қасиеттеріне байланысты пропорционалдылық коэффициенті;

n – бір минуттағы тербеліс саны;

S – плунжердің жүріс ұзындығы, м;

δ_H – бастапқы саңылау, м;

α_1 және α_2 – цилиндр мен плунжердің тозу қарқынын сипаттайтын көрсеткіштер.

2 Штангалық ұңғылық сорапты қондырғысының жерасты жабдығының істен шығуына дейін ұңғыма өнімінің сулану әсерін талдау

Ұңғымада өндірілетін өнімнің жоғары сулануы жоғары минералданумен сипатталатын қабаттық немесе айдалатын сулардың бұзылуының салдары болып табылады, бұл терең сорғы жабдығының металына қатысты коррозиялық белсенділіктің себебі болып табылады. Коррозиялық процестер ШҰС пайдалану кезінде сорғы штангаларының бағанасында орын алатын және штангалар бағанының үзілуіне әкелетін металдың коррозиялық шаршауының пайда болу көзі болып табылатын динамикалық ауыспалы жүктемелермен бірге олардың бұзу әсерін күшейтеді.

2.1 Көлбеу бағытталған ұңғымалар өнімінің сулануының штанга бағанының істен шыққанға дейінгі жұмысына әсері

Ұңғымалардың жоғары су қорында ШҰСҚ-ны пайдалану ұңғыманың жұмыс режимінен басқа, өндірілетін өнімнің сулануы, терең сорғы жабдықтарының орналасуы ұңғыма бағанының құрылымына және штанга тізбегінің сыну статистикасына әсер ететіндігін анықтады. Қолданыстағы конструкцияларды, атап айтқанда, "ӨзенМұнайГаз" АҚ-да ШҰСҚ-мен жабдықталған өндіруші ұңғымалар оқпанының инклинометриясын талдау нәтижесінде мұндай ұңғымалардың конструкциясы ШҰС (орта есеппен 1200-1400м құрайтын) түсу тереңдігіне дейінгі аралықтағы екі типті қамтитынын көрсетті:

1) ұңғыма оқпанының қисықтық жиынтығының ғана учаскесі бар конструкция;

2) ұңғыма оқпанының қисықтығының жиналу және құлау учаскесі бар конструкция.

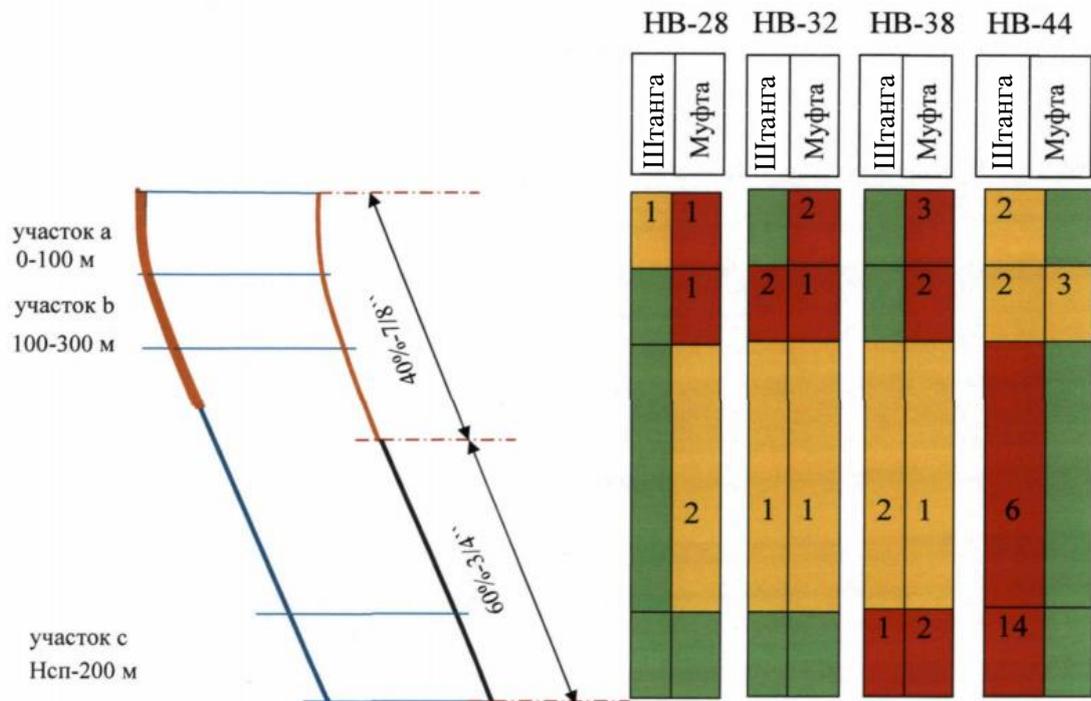
Бұл статистика барлау ұңғымаларын ескермейді, олар ұңғыма оқпанының тік осьтен ең аз ауытқуымен және соның салдарынан терең сорғы жабдықтарының салыстырмалы түрде аз істен шығуымен сипатталады. «ӨзенМұнайГаз» АҚ-да ШҰСҚ-мен пайдаланылатын 310 ұңғыманы қарау барысында барлық ұңғымалардың 80,3% - ы бірінші типтегі конструкцияға ие екенін, тиісінше 19,7% - ы екінші типке жататынын анықтады[5],[14].

Моменттік күштердің штангалар бағанының үзілу санына әсерін неғұрлым егжей-тегжейлі қарастыру үшін осы ұңғыма құрылымы бөліктерге бөлінген:

1) 0-100 м тереңдік диапазонындағы вертикальға жақын учаске;

2) 100-300 м диапазондағы қисықтық жиынтығының учаскесі;

3) сорғыға іргелес және оның түсу тереңдігінен 200 м жоғары орналасқан учаске (Нсп).

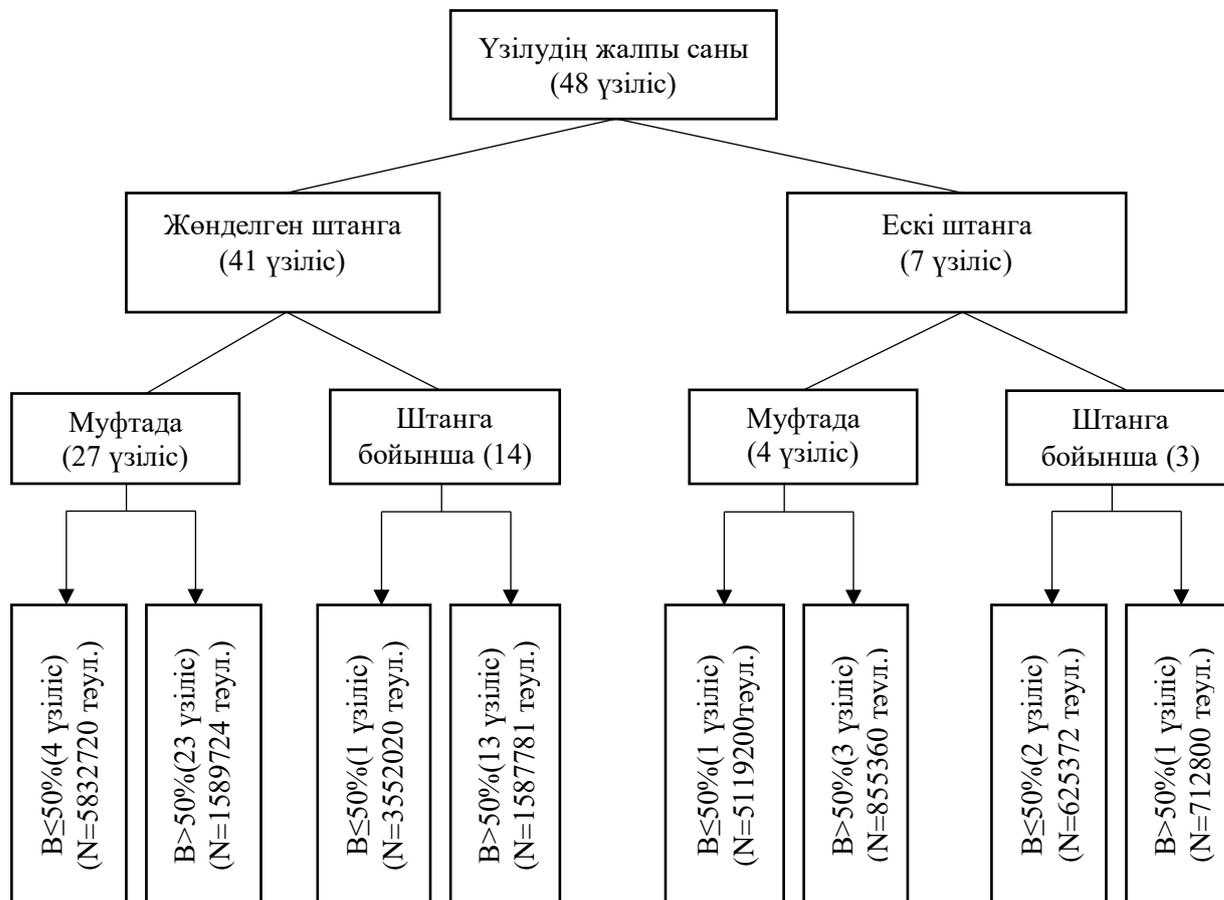


7 Сурет – Ұңғыма оқпанының бөліктері, ШҰС типтері және штанг бағанының элементтері бойынша істен шығудың таралуы

Алынған зерттеуге сәйкес, циклдік созылу мен қысудың салдарынан ең көп жүктелген аймақ – бұл сағалық аймақ (0-300м), егер штангалар бағанының ұзындығының бірлігіне үзілістердің санын таратса, онда бұл бас тартулардың ең көп саны шоғырланғанын байқауға болады. NB-38, NB-44 жоғары өнімді сорғылардың штангалары бағанының төменгі бөлігінің үзілуінің негізгі себептерінің бірі – ұңғыма сұйықтығының жоғары көлемінің салыстырмалы түрде үлкен сорғы плунжерінің ауданына әсері болып табылады. ШҰСҚ пайдалану тәжірибесі штангалар бағанының үзілуі жалпы істен шығу санының 17% - ында кездесетінін анықтады, ал көп жағдайда бұл істен шығу ловильді жұмыстарының қосымша кешенін жүргізуді көздеді, бұл істен шығудың бұл түрін ең қиын және қымбат деп санайды. Бұл ретте көбінесе жоғары су ұңғымаларында жөндеу жұмыстарын жүргізудің тиімсіз болуына байланысты оларды кейіннен пайдалану қорынан шығара отырып, тиімділігі төмен ұңғымалар санатына шығарады.

Ұңғыма (В) өнімінің сулануына, үзілуге дейінгі (N) жұмысына және осы санаттағы ұңғымалар үшін үзілу элементіне байланысты штангалар бағанының істен шығуының таралуы 4 кестеде көрсетілген. Үзілістердің ең көп саны (41 жағдай) жөнделген штангаларда орын алды, бұл көбінесе ескі штангаларды қолданудың жиілігіне байланысты. Үзіліс болған штангалар бағанының элементіне, ұңғымалар өнімінің сулануына және осы элементтің істен шыққанға дейінгі жүктеме циклдерінің санына байланысты үзілудің барлық жағдайларын егжей-тегжейлі талдау осы типтегі 27-нің ең көп саны мезгіл-мезгіл жұмыс істейтін ұңғымалардың сағалық аймағындағы жөнделген штангалар бағанасында муфтада және оның орталық қимасында болғанын көрсетеді.

"Өзенмұнайгаздағы" штанга колоннасының үзілу статистикасын талдау көлбеу ұңғымалар жағдайында ескі штангалар мен муфталардың шекті болжамды параболасы әдетте $6 \cdot 10^5$ -тен $8 \cdot 10^5$ -ке дейін циклды құрайтынын, бұл ретте жөндеу штангалар үшін бұл параметр $10 \cdot 10^5$ -тен $16 \cdot 10^5$ -ке дейін өзгеретінін анықтады.



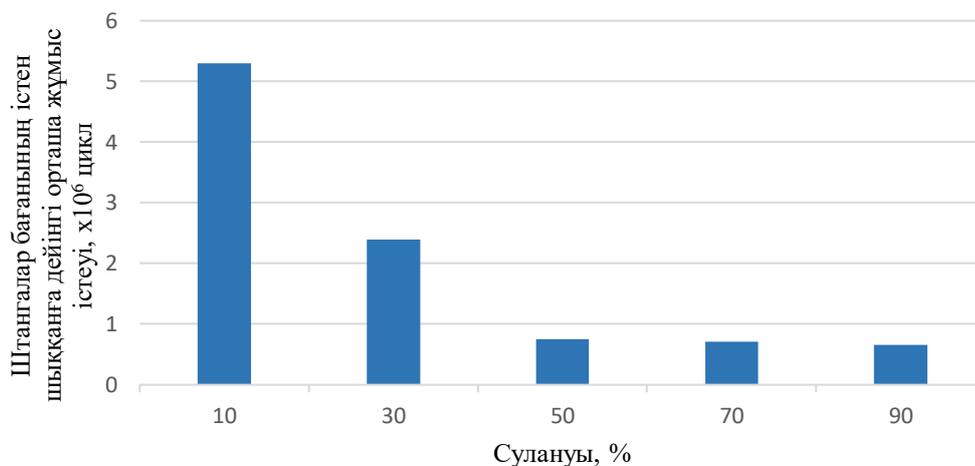
8 Сурет – "Өзенмұнайгаз" АҚ-да әр түрлі жағдайда мерзімді жұмыс істейтін аз өнімді қордағы штанга бағанының үзілуінің таралуы

Ұсынылған талдаудың негізгі міндеті ұңғымалардың су басқан қорының істен шыққанға дейін штангалар бағанасын іске қосуға коррозиялық әсер ету мүмкіндігін анықтау болып табылады. Бұл ретте үзіліс аймағына орайластырылған штангалардың металын нақты коррозиялауды анықтау комиссиялық тексерістер сериясының нәтижесінде жүргізілді[14].

