

## Протокол

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

**Автор:** Кайдаров Рауан Асылбекович

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** 30 МПа дейінгі шекті қысымға механикалық айналмалы басы бар мұнай ұңғымаларына арналған пакер конструкциясын жаңғырту

**Научный руководитель:** Бейбит Мырзахметов

**Коэффициент Подобия 1:** 2.2

**Коэффициент Подобия 2:** 0.8

**Микропробелы:** 17

**Знаки из здругих алфавитов:** 89

**Интервалы:** 95

**Белые Знаки:** 15

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрупнения плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата

проверяющий эксперт

02.06.2023

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

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

**Автор:** Кайдаров Рауан Асылбекович

**Тақырыбы:** 30 МПа дейінгі шекті қысымға механикалық айналмалы басы бар мұнай ұңғымаларына арналған пакер конструкциясын жаңғырту

**Жетекшісі:** Бейбит Мырзахметов

**1-ұқсастық коэффициенті (30):** 2.2

**2-ұқсастық коэффициенті (5):** 0.8

**Дәйексөз (35):** 0

**Әріптерді ауыстыру:** 89

**Аралықтар:** 95

**Шағын кеңістіктер:** 17

**Ақ белгілер:** 15

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

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

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

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

**Негіздеме:**

Күні

02.06.23

Кафедра меңгерушісі





## Протокол

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

**Автор:** Кайдаров Рауан Асылбекович

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** 30 МПа дейінгі шекті қысымға механикалық айналмалы басы бар мұнай ұңғымаларына арналған пакер конструкциясын жаңғырту

**Научный руководитель:** Бейбит Мырзахметов

**Коэффициент Подобия 1:** 2.2

**Коэффициент Подобия 2:** 0.8

**Микропробелы:** 17

**Знаки из здругих алфавитов:** 89

**Интервалы:** 95

**Белые Знаки:** 15

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

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

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

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

Обоснование:

Дата

02.06.23

Заведующий кафедрой



**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ**

дипломдық жобаға  
(жұмыстың аты)

**Қайдаров Рауан Асылбековичке**  
(оқушының тегі, аты)

**Мамандығы:** 6В07107 – Эксплуатациялық-сервистік инженерия  
(шифр мен мамандықтың атауы)

**Тақырыбы:** 360 мПа дейінгі шекті қысымға механикалық айналмалы басы бар мұнай ұңғымаларда арналған пакер конструкциясын жаңғырту

Жұмыстың тақырыбы мұнай саласында ұңғымаларда көптеген технологиялық процесстерді атқаруда қолданатын бұрандалы басы бар пакердің конструкциясын жетілдіруге арналған.

Дипломдық жобадағы тапсырмасына сәйкес жоғары қысымда жұмыс істейтін пакерлердің конструкциялары қарастырылып, олардың кемшіліктері мен артықшылықтары анықталып, ең тиімдісі прототип ретінде қарастырылып таңдалған. Сол таңдалған прототиптегі кемшіліктерді жою үшін көптеген патенттік мәліметтер қарастырып, оның конструкциясын әзірлеу жолдары анықталды.

Есептік жобалау кезінде пакердің ең жауапты элементі- өзгертілген тығыздағышының конструкциясы қарастырылып, оның тығыздау параметрлері мен қабілеті есептелді.


Дипломдық жобаны орындаған кезінде дипломант тәртіпті, қанағаттанарлық инженерлік дағдыларын және анықтамалық әдебиеттермен жұмыс істеу қабілетін көрсете білді. Жұмыс барысында ол нақты инженерлік есепті шешу және конструкцияларын жобалау дағдыларын меңгерді. Бұған оның арнайы пәндерді оқудағы жақсы кәсіби дайындығы ықпал етті.

Жалпы алғанда, дипломдық жобаның бөлімдерінің мазмұны логикалық тұрғыдан сәйкес келеді, ішкі бірлікте және мәселені шешуге бағытталған.

Дипломант Қайдаров Рауан практикалық инженерлік есептерді шешу дағдыларына ие және орындаушылар командасының құрамында кәсіби қызметті сәтті жүзеге асыра алады деп ойлаймын.

Қайдаров Рауанның дипломдық жобасы нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес орындалған және «Техникалық ғылымдар және технологиялар бакалавры» атаққа ие болу үшін Аттестациялық комиссия алдында қорғауға жіберіледі.

**Ғылыми жетекші**  
техн ғыл. канд. профессор  
(лауазымы, ғылыми дәрежесі, атағы)

 Б.А. Мырзахметов



**СЫН-ПІКІР**

Дипломдық жоба  
(жұмыстың түрі)

Кайдаров Рауан Асылбекович  
(Диплом қорғаушының аты-жөні)

6B07107 – «Эксплуатациялық – сервистік инженерия»  
(шифр и наименование специальности)

Тақырыбы: 30 МПа дейінгі шекті қысымға механикалық айналмалы басы бар мұнай ұңғымаларына арналған пакер конструкциясын жаңғырту

- а) Дипломдық жобаның түсіндірме жазбасы 46 бетте орындалған;
- б) Дипломдық жобаның сызба бөлімі 5 бетте орындалған.

**ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ**

Дипломдық жобада механикалық пакерлердің техникалық сипаттамасы, оның сыныптамасы мен ерекшеліктері, жұмыс принциптері келтірілген. Механикалық пакерлердің құрылымдары қарастырыла отырып, талдау жасалынған.

Берілген дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты 30 МПа дейінгі шекті қысымға механикалық айналмалы басы бар мұнай ұңғымаларына арналған пакер конструкциясын жаңғырту болып табылады.

Дипломдық жобаның графикалық бөлімінде қарастырылған пакерлердің сызбалары толық көрсетілген. Жалпы алғанда дипломдық жоба талаптарды сақтай отырып, қажетті деңгейде жазылған.

**ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАЛАНУЫ**

Дипломдық жоба мемлекеттік стандартында келтірілген талаптарға сай орындалған және тақырып бойынша материалдарды қамтиды.

Дипломдық жобаны «жақсы» (90%) деген бағаға бағалап, дипломант Кайдаров Рауан Асылбекович 6B07107 - «Эксплуатациялық – сервистік инженерия» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты деп санаймын және Мемлекеттік аттестациялау комиссиясының алдында қорғауға ұсынамын.

Пікір беруші: «Жылжымалы құрам»  
кафедрасының меңгерушісі  
ЛжКА профессоры, т.ғ.к., доцент

«05» 05 2023 ж



*Г.К. Аширбаев*  
(қолы)

Аширбаев Г.К.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

*Ирина Николаевна*

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және Машина жасау институты

Технологиялық машиналар және көлік кафедрасы

Кайдаров Рауан Асылбекович

Тақырыбы: 30 МПа дейінгі шекті қысымға механикалық айналмалы басы бар  
мұнай ұңғымаларына арналған пакер конструкциясын жаңғырту

**ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА**

6B07107 – «Эксплуатациялық сервистік инженерия»

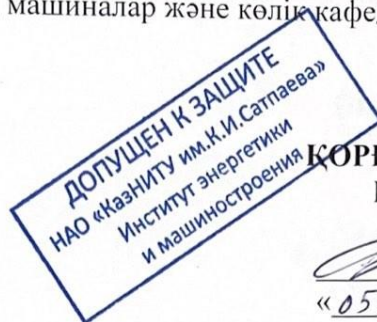
Алматы 2023

КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және Машинажасау институты

Технологиялық машиналар және көлік кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн.ғыл.канд.,

С.А. Бортебаев

«05» 06 2023ж.

Дипломдық жоба

Тақырыбы: «30 МПа дейінгі шекті қысымға механикалық айналмалы басы бар мұнай ұңғымаларына арналған пакер конструкциясын жаңғырту»

6B07107 – «Эксплуатациялық сервистік инженерия»

Орындаған:

Кайдаров Р.А.

Пікір беруші

техн.ғыл.канд., профессор

(ғылыми дәрежесі, атауы)

Қолы

Аширбаев Г.К.

Аты-жөні

Ғылыми жетекші

техн.ғыл.канд., профессор

(ғылыми дәрежесі, атауы)

Қолы

Мырзахметов Б.А.

Аты-жөні

Алматы 2023



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және Машинажасау институты


Технологиялық машиналар және көлік кафедрасы

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл канд.,

ассоц. профессор

 С.А. Бортебаев

«27» \_\_\_\_\_ 11 2022 ж.

**Дипломдық жоба орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Кайдаров Рауан Асылбекович

Тақырыбы 30 МПа дейінгі шекті қысымға механикалық айналмалы басы бар мұнай ұңғымаларына арналған пакер конструкциясын жаңғырту  
Университет басшысының "23" қараша 2022ж. №404-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «01» маусым 2023 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: Мұнай ұңғымалары үшін 30 МПа дейінгі шекті қысымға арналған механикалық пакердің құрылымын жаңғырту

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Техникалық бөлімі: Пакер және пакердің түрлеріне талдау жасау; негізгі жабдықтарына түсініктеме беру.

б) Есептеу бөлімі: негізгі элементтерінің параметрлері есептелінді.

в) Арнайы бөлім: ұсынылып отырған пакердің тығыздағыш элементтің жетілдіру, пайдалану тиімділіктерін салыстыру.

г) Еңбек қорғау бөлімі: қауіпсіздік шаралары және еңбек қорғау мәселелерін қарастыру;

Сызба материалдар тізімі (6 парақ сызбалар көрсетілген)

1.Пакердің жалпы көрінісі; 2. Жинақ сызбасы; 3.Бөлшек сызбасы;

4. Техникалық ұсыныс. 5. Бөлшек сызбасы; 6. Бөлшек сызбасы.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 15 атау



Дипломдық жобаны даярлау

КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
1. Техникалық бөлім	15.03.2023	
2. Арнайы бөлім	29.04.2023	
3. Есептік бөлім	10.05.2023	


Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған күні	Қолы
Техникалық бөлім	Мырзахметов Б.А. техн. ғыл. канд., профессор	5.06.23	
Арнайы бөлім	Мырзахметов Б.А. техн. ғыл. канд., профессор	5.06.23	
Есептік бөлім	Мырзахметов Б.А. техн. ғыл. канд., профессор	5.06.23	
Қалып бақылаушы	Сарыбаев Е.Е. Аға оқытушы	02.06.23	

Ғылыми жетекшісі

 Мырзахметов Б.А./

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

 /Кайдаров Р.А./

Күні «23» 11 2022 ж.

## АНДАТПА

Дипломдық жобада механикалық пакерлердің техникалық сипаттамасы, оның сыныптамасы мен ерекшеліктері, жұмыс принциптері келтірілген. Механикалық пакерлердің құрылымдары қарастырыла отырып, талдау жасалынған.

Берілген дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты 30 МПа дейінгі шекті қысымға механикалық айналмалы басы бар мұнай ұңғымаларына арналған пакер конструкциясын жаңғырту болып табылады.

Беріктікке қажетті есептеулер жүргізілді. Механикалық пакерді пайдалану кезіндегі оның қауіпсіздігі мен экологиялығы есептелді және талданды. Берілген технологияны енгізуден экономикалық тиімділік анықталды.

Берілген дипломдық жоба 6 парақ графикалық бөлімнен, 46 парақ түсіндірме жазбасынан тұрады. Жобамен орындау барысында 13 әдебиет деректері пайдаланылды.

## АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте приведены технические характеристики механических пакеров, их классификация и особенности, принципы работы. Проведен анализ с рассмотрением конструкций механических пакеров.

Основной целью данной дипломной работы является модернизация конструкции пакера для нефтяных скважин с механической вращающейся головкой на предельное давление до 30 МПа.

Произведены необходимые расчеты на прочность. Рассчитана и проанализирована его безопасность и экологичность при эксплуатации механического пакера. Определена экономическая эффективность от внедрения данной технологии.

Данный дипломный проект состоит из 6 листов графической части, 46 листов пояснительной записки. В ходе выполнения проекта было использовано 13 литературных данных.

## ANNOTATION

The diploma project contains the technical characteristics of mechanical packers, their classification and features, principles of operation. The analysis with consideration of designs of mechanical packers is carried out.

The main purpose of this thesis is to modernize the design of a packer for oil wells with a mechanical rotating head at a maximum pressure of up to 30 MPa.

The necessary strength calculations have been made. Its safety and environmental friendliness during the operation of a mechanical packer are calculated and analyzed. The economic efficiency of the introduction of this technology is determined.

This graduation project consists of 6 sheets of graphic part, 46 sheets of explanatory note. In the course of the project, 13 literature data were used.



## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Техникалық бөлім	8
1.1	Механикалық пакерлер конструкцияларына шолу	8
1.2	Қабатты гидравликалық жаруға арналған пакерлер	11
1.3	Жоғары қысымды пакерлер	13
1.4	Сорапты компрессорлы құбырлар тізбегін тығыздауға арналған ПВМ типіндегі пакерлер	15
1.5	Прототипті таңдау және артықшылығы мен кемшіліктері	18
2	Арнайы бөлім	23
2.1	Патенттік шолу, Пакердің жетілдіру жолдарын таңдау	23
2.2	Пакердің жетілдіру жолдарын таңдау	26
3	Есептеу бөлімі	30
3.1	Пакердің параметрлерін есептеу	30
3.2	Пакерлерді механикалық басқаруға есептеу	32
3.3	Жаңартудан кейінгі пакердің есебі	36
4	Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау	40
4.1	Мұнай және газ кен орындарын пайдалану кезіндегі негізгі қауіп-қатер және зияндылықтар	40
4.2	Пакерді пайдалану, жұмыс істеу кезіндегі техникалық қауіпсіздік жөнінде нұсқаулар	41
4.3	Қойнаудың гидрожарылуын жүзеге асыру кезіндегі қоршаған ортаны қорғаудың нормативтік құжаттарын орындаудағы шаралар	42
	Қорытынды	45
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	46

## КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта елімізде және шетелде қабаттарды ажырату және қабаттар аралық ағындарды оқшаулау технологиясы және ұңғымаларда пакерлерді қолдана отырып бекіту кезінде жұмыстың түрлері белсенді дамып келеді. Мұнай ұңғымағаларына арналған пакер қабаттың жекелеген бөліктерін оқшаулау және ажырату мақсатында бұрғылау жұмыстарын жүргізу және ұңғыманы күрделі жөндеу операциялары кезінде қолданылатын құрал болып табылады. Сонымен қатар пакерлер цемент немесе балшық тампондарға қарағанда қабаттарды уақытша ажырату үшін тиімді болып саналады.

Пакерлерді қолдану мақсаты әр түрлі, бірақ олардың барлығы қабаттарды ажырату немесе ұңғымаларды пайдалану процесінде тікелей ұңғымадағы ортаның әсерінен шегендеу тізбегін оқшаулау талаптарына негізделген. Бұл ұңғымаларға жөндеу жүргізу, гидро жару, ұңғыманың түбін тазалау, жергілікті нүктеде күшті химиялық реагентті пайдалану және тағы басқа қажет операцияларды жүргізу үшін қолданылады. Пакердің құрылымдық негізгі ерекшелігі - қысымның едәуір ауытқуына төтеп беру қабілеті.

Тығыздағыш элементтерді деформациялау және шегендеу тізбегін оқшаулау әдісі бойынша пакерлер механикалық және гидравликалық болып ажыратылады. Механикалық пакерлерге – тығыздағыш элементіне құбырдың салмағы әсер ететін кезде деформацияға ұшырайтын барлық пакерлер жатады. Осы пакерлердің артықшылығына – конструкциясының қараайымдылығы және жұмыс жасаудағы жоғарғы сенімділігі жатады, кемшілігі – құбыр салмағымен оларды міндетті түрде жүктеп отыру қажет, ал мұны іске асыру үлкен емес тереңдіктерде мүмкінге соқпайды.

Ұңғымаларға түсіру әдісі бойынша пакерлерді – құбырлар арқылы ұңғымаға түсірілетін және тасталынатын пакерлер деп жіктейді. Бірінші топтағы пакерлер ұңғымаға құбырдың саптары арқылы түсіріледі. Екінші топтың пакерлері – тартальды арқанға бекітілген жүк штангісі арқылы ұңғымаға итере отырып тасталынады.

Пакерлердің сенімді оқшаулауды қамтамасыз ете алатын қысым түсіру мәндеріне байланысты екі түрге ажыратады. 30 МПа мәндеріне дейінгі қысымды қабылдайтын – яғни орташа қысымдағы пакерлер және 30 МПа мәндерінен жоғарғы қысымды қабылдайтын – жоғарғы қысымдағы пакерлер.

Қандай да бір пакер түрін таңдау – оны қандай мақсатта қолдануына тікелей байланысты болады. Сонымен қатар ұңғыманың нақты жағдайына, яғни қисықтығына, түсірілім тереңдігіне және күтілетін қысымға байланысты болмақ.



## 1 Техникалық бөлім

### 1.1 Механикалық пакерлер конструкцияларына шолу

Ұңғымаларда тізбектерді тығындауға арналған механикалық пакерлер мұнайгаз өндірісі саласында, мұнай мен газ ұңғыларын игеру мен эксплуатациялау кезінде қолданылуы мүмкін. Механикалық пакерлердің біркелкі, кезекпе-кезек және көлденең қысқа мен көлденең ұзын болатын сыртқы бетінде орналасқан қисық қуысты оқпаны бар. Оқпанға тірек тығыз байланысқан. Оның астында қысқыш тығыздауыш элемент пен конус бар. Конус оқпанға қатысты осьтік орын ауыстыра алатындай етіп орналастырылған. Оқпанның үстінде осьтік орын ауыстыра алатын қабілеті бар құрсау орналасады. Құрсауды айнала біртегіс шлипстар қойылған. Олар серіппе астында құрсауға қатысты радиалды бағытталған және екіінді арқалық түрінде жасалған. Оқпанның астыңғы бөлігінде шеңбер орналасады. Ол құрсауға қатысты радиалды айнала алатындай етіліп жасалған, бірақ шеңбер құрсаумен осьтік бағытта берік байланысады. Шеңбердің ішкі жағында тікбұрышты профильмен жырашық (канавка) жасалған. Құрсаудың сыртқы бетінде, бөлек сектор түрінде буртиктар жасалады. Шеңбердің ішкі бөлігінде бір ось бойымен, пакердің осіне перпендикуляр, созу арқылы қондырылған екі диаметрлік қарама-қарсы бағытталған штифтар орналасқан. Буртиктің алдыңғы бұрышы  $10^0$ -қа тең.

Мұнайгаз өндіру саласына мұнай және газ ұңғыларын игеру мен эксплуатациялау кезінде, изоляциялау бойынша ұңғыларды желілеу процесінде аудандарды жұту сияқты әртүрлі технологиялық операцияларды жүргізу барысында, қысым үстінде шегендеуде, қабаттардың гидравликалық жарылысында және т.б. қолданылуы мүмкін.

Құрамында Г-тәрізді қисықты шток, қысқа және ұзын бөлігі бар, штокпен тығыз байланысқан корпус, штокта орнатылған тығыздауыш элемент пен конус, хвостовиктерімен плашкалар, штоктың Г-тәрізді қисығында орналасқан штифт, серіппе асты центратры, штокқа қатысты центрлі орналасқан және онымен төменгі бүйір арқылы тығыз байланысқан баспалдақты төлке, плашкалардың хвостовиктері төменгі төлкеде ойып алынған цилиндрлік бөлікке ие және ол төлке мен шток арасына орналастырылған, сонымен қатар хвостовиктің ұзындығы оның цилиндрлік құрушысы бойынша Г-тәрізді қисықтың қысқа бөлігінен ұзын және Г-тәрізді қисықтың ұзын бөлігінен қысқа пакері танымал.

Танымал техникалық шешімнің кемшілігі құрылысының қиындығы, үлкен металкөлемділігі және көлбеу бағытталған құбырларда (сорапты-компрессорлы құбырлар) пакерді шешу кезінде құрылғыны босату нәтижесінде пайда болатын авариялар. (Пакерді шешу кезінде оны якорьдан түсіру керек, ол үшін құралдың солға қарай бұрылысы болады).

Құрамында сыртқы бетінде біртегіс орналасқан кезекпе-кезек көлденең қысқа және көлденең ұзын аудандары бар шеңберлі қисық қуысты оқпан, оқпанмен берік байланысқан тірек, оның астында орналасқан оқпанға қатысты осьтік орын ауыстыра алатын мүмкіндігі бар тығыздауыш элемент пен конус,

радиальды-осьтік орын ауыстыра алатын ішкі жағындағы дөңесі бар оқпанда орналасқан құрсау, оқпанның шеңберлі қисық қуысында орналасқан және құрсауды біркелкі айналған шлипстар, олар құрсауға қатысты радиалды бағытта серіппе астыландырылған (подпружиненные), сонымен қатар пакер конуста орнатылған жұдырықшалармен жабдықталған, көлденең жазықтық төңірегіндегі қисық қуыстың қысқа аудандарында бір бірінен арақашықтығы шлипстың енінен аз емес болып орналасқан.

Танымал техникалық шешімнің кемшілігі оның жұмысындағы сенімсіздікте. Пакерлеу кезінде осьтік орын ауыстыру арқылы оқпанның шлипстармен бірге өз осі бойынан айналуы болады. Пакердің жұмыстық қалыпта ұзақ тұруы нәтижесінде шлипстар әрқашан сыналанып қалып отырады. Бұрау кезінде олар олқылыққа ұшырайды. Осыдан пакер тізбекте сыналанып, авариялық ситуация туындайды. Одан басқа, шығыңқы жері бар құрсауға жүріс бергенде оның соңында сыналану қаупін тудыратын оқпанда ауытқуы пайда болады. Пакердің ұзақ жұмыс жасауы кезінде және оның дұрыс жиналмауы нәтижесінде оқпандағы белгілеп алушы тетік істен шығады. Оның радиалды бұралуы болып, пакердің жұмыстық қалыпқа түсуі кезінде шлипстар жұдырықшалардың астына түсіп қалады. Осыдан олар өздерінің жұмыстық қалыптарын сақтамайды. Қайта пакерлеу мүмкін емес болады. Оның үстіне жұдырықшаларды дайындау дәлдікті қажет етуімен, конустың радиалды жүрістен нақты белгілеуді талап етуімен қиынға түседі.

Қазіргі кездегі қолданыстағы пакерлердің техникалық нәтижесі болып пакердің жұмыс істеу сенімділігінің құрсаудың ауытқуын алдын алуы, құрсау мен шлипстардың радиалды бұралу және соңғылардың сыналануының алдын алуы есебінен жоғарылауы саналады.

Механикалық пакер, құрамында сыртқы бетінде біртегіс орналасқан кезекпе-кезек көлденең қысқа және көлденең ұзын аудандары бар шеңберлі қисық қуысты оқпан, оқпанмен берік байланысқан тірек, оның астында орналасқан оқпанға қатысты осьтік орын ауыстыра алатын мүмкіндігі бар тығыздауыш элемент пен конус, оқпанда орналасқан осьтік орын ауыстыра алатын құрсау, құрсауда орнатылған, қисық қуыста орналасқан бағыттауыш штифт, құрсауды айнала біртегіс серіппе астында құрсауға қатысты радиалды бағытта шлипстар қойылған және олар екіінді арқалық түрінде жасалған, өнертабысқа сәйкес құрсаудың астыңғы бөлігінде қосымша шеңбер орналасып, ол құрсауға қатысты радиалды айнала алатындай етіліп жасалған, бірақ шеңбер құрсаумен осьтік бағытта берік байланысады, шеңбердің ішкі жағында тікбұрышты профильмен жырашық (канавка) жасалған, ал құрсаудың сыртқы бетінде, бөлек сектор түрінде буртиктер жасалады, сонымен қатар шеңбердің ішкі бөлігінде бір ось бойымен, пакердің осіне перпендикуляр, қатты созу арқылы қондырылған диаметрлік қарама-қарсы бағытталған штифтер орналасқан, қисық қуыстың көлденең ұзын және көлденең қысқа бөліктері оқпанға қатысты екіжақты симметриялы жасалған, ал буртиктің алдыңғы бұрышы  $10^0$ -қа тең. 1.1-суретте механикалық пакері көрсетілген. механикалық пакері бұрғылау және де сорғы-компрессорлық құбырларының бағандарын



тығыздау үшін пайдаланылады. Пайдалану шарттары МЕСТ 16350-80 сәйкес – бұл қолайлы климаттық аймақ. МЕСТ 15150-69 бойынша орналасу санаты – 5. Пакерді пайдалану кезіндегі жұмыс ортасының рұқсат етілген қышқылдығы - рН7.



1.1 Сурет - Механикалық пакерлер

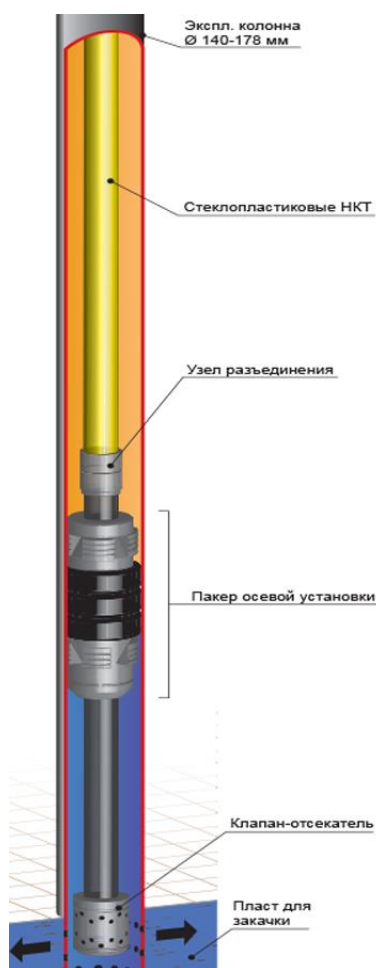
Пакердің жұмысы келесід ей жүргізіледі: Құбырлар бағанымен ұңғымаға пакер түсіріледі. Ұңғыға қатысты түсіру барысында шеткі төменгі орында фиксатор шлипсұстағышты ұстап қалады. Сағат тілі бойынша бұру кезінде фиксатор бағанда саңылаудың ұзын кесігі бойынша жылжиды да, шлипсұстағышты босатады. Шлипстер бағанды түсіру кезінде серіппенің әсерімен ұңғыма қабырғасына жабысып, осы жағдайда ұсталынып тұрады, ал конус оларды отырғызғыш құбырда ұстап қалады. Құбыр бағандарының салмағынан шығатын күш тіреуіш арқылы манжеттерге өтеді, олар, өз кезегінде, ПВМ пакерін нығыздай отырып деформацияланады. Құбырлар бағанасын тарту кезінде манжеттер кейін өздерінің бастапқы нысандарына қайтып оралады, конус шлипстерді босатады, ал ПВМ пакері орнатылған жерінен алынады.

## 1.2 Қабатты гидравликалық жаруға арналған пакерлер

Мұндай пакерлердің мақсаты – ұңғыманың аумағын оқшаулау және қабатты гидравликалық жару кезінде пакер астыңғы бөлікте сұйықтықтың жоғарғы қысымын жасау кезіндегі ұңғы зақымдалуының алдын алу үшін пакер мен ұңғыманың басы арасында орналасқан шегендеуіш саптың ұңғысынан оны бөліп алу болып табылады.

ҚР және шетелдерде шегендеуіш сапты оқшаулау үшін әр алуан түрдегі пакерлер қолданылады, олар екі топқа жіктеледі: оның бірінші тобына – құйыршықты тіректер жағдайында соймалы пакерлерде орнатылған құбыр сабының салмағы есебінен тығыздағыш элементтерді деформациялау кезінде жүзеге асырылады.

Төменде тіректері бар соймалы пакерлердің бірнеше конструкциясының сипаттамалары келтіріледі. ПМ типіндегі штангісіз сорғы бойынша ОКБ пакері (1.2- суретке сәйкес) көрсетілген.



1.2 Сурет - ПМ типіндегі пакер

Жоғарыда сипатталған тіректері бар пакерлерге қарағанда, тірексіз соймалы немесе шлипсілі типтегі пакерлер – құбырша кеңістігін оқшаулау үшін



құйыршықты тіректі қажет етпейді. Шлипсілі пакерлер ұңғымалардың кез келген тереңдігінде орнатыла береді. Штангісіз сорғы ыойынша ОКБ- ның ПШ конструкциялы шлипсілі пакерлері көрсетілген.

Қосуға арналған бұрғылы құбырдың сол жақ бұрандасы , ал төменгісі – басқа штокты бекітетін сорғылы компрессорлы құбырдың бұрандасы болып табылады. Басқа тіректік сақина бекітілген. Сондай – ақ, штокқа өлшемдері бойынша бірдей резеңкелі тығыздағыш манжеттер, аралық сақина, әрі сақинаға бекітілген конус кидіріледі. Тіректік және аралық сақиналар, сонымен қатар, конустың сақиналары – дюралюминийден дайындалады. Штокқа құйыршық жалғанады. Ал құйыршықта үш шлипсіден тұратын, әрі бір біріне қатысты  $120^\circ$  бұрышта орналасқан шлипсілі механизм, сондай-ақ, фонардың жоғарғы төлкесімен шлипсті жалғайтын үш жетек, әрі фонардың үш серіппесі және құлыпты муфта бекітіледі. Шлипстің ішкі беті – конустың бұрышына тең бұрышта орындалған. Шлипстердің сыртқы беті тісті көрініске ие. Фонардың жетегі мен серіппесі – жоғарғы төлкеге және құлыпты муфтаға жабыстырғыштардың көмегімен жапсырылады. Шлипсілі механизмді ең төменгі жағдайда ұстап тұру үшін ұңғымаға пакерді түсіру кезінде штокқа екі штифт қондырылады, олар құлыптық муфтаның сәйкесінше кесінділеріне енеді.

Пакер якормен бірге сорғылы компрессорлы немесе бұрғылы құбырлардың саптары арқылы ұңғымаға түсіріледі. Осындай жағдайда қандай да бір құбырларды таңдау – қаяртыстың гидрожару жүргізудің нақты шарттарына және ең алдымен сұйықтықтың максималды күтілетін шығындалуына байланысты болмақ. Берілген тереңдікке пакер жеткізілгеннен кейін, құбырлар саптарын 0.3-0.5 м көтереді. Фонар серіппесінің шегендеуіш сап қабырғасына қатысты үйкеліс күшінің нәтижесінде, фонар шлипспен бірге өз орнында қала береді де, ал пакердің құйыршығы көтеріле түседі. Фонардың қозғалмауының себебі – еркін күйдегі серіппелі фонардың диаметрі шегендеуіш саптың максималды ішкі диаметрінен үлкенірек болады.

Мәселен, ПШ пакері үшін шегендеуіш сабы кезіндегі фонар диаметрі 175мм, ал құбыр кезінде – оның өлшемі 230 мм тең.

Пакерлер салмағын төмендету және ұңғымалардағы жөндеу жұмыстарын жеңілдету мақсатында Штангісіз сорғы ыойынша ОКБ – жеңіл бұрғылы материалдан пакерлерді жасауға қатысты конструкторлық және зерттеу жұмыстарын жүргізді. Осы мақсатты Д-16 маркасындағы дюралюминий қанағаттандырды.

Д-16 материалының жоғарғы механикалық беріктілігін анықтау үшін келесі зерттеулер жүргізілді: сорғылы компрессорлы құбырда бұрандасы бар Д-16 ( $2\frac{1}{2}''$ ) дюралюминийден жасалған, әрі термиялық өңделген ауыстырғыш 85.5 т жүктеме кезінде үзілуге қатысты сынақтан өткізілді, осындай жағдайларда ауыстырғыш денесінде немесе бұрандада зақымдану мен бұзылулар байқалмады. Ал дәл осы жағдайда (85.5 т жүктеме,  $2\frac{1}{2}''$  кезінде) қарапайым сорғылы компрессорлы құбырды жүктегенде, құбыр денесінде  $75\text{ кг/мм}^2$  тең келетін кернеулер пайда болды, бұл жайт «Е» маркасындағы болаттар үшін үзілуге қатысты уақытша кедергіге сәйкес келетіндігін аңғартады.

Материалдарға қатысты жан жақты зерттеулер жүргізілгеннен кейін 6<sup>//</sup> шегендеуіш сапқа сәйкес келетін шлипсілі пакер дайындалды. Пакерді стендтік сынаудың нәтижесі – үлкен жүктемелер мен қысымдар кезінде осы таңдалған материалдың толық жарамдылығын анықтады. 6<sup>//</sup> шегендеуіш сап бойынша дюралюминилік пакердің салмағы – қарапайым ПШ 64 типтегі пакерлер салмағынан 3есе төмен болады екен.

Штангісіз сорғы бойынша ОКБ жасаған, қабатты гидрожару арналған қысымы 30МПа дейінгі пакерлердің техникалық сипаттамасы 1–кестеде берілген.

1 Кесте - Пакерлердің техникалық сипаттамасы

Техникалық мәліметтер	Пакердің түрлері		
	ПМ6 <sup>//</sup>	ПМ8 <sup>//</sup>	ОПМ6 <sup>//</sup>
Шегендеуіш саптың диаметрі, дюйм	6 5/8	8 5/8	6 5/8; 8 5/*
Пакердің диаметрі (ең үлкен), мм	144	192	140, 187
Шегендеуіш сапта қолданылатын пакердің ішкі диаметрі, мм	148-154	197-203	146-154; 194-203
Тығыздағыш резеңкелі манжеттерді сығудың өстік күші, т	10	10	10-12; 12-18
Пакердің минималды өту қимасы, мм	54	68	48, 56
Пакердің салмағы, кг	59, 57		
Пакердің ұзындығы, мм	1522, 1760	1710, 1995	1985, 2500
Пакерді түсіру алдында ұңғымаларды шаблондауға арналған шаблон диаметрі, мм	146	194	143, 190

### 1.3 Жоғары қысымды пакерлер

Қабатты гидрожару тәжірибесінде-сұйықтықтың жоғарғы қысымда өтетін жағдайлары кездеседі. Бұл жайт-ұңғымалар қабылдағышының төменгі коэффициенттерінен, жоғарғы тұтқылыққа ие сұйықтарды қолданумен немесе суды тартудың жоғарғы қарқындылығымен түсіндіріледі.

Гидрожару сұйықтардың қысымының жоғарлауы конструкторлық ұйымдар мен ғылыми зерттеу институттарының алдына – сорғылы агрегаттарды жасауға, эксплуатациялау талаптарына қатысты мәселелер қойылды.

Осы талаптардың нәтижесінде штангісіз сорғы бойынша арнайы конструкторлық бюросы 50МПа қысымға дейінгі қаяртысты гидрожару соймалы қондырғыларының жаңа бірнеше конструкциясын жасады.

Біз қарастыратын бірінші конструкция – бұл ПШ-50 (1.3-суретке сәйкес) типіндегі шлипсілі пакер болып табылады. Пакер бұрандалары бар бастан тұрады: оның жоғарғы бөлігі – ЯПГ типіндегі якорлерді қосатын сол жақ бұрғылы құбырлармен бекітілген, ал төменгі бөлігінде – штокты қосуға арналған сорғылы компрессорлы құбырлар орналасады.



1.3 Сурет - ПШ-50 типіндегі шлипсілі пакер

Бастың сырқы бұрандасында – тірек сақиналары бекітіледі. Штокқа шекті манжеті бар – шектегіштер, тығыздағыш манжеттер, конус және шлипсілі фонадың өзектері орнатылған.

Тірек сақиналары – ұңғымадағы пакерлер тұрып қалған жағдайда бұрғылау жұмыстарын жүргізу мақсатында дюралюминий материалынан дайындалады. 30МПа қысымдағы шлипсілі пакерлерден осы аталған пакерлердің айырмашылығы, ПШ-50 ұйымдар менкер конструкциясына – шектегіш өзектер енгізіліп, фонар құрылымы өзгертілген. Шектегіш құрылғы – металдық шектегіштен және оған кидірілген резеңкелі манжеттерден тұрады. Бұл құрылғылар конструкцияға – гидрожару сұйықтығының қысымынан пайда болатын тығыздағыш манжеттің төменгі бөліктегі резеңкесінің шегендеуіш сап қабырғасы мен пакердің металдық бөлшектерінің арасындағы саңылауларында бітеліп қалуының алдын алу мақсатында ендірілген.

Сызулардан көрініп тұрғандай, шектегіштің жоғарғы ұшы сақиналық кеңістікте енгізілген күйде орналасқан. Шектегіштің шеттері мен пакер басының арасында саңылаулар боады. Гидрожару сұйықтықтың жоғарғы қысымы әсер ету кезінде тығыздағыш манжет қозғалады, соның нәтижесінде шектегіш манжеттер сығылып, саңылауларға бітеле түседі.

Шектелген манжеттің сығылған күйі шегендеуіш саптардың қабырғалары мен пакер бөлшектері арасындағы сақиналы саңылауларды бекітіп, тығыздағыш манжет резеңкесінің осы саңылауға бітелуіне жол бермейді.

50МПа қысымдағы пакерлердің тағы бір ерекшелігі – бұл фонар конструкциясының өзгеруі болып табылады.

ПШ типіндегі шлипсілі пакерлерді қолдану барысында – фонарлардың жазық серіппесінің сыну жағдайлары орын алған болатын, нәтижесінде



қондырғыларды жер бетіне көтеру кезінде біршама қиындықтар туындайтын еді. Жаңа фонар конструкциясы бұл жабық типті болды, әрі қиындықтар туындауын жоққа шығарды. Осылайша пакердің өлшемдері де, салмағы да кішірейді.

#### **1.4 Соралты компрессорлы құбырлар тізбегін тығыздауға арналған ПВМ типіндегі пакерлер**

Ұңғы түбінде жүргізілген операциялар кезінде шегендеу тізбектерінің ішіндегі соралты компрессорлық құбырлар тізбегін тығыздауға арналған.

Қолданылу аясы: мұнай, газ, газконденсатты ұңғыларды меңгеру мен эксплуатациялау, қабаттың гидравликалық жарылысы, отырғызылған тізбектің герметикалық еместігін табу, ағынды соралтармен жұмыс, жөндеу-изоляциялау жұмыстары, пакердің астынан және үстінен артық қысым тудыруды қажет ететін басқа да жөндеу-профилактикалық жұмыстар және технологиялық операциялар жүргізу.



1.4 Сурет - ПВМ-2-118-50 механикалық пакері

Механикалық пакер қисық қуысты 2 сыртқы бетінде біртегіс орналасқан, кезекпе кезек болып келетін, оқпанның 1 осіне қатысты екіжақты симметриялы, екі көлденең ұзын 4 және екі көлденең қысқа 3 бөліктерден тұрады. Астында тығыздауыш қысқыш элемент 6 пен конус 7 орналасқан тірек 5 оқпанмен 1 тығыз байланысқан. Конус 7 оқпанға 1 қатысты осьтік орын ауыстыра алатындай етіліп жасалған. Оқпанда 1 осьтік орын ауыстыра алатын құрсау 8 бар. Құрсаудың үстінде 8 оны айнала біртегіс шлипстар 9 орналасқан. Олар құрсауға 8 қатысты

радиалды бағытта серіппемен 10 қысылған және ортаңғы бөлігінде тежегіштермен 11 ұсталынып тұрады. Шлипстардың 9 төменгі бөлігі кіруші бағыттауыш жұдырықшалары 12 түрінде жасалған. Шеңбер 13 алмалы-салмалы болып жасалынып құрсаудың 8 төменгі бөлігіне құрсауға қатысты радиалды айнала алатындай, бірақ онымен осьтік бағытта тығыз байланысқан болып орналасқан. Шеңбердің 13 ішкі бетінде тікбұрышты профильдің жырашығы 14 жасалған, ал құрсаудың 8 сыртқы бетінде бөлек сектор түрінде тікбұрышты профильдің буртиктары 15 жасалған. Буртиктар 15 жырашықтармен 14 жылжу жұбын құрайды және жырашықтың 14 шламнан тазаруында роль атқарады. Шеңбердің 13 ішкі бөлігінде бір ось бойымен, пакердің осіне перпендикуляр, созумен отырғызылған, екі диаметрлі қарама-қарсы бағытта штифтар 16 орналасқан.

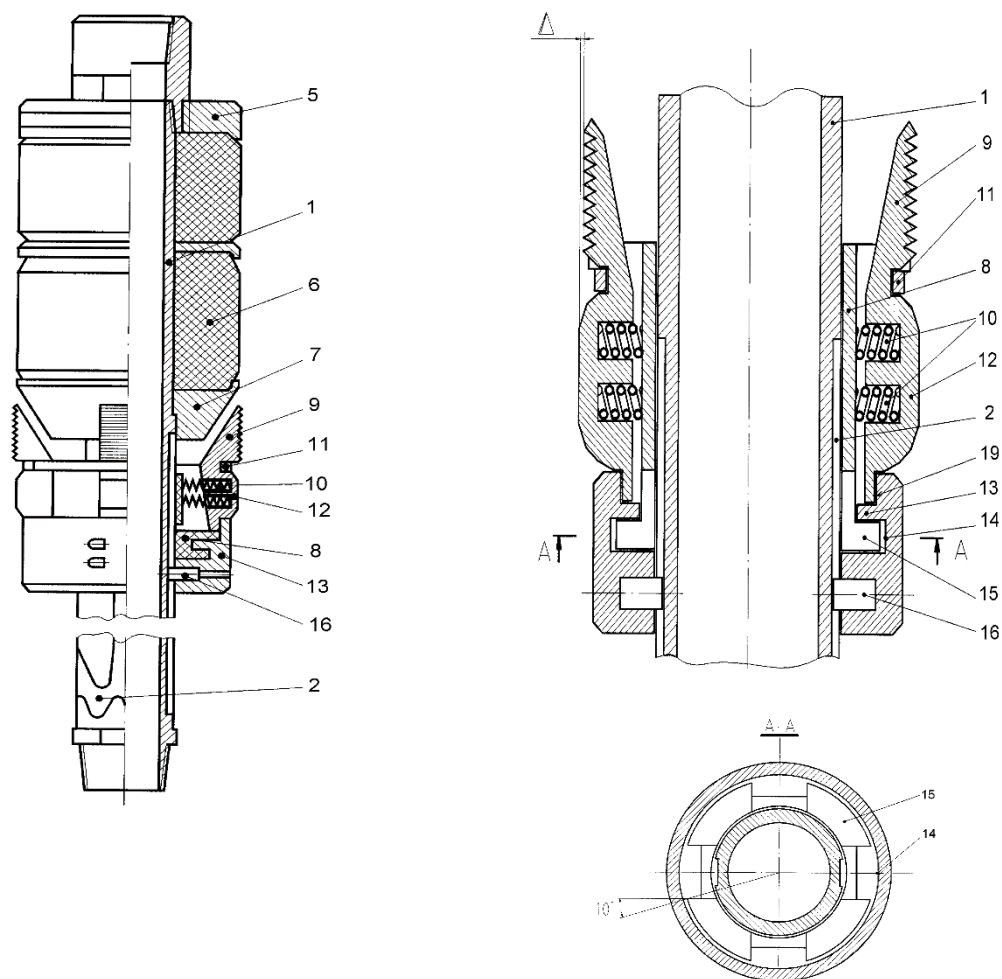
Штифтардың 16 ұзын 4 учаскеден қысқаға 3 және керісінше ауысуына оқпанда еңкейтілген 17 және 18 учаскелер жасалған. Шеңбердің 13 төлкесінде кіруші бағыттауыш жұдырықшаларын 12 белгілеу үшін қуыс жасалған. Буртиктардың 15 алдыңғы бұрышы  $10^\circ$ -қа тең.

Механикалық пакердің жұмыс істеу принципі: Жұмыс алдында пакер тік қалыпта болады (1.5-суретке сәйкес), сонымен қатар диаметральды қарама-қарсы бағытталған штифтар 16 құрсаудың 8 салмағы есебінен  $l_1$  және  $l_2$  (1.6-суретке сәйкес) нүктелеріне сәйкес алғашқы қалыпта болады.

Пакерді ұңғыға сорапты-компрессорлы құбырлар тізбегімен түсіреді. Тізбек басында кіруші бағыттауыш жұдырықшалары 12, өздерінің құрсаудағы 8 қуыста 19 белгіленген төменгі бөліктерімен және үйкеліс күші әсерінен тізбекпен байланыста болып, диаметрлік қарама-қарсы бағытталған штифтарды 16 екіжақты симметриялы еңкеймелермен сырғуды мәжбүрлей отырып, пакерге қатысты құрсауды 8 жоғары әкетеді, одан кейін қисық қуыстың 2 көлденең қысқа учаскелері  $2'_1$  және  $2'_2$  транспорттық қалпына келеді.  $l'_1$  және  $l'_2$  нүктелерінен  $2'_1$  және  $2'_2$  нүктелеріне өту кезінде құрсау 8 мен пакер оқпанының осіне 1 қатысты радиалды бұралуды шеңбер 13 буртиктардан 15 жырашыққа 14 өту арқылы жүзеге асырады. (Құрсау 8 радиалды бағытта қозғалыссыз болады). Ары қарай пакерлау зонасына түсіруде тізбек қабырғасымен шлипстардың 9 кіруші бағытталған жұдырықшалары 12 байланыста болады, ал тістері бар, пакер оқпанына 8 қысылған жоғарғы бөлік, шлипстардың 9 тістерінің байланысы мен тозуын болдырмайтын тізбек қабырғасымен кепілді саңылау құрады. Пакерлеу берілген тереңдікке жеткен кезде құрылғыны 0,3–0,5 м-ге көтереді. Бұл кезде диаметрлік қарама-қарсы бағытталған штифтар 16 екіжақты симметриялы көлденең қысқа учаскелер мен қисық қуыстың еңкейтілген учаскелерінің 17 қозғалысы есебінен шлипстарымен 9 құрсау 8  $3'_1$  және  $3'_2$  нүктелеріне пакердің оқпанының 1 осі бойымен төмен орын ауыстырады. Бағыттауыш жұдырықшалардың 12 ұңғы қабырғасына үйкелу күші есебінен құрсау 8 қозғалыссыз қалады, ал радиалды қозғалысты шеңбер 13 буртиктармен 15 жырашық 14 бойынша өтіп жасайды. Оған қоса буртиктар 14  $10^\circ$ -қа тең жасалған алдыңғы бұрышы есебінен, жырашық 14 бойынша өту кезінде оны бөлшектерді сыналауыда мүмкін жиналған шламнан

тазалайды.

Одан кейін тізбектің төмен қарай жүрісін жалғастырады. Бұл кезде диаметрлік қарама-қарсы бағытталған штифтылар 16  $3'_1$  және  $3'_2$  нүктелерінен екіжақты симметриялы оқпанның осіне қатысты еңкейтіліп 18 орын ауыстырады, кейін қисық қуыстың 2 көлденең ұзын 4 учаскелерінен  $4'_1$  және  $4'_2$  (жұмыстық қалып) нүктелеріне қарай, радиалды орын ауыстыруды шеңбер 13 өзіне алады. Шлипстар 9 центрден ұңғының қабырғасына конуспен 7 байланысқа түсіп жылжиды. Және пакердің жұмыстық қалыпқа түсуін орнату үшін тізбек қабырғасына қысылады. Кіруші бағытталған жұдырықшалардың 12 төменгі бөлігі құрсаудың 8 ойығына 19 енеді. Тістері бар шлипстардың 9 жоғарғы бөлігі тізбек құбырларымен ілініседі.



1.5 Сурет - Механикалық пакердің жұмыс алдандағы қалпы

Пакерге құрылғының салмағынан тіреу 5 және конус 7 арқылы берілген күш тығыздауыш қысқыш элементке 6 беріледі. Ол деформацияланып құбыр мен ұңғы арасындағы кеңістікті саңылаусыздандырады. Құрылғының ұңғы оқпанымен жоғары немесе төмен жылжуы үшін оның жоғары жүрісін тудырады. Диаметрлік қарама-қарсы бағытталған штифтылар 16 қисық қуыстың көлденең ұзын 4 учаскелері мен еңкейтілген учаскелері 17 арқылы төмен  $1'_2$  және  $1'_1$



нүктелеріне жылжиды. Шеңбер 13 радиалды бұралыс жасайды. Тығыздауыш қысқыш элемент 6 өзінің пішініне қайта келеді, конус 7 шлипстарды 9 босатады және пакер қондырылған жерінен түсіріледі. Бұл пакерді жоғары төмен жылжытуға мүмкіндік береді.

Механикалық пакерлерді қолдану пакердің жұмыс сенімділігін құрсаудың ауытқуын болдырмаудың, құрсаудың шлипстармен бірге радиалды бұралуы және олардың сыналануының алдын-ала отырып өзімен бірге көптеген материалдық шығындарды алып келетін авариялық ситуацияларды болдырмаудың есебінен көбейтуге мүмкіндік береді.

Механикалық пакер, құрамында сыртқы бетінде біртегіс орналасқан кезекпе-кезек көлденең қысқа және көлденең ұзын аудандары бар шеңберлі қисық қуысты оқпан, оқпанмен қатты байланысқан тірек, оның астында орналасқан оқпанға қатысты осьтік орын ауыстыра алатын мүмкіндігі бар тығыздауыш элемент пен конус, оқпанда орналасқан осьтік орын ауыстыра алатын құрсау, құрсауда орнатылған, қисық қуыста орналасқан бағыттауыш штифт, құрсауды айнала біртегіс серіппе астында құрсауға қатысты радиалды бағытта шлипстар қойылған және олар екіінді арқалық түрінде жасалған, қосымша шеңбер орналасқандығымен ерекшеленеді, ол құрсауға қатысты радиалды айнала алатындай етіліп жасалған, бірақ шеңбер құрсаумен осьтік бағытта берік байланысады, шеңбердің ішкі жағында тікбұрышты профильмен жырашық (канавка) жасалған, ал оқпанның сыртқы бетінде, бөлек сектор түрінде буртиктер жасалады, сонымен қатар шеңбердің ішкі бөлігінде бір ось бойымен, пакердің осіне перпендикуляр, қатты созу арқылы қондырылған диаметрлі қарама-қарсы бағытталған штифтер орналасқан, қисық қуыстың көлденең ұзын және көлденең қысқа бөліктері оқпанға қатысты екіжақты симметриялы жасалған, ал буртиктің алдыңғы бұрышы  $10^0$ -қа тең.

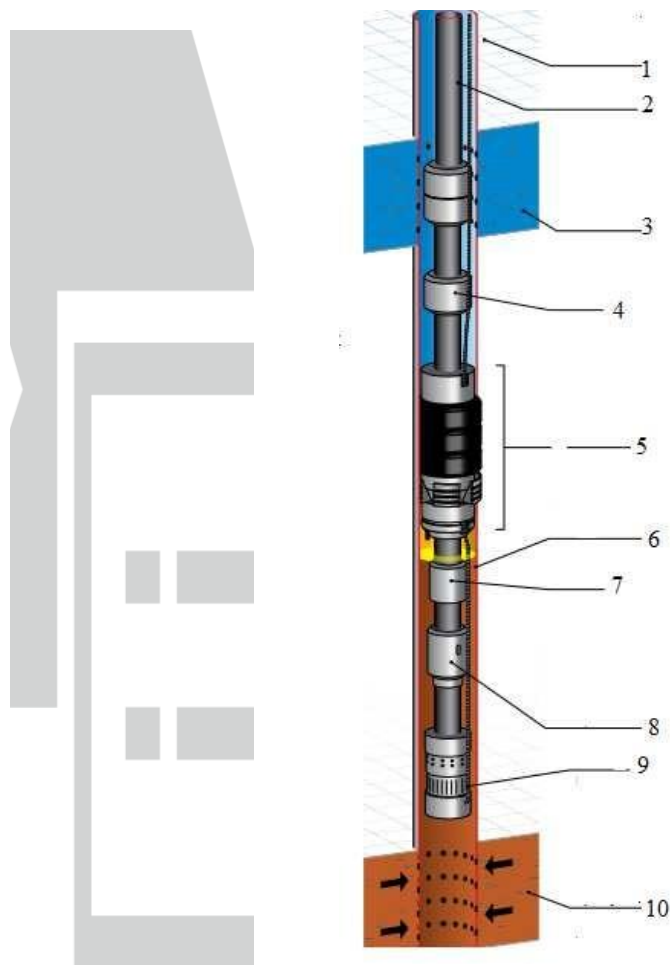
Ұңғы ішіне отырғызылған тізбектің ойыс бөлігіне әсеріне жүргізілген операция кезіндегі сорапты компрессорлы құбырлар тізбегін нығыздау үшін арналған.

Қолданылу аясы: Мұнай, газ, газконденсатты ұңғыларды меңгеру мен эксплуатациялау, қабаттың гидравликалық жарылысы, отырғызылған тізбектің герметикалық еместігін табу, ағынды сораптармен жұмыс, жөндеу-изоляциялау жұмыстары, пакердің астынан және үстінен артық қысым тудыруды қажет ететін басқа да жөндеу-профилактикалық жұмыстар және технологиялық операциялар жүргізу.

## **1.5 Прототипті таңдау және артықшылығы мен кемшіліктері**

Мұнай және газдың атқылауын болдырмайтын жабдықтар ұңғымалардың құрылысы және жөндеу жұмыстары барысында олардың аузын бекіту, атқылаудың және ашық фонтантанның алдын алу, қоршаған табиғи ортаны қорғау мақсатында герметизациялауға арналған. Ұңғымалық саңылаусыздандырғыш – пакер ұңғыманың шегенделген бөлігінде пайдалану

барысында орнатылады. Төменгі зәкір мен оқпанның өзара жағдайына байланысты орналасуы төменгі зәкір мен орталық бөліктің өзара жағдайы көрсетіледі.



1– пайдалану бағанасы Ø140-178 мм; 2 - СКҚ; 3 – саңылаусызданбаған аралық;  
4 -клапан; 5 - пакер; 6 – күштік кабель; 7 - клапан; 8 – кері клапан; 9 – өнім қабаты

1.6 Сурет – Пакердің ұңғымадағы жалпы орналасуы

Пакер жоғары орналасқан құбырлардың бағанасын басқан кезде ұңғымада кеңейтілетін резеңке арматураланған брезент манжеттен тұрады. Әр түрлі пакерлердің үлкен саны бар, бірақ жұмыстың мәні бір, кейбір пакерлер температура ауытқуына төзімді, басқалары химиялық құрамдастарға неғұрлым төзімді [2,4,5] .

Пакердің қабылданатын қысымның ауытқуы 7-ден 70 МПа-ға дейінгі шектерде болуы мүмкін. Қоршаған ортаның температурасы ұңғыманы пайдалану кезінде 40-тан 150°C-қа дейін өзгеруі мүмкін, ал қабатқа жылу әсері кезінде кейбір жағдайларда 300-400°с жетеді. Дипломдық жобанда 30 МПа дейінгі шекті қысымға механикалық айналмалы басы бар мұнай ұңғымаларына арналған пакер конструкциясын жаңғырту жұмысы бекітілген болатын. Ұңғыманың ашық оқпанында пакерлік жабдық жұмысының пайда болатын

проблемалары талданды және осы жабдықтың қазіргі аналогтары зерттелді. Осы негізде пакерлерді талдау жұмысы барысында салыстырмалы түрде ПМ- 136-60-30 механикалық пакердің техникалық сипаттамасы 1.2 –кестеде келтірілген. Механикалық пакері прототип ретінде таңдалып алынды. Таңдалған

2 Кесте – Таңдалған пакердің техникалық сипаттамасы

Түрі	Шегендеу тізбегінің шартты диаметрі, мм	Сыртқы диаметр, мм	Өту каналының диаметрі, мм	Максисалды қысым, МПа	Өстік жүктеме, кН
ПМ- 136-60-30	168	136	60	30	80-120

- ✓ Пакер келесідей қысыммен жасалады – 30 МПа; 50 МПа; 70 МПа.
- ✓ \* Жеке жағдайларда пакер +150°C жұмыс температурасында жасалады.
- ✓ \*\*\* Қаптаманың муфтасындағы жоғарғы және төменгі тірек басқа түрлерде жасалуы мүмкін.
- ✓ Пакер агрессивті орталар үшін жасалуы мүмкін-К2 орындау.

Прототип ретінде таңдалған пакер мен оның элементтерінің функционалдық мақсаты ұңғыма оқпанын ажырату немесе герметизациялау, қысым ауытқуының әсері кезінде және орнату кезінде осьтік күштерді қабылдау, ұңғымаға түсіру кезінде және пакерді орнату немесе алу кезінде пакер элементтерін басқару, кейбір технологиялық функцияларды орындау (мысалы, белгілі бір жағдайларда пакерастындағы сұйықтық ағынының мүмкін болатын пакер-бөлгіште).

Пакерлердің бұл түрінің артықшылығы конструкцияның қарапайымдылығы мен сенімділігі болып табылады.

Бұл пакерлердің артықшылығы:

- әмбебаптылық, құрылымының қарапайымдылығы;
- қондыру және босату әдісі-механикалық;
- әрекет принципі-тіректі;
- тығыздағыш манжеттердің жоғары сапасы;
- пакерді орнату кезінде кабельдік желінің үздіксіздігі және сауыттың тұтастығы сақталады;
- орнату жылдамдығы мен ыңғайлылығы;
- айналу моментін құбыр тізбегіне немесе пакердің астына орнатылған жабдыққа жіберуге қабілетті;
- осьтік күштерді төмен орналасқан жабдыққа беру мүмкіндігі.

Кемшіліктеріне олардың құбырдың салмағымен міндетті түрде жүктелуін жатқызуға болады, бұл әрдайым мүмкін емес.

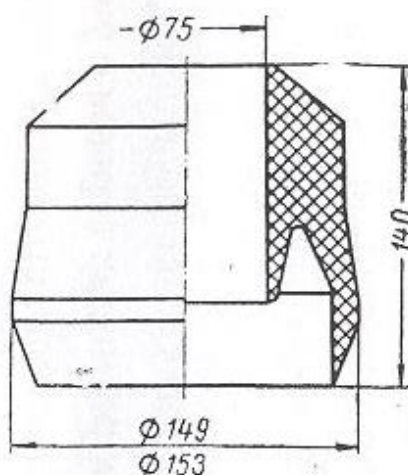
### 3 Кесте - Пакерлердің резеңке тығыздағыш элементтері сипаттамасы

Резеңке маркасы	Беріктік шегі, МПа	Үзілу кезіндегі салыстырмалы ұзаруы, %	Қатты өлшегіш бойынша қаттылы қТМ-2	Пайдаланудың температуралық шектері, °С		24 сағат ішінде салмақтың өзгеруі (3:1), %
4326	8	170	65-80	-55	+100	+35
4327	8	170	65-80	-55	+100	+20
3825	10	120	80-95	-30	+100	+15
4004	10	200	70-85	-30	+100	+20
3826-С	8	300	60-75	-40	+100	+15

Өнеркәсіпте ең көп қолданылатын механикалық пакерлер болып табылды. Механикалық пакердің конструкциясы жоғары және жұмыста жоғары сенімділікке ие.

Пакерлердің заманауи конструкцияларында – өздігінен тығыздалатын манжеттер деп аталатын тығыздағыштар орын алуда (1.7-сурет) Осы тығыздағыштардың механикалық тығыздағыштармен үйлескен түрі 50МПа және одан да жоғары қысымға төзе алады.

Өздігінен тығыздалатын манжеттердің ерекшелігі сол, оның сыртқы диаметрі-шегендеуіш құбырдың ішкі диаметрінен бірнеше мәнге (1-2 мм) үлкенірек болады, яғни манжет құбырда керіле орналасады. Манжеттің икемді борттары жоғары қысым жағына қарай бағытталады. Пакер астындағы қысым жоғарлаған кезде, манжет құбырдың қабырғаларына тығыз жанасады да, осылайша құбыр мен пакердің металдық бөлшектері арасындағы саңылаулары бекітіледі.



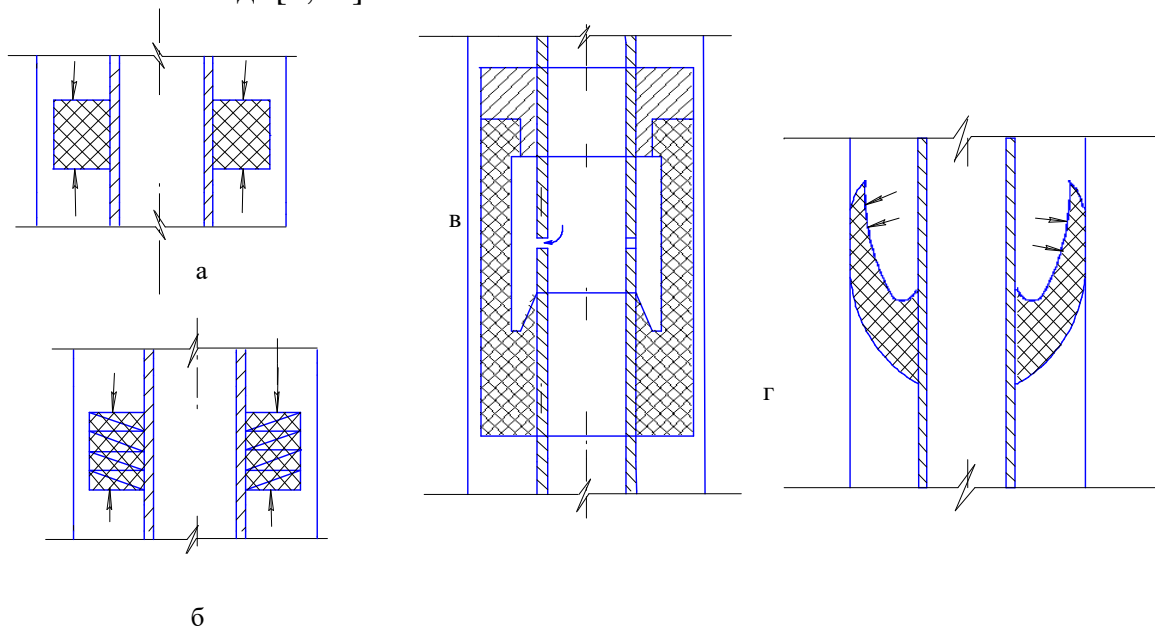
1.7 Сурет - Өздігінен тығыздалатын манжет

Өздігінен тығыздалатын манжеттер – кейде пакерлерде қорғаныс қоңыраушасында орнатылады да, оның түсуі кезінде манжет зақымдануының алдын алады. Қорғалған, әрі өздігінен тығыздалатын манжеттердің кемшілігі сол, олар бір реттік әсерге ие, егер қайталап пакерлеу іске асырылса, онда



құбырлар көтерілмеген жағдайда манжеттер қорғалмаған түрде жұмыс жасайды. Айта кететін бір жайт, тек 1500 м және одан да жоғары тереңдікке түсіру кезінде ғана манжетті арнайы қоңыраумен қорғау қажеттілігі туындайды, ал егер 1000 - 1200 м тереңдікке түсіру қажет болса, онда манжетті қорғамаса да бола береді

Элемент (1.8-суретте, а), резеңкеден жасалған, кейде маталы немесе металл кордпен арматураланған, 100°с дейінгі температурада жұмыс істеуге есептелген. (1.7-суретте, б) Резеңкеленген немесе дәнекерленген асбесттен дайындалған және температурасы 300...400°С дейінгі ортада жұмыс істеуге арналған болып келеді [9,11].



а және б - осьтік жүктеменің әсері кезінде кеңейтілетін элемент;  
в - ішіндегі артық қысымды пайда болғанда кеңейтілетін элемент; г - өздігінен тығыздалатын элемент.

1.8 Сурет – Пакерлердің тығыздаушы элементтерінің схемалары

## 2 Арнайы бөлім

### 2.1 Патенттік шолу, Пакердің жетілдіру жолдарын таңдау

Техникалық мәні бойынша ең жақын, жаңартылған пакер (Ресей Федерациясының патенті №52080, 7 E21B 33/12, жарияланды. 10.03.2006 ж.), құрамында металл шайбасы бар тығыздағыш резеңке элементтері бар құбыр, жоғарғы және төменгі тірегі бар. Тығыздағыш резеңке элементтердің үстіңгі және астыңғы тіректері пластина тәрізді, бұл тығыздағыш резеңке элементтердің үстіңгі және астыңғы тіректерге қосылуының тығыздығын арттырады және қаптаманы отырғызу кезінде тығыздағыш резеңке элементтердің осы тіректерге ағып кетуіне жол бермейді.

Бұл пакердің келесі кемшіліктері бар:

- білік құбырларының болуына байланысты құрылымның металл сыйымдылығы;

- пакерді ұңғымадан шығармай-ақ, бастапқы орнату аралығынан жоғары немесе төмен пакерді отырғызудың мүмкін еместігі, өйткені пакер ұңғыманың түбіне тірелген білікпен жабдықталған.

Радиалды-осьтік әрекеттің механикалық пакері осьтік қысу жүктемелерін де, радиалды созылу жүктемелерін де қабылдау мүмкіндігімен жасалуымен ерекшеленеді. Ұсынылған радиалды-осьтік әсер ететін механикалық пакер қаптаманың конструкциясынан құбырларды алып тастау есебінен төмен металл сыйымдылығына, сондай-ақ ұңғымадан пакерді шығармай пайдалану тізбегінің кез келген интервалында қайта отырғызу мүмкіндігіне ие, бұл ұңғымаларды күрделі жөндеу және пайдалану кезінде технологиялық операцияларды жүргізу процесінде уақытты үнемдеуге мүмкіндік береді.

Ұсыныс мұнай-газ өндіру өнеркәсібіне қатысты, атап айтқанда пайдалану тізбегінің оқпанын ұзақ уақыт герметикалық ажырату және оны ұңғымаларды күрделі жөндеу және пайдалану кезінде әртүрлі технологиялық операцияларды жүргізу процесінде артық қысым мен агрессивті жұмыс ортасының әсерінен қорғау.

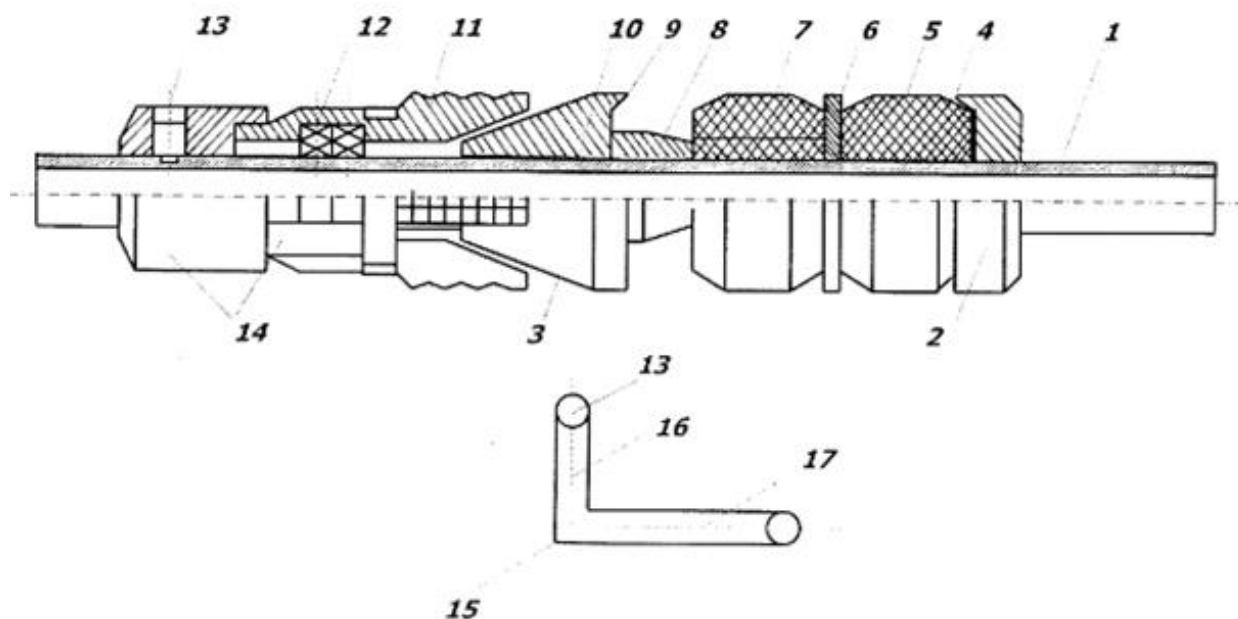
Пайдалы модельдің міндеті - пакер құрылымының металл сыйымдылығын төмендету, пакер ұңғымадан шығармай, пайдалану тізбегінің кез-келген интервалында қайта отырғызу мүмкіндігі. Қойылған міндет металл шайбасы бар тығыздағыш резеңке элементтері бар келте құбыры, жоғарғы және төменгі тіректері бар радиалды-осьтік әрекетті механикалық пакермен шешіледі, ал тығыздағыш резеңке элементтердің астындағы жоғарғы және төменгі тіректер тығыздағыш резеңке элементтердің жоғарғы және төменгі тіректерімен герметикалық қосылуын жүзеге асыру мүмкіндігі бар. Сонымен қатар, пластина түріндегі жоғарғы және төменгі тіректердің дизайны пакерді отырғызу кезінде осы тығыздағыш резеңке элементтердің ағып кетуіне жол бермеу мүмкіндігімен жасалған. Сондай-ақ, төменгі тіректе конустық түйін бар, бұл пакерге отырған кезде

тығыздағыш элементті созу арқылы құбыраралық кеңістікті сенімді түрде бөлуге мүмкіндік береді. Нәтижесінде пакер қысудың осьтік жүктемелерінде, созылудың радиалды жүктемелерінде қабылдайды, бұл оның сенімділігін қамтамасыз етеді. Саптама көлденең және тік саңылаулар түрінде саптаманың сыртқы бетінде орындалған ойыққа орналастырылған бағыттаушы түйреуіші бар механикалық якорьмен жабдықталған, бұл жағдайда механикалық якорь ойық шегінде радиалды және осьтік қозғалу мүмкіндігіне ие, ал төменгі тіректе конустық беттің болуы пакерді отырғызу кезінде тығыздағыш резеңке элементті жұмысшы тізбекке жанасуына мүмкіндік береді.

Радиалды-осьтік әсер ететін механикалық пакерде 7 - пакер стволы, жоғарғы 2 және төменгі 3 - тіректер бар, олардың арасында 5 және 7 тығыздағыш резеңке элементтері, 6-металл шайбасы бар. 5 және 7 тығыздағыш резеңке элементтеріне арналған жоғарғы 2 және төменгі 3 тіректер тиісінше 5 және 7 тығыздағыш резеңке элементтерін жоғарғы 2 және төменгі 3 тіректермен герметикалық жалғауды жүзеге асыру мүмкіндігімен 4 және 9 тарелке тәрізді. 4 және 9 тарелке түріндегі жоғарғы 2 және төменгі 3 тіректердің конструкциясы сәйкесінше 5 және 7 тығыздағыш резеңке элементтердің тиісті жоғарғы 2 және төменгі 3 тіректер үшін қаптаманы отырғызу кезінде ағып кетуіне жол бермеу мүмкіндігімен орындалған. Сондай-ақ, төменгі тіректе 8 конустық түйін бар, ол отырған кезде 7 тығыздағыш резеңке элементінің өту бөлігіне енеді. Конустық түйіннің сыртқы диаметрі тығыздағыш элементтің ішкі диаметрінен сәл үлкен, нәтижесінде отыру кезінде конус тығыздағыш элементке енеді, осылайша оны созады және пайдалану тізбегінің қабырғаларына басады. 1-келте құбыр төменнен 1-келте құбырдың сыртқы бетінде бір-бірімен жалғанған көлденең 16 және тік 17 ойық түрінде орындалған 15-бейнелі ойыққа орналастырылған 13-бағыттаушы штфтері бар 14-механикалық якорьмен жабдыкталады. 14 механикалық якорь 15 ойық шегінде радиалды және осьтік орын ауыстыру мүмкіндігіне ие. Радиалды-осьтік әрекеттің механикалық пакері осьтік қысу жүктемелерінде, радиалды созылу жүктемелерінде қабылдау мүмкіндігімен жасалған.

Радиалды осьтік механикалық пакер келесідей жұмыс істейді. Пакер жинақта (2.1- суретте көрсетілгендей) сорапты-компрессорлық құбырлар тізбегіне (СКҚ) (2.1 - суретте көрсетілмеген) ұңғыманың белгіленген аралығына түседі, бұл ретте 14 механикалық якорьдің 13 бағыттаушы штфті 15 фигуралы ойықтың 16 көлденең арнасының сол жақ шеткі күйінде (көлік жағдайы) болады. Пакерді орнату аралығына жеткенде оны отырғызу жүргізіледі. Ол үшін ұңғыманың аузынан (2.1-суретте көрсетілмеген) СКҚ тізбегінен сағат тілімен ұзындыққа, көлденең ойықтың 16 бұрылысының үлкен ұзындығына 15 фигуралық ойыққа бұрады және СКҚ тізбегінің салмағын механикалық зәкірге түсіруді бастайды 14 пайдалану тізбегінің ішкі қабырғаларында 11 механикалық зәкірдің плашкалары бекітілгенге дейін 14 (2.1-суретте көрсетілмеген). Бұл ретте 13 бағыттаушы штифт

алдымен солдан оңға қарай 16 көлденең ойық бойымен жылжытылады және 17 тік ойықтың төменгі бөлігіне түседі, ол бойынша бағананы түсіру процесінде 1 келте құбырдың сыртқы бетінде орындалған 15 ойықтың 17 тік ойығының жоғарғы бөлігіне ауыстырылады. Олар бағананы пакерге толық түсіреді, ал 14 механикалық якорь өзінің 11 ұшымен жұмыс бағанының ішкі қабырғаларына бекітілгендіктен, 5 және 7 тығыздағыш элементтері тиісті жоғарғы 2 және төменгі 3 тіректер арқылы қысылады; сәйкесінше 4 және 9 тарелкелер жоғарғы 2 және төменгі 3 тіректер 5 және 7 тығыздағыш резеңке элементтердің сәйкесінше ағып кетуіне жол бермейді жоғарғы 2 және төменгі 3 тіректер. А конустық түйін 8 төменгі тірек 3, 7 тығыздағыш резеңке элементіндегі тесікке еніп, оны пайдалану тізбегінің қабырғаларына созады және басады. Нәтижесінде пакер пайдалану тізбекті герметикалық түрде ажыратады. Әрі қарай жұмыс жоспарында көрсетілген жөндеу жұмыстары жүргізіледі. Жөндеу жұмыстары аяқталғаннан кейін жоғарыда сипатталған әрекеттер кері ретпен қайталаанады және қажет болған жағдайда аакер жоғарыда сипатталғандай бастапқы орнату аралығынан жоғары немесе төмен қайта орнатылады және пакерді ұңғымадан шығармай жұмысын жалғастырады.



2.1 Сурет - Радиалды осьтік механикалық

Ұсынылған радиалды-осьтік әсер ететін механикалық пакер қаптаманың конструкциясынан құбырларды алып тастау есебінен төмен металл сыйымдылығына ие, сондай-ақ ұңғымадан пакерді шығармай, пайдалану тізбегінің кез келген интервалында қайта отырғызу мүмкіндігіне ие, бұл ұңғымаларды күрделі жөндеу және пайдалану кезінде технологиялық операцияларды жүргізу процесінде уақытты үнемдеуге мүмкіндік береді.



## 2.2 Пакердің жетілдіру жолдарын таңдау

Пакерлерді қолдану мақсаты нақты технологиялық міндеттермен анықталады. Бұл жағдайда пакердің құрылымы және оны іске қосу принципі түсіру-көтеру операциялары процесінде мерзімінен бұрын тозудан қорғауды қамтамасыз ету. Пакер экстремалды жағдайларда (жұмыс қысымы) әсер ететін ең қажетті қысым айырмашылығына төтеп беруі керек. Құбыраралық кеңістіктің жабылуының сенімділігін қамтамасыз ету мәселесі қазіргі уақытта, әсіресе жұмыс сұйықтығының жоғары қысымын қолдана отырып, қабатты гидро жару жағдайында өзекті болып табылады. Қабаттарды сынау кезінде пакерлерді қолдану тәжірибесі көп жағдайда резеңке элементтің төменгі бөлігінің бұзылуына байланысты жұмыс істемейтінін көрсетті.

Дипломдық жобада 30 МПа дейінгі шекті қысымға механикалық айналмалы басы бар мұнай ұңғымаларына арналған пакер конструкциясын жаңғырту болатын. Механикалық пакерлердің құрылымдарын зерттеп, бірқатар шетелдік патенттерге шолулар жасалынды. Атап айтқанда №2139408, №2139408, №247380, №59127U1, E21B 33/12 (2006.01) нөмірлі шетелдік патенттер.

Қазіргі уақытта ұңғымада геологиялық-техникалық іс-шараларды жүргізуге арналған көптеген пакерлер бар. Бірақ, оған қарамастан пакердің барлығында ортақ кемшіліктер бар, атап айтқанда:

- саңылаусыздықтың сенімді болмауы;
  - ұңғымаға қайта отырғызу кезінде тығыздағыш резеңке элементтің бұзылуы;
  - түсіру-көтеру кезінде пакердің өздігінен іске қосылуы операциялар (КТО);
  - ұңғымада пакерді ұстап қалу ықтималдығы;
  - резеңке тығыздағыш элементтің ағып кетуі, осыған байланысты пакердің бұзылуы орын алады;
  - пакер 25 МПа-ға дейінгі қысымның аздаған ауытқуында жұмыс істейді;
  - шағын өту арнасы;
  - пакерді орнату алдында орталықтандыруға мүмкіндігі жоқтығы.
- біріншіден, резеңке элементтердің қаттылығы 7,2 тоннадан төмен осьтік жүктеме кезінде пакердің герметикаланып орнатылуын қамтамасыз етпейді, өйткені резеңке элементтер шегендеу тізбегін бүкіл биіктігі бойымен қыспайды;
- екіншіден, 16 тоннадан асатын осьтік жүктеме кезінде нығыздағыш элементтердің резеңкесі тірек бұранда кескіштердің арасынан ағып кетуге жол береді, бұл пакердің үзілуін қиындатып, бұранда кескішті тасымалдау жағдайына келтіруді қиындатады. Пакерді алып тастағаннан кейін резеңке элементтердің жүзіндегі айнала жырымдалған ізден көрінеді;
- үшіншіден, центратордың тақтайшалары ұңғыманың шегендеу тізбегінің сағасына пакердің хвостовиксіз өтуіне кедергі болады.

Белгілі болғандай механикалық пакер жұмысы кезінде механикалық

коспалар құбыр кеңістігінде пакердің жоғарғы жағында қалып қоюы мүмкін, бұл өз кезегінде жұмыс аяқталғаннан кейін пакердің нығыздағыш элементтерінің бұзылуына және оны ұңғымадан шығаруға жұмысты қиындатады. Көрсетілген кемшіліктер пакердің сенімділігін төмендетеді және оның технологиялық мүмкіндіктерін шектейді. Өндірістік тәжірибеде қолдану барысында анықталған бұл кемшіліктер пакердің ұзақ уақыт жұмыс істеуін тежейді. Патенттік ақпараттық сараптама жүргізу барысында аталған кемшіліктерді жою және пакер коеструкциясын жаңғырту үшін №59127U1, E21B 33/12 (2006.01) патенті таңдалып алынды. Бұл пайдалы модельдің техникалық міндеті – ұңғыманың шегендеу тізбегінің сағасына пакердің хвостовиксіз, кедергісіз өтуге мүмкіндік беретін пакердің құрылымын қарапайым ету, сондай-ақ пакерге түсетін осьтік жүктемелерге қарамастан оның герметикаланып орнатылуын қамтамасыз ету болып табылады.

Бұл техникалық міндетті тығыздағыш орнатылған оқпаннан, жоғарғы гидравликалық якорьден және төменгі механикалық якорьден, оның ішінде тірек конусынан, шлипс түйінінен және серіппелі тоспасы бар центратордан тұратын пакер шешеді.

Мұндағы жаңалық – тығыздағыш үш манжетадан тұрады, ортаңғы манжета жұмсақ резеңкеден, ал үстіңгі және астыңғы манжеталар едәуір қаттырақ резеңкеден жасалған. Ортаңғы манжетаның шетжақ бөліктері сыртқы қиғаштармен, ал жоғарғы және төменгі манжеталардың шетжақ бөліктерінің ортаңғы манжетамен түйіскен жағы ортаңғы манжетаның сыртқы қиғаштарын қамтитын ішкі қиғаштармен жасалған. Бұл ретте төменгі бөліктегі төменгі механикалық якорьдің серіппелі табанының бағыттаушы қиғаштары болады.

Суретте ұсынылған пакер бойлық қимада көрсетілген.

Пакер штоктан тұрады, оған тығыздағыш, жоғарғы гидравликалық якорь және төменгі механикалық якорь орнатылған, оның ішінде тірек конусы, шлипс түйіні және серіппелі табаны бар центратор қамтылған.

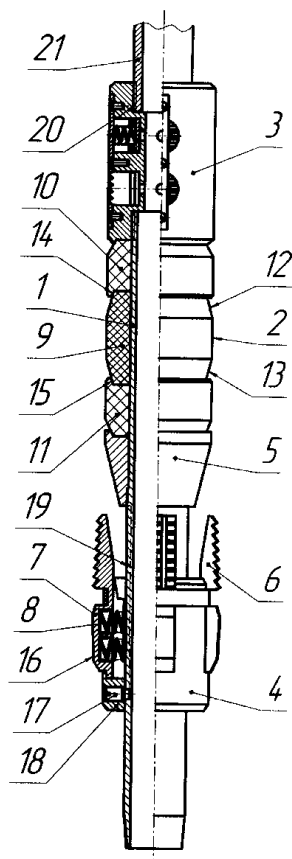
Тығыздағыш үш, манжеталарды қамтиды. Ортаңғы манжета едәуір жұмсақ резеңкеден жасалған. Жоғарғы және төменгі манжеталар қатты резеңкеден жасалған. Ортаңғы манжетаның шетжақ бөліктері және сыртқы қиғаштармен, ал жоғарғы және төменгі манжеталардың шетжақ бөліктері ортаңғы манжетамен түйісу жағынан және ішкі қиғаштармен, ортаңғы манжетаның және сыртқы қиғаштарын қоршап жасалған. Төменгі бөліктегі механикалық якорьдің серіппелі табанында бағыттаушы қиғаштар бар. Төменгі механикалық якорь бір жағынан төменгі механикалық якорьдің құрсауымен қатты жалғанған бағыттаушы сұққыш арқылы штоққа қатысты осьтік тұрғыдан қозғалуы мүмкін, ал екінші жағынан штоқтың технологиялық тесігіне еркін орналастырылған.

Пакер келесідей жұмыс істейді.

Құрастырылған пакер жалғастырғыш бұранда арқылы тізбек пен сорапты компрессорлық құбырды (СКК) жалғайды да, орнату аралығына дейін ұңғымаға түсіріледі. Бұл ретте төменгі механикалық якорьдің серіппелі табанының төменгі бөлігінде жасалған бағыттаушы қиғаштардың арқасында хвостовиксіз пакер

(пішінде көрсетілмеген) ұңғыманың шегендеу тізбегінің сағасына кедергісіз өтеді (пішінде көрсетілмеген). Пакерді 0,15-0,2 метрге жоғары-төмен осьтік қозғалысы кезінде механикалық якорь іске қосылады. Бұл ретте төменгі механикалық якорьдің құрсауына мықтап бекітілген бағыттаушы штифт штоктың технологиялық арнасы бойынша қозғалады. Ал шток оның центраторларының шегендеу тізбегінің ішкі қабырғалары бар серіппелі табанмен түйісуіне байланысты төменгі механикалық якорьге қатысты тиісінше жоғары және төмен жылжытылады. Бұл ретте тірек конусы шлипс түйінінің ішкі бетімен өзара әрекеттеседі де, шегендеу тізбегінің ішкі қабырғаларына қарай басады.

СКҚ тізбегін пакерге түсіру басталады 2.2 - сурет. Белгілі бір жүктемеге жеткенде, орта манжета (жұмсақ) цилиндр пішінді болады, радиалды түрде сыртқа қарай кеңейеді және ұңғыманың шегендеу тізбегінің бүкіл биіктігі бойымен тығыздалады. Бұл ретте шток жоғарғы гидравликалық якорьмен бірге шегендеу бағанына бекітілген төменгі механикалық якорьге тірелетін қозғалмайтын тірек конусына қатысты төмен түседі.



- 1 - шток, 2- тығыздағыш, 3 - жоғарғы гидравликалық якорь, 4 - төменгі механикалық якорь,  
 5 - тірек конусы, 6 - шлипс түйіні, 7- центратор, 8 - серіппелі табан, 9 – ортаңғы манжета,  
 10 – жоғарғы манжета, 11 – төменгі манжета, 12 - , 13, 14 – сыртқы қиғаштар,  
 15, 16 – ішкі қиғаштар, 17 - штифт, 18 - құрсау, 19 - штоктың технологиялық арнасы,  
 20 - жалғастырғыш бұранда, 21 – СКҚ.

2.2 Сурет – №59127U1 ұсынылған механикалық пакер

Төменгі механикалық якорьге СКҚ тізбегін түсіру жалғасуда, бұл кезде жоғарғы гидравликалық якорьдің төменгі шетінің жоғарғы әсерінен және тірек конусының жоғарғы шетінің әсерінен жоғарғы және төменгі манжеталар (қатты) диаметрі ұлғаяды.

Жоғарғы және төменгі манжеталардың ортаңғы манжетамен жанасу аймағы бойынша арнайы пішінінің арқасында жоғарғы және төменгі манжеталар өздерінің және ішкі қиғаштарымен сәйкесінше және ортаңғы манжеталардың сыртқы қиғаштарын орап алады. Бұл бөлінеді де, конус пішінді болады, тығыздағыштың ортаңғы манжетасы қалыңдатылады, сондықтан жоғарғы және төменгі манжеталар сәйкесінше орташа манжетаның жоғарғы және төменгі жағында орналасады, орташа манжета резеңкесінің ығысуы мен ағып кетуіне жол бермейтін тірек тетіктерінің қызметін атқарады.

СКҚ тізбегін түсіру аяқталғаннан кейін тығыздағыштың жоғарғы және төменгі манжеталары да радиалды түрде сыртқа қарай кеңейіп, цилиндрдің пішінін алады. Ортаңғы манжетаны ұстап тұруды жалғастырады да, оны ұңғыманың шегендеу тізбегінің қабырғаларына мықтап басады.

Пакер орнатылатын жүктеме орташа, жоғарғы, төменгі тығыздағыш манжетаның қаттылығына байланысты, ол СКҚ тізбегінің күтілетін салмағына сәйкес таңдалады.

Ұсынылған пакердің құрылымы қарапайым, сағаға оңай өтеді, орнатылған кездегі герметикалығы айтарлықтай жоғары деңгейде. Бұл пакерді орнатудың рет-ретімен жүретіндігіне байланысты: алдымен тығыздағыштың ортаңғы манжетасы, содан кейін тығыздағыштың жоғарғы және төменгі манжеталары бір мезгілде ортаңғы манжетаның тіректері рөлін атқарады.

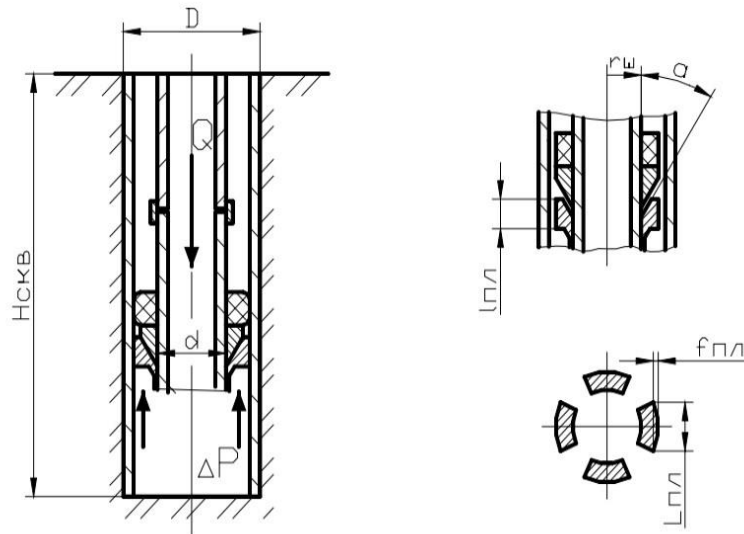


### 3 Есептеу бөлімі

#### 3.1 Пакердің параметрлерін есептеу

Пакерді есептеу кезінде, пакерді орнату үшін қажетті ең аз осьтік күшті және пакердің геометриялық сипаттамаларын, сонымен қатар, пакерді орнатудың максималды күшін табамыз. Пакерді есептеу үшін мынадай мәліметтер бар:

Өлшем ЭК – 219х10; Беріктік тобы ОК-М;  $\sigma_T = 758$  МПа;  $D_{HKП} = 182$  мм;  $\Delta P_{II} = 100$  МПа;  $\alpha = 30^\circ$ ;  $n = 4$ ;  $l_{ПЛ} = 145$  мм;  $L_{ПЛ} = 30$  мм.



3.1 Сурет – Тапсырманың жобалық кестесі

Ұңғымада вертикальды орналасқан оқпанның герметикалық ажыратылуын қамтамасыз ететін пакерге әрекет ететін  $Q$  осьтік күшінің ең аз шамасын анықтаймыз:

$$Q_{\text{шектік}} \leq 0.111 \Delta p \cdot F + \frac{G \cdot F \cdot 2(R - r_{ш}) - (R - r_{ш})^2}{(R - r_{ш}) - (R - r_{ш})} \quad (3.1)$$

$$Q_{\text{шектік}} = 0,111 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 0,005 + \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,005 \cdot 2(0,0995 - 0,091) - (0,0921 - 0,091)^2}{(0,0995 - 0,091) - (0,0921 - 0,091)} = 430232 \text{ Н,}$$

мұндағы  $\Delta p$  - пакермен қабылданатын қысымның ауытқуы;  $G$  - резеңкені жылжыту модулі,  $G = 10$  МПа.

$$F = \frac{\pi \cdot (D_{OK} - D_{HKП})}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,199 - 0,182)}{4} = 0,005 \text{ м.} \quad (3.2)$$

$$R_8 = \frac{R_5}{K_{G8}} = \frac{99,5}{1,08} = 92,12 \text{ мм} = 0,092 \text{ м}, \quad (3.3)$$

мұнда  $K_{OP}$  - 1,07...1,09 шегендеу бағаналары 136 немесе 299 мм болатын пакерлерге арналған.

$r_{ш}$  - тығыздағыш элементтің ішкі радиусы:

$$r_{ш} = r_{HKП} = 91 \text{ мм} = 0,091 \text{ м}. \quad (3.4)$$

Пакердің тығыздағыш элементінің ең үлкен биіктігін анықтау:

$$h_{KLM} = \frac{(R_{II} - r_{ш}) \cdot R_5}{0,45 \cdot f \cdot (R_5 - r_{ш}) \cdot (3 \cdot R_5 + 2 \cdot R_5 \cdot r_{ш} - r_{ш})}. \quad (3.)$$

$$h = \frac{(0,0921 - 0,091) \cdot 0,0995}{0,45 \cdot 0,6 \cdot (0,0995 - 0,091)(3 \cdot 0,0995 + 2 \cdot 0,0995 \cdot 0,091 - 0,091)} = 0,114 \text{ м}.$$



3.2 Сурет – Пакердің резеңкеден жасалған сығылған күйі

$R_{max}$  ең жоғары рұқсат етілетін жүктеме қауіпті қима ауданы мен ағымдылық ландшафтынан нәтижелерді анықтайды:

$$R_{KLM} = F_f \cdot \sigma_g, \quad (3.6)$$

мұндағы  $F_f$  – қауіпті қима ауданы, мм,

$$F_f = \frac{h}{d} \cdot (D \cdot d_{ш}). \quad (3.7)$$

мұндағы  $D$  - қауіпті қимадағы бұранданың сыртқы диаметрі;  
 $d_{ш}$  - өтетін тесіктің диаметрі.

Бірінші қиманы беріктікке тексереміз:

$$F_f = 3,14 \cdot (70 \cdot 60) = 1020 \text{ мм}.$$

$\sigma_T = 340 \text{ МПа}$  – материалдың аққыштық шегі Болат 45 ГОСТ 4543-71.

$$P_{LM} = 1020 \cdot 340 \cdot 10 = 145025 \text{ Н.}$$

$$P_{\max} = 145025 > 56000 \cdot 2 = 112000.$$

Демек, беріктілік шарттары орындалады.

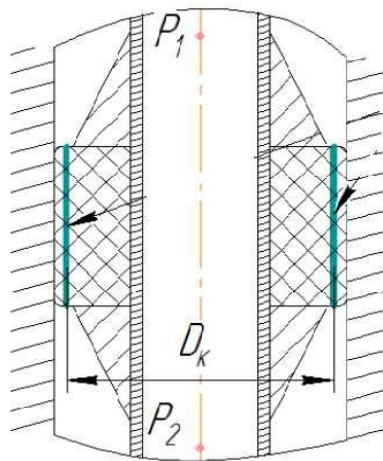
Екінші қиманы беріктікке тексереміз:

$D=56\text{мм}$  және  $D=46\text{мм}$  үшін:

$$F_f = 3,14 \cdot 156^2 \cdot 46^2 \text{ м} = 1821 \text{ мм}^2.$$

$\sigma_T = 560 \text{ МПа}$  – пакер материалдың аққыштық шегі.

$$P_{KLM} = 1821 \cdot 560 = 967302,6 \text{ Н.}$$



3.3 Сурет – Пакердің резеңкеден жасалған сығылған күйі

Бұл қимадағы нақты әрекет етуші созушы күш цилиндрге жұмыс сұйықтығының қысымынан пайда болады. Оны беріктілік шарты бойынша  $P=56\text{кН}$  тең деп есептеуге болады:

$$P_{\max} > P_{k3},$$

мұндағы беріктілік қорының коэффициенті  $k_k=2$  тең деп аламыз.

$$P_{\max} = 967302,6 > 112000.$$

Демек, беріктілік шарты орындалады.

### 3.2 Пакерлерді механикалық басқаруға есептеу

Қабатты гидрожару кезінде құбыр аралық кеңістікті механикалық пакермен тығындау және беріктікке есептейміз, сонымен бірге келесі шарттарды

зәкірді қолдану қажеттілігіне қорытынды жасаймыз: ұңғыма тереңдігі  $L = 1450$  м; ҚГЖ кезіндегі сағадағы қысым  $P_y = 48$  МПа. Шегендеу тізбегінің сыртқы диаметрі  $d_{ок} = 0,118$  м;  $c_{ст} = 7850$  кг/м<sup>3</sup>;  $E_{ст} = 2,1 \cdot 10^{11}$  Па. Жару ерітіндісінің тығыздығы  $c_{ж} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Манжеттің сыртқы диаметрі  $0,117$  м;  $v = 0,7^0$ ,  $\beta = 15^0$ ; үйкелу коэффициенті  $0,82$ . Резеңке манжеттің Пуассон коэффициенті  $m = 0,485$ , резеңкенің серпімділік модулі  $E_y = 188 \cdot 10^5$  Па пакерлеудің шыдамдылық коэффициенті  $k = 1,25$ . Пакер плашкаларының саны  $n = 6$ ; плашка диаметрлері  $d_{пл} = 0,030$  м. СКҚ диаметрі  $d_{НКТ} = 48$  мм. Алдымен пакерді түсіру үшін СКҚ-ны көтерудің қажетті ұзындығын анықтаймыз.

а) қажет жүктемені есептеу  $Q_1$ :

$$Q_1 = q \cdot L \cdot g = 4,4 \cdot 1450 \cdot 9,8 = 62524 \text{ Н}, \quad (3.8)$$

мұндағы  $g = 4,4$  - 1 м СКҚ тізбегінің сламағы, кг.

Пакердің беріктік шарты сақталмағандықтан зәкір орнатуды қажет етеді:  $2199742 \cdot 1,25 < 62524 \text{ Н}$ .

ә) зәкірдің ішкі қысымын анықтау  $P_1$ :

$$P_1 = P + c_{жс} \cdot g \cdot L = 48 \cdot 10^6 + 1000 \cdot 9,8 \cdot 1450 = 7642 \cdot 10^4 \text{ Па}; \quad (3.9)$$

б) сұйықтың ішкі қысымынан зәкір шлицтеріне радиальді күштер  $R_{я}$ :

$$R_{я} = 0,785 \cdot d_{нл}^2 \cdot P_1 \cdot n = 3,14 \cdot 0,03^2 \cdot 7642 \cdot 10^4 \cdot 6 = 1295777 \text{ Н}; \quad (3.10)$$

в) зәкірден болатын өстік күш  $T_{я}$ :

$$T_{я} = R_{я} \cdot 0,82 = 1295777 \cdot 0,82 = 1062537 \text{ Н}; \quad (3.11)$$

г) пакерден болатын өстік күш  $T_{п}$ :

$$T_{п} = Q_2 \cdot t = 14411 \text{ Н}; \quad (3.12)$$

е) зәкір мен пакерден болатын өстік күш  $T$ :

$$T = T_{п} + T_{я} = 14411 + 1062537 = 1076948 \text{ Н}; \quad (3.13)$$

ж) пакер астында болатын өстік күш  $P_2$ :

$$P_2 = 507022 \text{ Н}. \quad (3.14)$$

Нәтижесінде  $T = 1076948 \text{ Н} > 633777 = P_2 \cdot k$  – беріктік шарты орындылады.

Пакерді есептеген кезде герметизациялауға қажетті контактті қысымды, осы қысымды жасайтын өстік күшті, тығыздаушы элементтің оптимальды биіктігін, пакер штогінің жүру ұзындығын, тығыздаушы элемент кордының



көрсеткіштерін анықтайды.

Шегендеуші құбырлар тізбегі және тығыздаушы элементтер арасындағы контактті қысым мынаған тең

$$p_k = p_{kc} + p_{kn}, \quad (3.15)$$

бұл жерде  $p_{kc}, p_{kn}$  - контактті қысымдар.

Пакерлерде қолданатын резеңке  $\mu_p = 0,475$  Пуассон коэффициентіне ие.

$p_k$  контактті қысымын және ұңғы оқпанының герметикалық айырылуын қамтамасыз ететін  $Q$  остік күшін анықтау үшін келесі теңдеу қолданылады:

$$p_k = \frac{\mu_p}{1 - \mu_p} \left[ \frac{Q}{F} - G \frac{(R_c^2 - r_u^2)^3 - (R_n^2 - r_u^2)^3}{(R_c^2 - r_u^2)^2 (R_n^2 - r_u^2)} + \Delta p \right]; \quad (3.16)$$

$$p_k = \frac{0.475}{1 - 0.475} \left[ \frac{86500}{0.0037} - 8 * 10^6 \frac{(0.77^2 - 0.28^2)^3 - (0.69^2 - 0.28^2)^3}{(0.77^2 - 0.28^2)^2 (0.69^2 - 0.28^2)} + 50 * 10^6 \right] = 62 \text{ МПа.}$$

$$Q \geq 0,111 \Delta p F + G F \times \frac{(R_c^2 - r_u^2)^3 - (R_n^2 - r_u^2)^3}{(R_c^2 - r_u^2)^2 (R_n^2 - r_u^2)}, \quad (3.17)$$

$$Q = 0,111 * 50 * 10^6 * 0,0037 + 8 * 10^6 * 0,0037 * \frac{(0,77^2 - 0,28^2)^3 - (0,69^2 - 0,28^2)^3}{(0,77^2 - 0,28^2)^2 - (0,69^2 - 0,28^2)} = 86,5 \text{ кН,}$$

мұндағы  $F$  – тығыздаушы элементтің деформацияланған күйіндегі көлденең қимасының ауданы;  $G=5,1 - 1$  МПа – резеңке жылжыуының модулі;  $R_n=69$ см және  $R_c=77$ см – резеңкенің деформацияға дейінгі және деформациядан кейінгі сыртқы радиусы;  $r_u=28$ мм резеңкенің ішкі радиусы;  $\Delta p=50$ МПа - пакердегі қысымның өзгеруі.

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 3.14 / 4 (15.4^2 - 13.8^2) = 3650 \text{ мм}^2.$$

Бос күйіндегі пакер элементінің биіктігі оның ауданың деформацияға дейін және деформациядан кейін тең болуы жағдайынан анықталуы мүмкін. Кейбір авторлардың айтуы бойынша бұл жағдай резеңкенің пакермен шегендеуші құбырлар тізбегінің арасындағы қуысқа ағып кетуінен сақтайды.

Бұл жағдайды ескерсек біздің есептеуіміз тығыздаушы элементтің ең аз биіктігін береді

$$h_{\min} = \frac{2h_c (R_c + r_u) + R_c^2 - R_n^2}{2(R_n + r_u)}, \quad (3.18)$$

$$h_{\min} = \frac{2 \cdot 0,15(0,77 + 0,28) + 0,77^2 - 0,69^2}{2(0,69 + 0,28)} = 224 \text{ мм},$$

мұндағы  $h_c$  – элементтің сығылған жағдайдағы биіктігі.

Пакерлерде осындай тығыздауыштардың бірнеше болуы жақсы. Тығыздаушы элементтің ең үлкен биіктігі пакердің остік қысымының жүктемесі кезінде өзін-өзі орнықтыру шартынан табуға болады.

$$h_{\max} = \frac{R_c^3 (R_c^2 - R_o^2)}{0,45 f (R_i^2 - r_o^2) (3R_c + 2R_c^2 r_o - r_o^2)}, \quad (3.19)$$

$$h_{\max} = \frac{0,77^3 (0,77^2 - 0,69^2)}{0,45 \cdot 0,2 (0,77^2 - 0,28^2) (3 \cdot 0,69 + 2 \cdot 0,69^2 \cdot 0,28 - 0,28^2)} = 450 \text{ мм}.$$

мұндағы  $f$  – үйкеліс коэффициенті.

Пакердің құрылысында шток жүрісінің ұзындығы алдын-ала жобалану керек, ол тығыздаушы элементтің сығылуын және тығыздауыштың герметикалығын қамтамасыз етеді.

Шток жүрісінің үлкеюі тығыздауыш элементтердің зақымдауына әкелу мүмкін.

Шток жүрісінің оптимальды ұзындығын келесі формула бойынша анықтауға болады:

$$S_{on} = \frac{h R_n^2 (k_{on}^2 - 1)}{k_{on}^2 R_n^2 - r_{ui}^2}. \quad (3.20)$$

$$S_{on} = \frac{0,18 \cdot 0,69^2 (1,13^2 - 1)}{1,13^2 \cdot 0,69^2 - 0,28^2} = 71 \text{ мм},$$

мұндағы  $h$  – жүктелмеген, бос тығыздаушы элементтің биіктігі:

$$k_{on} = \frac{R_c}{R_n} = \frac{77}{69} = 1,15. \quad (3.21)$$

Диаметрлері 118 және 122 мм шегендеуші құбырлар тізбегі үшін арналған пакерлерге  $k_{on}=1,13, 136$  және  $140$  мм  $k_{on}=1,09-1,07$ .

Пакерді есептеген кезде плашкалы ұстаудың шегендеуші құбырлар тізбегінің беріктігіне әсерін тексеру керек.

Плашкалар сақиналы қуысты толығымен жабатын пакерлерде шегендеуші құбырларға түсетін жүктеме бүкіл периметр бойынша бірқалыпты үлестірілген. Осы кезде плашкалы ұстағышқа максимальды остік жүктеме мынаған тең:

$$Q \leq \frac{\sigma_T n t g \alpha (D^2 - d^2) l_{nl}}{D^2 + d^2} \sqrt{L_{nl}^2 + \frac{16}{3} f_{nl}^2}, \quad (3.22)$$

$$Q = \frac{552 * 10^6 * 5 * tg 21^0 (0.168^2 - 0.154^2) 0.15}{0.168^2 + 0.154^2} \sqrt{0.035^2 + \frac{16}{3} * 0.007^2} = \frac{0.794 * 10^6}{0.051} * 0.196 = 30 kH.$$

Шегендеуші құбырлар тізбегінің периметрі бойынша плашкалардың шектелген контакті кезінде олардың арасындағы құбырлар аумақтары бұралуға жұмыс істейді. Онда:

$$Q_{шек} \leq (2\sigma_T n t g \alpha h^2 l_{nl}) / d, \quad (3.23)$$

$$Q_{шек} = \frac{552 * 10^6 * 5 * tg 21^0 * 0.007^2 * 0.15}{0.154} = 50,5 kH,$$

мұндағы  $\sigma_a$  – шегендеуші құбырлар тізбектер құбырлар материалының ағу шегі;  $n$  – плашка саны;  $\alpha$  – плашка конусының бұрышы;  $D, d, h$  – шегендеуші тізбек құбырының сыртқы және ішкі диаметрі және қабырға қалыңдығы;  $l_{nl}$  – плашка биіктігі;  $L_{nl}$  – плашка хордасының ұзындығы;  $f_{nl}$  – плашка қабатының дөңес аталуы (стрела дуги).

Есептеулер бойынша 118-140 мм диаметрлі шегендеуші құбырлар үшін беріктік қоры 1,15 ал диаметрі 140 мм-ден жоғары құбырлар үшін 1,52-ге тең деп алынады. Жанама күш салудың шегі  $\tau_a \approx 0,58\sigma_a$  деп алсақ есептегенде беріктік қорын екі есе үлкен деп алады.

Пакер конструкциясын жобалау кезінде шекті жүктемені тығыздаушыны жасау үшін керекті жүктемемен салыстырылады. Егер  $Q_{шек} < Q$  болса, онда пакер конструкциясына керекті өзгертулер енгізіледі.

Пакердің тепе-тең кездегі максималды қысымды есептеу

$$P = \frac{40G + \pi g (H_1 \rho_1 (D_i^2 - d_a^2) - H_2 \rho_2 (d_i^2 - d_a^2))}{10\pi D_a^2}, \quad (3.24)$$

$$P = \frac{40 * 18,47 + 3,14 * 9,8 (2000 * 1000 (0,168^2 - 0,154^2) - 2000 * 1000 (0,114^2 - 0,1^2))}{10 * 3,14 * 0,154^2} = 16 MPa.$$

### 3.3 Жаңартудан кейінгі пакердің есебі

Пакер астындағы күтіліп отырылған қысым 15 МПа жоғары болса, онда пакер астынан әсер ететін осьтік күштен сақтану қажет, олар сорапты-компрессорлы құбырлардың деформациясын туындатуы мүмкін және тіпті оларды ұңғымадан ығыстырып шығаруы мүмкін, ол келесі есепте көрсетілген.

Пакер түсірілген ұңғыма толығымен салыстырмалы салмағы  $\gamma=1$  сумен толтырылған деп есептелік. Онда пакерлеуден кейін  $H_1$  тереңдікте пакерге гидростатикалық қысымдар әсер ете бастайды, ол мынаған тең:

$$p_1 = \frac{\gamma H_1}{10} = \frac{H_1}{10}, \text{ МПа} \quad (3.35)$$

Пакерленген ұңғымаға суды айдау кезінде ( $p_3$  қысымымен), пакерге төменнен жоғарыға қарай әсер ететін күш мынаған тең:

$$p_2 = \frac{4G \frac{\pi H}{10} (d_H^2 - d_B^2)}{\pi D^2} \quad (3.36)$$

мұнда  $p_2 = (p_3 - z)$ ,  $z$  – сорапты-компрессорлы құбырларда сұйықтықтың қозғалу кезіндегі арын шығындары.

Егер  $H_1 = H_2 = H$  деп қабылдайтын болсақ, онда бұл теңдеу мына түрге ие болады:

$$F = \frac{\pi H}{40} (d_H^2 - d_B^2) + p_2 \frac{\pi D^2}{4} \quad (3.37)$$

Шегендеу тізбегінің қабырғаларына пакердің үйкелу күшін аз деп есептей отырып максималды мүмкін болатын қысымның алдыңғы теңдеуін табамыз, олардың көмегімен құбырлар ұңғымадан ығыстырылады:

$$p_2 = \frac{4G \frac{\pi H}{10} (d_H^2 - d_B^2)}{\pi D^2} \quad (3.38)$$

Пайдалану тізбектерінің 6” (168мм) ұңғымасы 2000 метр тереңдікте пакерленуі тиіс, ал пакердің өзі қалыңдығы 7 мм 4” (114мм) сорапты-компрессорлы құбырларға түсірілген деп болжаймыз, ондай дағдайда сағадағы максималды рұқсат етілген қысым мынадай болады:

$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{4(18,47 \cdot 2000 + 1000) - \frac{\pi \cdot 2000}{10} (11,43^2 - 10,3^2)}{\pi \cdot 14,6^2} + z = \\ &= \pm \frac{148000 - 628(131 - 106)}{670} + z = 19,7 \text{ МПа} + z \end{aligned}$$

Есептеу барысында пакердің шегендеу тізбегіне үйкелу күші мен пакердің артқы бөлігіндегі күш ескерілмейтіндіктен біздің есептеген қысымымыз  $F$  яғни 19,31 МПа қысым, бірнеше есе төмендетілген болып табылады. 4 құбырдағы арын шығындары келесіден бөлек есептеліне алады.

Агрегаттағы қысым шамамен 30 МПа деп есептейміз (жару сұйықтықтарын айдау барысында). Мұндай жағдайда бұл агрегаттың өнімділігі 2,3 л/сек тең болады, ал төрт агрегатта сәйкесінше 9,2 л/сек.

Төрт сорапты-компрессорлы құбырлардағы сұйықтықтың ағу жылдамдығы мұндай жағдайда мынаған тең:

$$v = \frac{0.0092}{0.00793} = 1,16 \text{ м/с} \quad (3.39)$$

Рейнольдс саны

$$Re = \frac{vd_B}{\lambda} \quad (3.40)$$

Жару сұйықтықтары үшін (тұтқыр мұнай) кинематикалық тұтқырлықты 1 ст тең деп аламыз.

Онда

$$Re = \frac{116 \cdot 10,3}{1} = 1195 \quad (3.41)$$

$Re < 2000$ , сәйкесінше сұйықтықтың қозғалу режимі ламинарлы. Ламинарлы режимге қатысты үйкелу коэффициентін анықтаймыз

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1195} = 0.054 \quad (3.42)$$

$$z = \frac{\lambda lv^2}{d_B 2g} \quad (3.43)$$

$$z = \frac{0,054 \cdot 2000 \cdot 116^2}{0,1 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,75 \text{ МПа}$$

Сонымен, 9,2 литр жару сұйықтығын айдау барысында ұңғыма сағасындағы максималды рұқсат етілген қысым секундына мынаған тең болады:

$$p_3 = 19,7 + 7,5 = 20,5 \text{ МПа}$$

Іс жүзінде қазіргі таңда қабатты сумен жару барысында терең ұңғымасындағы қысым көбінесе 300 МПа және одан да көп болады.

Құбырлар қысылмас үшін оларды шегендеу тізбегінің шек жағына бекітіп қоюға болады. Дегенмен мұндай жағдайларда төрт сорапты-компрессорлы құбырлардың бұзылуы (иіліп қалуы) туындайды және резеңкелі манжеттер де бұзылымға ұшырауы мүмкін болып табылатын шарттар туындайды.

Негізінде, қысыммен сұйықтықты ұңғымаға айдау барысында резеңкелі манжеттер пайдалану тізбектерінің қабырғаларына қатты тақалады, ал 4 құбыр өстік күштермен шектелген пайдалану бағандарының кеңістіктеріне тақалады. Пакер астындағы сұйықтық қысымы ауытқыған кезде төрт құбырға төменнен жоғары қарай әсер ететін осьтік күш ауысады, ол дегеніміз өз кезегінде пакердің



орын ауыстыруын тудырады, ал ондай жағдайда резеңке жарылып кетуі мүмкін.

Өстік күштердің әсерінен төменнен жоғары қарай бағытталған, ашылып қойылған пакерлердің орын ауыстыруларын, пакердің үстіне орналастырылған арнайы зәкір көмегімен іске асыруға болады.

## 4 Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау

### 4.1 Мұнай және газ кен орындарын пайдалану кезіндегі негізгі қауіп-қатер және зияндылықтар

Мұнай өңдейтін кәсіпорындардағы жұмысшылардың организміне әсер ететін негізгі факторлерге: метеорологиялық жағдай және зиянды заттар, діріл мен шу. Мұнай өндіретін кәсіпорындарда жұмыстар көбінесе ашық алаңдарда жүргізіледі, сондықтан жұмысшыларға метеорологиялық жағдайдың әсері маңызды рөл атқарады (температура, ауа ылғалдығы, жел, сәулелену). Жағымсыз метеорологиялық жағдай әсерінен сәтсіз оқиғалар туындау мүмкін. Жоғарғы температура кезінде көңіл бөлу төмендейді, асығыстық және сақтықсыздық пайда болады; төмен температурада – қозғалғыштық азайады.

Организмнің жылу бергіштігіне ауа ылғалдылығы әсер етеді: қалыпты температурада 18°C ауа ылғалдығы 35-тен 70 % шегінде болуы керек. Одан аз ылғалдылықта ауа құрғақ болып, ал жоғары болса – жоғарғы ылғалды болып саналады. Құрғақ ауа жоғары булануға әкеледі, соның әсерінен тері мен шырышты қабықтардың құрғақ болып сезінілуі мүмкін. Аса жоғары ылғалды ауа булануды қиындатады.

Мұнайдың жеңіл фракциясы ауамен қосылып белгілі концентрацияда жарлығиш қоспа түзеді. Шикі мұнайдың от қауіптілігі тұтану және жану температурасымен анықталады. Мұнай өнмінің тұтану температурасы –35°C-тан +34°C. Өзінен өзу тұтану температурасы 260°C –ден 375°C дейін.

Еңбек ету заңдылығына байланысты, әрбір азамат өзінің денсаулығын жүргізілетін өндіріс жұмыстары кезінде пайда болатын жағымсыз әсерлерден сақтауға құқылы (оның ішіне авариялар, апат және т.б.).

Кен орнын ашқан немесе пайдалану кезінде ең маңызды адам денсаулығының қалыпты жағдайда болуын ойластырады. Адамдардың биогенетикалық, биоритмдық, әлеуметтік-психологиялық және табиғи стереотиптеріне байланысты үш топқа бөлу ұсынылады:

- жергілікті тұрғындар денсаулығы, кен орын ауданында және жақын аудандарда тұратын тұрғындар ;
- жұмысшылар денсаулығы, вахталы әдіспен жұмыс істейтін жұмысшылар;
- кен орында жұмыс істейтін жұмысшылар, мұнай өндіру ауданында тұрақты тұратын жұмысшылар [10].

Осы проблемаларды шешу мақсатында бейімделу қызметтерін ойластыру, бейімделу шараларын жобалау және енгізу, еңбек демалысына шығару, салауатты өмір салтын жүргізу туралы айту керек.

Ашық алаңда жұмыс істеу кезінде қауіпсіздік ережесіне байланысты жұмысшыларды жағымсыз метеорологиялық фактордан қорғау қаралған: жұмысшыларды жұмыс киіммен және аяқ киіммен жабдықтау; баспана орнату, жұмыс орнын жабу және т.б.

Суық аяздарда, желде, жауын-шашын кезінде жұмыстар тоқтатылады.

Сонымен қатар жұмыс орындарында сәйкес микроклиматты қалыпты ұстау агрегаттары орнатылуы керек.

Мұнай өндіретін кәсіпорындардағы алаңдарды жарықтандыру дұрыс деп есептеледі, егер жарық ашық және тең көлемде жұмыс орнын жарықтандырса, заттарды қиналмай анық көруге мүмкіншілік болса.

#### **4.2 Пакерді пайдалану, жұмыс істеу кезіндегі техникалық қауіпсіздік жөнінде нұсқаулар**

1) Пакерді пайдалану, мұнай- газ өнімдері өндірісінің қауіпсіздік ережелерін сақтаумен сәйкес жүргізіледі. Қызметші жұмыс жасау алдында пакердің құрылымын және пайдаланылу нұсқамасын жақсылап оқу керек.

2) Пакердің түсірілуі, қондырылуы және алынуы кезінде ұңғыманың көтеру имараты салмақ индикаторымен жабдықталуы тиіс.

3) Пакердің ішкіөндірістік тасымалдануы, жүктелуі және жүк түсірілуі тасымалдау, жүктеу және тереңөлшемді жүктердің түсірілу ережелерімен сәйкес жүзеге асырылуы керек. Тасымалдау кезінде пакер мен телескоптық құрылғы ығыспайтындай бекітілуі тиіс.

4) Пакерді түсіру кезінде жыылдамдықты 0,5 м/с- тан көтеруге рұқсат етілмейді (немесе бір құбыр 15-20 с- тан), пакердің бірден тоқтатылуы кезінде тальдік жүйе бірден жүктен босатылады және қызметке қауіп төнеді.

5) Түсіру- көтеру амалдарының үзілісі кезінде құбыр сыртындағы кеңістік пен құбырлар ұңғымаға тұрғызылған заттардың түсуін болдырмау мақсатымен жабылуы тиіс.

б) Пакерді қондыруда қолданылатын сораптық агрегаттар ұңғыма сағасынан 10 м- ден кем емес арақашықтықта орнатылуы қажет.

7) Ұңғыма сағасында жөндеу жұмыстарын жүргізу алдында келтіргіш сызықтар қымталып жабылуы қажет және қысым нөлге дейін түсірілуі тиіс.

ҚР еңбек кодексіне байланысты 2007 ж., МЕСТ 12.0.004.-90 бойынша нұсқаулардың барлық түрі жүргізіледі және журналға тіркеледі.

Уақыт пен сипатына байланысты нұсқаулар келесідей бөлінеді:

- 1) кіріспе нұсқау;
- 2) жұмыс орнындағы алғашқы нұсқау;
- 3) қайталама нұсқау;
- 4) жоспарланбаған нұсқау;
- 5) мақсатты нұсқау;
- б) басқа ұйым жұмысшыларын нұсқау беру.

Еңбек қауіпсіздігі туралы кіріспе нұсқауды барлық жаңа қабылданған адамдарға, студенттерге және тағы да басқаларға жүргізеді. Олардың білім деңгейіне, жұмыс өтіліне қарамастан жүргізілетін шара.

Жұмыс орнындағы алғашқы нұсқау өндіріс жұмыстарының алдында жүргізіледі :

- алғаш қабылданған немесе басқа ұйымнан ауысып келген

жұмысшыларға жүргізіледі;

– жұмысшыға жаңа жұмыс артқанда және өндіріс жағдайы бұрынғыдан басқаша болған кезде;

– уақытша немесе іссапарға келген жұмысшылар;

– практикаға келген оқушылар мен студенттерге жүргізіледі.

Алғашқы нұсқауды жұмыс орнында, қайталама, жоспарланбаған және мақсатты нұсқауларды жұмыс бастықтары жүргізеді (шебер).

Мақсатты нұсқау жұмысшылардың наряд-кіру бойынша жұмыс істеу үшін жүргізіледі және олар наряд-кіруге тіркеледі.

Қайталама нұсқауды барлық жұмысшылар арасында оның жұмыс өтіліне, біліміне, квалификациясына қарамастан жарты жылда бір рет жүргізіледі.

Жоспарланбаған нұсқау жүргізіледі:

– жаңа нұсқаулар немесе өңделген нұсқауды кіргізгенде;

– еңбек қауіпсіздігіне әсер ететін жабдықты ауыстырған кезде, технологиялық процесс өзгерген кезде;

– кәсіпорында авария немесе қайғылы жағдай болған кезде, қосымша нұсқау қажет етілген жағдайда;

Нұсқау өтілгендігі туралы факт арнайы журналда жазылады, ол жерде нұсқаушы мен нұсқалушы адамдардың қолы болады.

#### **4.3 Қойнаудың гидрожарылуын жүзеге асыру кезіндегі қоршаған ортаны қорғаудың нормативтік құжаттарын орындаудағы шаралар**

Жердің эрозиялық қауіптілігі ұңғымадағы бұталар алаңын төтенше және қатты эрозиялық жерге орналастыруға болмайды.

Қазіргі жобалау нормасына сәйкес жоғары кернеулі ЭТЖ бойындағы санитарлы-қорғау аймағының шекарасы электр өрісі шамасының кернеулігіне байланысты 1кв/м аспайтындай болып орнатылуы тиіс.

Ұңғымаларды күрделі жөндеу кезіндегі экологиялық зарарды төмендетудің бір тәсіліне герметизациялау нұсқасындағы жөндеу технологиясы жатады.

Ұңғыманы жөндеу жұмысын және жабдықтарды орналастыруды оқшауланған территорияларда орындау қажет.

Апаттық жағдайларда ұңғыма ернеуіндегі технологиялық және ұңғымалық сұйықтықтар ластанады. Жұмыс аяқталысымен барлық ластанған заттар пайдаланылады, ал территориядағы топырақ қабаты қалпына келтіріледі. Технологиялық жөндеу операциясы технологиялық сұйықтықтардың және басқа материалдың топыраққа түсуін болдырмайтын тез шешілетін құбырлы қосындылардағы герметизациялы тығындау құрылғысы; циркуляциялық жүйесі; полиэтиленді қабатпен оқшауланған; тұйықталған сұлбамен жер қоймасын қолдана отырып өндіруге болады.

Күнделікті және күрделі жөндеу процессі кезінде ұңғыманы жууда және ағуды күшейтудегі жұмыстарды орындау үшін цемент көпірлерді бұрғылау үшін

тұншықтырғыш сұйықтық пен тасымалдау сұйықтығы ретінде техникалық және тұщы суды қолдану қажет.

Осыған байланысты мұнаймен, химиялық заттармен және қатты бөлшекті заттармен ластанады және циркуляциялық жүйеге жинайды.

Ұңғыманың жағдайын жасауға өндірістік жұмыс кезінде және қойнауын мұнай берілісін жоғарылатуда қолданылатын барлық химиялық заттар, ерітінді, гелдер қышқылда толық көлемде тиімді қойнауға жиналады.

Техникалық және тұщы су технологиялық процеске қолданылғаннан кейін циркуляциялық ыдыстарға (сыйымдылыққа) тұндырылуы қажет. Тұнба отырғаннан кейін жөнделіп немесе бұрғыланып жатқан ұңғыманың сіңіру аймағын шаю үшін жіберіледі. Жарықтандырылғаннан қалған су мұнай жинайтын жүйеге айдалады. Жоғарғы дәрежелі жабысқақ паста сияқты мұнай және мұнай өнімінің маңыздас қоспасын, асфальт-смола балауыздас нәрсені арнайы қондырғыда өңдейді немесе ұңғыманы бұрғылау және жөндеу кезінде жұтылу аймағын жою үшін тампон материалы ретінде қолданылады, кейбір кездерде жұтқыш ұңғымаларға айдалады.

Сальникті құрылғылардан және тез шешілетін құбырлардың жалғасынан тұщы және техникалық су, эмульсия және басқа материалдардың тамшылап төгілуі мұнай асфальт-смола балауыздық нәрсе мен техникалық судың қалдықтары жиналуы мүмкін.

Мұнай өндірудің технологиялық процесінен қалдықтарды пайдаға асыру концепсиясының бірі оларды фомендік қабаттардың сорап қабатына айдау болуы мүмкін. Ұңғымадағы қалдықтарды пайдаға асыру шарттарын анықтау үшін Удмуртия кәсіпшілігінде қолданылатын әдістердің барлығын ескеру қажет. Бұл қалдық көлемі мен сұйық қалдықтағы әртүрлі реагенттердің үйлесуінің барлық мүмкіндіктерін анықтауға мүмкіндік береді.

Тәжірибе жүзінде барлық технологиялық процесінен кейін экожүйеге әсері көп болмайтын етіп «розалық» технологиямен жүзеге асырылады.

Бұл қоршаған ортаны ластау қаупін азайтады. Технологиялық процесті жүзеге асыру кезінде барлық қалдықтар ұңғыманың ернеуіндегі жұмыс алаңына жиналатын қатты және пласт тәріздес шлам түріндегі, қышқыл мен сілтіні бейтараптайтын ластанған өнім топыраққа жиналады. Сұйық қалдықтар әр түрлі байланыстармен үйлесулері бар қосымша сұйықтықтар және негізі химиялық реагентті сулы ерітінділер болуы мүмкін.

Химиялық реагенттердің қалдықтарын бірге пайдаға асыруға рұқсат етілмейді, себебі біріктіру тұнбалар, гелдер, газдар жиналуы мүмкін. Бұл сорап ұңғыманың сыйымдылығын бірден төмендетуіне әкеп соғады..

Ұңғыманың жөндеу аймағындағы экологиялық жағдайды жақсарту қажет. Бірінші кезекте бұл жұмыстың сапасын жоғарылатады, бірақ жөндеу санын азайтады.

Мысалы, жер қоймасын полиэтиленді қабыршақпен гидро окшаулағанда топыраққа техникалық минералданған су мен басқа химиялық заттардың түспеуіне және келешекте тұщы су горизонтын ластамауға алып келеді.

Ұңғыманы жер асты жөндеу үшін арнайы табиғат қорғаушы кешенді

жабдықтар жасау қажет. Себебі төккіш қақпақшаны жұмыс істемей қалғанда, НКТ-ні көтерген кезде ұңғымалық сұйықтықты шашуды болдырмау, ал ұңғымадан құбырды көтергенде кез-келген ұңғымалық сұйықтықпен НКТ бағанының ішкі қабатын тазалауға болады.

Жер асты жөндеу бригадасын бұл кешенді жабдықпен жабдықтандыру топырақтың ластануын ескертеді және жер қойнауын қолдануды болдырмайды.

Қарастырып отырған жұмыста, мұнай өндіруді жоғарылатудағы геолого-техникалық шаралар атмосфераға шоғырланатын зиянды заттарды өз кезегінде ұлғаюын көрсететін өндірілген өнімнің құрамындағы судың үлесін азайтып, сорылған мұнай мен судың көлемінің көбеюіне алып келеді. Технологиялық процесске тікелей көңіл бөліну қажет, себебі технологияның геолого-технологиялық шараларын сақтамау апатқа және қоршаған ортаға зиян келтірілуі мүмкін. Негізінен операцияны орындау кезінде қолданылатын химиялық реагенттердің, мұнай өнімдерінің және мұнайдың төгілуін болдырмайтын, ұңғыманың ернеуін жалғайтын технологиялық сыйымдылық пен агрегаттар жабдықтарының герметизациясын және желінің монифольдылығын қадағалау қажет.

Шарушылық саласы көрсеткен талдауда Ельников кен орындарында өңдеудің технологиялық сұлбасы бекітілген қағида негізінде жүзеге асырылады. Кен орны стандартты жабдықтармен толықтырылған, мұнайды жер бетіне шығару штангалы тереңдіктегі сорап арқылы жүзеге асырылады, өнім бір құбырлы герметизацияланған сұлба арқылы жиналады, қойнау қысымын сақтау үшін қойнауға тұщы және техникалық су айдалады. Мұнай кәсіпшілік жабдықтарды қолдану кезінде зақым келтірмеу үшін кең көлемде химиялық реагентті ингибиторлар АСПО мен тотығу қосылады. Басқа әдістерді нақты жағдай үшін қолдану қажет.

Табиғатты ластау объектілерінің зардабын төмендету мақсатымен апатты жою жоспары (мұнайдың газбен, қойнаудың су қоспасымен атқылауы, мұнайдың қойнауына төгілуі, қойнау шеті үйіндісінің бұзылуы), апатты жоюға қатысушыларға ескерту әрекетінің тәртібі, апаттың қорын залалсыздандыру реагенттері мен техникалық құралдардың талап етілген тізімі, ластайтын заттарды жою және жинау тәсілі, су объектісін апаттық ластау жағдайында су қолданатын объектілер мен территорияларды залалсыздандыру, жерді қалпына келтіру сияқты мазмұндас болуы қажет.



## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада ұңғы түбінде жүргізілген операциялар кезінде шегендеу тізбектерінің және сорапты компрессорлық құбырлар тізбегін тығыздауға арналған механикалық пакерлердің конструкциясы мен сипаттамаларына талдау жасалынды. Олардың қолданылу аясы, мұнай және газ, газконденсатты ұңғыларды меңгеру мен пайдалану, қабаттың гидравликалық жарылысы, отырғызылған тізбектің герметикалық еместігін табу, ағынды сораптармен жұмыс, жөндеу-изоляциялау жұмыстары, пакердің астынан және үстінен артық қысым тудыруды қажет ететін басқа да жөндеу-профилактикалық жұмыстар және технологиялық операциялар жүргізу.

Пакерлер әртүрлі жағдайда жұмыс істегендіктен, мүмкіндігінше барлық жағдайлардың талаптарына сәйкес болуды қажет етеді.

Патенттік ұсыныстарды қарастыра отырып, ұңғыманың шегендеу құбырларында СКҚ-ды тығындау кезіндегі пакердің конструкциялары мен нығыздағыш элементтеріне ұсыныстар қарастырылды. Жобадағы ұсынылған пакер құрылымдық жағанан ерекше және ұзақ мерзімді жұмыс атқарады. Конструкциялаудың есептемелері мен тиімділігі анықталған. Осы жаңа әдістерді жетілдіру процесі кезінде арнайы жалпылық сипаты бар пакерді жасау қажеттілігі туындады, себебі оларды қолдану пайдалану процесі қарапайым және сенімді.

Модернизацияланған ПМ - 136-60-30 механикалық пакерін қолдану кезінде бұзылулардың алдын-ала отырып өзімен бірге көптеген материалдық шығындарды алып келетін авариялық ситуацияларды болдырмаудың арқасында жұмыс сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 А.М. Насыров, Е.Н. Масленников, М.М. Нагуманов. Технологические аспекты охраны окружающей среды в добыче нефти - Ижевск; ООО "Парацельс Принт", 2013.- 288с.
- 2 Амиров А.Д., Карапетов К.А. Справочная книга по текущему и капитальному ремонту нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 1979.
- 3 Бекетов С.Б., Карапетов Р.В., Акопов А.С. Разбуриваемый пакер для проведения ремонтно-изоляционных работ в нефтяных и газовых скважинах. // Горный информационно-аналитический бюллетень (НТЖ). – Изд. «Горная книга», 2013 г. - № 8. – С. 268-275.
- 4 Бекетов С.Б., Карапетов Р.В., Акопов А.С. Технологический пакер для проведения ремонтно-изоляционных работ в нефтяных и газовых скважинах. // Горный информационно-аналитический бюллетень (НТЖ). – Изд. «Горная книга», 2012 г. - № 6. – С. 265-268.
- 5 Бухаленко Е.И. Нефтепромысловое оборудование: Справочник – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Недра», 1990. – 559 с.
- 6 Бухаленко Е.И., Бухаленко В.Е. Оборудование и инструмент для ремонта скважин.-М.: Недра, 1991ж. 335б.
- 7 Ильский А.Л. Расчет и конструирование бурового оборудования: учебное пособие для вузов. М.: Изд-во Недра, 1985. 420с. 8 Биргер И.А. Расчет на прочность деталей машин: справочник. М.: Изд-во «Машиностроение», 1993.640 с.
- 8 К.Р. Уразаков, С.Е. Здольник, М.М. Нагуманов и др. Справочник подобыче нефти под редакцией - СПб; ООО "Недра", 2012.- 672 с.
- 9 Копейкин И.С., Лягов А.В. Использование математических методов для расчетов напряженно деформированного состояния базовых узлов пакерно- якорного комплекса, работающего в открытых стволах скважины // Роль математики в становлении специалиста: материалы Всероссийской научно- методической конференции. Уфа: Изд-во УГНТУ. 2015. С 4-6.
- 10 Копейкин И.С., Лягов А.В., Замараев А.Н. Пакер третьего поколения, применяемый в открытом стволе нефтегазовых скважин для проведения различных технологических операций //Экспозиция НефтьГаз: науч. журн. 2016.
- 11 Копейкин И.С., Лягов А.В., Тихонов А.Е. Использование пакера и якоря третьего поколения в двухпакерной компоновке при борьбе с поглощениями в
- 12 Кузьмин А.В., Чернин И. М., Козинцов Б. С. Расчеты деталей машин: Справ. пособие. – 3-е изд., перераб. и доп.– Мн.: Выш. шк., 1986. – 400 с.
- 13 Чичеров Л.Г. Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования. М.: Изд-во Недра, 1987. 45 с.