

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»

Ә.Бүркітбаев атындағы Энергетика және Машина жасау институты

«Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасы

Нуржанов Ержигит Нуржигитович

Тақырыбы: «ПУГ-230-35 Әмбебап превенторын жетілдіру»

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

6B07115 – «Технологиялық машиналар және жабдықтар»

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Энергетика және Машина жасау институты

Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд.,
Б.З. Калиев
« 12 » 06 2025ж.

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

Дипломдық жоба

Тақырыбы: «ПУГ-230-35 Әмбебап превенторын жетілдіру»

6B07115 – «Технологиялық машиналар және жабдықтар»

Орындаған: Нуржанов Ержігіт Нұржигитович

Пікір беруші

Кандидат технических наук, доцент

(ғылыми дәрежесі, атауы)

Қолдаберген Е.Е.

Қолы

Аты жөні



Ғылыми жетекші

техн. ғыл. канд.,

қауымд. профессор

(ғылыми дәрежесі, атауы)

Бортебаев С.А.

Қолы

Аты жөні

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»

Ә.Бүркітбаев атындағы Энергетика және Машина жасау институты

«Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасы

БЕКІТЕМІН

кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.,

Б.З. Калиев

«24» 2025 ж.

Дипломдық жоба орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы: Нуржанов Ержигит Нуржигитович

Тақырыбы: «ПУГ-230-35 Әмбебап превенторын жетілдіру»

Университет Ректорының 2025 жылғы "29" қаңтар № 26-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі 2025 жылғы "11" маусым

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: Превенторлар туралы жалпы мәліметте, ПУГ-230-35 превенторының конструкциясын талдау, Жетілдіру жобасы, Еңбекті қорғау және жобаның экономикалық тиімділігі.

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Техникалық бөлім: Превентор құрылымын жетілдіруге арналған техникалық шешімдер

б) Арнайы бөлім: ПУГ-230-35 превенторының жетілдіру жобасы;

в) Есептеу бөлімі: ПУГ-230-35 превенторы қақпағының беріктік және тығыздық есептеулері

Сызба материалдар тізімі (4 парақ сызба көрсетілген)

1. Сақиналы (аннулярлы) превентордың жұмыс істеу схемасы: ашық және жабық күйі; 2. Сақиналы (әмбебап) превентордың қимадағы құрылымы; 3. ПУГ-230-35 превенторының қималық құрылымдық сызбасы; 4. Қақпақ фланецінің жартылай көрінісі; 5. Диаметрі үлкен қысым аппаратының жылдам ашылатын қақпағының үлгісі; 6. Жаңа люк конструкциясының бөлшектері 7. Жаңа люк механизмін превентор корпусына орнату сызбасы;

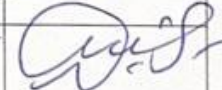
Ұсынылатын негізгі әдебиет 30 атаудан тұрады.

Дипломдық жобаны даярлау

КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
1. Жалпы бөлім	15.03.2025	
2. ПУГ-230-35 превенторының конструкциясын талдау	29.04.2025	
3. Жетілдіру жобасы	01.05.2025	
4. Еңбекті қорғау және жобаның экономикалық тиімділігі	10.05.2025	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Дипломдық жоба бөлімдері	Бортебаев С.А. техн. ғыл. канд., қауымд. профессор	11.06.25	
Қалып бақылаушы	Сарыбаев Е.Е. PhD, Аға оқытушы	11.06.25	

Ғылыми жетекшісі

 / Бортебаев С.А.

Тапсырманы орындауға білім алушы

 /Нуржанов Е.Н./

Күні « 11 » 06 - 2025 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста ПУГ-230-35 әмбебап гидравликалық превенторының құрылымы мен жұмыс принципі зерттеліп, оның қазіргі конструкциялық шешімдері талданады. Жұмыста превентордың негізгі тораптары, материалдық құрамы, тығыздағыш элементтері және гидравликалық жүйесі қарастырылды. Қолданыстағы кемшіліктер анықталып, құрылымды жеңілдету, қызмет көрсету процесін оңтайландыру және экстремалды жағдайларға бейімдеу бойынша жетілдіру жолдары ұсынылды. Ұсынылған шешімдер өндірістік қауіпсіздікті арттыруға, құралдың сенімділігін жоғарылатуға және қызмет ету мерзімін ұлғайтуға бағытталған.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе исследована конструкция и принцип действия универсального гидравлического превентора ПУГ-230-35. Рассмотрены его основные узлы, материал исполнения, уплотнительные элементы и гидравлическая система. Выявлены существующие недостатки конструкции и предложены пути модернизации — снижение массы, повышение ремонтпригодности и адаптация к экстремальным условиям эксплуатации. Представленные инженерные решения направлены на повышение надежности оборудования, улучшение условий обслуживания и увеличение срока службы превентора.

ABSTRACT

This thesis explores the design and operating principle of the universal hydraulic blowout preventer PUG-230-35. The work analyzes its main components, material structure, sealing elements, and hydraulic system. Existing design drawbacks are identified, and engineering solutions are proposed to reduce weight, improve maintenance access, and enhance resistance to extreme operating conditions. The proposed improvements aim to increase operational safety, equipment reliability, and extend the service life of the preven

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	3
1 Превенторлар туралы жалпы мәліметтер	5
1.1 Превенторлардың жіктелуі және қолданылу саласы	5
1.2 Превенторлардың жұмыс істеу принципі	6
1.3 ПУГ-230-35 превенторының жалпы сипаттамасы	9
1.4 Ұқсас шетелдік және отандық үлгілерге шолу	10
2 ПУГ-230-35 превенторының конструкциясын талдау	12
2.1 Конструкциясының сызбалық шешімдері	12
2.2 Материал таңдауы және беріктік қасиеттері	16
2.3 Қолданыстағы кемшіліктер мен жетілдіру қажеттілігі	19
3 Жетілдіру жобасы	23
3.1 ПУГ-230×35 превенторы қақпағын болтсыз, жылдам алынатын конструкцияға жетілдіру	23
3.2 Жылдам алынатын қақпақ шешімінің негіздемесі	25
3.3 Ұсынылған қақпақ конструкциясының сипаттамасы	26
3.4 Материалдарды таңдау және өндіру технологиясы	31
3.5 Беріктік және тығыздық есептеулері	32
4 Еңбекті қорғау және жобаның экономикалық тиімділігі	36
4.1 Қауіпті факторларды талдау	36
4.2 Превенторды пайдалану кезіндегі қауіпсіздік шаралары	36
4.3 Жұмыс орнындағы еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету	37
4.4 Жетілдіру жұмыстарының экономикалық тиімділігі	37
4.5 Жобаны енгізудің шығындары мен үнемділік есебі	38
Қорытынды	39
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	40
Қосымша А	42

КІРІСПЕ

Мұнай мен газ өнеркәсібі – Қазақстан экономикасының стратегиялық маңызды салаларының бірі. Елдегі өндірістік қуаттылықтың, экспорттық әлеуеттің және энергетикалық қауіпсіздіктің негізі осы салаға тікелей байланысты. Осы бағытта жүзеге асырылатын бұрғылау, өндіру, жөндеу және игеру процестері күрделі әрі жоғары қауіп деңгейімен сипатталады. Әсіресе ұңғымада жұмыс жүргізу кезінде пайда болуы мүмкін апаттық жағдайлар – мысалы, жоғары қысымды қабат флюидтерінің басқарылмай атқылауы – адам өміріне, қоршаған ортаға және бүкіл өндірістік кешенге қауіп төндіреді.

Осындай жағдайлардың алдын алу үшін бұрғылау кезінде қолданылатын фонтанға қарсы жабдықтар (противовыбросовое оборудование, ПВО) кешенінің маңызы ерекше. Бұл жүйенің ең басты элементтерінің бірі – превентор. Превентор – ұңғы сағасын механикалық түрде герметикалық жауып, скважинадан қысыммен шығатын сұйық немесе газ ағынын тоқтатуға арналған құрылғы. Бүгінде кез келген бұрғылау немесе ұңғыманы жөндеу процесінде превенторларды пайдалану – қауіпсіздік талаптарының ажырамас бөлігі.

Қазақстанда және ТМД елдерінде кеңінен қолданылатын превенторлардың бірі – ПУГ-230-35 әмбебап гидравликалық превенторы. Бұл құрылғы өзінің функционалдығы мен қарапайым конструкциясының арқасында көптеген ұңғыларда қолданылып келеді. Оның негізгі ерекшелігі – әртүрлі диаметрлі бұрғылау құбырларына, сондай-ақ ашық сағаға герметикалық жабылу мүмкіндігі. Бұл әмбебаптық оның пайдаланылу аясын кеңейтеді және өндірісте ыңғайлы шешім ретінде бағалануына себеп болады.

Дегенмен, уақыт өте келе, өнеркәсіптік талаптар күшейіп, терең ұңғылар саны артып, жұмыс қысымдары мен температуралары көтерілген сайын, бұл жабдықты жаңғырту және жетілдіру қажеттілігі туындап отыр. Жинақталған тәжірибе мен практикалық сынақтар көрсеткендей, қазіргі ПУГ-230-35 үлгісінде бірқатар кемшіліктер бар: тығыздағыш элементтің шектеулі ресурсы, қызмет көрсетуге қолайлылығының төмендігі, жалпы конструкциясының ауырлығы мен габариттілігі, сондай-ақ күрделі жұмыс ортасына (H_2S , жоғары температура) бейімделу мүмкіндігінің шектеулігі.

Сондықтан бүгінгі таңда отандық және халықаралық стандарттарға сәйкес, сенімділігі жоғары, тиімділігі арттырылған, техникалық қызметке ыңғайлы әрі ұзақ мерзімді превенторларды жобалау мен жетілдіру – өзекті инженерлік міндеттердің біріне айналып отыр. Бұл дипломдық жұмыста ПУГ-230-35 үлгісінің конструкциясын жан-жақты талдап, оның материалдық, құрылымдық және пайдалану ерекшеліктерін зерттеу арқылы жетілдіру жолдары ұсынылады.

Жұмыстың өзектілігі. ПУГ-230-35 әмбебап превенторы – Қазақстандағы көптеген ұңғымада қолданылатын, кең таралған сақиналы типтегі противовыбросовый құрылғы. Алайда, қазіргі өндірістік жағдайлар мен мұнай-газ саласының талаптары бұл жабдықты жаңаша көзқараспен қарауға

итермелейді. Ұңғымалар тереңдеп, қабат қысымдары күшейіп, құрамында агрессивті компоненттері бар флюидтер жиі кездесуде. Сонымен қатар, еңбек қауіпсіздігі мен жабдық сенімділігіне қойылатын халықаралық талаптар да күшейді.

Бүгінгі таңда мұндай превенторлардан тек негізгі функцияларды орындау ғана емес, сонымен қатар жоғары сенімділік, оңай қызмет көрсету, ұзақмерзімділік, энергия үнемділігі және интеллектуалды басқару мүмкіндіктері талап етіледі. Сондықтан ПУГ-230-35 конструкциясын жетілдіру арқылы оның тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыру – еліміздің бұрғылау саласындағы өнімділік пен технологиялық жаңғырудың бір бөлігі бола алады.

Жұмыстың мақсаты:

ПУГ-230-35 әмбебап превенторының құрылымын кешенді зерттеу арқылы оның конструкциялық, материалдық және пайдалану ерекшеліктерін талдау, қолданыстағы кемшіліктерді анықтау және оларды жоюға бағытталған инженерлік-техникалық жетілдіру шешімдерін ұсыну.

Жұмыстың міндеттері:

Жоғарыда аталған мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылады:

- 1) Превенторлардың түрлерін, жұмыс істеу принципін және қолдану салаларын теориялық тұрғыда зерттеу;
- 2) ПУГ-230-35 превенторының құрылымдық сызбаларын, негізгі түйіндерін және жұмыс принципін сипаттау;
- 3) Қолданылатын материалдарды, олардың беріктік және химиялық қасиеттерін талдау;
- 4) Қолданыстағы кемшіліктерді нақтылау және олардың себеп-салдарын анықтау;
- 5) Конструкцияны, тығыздағыш элементтерді және техникалық қызмет көрсету жүйесін жетілдіруге арналған шешімдер ұсыну;
- 6) Ұсынылған жетілдірудің экономикалық және техникалық тиімділігін негіздеу;
- 7) Жоба қауіпсіздігі мен еңбек қорғау талаптарын қарастыру.

Зерттеу нысаны:

Зерттеу нысаны ретінде ПУГ-230-35 әмбебап сақиналы гидравликалық превенторы таңдалды. Ол нақты инженерлік жүйе ретінде барлық конструкциялық және технологиялық тұрғылардан қарастырылады.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы. Бұл жұмыстың ғылыми жаңалығы – ПУГ-230-35 превенторының нақты конструкциялық элементтерін жетілдіру және оларды қазіргі заманғы талаптарға сәйкестендіру үшін ұсынылған кешенді шараларында. Практикалық маңыздылығы – ұсынылған шешімдерді енгізу арқылы өндірістік қауіпсіздікті арттыру, пайдалану мерзімін ұлғайту, техникалық қызмет көрсету уақытын қысқарту және жабдықтың экономикалық тиімділігін жоғарылату мүмкіндігінде.

1 Превенторлар туралы жалпы мәліметтер

1.1 Превенторлардың жіктелуі және қолданылу саласы

Превентор – бұрғылау кезінде ұңғымадағы апатты жағдайлардың (кенеттен қысым көтеріліп, мұнай-газдың атқылауы) алдын алу үшін ұңғыма сағасына орнатылатын арнайы противовыбросовое құрылғы. Превентордың негізгі қызметі – ұңғыма сағасын төтенше жағдайларда мықтап герметикалық жабу, сол арқылы мұнай мен газдың ашық фонтан түрінде атқылауын болдырмау және өрт пен қоршаған ортаның ластануын алдын алу. Қазіргі уақытта кез келген мұнай-газ ұңғымасын бұрғылау не жөндеу жұмыстары кезінде превенторлар кешенін (ПВО) орнату міндетті талап болып табылады. Превенторлар бұрғылау ұңғымасының сағасында, фонтандық арматура астында орналасады және гидравликалық басқару жүйесі арқылы іске қосылады. Оларды мұнай, газ және су ұңғымаларын бұрғылауда, сынама алу, игеру және жөндеу (апан, тіреу, т.б.) жұмыстарында кеңінен қолданады. Әдетте бір ұңғымада бірнеше превентордан тұратын превенторлар блогы (БПО) пайдаланылады: оның құрамында бір немесе бірнеше плашкалы превенторлар және бір әмбебап (сақиналы) превентор болады.

Превенторлар конструкциясы мен қызметіне қарай бірнеше негізгі түрге жіктеледі:

Плашкалы превенторлар – ұңғыма өтпесін жабатын екі қарсы орналасқан болат плашкалардың қозғалысы арқылы жұмыс істейді. Плашкалы превенторлар өз кезегінде атқаратын міндетіне сай трубалы (өткізгіш) және глухой (тұтас жабушы) болып бөлінеді. Трубалы плашкаларда плашка бетінде бұрғылау құбырын айнала орайтын ойық болады, яғни ол белгілі бір диаметрдегі құбыр тұрған жағдайда сағаны нығыздап жабуға арналған; бірақ мұндай превентор құбыр бекітпесі (замок) немесе жетек құбыр (келли) тұсында сағаны толық жаба алмайды. Глухой плашкаларда ойықсыз тегіс бет болады және олар ұңғымада құбыр жоқ кезде сағаны толық жабуға арналған. Сондай-ақ глухой плашкалардың арнайы бір түрі – сапты (срезающий) превенторлар бар; олар жабылар кезде ішіндегі бұрғылау бағанын қиып (кесіп) өтеді де, екі жартылай плашка бірге түйісіп, ұңғыма өтпесін мықтап жабады. Сапты плашкалы превенторлар әдетте аса апаттық жағдайларда, ұңғымада құбырды кесіп болса да жабудан басқа амал қалмағанда, соңғы шара ретінде қолданылады. Плашкалы превенторлардың жұмыс істеу механизмі қарапайым, өте жоғары қысымдарға шыдайды және олар бір диаметрлі құбырлар үшін сенімді тығындауды қамтамасыз етеді.

Әмбебап немесе сақиналы превенторлар – ұңғыма сағасын бұрғылау бағанының кез келген бөлігі тұрған жағдайда не тіпті құбырсыз ашық болғанның өзінде жаба алатын құрылғы. Бұл превенторлар ішіндегі сақина тәрізді икемді резеңке элементті гидравликалық қысыммен қысып, құбырдың сыртқы бетін айнала тығыздайды немесе ашық сағаны толығымен бітейді.

Әмбебап превентордың басты ерекшелігі – эластикалы тығыздағышының арқасында әртүрлі диаметрлі құбырларға, құбыр замоктарына не жетек құбырға лайықталып жабыла алады. Сол себепті оны ұңғымада бірден бірнеше түрлі өлшемдегі құбырлар колоннасы қолданылатын жағдайларда (мысалы, бұрғылау барысында қабаттар ауысқанда) пайдалануға өте қолайлы. Әдетте сақиналы превенторлар превенторлар блогының ең үстіңгі бөлігіне орнатылады, өйткені олар арқылы ұңғымаға құрал-жабдықтарды кіргізіп/шығару (pipe stripping) немесе тіпті белгілі шектеулі бұрғылау қозғалысын жалғастыру (бұрғылау құбырын айналдыра отырып, айналмалы превентор ретінде қысқа мерзімге қолдану) мүмкіндігі бар. Бірақ, әмбебап превенторлардың құрылымы күрделілеу және плашкалы түріне қарағанда жұмыс қысымы шектері төмендеу болады (әдетте 35 МПа айналасында).

Айналмалы превенторлар (роторлы герметизаторлар) – ұңғымада бұрғылау құбыры айналып жатқанда сағаны нығыздап тұруға арналған арнайы құрылғы түрі. Олар әдетте бұрғылау ерітіндісін басқарылатын қысыммен айналдыра айдау немесе теңіз ұңғымаларын бұрғылау кезінде қолданылады. Айналмалы превенторлар ұңғыма сағасын толық жабу мақсатында емес, тек бұрғылау процесінде белгілі бір мөлшерде герметизациялап, басқарылатын қысыммен бұрғылауға мүмкіндік беру үшін қолданылады. Сондықтан олар көбіне Managed Pressure Drilling жүйелерінің бөлігі ретінде қарастырылады.

Қолданылу саласы: Превенторлар мұнай-газ ұңғымаларын бұрғылау кезінде және күрделі жөндеу (капиталды жөндеу, игеру) жұмыстарында қауіпсіздік техникасының ажырамас бөлігі ретінде қолданылады. Ұңғымада кенеттен қабат қысымы көтерілуінен туатын атқылауды дер кезінде тоқтату үшін превенторды жабу бригада мен бұрғылау қондырғысын үлкен апаттан сақтап қалады. Әдетте, бұрғылау қондырғысында превенторлардың біріккен жүйесі – противовыбросовое оборудование (ПВО) орнатылады, оған бір немесе бірнеше плашкалы превентор және бір әмбебап сақиналы превентор, сондай-ақ ысырмалар (задвижки), гидравликалық басқару жүйесі (аккумулятор станциясы) және құбырлар мен манифольд кіреді. Превенторлар жерүсті (onshore) және теңіз (offshore) ұңғымаларында да қолданылады, тек теңіз ұңғымаларында превенторлар блогы су астында фонтандық ағаштың орнында орналасады (суасты превенторлар блогы) және ол дистанциялық басқару жүйесімен жабдыкталады. Қорыта айтқанда, превенторлардың түрлері мен санын таңдау ұңғыманың тереңдігіне, жобалық қабат қысымдарына және бұрғылау не жөндеу бағдарламасына байланысты анықталады.