5 Кесте – "Өзенмұнайгаз" АҚ-да ұңғымалар өнімінің сулануына байланысты штангалар бағанының үзілу саны

Сулануы, %	0-10	11-30	31-50	51-70	71-90
Ұңғыма саны	3		3	13	27
Штангалар бағанының істен шыққанға дейінгі орташа жұмыс істеуі, $\times 10^6$ цикл	5,30	2,39	0,75	0,71	0,66

5-кестеде келтірілген статистикалық материалды зерттеу негізінде 9 суретте көрсетілген ұңғыма өнімінің сулануына байланысты штанга бағанының үзілгенге дейінгі орташа жұмыс істеуінің келесі сипаты алынды.



9 Сурет – Өндірілетін өнімнің сулануына байланысты мерзімді жұмыс істейтін ұңғымалар үзілгенге дейін штангалар бағанының орташа істелген жұмысын бөлу

Бұл таралымға сүйене отырып, суланудың жоғарылауымен штангалар бағанының үзіліске дейінгі жұмысы төмендейді, бұл, ең алдымен, қабаттағы судың металға коррозиялық әсерінің жоғарылауымен және штангалар бағанына жүктеменің жоғарылауымен байланысты. 50-70% сулану мәндерінде штангалар бағанының үзілгенге дейінгі жұмысы іс жүзінде бірдей және су-мұнай эмульсиясының пайда болуы және коррозиялық процестердің әсерінен тұтқыр үйкеліс күштерінің өсуінің жиынтық әсеріне байланысты төмен мәндерге ие. Алайда, жоғары тұтқырлы эмульсиялардың түзілуі болмайтын сулану мәндері 75% - дан артық болған кезде үзіліске дейінгі атқарым коррозиялық процестердің және штангалар бағанына түсетін жүктемелердің одан әрі өсуіне байланысты жұмыс істеуі одан да төмен мәндерге жетеді. Ұсынылған факторлар металлдың жарылуына және созылу күшінің төмендеуіне әкелетін штангалар мен муфталар материалының коррозиялық шаршауының себебі болып табылады. 7 суретте төмен дебитті су басқан ұңғыманың бағаналарының үзілу элементі көрсетілген.



10 Сурет – Ұңғымалық штанга элементінің үзілуі

Үзіліс аймағындағы осы муфтаны және штангалар бағанының бөлігін (25 дана) егжей-тегжейлі талдау қисықтық жиынтығы аймағында орналасуына байланысты үлкен үйкеліс күштерінен басқа, металдың бұзылуына айтарлықтай әсер ететіндігін көрсетті. Штанга бағанының беріктік сипаттамаларын едәуір төмендететін ауыспалы жүктемелермен бірге коррозияда әсер етті.

2. 2 Алынатын сұйықтық пен ілеспе газдың құрамының штангалар бағанының коррозиялық процестерінің өсуіне әсері

2.2.1 Мұнай кен орындарында өндірілетін қабаттық сулардың негізгі түрлерінің коррозиялық белсенділігі

Қабаттық суларды зерттеу кезінде олардың қасиеттерін сипаттау үшін судың жалпы минералдануын және оның қаттылығын, негізгі алты ионның құрамын, рН, тығыздығын, иісін, дәмін, мөлдірлігін, беттік керілуін анықтау, сондай — ақ ерітілген газдарды-бактериологиялық немесе микробиологиялық талдау жүргізу әдетке айналған. Жер асты суларындағы негізгі химиялық компоненттер: хлор-ион Cl^- , сульфат-ион SO_4^{2-} , гидрокарбонатты және карбонатты иондар HCO_3^- және CO_3^{2-} , сондай-ақ сілтілі және сілтілі жер металдары мен оксидтерінің иондары: натрий (Na^+), кальций (Ca^{2+}), магний (Mg^{2+}), темір (Fe^{2+}) және SiO_2 (коллоидтық күйде).

Мұнай кәсіпшілігі (қабаттық және сарқынды) суларының химиялық құрамы мен олардың коррозиялық агрессивтілігінің арасында күкіртті сутек, оттегі, минералдану, көміртектің қос тотығы, ортаның иондық-тұздық құрамы, ортаның рН, араластыру жылдамдығы, температура, сондай-ақ қоршаған ортаға күкіртті сутек өндіретін сульфатты қалпына келтіретін бактериялардың тіршілік әрекеті сияқты коррозиялық агенттердің болуымен шартталған белгілі бір байланыс бар екені белгілі. Ұсынылған бактериялардың әрекеті металда темір сульфидінің пайда болуына әкеледі, ол коррозияның күшті қоздырғышы болып табылады. Кәсіпшілікте қабаттық суларды минералдандыру көрсеткіші кең шекте өзгереді (1,4-тен 350 г/л-ге дейін). Барлық мұнай кәсіпшілігі суларының рН мәндері 6,3-тен 8,5-ке дейінгі шектерде болады. Мұнай өндіруші компаниялар ұсынған деректер негізінде тұз құрамының 20 - дан 200 г/л-ге дейінгі өзгеруі рН ауытқуына 7-7,3 шегінде сәйкес келеді. Бұл тұздардың жоғары буферлік қабілетін сипаттайды. Тұздардың буферлік сыйымдылығы мұнай кен орындарының сілтілігімен де байланысты және электролиттердің ион – тепе-теңдік күйінің ығысуы кезінде рН бастапқы мәнін өзгерту қабілетімен сипатталуы мүмкін. Иондардың бикарбонатының көп бөлігі (22% дейін) гидрокарбонатты-натрийлі өнім асты суларына келеді. Қабаттық сулардың барлық құрамдас бөліктерінің ішінде олардың коррозиялық агрессивтілігінде күкіртсутек, оттегі, көмірқышқыл газы және сульфатты төмендететін бактериялар шешуші рөл атқарады. Мұнай кен орындары үшін қойнауқаттық сулардың классификациясы 6 кестеде келтірілген.

6 Кесте – Узень кен орнындағы қабат суларының классификациясы

Су түрі	Минералдану, г/л	pH	Сілтілік, ммоль/л	Иондар, г/л					
				Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄
Хлор-кальций	2	5,8	1,1	0,7	0,08	0,01	0,001	1,2	0,001
Хлор-магний	20	7,1	17,3	6,3	0,04	0,3	1,04	9,71	1,15
Натрий-сульфатты	20	7,5	28,2	6,51	0,58	0,16	1,71	8,80	2,35
Натрий-гидрокарбонатты	20	8,5	1,36	6,87	0,12	0,07	4,59	8,23	0,14
Хлор-кальцийлі	100	7,2	1,8	35,18	4,06	0,42	0,08	59,93	0,05
Хлор-кальцийлі	200	6,9	2,1	70,38	8,13	0,84	0,12	119,87	0,11

Темір тобындағы металдардың коррозия жылдамдығының белгілі бір мәні қабат суларының жалпы минералдануымен қамтамасыз етіледі: коррозияның максималды мөлшері шамамен 20 г/л минералдануға түседі. минералданудың төмендеуі немесе жоғарылауы коррозиялық агенттердің (оттегі, күкіртсутегі және CO₂) ерігіштігінің және ортаның электр өткізгіштігінің жиынтық әсеріне байланысты осы сулардың коррозиялық агрессивтілігін төмендетеді.

Металл конструкцияларының бетіндегі коррозиялық процестерде жетекші рөлді күкіртсутек, CO₂ және оттегі сияқты коррозиялық агенттер атқарады. Темір сульфиді мен сульфатты төмендететін бактерияларды қоспағанда, басқа иондар коррозияның дамуында тек ынталандырушы рөл атқарады. Судың иондық құрамы әрдайым оның коррозиялық белсенділігін сипаттамайды. Күкіртсутегі мен оттегі болмаған кезде минералданған мұнай кәсіпшілігі суларындағы металдардың коррозия жылдамдығы жылына 0,05 - 0,1 мм-ден аспайды, бұл осы ортаны аз агрессивті деп жіктейді.

Орташа агрессивті ортада, егер оған оттегінің іздері түссе (мұнайды жинау мен тасымалдаудың герметикалық емес жүйелері болса), коррозия жылдамдығын едәуір арттырады, бірақ жылына 0,5 мм-ден аспайды. 7кестеде мұнай кәсіпшілігінде коррозияның агрессивтілік дәрежесі бойынша деректер келтірілген. Ұсынылған деректер мұнай кәсіпшілігі жабдықтарын пайдалану тәжірибесі негізінде жасалған. Бұл орталардың коррозиялық агрессивтілігі негізінен суда негізгі компоненттердің (күкіртсутегі мен оттегі) болуымен немесе болмауымен анықталатынын көрсету қажет[4].

7 Кесте – Агрессивті ортада металға коррозияның әсер ету дәрежесі

Коррозияның әсер ету сипаттамасы	Жалпы коррозияның орташа жылдамдығы, мм/жыл	Металл коррозиясының ену тереңдігінің орташа жылдамдығы, мм/жыл
Төмен	0,025 төмен	0,3 төмен
Әлсіз	0,025-0,125	0,3-0,6
Күшті	0,125-0,25	0,6-2,4
Өте күшті	0,25 көп	2,4 көп

Кен орындарында кездесетін коррозиялық әсердің бір түрі – ол жүктеме әсерінен күкіртсутекті коррозиялық шытынау. Коррозияның бұл түрі атом сутегінің күкіртсутегі болған кезде металға еніп, күкіртсутектің жалпы коррозиясы кезінде металл бетінде пайда болады және болаттың пластикалық қасиеттерінің төмендеуіне әкеледі. Жүктеменің әсерінен шытынау перпендикуляр жазықтықта орналасқан жеке жарықтардың өсуі қысыммен жұмыс істейтін құбырлардың тез бұзылуына әкеледі. Металдардың коррозиялық бұзылуының бұл түрі берік төмен иілгішті болаттарға тән және бұны құбырлардың жұмыс жағдайында бақылау мүмкін емес. Осыған сүйене отырып, жүктеме әсерінен шытынау — бұл бастапқы күйінде жоғары пластикалық қасиеттері бар құбырлардан салынған газ құбырларында да пайда болатын ең қауіпті түрі. Қазіргі уақытта металдың күкіртсутегі бұзылуы негізінен дәнекерленген құбырға параллель жазықтықтарда орналасқан көптеген ұсақ жарықтар түрінде жүктемесіз металл көлемінде пайда болады. Мұндай микрожарықтардың жиынтығы біріктіріліп, бірнеше бұзылулар тудыруы мүмкін. Қадамдық бұзылулар құбырдың бетінен әртүрлі қашықтықта орналасқан және құбырдың немесе сорғы жолағының көлденең қимасын әлсірететін көлденең жарық пайда болуы мүмкін. Металда мұндай жарықшақтардың пайда болуы құбырларды дайындау кезінде ақаулардың болуымен байланысты (сульфидті және басқа металл емес қосындылар, газ тесіктері және т.б.). Жалпы электрохимиялық коррозия процесінде бөлінетін атом сутегі молекулалық сутекке рекомбинацияланады және ұзартылған пішінге ие емес жерлерде жиналады, жарықтар пайда болады және айтарлықтай жергілікті қысымды дамытады. Микрожарықтар санының өсуі металдағы іргелес ауытқулар мен қатты сегрегацияларда болуы мүмкін. Сынудың бұл түрі СИЖ (сутегі индукцияланған жарық) деп аталады, көбінесе күкіртсутегі бар ортамен байланыста болатын ішкі құбырлардың бетінде ісінудің пайда болуымен бірге жүреді. Жер асты қабатында металдың жиналуы молекулалық сутектің қысымымен ісінуге әкеледі. Коррозияның ең жоғары жылдамдығы күкіртсутегі мен көмірқышқыл газының қатынасымен бірге болған кезде байқалады $H_2S: CO_2 = 1: 3$. Ұңғымалардың өнімі 80% - дан астам су басқан кезде көмірқышқыл коррозиясы минералданған қабатты сумен сулану процестерімен күшейтіледі, бұл өз кезегінде электролит болып табылады.

3 Жоғары суланған көлбеу бағытталған ұңғымалар жағдайында штангалық ұңғымалық сорғы қондырғыларын қолдану тиімділігін зерттеу

3.1 Штангалық ұңғылық сорапты түсіру тереңдігі мен жетек параметрлерінің штангалардың үзілу жиілігіне және ұңғымалардағы жер асты жабдықтарының жөндеу аралық кезеңіне әсері

Әр түрлі параметрлердің өндірілген өнімнің сулануы мен бұрыштардың өсуі жағдайында штангалар бағанының үзілу санына әсерін бағалау үшін Өзен кен орны жағдайында А.С.Вирновский формуласы бойынша штангалар бағанының үзілуінің теориялық жиілігін табылды.

Штангалар бағанына әсер ететін орташа жүктемені есептеу мынадай формула бойынша анықталады (3.1):

$$Q_c = \rho_{\text{орт}} \cdot \left(\frac{1}{2} F - f \right) \cdot l + p \cdot f \cdot l \quad (3.1)$$

мұнда, $\rho_{\text{орт}}$ – СКҚ тізбегіндегі сұйықтықтың орташа тұтқырлығы

l – штанга тізбегінің ұзындығы;

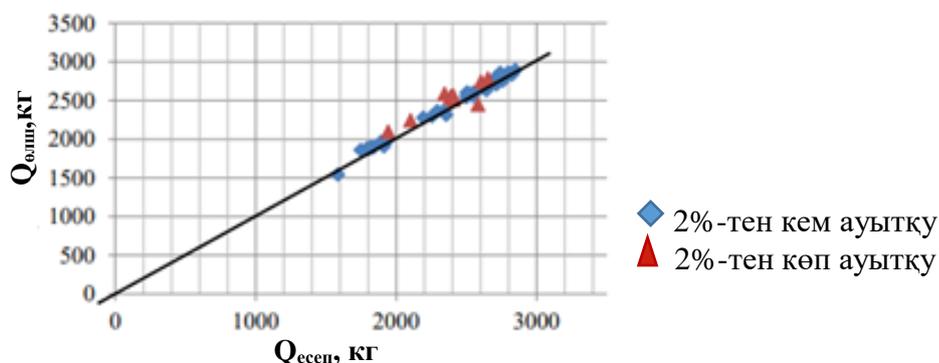
F – штанганың көлденең қимасының ауданы;

p – штангалар бағанының көлемдік бірлігінің салмағы;

f – сорап плунжерінің көлденең қимасының ауданы.

Осы ұңғымалар өнімінің сулануы орта есеппен 85% құрайды, осыған сүйене отырып, сұйықтықтың тығыздығы $0,95 \text{ г/см}^3$ деп тең алынады.

11 суреттен есептік және нақты анықталған жүктеме арасындағы алшақтық барлық жағдайларының 79% - ында динамометриялық өлшеулердің қалыпты дәлдігі шегінде жататындығы анықталды (динамограф шкаласының максимумынан 2%), барлық жағдайлардың 21% - ында сұйықтықтың нақты тығыздығының есептіден ауытқуынан, сондай-ақ бағанаға әсер ететін штангалардың жүктемелерін жазу кезінде динамографтың қателігінен туындаған үлкен айырмашылықтар бар.



11 Сурет – Штангалар бағанының есептік жүктемесінің және динамографпен өлшенген көрсеткіштерінің ауытқуы

Жүктемелердің қос амплитудасы үшін (3.2) формуласындағы a_0 коэффициентінің шамасын бағалау үшін[11]:

$$P = a_0 \cdot F \cdot l + e_c \cdot \frac{w^2 \cdot s_0}{g} \cdot \rho \cdot f \cdot l \quad (3.2)$$

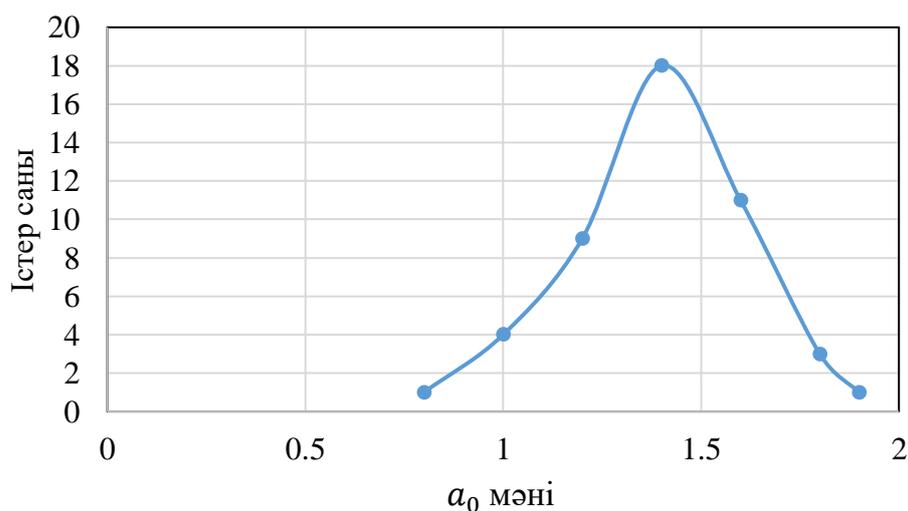
мұнда e_c – станок-качалканың кинематикалық коэффициенті;

s_0 – жылтырлатылған штоктың жүріс ұзындығы, м;

w^2 – бұрыштық жылдамдық, c^{-1} ;

$\frac{w^2 \cdot s_0}{g}$ – штангалар бағанының максималды үдеуінің нақты мәні.

Динамометриялық өлшеу үшін a_0 нақты мәндері есептелді, олардың нәтижелері бойынша a_0 нақты мәні 0,8 - 1,9 аралығында болатындығы анықталды. Орташа мәннен $\pm 0,05$ болатын a_0 мәндерін бақылаудың салыстырмалы жиіліктерін қарастырудан бұл жиіліктер 1,4-ке жақын болатын Гаусс қисығының кері симметриялы қисығын құрайтынын көруге болады, бұл $\rho = 0,95$ кезінде үйкеліс күштерінің әсерінен жүктеме амплитудасының 25% өсуіне жауап береді.



12 Сурет – a_0 коэффициентінің мәні үшін Гаусстың қисығы

a_0 коэффициенті-бұл сұйықтықтың тығыздығына, үйкеліс күштерінің шамасына және цилиндрдің толық толтырылмауымен немесе жер үсті жабдықтарының ақауларымен байланысты аналитикалық есепке алынбайтын бұзылуларға байланысты тәжірибелік анықтамаға жататын көлемдік өлшемі бар коэффициент.

Статистикалық және есептік ақпаратты өңдеу нәтижесінде осы коэффициенттің мәні 1,4-ке тең алынады. Статистикалық деректерді өңдеу үшін штангалар бағанының үзілу жиілігін табу формуласы сорап плунжерінің диаметрі мен түсу тереңдігінің бірреттік дәрежелік функциясы түрінде қабылданады.

$$\varphi = a \cdot m \cdot n \cdot \left(\frac{\sigma_a}{\sigma_m}\right)^{2k} \cdot \mu\left(\frac{D}{d}\right) \cdot k \quad (3.3)$$

мұнда, m - Δl ұзындығының жеке бөліктері;
 σ_a – кернеу амплитудасы;
 k – Велер қисығының логарифмдік координаталарында түзелетін көлбеуді сипаттайтын шама;
 n – уақыт бірлігіндегі циклдар саны, 1/мин

$$\mu\left(\frac{D}{d}; k\right) = \chi^4 \left[\frac{(1+\xi)^{\lambda+1} - 1}{\xi^{\lambda+1}} \right] \quad (3.4)$$

χ және ξ мәндерін енгізгеннен кейін келесідей формула шығады:

$$\mu\left(\frac{D}{d}; k\right) = \frac{1}{k+1} \left(\frac{2 \cdot p \cdot d^2}{a \cdot D^2}\right) \cdot \left| \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{a+p}{p} \cdot \frac{D^2}{d^2} + \frac{p-p}{p}\right)^{k+1} - \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{a+p}{p} \cdot \frac{D^2}{d^2} - \frac{p}{p}\right)^{k+1} \right| \quad (3.5)$$

$p = 0,95$, $a=1,4$ деп есептей отырып және бағанның салмағын $p = 8,6$ кг/дм³ жалғастырушы мұфталармен ұлғайтуға түзетумен болаттың көлемдік салмағының мәндерін енгізе отырып, біз сандық жеңілдетулерден кейін аламыз:

$$\mu\left(\frac{D}{d}; k\right) = \frac{1}{k+1} \left(\frac{2 \cdot p \cdot d^2}{a \cdot D^2}\right) \cdot \left| \left(0,1366 \cdot \frac{D^2}{d^2} + 0,889\right)^{k+1} - \left(0,1366 \cdot \frac{D^2}{d^2} - 0,11\right)^{k+1} \right| \quad (3.6)$$

Өлшемсіз μ функциясы келесі түрге ие болады:

$$\mu = \left| \left(0,1366 \cdot \frac{D^2}{d^2} + 0,889\right)^{k+1} - \left(0,1366 \cdot \frac{D^2}{d^2} - 0,11\right)^{k+1} \right|, \quad (3.7)$$

$$\varphi = a \cdot m \cdot n \cdot \left(\frac{a}{\sigma_m}\right)^k \cdot \left(\frac{p}{\sigma_m}\right)^k \cdot \frac{D^{3,05k+0,12}}{d} \cdot l^{2k}. \quad (3.8)$$

Осылайша, түрлендірулер нәтижесінде және «ӨзенМұнайГаз» АҚ көлбеу ұңғымалары жағдайында штангалар бағанының динамометриясының нақты деректерін қолдана отырып, штангалар бағанының үзілуінің теориялық жиілігін табу үшін жалпыланған өрнек алынды (3.9 формула).

$$\varphi = b \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^{3,05k+0,12} \cdot l^{2k+1} \quad (3.9)$$

(3.9) логарифмдегенде келесідей өрнек аламыз:

$$\lg \varphi = \lg b + (3,05k + 0,12) \cdot \lg \frac{D}{d} + (2k + 1) \cdot \lg l \quad (3.10)$$

(3.10) өрнегі ең ықтимал b және k мәндерін есептеу үшін пайдаланылуы мүмкін, егер D/d тәжірибелік мәндерінің қатары белгілі болса және көлбеу ұңғымалар жағдайында оларға сәйкес келсе φ .

Қарастырылатын коэффициенттердің қажетті мәндері келесі шамаларға ие: $k=1,573$; $lgb=-2,743$; $b=0,0018$. 3.13 өрнегіне k және b мәнін енгізе отырып, қарастырылып отырған ШҰС пайдалану аймағының көлбеу бағытталған ұңғымаларының жағдайлары үшін штангалар бағанының үзілу жиілігі 3.11 формуласына сәйкес болатындығын аламыз.

$$\varphi = 0.0018 \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^{4.92} \cdot l^{4.15} \quad (3.11)$$

Ұңғымалық сорапты қондырғысының өнімділігі өзгермеген жағдайда сорапты қондырғының жүріс ұзындығының штангалардың үзілу жиілігіне әсері қарастырылады. Егер плунжердің диаметрі, штанганың түрі, сораптағы ағып кету мөлшері және беру коэффициенті өзгермесе, онда өнімділікті сақтау шарты келесідей жазылуы мүмкін:

$$n_1 S_{01} = n_2 S_{02} \quad (3.12)$$

мұндағы n_1 және n_2 – тиісінше S_{01} және S_{02} штангаларды ілу нүктелері жүрісінің ұзындығымен қондырғылардың тербеліс жиілігі

Салыстырмалы сорап қондырғылары үшін (жылтыратылған штоктың ұзындығы 3 және 6 м) түсіру тереңдігінің айырмашылығын ескере отырып, штангалардың үзілуінің ықтимал жиілігі көрінеді.

$$\varphi_1 = b n_1 \left(\frac{D}{d}\right)^{3,04k+0,2} \cdot H_1^{2k+1}, \quad (3.13)$$

$$\varphi_2 = b n_2 \left(\frac{D}{d}\right)^{3,04k+0,2} \cdot H_2^{2k+1} \quad (3.14)$$

мұнда, φ_1 – бірінші орнату үшін жылына штангалардың үзілу жиілігі, айн/жыл;

φ_2 – екінші орнату үшін жылына штангалардың үзілу жиілігі, айн/жыл;

H_1 – бірінші сорап қондырғысының түсу тереңдігі, м;

H_2 – екінші сорап қондырғысының түсу тереңдігі, м.

$$n_2 = \frac{S_{01}}{S_{02}} \cdot n_1 \quad (3.15)$$

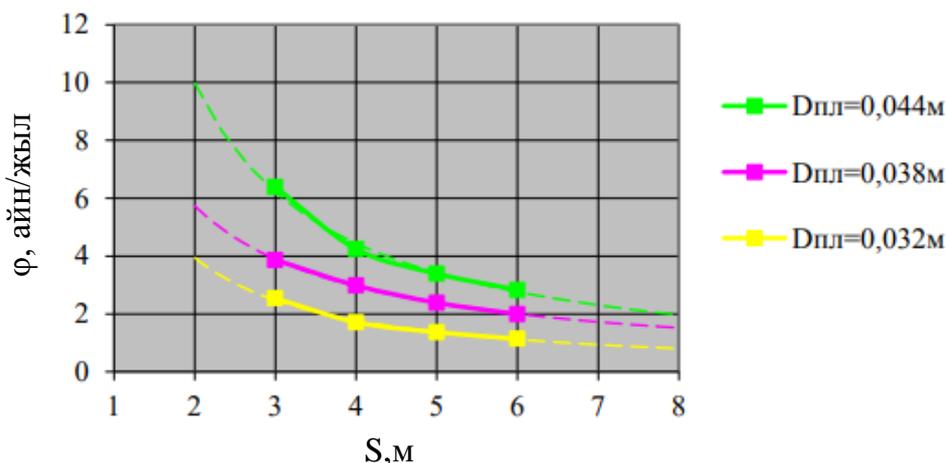
(3.15) формула негізінде келесідей аламыз:

$$\varphi_2 = \frac{S_{01}}{S_{02}} \cdot H_2^{2k+1} \cdot \frac{\varphi_1}{H_1^{2k+1}} \quad (3.16)$$

(3.16) өрнегінен, сорап қондырғысының өнімділігі сақталған жағдайда, штангалардың үзілуінің ықтимал жиілігі жылтыратылған штоктың жүріс ұзындығының ұлғаюына пропорционалды түрде азаяды және штангалар бағанының түсу тереңдігіне пропорционалды түрде артады. Динамикалық жүк неғұрлым көп болса, тербеліс жиілігі соғұрлым жоғары болатыны белгілі. Бұл жағдай сораптың ұзақ жұмыс істеу режимдерінің тиімділігін көрсетеді, өйткені тербеліс жиілігінің жоғарылауы динамикалық жүктемелердің жоғарылауына ғана емес, сонымен бірге олардың өсу қарқындылығына да әкеледі. Штанга колонналарының үзілу жиілігінің есебі (3.13),(3.14) және (3.16) тәуелділіктерге сүйене отырып, жылтыратылған шток жүрісінің ұзындығы 3 және 6 м және ШҰСҚ жетегін ауыстырғанға дейін және ауыстырғаннан кейін плунжерді түсірудің әртүрлі тереңдігінде жүргізілген. Басқа шарттар (плунжердің диаметрі, штангалық колоннаның құрылымы, сораптағы ағу шамасы және беріліс коэффициенті) өзгеріссіз болып саналады. Пайдаланылатын ұңғыманың деректерін пайдалана отырып, ШҰСҚ ($S_0=6$ м) жетегінің жылтыратылған штогының жүріс ұзындығының дәйекті өзгеруімен плунжердің түсу тереңдігінің тұрақтылығына және өрнекті (3.17) пайдалана отырып, сорап плунжерінің әртүрлі мөлшерлері үшін штангалар бағанының үзілу жиілігі есептеледі[15]:

$$\varphi_2 = \frac{S_{01}}{S_{02}} \cdot \varphi_1 \quad (3.17)$$

Есептеу нәтижелері бойынша штангалар бағанының үзілу жиілігінің жылтыратылған шток жүріс ұзындығына және сорап плунжерінің диаметріне тәуелділігі алынды (13 Сурет).