1.2 Превенторлардың жұмыс істеу принципі

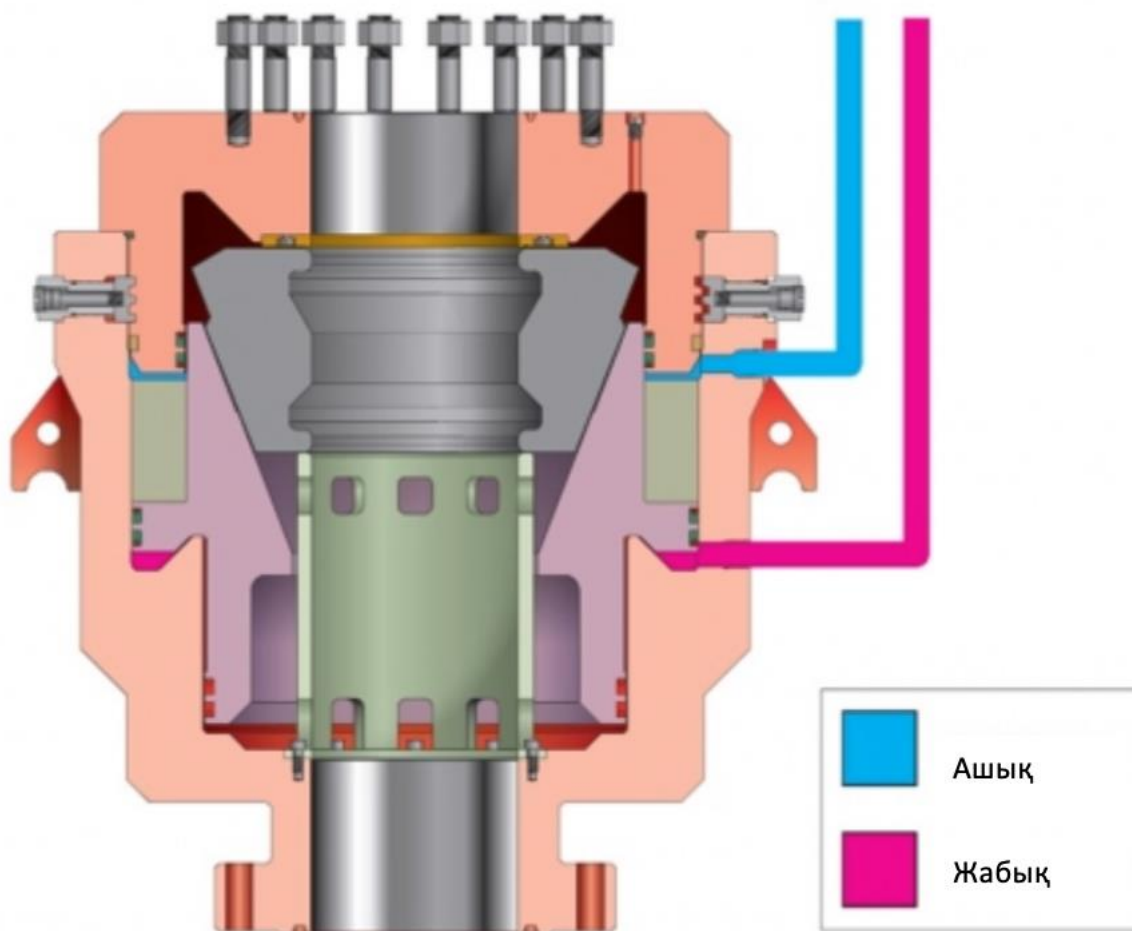
Гидравликалық жүйе және басқару. Көпшілік бұрғылау превенторлары гидравликалық жетек арқылы жұмыс істейді. Яғни, бұрғылау алаңынан қауіпсіз қашықтықта орналасқан басқару станциясынан (аккумуляторлы

станция) берілетін қысым күшімен превентордың ішкі механизмдері қозғалады. Әр превентордың корпусында гидравликалық сұйық кіретін және шығатын арналар (мұнай сығым жолдары) болады; сол арқылы поршеньдерді қозғалтатын сұйық қысымы беріледі. Превенторларды жабу немесе ашу командалары оператор панелінен беріледі, бұл командалар гидравликалық таратқыш клапандарды іске қосып, сәйкес сұйық ағындарын бағыттайды. Заманауи қарсы атқылау жабдықтары электр-гидравликалық немесе пневмо-гидравликалық басқару жүйелерімен жабдықталған, олар бір мезетте бірнеше превенторды рет-ретімен жабу ашу алгоритмін іске асыра алады.

Төмендегі суретте сақиналы (аннулярлы) превентордың жұмысы көрсетілген. Онда гидравликалық сұйық екі түрлі бағытта беріледі:

Көк түспен (АШЫҚ) — превентор ашық күйінде. Бұл кезде гидравликалық сұйық поршеньді төмен түсіріп, тығыздағыш элемент босаңсыған күйде болады, яғни құбыр еркін өтеді.

Қызғылт түспен (ЖАБЫҚ) — превентор жабық күйінде. Бұл жағдайда гидравликалық қысым поршеньді жоғары көтеріп, тығыздағыш элементті жоғары қарай қысқан кезде, ол құбырды айнала тығыздап немесе ашық сағаны толық жауып тұрады.



1 Сурет – Сақиналы (аннулярлы) превентордың жұмыс істеу схемасы: ашық және жабық күйі

Сақиналы (әмбебап) превентордың жұмысы. Әмбебап превентордың негізі – цилиндр ішіндегі шар тәрізді (немесе конус тәрізді) эластомерлік тығыздағыш элемент (пакер). Ол өте беріктікке ие резеңке қоспасынан жасалады, әрі жоғары қысымда деформацияланғанда жыртылып кетпеуі үшін ішіне металл арматураланған торлар немесе сақиналар орнатылады. Тығыздағыштың астында оның формасын қайтаруға көмектесетін серіппелер және негізгі гидравликалық поршень орналасады. Превенторды жабу үшін поршеньге төменнен жоғары қарай күшті гидравликалық қысым беріледі; поршень жоғары көтеріліп, өзімен бірге резеңке пакерді қысады. Нәтижесінде пакер жоғары және орталыққа қарай көлденең көлемін үлкейтіп, ұңғыма өтпесін толық бітейді – егер іште құбыр болса, соның сыртқы бетіне тығыз жанасып қысады, ал құбыр жоқ болса, сағаны толық жабатын «резеңке тығын» қалыптастырады. Жабылған күйде ұңғыма ішіндегі флюидтің қысымы тығыздағышты сыртқа итерген сайын пакердің ұңғыма қабырғасына жанасуы жақсара түседі, осылайша төменгі жақтан әсер ететін қысым өзі-ақ пакерді нығыздауына көмектеседі. Превенторды қайта ашу үшін керісінше поршеньнің үстіңгі жағына гидравликалық сұйық беріледі де, поршень төмен түсіп, пакерді босатады; сонымен ұңғыма өтпесі ашылады. Әмбебап превенторлардың кейбір үлгілерінде пакерді қысып жабу механизмі сәл басқаша орындалуы мүмкін: мысалы, Cameron компаниясының Type-D сақиналы превенторында поршень пішіні «төңкерілген Т-тәрізді» болып келеді, ол жоғары қозғалғанда қатты тороидальді (дөңгелек-донат) резеңке элементті үстінен итеріп қысады. Ал Shaffer компаниясының сфералық превенторларында керісінше, резеңке элемент шар тәрізді пішінде төменнен жоғары созылып қысылады (іс-қимылы жағынан біздің қарастырылып отырған ПУГ превенторына ұқсас). Қалай болғанда да, сақиналы превенторлардың барлығында тығыздағыш пакерді қысатын қуатты гидравликалық механизм бар, және олар ұңғымадағы колоннамен қандай да бір операция жүріп жатқанда (құбыр көтеру-түсіру, құралдарды алмастыру, бұрғылау ерітіндісін айналдыру) қауіпті қысым байқалса, ұңғыма сағасын жедел жабуға мүмкіндік береді. Алайда сақиналы превентор толық жабылу үшін айтарлықтай көп уақыт пен гидравликалық сұйық көлемін талап етеді – әдетте оның жабылу уақыты ұқсас өлшемдегі плашкалы превентордан 3-10 есе баяу болады, өйткені барлық сақина кеңістігін толтыру керек. Сондықтан бұрғылау кезінде превенторлар блогында алдымен әмбебап превентор жабылып, қажет жағдайда одан кейін қосымша плашкалы превенторлар жабылады.

Плашкалы превентордың жұмысы. Плашкалы превенторда болат корпусының ішінде қарама-қарсы екі жағынан қозғалатын металл плашкалар (тоғысын) болады. Олар гидравликалық цилиндрлердің штоктарына

бекітілген. Жабу бұйрығы берілгенде екі цилиндр поршеньдері плашкаларды орталыққа қарай итереді, нәтижесінде екі жарты сақина тәрізді плашка құбырды жан-жақтан қысып, құшақтайды (трубалы плашка жағдайында) немесе құбыр жоқ болса, түйісіп тұтас жабылады (глухой плашкада). Плашкалардың түйіскен беттерінде қысымды ұстап тұруға арналған резеңке тығыздағыштар болады, солар арқылы жабылған кезде сағаның герметизациясы қамтамасыз етіледі. Сапты плашка жабылған жағдайда ол құбырды кесіп өткен соң түйіседі, бұл кезде жоғарғы және төменгі жағында арнайы пышақ тәрізді кескіш жиектері трубаны қиып өтеді. Плашкалы превентор жабылған соң оны қайта ашу үшін кері гидравликалық қысым беріледі – цилиндрлер поршеньдері кері шегініп, плашкалар ажырайды. Көптеген плашкалы превенторларда гидравликадан бөлек қосымша механикалық құлыптау механизмдері болады: олар превентор жабылған соң плашкаларды сол жабық күйде бұрап бекітіп, гидравликалық қысым жоғалса да ашылып кетпейтіндей құлыптап қояды. Мұндай механизмдер әсіресе ұңғыманы ұзақ уақыт жабық ұстап тұру қажет болғанда (мысалы, апатты жағдайдан кейін ұңғыманы тұншықтыру барысында) аса маңызды. Плашкалы превенторлардың конструкциясы берік болаттан жасалады және жұмыс кезінде ұңғымадағы өте жоғары қысымды (көп жағдайда 70-105 МПа дейінгі) ұстап тұра алады. Сондықтан оларды әдетте жоғары қысымды қауіпті қабаттарды бұрғылағанда негізгі қорғаныс ретінде пайдаланады. Плашкалы превенторлардың да гидравликалық жетекті емес, тек қолмен бұрап жабылатын қарапайым түрлері болады (мысалы, сым не аспап түсірілген ұңғымалардағы кіші диаметрлі қаттамдарды жабуға арналған шағын ППР типті превенторлар). Алайда мұнай-газ ұңғымаларын қазу кезіндегі магистралды превенторлар қашықтан басқарылатын гидравликалық жетекті болып келеді.

1.3 ПУГ-230-35 превенторының жалпы сипаттамасы

Жалпы мағлұматтар: ПУГ-230-35 – сақиналы типтегі әмбебап гидравликалық превентор. «ПУГ» аббревиатурасы оның орысша атауын білдіреді: «превентор универсальный гидравлический» (әмбебап гидравликалық превентор). Бұл превенторда ұңғыма сағасын жабу үшін сфералық пішінді тығыздау элементі қолданылады, яғни ол жоғарыда сипатталған сақиналы превенторлардың бір түрі. ПУГ-230-35 бұрғылау кезінде противовыбросовый жабдық (ПВО) кешенінің құрамында, сондай-ақ жекелей ұңғымаларды жөндеу барысында пайдалануға арналған. Бұл құрылғыны жобалау кезінде отандық және шетелдік аналогтардың конструкциялары жан-жақты талданып, сондай-ақ негізгі тапсырыс берушілердің талап-тілектері ескерілген. Превентордың сыртқы корпусы аса берік легірленген болаттан құйылып, кейін қуатты престо соғу арқылы

калыпқа келтірілген – мұндай технология корпусқа қажетті мықтылық пен шыдамдылық береді. Корпусында превенторды көтеріп-түсіргенде іліп ұстайтын сақиналы құлақшалары (құралмен көтеруге арналған айлабұйымдар) қарастырылған. ПУГ-230-35 моделінің тығыздау элементі шар тәрізді резеңке пакер болып табылады; ол жоғары қысым әсерінен формасын өзгертіп, ұңғыманы бекітетін қасиетке ие. Превентор толық жабылғанда пакердің шар пішіні ұңғыма сағасын бүтіндей бітеп, өте сенімді тығыздау жүзеге асады. Осы сфералық тығыздағыш элементі РУГ превенторларының айрықша ерекшелігі болып табылады. Оның көмегімен превентор кез келген бөлікке (құбыр, құбыр бастығы, бұрғылау аспабы) орнатылған ұңғыма сағасын немесе іште құбыр болмай бос тұрған сағаны да герметикалық жабуды қамтамасыз етеді.

Техникалық сипаттамалары: ПУГ-230-35 превенторының негізгі техникалық-пайдалану көрсеткіштері төмендегідей:

- Номиналды өткізу диаметрі – 230 мм (ұңғыма сағасына сәйкес).
- Есептік жұмыс қысымы – 35 МПа (350 атм шамасында).
- Сынақ қысымы – 70 МПа (700 атм; гидростатикалық сынақ кезінде).
- Гидравликалық жетектің жұмыс қысымы – 10,5–14 МПа, шекті максимум 21 МПа.
- Тығыздағыш элементті жылыту мүмкіндігі – бу, май, антифриз және т.б. жылу тасымалдағыштары арқылы жүзеге асады (суық климатта резеңке материалдың қатаюын болдырмас үшін).
- Салмағы – ≈ 3000 кг (шамамен 3 тонна).
- Сыртқы жалпы өлшемдері – диаметрі ~ 1020 мм, биіктігі ~ 940 мм көлемінде (блок-компоновкаға байланысты).

Берілген модель орта диаметрлі ұңғымаларға арналған кең таралған типоөлшемге жатады. 230 мм өткізу диаметрі оны 9 5/8 дюймдік қарнаж құбырлары немесе осы шамалас бұрғылау бағаналары қолданылатын ұңғымаларда пайдалануға мүмкіндік береді. 35 МПа жұмыс қысымы көптеген мұнай-газ қабаттарының қысымына жеткілікті қорымен шыдай алады (эквивалентті 350 атм немесе 5000 psi жуық, бұл орташа тереңдіктегі ұңғымалар үшін стандартты мән). Превентордың салмағы 3 тонна болғандықтан оны орнату үшін тіректік құрылымдар мен көтеру жабдықтары соған лайық жобалануы керек. ПУГ-230-35 превенторының конструкциясында алмасып тұратын тозу бөлшектері (резеңке пакер элементі, тығыздағыш сақиналар, манжеттер) қарастырылған, олар пайдаланылу жиілігіне байланысты белгілі бір ресурс межесінде ауыстырылып отырады. Жалпы алғанда, бұл превентор Қазақстан және Ресей аумағындағы көптеген бұрғылау компанияларының техника паркінде бар және ұңғымаларды игеру мен жөндеуде сенімді құрал ретінде танылған.

1.4 Ұқсас шетелдік және отандық үлгілерге шолу

Әлемдік нарықта превенторлар шығарумен маманданған бірнеше жетекші өндіруші компаниялар бар. Солардың ішінде технологиялық стандарттарды анықтайтын ірі брендтер – Cameron, Shaffer, Hydril, және GE/Baker Hughes (соңғысы Hydril брендин сiңiрген). Бұл шетелдік үлгілердің көпшілігі біздің ПУГ-230-35 превенторына ұқсас сақиналы (эмбебап) типтегі құрылғылар. Мысалы, Shaffer компаниясының сфералық сақиналы превенторлары ықшам өлшемді, әрі іс жүзінде кез келген пішін мен өлшемдегі бұрғылау құбырына, ведущий трубқаға немесе бурғылау аспабына тығыздала алады. Shaffer превенторлары дала жағдайында техникалық қызмет көрсетуге ыңғайлы және берік конструкциясымен ерекшеленеді, сынақтарда 60 рет қайта ашып-жабуға шыдамдылығы дәлелденген (API 16A стандартының талаптарынан да жоғары). Олардың типтік өлшем қатары 7-1/16 дюймнен 21-1/4 дюймге ($\approx 180\text{--}540$ мм) дейінгі өткізу диаметрлерін, ал жұмыс қысымы 21–35 МПа (3000–5000 psi) диапазонын қамтиды. Cameron компаниясы да эмбебап превенторлардың бірнеше түрін шығарады, атап айтсақ Type-D, Type-DL моделдері жоғары қысымға есептелген кең таралған сақиналы превенторлар болып саналады. Cameron превенторлары тез бөлшектеп, пакерді ауыстыруға мүмкіндік беретін quick-release үстiнгі қақпақпен жабдықталады, және тік кеңістігі шектеулі бұрғылау қондырғылары үшін қысқартылған биіктік, жеңілдетілген салмақ дизайнымен жасалған. Cameron-ның Type-D превенторында резеңке пакердің құрылымы ерекше: жабылған кезде пакердің ішінде орналасқан металл тіреу сегменттері айнала қозғалып, құбырдың айналасын түгелдей қоршайтын тұтас сақина тәрізді тірек құрады – бұл шешім резеңке элементтің қысым астында саңылауларға ыдырап кетуін (экструзия) өте тиімді болдырмайды. Ал Hydril маркасы (қазір General Electric-тің бір бөлігі) тарихта алғашқы сақиналы превенторларды шығарған бренд ретінде белгілі: оның GK, GL сериялы превенторлары әлемдегі көптеген бұрғылау қондырғыларында қолданылған. Hydril превенторлары да сенімділігімен және тығыздау элементінің ұзық қызмет етуімен танымал. Жалпы, шетелдік өндірушілер ұсынатын превенторлар номенклатурасы өте кең: өткізгіш диаметрі 7 дюймнен 21 дюймге дейін, жұмыс қысымы 14 МПа-дан 105 МПа-ға (2000 psi-ден 15000 psi-ге) дейін түрлі модельдер бар. Әсіресе терең теңіз ұңғымалары үшін арналған 70–105 МПа жоғары қысымды превенторлар тек шетелдік компаниялардан сатып алынады.

Отандық өндіріс үлгілері де соңғы жылдары дами түсуде. Ресей және Қазақстан нарығында бұрыннан пайдаланылып келе жатқан кеңестік жобалардың ізбасары ретінде бірнеше зауыттар превенторлар шығаруды жолға қойған. Мысалы, Ресейдегі «Волга мұнай жабдықтары зауыты (ВолНА)» плашкалы және эмбебап превенторлар модельдерін сериялық өндіреді, олардың өнімдері мемлекеттік ГОСТ стандарттарына толық сай, техникалық сипаттамалары жоғары және сенімділігі жақсы деп бағаланады.