13 Сурет – Штангалар бағанының үзілу жиілігінің жылтыратылған шток жүрісінің ұзындығына және сорап плунжерінің диаметріне тәуелділік графигі

Алынған тәуелділіктерді талдау көрсеткендей, "ӨзенМұнайГаз" кен орындары жағдайында жылтыратылған штоктың жүріс ұзындығының артуы штангалардың үзілу жиілігін төмендетуге ықпал етеді, бұл ретте сорап

плунжерінің түсу тереңдігі неғұрлым көп болса, соғұрлым бұл төмендеу маңызды болады. Қаралып отырған жағдайда жылтыратылған шток жүрісінің ұзындығының 3 м-ден 6 м-ге өзгеруі штангалардың үзілу жиілігінің орта есеппен 40% - ға азаюына әкелді.

"ӨзенМұнайГаз" сияқты өндіруші компаниялар жағдайында ШҰСҚ пайдалану кезінде жөндеу жүргізу рентабельділігіне негізделген жерасты жабдығын пайдаланудың жобалық немесе жоспарлы көрсеткіштері бар. ШҰСҚ негізгі пайдалану көрсеткіштерінің бірі әртүрлі факторлардың жиынтығына тәуелді жер асты жабдығының жөндеу аралық кезеңі болып табылады. Мұндай факторларға Қазақстанның көптеген кен орындарында ұдайы өсіп келе жатқан ұңғымалардың өндірілетін өнімінің сулануы жатады. Осыған сүйене отырып, ұсынылған пайдалану аймағында жер асты жабдықтарының жобалық жөндеу кезеңін орындау ықтималдығына осы факторлардың әсерін зерттеу өзекті міндет болып табылады.

Жерасты жабдығының жөндеу аралық кезеңінің көрсеткіші (ЖАК) кездейсоқ сипатқа ие екені белгілі. Олардың пайда болу ықтималдығын көрсете отырып, өсу ретімен орналастырылған кездейсоқ шамалардың мәндерінің жиынтығы кездейсоқ шамалардың таралуы деп аталады. Кездейсоқ шаманың мүмкін мәндері мен оларға сәйкес келетін ықтималдықтар арасында байланыс орнататын қатынастар бөлу заңы деп аталады. Бөлу заңдары аналитикалық түрде, графиктер немесе кестелер түрінде берілуі мүмкін. Сенімділік теориясында әртүрлі тарату заңдары қолданылады. Сенімділік теориясының міндеті – физикалық процесті неғұрлым толық көрсететін бөлу заңын таңдау. Таратудың теориялық заңын таңдап, олар жабдықтардың сенімділік көрсеткіштерін анықтау үшін практикалық мәселелерді шешеді. Үздіксіз кездейсоқ шамалар үшін таралу заңдылықтарын аналитикалық сипаттаудың келесі әдістері қолданылады:

1) дифференциалдық функция немесе үлестіру тығыздығы $f / (r)$;

2) интегралдық үлестіру функциясы немесе сәтсіздік ықтималдығы функциясы:

$$F(t) \cdot dt \quad (3.18)$$

3) кері интегралдық үлестіру функциясы немесе ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығының функциясы:

$$P(t) = 1 - F(t) = 1 - \int_{-\infty}^t f(t) \cdot dt \quad (3.19)$$

4) қарқындылық функциясы (істен шығу қарқындылығы):

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} = \frac{f(t)}{1 - \int_{-\infty}^t f(t) \cdot dt} \quad (3.20)$$

$F(t)$, $f(t)$ функциялары бөлу заңдарын сипаттаудың балама тәсілдері болып табылады, бірақ олардың әрқайсысы белгілі бір мәселелерді шешу үшін

қолдануға ыңғайлы. Сонымен, $F(t)$ функциялары кездейсоқ шаманың берілген интервалдарға түсу ықтималдығының мәндерін есептеуге мүмкіндік береді. $F(t)$ дифференциалдық функциясы таралу заңының ерекше белгілерін көрсетеді (ықтимал мәндердің орналасуы, шашырау дәрежесі, симметрия және т.б.), сондықтан ол кездейсоқ шаманың қасиеттерін көрсету үшін жиі қолданылады. Қарқындылық функциясы элементтердің істен шығу қарқындылығын сипаттау үшін қолданылады.

Жүргізілген есептеулерге сүйене отырып, ұңғымалардың жоғары су қорында жылтыратылған штоктың жүріс ұзындығының 3-тен 6 м-ге артуы жер асты жабдықтарының жобалық жөндеу кезеңін орташа есеппен 24% - ға артуына әкеледі.

4 Коррозиялық ортаның металл бетіне әсерін шектеу жөніндегі техникалық құралдарды және сорғы конструкциясын әзірлеу

4.1 Штангалар бағанының бетіне коррозиялық ортаның әсерін шектеу және муфталық қосылыстарды нығайту бойынша техникалық құралдарды әзірлеу

Ұңғымаларда ШҰСҚ қолдану шарттары және оларды пайдалану тәжірибесінде шаршау коррозиясының дамуына белгілі бір комбинациядағы әртүрлі факторлардың жиынтығы әсер етеді, бұл штангалар бағанының материалының бұзылуына әкеледі. Мұндай факторларға мыналар жатады: ұңғымалар өнімінің сулануы, ілеспе судың минералдануы, штангалар бағанасы материалының қасиеттері, ұңғыма оқпанының көлбеу бұрышы (үйкеліс пен коррозияның жиынтық әсері), сулану (сорап арқылы ағып кету есебінен немесе мезгіл-мезгіл жұмыс істейтін қорда кері клапан болған кезде), штанга болатының маркасы және пайдалану кезінде штангалар бағанасын жүктеу режимі.

Штангалар бағанының үзілу себептерінің бірі жаңа штангаларды қабылдау кезінде бақылаудың жеткіліксіздігі болуы мүмкін, бұл эксперимент барысында анықталғандай, олардың сыни микросынықтарға сәйкес үзілуіне әкеледі. Мерзімді дебиті аз, суы жоғары қорда жүргізілген эксперименттердің нәтижелері бойынша кен орындары жағдайында штангалар бағанының үзілуінің негізгі себептеріне мыналар жатады:

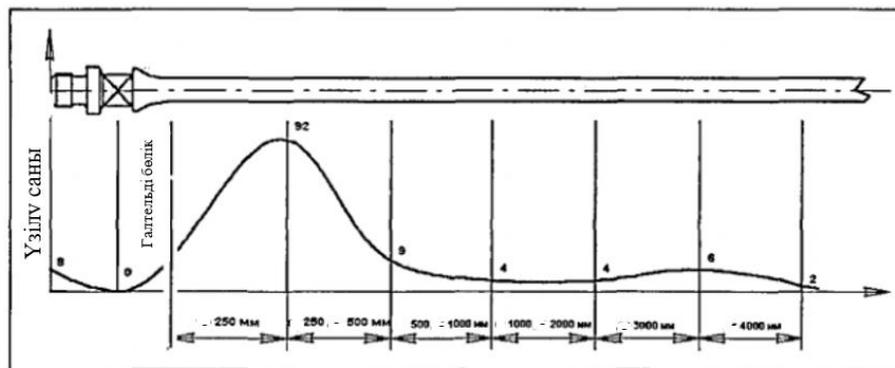
1) Сорап арқылы ағып кету болғанда немесе ағызу клапандары болған кезде агрессивті ортамен (қабатты сумен) байланысу;

2) Ұңғыманың оқпанының еңістігінің үлкен бұрыштары жағдайында, центраторларсыз (жалғастырушы муфталар бойынша үзілген кезде) ШҰС пайдалану;

3) Дайындаушы зауыттан жаңа штангаларды қабылдау кезінде бақылаудың жеткіліксіздігі (сыни микрочарықтардың болуы).

Бұл аталған себептер, штангалар бағанының металын біртіндеп бұзуға және нәтижесінде ШҰСҚ істен шығуына әкеледі, ал көбінесе мерзімді төмен дебитті жоғары су қорлы ұңғыма жабдықтарын жөндеу тиімсіз болып табылады. Бұл қорды қазіргі жағдайда сақтаудың жалғыз тәсілі – ШҰСҚ-ны апатсыз режимде пайдалану, бұл штангалар бағанының құрылымын оңтайландыруды талап етеді[11].

Штанганың сыну нүктелерін зерттеу кезінде диаметрі 19 мм болатын штанга үшін үзілудің 70% -ы галтельді бөлігінен 250 мм дейінгі аралықта, ал шамамен 7% - 250-ден 500 мм-ге дейін, 6% - ниппельді бөлігінде, яғни, ең жіңішке және жүктеме көп түсетін жерлерде, бұл бұрандалы ұшы бар жүктелген штанганың жобалық сызбасындағы максималды кернеулер орындарына сәйкес келеді (14 сурет).



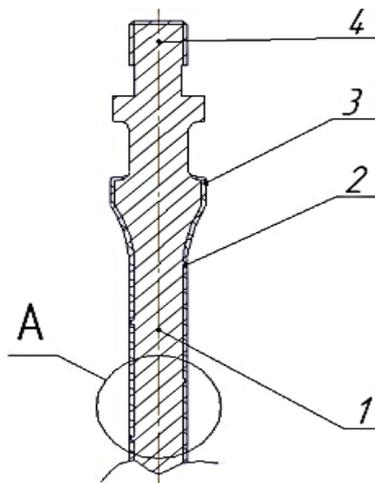
14 Сурет – Диаметрі 19 мм болатын штангалардың сыну графигі

Ұңғымалардағы штангалар үзілуінің статистикасы көрсеткендей, үзілістердің көп бөлігі не ұңғыма профилінің қатты қисаю аймағында, не штангалық тізбектің төменгі бөлігінде болады. Штанга үзілістерінің негізгі саны штанга ұшынан 0-ден 250 мм-ге дейінгі қашықтықта болды. Сол себепті ұңғыма жабдықтарының жұмыс істеу мерзімін ұзарту мақсатында тізбектің құрамына арнайы құрылымды штангаларды қосу арқылы коррозиялық бұзылулардың алдын алып, сенімділігін, беріктігін және төзімділігін арттыру үшін сорап штангалары мен муфттарды қолдану ұсынылды.

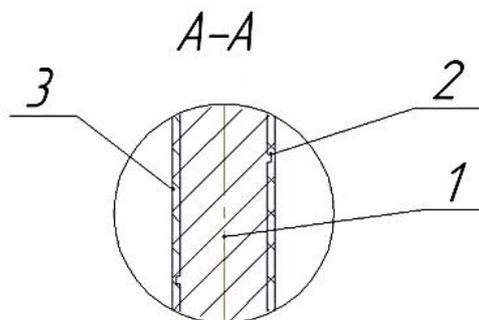
4.1.1 Бұрандалы қабырғасы және май-бензинге төзімді жабыны бар сорап штангасы

Сорап штангасының ұсынылған құрылысның техникалық міндеті оның беріктік сипаттамаларын нашарлататын коррозиялық әсерді болдырмау есебінен мерзімді режимде жұмыс істейтін жоғары сулы ұңғымалардың сағалық аймағында штангалар бағанының құрылымын оңтайландыру болып табылады. Бұл штангалар бағанының ең көп жүк түсетін сағалық аймағында штанганың денесінде коррозияға қарсы май-бензинге төзімді жабынды сенімді ұстап тұруға мүмкіндік беретін құрылымды әзірлеу болып табылады. Көрсетілген міндет белгілі бұрандалы жиегі бар және май-бензинге төзімді жабыны бар, оның ішінде штанганың денесі және екі жағынан бекітілген бұрандалы бастары бар. Ұсынылған модельге сәйкес, штанганың денесінде биіктігі 1 мм, ені 2 мм және штанга бойымен 30 мм бұрандалы сызығы бар үздіксіз бұрандалы жиек бар, және май-бензинге төзімді жабын ретінде жұмсақ май-бензинге төзімді резеңке қолданылады, ол металға жоғары адгезияға, ұңғымадағы сұйықтықтың коррозиялық және көмірсутекті, созылу динамикалық жүктемелерге жоғары икемділік береді[15].

15 суретте ұсынылған құрылымның схемасы көрсетілген. 16 сурет 12 суреттегі А түрі. Бұрандалы жиегі мен май-бензинге төзімді жабыны бар сорап штангасында 2 май-бензинге төзімді резеңкенің біркелкі қабаты бар 3 және бұрандалы бастары 4 бар.



15 Сурет – Бұрандалы қабырғасы және май-бензинге төзімді жабыны бар сорғы штангасының конструкциясы

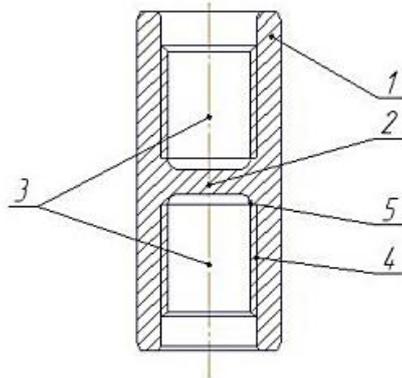


16 Сурет – 12 суреттегі А-А түрі

Ұсынылған конструкция штанганың денесінің бетіне май-бензинге төзімді жабынды мықтап ұстап тұруға және коррозиялық белсенді қабат суының штанганың сағалық аймағында штанга материалының циклдік ауыспалы жүктеме кезінде туындаған созылуы мен қысылуының әсерінен бұзылуының күшеюіне әсерін болдырмауға мүмкіндік береді.

4.1.2 Штангалар бағанының екі секциялы жалғастырғыш муфтасы

Бұл модельдің техникалық міндеті конструкцияның орталық көлденең қимасында беріктік қорын ұлғайту есебінен штангалар бағанының жалғастырғыш муфтасының сенімділігін арттыру болып табылады. Бұл модельдің мәні орталық көлденең қимадағы кернеудің шоғырлану аймағын болдырмайтын және нәтижесінде бүкіл бөліктің сыну жүктемелеріне үлкен беріктігін қамтамасыз ететін штангалар бағанының байланыстырушы муфтасын жасау болып табылады. Көрсетілген тапсырмаға белгілі екі секциялы штангалық байланыстырушы муфтада, оның ішінде байланыстырушы муфтаньң денесі мен құбыр бұрандалары ұсынылған модельге сәйкес, муфта бірдей өлшемдегі құбыр бұрандаларына және ішкі бөлігі дөңгелек фаскалы көлденең берік қабырғалы екі секцияға бөлінген. 17 суретте ұсынылған құрылымның схемасы көрсетілген.



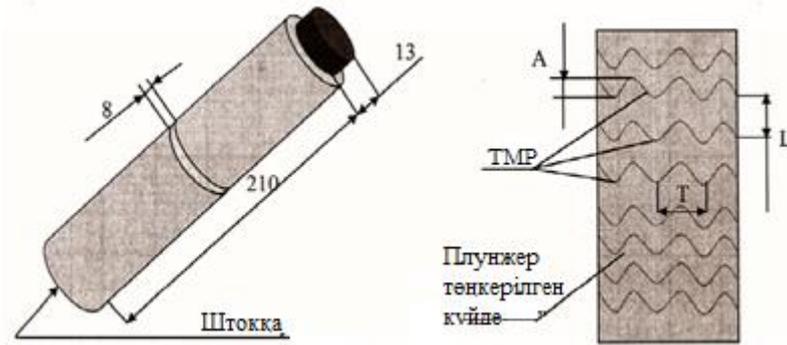
17 Сурет – Штангалар бағанының екі секциялы жалғастырғыш муфтасының конструкциясы

Штангалар бағанының екі секциялы муфтасы 1 муфтаның корпусын 2 қатты көлденең қабырғамен 3 екі секцияға бірдей мөлшердегі құбыр бұрандаларымен және муфтаның денесімен қатты көлденең қаттылық қабырғасының түйіскен жерінде 5 дөңгелек ішкі фаскамен бөлінген, Ұсынылған құрылғы байланыстырушы муфтаның денесінің орталық көлденең қимасындағы қауіпсіздігін арттыруға және соның салдарынан металдың шаршауын және штангалар бағанының байланыстырушы муфтасының сыну жиілігін азайтуға мүмкіндік береді, бұл бөлімде өндіріс процесінде қатты қаттылық қабырғасын орнатуға байланысты, ал оның қалыңдығы 5-тен 10 миллиметрге дейін, штангалар бағанының байланыстырушы муфтасының мөлшеріне байланысты.

4.2 Штангалық сорапың құрылымын жетілдіру

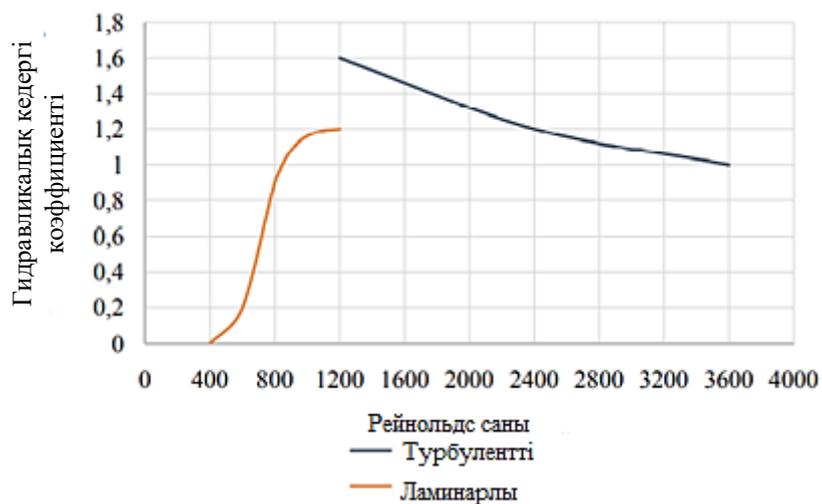
4.2.1 Тұрақты микрорельеф формасын таңдау

Плунжер мен цилиндр арасындағы ағып кетуді азайтуға бағытталған техникалық шешімдер плунжер жұптарының сериялық шығарылатымдармен салыстырғанда ұзақ мерзімділігін қамтамасыз етуі керек. Ең тиімді бағыт – плунжер жұбының саңылауындағы сұйықтық ағынына гидравликалық қарсылықты арттыру. Ол үшін плунжердің бетіне тұрақты микрорельеф қолдану ұсынылады. Плунжер бетіне тұрақты микрорельефті қолдану саңылаудағы сұйықтық ағысы кезінде гидравликалық кедергілердің артуын қамтамасыз етеді, бұл өз кезегінде ағу шамасын азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, "плунжер-цилиндр" жұбы жұмыс істеп тұрған кезде майлау сұйықтығы тұрақты микрорельефтің ойықтарында үнемі сақталады, бұл "құрғақ" үйкеліс пен қарқынды тозу ықтималдығының төмендеуіне, сондай-ақ плунжердің кептеліп қалуына әкеледі. Жұмыста сораптың плунжері теориялық есептеулерге сәйкес плунжер металына басу арқылы алынған тұрақты микрорельеф (ТМР) түріндегі ойықтар сериясын қолдану арқылы өзгертілген (18 сурет).



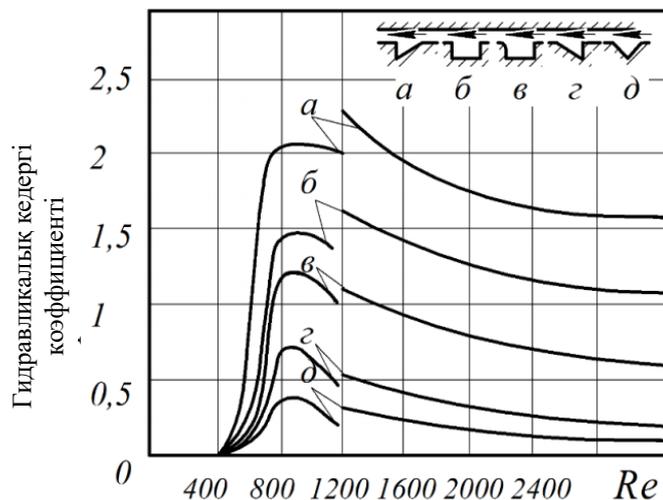
18 Сурет – Тұрақты микрорельеф сипаттамаларының шартты белгілері бар плунжердің жалпы түрі

Лабиринтті ойықтар болған кезде сақиналық саңылаудағы сұйықтықтың ағымы туралы эксперименттік зерттеулерге сәйкес, Рейнольдс санының мәні 500-ден 1200-ге дейін жоғарылағанда, жергілікті қарсылық коэффициентінің едәуір өсуі байқалады. Бұл жағдайда 500 және 1200 мәндері ағым режимін анықтау үшін сыни деп белгіленді. 0-ден 500-ге дейін-ағынның ламинарлық режимі, 500-ден 1200-ге дейін-ағынның өтпелі режимі және 1200-ден турбулентті (19 сурет).



19 Сурет – Тікбұрышты қиманың лабиринтті ойығының жергілікті кедергі коэффициентінің Рейнольдс санына тәуелділігі

Ағынның әртүрлі режимдері үшін 20 суретте көрсетілген тиісті эксперименттік тәуелділіктер алынды.



20 Сурет – Жергілікті гидравликалық кедергі коэффициентінің Рейнольдс санына тәуелділігі

20 сурет бойынша ең үлкен қарсылықтар өткір бұрышы артық қысым жағында орналасқан тікбұрышты үшбұрыштың қимасы бар ойықта пайда болатындығын көрсетеді. Плунжер шеңберінің ұзындығы бойымен оның геометриялық пішінін сақтай отырып, ойықтың қалыптасуының күрделілігіне байланысты тікбұрышты қиманың ойықтарын қолдануды ұсынылады, өйткені плунжер шеңберінің ұзындығы бойымен тікбұрышты үшбұрыштың қимасы бар ойықтың енінде кішкене өзгерістер болған кезде цилиндрдегі плунжерді қысатын бүйірлік теңгерілмеген күштер пайда болады.

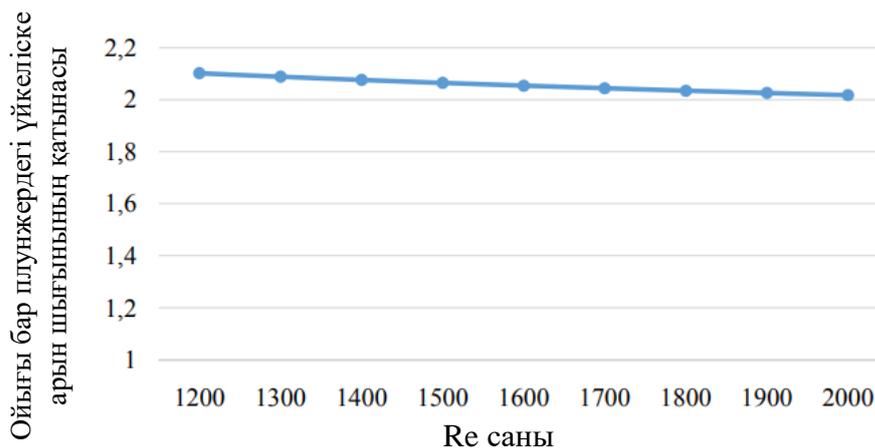
8 Кесте – Гидравликалық және жергілікті қарсылықтардың әртүрлі плунжер профильдері үшін Рейнольдс санына тәуелділігі

Плунжер профилі	Гидравликалық кедергі коэффициенті	
	Цилиндрдегі плунжердің концентрлік орналасуы	Цилиндрдегі плунжердің эксцентрік орналасуы (саңылаудың шамасына тең максималды эксцентріктілік кезінде)
Ойықсыз (тегіс плунжер)	Ламинарлы режим: $\lambda = \frac{100}{Re}$	Ламинарлы режим: $\lambda = \frac{57}{Re}$
	Турбулентті режим: $\lambda = \frac{19,63}{Re^{0.77}}$	Турбулентті режим: $\lambda = \frac{3,937}{Re^{0.583}}$
Тікбұрышты ойықпен 	Турбулентті режим: $\zeta = \frac{33,5}{Re^{0.43}}$	Турбулентті режим: $\zeta = \frac{41}{Re^{0.48}}$
Тікбұрышты үшбұрышты ойықпен 	Турбулентті режим: $\zeta = \frac{21,8}{Re^{0.33}}$	

Әр түрлі профильдегі ойықтарды қолдану тиімділігін бағалау үшін біз 8 кестесіндегі мәліметтерді ауыстыру арқылы жұмыста алынған тәуелділікті қолданамыз. Плунжер учаскесіндегі арын шығынының ойықпен және ойықсыз қатынасы келесідей тәуелділікпен анықталады:

$$\frac{\Delta H_{\text{ой}}}{\Delta H_{\text{тер}}} = 8.5 \cdot \frac{21.8}{Re^{0.08}} \cdot \frac{\delta}{l_k} \quad (4.1)$$

Ені l_k -2 мм тікбұрышты үшбұрышты қимасы бар ойық үшін плунжер жұбындағы саңылау $\delta = 0,1$ мм болғанда (4.1) теңдеу үшін график жасалды.



21 Сурет – Рейнольдстың әр түрлі сандарында плунжердегі сұйықтықтың үйкелісіне арынның жоғалу қатынасының тәуелділігі

21 сурет бойынша турбулентті режимінде ШҰС пайдалану кезінде барлық мүмкін болатын аймағында ойықтағы қысымның жоғалуы тегіс плунжерге қарағанда екі есе көп екенін көруге болады. Диаметрі 38,1 мм және ұзындығы 1368 мм плунжер үшін, 0,1 мм саңылау кезінде, ені 2 мм 270 салынған ойықтар кезінде тегіс плунжер мен ойықтары бар плунжердің жалпы кедергілерінің қатынасы келесідей тәуелділікпен анықталады:

$$\frac{H_{\text{ой}}}{H_{\text{тер}}} = 1 + \left(\frac{\Delta H_{\text{ой}}}{\Delta H_{\text{тер}}} - 1 \right) \frac{z \cdot a}{L_{\text{пл}}} = 1 + (2 - 1) \frac{270 \cdot 2}{1368} \approx 1,4 \quad (4.2)$$

Сұйықтықтың ағып кету мөлшерін бағалау үшін гидравликалық кедергідегі қысымның жоғалуы саңылау арқылы сұйықтық ағынының квадратына пропорционал деген болжамды қабылдаймыз. Содан кейін тегіс плунжер арқылы сұйықтықтың ағып кету шамасының ойықтары бар плунжерге қатынасы тегіс плунжер мен плунжердің ойықтары бар жалпы қарсыласу қатынасының квадрат түбіріне тең болады. Дарси-Вейсбах формуласы бойынша арын жылдамдық квадратына пропорционал. Өткізу қимасының ауданы өзгермейді деп болжаған кезде қысым ағынның квадратына пропорционал болады. Сонда сұйықтық шығындарының ойық арқылы ағыны тегіс саңылаудағы ағынға қатынасы 0,85 құрайды. Демек, ойық плунжердегі

сұйықтықтың ағып кетуі тегіс плунжерден ағуына қарағанда 15 пайызға аз болады.

Тікбұрышты үшбұрыш түріндегі ойықтың пішіні саңылаудағы сұйықтық ағынына ең үлкен қарсылықты тудыратындықтан және қазіргі технологиялық деңгейде оны қажетті дәлдікпен қолдануға мүмкіндік беретіндіктен, одан әрі зерттеу үшін қиманың бұл формасы таңдалды. Зерттеулер штангалық сораптың отырғызу топтары бойынша саңылаулардың әртүрлі мәндері үшін жүргізілді (9 кесте).

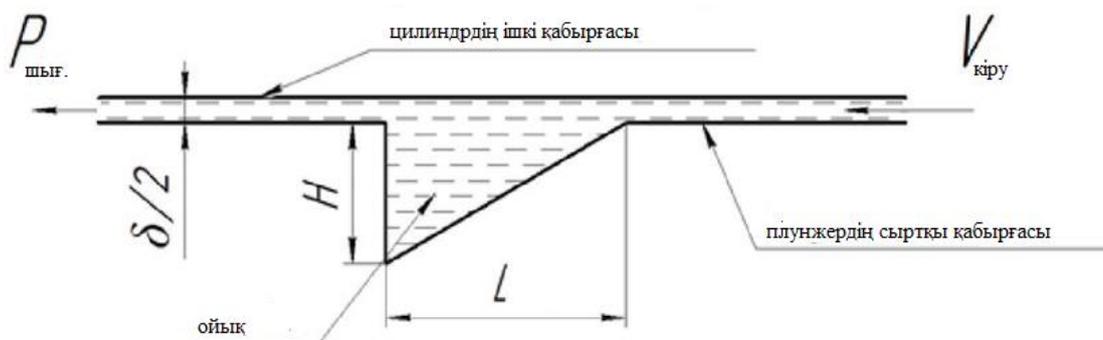
Саңылау мәндері келесідей болды: 0,01; 0,025; 0,075; 0,1; 0,125; 0,2 мм.