Сол сияқты «Mashprom», «СибТехноЦентр» сияқты компаниялар да 2000 жылдардан бері противовыбросовое жабдықтарын жасап, мұнай кәсіпшіліктеріне ұсынып келеді. ПУГ-230-35 превенторы – соның бір дәлелі, отандық инженерлердің шетелдік аналогтар деңгейіндегі табысты өнімі. Қазақстанның өзінде превенторлар құрастырып шығаратын арнайы зауыт әзірге жоқтың қасы, бірақ отандық мұнай сервис компаниялары шетелдік және ресейлік превенторларды пайдаланып, оларды күтіп ұстау, жөндеу жұмыстарын өз күштерімен атқаруда. Жалпы алғанда, бүгінде ТМД аумағында өндірілетін превенторлар шетелдік баламалармен бәсекелесе алатындай деңгейге жеткен. Мысалы, ПУГ сериялы превенторлар техникалық мүмкіндік және сапа жағынан американдық Shaffer Spherical BOP үлгілеріне ұқсас, ал ВолНА зауытының өнімдері Cameron стандарттарымен үйлесімді етіп шығарылуда.

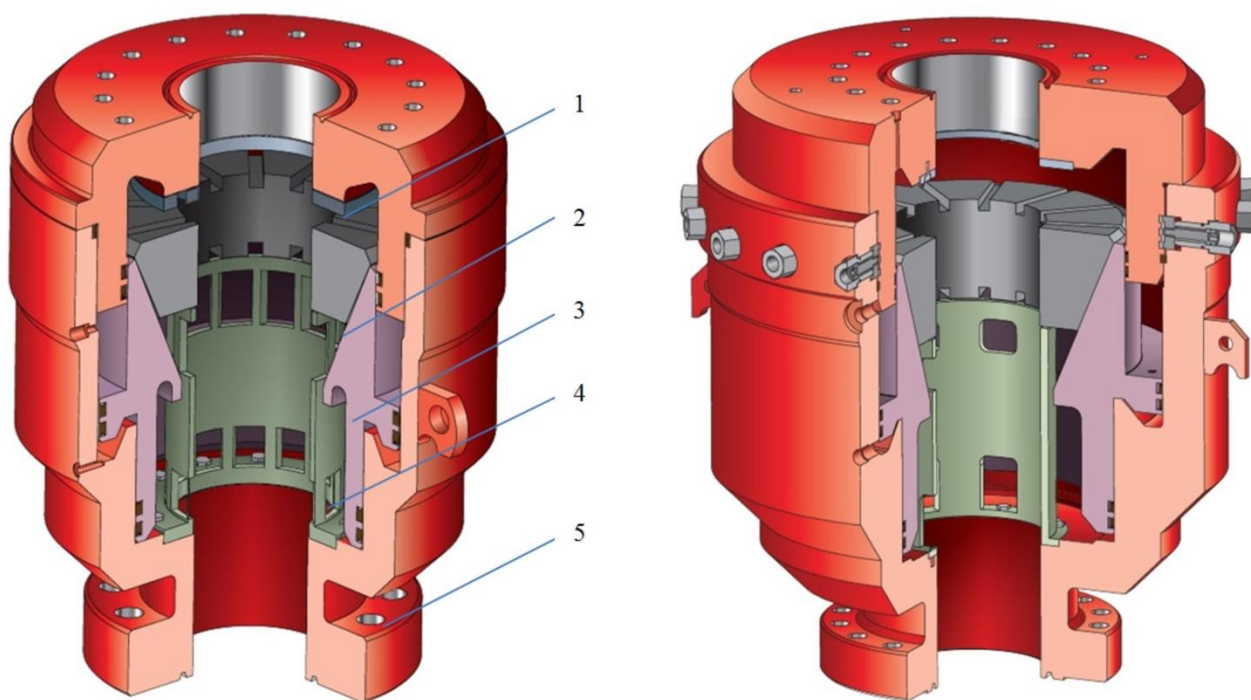
2 ПУГ-230-35 превенторының конструкциясын талдау

ПУГ-230-35 әмбебап гидравликалық превенторы – мұнай және газ ұңғыларының сағасын жабуға арналған, бұрғылау кезінде немесе жөндеу жұмыстары барысында фонтанды болдырмау үшін қолданылатын құрылғы. Бұл құрылғы BOP (Blowout Preventer) стегіндегі сақиналы превентор түріне жатады, яғни ұңғы сағасын құбыр бар-жоғына қарамастан толық герметикалық жабуға қабілетті универсал механизм. Превентор ұңғыдағы бұрғылау бағанасы, өткерме құбырлар (обсадты құбырлар) немесе насос-компрессорлық құбырлар бар болғанда да, жоқ болғанда да саға кеңістігін бекітіп, жоғары қысымды тосын шығулардың (фонтан, атқылама) алдын алады. Осы бөлімде превентордың жалпы конструкциясы мен сызбалық шешімдері, қолданылған материалдары мен олардың беріктік қасиеттері талданып, қолданыста анықталған кемшіліктері мен оларды жетілдіру қажеттіліктері қарастырылады.

2.1 Конструкциясының сызбалық шешімдері

ПУГ-230-35 превенторының құрылымы сақиналы (ауыздық) типтегі превенторлардың классикалық сызбалық шешімдеріне негізделген. Жалпы алғанда құрылғы корпуста (негізгі дене), үстіңгі қақпақтан (өтпелі немесе адаптерлік сақина), гидравликалық поршеннен және олардың арасында орналасқан эластомерлі тығыздағыш элементтен (packing unit) тұрады. Превентордың сыртқы пішіні цилиндр тәрізді, ал ішкі бөлігінде құбыр өтетін орталық арна (өту диаметрі 230 мм) бар. Гидравликалық поршень мен қақпақ арасында сақина тәрізді жабылатын камера және ашылатын камера

калыптасады; сол камераларға май қысымын беру арқылы поршень жоғары-төмен қозғалып, резеңке тығыздағышты қысады немесе босатады iosha.gov. Поршень төмен орналасып, гидравликалық күш әсерінен жоғары көтерілгенде, эластомерлі тығыздағыш элемент жоғары қарай сына тәрізді қысылады да, орталық арнаны жабады (құбыр бар болса құбырды айнала қысып тығыздайды, ал құбыр жоқ ашық сағаны түгел бітейді). Ал керісінше, поршень төмен түскенде тығыздағыш элемент өзінің серпімділігімен бастапқы күйіне келіп, ұңғы сағасын қайта ашады. Осылайша, превентордың жұмыс істеу принципі – гидравликалық жетек арқылы резеңке сақиналы элементті радиалды бағытта қысып-жұмып, ұңғы сағасын қажет кезде жабу немесе ашу.



2 Сурет – Сақиналы (эмбеап) превентордың қимадағы құрылымы:

2 суретте негізгі бөлшектері – корпус (Housing), үстіңгі қақпақ/бас (Head), гидравликалық поршень (Piston), эластомерлі тығыздағыш элемент (Packing Unit). Поршень жоғары қозғалғанда, тығыздағыш элемент конус тәрізді қысылып, бұрғылау құбырын немесе ашық сағаны айнала қысады (Closing Chamber – жабу камерасы). Ал кері сұйық беріліп, поршень түскенде, тығыздағыш элемент босап, сағаны ашады (Opening Chamber – ашу камерасы).

Превентордың конструкциялық сызбаларында оның негізгі түйіндері анық көрсетіледі. Корпус – превентордың негізі, жоғары қысымды ұстап тұратын беріктігі жоғары болаттан жасалған қалың қабырғалы цилиндр. Үстіңгі қақпақ (Adapter ring немесе крышка) корпусстың үстіне болттармен бекітіледі және тығыздағыш элементтің үстінен жауып тұрады. Қақпақта ұңғы сағасына жалғанатын фланецті қосылыстар мен көтеріп-түсіруге арналған

ілгек құлақшалар (такелажды тұтқалар) қарастырылған. Гидравликалық поршень корпустың ішінде төменгі жағына орналастырылған қозғалмалы бөліктен тұрады; ол тығыздағыш элементті астынан тіреп, қысатын рөл атқарады. Поршеньнің қозғалысы корпусқа интегралданған гидравликалық каналдар арқылы жүзеге асады – май қысымы поршеньнің жоғарғы немесе төменгі жағына жіберіліп, оны тиісінше жоғары немесе төмен қозғалтатын жабық цилиндрлік камералар құрайды osha.gov. Тығыздағыш элемент – арнайы пішінді резеңке манжета немесе сақина, әдетте сфералық пішінді етіп жасалған (сыртқы беті сфера тәрізді) және ішкі жағына беріктік үшін металл тіректер (секторлар) салынған эластомер. Бұл тығыздағыш элемент (packing unit) жұмыста ең маңызды рөл атқарады: поршень оны жоғары қарай қысып, ол деформацияланып ұңғы ішіндегі құбырларды түгел орап, сағаны бекітеді. Тығыздағыш элемент конструкциясы Granville Sloan Кнох ұсынған сфералық типке негізделген (гидравликалық сақиналы превенторлардың түпнұсқа шешімі), мұнда резеңке элементтің сфералық геометриясы оның құбырды айнала біркелкі қысылуын қамтамасыз етеді.

Превенторды ұңғы сағасына қосу және жалпы фонтанға қарсы жабдықтар (ПВО) жүйесіне кірістіру үшін фланецті байланыстар пайдаланылады. ПУГ-230-35 превенторы, әдетте, ВОР стегінде ең үстінде орнатылады (өйткені ол барлық көлемді жабатын универсал жабу мүмкіндігін береді) osha.gov. Оның төменгі фланеці ұңғы ағашына немесе басқа превенторларға жалғанады. Конструкциясында 24 дана жоғары берік шпилькалар мен гайкалар арқылы бекітілетін қақпақ қарастырылған – бұл қақпақты берік жауып, жоғары қысымға төтеп беруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар корпуста превенторды тасымалдау және орнату кезінде көтеруге арналған екі такелажды ілмек (скоба) болады.

Негізгі техникалық сипаттамалары (ПУГ-230-35):

Өткізу диаметрі (атаулы) – 230 мм

Жұмыс қысымы – 35 МПа (шамамен 350 атм)

Сынақ қысымы (бақылау) – 70 МПа

Гидравликалық жетектің жұмыс қысымы – 10,5–14 МПа (максимум 21 МПа)

Ұңғы сағасын жылыту жүйесі – бу, май, антифриз және т.б. жылу тасымалдағыштарды қолдану мүмкіндігі бар

Габарит өлшемдері: сыртқы диаметрі ≈ 1020 мм, биіктігі ≈ 940 мм

Салмағы – шамамен 3000 кг (заводтық жинақта 3070 кг-ға дейін)

Ұңғы ішіндегі тығыздай алатын құбыр диаметрлері – 26,4 мм-ден 139,7 мм-ге дейін (макс. 160 мм дейін).

Жұмыс ортасы – бұрғылау ерітінділері, мұнай, газ, су қоспалары; қажет жағдайда H_2S бар орталарға бейімделген үлгісі болуы мүмкін.

Жоғарыдағы сипаттамаларға сәйкес, ПУГ-230-35 превенторы 5000 psi класындағы (35 МПа) жабдыққа жатады және шамамен 9 дюйм (230 мм) өткізу диаметріне ие. Бұл өлшемдер оны орташа және ірі диаметрлі ұңғыларда

қолдануға мүмкіндік береді. Конструкцияның әсіресе маңызды артықшылығы – оның әмбебаптығы: бір ғана тығыздағыш элементті пайдаланып, әртүрлі диаметрлі құбырларды да, ашық ұңғы сағасын да тығындап, герметизациялай алады. Яғни, жекелеген құбырлар үшін бөлек плашкалы превенторлар қажет емес, бір ПУГ превентор барлық жағдайға бейімделе алады (сол себепті «әмбебап» деп аталады).

Конструкторлық шешімдеріне тоқталсақ, ПУГ-230-35 превенторында бірнеше ерекше технологиялық шешімдер енгізілген:

Сақиналы тығыздағыш элементтің сфералық формасы. Бұл шешім тығыздау кезінде резеңке элементке түсетін кернеулерді біркелкі таратып, жоғары қысымда да тиімді герметизация жасауға мүмкіндік береді. Сфералық уплотнитель (тығыздағыш) құбырды барлық жағынан бірдей қысып, өту арнасын толық жабады.

Қозғалмалы бөлшектердің аздығы. Превентор конструкциясында небары екі негізгі қозғалмалы бөлшек бар – поршень және резеңке тығыздағыш элемент. Құрылымда айналмалы немесе сырғитын көптеген бөлшектердің болмауы оның сенімділігін арттырады. Екі-ақ қозғалыстағы деталь болғандықтан, бұзылу ықтималдығы төмендейді, әрі техникалық қызмет көрсету шығындары азаяды.

Жұмыс барысында ұңғы қысымын пайдалану. Конструкция есептелгенде ұңғыдағы фонтанды қысым превентор жабылған кезде резеңке элементті кері жақтан қысып, тығыздауды жақсартып түсетіні ескерілген. Яғни, ұңғы ішінен келетін қысым тығыздағыштың құбырға жанасуын тағы да нығайтады, бұл герметизацияны қосымша күшейтеді.

Қарапайым және бөлшектерге қолжетімді құрылым. Конструкциясы салыстырмалы қарапайым, артық тетіктер жоқ, сондықтан қажет болған жағдайда тығыздағыш манжеталарды немесе басқа да тозған бөлшектерді алу және ауыстыру мүмкіндігі жеңілдетілген. Бұл тұрғыда қызмет көрсетуге қолайлылығы ескерілген.

Жылытқыш камераның болуы. Корпустың ішінде тығыздағыш элемент орналасатын аймаққа жақын паро- немесе электрообогревтік камера қарастырылған. Суық климаттық жағдайда (қыс мезгілінде немесе Мәңгі тоң аймақтарында) резеңке элементтің қатайып кетпеуі үшін бу, жылы май немесе антифриз арқылы оны жылытып, жұмсақ күйінде ұстауға болады. Бұл шешім превентордың солтүстік аймақтарда тиімді жұмыс жасауына мүмкіндік береді.

Бекіту қақпағының конструкциясы. Стандартты модельде қақпақ 24 шпилькамен бекітілсе де, өндіруші конструкторлар қақпакты бекітудің жылдамдатылған тәсілін де қарастырған – арнайы қысқыш бұрандалары бар қақпақ нұсқасын жасау мүмкіндігі көрсетілген. Мұндай қақпақ болттардың орнына жылдам қысқыштармен тартылып бекітіледі, бұл тығыздағышты ауыстыру уақытын қысқартады (төменде, кемшіліктерді талдауда бұл мәселе айтылады).

API стандартына сәйкестік. Превентор API Spec 16A стандарты

талаптарына сай өндіріледі. Яғни, оның материалдары, сынау тәртібі, өлшемдері мен қосылыстары әлемдік мұнай-газ индустриясының стандарттарына толық сәйкес. Бұл оны халықаралық деңгейде қолдануға жарамды етеді.

Коррозияға төзімді нұсқа. Қажет жағдайда күкіртті сутек (H_2S) бар орталарда жұмыс істеуге арналған коррозияға төзімді орындалымы мүмкін. Мұндай орында тым қатты ортаға арналған материалдар (мысалы, тот баспайтын болат немесе арнайы қаптамалар) және ерекше эластомерлер қолданылады.

Жалпы, ПУГ-230-35 превенторының сызбалық-конструкциялық шешімдері отандық және шетелдік ұқсас жабдықтар тәжірибесін ескере отырып жасалғаны байқалады: жобалау кезінде әлемдік тәжірибе мен аналогтар конструкциялары талданып, негізгі тапсырыс берушілердің тілектері де ескерілген. Нәтижесінде қазіргі талаптарға сай, функционалды және сенімді әмбебап превентор құрылымы пайда болды. Келесі бөлімде осы конструкцияда пайдаланылған материалдар және олардың беріктік қасиеттері қарастырылады.

2.2 Материал таңдауы және беріктік қасиеттері

ПУГ-230-35 превенторын жасау үшін қолданылатын материалдар оның жоғарғы жұмыс қысымы мен ауыр жұмыс жағдайларына сәйкестендіріліп таңдалған. Конструкцияда негізінен беріктігі жоғары легіріленген болаттар және мұнай-газ ортасына төзімді эластомерлер пайдаланылады. Материалдарды таңдауда олардың механикалық беріктігі (созу/аққыштық шегі), тұтқырлық (тұтқырлы-шылбыр күйде бұзылуға қарсы қабілеті), тозуға төзімділігі, температуралық және коррозиялық төзімділігі басты назарға алынған.

Корпус материалы: Превентор корпусы аса жауапты бөлік болғандықтан, оны құю арқылы алынатын арнайы легіріленген болаттан жасайды. Жобада корпус материалы ретінде – 30ХНМЛ маркалы легіріленген болат қарастырылған. Бұл болат – хром-никель-молибденмен қоспаланған құйма болат, ауыр жүктеме астындағы бөлшектерге арналған. 30ХНМЛ болатының химиялық құрамы шамамен: 0,30% көміртек, 1,3–1,6% хром (Cr), 1,3–1,6% никель (Ni), 0,2–0,3% молибден (Mo), сондай-ақ марганец пен кремнийдің белгілі мөлшерін қамтиды plav-kharkov.com. Бұл қоспалар болаттың құрылымын беріктендіріп, жұмсарған күйінде жоғары беріктік пен тұтқырлық береді. Аталған болат ГОСТ 7832-55 стандартына сәйкес келеді және болат құймаларына қойылатын талаптарға сай термоөңдеу арқылы қажетті қасиеттерге жеткізіледі. Корпус бөлшегін дайындау технологиясы мынадай: алдымен болаттан қажетті дайындама құйма (отливка) етіп алынады, содан кейін ол қуатты пресе соғу (ковка) арқылы өңделеді. Мұндай

біріктірілген технология болаттың ішкі құрылымын тығыздап, мүмкін болатын құйма ақауларын жояды және металдың дән құрылымын жақсартады. Нәтижесінде корпус материалы біртекті әрі өте берік болып шығады.

30ХНМЛ болатының механикалық қасиеттері жоғары деңгейде: термиялық өңдеуден (шынықтыру және соңынан жоғары температурада босату) кейін аққыштық шегі $\approx 630\text{--}640$ МПа, беріктік шегі ($\sigma_{\text{бүкіл}}$) $\approx 780\text{--}800$ МПа жетеді display-kharkov.com. Салыстырсақ, кәдімгі көміртекті болаттардың (мысалы, 20 немесе 25 болат) аққыштық шегі 250–300 МПа шамасында ғана. Яғни, корпус материалы шамамен екі есе берік. Сонымен бірге оның салыстырмалы ұзаруы $\approx 10\text{--}12\%$ және соғылу тұтқырлығы КСУ 300–400 кДж/м² тәртібінде, бұл материалдың соққы жүктемелерге және жарылуға қарсы тұру қабілеті жақсы екенін көрсетеді display-kharkov.com. 30ХНМЛ болаты $-60\text{...}+400^{\circ}\text{C}$ температура диапазонында қасиеттерін сақтай алады және статикалық та, динамикалық та жүктемелерге төзімді display-kharkov.com. Мұндай сипаттамалар фонтанға қарсы жабдықтың талаптарына толық сай: жоғары ішкі қысым, циклдік жүктемелер (ашу-жабу кезінде), сыртқы суық ауа райы және кейде агрессивті орта әсерлері (H_2S , CO_2) ескерілген.

Корпус материалын таңдауда тағы бір фактор – қаттылық пен жұмсақтық балансы. Болатты тым қатайтып жіберсе (қаттылығы жоғары болса), ол морт сынғыш болып, жарылу қаупі туады, әсіресе құрамында күкіртті сутек бар бұрғылау орталарында сульфидтік жарылғыш морттыққа ұшырауы мүмкін. Сондықтан 30ХНМЛ болаты термиялық өңдеуден кейін қаттылығы шамамен 220–270 НВ (Бринелль) аралығында қалады display-kharkov.com, бұл шамамен 22–28 HRC, яғни жеткілікті берік, бірақ тым қатты емес күй. Бұл болаттан жасалған корпус жоғары қысымды қауіпсіз ұстап тұрады және пайдалану кезінде қажетті беріктік қоры бар.