ШҰСҚ пайдалану кезінде плунжер жұбының саңылауы арқылы сұйықтықтың ағу режимі ламинарлы, өтпелі және турбулентті болуы мүмкін[12].

9 Кесте – Ұңғылық штангалық сорапты отырғызу топтары

Отырғызу тобы	Минималды саңылау,мм	Цилиндр мен плунжер дайындауда рұқсат етілген ең үлкен саңылау, мм
1	0,0	0,063
2	0,025	0,088
3	0,050	0,113
4	0,075	0,138
5	0,100	0,163

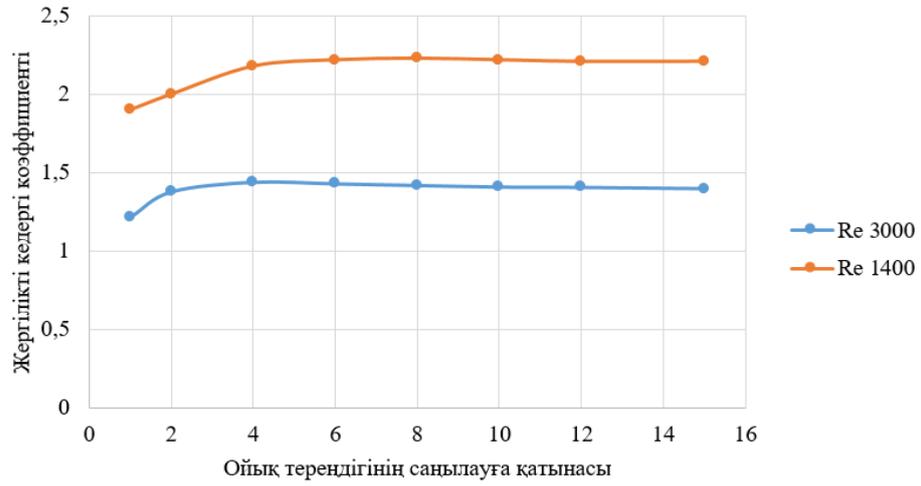
Осы параметрлер негізінде келесідей схема ұсынылды.



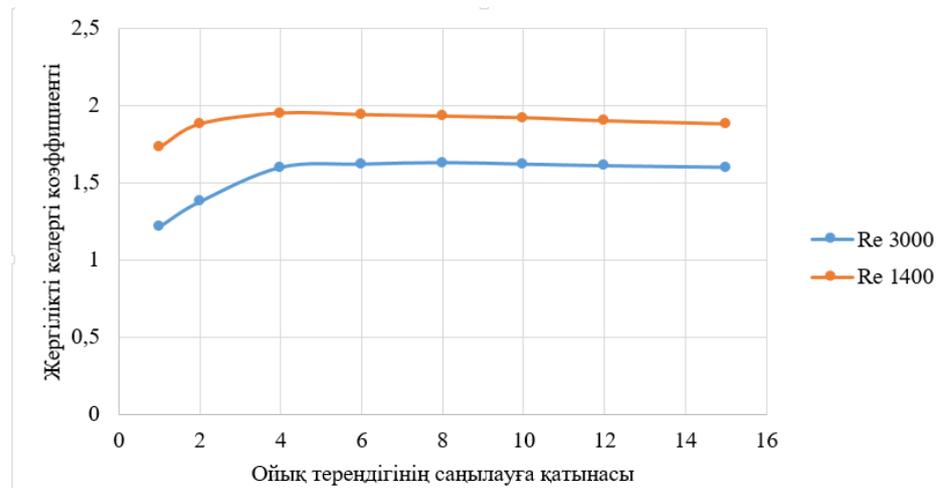
22 Сурет – Ойықты плунжер жұбының саңылауынан сұйықтықтың ағуының есептік схемасы

Ойыққа кіре берісте $V_{кіру}$ ағысының жылдамдығы, шыға берісте $P_{шығ.}$ қысымы белгіленді. Есептеу нәтижесінде ойық арқылы қысымның төмендеуі анықталады. Бір диаметрлі плунжер жұптары үшін ойықтың биіктігі H және ойықтың ені L . Ал тұтқырлық мәні $0,001 \text{ Па}\cdot\text{с}$, тығыздығы 1000 кг/м^3 болды.

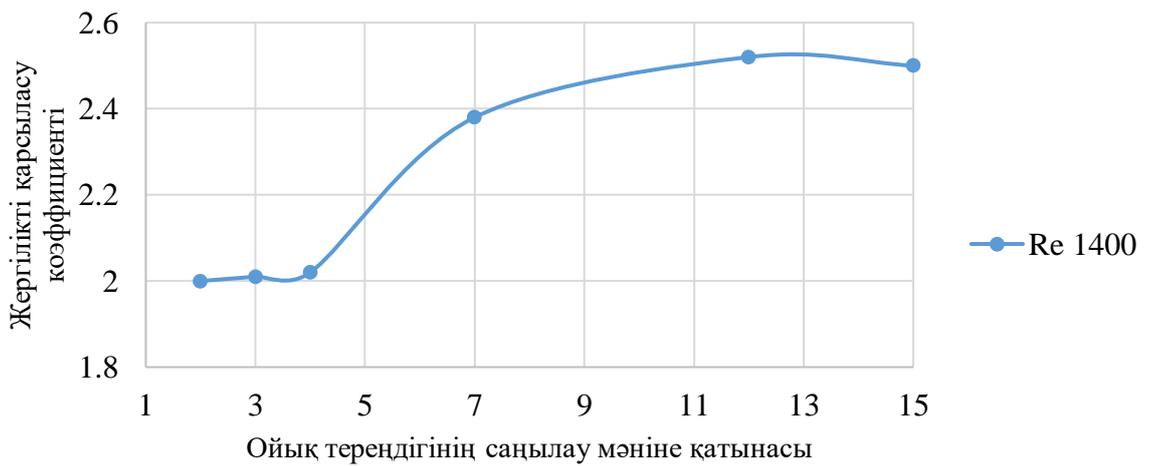
23 суретте ойық тереңдігінің (0,1 мм-ден 1,5 мм-ге дейін) саңылау шамасына (0,1 мм) қатынасының, жергілікті қарсыласу коэффициентіне тәуелділігі көрсетілген.



а)



б)

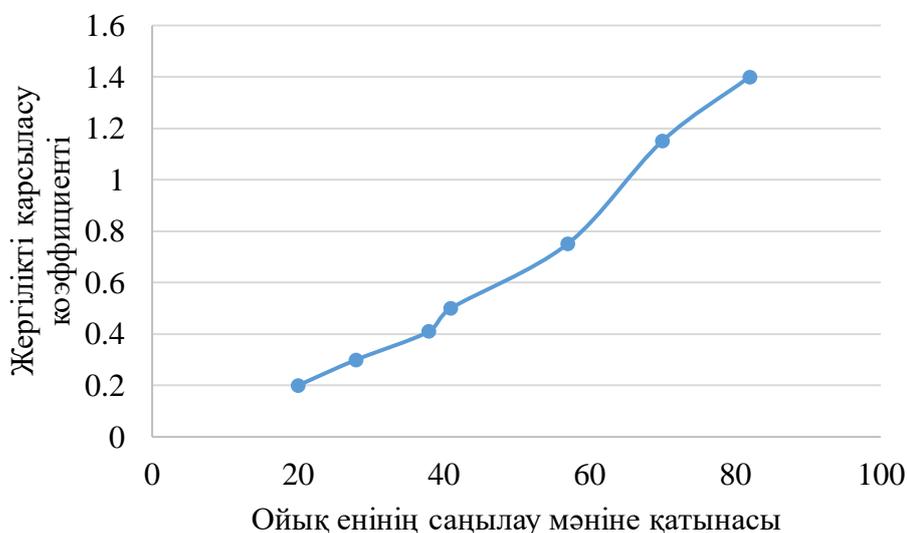


в)

а) ойық тереңдігі 1 мм, б) ойық тереңдігі 2 мм, в) ойық тереңдігі 3 мм
 23 Сурет – Жергілікті қарсыласу коэффициентінің ойық тереңдігінің саңылау мәніне ($\delta=1$ мм) қатынасына тәуелділігінің графиктері

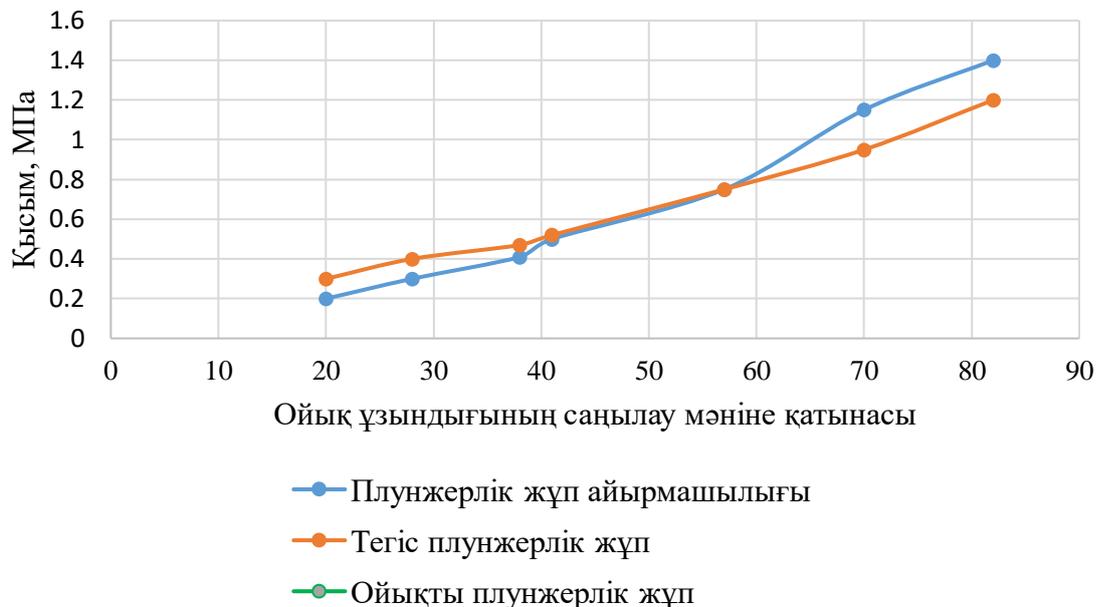
23 суреттегі графиктерге сәйкес, жергілікті гидравликалық қарсыласу коэффициентінің максималды мәндері пайда болатын ойық тереңдігінің саңылауға қатынасының мәні әртүрлі енді ойықтар үшін өзгереді. Сондықтан жергілікті гидравликалық қарсыласу коэффициентінің ойықтың енінің тереңдігіне қатынасына тәуелділігінің графигі салынды (ойықтың көлденең қимасын құрайтын тікбұрышты үшбұрыштың катеттерінің қатынасы. Деректер модельдеу кезінде алынған мәліметтер негізінде есептеу схемасы бойынша (22 сурет) Дарси-Вейсбах теңдеуінің шешімімен алынды. Барлық графиктерге сәйкес максималды гидравликалық кедергілер пайда болатын ойықтың тереңдігінің оңтайлы мәнін анықтауға болады

Максималды гидравликалық кедергілер пайда болатын ағым кезінде ойықтың оңтайлы енін анықтау үшін, L ойығының енінің әртүрлі мәндері үшін оңтайлы ойық тереңдігі $L/2,5$ болатын саңылауларға арналған бірқатар тәжірибелер жасалды. эксперименттердің нәтижелері 24 суретте келтірілген.



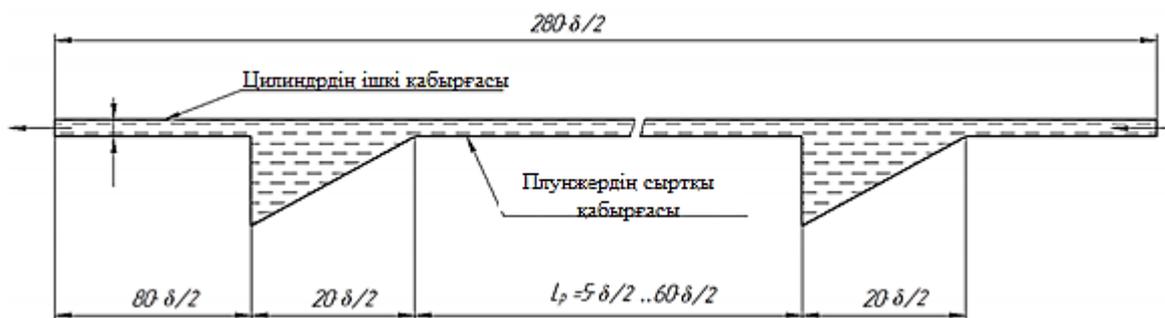
24 Сурет – Жергілікті қарсыласу коэффициентінің ойық енінің саңылау шамасына қатынасына тәуелділігі ($\delta=0,05$ мм)

Алынған тәжірибелік мәліметтер максималды қарсылықтар ойықтың ені саңылаудың шамасына тең немесе одан үлкен болған кезде пайда болатындығын көрсетеді. Максималды гидравликалық кедергілер пайда болатын ойық өлшемдерінің арақатынасын табу үшін сұйықтық ағынына кедергінің артуын және ұзындығы ұлғайған кезде плунжердің тегіс бөлігіндегі қысымның төмендеуін ескеру қажет. 25 суретте тегіс плунжер жұбындағы және ойықты плунжер жұбындағы қысым айырмашылықтарының мәндерін салыстыратын график көрсетілген. Әрбір өзгерістегі тегіс плунжердің ұзындығы ойығы бар плунжер жұбының ұзындығына сәйкес келді (25 сурет).



25 Сурет – Ұзындығы бірдей ($\delta=0,05$ мм) тегіс саңылауларда және ойықтарда пайда болатын қысым айырмашылығын салыстыру)

Плунжер жұбының саңылауындағы сұйықтықты сүзудің гидравликалық кедергісіне ойықтар арасындағы қашықтықтың әсерін бағалау үшін 26 суретте көрсетілген тапсырманың жобалық схемасы жасалды.



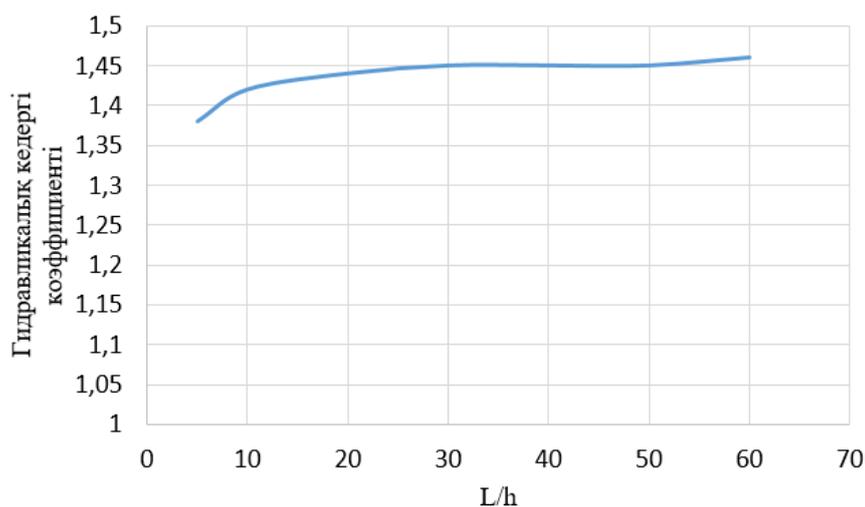
26 Сурет – Модельдеудің есептік схемасы

Кіре берісте $v_{\text{кір}}$ ағысының жылдамдығы, шыға берісте $P_{\text{шығ}}$ қысымы белгіленді. Есептеу нәтижесінде саңылауға дейінгі және одан кейінгі қысымның төмендеуі анықталды. Саңылау мәні δ -ге тең плунжер жұбы үшін ойықтардың өлшемдері: ойықтың ұзындығы $L = 20\delta/2$ және тереңдігі $H=L/2,5$. Динамикалық тұтқырлық 0,001-ден 0,01 Па·с-қа дейін, тығыздығы 850-ден 1000 кг/м³-ге дейін. Рейнольдс саны 1000-нан 3000-ға дейін өзгергенде, саңылауға кіретін сұйықтықтың ағу жылдамдығы және сүзілген сұйықтықтың динамикалық тұтқырлығы өзгереді.

Есептелген тор элементтерінің саны ойықтың мөлшеріне байланысты 100000-нан 300000-ға дейін болды. Элементтер гексаэдрлік формада қолданылды. Бірінші қабырға қабатының қалыңдығы 0,0005 мм болды.

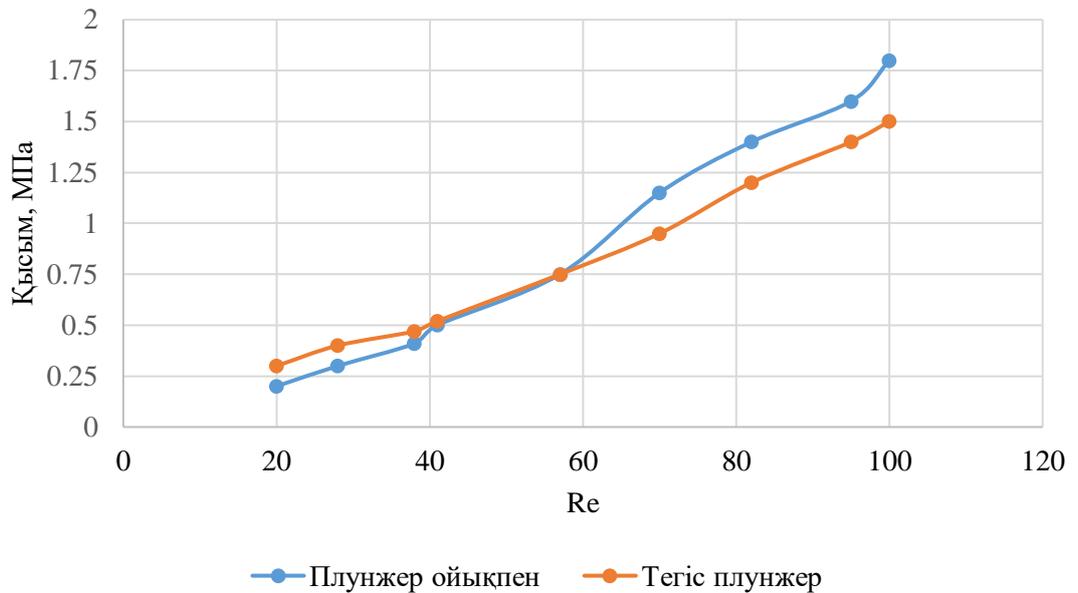
Рейнольдс саны 1400 болғанда есептеу нәтижелері 27 суретте келтірілген (турбулентті ағын кезінде штангалық сораптың плунжер жұптарындағы ағынға тән Рейнольдс сандары үшін ұқсас тәуелділіктер). Ойықтар арасындағы қашықтықтың жоғарылауымен гидравликалық кедергілердің шамалы өсуі байқалады. Бұл ойықтардың шектеулі кеңістіктегі ағынды турбулизациялауына байланысты болуы мүмкін, сондықтан бұл аймақтарды көрші ойықтармен қабаттасқан кезде гидравликалық кедергіге әсер ететін жалпы әсер азаяды. Алайда, $5 \cdot (\delta/2)$ және $60 \cdot (\delta/2)$ қашықтықта гидравликалық кедергі мәндерінің айырмашылығы 5% - дан аспайтындықтан, плунжер жұбының саңылауындағы гидравликалық кедергілерді барынша арттыру үшін плунжердегі ойықтардың санын көбейту ұсынылады [16].

Белгілі жұмыс жағдайларына және цилиндр мен плунжер материалдарының қасиеттеріне сүйене отырып, уақыт өте келе тозуға тәуелділікті алуға болады. Жөндеуаралық кезеңнің қабылданған мәні үшін тозу мөлшері және сәйкесінше плунжер мен цилиндр арасындағы орташа саңылау анықталады. Бұл мәнді біле отырып, сіз тұрақты микрорельеф ойықтарының геометриялық параметрлерін таңдай аласыз.

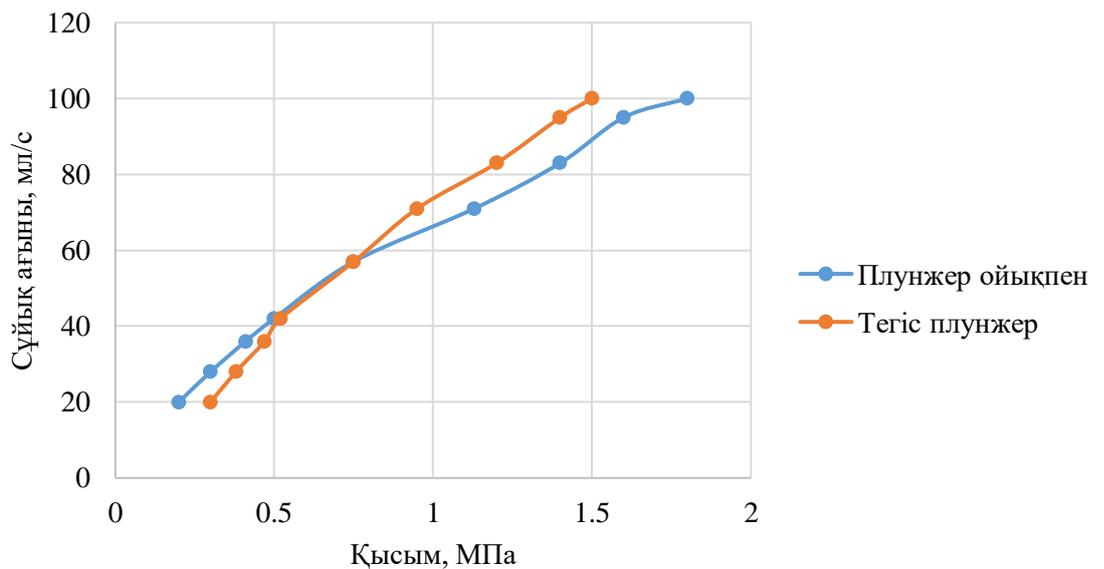


27 Сурет – Гидравликалық кедергі коэффициентінің ойықтар арасындағы қашықтықтың саңылау шамасына қатынасына тәуелділігі

Тұрақты микрорельефі бар ойықтарды енгізу нәтижесінде келесідей мәндерге қол жеткіземіз (28,29 сурет).



28 Сурет – Рейнольдстың әртүрлі сандарында плунжер жұбындағы қысым айырмашылығының тәуелділігі



29 Сурет – Сұйықтықтың ағып кетуінің плунжердегі қысымның төмендеуіне тәуелділігі

4.2.2 Сорап құрылымын әзірлеу

Жұмыс істейтін плунжер-цилиндр жұбына тұратын, және айдау және сору клапандарынан, механикалық қоспаларды сүзетін сүзгісі бар штангалық ұңғылық сораптың бар екені белгілі. Соңғысы сорапты қабылдаумен байланысты және төменнен механикалық қоспаларды алдын-ала жинау сыйымдылығымен жабдықталған. Сүзгі- бұл сораптың қабылдағышы мен ұңғыманың түбін байланыстыратын концентрлік орналасқан құбырлар. Механикалық қоспаларды алдын-ала жинау сыйымдылығы сыртқы сүзгі құбырының жалғасы түрінде жасалады және резервуардың түбіне орнатылған

серіппелі клапанмен жабдықталған. Сораптан серіппелі клапанға дейінгі қашықтық сораптан перфорация аралығына дейінгі қашықтықтан үлкен. Алайда, сүзгінің ішкі құбырындағы сұйықтықтың жоғары жылдамдығына байланысты механикалық қоспалардың сорап қуысына ену ықтималдығы жоғары, ал серіппелі клапанның жабылуы оның шамадан тыс ашылуына байланысты кешеуілдейді.

Сонымен қатар, цилиндрге орнатылған ілгерінді-кейінді қозғалыс мүмкіндігі бар айдау клапаны бар плунжер және сору клапаны бар цилиндрден тұратын штангалық сорап құрылысы да белгілі. Бұл құрылғы үлкен ұзындықтағы плунжерді қолдануды қамтиды, бұл ұңғыма сорғысының қатты тозуына әкеледі.

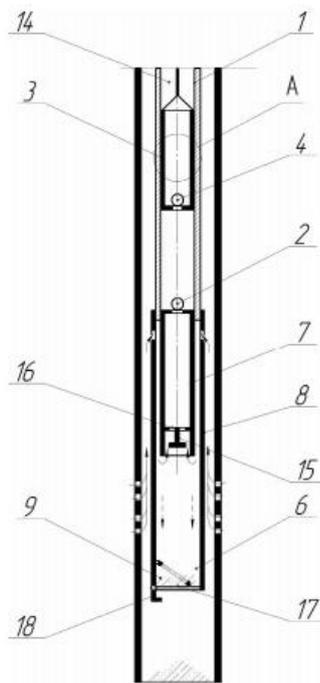
Бұл аталған қондырғылардың кемшілігі тозуға төзімді боп келеді, нәтижесінде сораптың функционалдық қызметі бұзылады. Сондықтан сораптың құрылымын жетілдірудегі негізгі міндет – ұңғымалық сорапты механикалық қоспалардан қорғаудың тиімділігін және плунжердің беріктігін арттыру, ағынды турбулизациялау арқылы плунжер жұбындағы ағып кетуді азайту.

Осы міндет негізінде қол жеткізілген техникалық нәтиже сораптың сенімділігін арттыру болып табылады, сүзгінің ішкі құбырының көлденең қимасының ауданын ұлғайту арқылы қол жеткізілетін сұйықтықтың төменгі ағысының жылдамдығы бар сүзгіні қолдану арқылы ұңғыма сорабын механикалық қоспалардан қорғау, сорап цилиндрінің поршеньдік жұбындағы ағып кетуді арнайы ойық пішінімен жасалған турбулизациямен азайту. Көрсетілген міндет шешіледі, ал техникалық нәтижеге сору клапаны бар цилиндр бар ұңғымалық штангалық сорапта айдау клапаны бар плунжердің ілгерінді-кейінді қозғалу мүмкіндігі бар цилиндрде орнатылған жабық ойықтар, концентрлік орнатылған құбырлар түріндегі механикалық қоспалардың сүзгісі және механикалық қоспалардың алдын-ала жинақтау сыйымдылығы, бұл ойықтардың көлденең қимасы көлбеу жазықтықпен кесілген параболаның пішінімен сипатталады, симметрия осі сорғының шығуы бағытында плунжер осімен өткір бұрыш жасайды, сонымен қатар ойықтардың тереңдігі плунжердің жиырмасыншы сыртқы диаметрінен аспайды, концентрлік орнатылған сүзгі құбырларының ішкі көлденең қимасы ішкі құбырдың сыртқы диаметрі мен сыртқы концентрлік құбырдың ішкі диаметрі арасындағы көлденең қимадан үлкен, ал алдын-ала жинақталған сыйымдылық клапаны Г-тәрізді жүріс шектегішімен жабдықталған.

30 суретте ұңғылық сорап құрылысы көрсетілген.