Поршень және басқа металл бөлшектер: Превентордың гидравликалық поршені де өте жоғары жүктеме алады – ол тығыздағышты қысып-жұмған кезде 35 МПа қысымға қарсы күш түседі. Поршень материалында да легіріленген беріктік болат қолданылады. Әдетте, мұндай қозғалмалы бөлшекті соғылған болаттан жасаған дұрыс, себебі оның пішіні қарапайым цилиндрлі, және соғу арқылы ішкі құрылымы тығыз әрі талшықты бағытталады. Нақты жобада поршень материалы ретінде 30ХНМЛ-ға ұқсас немесе соның негізіндегі болат қолданылуы мүмкін деп күтіледі (мүмкін 38ХНЗМФА тәрізді беріктігі жоғары болат маркасы). Дегенмен жобалық құжаттамада поршеньге плунжер деп сілтеме жасалып, оның материалы мен өлшемдеріне АЗ форматында жеке сызба берілгені айтылған. Поршень материалы үшін негізгі талап – жоғары созылу беріктігі (шамамен 600–700 МПа аққыштық шегімен), үйкеліске төзімділігі және өңделгіштігі. Поршеньнің сырғанайтын беттері гидравликалық цилиндр ішінде болғандықтан, олар дәл өңделіп, қажет болса, арнайы жабынмен қапталады (кейде тозуға төзімді хром немесе никель негізді кабаттар) немесе беттерін шынықтыру (индукциялық шынықтыру, азотпен

канықтыру – нитроцементация) қарастырылуы мүмкін. Сондай-ақ, поршень мен корпус арасына салынатын тозуға төзімді сақиналар бар: құрылымда “износостойкое кольцо поршня” және “износостойкое кольцо корпуса” деп аталатын бөлшектер енгізілген. Бұл сақиналар арнайы қатты қорытпадан не антифрикциялық материалдан жасалып, поршень қозғалғанда металл-металл үйкелісін азайтады әрі негізгі корпус пен поршеньдің тозуын болдырмайды. Мысалы, кейбір превенторларда мұндай сақиналар қола (қорғасын-латунь) немесе фторпластик тәрізді материалы жақсы сырғитын элементтен жасалады. ПУГ-230-35 превенторында да сондай сақиналар поршеньде, корпуста және өтпелі қақпақта бар – олар тығыздағыш элементпен жанасатын жерлерді және поршеньнің корпуспен жанасатын цилиндр бетін қорғайды.

Превентордың қақпағы мен өтпелі сақинасы да жоғары жүктемеде болады. Қақпақ (крышка) – корпуспен бірге қысымды ұстайтын элемент. Оны да, көбіне, 30ХНМЛ немесе сол типтес болаттан құйып, өңдейді. Қақпақта көп тесіктер (шпилька өтетін) болғандықтан, материалдың тұтқырлығы жоғары болуы маңызды – құйманың ішкі ақаусыздығы мұқият тексеріліп, қажет болса, ультрадыбыстық дефектоскопиядан өткізіледі. Өтпелі сақина (переходное кольцо) – тығыздағыш элементтің жоғарғы жағында орналасатын бөлік, ол жабу кезінде резеңкені қажетті формаға бағыттайды және қақпақпен түйіседі. Бұл бөлшек те тозуға төзімді болаттан жасалады. Конструкцияда өтпелі сақина мен қақпақ түйіскен жерде де арнайы тозбайтын сақина бар (износостойкое кольцо переходного кольца), ол резеңке элементтің жиектері үйкелгенде металлды қорғап тұрады.

Тығыздағыш элемент материалы: Превентордың жүрегі – оның тығыздағыш элементі (уплотнитель). ПУГ-230-35 превенторында бұл элемент мұнайға төзімді синтетикалық каучук – нитрилді резеңкеден (NBR) жасалғаны көрсетілген. Нитрилді бутадиең каучук (НБК) мұнай және газ ортада ісінуге төзімді, $-50...+100^{\circ}\text{C}$ температура диапазонында серпімділігін сақтайтын кең таралған полимер. Жобада қолданылған нақты марка – “нитрил 150810 ЕСО 151499” деп аталған (бұл, мүмкін, өндірушінің техникалық шарт коды). Бұл материалдың ерекшелігі – май мен бензинге төзімділігі, жоғары созылмалылығы және беріктігі. Тығыздағыш элементтің жұмыс істеген кездегі созылу беріктік шегі кемінде 15–20 МПа, ал үзілу кезіндегі салыстырмалы ұзаруы жүздеген пайыз болуы керек. Манжета материалына қойылатын талаптар сызбада да атап көрсетілген: бетінде жарықтар, қуыс көпіршіктер, дұрыс вулканизацияланбаған учаскелер болмауы тиіс. Бұл – эластомердің сапасына өте қатаң талап қойылатынын білдіреді, себебі кез келген ақау жоғары қысымда жарылуға әкелуі мүмкін. Тығыздағыш элемент біртұтас резеңке емес, құрамында металл тірек сегменттері бар күрделі құрылым. Мысалы, Hydril типтес превенторлардың сақиналы пакерлерінде радиалды бағытта бір-біріне шарнирлі бекітілген бірнеше металл пластиналар резеңке ішінде орналасады. ПУГ превенторында да ұқсас шешім қолданылған: резеңке корпустың ішінде оның пішінін ұстап тұруға және қысыммен деформациясын

бағыттауға көмектесетін металл бөлшектер бар (конструкция сызбасында олар арнайы позициялар ретінде көрсетілген болуы мүмкін). Бұл металл қаңқа тығыздағыштың беріктігін арттырады және оны көп цикл қолданғанда жыртылып кетуден сақтайды.

Нитрилді резеңкенің қаттылығы әдетте 70–75 Shore A шамасында болады – бұл тығыздағышқа қажетті жұмсақтық пен беріктік арасындағы оптимум. Превентордың қалыпты жұмыс температурасында ($-30...+100^{\circ}\text{C}$) NBR эластомері ұзақ уақыт қызмет ете алады. Алайда, өте жоғары температураларда (мысалы, ұңғыма сұйықтарының температурасы $120-150^{\circ}\text{C}$ асса) NBR тез қартайды, шытынап кетуі мүмкін. Мұндай жағдайларда өндірушілер нитрилдің орнына неғұрлым жылуға төзімді HNBR (гидрогенделген нитрил) немесе Fluoroelastomer (Viton) қолдануды ұсынады. ПУГ-230-35 базалық моделінде нитрилді резеңке белгіленгенмен, қажет болғанда басқа материалдан жасалған тығыздағышты орнатуға болады – бұл конструкцияның әмбебаптығының бір қыры. Мысалы, Ахон компаниясының зерттеулері көрсеткендей, арнайы әзірленген пакерлік элементтер ұзақ мерзімді қызмет етеді және 100% жұмыс қысымында құбырды, 50% қысымда ашық сағаны ұстап тұра алатын қасиеттерге ие. Сондықтан, болашақта ПУГ превенторына да осындай жетілдірілген эластомерлі элементтерді пайдалану мүмкіндігі бар.

Тығыздағыштар және қосалқы бөлшектер: Превентордың гидравликалық жүйесінің герметикалығын қамтамасыз ету үшін әртүрлі резеңке сақиналар мен манжеттер қолданылады. Мысалы, поршень мен корпус арасында, қақпақ пен өтпелі сақина арасында О-тәрізді сақиналар орнатылған (ішкі және сыртқы O-ring-тер). Сонымен бірге поршеньде, өтпелі сақинада және корпуста манжеттік тығыздағыштар (манжета) бар – бұлар гидравликалық сұйықтың ағып кетуінен сақтайды және шаң мен кірдің ішке кіруіне жол бермейді. Жобада көрсетілгендей, бұл манжеталар мен О-сақиналар – жиі ауыстырылатын бөлшектер санатына жатады және превентордың жинақтамасына (ЗИП – запасные части) кіреді. Олардың материалы да нитрилді резеңке немесе полиуретан сияқты тозуға өте төзімді полимерлер болуы мүмкін. Әрбір жоспарлы жөндеу кезінде осы тығыздағыш элементтер тексеріліп, қажет болса жаңасымен алмастырылады.

Материалдардың үйлесімділігі және стандарттау: Превентордың барлық металл бөлшектері (корпус, қақпақ, сақиналар, шпилькалар) ұзақ уақыт теңіз суы, бұрғылау ерітінділері әсерінде болуы ықтимал. Сондықтан олар коррозиядан қорғау үшін сырты сырланады (қызыл түсті берік эмаль бояу, суреттерден дайын өнімнің қызыл корпусты екенін көруге болады) және қажет болса, ішкі беттерге де тат басуға қарсы жабындар жағылады. Болттар мен гайкалар жоғары беріктік класына жататын болаттан (мысалы, 40Х немесе 35ГЛ) жасалған және ГОСТ 28919-91 стандартына сай келеді – бұранда өлшемдері М48х3 болып, олардың беті мырышпен немесе фосфатпен қапталған болуы мүмкін (тұздан коррозияға ұшырамас үшін). Жалпы алғанда,

ПУГ превенторының материалдары мен өңдеу әдістері API 16A стандартының талаптарына сәйкес алынады, яғни халықаралық деңгейде сертификатталған болат маркалары, бекіткіштер және тығыздағыш материалдар пайдаланылған. Бұл превенторды пайдалану кезінде материал жағынан сенімділік пен қауіпсіздік деңгейі жоғары болуын қамтамасыз етеді.

ПУГ-230-35 превенторының негізгі бөлшектерінің материалы – төмен легіріленген берік болат, ал тығыздаушы элементтері – майға төзімді эластомерлер. Болат бөлшектер жоғары қысымды ұстап, механикалық жүктемелерге төзсе, резеңке элементтер қажетті герметизацияны қамтамасыз етеді. Материалдар комбинациясы дұрыс тандалып, термиялық өңдеуден өткендіктен, бұл превентор өз класында ұзақ мерзімді әрі қауіпсіз жұмыс жасауға қабілетті. Дегенмен, уақыт өте келе пайда болатын кейбір кемшіліктер мен оларды жою жолдарын қарастыру қажет – келесі бөлімде осы мәселелер талданады.

2.3 Қолданыстағы кемшіліктер мен жетілдіру қажеттілігі

ПУГ-230-35 превенторының конструкциясы мен материалдары қазіргі заман талаптарына сай жасалғанымен, оны қолдану тәжірибесі барысында анықталған кейбір кемшін тұстары да бар. Инженерлік тұрғыдан бұл кемшіліктерді талдап, мүмкін болатын жетілдіру жолдарын белгілеу өте маңызды, өйткені ұңғы сағасын тығындау жабдығына қойылатын талаптар күн сайын өсуде – қауіпсіздік стандарттары күшейіп, операциялық тиімділікке қатысты жаңа міндеттер туындауда. Төменде ПУГ-230-35 превенторында байқалатын негізгі кемшіліктер және оларды жою немесе азайту бағытындағы қажеттіліктер қарастырылған:

1) Конструкциясының ауыр салмағы және ірі габариттері. ПУГ-230-35 превенторы шамамен 3 тонна салмақ тартады, сыртқы диаметрі 1 метрден асады, биіктігі 1 метрге жуық. Мұндай ауыр жабдықты бұрғылау қондырғысына орнату және тасымалдау айтарлықтай еңбек пен техника ресурстарын қажет етеді. Әсіресе теңіздегі бұрғылау қондырғыларында немесе ескі мұнай мұнараларында орын шектеулі, ал салмақ – критикалық фактор. Бүкіл әлемде фонтанға қарсы жабдықтарды жетілдірудегі негізгі трендтердің бірі – олардың массасын және өлшемдерін азайтып, ықшамдау екендігі белгілі. Бұл тұрғыда ПУГ типті превенторларды жеңілдету қажеттілігі туындайды. Мысалы, қазіргі жаңа буын ВОР өндірушілері металдың беріктігін арттыру арқылы қабырғаларды жұқарту, орнықты жаңа қорытпалар қолдану, неғұрлым тиімді пішіндер (геометриялық оңтайландыру) енгізу арқылы салмақты азайтуға күш салуда. ПУГ-230-35 конструкциясын да осындай жолмен жаңартып, салмағын 10–20% төмендету мүмкіндігі бар. Бұл үшін корпус пен қақпақтың пішінін қайта қарап, қажет емес массаны алып тастау (мысалы, заманауи топологиялық оптимизация әдістерімен), немесе

стандартты болаттың орнына механикалық қасиеттері жоғарырақ, бірақ жеңілдеу материал – мысалы, 35CrNiMo6 сияқты немесе тіпті алюминийлі болат қоспаларын – қолдану қарастырылуы мүмкін. Алайда, материалды өзгерткенде оның коррозия және тозу қасиеттерін де ойлау керек. Жетілдіру қажеттілігінің басым бағыты – салмақ пен габаритті азайту, алайда беріктік қорын сақтай отырып. Бұл превенторды орнату мен тасымалдауды жеңілдетеді, сондай-ақ бұрғылау мұнарасына түсетін жүктемені азайтады.

2) Техникалық қызмет көрсету күрделілігі (тығыздағышты ауыстыру). Әмбебап превентордың үлкен артықшылығы – түрлі диаметрлі құбырларды жаба беруінде, бірақ оның резеңке тығыздағыш элементі эксплуатация барысында тозады. Әдеттегі пайдалануда, әсіресе ұңғыға құбыр кіргізіп-шығару кезінде превентор бірнеше рет ашып-жабылады, тіпті құбырды жартылай жабық күйде «сығып» ұстап тұрып түсіру (stripping) операциялары да орындалуы мүмкін. Мұндай жағдайларда тығыздағыш элемент қатты үйкеліс пен созылуға ұшырайды да, уақыт өте келе қасиеттерін жоғалтады (жарықтар пайда болуы, жыртылуы, серпімділігінің төмендеуі). Өндіруші бұл элементті белгілі бір қолдану циклдарынан кейін міндетті түрде ауыстыруды ұсынады – мысалы, ПУГ-230-35 превенторының қосалқы бөлшектер тізімінде сферикалық тығыздатқыш жылдам тозатын бөлшек ретінде көрсетілген және ЗИП құрамына кіреді. Алайда, осы тығыздағышты ауыстыру процесі күрделі: превентордың жоғарғы қақпағын алу керек, ал қақпақ 24 дана ірі шпилькамен бекітілген. Оларды біртіндеп босатып, ауыр қақпақты көтеру – біраз уақыт алады (арнайы кран қажет, 3 тонна болғандықтан). Демек, қызмет көрсету уақыты ұзақ, ұңғы жұмысын тоқтатып тұру уақыты өседі. Бұл кемшілік әсіресе жедел әрекет талап етілетін жағдайларда қиындық туғызады.

Жетілдіру үшін шетелдік өндірушілер қолданатын әдістерді енгізуге болады. Мысалы, Hydril немесе Cameron компанияларының сақиналы превенторларында қақпақты бекіту үшін жылдам ашылып-жабылатын қысқыш механизмдер қолданылады (бұл Boltless немесе Quick Latch деп аталады). Олар бұрандаларды түгел босатпай-ақ, қақпақты жарты айналыммен ашуға мүмкіндік береді. ПУГ превенторын жаңарту барысында осындай шешімді енгізу – өте орынды қадам. Өндірушінің өзі де құжаттамада қақпақты қысқыш винттермен бекітудің мүмкіндігін көрсеткен, яғни бұл бағытта жұмыс жүргізуге болады. Қақпақты жетілдіру тығыздағышты ауыстыру уақытын едәуір қысқартады (бірнеше сағаттан бірнеше ондаған минутқа дейін). Бұл, өз кезегінде, жабдықтың пайдалану тиімділігін арттырады және ұңғыны қайта іске қосу уақытын қысқартады.

3) Тығыздау элементінің қысымға шектеулі төзімділігі (ашық сағаны жабу). Әмбебап превентор әрине ашық ұңғы сағасын да жаба алады, бірақ оның резеңке элементі толық ашық тесікті жапқанда максималды қысымға шыдамауы мүмкін. Тәжірибеге сүйенсек, сақиналы превентор жұмыс қысымының шамамен 50%-ын ғана ашық саға жағдайында ұстай алады, ал құбырды қоршап жапқанда ғана паспорттық толық қысымды ұстайды.

Мысалы, 35 МПа жұмыс қысымы бар ПУГ-230-35 превенторы егер ұңғыда құбыр жоқ болса, қауіпсіз түрде шамамен 17–18 МПа дейінгі қысымды ұстап тұра алады, ал одан жоғары қысымда резеңке манжета қысым ағынының әсерінен қалыптан тыс деформацияланып, саңылау пайда болуы мүмкін немесе элемент зақымдалуы ықтимал. Бұл құбылыс барлық сақиналы превенторларға ортақ кемшілік деуге болады: сол себепті ВОР стегінде қосымша плашкалы превенторлар (құбыр өлшеміне тура келетін) бірге қолданылады. Дегенмен, жаңа технологиялар арқылы бұл кемшілікті де азайтуға тырысып жатыр. Мысал ретінде жоғарыда айтылған АХОН компаниясы өзінің жаңа пакер элементтерін сынақтан өткізіп, ашық сағада 100% жұмыс қысымының 50%-ына төзімді екендігін және тіпті стандарттағы циклдардан 160% артық циклге шыдағанын мәлімдеді. Бұл – материал құрамын және геометриясын жетілдіру арқылы қол жеткізілген нәтиже. Сол сияқты, ПУГ превенторының тығыздағыш элементін де жаңартуға болады: заманауи эластомер қоспаларын (мысалы, HNBR, неопрен, табиғи каучук қоспаларын) қолдану және металл қаңқасын жақсарту арқылы оның шыдамдылығын арттыру керек. Мұндай жетілдіру нәтижесінде превентор апаттық жағдайда құбырсыз да ұңғыдағы қысымды барынша ұстап, қауіпсіздік деңгейін көтерер еді. Бұл әсіресе терең ұңғылардағы жоғары қысымды газ фонтандарында маңызды – уақыт ұту үшін алдымен сақиналы превенторды жабуға тура келеді, егер ол максималды қысымды ұстай алмаса, қосымша тәуекел туады. Сондықтан, тығыздағыш элементтің материалын және құрылымын жетілдіру – ПУГ превенторының сенімділігін арттырудағы негізгі қажет бағыттардың бірі.

4) Экстремал жағдайларға бейімделу (жоғары температура, агрессивті орта). Стандартты ПУГ-230-35 моделі қалыпты жағдайға есептелген: бұрғылау ерітіндісі температурасы 100°C шамасында, құрамында H_2S аз немесе жоқ, т.б. Алайда, қазіргі кезде ұңғылар тереңдеп, қабат сұйықтарының температурасы артқан (кейбір жер қойнауы қабаттарында 150–180°C дейін), сондай-ақ күкіртті сутектің кездесуі жиілеген. Осындай қиын ортада нитрилді резеңке тез сыр береді – жоғары температурада ол қатайып морт сынғышқа айналады, ал H_2S оның бетіне диффузиялап, ісінуге және бүлінуге соқтырады. Сондықтан превентордың арнайы орындамаларын дамыту қажеттігі туады. Өндіруші бұл жөнінде техникалық құжаттарында мүмкіндікті көрсеткен (H_2S коррозияға төзімді орындалымы), бірақ оны нақты іске асыру үшін материал өзгерістері керек. Мысалы, фторэластомерлік (FKM) тығыздағыштар 150–180°C дейін шыдай алады, ал HNBR күкіртті ортаға нитрилге қарағанда төзімдірек. Сол сияқты металл бөлшектердің сульфидтік стрестен жарылуына қарсы, олардың қаттылығын HB 200 шамасында ұстап, құрамында никель-молибдені жоғары болаттарды қолданған дұрыс (әлемдік тәжірибеде NACE MR0175 стандарты талаптарына сай материалдар қолданылады). Демек, ПУГ превенторын жоғары температуралы және күкіртті ұңғыларда қолдану үшін оның материал құрамын қайта қарастырып, жеке модификация жасау қажет.

Бұл да жақын болашақтағы жетілдірудің бір бағыты.

5) Жабдықтың пайдалану мерзімі мен сенімділігін арттыру. Кез келген механизмнің мақсаты – ұзақ және ақаусыз қызмет ету. ПУГ-230-35 құрылымы қарапайым және сенімді болып жасалғанмен, оның кейбір компоненттерінің шаршау беріктігі шектеулі. Мысалы, 3.2 бөлімінде айтылғандай корпус құйма болат, ал құйма болатта көзге көрінбейтін микрожарықтар немесе кеуектер қалуы мүмкін. Көп циклды қысым әсерінен (мыңдаған ашып-жабу циклы, немесе ұзақ уақыт жоғары қысымда ұстап тұру) мұндай әлсіз нүктелер үлкен жарыққа ұласуы ықтимал. Сол себепті, конструкциялық беріктік қорын арттыру қажет. Бұған жоғарыда айтылған толықтай соғылған корпус, не қақпақ пен корпус жапсарына кернеуді тең бөлетін жаңа пішін енгізу, мүмкін кернеу концентраторларын (бұрыштар, тесіктер төңірегі) арнайы әдістермен бекемдеу (мысалы, жергілікті шынықтыру, роликпен кернеулеп өндеу) жатады.

Сондай-ақ, диагностика және мониторинг құралдарын орнату жетілдіру болып саналады. Қазіргі кезде кейбір өндірушілер превенторларға электронды сенсорлар қойып, резеңке пакердің тозу дәрежесін, гидравликалық қысымның динамикасын қадағалап, алдын-ала ескерту жүйелерін енгізуде. ПУГ-230-35 превенторында әзірге мұндай интеллектуалдық жүйе қарастырылмаған. Болашақта оның жетілдірілген нұсқасына қысым, температура, тығыздағыштың тозуын өлшейтін датчиктер қосып, оларды бұрғылау мұнарасының басқару пультіне шығару мүмкін. Бұл ақау пайда болу қаупін ертерек анықтап, апаттардың алдын алуға септігін тигізеді.

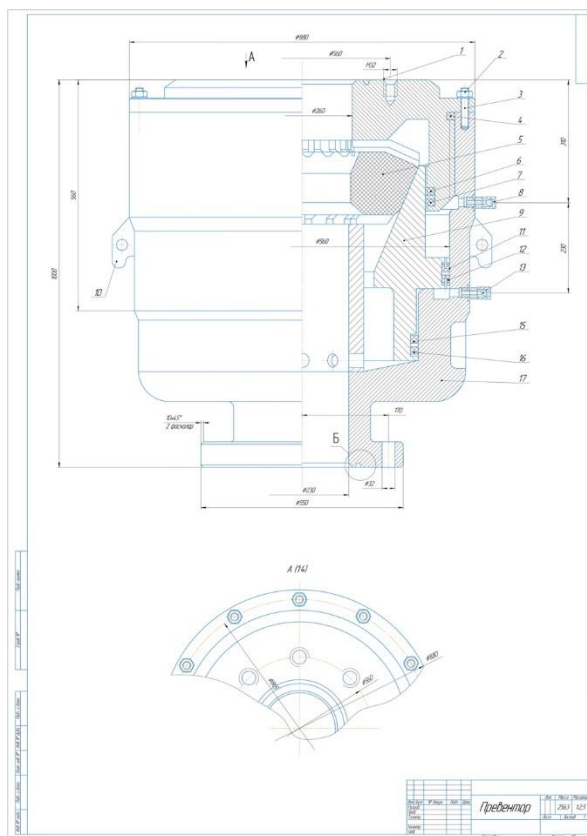
ПУГ-230-35 әмбебап превенторы негізінен сәтті техникалық шешім болғанымен, уақыт өте келе және қолдану өрісі кеңейген сайын оның кей тұстарын жетілдіру талабы туындайды. Ең басты бағыттар – құрылымды жеңілдету және ықшамдау, тығыздағыш элементтің материалын жаңарту (ұзақ қызмет етуі және ашық сағада жоғары қысым ұстай алуы үшін), қызмет көрсету процесін жеңілдету (жылдам ашылатын қақпақ), экстремалды жағдайларға бейімделген арнайы материалдар қолдану және жалпы сенімділігін арттыру. Бұл жетілдірулерді енгізу нәтижесінде превентордың пайдалану тиімділігі мен қауіпсіздік деңгейі едәуір жоғарылайды.

3 Жетілдіру жобасы

3.1 ПУГ-230×35 превенторы қақпағын болтсыз, жылдам алынатын конструкцияға жетілдіру

ПУГ-230×35 үлгісіндегі әмбебап қарсыытқыш превентор (аннулярлы превентор) бұрғы ұңғымасының сағасын жабуға арналған маңызды қауіпсіздік жабдығы болып табылады. Аталған превентордың шар тәрізді резеңке тығыздағышы (packing unit) жоғарғы қақпақпен бекітіледі. Қазіргі таңда ПУГ-230×35 превенторының қақпағы 24 дана шпилька мен гайкалар арқылы

корпуска фланецтік қосылыс ретінде бекітілген. Мұндай көпболтты қосылыс превенторды техникалық қызметтеу кезінде айтарлықтай қол еңбегін талап етеді: тығыздағыш элементті (резеңке пакерді) ауыстыру үшін барлық 24 гайканы біртіндеп босатып, қақпақты көтеру қажет. Превентордың өз массасы ~2,73 тонна болғандықтан, қақпақты шешіп-тағу кран мен бірнеше жұмысшының күшін керек етеді. Нәтижесінде, ұңғыма сағасын қайта ашып-жабу уақыты ұзаққа созылады, бұрғылау процесінде амалсыз тоқтау (кідіріс) мерзімі өседі. Бұл дипломдық жобада осы мәселені шешу үшін превентор қақпағының конструкциясын жетілдіру ұсынылады. Мақсат – қақпақты шпилькаларды алып тастап, болтсыз қысқыш механизм арқылы жылдам ашып-жабатын ету, яғни жылдам алынатын қақпақ жүйесін әзірлеу.



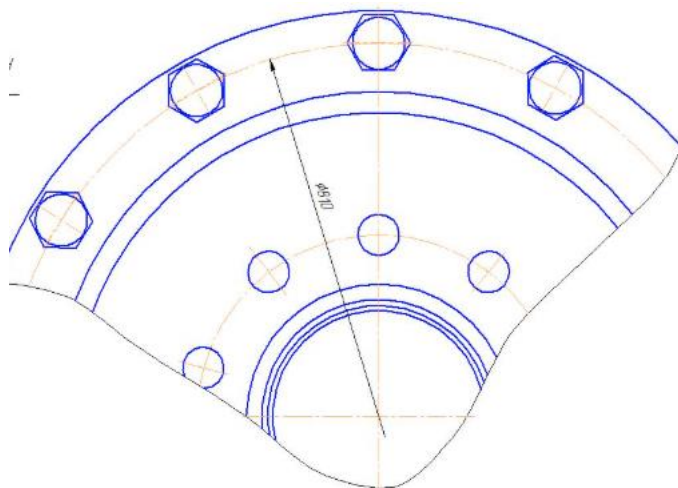
3 Сурет – ПУГ-230-35 превенторының қималық құрылымдық сызбасы

Қазіргі шпилькалы бекіту конструкциясының кемшіліктері айқын: біріншіден, көп уақыт алады; екіншіден, биікте қауіпті қол жұмыстарын талап етеді; үшіншіден, қосылыс элементтері (болт-гайкалар) көп болғандықтан қызмет көрсету шығыны жоғары. Сондықтан жобаның өзектілігі – превенторға қызмет көрсету үдерісін жылдамдату және жеңілдету, сонымен қатар жұмыс қауіпсіздігін арттыру.

Қолданыстағы қақпақ және оның мәселелері

ПУГ-230×35 превенторының қақпағы корпусның үстіңгі фланеціне 24 шпилькамен тартылып бекітіледі (әрине, қажетті тығыздау күшімен). Мұндай дәстүрлі шпилькалы қосылыстың беріктігі жоғары және тығыздау қабілеті

сенімді, алайда оны ашып-жабу өте көп еңбекті қажет етеді. Әрбір шпильканың гайкасын босату үшін уақыт жұмсалады, арнайы кілт немесе гидравликалық түлкі қажет болуы мүмкін. 24 шпильканы шешу және қайта қатайту операциялары превентордың тығыздағышын ауыстырғанда негізгі уақытты алады. Мысалы, бір үлкен гайканы шешу ~5-10 минутқа созылса, 24 данасын ажырату сағаттарға дейін созылады. Осы кезде бұрғылау жұмыстары тоқтап тұрады.



4 Сурет – Қақпақ фланецінің жартылай көрінісі (жоғарыдан)

Екінші мәселе – биікте жұмыс істеу қауіпсіздігі. Превентор ұңғыма сағасында биіктеу орналасады, оған қызмет көрсететін жұмысшылар биікте ауыр құрал-саймандармен жұмыс атқарады. 24 шпильканы қолмен немесе кілтпен жоғарыда айналдыру – еңбек қауіпсіздігі тұрғысынан қолайсыз (қолды ауырту, құлатпау шаралары қажет, уақыт ұзақ болған сайын тәуекел артады). Қапталдан бекітілетін гидравликалық қақпақтар бар плашкалы превенторларда бұл мәселе шешімін тапқан (гидроцилиндрлер арқылы қақпақтар ашылады), ал аннулярлы превенторлар әлі күнге көбіне көпболтты схема қолданады. Сондықтан аннулярлы превентор қақпағын жетілдіру өзекті.

Қорыта айтқанда, қолданыстағы шпилькалы қақпақ конструкциясының негізгі кемшіліктері:

Ашу/жабу уақытының ұзақтығы – тығыздағышты ауыстыру көп сағат алып, бұрғылау процесін кідіртеді;

Қызмет көрсету еңбектің көптігі – бірнеше жұмысшының қатысуын, ауыр кілттер мен көтеру тетіктерін талап етеді;

Қауіпсіздік тәуекелі – биікте ұзақ уақыт болт босатып/қатайтумен айналысуы, тар жерде жұмыс істеу қажеттігі.

Демек, бұл кемшіліктерді жою үшін қақпақ бекітудің баламалы әдісін енгізу қажет. API 16A стандартына сәйкес кейбір заманауи превентор үлгілері қысқыш винтті қақпақпен де шығарылуы мүмкін екені белгілі, яғни болттарды

қысқыш механизмдермен алмастыруға техникалық мүмкіндік бар.

3.2 Жылдам алынатын қақпақ шешімінің негіздемесі

Болтсыз қысқышты қақпақтың басты артықшылығы – превенторды ашып-жабу уақытын күрт қысқарту. Мамандардың дерегінше, болттарды алып-салып уақыт жоғалтпайтын жаңа қақпақ конструкциясы тығыздағышты ауыстыру уақытын ~95% дейін үнемдеуге мүмкіндік береді. Мысалы, INTLEF компаниясы ұсынған жаңартылған превентор қақпағы дәл осындай boltless шешім қолдана отырып, ашып-жабу операцияларын айтарлықтай жеделдеткен (рамалы превентордың жаңа моделінде қақпақты тез ашып, 10 минут ішінде алмастыруға қол жеткізілген). Бұл болттарды толық алып тастап, орнына жылдам құлыпталатын механизм орнатудың тиімділігін көрсетеді. Сондай-ақ, болттарды шешудің қажетсіздігі биікте жүргізілетін қауіпті операцияларды азайтады, тар кеңістікте жұмыс істеу қолайсыздығынан арылтады. Мұндай жаңарту нәтижесінде жұмыскерлердің еңбек қарқыны жеңілдеп, қызмет көрсету қауіпсіздігі артады.

Екінші бір негіздеме – жөндеу-өңдеу жеңілдігі. Болтты қосылыстар көп мәрте ашып-жапқан сайын шпилька немесе гайкалардың резбалары тозады, алмастыруды талап етуі мүмкін. Ал дұрыс жобаланған қысқыш механизмде қозғалмалы бөлшектер саны аз, олар арнайы беріктендірілген, тозуға төзімді етіп жасалса, жалпы тораптың сенімділігі артады. Яғни, болтсыз қақпақ шешімі превентордың пайдалану шығындарын төмендетуге де мүмкіндік береді (себебі аз бөлшек ауыстырылып, жөндеу аралық мерзім ұзаруы ықтимал).

Үшінші негіздеме – ұңғыма герметизациясын қамтамасыз ету тездігі. Апаттық жағдай туындағанда (мысалы, кенеттен ұңғымада қысым көтерілу – «газмұнай соғуы»), превенторды жылдам жабу талап етіледі. Әдеттегі шпилькалы қақпақты превенторда бұл процесс гидравликалық басқарумен орындалса да, кейін қайта ашып қалыпқа келтіру көп уақыт алады. Ал ұсынылатын қысқышты қақпақта гидравликалық немесе механикалық жетектің көмегімен қақпақты жылдам құлыптау және ашу мүмкіндігі болады. Мысалы, құлыптау сегменттері бар қақпақ бір адамның күшімен, құралсыз 1 минутта ашылып-жабыла алады. Бұл ұңғыма сағасын бақылауда ұстау жылдамдығын арттырады.

Жоғарыда айтылғандар негізінде, болтсыз жылдам алынатын қақпаққа көшу превентордың пайдалану тиімділігін жоғарылатады: жұмыс уақыты үнемделеді, техникалық қызмет жеңілдейді, апаттық дайындық күшейеді. Сондықтан дипломдық жобада дәл осындай шешімнің конструкциясы ұсынылып, негізделеді.

3.3 Ұсынылған қақпақ конструкциясының сипаттамасы

Жетілдірілген қақпақ конструкциясы көпболтты фланецтік қосылысты шеңбер бойлық қысқыш механизммен алмастырады. Бұл механизм негізінен шарнирлі қақпақ, қысқыш сақина (немесе бірнеше секторлы құлыптау сегменттері) және құлыптау жетекінен (гидравликалық немесе бұранда-тұтқа механизм) тұрады. Қақпақ превентор корпусына топсалы (шарнир) арқылы бекітіліп, қажетті кезде бір жағына қарай ашып-жабыла алады – бұл ауыр қақпақты іліп, жерге қоюды қажетсіз етеді. Қақпақ жабылған кезде оны айналдыра орналасқан арнайы құлыптау сақинасы корпусының арнайы ойысына кіріп, қақпақты орынында берік қысыммен ұстап тұрады (бұл сақина бұрынғы 24 шпильканың қызметін атқарады). Тығыздауыш ретінде қақпақ пен корпус түйіскен жерінде сақина тәрізді резеңке О-тәрізді сақина орнатылады немесе металлопакет қолданылуы мүмкін – қақпақ жабылып, құлыпталғанда сол тығыздауыш қысылып, герметикалық жабылуды қамтамасыз етеді.

Қысқыш сақина екі не төрт секторға бөлінген радиалды құлыптау сегменттері түрінде жасалуы мүмкін. Қақпақ жабылған соң, гидравликалық немесе бұрандамалы жетек арқылы бұл сегменттер радиалды бағытта қозғалып, корпус пен қақпақтың арасындағы айналма ойыққа кіріп бекінеді. Сегменттердің ішкі беттері қақпақтың сыртқы шетін қаусырады да, жоғары ішкі қысым әсерінен қақпақтың көтеріліп кетуіне жол бермейді. Құлыптау механизмі бір уақытта барлық сегменттерді ығыстырып, орнына отырғызады немесе шығарады. Жобада қарастырылатын нұсқада, мысалы, бір уақытта әрекет ететін үш қысқыш “тіл” (сектор) және оларды жылжытатын винтті жетек көзделген. Оларды айналдыратын жетекті қол тұтқа не гидроцилиндр қамтамасыз етеді.

- Қақпақ корпусы – превентордың саңылауын жабатын дөңгелек пішінді болат қақпақ (ішкі диаметрі 230 мм, сыртқы диаметрі шамамен 876 мм, бұрынғы фланецпен сәйкес);

- Шарнирлі ілмек – қақпақты превентор корпусына бір жағынан бекітіп тұратын топсалы құрылым (қақпақ ашылғанда бір шетіне ілініп тұрады);

- Тығыздау элементі – қақпақ пен корпус түйіскен жеріндегі саңылау бойына орналасқан сақина (резеңке немесе композициялық материалдан жасалған O-ring);

- Қысқыш сақина (құлыптау сегменттері) – қақпақ жабылғанда оны айналдыра құшақтап, орнына бекітетін металл сегменттер (арнайы легірленген болаттан);

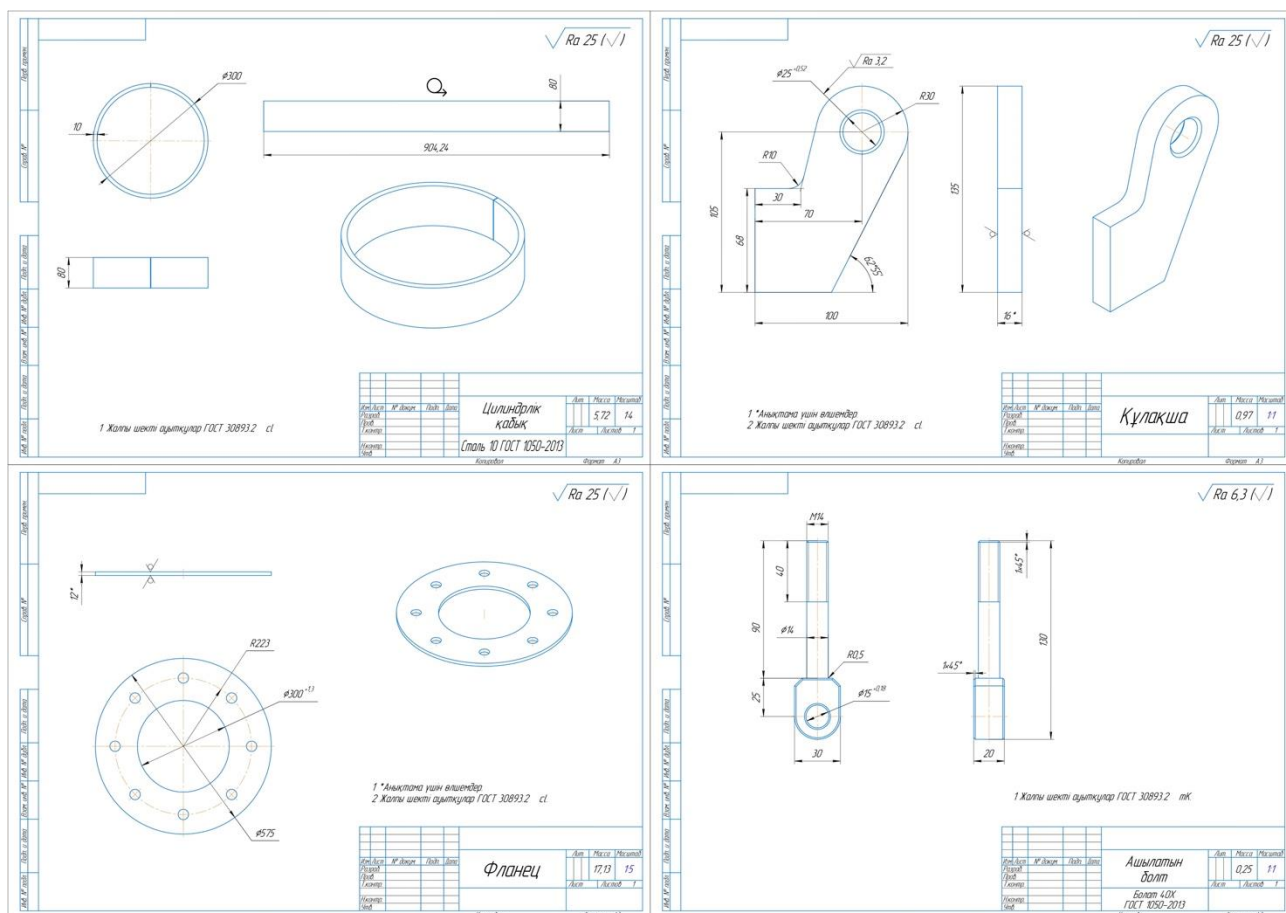
- Құлыптау жетегі – сегменттерді жылжытып, қақпақты құлыптайтын механизм (гидравликалық цилиндр немесе бұрамалы винт және тұтқа жүйесі).

Қақпақ жабылған қалыпта қысым әсерінен өздігінен ашылып кетпес үшін құлыптау сегменттері тісті немесе сына пішінді байланыспен орындалады. Мысалы, сақина сегменттерінің қақпаққа қараған бетінде аздаған конустық пішін бар, ал қақпақ жиегінде сәйкес ойық бар – жоғары бағыттағы күш әсер еткенде конустық беттер өзара клин жасап, сегменттерді одан бетер кептеп ұстайды. Осылайша өздігінен клинлену эффектісі арқылы герметизация сақталады.

Осы мақсатта стандартты болтпен бекітілетін ауыр және күрделі қақпақтың орнына арнайы механизм арқылы тез ашылып-жабылатын жаңартылған люк конструкциясы ұсынылады. Бұл шешім қызмет көрсету тиімділігін арттырып, тығыздағыш элементтерді ауыстыру уақытын едәуір қысқартуға мүмкіндік береді.

Ұсынылған жүйе бірнеше негізгі бөлшектен тұрады: цилиндрлік қақпақ, құлақша, фланец және ашылатын болт. Бұл бөлшектердің әрқайсысы люк механизмінің нақты бір функциясын орындайды және олар бір-бірімен өзара байланысқан. Әр бөлшек стандартқа сай дәлдікпен жасалып, конструкция сенімділігін және монтаж/демонтаж процесінің қарапайымдылығын қамтамасыз етеді.

Төмендегі сызбада жаңа люк конструкциясының барлық негізгі бөлшектері көрсетілген:



6 Сурет – Жаңа люк конструкциясының бөлшектері (детальдық сызбалар)

Бұл сызбада ПУГ-230-35 превенторына арналған жетілдірілген люктің негізгі бөлшектері көрсетілген. Конструкция тез ашылып-жабылатын қақпақ жасау мақсатында әзірленген және бірнеше жеке элементтерден тұрады. Сызбаларда әр бөлшектің нақты өлшемдері, материалдары және өңдеу дәлдігі көрсетілген.

Сызбада келесі бөлшектер бейнеленген:

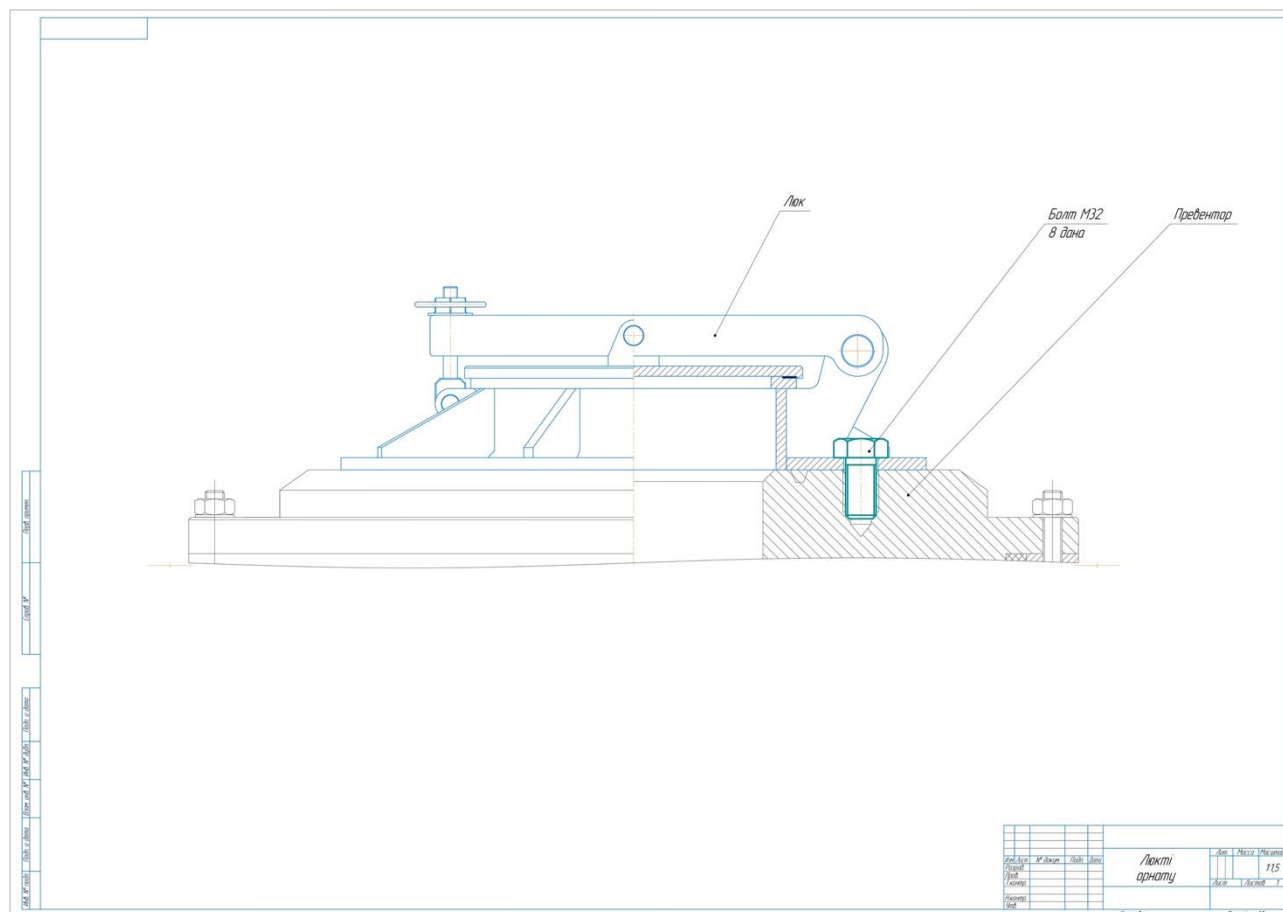
- 1) Цилиндрлік қақпақ – тығыздаушы элементті жауып тұратын негізгі сақина;
- 2) Кұлақша (ұстағыш) – люктің ашылып-жабылуын қамтамасыз ететін айналмалы бекітпе;
- 3) Фланец – қақпақты корпуспен қосатын жалғаушы элемент;
- 4) Ашылатын болт – қақпақ пен құлақшаны бұрап бекітетін және тез ағытуға мүмкіндік беретін элемент.

Барлық бөлшектер ГОСТ 380–2005 және ГОСТ 1050–2013 стандарттарына сәйкес конструкциялық болаттан жасалған. Өлшемдік дәлдігі, өңдеу сапасы және пішін үйлесімі қақпақтың сенімді жұмысын және тығыздауды қамтамасыз етеді. Әсіресе ашылатын болт пен құлақша элементтері қызмет көрсету уақытын қысқартуға және құрылғыны жеңіл ашуға мүмкіндік береді.

Алдыңғы бөлімде люк конструкциясының негізгі бөлшектері мен олардың атқаратын қызметі жеке-жеке қарастырылды. Енді осы бөлшектердің нақты қалай жинақталып, превентор корпусына қалай орнатылатынына назар аударамыз.

Жинақтау сызбасы – бүкіл механизмнің жұмыс істеу логикасын, әр компоненттің орналасуын және олардың өзара байланысын толықтай көрсететін маңызды құжат. Ол қақпақтың ашылып-жабылу принципін, болттар арқылы бекітілу ретін және люктің қызмет көрсетуге қаншалықты ыңғайлы екенін нақтылауға мүмкіндік береді.

Төменде жаңа люк конструкциясының ПУГ-230-35 превенторына орнатылу сызбасы берілген:



7 Сурет – Жаңа люк механизмін превентор корпусына орнату сызбасы

Ұсынылған люк конструкциясының жинақтық сызбасы төменде көрсетілген. Бұл сызба люктің ПУГ-230-35 превенторына нақты орнатылу ретін, негізгі құрамдас бөліктердің өзара орналасуын және олардың бір-бірімен қалай байланысатынын көрсетеді.

Сызбада келесі элементтер анық белгіленген:

Люк – тығыздағыш элементті жауып тұратын негізгі қақпақ;

Құлақша – қақпақты бұру және ашу үшін арналған ілмек;

Болттар М32 (8 дана) – люкті превенторға бекіту үшін қолданылады;
Превентор корпусы – люк орнатылатын негізгі платформа.

Бұл шешімнің басты артықшылығы – жоғарғы қақпақты тез шешу және орнату мүмкіндігі. Алдыңғы үлгілерде 24 дана үлкен шпилькамен бекітілетін қақпақтарды шешу көп уақыт пен арнайы техниканы қажет ететін болса, бұл жетілдірілген құрылымда 8 дана М32 болт жеткілікті. Құлақша элементінің арқасында қақпақ жеңіл бұрылып ашылады және арнайы құрал-саймансыз қызмет көрсетуге мүмкіндік береді.

Сызбада люк қақпағының тығыз жабылуын қамтамасыз ететін геометриялық үйлесім және барлық түйісетін беттердің дәлдігі көрсетілген. Бұл люктің сенімді жұмыс істеуін, қысымды ұстап тұруын және герметизация талаптарына сәйкестігін қамтамасыз етеді.

3.4 Материалдарды таңдау және өндіру технологиясы

Превентордың жаңартылған қақпағы жоғары қысымға және көп рет циклдік жүктемеге төзімді болуы қажет. Сондықтан оның негізгі бөлшектері беріктігі жоғары легіріленген болаттан дайындалады. Корпус пен қақпақ материалы ретінде көміртекті-марганецті немесе хром-молибденді болат қолдануға болады (мысалы, 30ХМА, 38ХМ немесе 40ХН маркалы болаттар, шетелдік баламасы AISI 4130/4140). Аталған болаттар термиялық өңдеуден өткізілгенде аққыштық шегі 600-800 МПа-ға жетеді, соққы тұтқырлығы мен қажуға беріктігі жоғары болады. Превентор жабдығын өндірушілер «жоғары беріктікті, механикалық зақымға және коррозияға төзімді болат қолданамыз» деп көрсетеді – біз де осы талапқа сай материал таңдаймыз. Қақпақ пен корпус дайындамасы ерекше құралым (поковка) түрінде болат құймасынан штампталады немесе өңделеді; құйма (литой) түрінде де жасауға болады, бірақ соғылған болат талшықталған құрылымды болып, шаршау беріктігі жоғарырақ келеді.

Қысқыш сақина сегменттері де сол материалдан дайындалып, қосымша беттері цементациялануы немесе нитроцементациялануы мүмкін (беткей қаттылығын арттыру үшін). Бұл олардың тозуға төзімділігін арттырады, өйткені құлыптау кезінде сегменттер үйкеледі. Сонымен қатар, сегменттер және механизмнің өзге де қозғалмалы бөліктері коррозияға ұшырамас үшін қатты хром, никель қабаттарымен қапталуы мүмкін. Патент деректерінде превентор қақпақтарының корпусын дайындауда хром, никель, мыс қосылған легіріленген болат қолдану ұсынылатыны да осыдан. Жетектің винтті бөліктері мен шарнирлер шытынауға төзімді болаттан немесе беріктігі жоғары болаттан термоөңделген күйде жасалады.

Тығыздау материалы жұмыс шартына сәйкес таңдалады: стандартты орта үшін – мұнайға төзімді нитрилді резеңке (NBR) О-сақинасы, ал жоғары температура не агрессивті орта (H₂S) үшін – фторэластомер (Viton) немесе

политетрафторэтилен (PTFE) сияқты материалдар. Тығыздау сақинасына арналғын ойық қақпақ корпусына өңделеді және беті өте таза, тегіс болуы тиіс (аздаған кедір-бұдырлық ғана рұқсат). Герметизацияға қосымша өздігінен қысыммен тығыздалу принципі көмектеседі: ұңғымадағы 35 МПа ішкі қысым О-сақинаны орнықтырған сайын тығыздау күшін арттыра түседі.

Стандарттау және сәйкестік: Жобаланатын қақпақ API 16A стандарты талаптарына сай келеді. Барлық қысым астындағы бөлшектер (корпус, қақпақ, қысқыш сақина) API материалдар классы деңгейінде (мысалы EE немесе FF класс – күкіртті ортаға төзімді болат) орындалады. Дайын торап құралып, 70 МПа дейін гидростатикалық қысыммен сыналады (жұмыс қысымынан 1,5 есе артық) – бұл стандартты қабылдау сынағы. Сынақ кезінде ешбір саңылау болмауы, қақпақтан деформацияның байқалмауы шарт. Арнайы фиништік өңдеу ретінде барлық болат бөлшектер тоттанудан қорғау үшін сырланады (эпоксидті немесе полиуретанды бояу).

3.5 Беріктік және тығыздық есептеулері

Жобаланған қақпақ механизмінің беріктігін бағалау үшін негізгі күштік факторларды қарастырамыз. Превентордың жұмыс қысымы – 35 МПа, ал ұңғыма сағасының ішкі диаметрі – 230 мм. Қақпаққа әсер ететін жалпы гидравликалық күш цилиндр ауданы арқылы есептеледі:

$$F = P \times A = P \times (\pi \times D^2 / 4)$$

мұндағы, A – қақпақ ауданы, m^2

D – ұңғыма диаметрі, m

P – жұмыс қысымы, Pa

Есептеу бойынша:

$$A = \pi \times (0,23)^2 / 4 \approx 0,0415 \text{ м}^2$$

$$F = 35\,000\,000 \times 0,0415 \approx 1\,452\,500 \text{ Н} \approx 1,45 \text{ МН}$$

(яғни шамамен 145 тонна күш)

Бұл күшке қарсы тұру үшін қақпақты ұстап тұратын қысқыш механизм берікті болуы қажет.

Бұрынғы конструкцияда 24 шпилька қолданылады, әрқайсысы шамамен 60 кН жүктеме көтереді. Жаңа конструкцияда бұл күш радиалды қысқыш сақинамен қабылданады. Оның көлденең қимасын есептеу үшін рұқсат кернеуді негізге аламыз.

Берілген:

Рұқсат кернеу $\sigma = 400$ МПа (материалдың аққыштық шегі 600 МПа, қауіпсіздік коэффициенті 1,5 деп алынады)

Қажетті көлденең қима ауданы:

$$A = F / \sigma = 1\,450\,000 / 400\,000\,000 \approx 0,003625 \text{ м}^2 = 3625 \text{ мм}^2$$

Демек, сақинаның жалпы қимасы кемінде 3625 мм² болуы тиіс. Бұл мән жобаланатын элементтердің өлшемдерін таңдауға негіз болады.

Практикада бұл ауданды сақина сегменттерінің өлшемдерін таңдау арқылы қамтамасыз етеміз. Мысалы, егер сақинаның биіктігі 100 мм, қалыңдығы 40 мм деп алынса, қимасы $100 \times 40 = 4000$ мм² болып, есептік қажетті ауданды жабады. Жобада біз сақинаның өлшемін алдын ала 110 мм (ені немесе биіктігі) және 45 мм (қалыңдығы) деп қабылдаймыз. Бұл жағдайда көлденең қиманың ауданы $110 \times 45 = 4950$ мм² болады.

Осы қимамен жұмыс істегенде, жұмыс кернеуі:

$$F = 1\,450\,000 \text{ Н}$$

$$A = 4950 \text{ мм}^2 = 0,00495 \text{ м}^2$$

$$\sigma = F / A = 1\,450\,000 / 0,00495 \approx 293\,000\,000 \text{ Па} = 293 \text{ МПа}$$

Бұл мән материалдың аққыштық шегінен (600 МПа) төмен болғандықтан, қауіпсіз шекте қалады.

Сақина сегменттерінде пайда болатын негізгі кернеулер — сығылу және қиылу (сдвиг) түрінде болады. Мұндай кернеулерді дәлірек есептеу үшін сегменттерді консоль тәрізді тартпа ретінде моделдеу және ЖТС (Жылжымалы теңдеулер жүйесі) әдісімен талдау жүргізу қажет. Алайда, жоғарыда көрсетілген жуық есептеулер біздің өлшемдерді дұрыс таңдағанымызды дәлелдейді.

Қақпақтың өзін де беріктікке тексереміз. Қақпақ диск тәрізді пластина ретінде ішкі қысым әсерінен майысады. Шеткі қысқыш сақина қақпақ жиегін ұстап тұрғандықтан, оның шеттері бекітілген ретінде қарастырылады. Мұндай жағдайда пластинаның ең үлкен иілу кернеуі ортасында пайда болады.

Инженерлік тәжірибеде дөңгелек пластинаның ортасындағы майысу (иілу) кернеуі келесі формуламен жуықталып есептеледі:

$$\sigma = (3 \times P \times R^2) / (4 \times t^2)$$

мұндағы, P — жұмыс қысымы (Па);

R — қақпақтың жұмыс радиусы (м);

t — қақпақтың қалыңдығы (м).

Біздің жобада:

$P = 35\,000\,000\text{ Па}$

$R = 0,115\text{ м (яғни 115 мм)}$

$t = 0,1\text{ м (яғни 100 мм)}$

Осы мәндерді формулаға қойып есептейміз:

$$\sigma = (3 \times 35\,000\,000 \times 0,115^2) / (4 \times 0,1^2) \approx 173\,000\,000\text{ Па} = 173\text{ МПа}$$

Бұл мән қақпақ материалының аққыштық шегінен (600 МПа) едәуір төмен. Демек, таңдалған 100 мм қалыңдық майысуға жеткілікті қарсы тұрады және қауіпсіздік талабына сай келеді.

1 Кесте – Қақпақтың негізгі есептік параметрлері

Параметр	Белгілеу	Мәні	Ескертпе
Превентордың шартты диаметрі	D	230 мм	9 дюйм
Жұмыс қысымы	P	35 МПа	5000 psi
Қақпаққа әсер ететін күш	$F = P \cdot \pi \cdot D^2 / 4$	1 450 000 Н	≈ 1450 кН, толық жабылу кезіндегі күш
Қысқыш сақина сегменттерінің саны	n	3	Әрқайсысы ~120° сектор
Сегмент материалының аққыштық шегі	$\sigma_{0.2}$	600 МПа	40ХН, термоөңделген
Рұқсат кернеу (жоба үшін)	σ_{allow}	400 МПа	Қауіпсіздік қоры ≈ 1,5
Бір сегменттің қимасы	A_{segm}	1650 мм ²	Қалыңдығы 45 мм × биіктігі 110 мм
Барлық сақинаның қимасы	$A_{\text{ring}} = n \times A_{\text{segm}}$	4950 мм ²	Үш сегменттің жалпы ауданы
Есептік жұмыс кернеуі	$\sigma = F / A_{\text{ring}}$	293 МПа	Рұқсат кернеуден төмен
Қақпақтың қалыңдығы	t	100 мм	Алдын ала қабылданған
Қақпақ ортасындағы иілу кернеуі	σ_{bend}	173 МПа	Аққыштық шектен төмен
Тығыздаушы О-сақинаның диаметрі	—	5 мм	NBR резеңке, 90 Shore A
О-сақина жаншылу қысымы	—	15 МПа (шамамен)	Есептік жанасу қысымы

1-кестеде Қақпақ қысқыш механизмінің негізгі есептік параметрлері. Есептеулер нәтижесі көрсеткендей, таңдалған өлшемдер бойынша материалдағы кернеулер қауіпсіз деңгейде ($400\text{ МПа} < 600\text{ МПа}$), яғни конструкция беріктік талаптарына сай.

Дипломдық жұмыстың практикалық бөлімінде ПУГ-230×35

превенторының қақпағын жаңарту жобасы ұсынылды. Жобада болтсыз, қысқышты жылдам алынатын қақпақ конструкциясы әзірленіп, оның жұмыс істеу принципі, құрылымы, материалдық орындалуы және беріктік есептері қарастырылды. Ұсынылған шешімнің басты тиімділігі – ұңғыма сағасын ашып-жабу уақытын күрт қысқарту және превенторға қызмет көрсету процесін жеңілдету. Зерттеу нәтижесінде:

- Жаңа қақпақ конструкциясы 24 шпилькалы қосылысты қысқыш сақиналы механизмге алмастырады, бұл тығыздағышты ауыстыру уақытын кемінде 5-10 есе қысқартады (теориялық есептеулер ~95% уақыт үнемдеуді көрсетті).

- Қақпақтағы қысым күштерін ұстап тұру үшін радиалды құлыптау сегменттері қолданылды; жүргізілген беріктік есептер қысқыш сақинаның қажетті қимасы мен қақпақ қалыңдығын анықтап берді (қақпаққа түсетін 1.45 МН күшке қарсы тұру үшін 3 сегментті сақина жеткілікті екені есеппен дәлелденді).

- Материал ретінде жоғары берік легірленген болаттар (40ХН, 38ХМ т.б.) таңдалып, термоөңдеу және коррозиядан қорғау шаралары қарастырылды. Бұл материалдар АРІ стандарттарына сай келеді және H_2S әсеріне төзімді нұсқада да орындалуы мүмкін.

- Ұсынылған қақпақ конструкциясының техникалық сызбалары (қосымшада) және 3D моделдері әзірленді: онда қақпақтың шарнирлі ілмегі, құлыптау сегменттері мен жетек механизмінің өзара орналасуы көрсетілген. Кинематикалық схема қақпақты бірқалыпты ашып жабуға мүмкіндік береді, ал құлыптау механизмі қосарланған қауіпсіздік құлпымен жабдықталған.

Жалпы, превентор қақпағын жетілдіру ұңғыма қауіпсіздігі мен пайдалану тиімділігін арттыруға бағытталған. Жылдам алынатын қақпақ шешімі ұңғыма жабдығын қазіргі заманғы талаптарға сай жетілдіруге мүмкіндік береді деп күтілуде. Бұл жоба нәтижесінде превенторды қызметтеу уақыты азайып, бұрғылау қондырғысының жұмыс өнімділігі жоғарылайды, сондай-ақ апаттық жағдайларда жедел әрекет етудің жаңа мүмкіндігі пайда болады.

4 Еңбекті қорғау және жобаның экономикалық тиімділігі

4.1 Қауіпті факторларды талдау

Бұрғылау процесінде, әсіресе превенторға қызмет көрсету кезінде, көптеген қауіпті факторлар пайда болады:

- Механикалық жарақаттар: қозғалтқыштары бар ауыр техникалар мен жабдықтардың (кран, лифт, жүк тиегіш және т.б.) жұмысы кезінде заттың ағынында қысыла қалу, соғылу қаупі бар. Мысалы, жоғары қысымды сұйықтық құюға арналған түтікшелер мен жабдықтардың жарылуы да осындай жарақат тудыруы мүмкін.

- Қысыммен байланысты қауіптер: превентор мен бұрғылау желілеріндегі жоғары қысымдағы сұйықтық немесе газ ағуы кенеттен пайда болуы мүмкін, бұл жарылыс, құтқарылуға жатпайтын қысым артумен байланысты қауіптерге алып келеді.

- Жоғарыда жұмыс істеу қауіптері: бұрғылау алаңында жұмысшылар көп жағдайда биіктікте, лифтілер мен құрылыс конструкциялары үстінде жұмыс істейді. Құлау қаупін азайту үшін міндетті түрде қорғаныс белдіктері мен құлау алатын жүйелер қолданылуы керек.

- Өрт пен жарылыс: бұрғылау барысында шұғыл газдар мен ұшқыш сұйықтықтар оқшауланбаған жағдайда бақылаусыз ауаға шикып, ұшырғыш қайнар көздері әсерінен (жылу, электр ұшқындары) өрт немесе жарылыс қаупін тудырады.

Бұл қауіпті факторлардан қорғану үшін алдын ала талдау жасап, тиісті қауіпсіздік шараларын енгізу керек.

4.2 Превенторды пайдалану кезіндегі қауіпсіздік шаралары

Превентор мен оның жүйесін пайдалану мен техникалық қызметі барысында төмендегідей қауіпсіздік шаралары сақталуы тиіс:

- API стандарттары мен техникалық регламент: Үйлесімді және қауіпсіз жұмыс істеу үшін өнеркәсіптік стандарттар талап етіледі. Мысалы, API RP 53 (БОР жүйелері үшін ұсынылатын практика) және API RP 54 (жер үстілік бұрғылау және қызмет көрсету қауіпсіздігі) стандарттарына сәйкес жұмыс жүргізілуі керек.

- Техникалық қызмет көрсету регламенті: өндірушінің нұсқаулықтары мен API стандарттарына сай алдын ала белгіленген кесте бойынша қызмет көрсету қажет. Мысалы, БОР жүйесін орнатқаннан кейін және әр 14 күн сайын қысымдық сынақ өткізу міндетті (сәйкес шығыс қысымына 5 минут бойы төзе алу). Құбырлардың тығыздығын тексеру, тозған бөлшектерді ауыстыру, қажетті жағдайда майлау жұмыстары да тұрақты жүргізіледі.

- Жеке қорғаныс құралдары (ЖҚҚ): жұмысшыларға міндетті түрде қауіпсіздік каскасы, қорғаныш көзілдірігі, қолғап, қарсылыққа төзімді аяқ киім сияқты жеке қорғаныс жабдықтары берілуі тиіс [osha.gov](https://www.osha.gov). Биіктікте жұмыс істеу кезінде құлау қаупін болдырмау үшін арнайы қауіпсіздік белдігі мен арқан жүйелері қолданылады.

Бұл шаралар превентор жүйесінің сенімділігін арттырып, қауіпті жағдайларды азайтуға мүмкіндік береді.

4.3 Жұмыс орнындағы еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Бұрғылау алаңындағы жұмысшылардың қауіпсіздігін жақсарту үшін кешенді тәсіл қажет. Еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мыналар жатады:

- Оқыту және брифингтер: жұмыскерлерге қауіпсіздік ережелері мен процедуралары міндетті түрде түсіндіріліп, оларға арнайы оқыту өткізіледі. OSHA ұсынымы бойынша, жұмыс алдында қауіпсіздікке қатысты жиындар, жұмысқа қауіп-қатерді талдау (JSA) және жалпы мен тапсырмаға бағытталған тренингтер ұйымдастырылады.

- Ергономика мен жұмыс жоспары: алдын ала жұмыс жоспарын құру, қажетті құралдарды таңдау және материалдарды дұрыс орналастыру арқылы жарақат алу қаупі азайтылуы тиіс. Әр қадамды орындамас бұрын қауіпті бағалау және тиісті құрал-жабдықты пайдалану арқылы қолды, арқаны және көзді зақымдау қаупі төмендетіледі [osha.gov](https://www.osha.gov).

- Қауіпсіздік ережелерін сақтау: жұмыс орнында техниканың пайдалану ережелері, төтенше жағдай нұсқаулықтары мен қауіпсіздік белгілері бар. Мысалы, жоғары кернеулі желілерде жұмыс істеу, тізбектерді тұрақтандыру және құлауды болдырмау үшін тұрақты тексеріп отыру және жарнамалық қоршауларды орнату сияқты шаралар жүргізіледі. Жұмысқа қабылдау алдында қызметкерлерге нұсқаулар мен ережелер нақты баяндалуы тиіс.

Бұл шараларды жүйелі түрде қолдану арқылы бұрғылау алаңындағы еңбек жағдайлары қауіпсіздігі артады және жарақат алу ықтималдығы төмендейді.

4.4 Жетілдіру жұмыстарының экономикалық тиімділігі

Жаңа жылдам алынатын қақпақ енгізу техникалық қызмет көрсету уақыты мен еңбек шығынын едәуір азайтуға мүмкіндік береді. Одан бөлек, жабдықтың тоқтау сағаттары (Non-Productive Time, NPT) қысқарады, бұл бүкіл бұрғылау процессінің тиімділігін арттырады. Мысалы, жұмыстардың ағымдағы сценарийінде әр техникалық қызмет көрсетуде бөлшектерді ажырату мен қайта жинау 70 минутқа дейін созылса, жаңа қақпақпен ол 35 минутқа дейін қысқарады (50% үнем). Бұрғылау жабдығының бос тұру

уақыты қысқарған сайын, жұмысшылар бұрғылауға көбірек уақыт жұмсай алады. Бұл «пайдасыз уақытты» (NPT) азайтып, жалпы жұмыстардың өнімділігін арттырады.

2 Кесте – Жаңа қақпақ қолдану техникасы

Жұмыс элементі	Дәстүрлі әдіс (мин)	Жаңа қақпақ (мин)	Үнем (мин)
Болттарды босату	20	5	15
Инструмент тексеру және тазалау	30	25	5
Болттарды бекіту	20	5	15
Барлығы	70	35	35

Осы кестеден көрініп тұрғандай, жаңа қақпақ қолдану техникалық қызмет көрсету уақытының жартысынан астамын үнемдеуге мүмкіндік береді. Бұл үнемделген уақыт бұрғылау жұмысының тиімділігін арттырады және эксплуатациялық шығындарды қысқартады.

4.5 Жобаны енгізудің шығындары мен үнемділік есебі

Жобаны жүзеге асыру шығындарына жылдам алынатын қақпақтың өндірісі мен сынау жұмыстары кіреді. Төменде шығындардың талдауы көрсетілген:

3 Кесте – шығындардың талдауы

Құн элементі	Сомасы (теңге)
Жаңа қақпақ дизайны мен өндірісі	300 000
Орнату және қысымдық сынақтар	100 000
Қосымша инженерлік жұмыстар мен қажет материалдар	50 000
Барлығы	450 000

4 Кесте – қақпақ енгізу нәтижесінде жылына келетін үнемділік шамамен мынадай есептеледі (Жалпы үнем – 240 000):

Шығын/Үнем	Жылдық (теңге)
Еңбек шығынын үнемдеу	60 000
Жабдықтың бос тұру уақытын үнемдеу	180 000

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста ПУГ-230-35 үлгісіндегі әмбебап сақиналы (аннулярлы) превентордың конструкциясы жан-жақты зерттеліп, оның техникалық сипаттамалары мен қызмет көрсету ерекшеліктері талданды. Қазіргі қолданыстағы қақпақтың болтты (шпилькалы) қосылысының кемшіліктері анықталды: техникалық қызмет көрсетуге көп уақыт пен адам ресурсы кететіні, биікте қауіпсіздік тәуекелдері бар екені және резьбалы бөлшектердің жиі тозатыны көрсетілді.

Аталған мәселелерді шешу мақсатында превентор қақпағының жаңа – болтсыз, жылдам алынатын конструкциясы ұсынылды. Бұл шешім қақпақты арнайы қысқыш механизммен жабуға мүмкіндік береді. Оның негізгі артықшылықтары:

- техникалық қызмет көрсету уақыты мен шығынын едәуір қысқарту;
- биікте жұмыс қауіпсіздігін арттыру;
- герметикалық жабуды сенімді түрде қамтамасыз ету;
- жабдықтың тоқтап тұру уақытын азайту арқылы бұрғылау тиімділігін арттыру.

Жетілдірілген қақпақтың конструкциялық шешімдері сызбалармен және техникалық есептеулермен дәлелденді. Қысым әсерінен қақпаққа түсетін күштер есептеліп, материалдың беріктігіне байланысты көлденең қималар таңдалды. Жаңа қақпақтың қалыңдығы, сақина қимасы және кернеулер қауіпсіздік шегінен аспайтыны анықталды. Сонымен қатар, жобаның еңбек қауіпсіздігі және экономикалық тиімділігі қарастырылды. Енгізілген шешімнің арқасында қызмет көрсету уақыты 50% қысқарып, жобаның өтелу мерзімі шамамен 2 жылды құрайды.

Жалпы алғанда, ұсынылған жетілдіру шешімі өндірістік тұрғыдан тиімді, қауіпсіздік талаптарына сай және отандық бұрғылау техникасының жаңартылуына үлес қосатын инженерлік жоба ретінде бағаланады. Бұл жоба болашақта тәжірибелік сынақтан өткізіліп, нақты өндірістік объектіде қолданысқа енгізілуге жарамды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Грыжук Я. В. и др. (2022). Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния уплотнения кольцевого превентора. – *Production Engineering Archives*, т. 28(4), с. 375–380.
- 2 Ионеску Г. К., Нэ И., Ионеску О. Н. (2015). Повышение качества сборки/разборки и обслуживания превенторов. – *Applied Mechanics and Materials*, т. 555, с. 811–815.
- 3 Zhang Y. et al. (2021). Чувствительность параметров аннулярного превентора к герметизации в условиях газовых скважин. – *Journal of Petroleum Science and Engineering*.
- 4 Li X. et al. (2019). Применение превентора при бурении в осложнённых условиях. – *Journal of Natural Gas Science and Engineering*.
- 5 Huang Y. et al. (2019). Анализ надежности подводных превенторов при мониторинге состояния. – *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*.
- 6 Wang J. et al. (2019). Проектирование и испытания подводных превенторов высокого давления. – *Journal of Loss Prevention*.
- 7 Nae I. и др. (2019). Применение моделирования при проектировании узлов кольцевых превенторов. – *Journal of Engineering Science and Technology Review*.
- 8 Allen M. и др. (2018). Проектирование и изготовление прототипа морского превентора высокого давления. – *JMES&T*, т. 5(11).
- 9 BSEE (2015). Отчет по надежности систем управления превенторами. – *Bureau of Safety and Environmental Enforcement, США*.
- 10 BSEE (2019). Финализированные правила по превенторам и контролю скважин. – *bsee.gov*.
- 11 API Specification 16A (2017). Specification for Drill-through Equipment – стандарт на конструкции превенторов.
- 12 ГОСТ Р 55334-2012. Оборудование противовыбросовое. Общие технические требования – российский стандарт на превенторы.
- 13 Гребенников К. А. (2018). Анализ герметизирующих элементов кольцевых превенторов. – *Вестник ИГиНГТ*, №4.
- 14 Исаев А. Ю. (2017). Повышение надежности эксплуатации превенторного оборудования. – *Нефтегазовое дело*, №2.
- 15 Андреев Н. П. (2020). Проектирование узлов гидравлических систем противовыбросового оборудования. – *Нефтегазовая механика*.
- 16 Рамазанов Т. Н. (2019). Инновационные решения в конструкции кольцевых превенторов ППГ. – *Нефтяное хозяйство*, №11.
- 17 Рахимов И. М. (2018). Прочностной анализ корпуса превентора методом конечных элементов. – *Трубопроводный транспорт*.

- 18 Гольдштейн И. А. (2021). Системы герметизации в превенторах: расчет и материалы. – Машиностроение.
- 19 Eurling R. Sexsmith (2018). Технологические инновации в превенторах. – Offshore Engineer Magazine.
- 20 Журнал «Газовая промышленность» (2017). – Статья: Безопасность при ремонте и обслуживании превенторов высокого давления.
- 21 Mark Allen Group (2018). Инновации в проектировании превенторов. – Offshore Tech Proceedings.
- 22 Захаров И. В. (2019). Герметизирующие материалы для оборудования ПВО. – Полимерные материалы, №3.
- 23 Тимербаев Р. Н. (2021). Повышение герметичности и надежности оборудования ППГ. – Казанский нефтяной журнал.
- 24 Drægebø E. (2014). Maintenance Strategies for Subsea Blowout Preventers. – NTNU, Норвегия.
- 25 Hui L. и др. (2016). FEM-анализ герметизирующего элемента аннулярного превентора. – J. Nat. Gas Sci.
- 26 Ким А. Ю. (2015). Исследование уплотнителей превенторов при высоком давлении. – Известия вузов. Нефть и газ.
- 27 Yasnii V. и др. (2020). Прочностной анализ кольцевых уплотнений превенторов. – Materials Science Forum.
- 28 Шацкий В. И. (2016). Коррозионная стойкость элементов превенторов в агрессивных средах. – Защита металлов.
- 29 Рекомендации по ремонту оборудования ПВО (2018). – Инструкции Минэнерго РФ, ИД-123/18.
- 30 Baker Hughes (2022). Blowout Preventer Maintenance and Safety Protocols. – Технический бюллетень производителя.

ҚОСЫМША А

Өнертабысқа өтінім (патенттік сипаттама жобасы)

Өнертабыс атауы:

ПУГ-230-35 превенторына арналған тез алынатын люк

Өнертабысқа қысқаша сипаттама:

Бұл өнертабыс мұнай-газ саласында қолданылатын ПУГ-230-35 типті әмбебап гидравликалық превенторға арналған қақпақтың (люктің) жетілдірілген түріне жатады. Ұсынылған құрылым қызмет көрсету кезінде тығыздағыш элементтерге жылдам қол жеткізуге мүмкіндік береді, монтаждау және демонтаждау уақытын қысқартады және жалпы пайдалану сенімділігін арттырады.

Өнертабыс саласы:

Ұңғы сағасын апаттық жағдайларда жабу үшін қолданылатын фонтанға қарсы жабдықтар саласы (мұнай-газ бұрғылау технологиялары). Нақтырақ айтқанда — сақиналы (әмбебап) типті превентордың қақпақ конструкциясын жетілдіру.

Өнертабыс мәні:

Өнертабыс люк конструкциясына қатысты, ол келесі негізгі элементтерден тұрады:

- цилиндрлік қақпақ;
- құлақша (тұтқа);
- ашылатын бұрамалы болт (8 дана);
- фланецті жалғау беті.

Ұсынылған люк конструкциясы қақпақты айналдыра ашуға және аз күш жұмсай отырып шешуге мүмкіндік береді. Стандартты конструкциялармен салыстырғанда, бұл шешім 24 шпилька орнына 8 ашылатын болт қолдану арқылы уақытты үнемдейді және ауыр жүк көтергіш жабдықсыз қызмет көрсетуге жол ашады.

Жаңалығы мен артықшылығы:

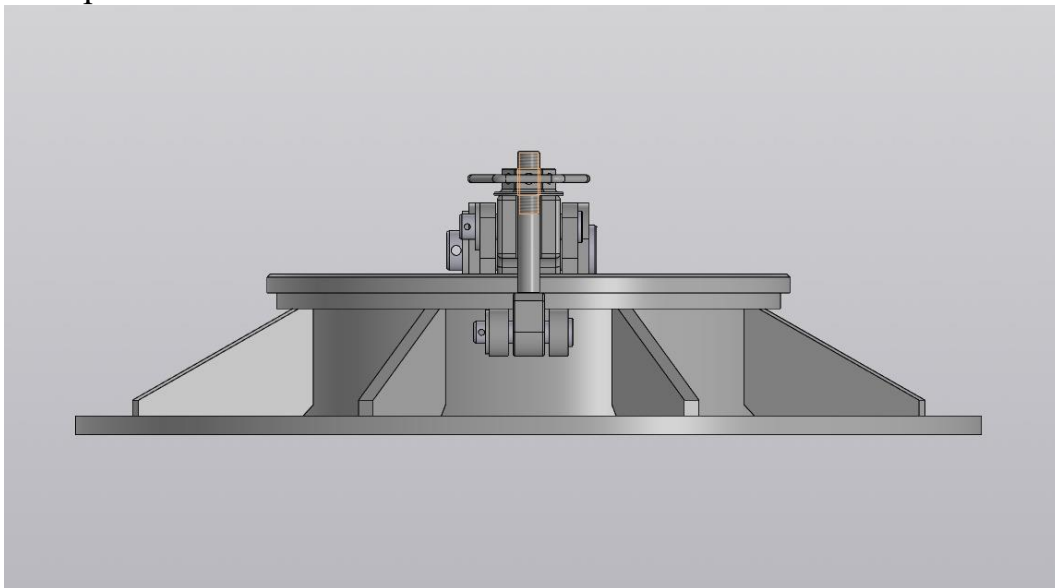
- 1) Қақпақ конструкциясын 8 дана ашылатын болтпен бекіту – жылдам монтаж/демонтаж;
- 2) Құлақша арқылы механикалық иінмен ашылатын жүйе – жұмыс жеңілдігі;
- 3) Құрылым жеңіл әрі ықшам – тасымалдау мен орнату қолайлылығы;
- 4) Тығыздағышқа кіру уақыты 3 есеге дейін қысқарады;
- 5) Стандартты ПУГ-230-35 моделіне оңай интеграциялануы.

Өнертабыс формуласы (тұжырымы):

Превентордың корпусына орнатылатын, цилиндрлік қақпақтан, фланецті

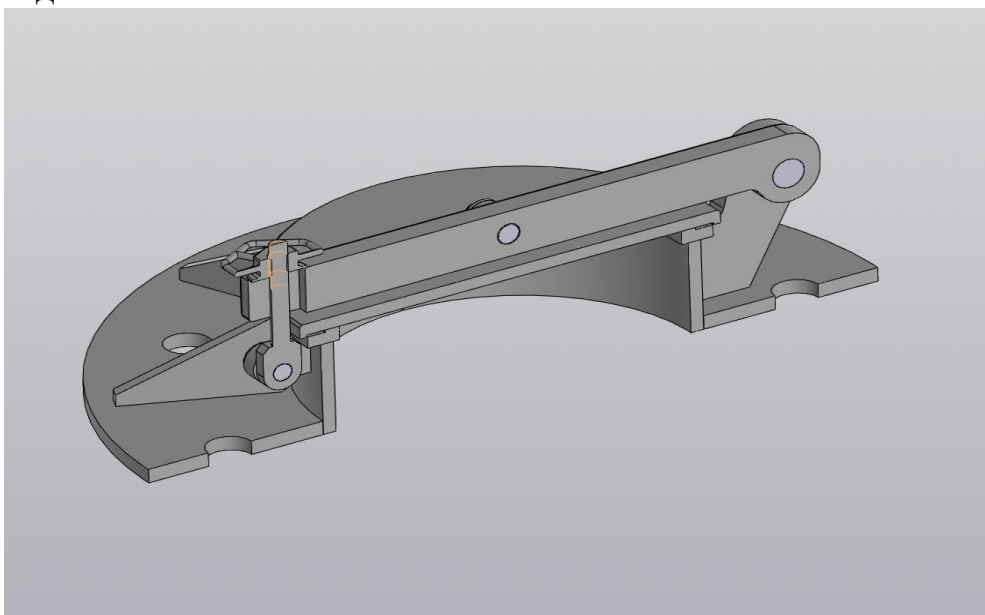
қосылу беттерінен, кемінде 8 дана ашылатын болттан және айналмалы құлақшадан тұратын люк, бұл жерде қақпақ қысымды ортаға төзімді тығыздағыш элементті жауып тұратындай етіп орналасқан, ал болттар мен құлақша арқылы тез шешіліп, қайта орнатыла алады.

Сызбалар:



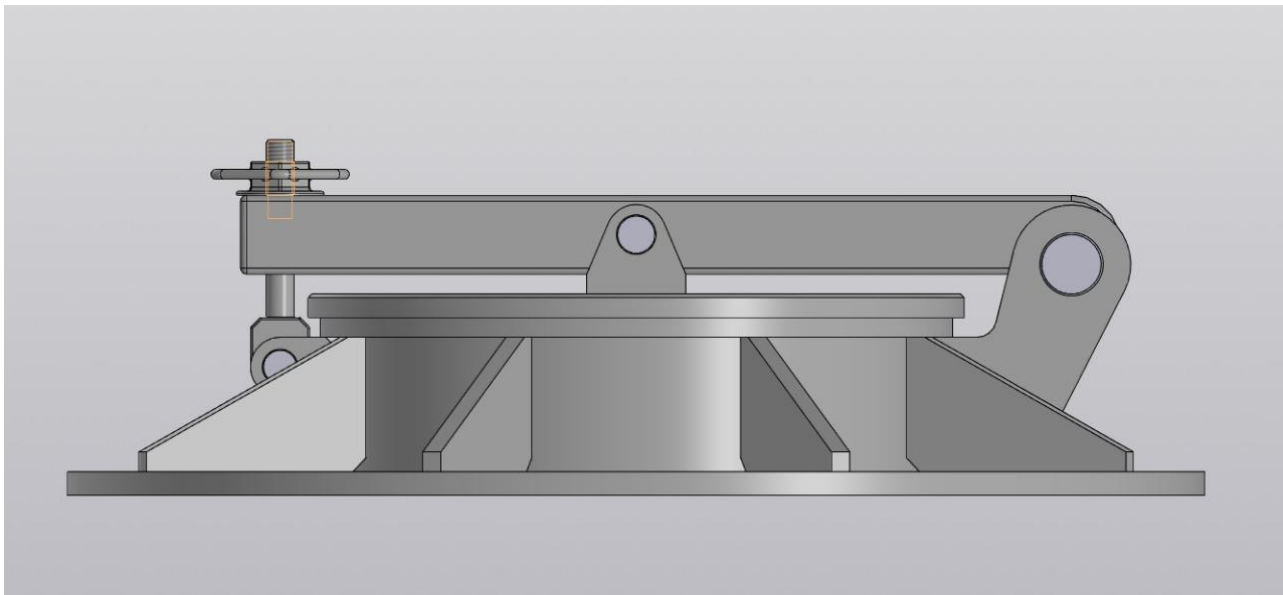
1 Сурет – Люк механизмінің фронтальді 3D көрінісі

Бұл көріністе люк механизмінің жабық күйдегі фронтальді проекциясы көрсетілген. Қақпақ, құлақша және болт элементтері толық орнатылған күйде берілген. Превентор корпусына қатысты қақпақтың орналасуы анық байқалады.



2 Сурет – Люктың ішкі 3D құрылымдық көрінісі (қиық модель)

Жартылай қиылған 3D модель қақпақтың ішкі құрылымын, тірек элементтерін және құлақшаның бекітілу түйінін толықтай бейнелейді. Бұл сурет құрастыру ретін және ішкі жұмыс механизмін түсіндіру үшін қолданылады.



3 Сурет – Люктың бүйірден 3D проекциясы (ашық күй)

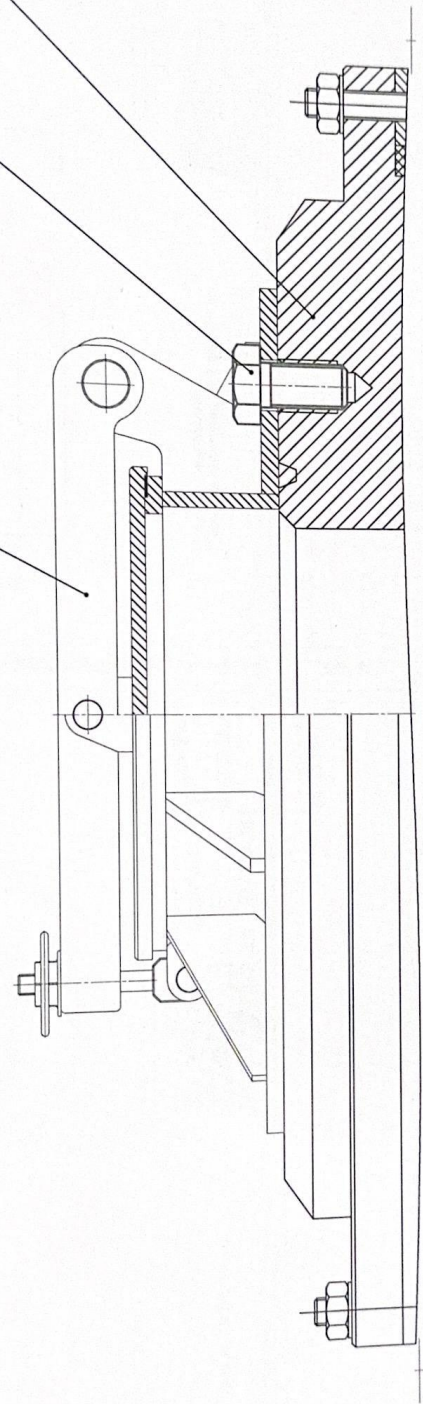
Қақпақтың толық ашылған күйіндегі бүйір көрінісі. Құлақшаның айналу осіне бекітілуі, болттардың орналасуы және тірек жүйесі егжей-тегжейлі көрсетілген. Бұл сызба люктің функционалдығын визуалды түрде дәлелдейді.

Ұсынылған люк конструкциясы ПУГ-230-35 превенторы үшін техникалық қызмет көрсету тиімділігін арттырып, өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз етеді. Бұл шешім жаңа өнертапқыштық деңгейге ие және Қазақстан Республикасының зияткерлік меншік заңнамасына сәйкес патентпен қорғалуы мүмкін.

Болт М32
8 дана

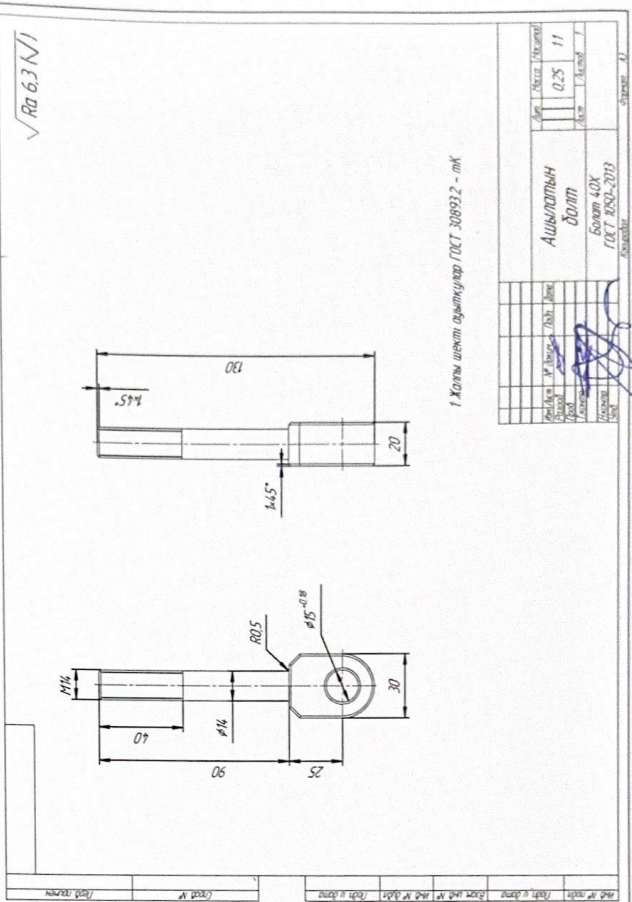
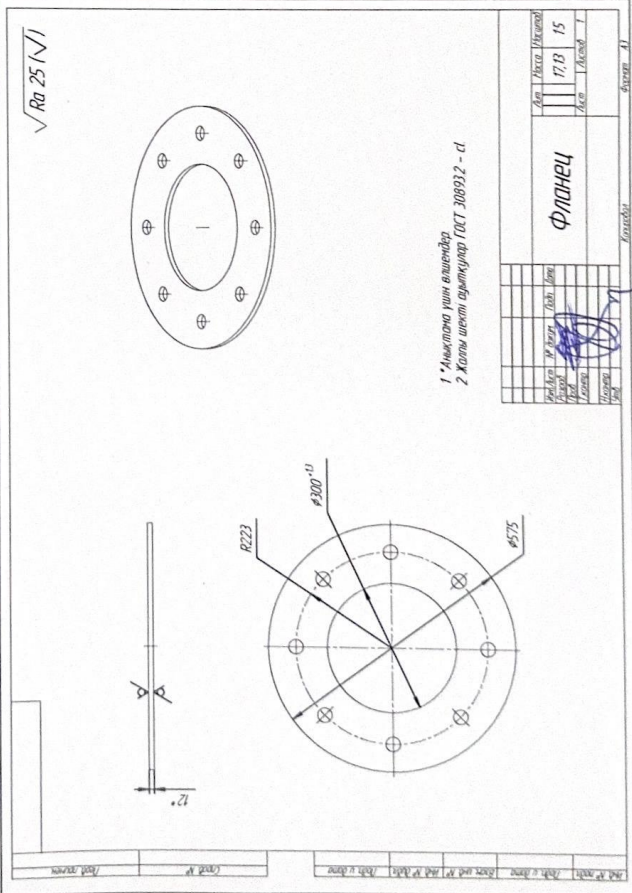
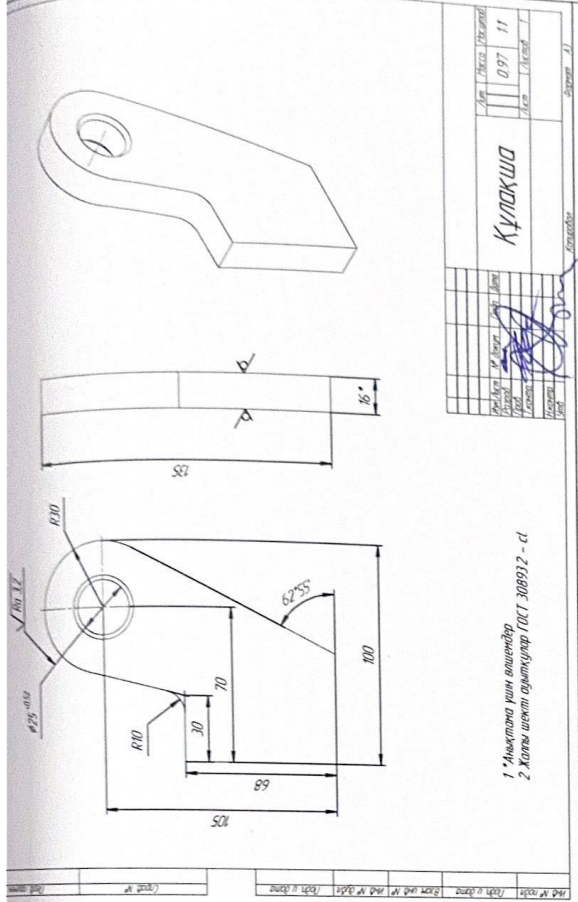
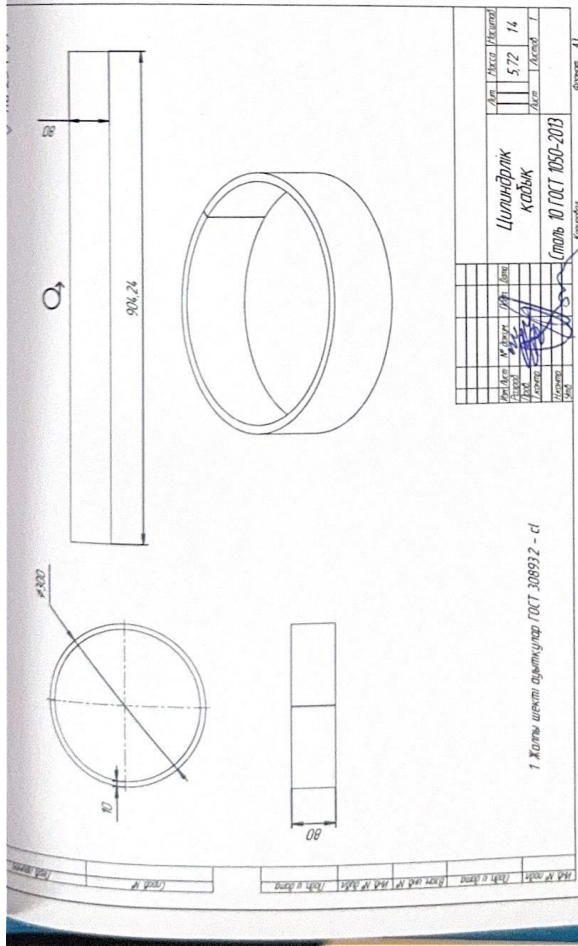
Лок

Превентор



Имя	Фамилия	Подпись
Лектор	Организация	
Дата	Место	Лист
11.5	1	1

Имя	Фамилия	Подпись
Лектор	Организация	
Дата	Место	Лист
11.5	1	1



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

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

Автор: Нуржанов Ержигит

Тақырыбы: ПУГ-230-35 әмбебап превенторын жетілдіру

Жетекшісі: Сайын Бөртебаев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 0.1

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0

Дәйексөз (35): 0.4

Өріптерді ауыстыру: 485

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

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

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

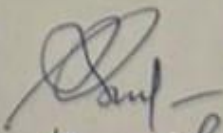
☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

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

Негіздеме:

Күні 09.06.2015

Кафедра меңгерушісі


Камев Б.З.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нуржанов Ержигит

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ПУГ-230-35 эмбебап превенторын жетілдіру

Научный руководитель: Сайын Бортебаев

Коэффициент Подобия 1: 0.1

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 485

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

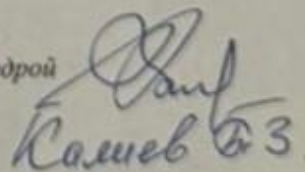
☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

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

☐ Обоснование:

Дата 10.06.2015

Заведующий кафедрой


Кашев БЗ.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нуржанов Ержигит

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: ПУГ-230-35 әмбебап превенторын жетілдіру

Научный руководитель: Сайын Бортебаев

Коэффициент Подобия 1: 0.1

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 485

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

☐ Обоснование:

Дата

10.06.2025

проверяющий эксперт

Сарабаев С.С.