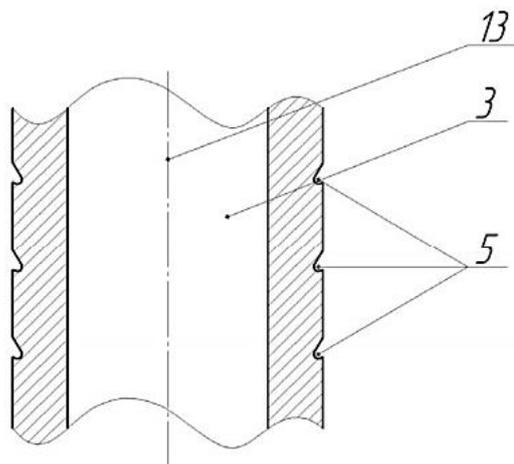
Ұңғымалық штангалық сорғының құрамында сору клапаны 2 бар 1 цилиндр бар, 1 цилиндрде айдау клапаны 4 бар 3 плунжер орналасқан, плунжердің сыртқы бетінде 3 осіне перпендикуляр жабық ойықтар қолданылады 5, құбырлар түріндегі 6 механикалық қоспалардың сүзгісі 7,8 және 9 механикалық қоспаларды ескеретін алдын-ала жинақталған сыйымдылыққа концентрлі орналасқан. 5 ойықтарының көлденең қимасы параболаның кесілген көлбеу жазықтығы түрінде болады, симметрия осі α 13 плунжер осімен 3 сораптың шығару бағытында 14 өткір бұрышты құрайды, сонымен қатар ойықтардың тереңдігі 5 плунжердің жиырмасыншы сыртқы диаметрінен аспайды 3, ішкі құбырдың ішкі көлденең қимасы 7 фильтр 6 ішкі құбырдың

сыртқы диаметрі мен сыртқы концентрлік орнатылған құбырдың ішкі диаметрі арасындағы көлденең қимадан үлкен 8, ал ішкі құбырды қабылдау 7 дөңгелек дискімен, 16 кронштейніндегі сорғының осіне перпендикуляр орнатылған, сыртқы 8 құбырдың ұзындығы 15 диск осы 8 құбырдың ішінде болатындай етіп жасалған, ал механикалық қоспалардың алдын-ала жинақталуының 17 сыйымдылығының 9 клапаны 18 Г-тәрізді жүріс шектегішімен жабдықталған.



31 Сурет – Штангалық сораптың жетілдірілген құрылымы

Ұңғыманың штангалық сорабының жұмысы келесідей. Плунжер жоғары көтерілгенде сору клапаны ашылады, айдау клапаны жабылады, плунжердің астындағы цилиндр қуысы сүзгіден өтетін мұнаймен толтырылады. Сонымен қатар, ішкі құбырдың сыртқы диаметрімен және сыртқы концентрлік орнатылған құбырдың ішкі диаметрімен құрылған фильтрдің сақиналық кеңістігінің көлденең қимасымен салыстырғанда фильтрдің ішкі құбырының көлденең қимасының ауданын ұлғайту арқылы қол жеткізілетін мұнайдың жоғары ағынын азайту арқылы сүзу жақсарайды. Механикалық қоспаларды сүзу процесінде олар кронштейнге орнатылған дөңгелек дискіден шағылысады, бұл сорғының жұмыс органдарын қосымша қорғайды және механикалық қоспаларды алдын-ала жинақтау контейнеріне орналастыруға мүмкіндік береді, оны толтыру кезінде клапан ашылып, аталған механикалық қоспалар қалпына келтіріледі. L-тәрізді жүріс шектегіші шамадан тыс ашылудан қорғайды және клапанның жұмыс күйіне оралуына мүмкіндік береді. 32 суретте плунжер бетіндегі ойықтар схеманың үлкейтілген фрагментін ұсынады.



32 Сурет – Плунжер бетіндегі ойықтар

Плунжер төмен қарай жылжиды, сору клапаны жабылады, айдау клапаны ашылады және плунжер астындағы кеңістіктен мұнай цилиндрге қосылған сораптық-компрессорлық құбырларға түседі (схемада көрсетілмеген). Ойықтардың көлденең қимасы көлбеу жазықтықпен кесілген параболаның пішініне ие, симметрия осі сораптың шығуы бағытында плунжер осімен өткір α бұрышын құрайды, ал ойықтардың тереңдігі плунжердің жиырмасыншы сыртқы диаметрінен аспайды, сорап цилиндрінің плунжер жұбындағы ағып кетуді көрсетілген арнайы ойық пішінімен құрылған ағынның турбулизациясымен азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, майлау ойықтарда үнемі сақталады, бұл плунжерлік жұпта "құрғақ үйкелісті" және қатты тозуды болдырмайды [17].

Осылайша, ұңғыма сорабын механикалық қоспалардан қорғау және айдалатын мұнай ағынын турбулизациялау арқылы плунжер жұбында ағып кетуді азайту жүзеге асырылады, осылайша сораптың беріктігі мен өнімділігін арттыруға қол жеткізіледі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеу барысында жоғары суланған ұңғымаларда штангалар бағанының жұмыс істеуі уақыты ұңғымалардың сулануының артуымен төмендейтіні анықталды. Мысалы, штангалар 70 %-тен астам суланған ұңғымаларға қарағанда 50-70% суланған ұңғымаларда жұмыс істеу циклі ұзағырақ. Штангалардың суда тұруы ондағы коррозияның әсерінен пайда болатын жарықтардың саны мен тереңдігінің өсуіне әкелетіні анықталды, жаңа штангалар үшін металлға ену тереңдігі 1,1 мм-ден асатын жарықтар өсу тұрғысынан ең қауіпті болып табылады, ал жөнделген штанга үшін-0,44 м-ден аз болғанда. Плунжер жұбындағы саңылау мөлшерінің ағып кету мөлшеріне және олардың жұмысының жөндеуаралық кезеңіне әсерінің қарама-қайшылықты сипаты осы жұптардың кептеліп қалуынан туындаған жиі істен шығуларға байланысты осы уақытқа дейін терең және су басқан ұңғымалар үшін арнайы сораптар жасауға мүмкіндік бермейтіні көрсетілген. Осы суланудың металл конструкциясына әсерін төмендету мақсатында келесідей техникo-технологиялық шешімдер әзірленді:

- Өнімнің сулануының өсуі және ұңғыма оқпанының еңкею бұрыштарының үлкен болуы жағдайында штангалар бағанына коррозиялық әсер етуді болдырмау және оның беріктік сипаттамаларын арттыру үшін сорғы штангаларының жаңа конструкциялары әзірленді;

- Су басқан мұнайды өндіру үшін штангалық ұңғымалық сорабының құрамына микрорельефі бар плунжер кіретін конструкциясы ұсынылды.

Осы шешімдер негізінде жөндеу аралық кезеңін ұлғайтуға, сораптың беріліс коэффициентін арттыруға және беріктігін жоғарлатып, өнімділігін арттыруға қол жеткіземіз.

ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Адонин, А. Н. Добыча нефти штанговыми насосами. - М. : Недра, 1979.
- 2 Адонин, А. Н. Процессы глубиннонасосной нефтедобычи. - М. : Недра, 1964.
- 3 Абрашин, А. А. Обрывы насосных штанг и пути их уменьшения / А. А. Абрашин, Е. И. Гординекий, Х. Г. Давлетшин, В. А. Мордвино, А. Х. Шарипов // «Нефтепромысловое дело». - 1970.
- 4 Антипин, Ю. В. Предотвращение осложнений при добыче обводненной нефти / Ю. В. Антипин, М. Д. Валеев. - Уфа : Башкирское книжное издательство, 1987
- 5 Афанасьев, В. А. Расчет максимальной нагрузки на головку балансира станка-качалки в наклонно-направленных скважинах / В. А. Афанасьев, А. В. Отрадных//Тр. СибНИИ И НП. – 1978
- 6 Вирновский. Л. С. Теория и практика глубиннонасосной добычи нефти: Избранные труды //Тр. ВНИИ. - Вып. LVII.-М. : Недра, 1971.
- 7 Газаров, А. Г. К вопросу усталостно-коррозионного износа глубиннонасосного оборудования // А. Г. Газаров, А. Р. Энштейн, В. Е. Андреев // Методы увеличения нефтеотдачи трудноизвлекаемых запасов. Проблемы и решения. - Вып. 4. - Уфа: Изд-во «Монография», 2003.
- 8 Афанасьев В.А., Овсий Л.И., Сергеев А.Г. Обоснование направлений развития технических средств подъема жидкости из скважин //Нефтяное хозяйство.- 1991
- 9 Валишин Ю.Г. Прогнозирование производительности штанговой глубиннонасосной установки // Нефтепромысловое дело. 1976.
- 10 Бахтизин Р.Н. Добыча нефти штанговыми установками в осложненных условиях / Монография / Бахтизин Р.Н., Уразаков К.Р., Топольников А.С., Азизов А.М., Комков А.Г., Ишмухаметов Б.Х. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016
- 11 Кочекон, М. А. Анализ обрывов штанг в НГДУ «Чекмагушнефть» / М. Р. Ситдинов, И. Е. Ишемгузин, М. А. Кочекон // Инновационное нефтегазовое оборудование: проблемы и решения: сб. тр. /Всероссийская науч.-техн. конференция. -Уфа: УГНТУ, 2010
- 12 Бахтизин Р.Н. Влияние формы регулярного микрорельефа поверхности плунжера на утечки в штанговом скважинном насосе / Бахтизин, Р.Н., Уразаков К.Р., Латыпов Б.М., Ишмухаметов Б.Х., Нарбутовских А.Ю. // Нефтяное хозяйство. 2017.
- 13 Зубаиров С.Г. Проектирование штанговых насосных установок для осложненных условий эксплуатации. Уфа: Изд-воУГНТУ, 1999.
- 14 Б. Муллаев, А. Абитова, Б.Туркпенбаева, О. Саенко. Месторождение Узень. Проблемы и решения. Том 2 //Алматы, Нур-принт, 2016.
- 15 Уразаков, К. Р. Устройство для уменьшения трения и механического износа насосных труб и штанг / К. Р. Уразаков, В. И. Абросимов, В. Н. Рахматуллин, Н. Х. Мусин, А. Т. Цветков // Нефтепромысловое дело. – 1987

16 Ивановский В.Н., Дарищев В.И., Сабиров А.А. и др. Скважинные насосные установки для добычи нефти. М.: ГУЛ, изд-во «Нефть и газ», РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина. - 2002.

17 Ишмурзин А.А. К выбору группы посадки плунжера в цилиндре штанговой насосной установки / Нефтегазовое дело: науч.-техн. журн. / УГНТУ. 2004.

РЕЦЕНЗИЯ

магистерлік диссертацияға

Сүйеубаева Ботакөз Темірбекқызы

7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың цифрлық инженериясы

Тақырыбы: **Штангалы ұңғылық сораптық қондырғыны жоғары
суланған ұңғымаларда пайдалану тиімділігін арттыру**

Рецензияға ұсынылғаны:

- а) графикалық/демонстрациялық бөлімі _____ слайдта
- б) магистрлік диссертацияның жазбаша түсініктемесі _____ бетте

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Зерттеу тақырыбы бойынша автор зерттелетін бағыт бойынша, тұтастай алғанда және жұмыста қойылған міндеттердің жаңалығы туралы мұқият іздеу жүргізді. Жалпы, диссертанттың алдына қойған міндеттері толық көлемде және нормативті құжаттар талабына сай орындалған, ғылыми жаңалығы мен тәжірибелік мәні бар жұмыс болып табылады.

Диссертациялық жұмысқа айтарлықтай ескертулер жоқ, тек тілек бар – диссертациялық жұмыстағы ұсыныстарды өндіріске практикалық енгізу.

Жұмысқа баға

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

Магистрант Сүйеубаева Ботакөздің біліктілігі мен ғылыми деңгейі «техника ғылымдарының магистрі» атағына лайық, ал оның диссертациясын –"95%"-пайызбен бағалауға болады.

Рецензент

Т.Р.К. ДОЦЕНТ



Мусабеков Р.А.

2021 ж.

Ғылыми жетекшінің пікірі

магистерлік диссертацияға

Сүйеубаева Ботакөз Темірбекқызы

7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың цифрлық инженериясы

Тақырыбы: Штангалы ұңғылық сораптық қондырғыны жоғары суланған
ұңғымаларда пайдалану тиімділігін арттыру

Диссертациялық жұмыста жоғары суланған ұңғымаларда жабдықтарды пайдалану ерекшеліктеріне байланысты сұрақтар қойылды және зерттеу жұмыстары жүргізілді. Ұңғымалардың судың жоғары қорында пайдалану жабдықтардың жөндеуаралық мерзімін қысқартты, сорап өнімділігін төмендетті.

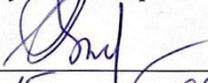
Жабдықтарды жөндеуаралық мерзімін ұлғайту мақсатында бірқатар зерттеу жұмыстары атқарылды. Зерттеу нәтижесінде судың жоғары қорында жұмыс жасайтын жабдықтардан судың ағуын және коррозиялық процесстерді төмендету үшін техникo-технологиялық шешімдер әзірленді.

Магистрант ауқымды зерттеу шолуын жүргізді және техникалық-технологиялық есептеулер жүргізу, өндірістік және техникалық регламенттеу бойынша іс-шараларға талдау жүргізу, магистрлік диссертацияның қажетті конструкторлық-технологиялық бөлігін дайындау үшін жеткілікті теориялық және практикалық материалды таңдады.

Ұсынылған магистрлік диссертация бітіру жұмыстарының талаптарына сай және мемлекеттік аттестаттау комиссиясының алдында қорғауға ұсынылады, ал Сүйеубаева Ботакөзге «Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы» мамандығы бойынша техника ғылымдарының магистрі дәрежесін беруге лайық.

Ғылыми жетекші

Қауымдастырылған профессор, т.ғ.к.


Калиев Б.З.
«15» 06 2021 г.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Сүйеубаева Ботакөз Темірбекқызы

Название: Штангалы ҰҰҰылы сорапты Ұондырлыны жоҰары суланҰан ҰҰҰымаларда пайдалану тиімділігін арттыру

Координатор: Бакытжан Калиев

Коэффициент подобия 1: 0.4

Коэффициент подобия 2: 0

Замена букв: 8

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

общая работа признаю самостоятельной и допускаю к защите

15.06.2021
.....
Дата

[Подпись]
.....
Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Сүйеубаева Ботакөз Темірбекқызы

Название: Штангалы ұңғылық сораптық қондырғыны жоғары суланған ұңғымаларда пайдалану тиімділігін арттыру

Координатор: Бакытжан Калиев

Коэффициент подобия 1:0.4

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:8

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите.

Дата

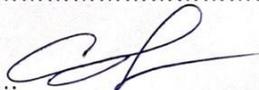
Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Обнаружены в работе разногласия
и не адекватной
прежним требованиям. В связи с тем, работа
выполняется самостоятельно и допускаю к
защите.

18.06.2021



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения