БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.ГМІ-64.00.00.000 ПЗ

Група ГМІ-22-1

Іван Котенко

2026

Міністерство освіти і науки України

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра нафтогазових машин та обладнання

Котенко Іван Сергійович
(прізвище, ім'я, по-батькові)

УДК 622.276

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Підвищення ефективності роботи плашкових превенторів при бурінні

(назва роботи)

Інжиніринг і сервісне обслуговування нафтогазових машин та обладнання
(назва освітньої програми)

133 – «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва спеціальності)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач освітнього ступеня І.С. Котенко
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник
Мосора Юрій Романович
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

проф. Я.С. Гриджук
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ – 2026 рік

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Інститут *ІІМ* Кафедра *нафтогазових машин та обладнання*
Спеціальність *133 – Галузеве машинобудування*
ОПП *«Інжиніринг і сервісне обслуговування нафтогазових машин та обладнання»*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри НГО

_____доц. Федорович Я.

"___"_____2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Студенту Котенку Івану Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи **Підвищення ефективності роботи плашкових превенторів при бурінні**

Затверджена наказом № _____ від _____ р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи 18.06.2026 р.

3 Вихідні дані до роботи: документація яка стосується будови, принципу дії, експлуатації, обслуговування, технічної діагностики противикидного обладнання, що використовуються під час спорудження нафтових і газових свердловин.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань)

Вступ. 1 Аналіз умов спорудження свердловини. 2 Огляд конструкцій плашкових превенторів та вибір противикидного обладнання для спорудження свердловини. 3 Розрахункова частина. 4 Розроблення заходів з підвищення ефективності роботи плашкових превенторів при бурінні свердловини. 5 Монтаж, випробування та експлуатація противикидного обладнання. 6 Охорона праці та навколишнього середовища. Висновки. Перелік посилань на джерела.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень)

5.1 Схема противикидного обладнання - 1 арк. Формату А1

5.2 Превентор плашковий. - 1 арк. Формату А1

5.3 Превентор універсальний - 1 арк. Формату А1
5.4 Графічні залежності, ілюстрації, результати дослідження тощо – 2 - 3 арк. Формату А1

6 Консультанти по роботі (за необхідністю).

Розділ	**Консультант**	**Підпис, дата**	
		Завдання видав	**Завдання прийняв**

6 Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
Вступ. 1 Аналіз умов спорудження свердловини. 2 Огляд конструкцій плашкових превенторів та вибір противикидного обладнання для спорудження свердловини.	12.04.2026 р.	
3 Розрахункова частина. 1- 2 аркуші графічної частини	12.05.2026 р.	
4 Розроблення заходів з підвищення ефективності роботи плашкових превенторів при бурінні. 3 - 4 аркуші графічної частини	18.05.2026 р.	
5 Монтаж, випробування та експлуатація противикидного обладнання. 5 аркуш графічної частини	25.05.2026 р.	
6 Охорона праці та навколишнього середовища. Висновки. Перелік посилань на джерела. 6 аркуш графічної частини	18.06.2026 р.	
Кінцеве оформлення	18.06.2026 р.	

Студент _____/__Іван Котенко

Особистий підпис Розшифровка підпису

Керівник роботи _____ **/** Юрій Мосора **/**

Особистий підпис Розшифровка підписа

Реферат

Бакалаврська робота Котенка Івана Сергійовича на тему «Підвищення ефективності роботи плашкових превенторів при бурінні» виконана на 51 сторінках формату А4. До складу роботи входять 6 розділів, 8 таблиць, 6 рисунків, 8 додатків та перелік використаних джерел із 10 найменувань. Графічна частина представлена 6 аркушами формату А1.

Мета роботи – підвищити безпеку та ефективність функціонування плашкового превентора під час буріння свердловини №101 Гадяцького родовища. Для цього пропонується замінити ручну систему фіксації плашок на гідравлічну з можливістю дистанційного керування.

У роботі проаналізовано геолого-технічні умови спорудження свердловини. На основі цього аналізу визначено ключові параметри противикидного обладнання: умовний прохід – 350 мм, робочий тиск – 21 МПа, виконання – К1 (корозійностійке). Виконано порівняльний огляд серійних моделей плашкових превенторів провідних світових виробників – Cameron Type U, Shaffer LWS, Hydril SR, ППГ 350×21 К1.

У спеціальному розділі детально описано будову, комплектацію та принцип роботи превентора ППГ 350×21 К1. Розроблено два технічні рішення для підвищення його ефективності. Перше – впровадження гідравлічного клинового фіксатора, що дозволяє керувати процесом блокування плашок дистанційно і скорочує час операції. Друге – нанесення на «дзеркало» корпуса антифрикційного покриття на основі дисульфіду молібдену, яке знижує силу тертя і підвищує запас надійності.

Розрахункова частина включає визначення зусиль, що діють на плашки під час закриття та відкриття превентора, а також розрахунок параметрів гідравлічного фіксатора. Крім того, обчислено вертикальний габарит стовбурної збірки та випробувальні тиски для перевірки герметичності.

Окремі розділи присвячено технології монтажу, випробувань та експлуатації модернізованого ПВО. Розглянуто потенційні небезпечні фактори та запропоновано заходи безпеки.

Ключові слова: плашковий превентор, противикидне обладнання, ППГ 350×21 К1, гідравлічний клиновий фіксатор, антифрикційне покриття, фонтанна безпека.

Summary

Bachelor's thesis by Ivan Kotenko on the topic "Increasing the efficiency of ram blowout preventers during drilling" is completed on 51 pages of A4 format. The work consists of 6 chapters, 8 tables, 6 figures, 8 appendix, and a list of references with 10 items. The graphic part is presented on 6 sheets of A1 format.

The aim of the work is to increase the safety and efficiency of the ram blowout preventer during drilling of well No. 101 at the Hadyach field. To achieve this, it is proposed to replace the manual ram locking system with a hydraulic one with remote control capability.

The work analyzes the geological and technical conditions of well construction. Based on this analysis, the key parameters of blowout prevention equipment are determined: nominal bore – 350 mm, working pressure – 21 MPa, corrosion-resistant version K1. A comparative review of serial models of ram blowout preventers from leading global manufacturers – Cameron Type U, Shaffer LWS, Hydril SR, PPG 350×21 K1 – has been performed.

The special section describes in detail the design, configuration, and operating principle of the ППГ 350×21 К1 preventer. Two technical solutions have been developed to improve its efficiency. The first is the implementation of a hydraulic wedge lock, which allows remote control of the ram locking process and reduces the operation time. The second is the application of an antifriction coating based on molybdenum disulfide to the housing "mirror," which reduces friction force and increases the safety margin.

The calculation section includes the determination of forces acting on the rams during closing and opening of the preventer, as well as the calculation of hydraulic lock parameters. Additionally, the vertical clearance of the stack assembly and test pressures for leak testing have been calculated.

Separate sections are devoted to the technology of installation, testing and operation of the modernized BOP. Potential hazardous factors are considered and safety measures are proposed.

Keywords: ram blowout preventer, blowout prevention equipment, ППГ 350×21 К1, hydraulic wedge lock, antifriction coating, wellhead safety

Зміст

ВСТУП 7

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ УМОВ СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИНИ 9

1.1. Загальна характеристика свердловини №101 Гадяцького родовища 9

1.2. Конструкція свердловини 9

1.3. Очікувані пластові тиски та газопрояви 11

1.4. Параметри бурового розчину та їх вплив на корозійну стійкість 12

1.5. Вибір основних параметрів противикидного обладнання 13

РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ПЛАШКОВИХ ПРЕВЕНТОРІВ ТА ВИБІР ПРОТИВИКИДНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИНИ 16

2.1. Призначення та класифікація плашкових превенторів 16

2.2. Порівняльна характеристика серійних моделей плашкових превенторів 16

2.3. Вибір прототипа превентора 20

2.4. Вибір колонної головки 21

2.5. Вибір типової схеми ПВО та допоміжного обладнання 21

2.6. Розрахунок вертикального габариту стовбурної збірки 22

2.7. Гідравлічне випробування ПВО 22

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА 24

3.1. Визначення зусиль, що діють на плашки превентора при закритті 24

3.2. Розрахунок гідравлічного клинового фіксатора 25

3.3. Розрахунок зусилля відкриття превентора під тиском 26

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПЛАШКОВИХ ПРЕВЕНТОРІВ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИНИ 28

4.1. Аналіз недоліків штатної системи фіксації плашок 28

4.2. Модернізація плашкового превентора 28

РОЗДІЛ 5. МОНТАЖ, ВИПРОБУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПРОТИВИКИДНОГО ОБЛАДНАННЯ З УРАХУВАННЯМ МОДЕРНІЗАЦІЙ 33

5.1. Загальні положення 33

5.2. Підготовчі роботи 33

5.3. Послідовність монтажу стовбурної збірки 34

5.4. Монтаж маніфольду та системи гідрокерування 35

5.5. Випробування ПВО після монтажу 37

5.6. Впровадження модернізацій плашкового превентора 39

5.7. Експлуатація ПВО в різних режимах 41

5.8. Технічне обслуговування та періодичність перевірок 42

ВИСНОВКИ 48

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 50

Додатки 51

ВСТУП

Забезпечення фонтанної безпеки при бурінні нафтових і газових свердловин є однією з найважливіших проблем нафтогазової галузі України. Аналіз аварійності свідчить, що значна частина відкритих фонтанів (понад 20%) виникає через неефективну роботу або відмови противикидного обладнання (ПВО), зокрема плашкових превенторів.

Особливо гостро ця проблема стоїть при бурінні глибоких свердловин з високими пластовими тисками та корозійно-активним середовищем, до яких належить свердловина №101 Гадяцького родовища (проектна глибина 5500 м, наявність 10% NaCl у буровому розчині, можливі газопрояви). Тому підвищення ефективності роботи плашкових превенторів шляхом їх модернізації є актуальним науково-технічним завданням.

Метою бакалаврської роботи є підвищення ефективності та безпеки роботи плашкового превентора при бурінні свердловини №101 Гадяцького родовища шляхом заміни ручного механізму фіксації плашок на гідравлічний з дистанційним керуванням.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати геолого-технічні умови спорудження свердловини та визначити вимоги до противикидного обладнання;
- виконати огляд серійних конструкцій плашкових превенторів та обрати прототип;
- розробити заходи щодо підвищення ефективності роботи плашкових превенторів шляхом модернізації окремих його вузлів;
- провести необхідні інженерні розрахунки (зусилля, діаметри, міцність) та підібрати матеріали для роботи в корозійному середовищі;
- розробити рекомендації з монтажу, випробувань та експлуатації модернізованого превентора;
- оцінити вплив модернізації на безпеку праці

Об’єкт дослідження – процес герметизації гирла свердловини плашковим превентором в умовах газопрояву. Предмет дослідження – механізм фіксації

плашок та його модернізація шляхом впровадження гідравлічного клинового фіксатора.

У роботі використано аналітичні методи розрахунку (гідравлічні, механічні, міцнісні), порівняльний аналіз конструкцій та техніко-економічне оцінювання.

Запропонований вузол гідравлічної фіксації дозволяє виключити присутність персоналу біля гирла свердловини під час фіксації плашок, скоротити час операції та підвищити рівень фонтанної безпеки. Результати можуть бути використані при модернізації плашкових превенторів на бурових підприємствах України.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ УМОВ СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИНИ

1.1. Загальна характеристика свердловини №101 Гадяцького родовища

Об’єктом дослідження є свердловина №101, яка проектується на Гадяцькому родовищі. Згідно з геолого-технічним нарядом (ГТН), буріння свердловини здійснюється роторним способом з проектною глибиною 5500 м з метою пошуку газоносного горизонту.

Для спорудження свердловини використовується бурова установка «Уралмаш НБО-Д» (модернізована), оснащена вишкою ВБ-53×320М1 вантажопідйомністю 320 т, ротором Р-700 (допустиме навантаження 500 т) та двома буровими насосами УНБ-600А.

Геологічний розріз родовища характеризується наявністю кількох продуктивних горизонтів на різних глибинах, нестійкими породами в інтервалах, а також можливими газопроявами на глибинах понад 4000м. Ці фактори безпосередньо впливають на вибір типу та параметрів противикидного обладнання.

1.2. Конструкція свердловини

Конструкція свердловини визначає кількість, діаметри та глибини спуску обсадних колон. Вона є основою для вибору типорозміру колонної головки та умовного проходу блоку превенторів. Згідно з ГТН, передбачено спуск п’яти обсадних колон (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Конструкція свердловини №101

№	Найменування обсадної колони	Діаметр, мм	Глибина спуску, м
1	Направлення	426	370
2	Кондуктор	324	2530
3	Проміжна колона	245	5050

№	Найменування обсадної колони	Діаметр, мм	Глибина спуску, м
4	Технічна проміжна колона	194	5330
5	Експлуатаційна колона	168/140	5500

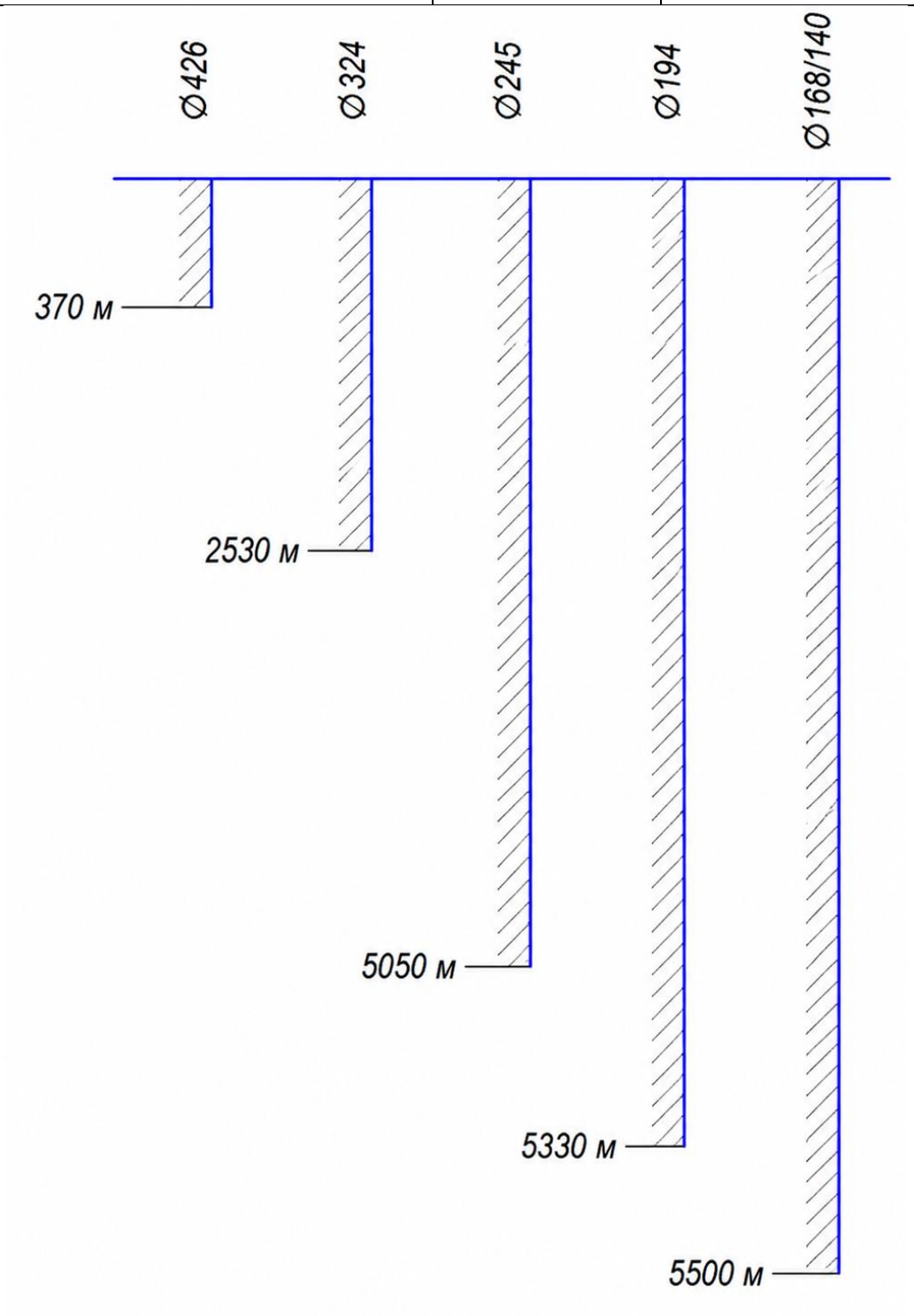


Рисунок 1.1 – Конструкція свердловини №101 Гадяцького родовища

Направлення діаметром 426 мм спускається для перекриття верхніх нестійких порід і захисту гирла. Кондуктор діаметром 324 мм встановлюється до глибини 2530 м для ізоляції верхніх водоносних горизонтів.

Проміжна колона діаметром 245 мм спускається до 5050 м для перекриття зон ускладнень (газопрояви, поглинання). Технічна проміжна колона діаметром 194 мм слугує для додаткового кріплення стовбура перед входом у продуктивний горизонт і на гирлі окремо не обв'язується.

Експлуатаційна колона складається з основної частини діаметром 168 мм та хвостовика діаметром 140 мм, спускається до проектної глибини 5500 м.

Для вибору умовного проходу блоку превенторів визначальним є діаметр найбільшого долота, яке використовується при бурінні. Згідно з ГТН, буріння під колону діаметром 245 мм ведеться долотом 295,3 мм. Отже, умовний прохід превенторів повинен бути не меншим за 295,3 мм.

1.3. Очікувані пластові тиски та газопрояви

Пластовий тиск є головним фактором, що визначає робочий тиск противикидного обладнання.

У таблиці 1.2 наведено очікувані тиски на гирлі в кінці кожного інтервалу буріння згідно з ГТН.

Таблиця 1.2 – Очікувані тиски на гирлі

Інтервал, м	Колона, мм	Тиск на гирлі, МПа
0 – 370	426	2 – 3
370 – 2530	324	5 – 8
2530 – 5050	245	8 – 12
5050 – 5330	194	9 – 13
5330 – 5500	168/140	10 – 14

Максимальний очікуваний тиск на гирлі становить 14 МПа. Оскільки нормативний ряд робочих тисків для противикидного обладнання включає 7, 14, 21, 35 МПа, найближчим більшим стандартним значенням є 21 МПа.

Такий 50% запас міцності є обґрунтованим для глибокої газової свердловини, оскільки під час газопрояву тиск на гирлі може короткочасно перевищувати пластовий, а операції глушіння вимагають додаткового регулювання тиску дроселем.

Згідно з примітками ГТН, на інтервалі 2530 – 5500 м можливі газопрояви. Це вимагає обов’язкового використання універсального превентора, здатного герметизувати замки та муфти бурильних труб без заміни плашок, а також застосування системи гідрокерування з мінімальним часом спрацювання (не більше 30 секунд).

1.4. Параметри бурового розчину та їх вплив на корозійну стійкість

Буровий розчин виконує функції очищення вибою, охолодження долота та створення гідростатичного тиску, але його хімічний склад може впливати на корозійну активність середовища. У таблиці 1.3 наведено параметри бурового розчину по інтервалах згідно з ГТН.

Таблиця 1.3 – Параметри бурового розчину

Колона, мм	ρ, кг/м³	T, с	B,см³/30 хв	СНЗ, дПа	NaCl, %	Нафта, %
426	1120	60-100	6-8	20-30/25-40	–	–
324	1140	35-50	5-6	10-20/25-40	–	–

Колона, мм	ρ, кг/м³	T, с	B,см³/30 хв	СНЗ, дПа	NaCl, %	Нафта, %
245	1180	30-90	5-8	10-20/15-30	10	10
194	1430	40-80	4-6	5-10/10-30	–	10
168/140	1190	40-80	4-6	5-10/10-30	–	–

Найбільш критичним з точки зору корозійної активності є інтервал 2530–5050 м (колона діаметром 245 мм), де буровий розчин містить 10% хлориду натрію (NaCl) та 10% нафти.

Хлорид-іони викликають точкову корозію вуглецевих сталей, що може призвести до утворення глибоких локальних ушкоджень та раптового руйнування корпусних деталей ПВО під високим тиском.

Відповідно до ДСТУ ГОСТ 13862:2018 та ДСТУ ГОСТ 30196-2002, для роботи в корозійно-активних середовищах з підвищеним вмістом солей передбачено виконання обладнання К1.

Тому все устьове обладнання (колонна головка, превентори, маніфольд) повинно бути виконане у виконанні К1.

1.5. Вибір основних параметрів противикидного обладнання

На основі проведеного аналізу геолого-технічних умов визначено наступні ключові параметри для вибору комплексу ПВО:

- Умовний прохід D_y=350 (за діаметром долота 295,3 мм, згідно з параметричним рядом ДСТУ ГОСТ 13862:2018).

- Робочий тиск $P_у$=21 (із запасу до максимального 14 МПа, за параметричним рядом стандарту).
- Виконання – К1 (корозійно-стійке, через наявність 10% NaCl).
- Типова схема – превенторний блок №6 та маніфольд №6 (забезпечує наявність універсального превентора, двох плашкових превенторів та дистанційне керування засувками).

Цифрове позначення типової схеми ОП згідно з п. 4.4 ГОСТ 13862-2003 – 66. Повне умовне позначення комплексу ПВО: ОП66-350×21 К1.

У якості основних плашкових превенторів обрано превентори ППГ 350×21 К1 типорозміру 13-5/8 (346 мм) на робочий тиск 5000 psi (~34,5 МПа), що з запасом перекривають необхідні 21 МПа і відповідають корозійному виконанню К1.

Верхній превентор комплектується трубними плашками Ø203 мм (під максимальний діаметр обважнених бурильних труб за ГТН), нижній – глухими плашками. Універсальний превентор – ПУ 350×21 К1, маніфольд – МПБ6-80×21 К1, система гідрокерування – ГУП-100Бр-2.

Отже було проведено аналіз геолого-технічних умов буріння свердловини №101 Гадяцького родовища: проектна глибина 5500 м, роторне буріння, можливі газопрояви в інтервалі 2530–5500 м.

Максимальний очікуваний тиск на гирлі становить 14 МПа, що відносить свердловину до категорії нормальних тисків. Для забезпечення запасу міцності обрано робочий тиск ПВО 21 МПа.

Найбільший діаметр долота – 295,3 мм, тому умовний прохід блоку превенторів повинен бути 350 мм.

Буровий розчин в інтервалі 2530–5050 м містить 10% NaCl, що створює корозійно-активне середовище. Все обладнання ПВО повинно мати корозійно-стійке виконання К1.

Можливі газопрояви обумовлюють вибір типової схеми ОП66, яка включає універсальний превентор та дистанційне керування.

Як основні плашкові превентори прийнято ППГ 350×21 К1 (типорозмір 13-5/8″, 5000 psi), що відповідають вимогам D_y=350 мм, P_y=21 МПа та виконанню К1.

РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ПЛАШКОВИХ ПРЕВЕНТОРІВ ТА ВИБІР ПРОТИВИКИДНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИНИ

2.1. Призначення та класифікація плашкових превенторів

Плашкові превентори відносяться до основних елементів противикидного обладнання і призначені для герметизації гирла свердловини як наявності в ній бурильної колони, так і при її відсутності. Свою назву вони отримали від основних робочих органів – змінних плашок.

Залежно від типу задачі превентор може комплектуватися трубними плашками (для герметизації навколо труб) або глухими плашками (для повного перекриття свердловини).

Плашкові превентори класифікуються за:

- умовним проходом (D_y);
- робочим тиском (P_y);
- типом приводу (гідравлічний, ручний, комбінований);
- кількістю рядів плашок (одинарні, подвійні);
- виконанням за корозійною стійкістю (звичайне, К1, К2, К3).

Для свердловини №101 (D_y=350 мм, P_y=21 МПа, корозійне виконання К1) розглянуто найбільш поширені у світовій практиці моделі плашкових превенторів, а також їх вітчизняні аналоги.

2.2. Порівняльна характеристика серійних моделей плашкових превенторів

Модель Cameron Type U є найпоширенішим плашковим у світовій нафтогазовій промисловості. Він доступний для умовних проходів у діапазоні від 7 1/16 дюйма до 26 3/4 дюйма і розрахований на робочий тиск до 15000 psi. (Рисунок 2.1 - Cameron Type U)

Корпус цього превентора виготовляють куванням, він має овальну форму, що знижує навантаження на кришку. Плашки самоущільнюються під дією свердловинного тиску, герметичність зростає з підвищенням тиску.

Превентор має гідравлічне відкриття кришок, що спрощує заміну плашок. Для дистанційної фіксації плашок у закритому положенні передбачені гідравлічні клинові фіксатори (wedgelocks), які механічно утримують плашки навіть після скидання тиску в гідросистемі.

Сертифікований за стандартами API 16A та NACE MR-0175, що підтверджує придатність до роботи в корозійних середовищах (у т.ч. з 10% NaCl). Для типорозміру 13-5/8″ (D_y≈350 мм) робочий тиск становить 5000 psi (≈34,5 МПа), що з запасом перекриває необхідні 21 МПа.

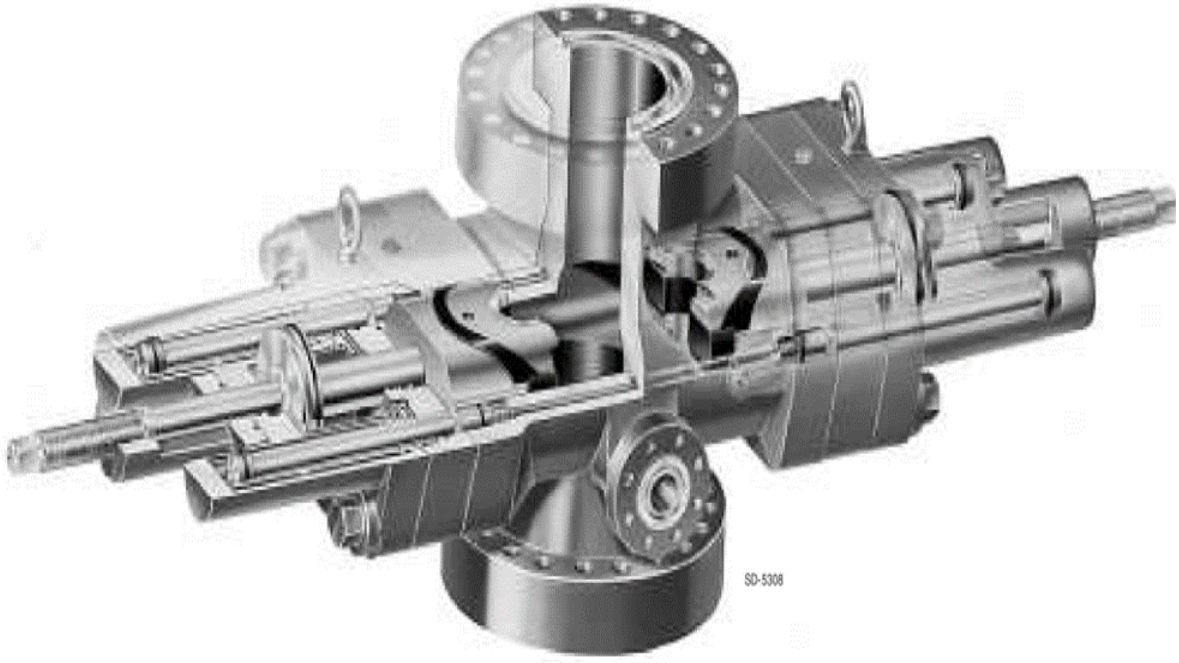


Рисунок 2.1 - Cameron Type U

Превентор Shaffer LWS (NOV, США). Корпус – литий, полегшеної конструкції. Плашки збірні, самоущільнюються. Для фіксації плашок передбачено ручне блокування Manu-Loc (обертанням спеціального вала). (Рисунок 2.2 - Превентор Shaffer LWS). Опційно може встановлюватися автоматична система фіксації Pos-Lock.

Відсутнє гідравлічне відкриття кришок – заміна плашок потребує ручних інструментів. За тих самих параметрів (D_y=350 мм, P_y=21 МПа) має більшу масу та складніший доступ до ущільнень.

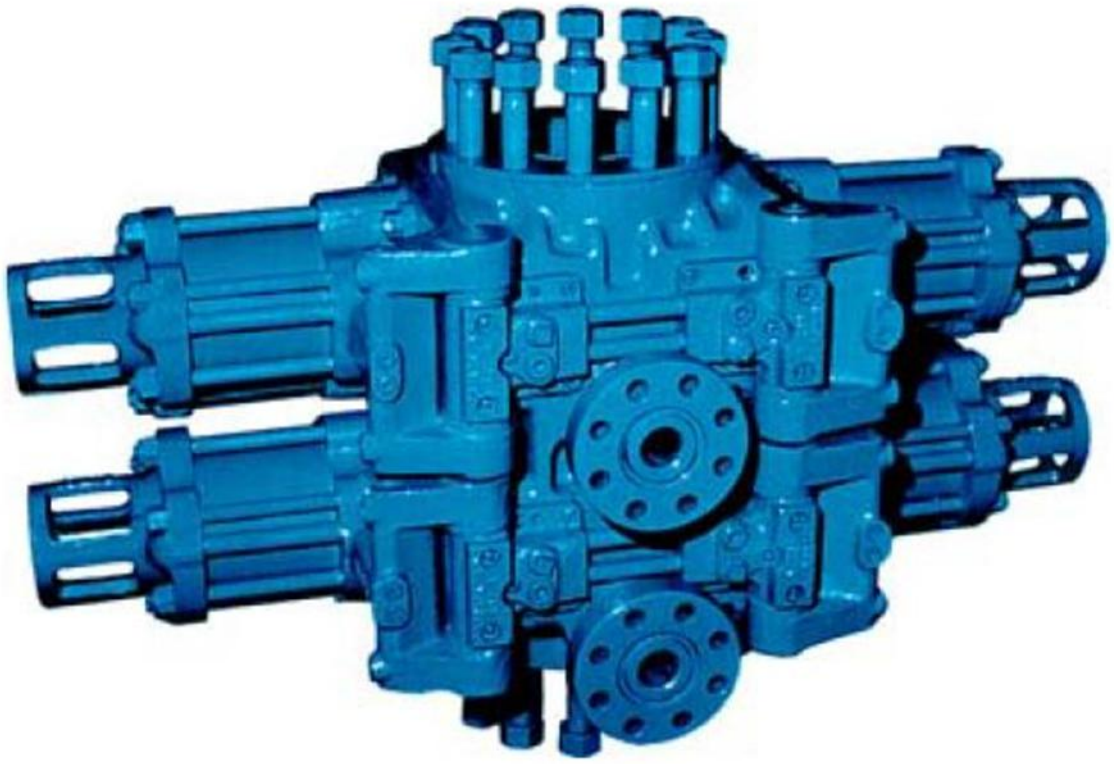


Рисунок 2.2 - Превентор Shaffer LWS

Превентор Hydril SR (НМН, США). Корпус – литий. Конструктивною особливістю є змінне «дзеркало» у верхній частині корпуса, яке можна замінити без демонтажу превентора (Рисунок 2.3 - Превентор Hydril SR).

Це спрощує ремонт, але створює додаткові потенційні витоки. Система ручного блокування вбудована в поршень. Для роботи в агресивному середовищі потребує додаткових захисних покриттів.

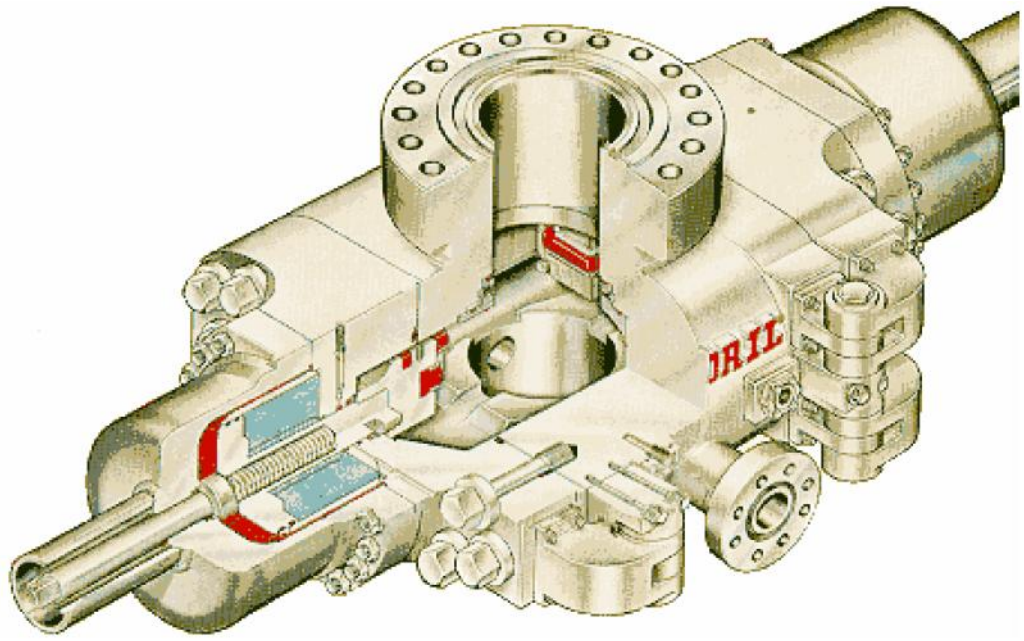


Рисунок 2.3 - Превентор Hydril SR

Плашковий превентор ППГ 350×21 К1. Є прямим аналогом Cameron Type U за основними параметрами. Корпус – литий. Керування – гідравлічне (тиск 10 МПа) з ручним дублюванням. (Рисунок 2.4 - Плашковий превентор ППГ 350×21 К1)

Фіксація плашок – ручна гвинтова (вбудований гвинт у штоку). Виконання К1 забезпечує роботу в корозійному середовищі (10% NaCl).

Має меншу вартість порівняно з імпортними аналогами, але поступається їм за зручністю обслуговування (відсутність гідравлічного відкриття кришок, ручна фіксація).



Рисунок 2.4 - Плашковий превентор ППГ 350×21 К1

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика плашкових превенторів

Показник	Cameron Type U	Shaffer LWS	Hydril SR	ППГ 350×21 К1
Тип корпусу	кований	литий	литий	литий
Dy, мм	350	350	350	350
Ру, МПа	21	21	21	21
Корозійне виконання К1	так (NACE)	обмежено	обмежено	так
Гідравлічне відкриття кришок	так	ні	ні	ні
Дистанційна фіксація плашок	так (wedgelocks)	ні (ручна)	ні (ручна)	ні (ручна)
Маса, кг ≈	2540	3500	950	2540

2.3. Вибір прототипа превентора

Для умов свердловини №101 (глибоке газове буріння, наявність 10% NaCl, необхідність дистанційного керування фіксацією плашок) найбільш підходящим є Cameron Type U з наступних причин:

- кований корпус – забезпечує більшу монолітність та стійкість до корозійного розтріскування;
- наявність гідравлічних клинових фіксаторів – дозволяє дистанційно блокувати плашки, виключаючи присутність персоналу біля гирла під час газопрояву;

- сертифікація за NACE MR-0175 – офіційне підтвердження придатності для роботи в агресивних середовищах;
- гідравлічне відкриття кришок – скорочує час на заміну плашок та технічне обслуговування.

2.4. Вибір колонної головки

Колонна головка призначена для обв'язки обсадних колон, герметизації міжтрубного простору та контролю тиску в ньому.

Згідно з конструкцією свердловини (табл. 1.1), на гирло виводяться колони діаметрами 426, 324, 245 та 168/140 мм (колона 194 мм є технічною проміжною).

За ДСТУ ГОСТ 30196-2002, для обв'язки чотирьох колон призначений тип ОКК3. Робочий тиск – 21 МПа (найближчий більший до 14 МПа з параметричного ряду). Виконання – К1 (корозійне, для середовищ з підвищеним вмістом солей).

Прийнято колонну головку ОКК3-21×168×245×324×426 (К1). Її технічні характеристики:

- робочий тиск: 21 МПа;
- випробувальний тиск: 31,5 МПа (1,5·21);
- висота загальна: 1780 мм, без верхньої секції: 1105 мм;
- маса: 1885 кг.

2.5. Вибір типової схеми ПВО та допоміжного обладнання

Згідно з ДСТУ ГОСТ 13862:2018, для параметрів D_y=350 мм, P_y=21 МПа та газової свердловини вибираємо:

- типову схему превенторного блока №6
- типову схему маніфольду №6.

Цифрове позначення типової схеми ОП – 66, повне умовне позначення комплексу ПВО: ОП66-350×21 К1.

Склад обладнання:

- універсальний превентор: ПУ 350×21 К1 (висота 1050 мм, маса 2640 кг);

- плашкові превентори (два): ППГ 350×21 К1 (висота 400 мм, маса 2540кг кожний) – верхній з трубними плашками ∅203 мм, нижній з глухими плашками;
- маніфольд: МПБ6-80×21 К1 (D_y=80 мм, P_y=21 МПа, маса 8628 кг);
- станція гідрокерування: ГУП-100Бр-2 (робочий тиск 10 МПа, кількість керуючих вузлів 6).

2.6. Розрахунок вертикального габариту стовбурної збірки

Сумарна висота обладнання (з урахуванням нижніх секцій колонної головки, верхньої секції, хрестовини, двох плашкових превенторів, універсального превентора, зливної воронки та просвіту для пневмоклинів ротора) становить:

- нижні секції колонної головки: 250 мм;
- верхня секція колонної головки: 500 мм;
- устьова хрестовина: 150 мм;
- нижній плашковий превентор (глухий): 400 мм;
- верхній плашковий превентор (трубний): 400 мм;
- універсальний превентор: 1050 мм;
- зливна воронка: 300 мм;
- просвіт для пневмоклинів ротора: 300 мм.

Сумарний габарит:

$$H\Sigma = 250 + 500 + 150 + 400 + 400 + 1050 + 300 + 300 = 3350\text{мм (3,35м)}$$

Висота підроторної основи бурової установки «Уралмаш 3Д-76» становить 7,5 м. Оскільки 3,35 м < 7,5 м, монтаж обладнання можливий без заглиблення в шахту.

2.7. Гідравлічне випробування ПВО

Згідно з ДСТУ ГОСТ 13862:2018 для плашкових превенторів випробувальний тиск визначається за формулою:

$$P_{\text{випр}} = 1{,}25 \times P_y = 1.25 \times 21 = 26.25\text{МПа}$$

Час витримки під тиском – 10 хвилин, допустиме падіння тиску – не більше 5% (≤1,31 МПа). Робоче середовище – вода.

Ми провели порівняльний аналіз серійних моделей плашкових превенторів (Cameron Type U, Shaffer LWS, Hydril SR, ППГ 350×21 К1). За критеріями надійності, стійкості до корозії та можливості дистанційної фіксації як прототип

обрано Cameron Type U, на основі якого для подальшої модернізації прийнято ППГ 350×21 К1.

Також вибрали колонну головку ОКК3-21×168×245×324×426 (К1).Та прийняли за типу схему ОП66-350×21 К1 у складі: ПУ 350×21 К1, два плашкові превентори, маніфольд МПБ6-80×21 К1, станція гідрокерування ГУП-100Бр-2.

Розрахували вертикальний габарит стовбурної збірки яка становить 3,35 м, що менше за висоту основи бурової установки, монтаж можливий без заглиблення.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

3.1. Визначення зусиль, що діють на плашки превентора при закритті

Для забезпечення надійної герметизації гирла плашковий превентор повинен створити зусилля, достатнє для подолання виштовхуючої сили від свердловинного тиску та сил тертя в ущільненнях. Розрахунок виконано для превентора ППГ 350×21 К1 (типорозмір 13-5/8″) з робочим тиском $P_{\text{св}} = 21\text{Мпа}$ та діаметром контрштока $d_{\text{шт}} = 75$

Виштовхуюча сила на контрштоці:

$$\text{F}_{\text{шт}} = \text{P}_{\text{св}} \times \frac{\pi d_{\text{шт}}^2}{4} = 21 \times 10^6 \times \frac{\pi \times 0{,}075^2}{4} = 92820\text{Н} = 92{,}8\text{Кн}$$

Сили тертя в гумових ущільненнях (коефіцієнт тертя гуми по сталі $f = 0.07$; ширина контакту: для поршня $\text{a}_{\text{п}} = 8{,}5\text{мм}$, для штока $\text{a}_{\text{ш}} = 7{,}5\text{мм}$). Тиск герметизації для ущільнень гідросистеми $P_{\text{гідр}} = 10P\text{МПа}$, для ущільнення штока від свердловинного тиску – $P_{\text{св}} = 21\text{Мпа}$

На поршні (2 кільця, $d_{\text{п}} = 200\text{мм}$):

$$F_{\text{тр1}} = 10 \times 106 \times 2 \times (\pi \times 0{,}2 \times 0{,}0085) \times 0{,}07 = 7476H$$

На штоку від свердловинного тиску (2 кільця, $d_{\text{ш}} = 75\text{мм}$):

$$F_{\text{тр2}} = 21 \times 106 \times 2 \times (\pi \times 0{,}075 \times 0{,}0075) \times 0{,}07 = 5190\text{Н}$$

На штоку від тиску гідросистеми (1 кільце):

$$F_{\text{тр3}} = 10 \times 106 \times 1 \times (\pi \times 0.075 \times 0.0075) \times 0.07 = 1235$$

Сумарна сила тертя:

$$\Sigma\text{F}_{\text{тр}}7476 + 5190 + 1235 = 13901\text{Н} = 13{,}9\text{кН}$$

Необхідне зусилля гідроциліндра для закриття:

$$P_{\text{закр}} = F_{\text{шт}} + \Sigma\text{F}_{\text{тр}} = 92{,}8 + 13{,}9 = 106{,}7\text{кН}$$

Максимальне зусилля штатного гідроциліндра (діаметр поршня 200 мм, тиск $P_{\text{гідр}} = 10\text{МПа}$):

$$P_{\text{макс}} = P_{\text{гідр}} \times \pi d_{\text{п}}24 = 10 \times 106 \times 0{,}0314 = 314\text{кН}$$

Оскільки 314кН>106,7кН, закриття превентора забезпечене з запасом.

3.2. Розрахунок гідравлічного клинового фіксатора

Для дистанційної фіксації плашок у закритому положенні (замість штатного ручного гвинта) пропонується встановити гідравлічний клиновий фіксатор. Клин має кут нахилу робочої поверхні $\alpha = 20$, коефіцієнт тертя сталі по сталі $f = 0.15$

Необхідне зусилля притискання клина до контрштока (для утримання сили $F_{\text{шт}} = 92{,}8\text{кН}$ за рахунок тертя):

$$F_{\text{норм}} = F_{\text{шт}} f = 92.80 \div 0{,}15 = 618{,}7\text{Кн}$$

Зусилля, яке має розвинути гідроциліндр клина (з урахуванням тертя на похилій поверхні):

$$F_{\text{гідр}} = F_{\text{норм}} \times \frac{\sin\alpha + f\cos\alpha}{\cos\alpha - f\sin\alpha} = 618.7 \times \frac{0.342 + 0.15 \times 0.94}{0.94 - 0.15 \times 0.342} = 618.7 \times \frac{0.483}{0.8887} = 336.3\text{кН}$$

З коефіцієнтом запасу $k = 1.2$ (на забруднення, знос, нерівномірність навантаження):

$$F_{\text{фікс}} = 336{,}3 \times 1{,}2 = 403{,}6\text{кН}$$

Вибір діаметра поршня гідроциліндра фіксатора (робочий тиск гідрокерування $P_{\text{гідр}} = 10\text{МПа}$):

$$\text{А}_{\text{порш}} = F_{\text{фікс}} P_{\text{гідр}} = \frac{403600}{10 \times 10^6} = 0{,}04036\text{м}^2$$

$$d_{\text{порш}} = \sqrt{\frac{4 \times A_{\text{порш}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0{,}04036}{3{,}1416}} = 0{,}227\text{м} = 227\text{мм}$$

Приймаємо найближчий більший стандартний діаметр 250 мм.

Розрахунок товщини стінки гідроциліндра (матеріал – сталь 45, σт=360МПа, запас міцності $n = 2, [\sigma] = 180\text{МПа}$):

$$\delta \geq \frac{P_{\text{гідр}} \times d_{\text{порш}}}{2 \times [\sigma]} = \frac{10 \times 250}{2 \times 180} = \frac{2500}{360} = 6{,}94\text{мм}$$

З урахуванням корозійного зносу (10% NaCl) приймаємо $\delta = 8\text{мм}$.

Розрахунок шпильок кріплення фіксатора (чотири шпильки, коефіцієнт нерівномірності затягування 1,2):

$$F_{\text{шп}} = \frac{1{,}2 \times F_{\text{фікс}}}{z} = \frac{1.2 \times 403.6}{4} = \frac{484.32}{4} = 121.08\text{кН} = 121{,}1\text{кН}$$

Матеріал шпильок – сталь 40Х ($\sigma_T = 800$МПа), допустиме напруження розтягу $[\sigma_p] = 400$МПа. Необхідна площа перерізу:

$$A_{\text{шп}} = \frac{F_{\text{шп}}}{[\sigma_p]} = \frac{121100}{400 \times 10^6} = 3.0275 \times 10^{-4}\text{м}^2 = 303\text{мм}^2$$

За таблицею площ перерізу різьб вибираємо М24 (внутрішній діаметр ≈20,3 мм, площа ≈353 мм²). Коефіцієнт запасу $n = \frac{353}{303} = 1.16 > 1.1$ умова виконується.

3.3. Розрахунок зусилля відкриття превентора під тиском

При відкритті превентора, коли свердловина ще залишається під тиском, необхідно подолати силу тертя між плашкою та «дзеркалом» корпуса.

За даними комп'ютерного моделювання контактний тиск на цій поверхні досягає $q_{\text{п}-\text{д}} = 322$МПа. Площа контакту (розміри плашки) приблизно $S_{\text{п}-\text{д}} = 0{,}011\text{м}^2$.

Сила тертя:

$$F_{\text{тр}}^{\text{п}-\text{д}} = q_{\text{п}-\text{д}} \times S_{\text{п}-\text{д}} \times f = 322 \times 10^6 \times 0.011 \times 0.07 = 248\text{кН}$$

Додаючи сили тертя в ущільненнях (≈14 кН), отримуємо сумарний опір $F\Sigma \approx 262$кН

Максимальне зусилля, яке розвиває штатний гідроциліндр при відкритті (площа з боку штока):

$$F_{\text{відкр}}^{\text{зв}} = P_{\text{гідр}} \times \frac{\pi(d_{\text{п}}^2 - d_{\text{ш}}^2)}{4} = 10 \times 10^6 \times \frac{3.14(0.2^2 - 0.075^2)}{4} = 269.8\text{кН}$$

Оскільки $269{,}8\text{кН} > 262\text{кН}$, відкриття можливе, але запас дуже малий (близько 3%).

А от у модернізованому превенторі за рахунок поршня-підсилювача сила відкриття зростає приблизно в 1,78 раза, що гарантує відкриття навіть при максимальному тиску.

Отже ми визначили, що штатний гідропривід забезпечує закриття превентора з необхідним зусиллям (розрахункове 106,7 кН при максимальному 314 кН).

Для дистанційної фіксації плашок розраховано параметри гідравлічного клинового фіксатора: діаметр поршня 250 мм, товщина стінки 8 мм, шпильки М24.

Також визначили розрахункове зусилля фіксатора (403,6 кН) більше ніж утричі перевищує виштовхуючу силу (92,8 кН), що гарантує надійне блокування. І застосували запропоновані модернізації які допомиогли збільшити зусилля гідроциліндра.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПЛАШКОВИХ ПРЕВЕНТОРІВ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИНИ

4.1. Аналіз недоліків штатної системи фіксації плашок

Конструкція превентора ППГ 350×21 К1 в стандартному виконанні передбачає застосування ручного гвинтового фіксатора для блокування плашок у закритому положенні. Після спрацювання гідроприводу оператор повинен підійти до гирла та вручну затягнути гвинт — це забезпечує механічне блокування поршня гідроциліндра**.**

І отже механізм має такі недоліки:

1. Небезпека для персоналу – при газопрояві або фонтануванні наближення до гирла є смертельно небезпечним.
2. Низька швидкодія – час на підхід, затягування гвинта становить 30–60 секунд, що є критичним для запобігання аварії.
3. Людський фактор – можливе недотягнення або перетягування гвинта, що знижує надійність фіксації.
4. Відсутність дистанційного контролю – оператор не має сигналу на пульті про стан фіксації (зафіксовано/розфіксовано).

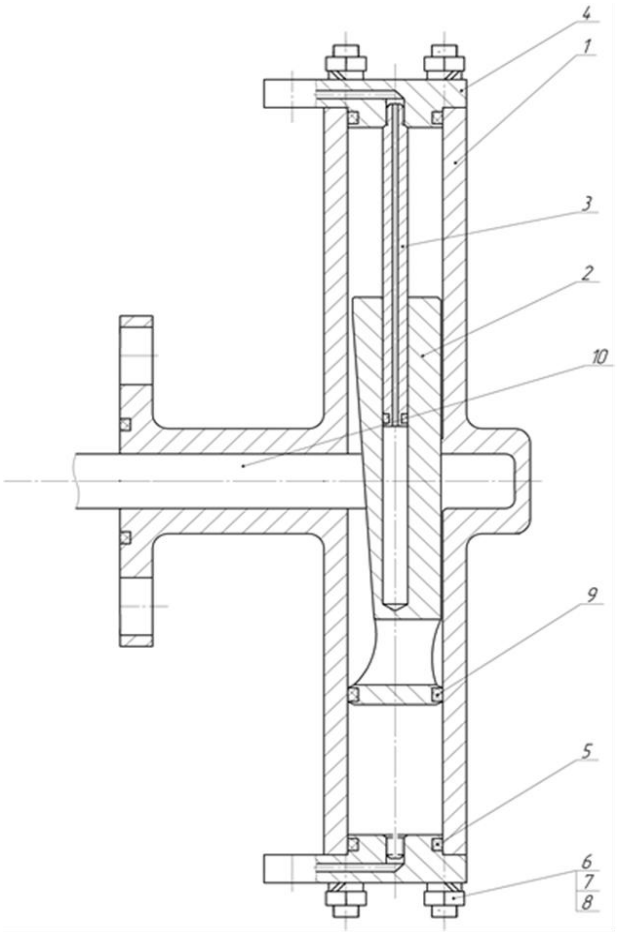
Враховуючи, що свердловина №101 є газовою з можливими газопроявами на глибинах понад 4000 м, а також через наявність корозійного середовища (10% NaCl), підвищення надійності та безпеки фіксації плашок є критично важливим завданням.

4.2. Модернізація плашкового превентора

Для усунення зазначених недоліків пропонується замінити ручний гвинтовий механізм на гідравлічний клиновий фіксатор з дистанційним керуванням (рис. 4.1). Такий фіксатор встановлюється на місце штатного ручного гвинта на задній кришці гідроциліндра превентора.

Основними елементами конструкції є:

- Корпус – фланцева деталь, що кріпиться до гідроциліндра шпильками (матеріал – сталь 40ХН2МА з епоксидним покриттям для захисту від корозії).
- Клин – рухомий елемент з похилою робочою поверхнею (кут клина $\alpha = 20$), виготовлений із зносостійкої сталі Х12МФ (твердість HRC 58–62) з карбідним напиленням.
- Гідроциліндр приводу клина – діаметр поршня 250 мм (отримано розрахунком), робочий тиск 10 МПа.
- Контршток – подовження основного поршня превентора (діаметр 75 мм), яке безпосередньо взаємодіє з клином.
- Камери закриття та відкриття – підключені до ліній гідрокерування паралельно основним циліндрам (через зворотні клапани для уникнення зворотного потоку).



1 – корпус; 2 – клин; 3 – шток; 4 – кришка; 5,9 – манжети ущільнювальні, 6 – шпилька; 7 – гайка; 8 – гравер; 10 – контршток

Рисунок 4.1 – Клиновий фіксатор

Принцип роботи складається з трьох етапів:

1. Закриття превентора – оператор з пульта подає команду «Закрити». Тиск 10 МПа надходить у камери закриття основних гідроциліндрів, плашки переміщуються до центру, герметизуючи свердловину.

2. Фіксація – після досягнення максимального тиску в лінії закриття (контроль за манометром) автоматично або вручну подається команда «Зафіксувати». Тиск надходить у камеру закриття клина фіксатора. Клин переміщується, затискає контршток і механічно блокує його. Тиск в основній лінії можна скинути – плашки залишаються зафіксованими механічно.

3. Розфіксація та відкриття – подається команда «Розфіксувати» (тиск у камеру відкриття клина), клин виходить із зачеплення, звільняючи контршток. Після отримання сигналу датчика про розфіксований стан подається команда «Відкрити» – тиск надходить у камери відкриття основних гідроциліндрів, плашки розходяться.

Застосування гідравлічного клинового фіксатора забезпечує такі переваги порівняно зі штатним ручним механізмом Таблиця 4.1 :

Показник	Штатний ручний гвинт	Гідравлічний клиновий фіксатор
Час фіксації, с	30–60	3–5
Присутність персоналу біля гирла	Так	Ні
Дистанційне керування	Ні	Так (з пульта бурильника)
Контроль стану (датчик)	Ні	Так
Надійність утримання	Залежить від оператора	Гарантована (механічне блокування)

Також забезпечення надійної роботи гідравлічного фіксатора необхідно дотримуватися таких технічних вимог:

Матеріал клина – сталь Х12МФ з карбідним напиленням робочої поверхні (твердість HRC ≥58).

Матеріал корпусу фіксатора – сталь 40ХН2МА з епоксидним або цинковим покриттям (виконання К1).

Ущільнення – фторкаучук (FKM) або Aflas, стійкий до 10% NaCl.

Робочий тиск – 10 МПа (від станції ГУП-100Бр-2).

Кріплення – шпильки М24 (4 шт.) з гайками зі сталі 40Х.

Ще одним покращенням конструкції плашкового превентора є нанесення додаткового антифрикційного матеріалу на поверхню дзеркала превентора. На верхню площину горизонтальної порожнини корпуса превентора («дзеркало»), яка контактує з торцем ущільнення плашки при закритті, наноситься антифрикційне покриття з низьким коефіцієнтом тертя. Це дозволяє зменшити силу тертя, яку необхідно подолати при відкритті превентора а отже – знизити необхідний тиск у гідросистемі або збільшити запас надійності.

Для роботи в корозійному середовищі (10% NaCl) пропонується використовувати композитне покриття на основі дисульфіду молібдену (MoS_2) з полімерним зв’язуючим. Характеристики:

- коефіцієнт тертя сталі по покриттю: fпок=0,02…0,03 (замість f=0,07для сталі без покриття);
- твердість: до 70 HRC;
- товщина покриття: 10–20 мкм;
- стійкість до корозії в хлоридних середовищах ;
- робоча температура: до 250 °C .

Розрахунок ефекту від модернізації

Вихідні дані:

- сила тертя між плашкою та «дзеркалом» при f=0,07: $F_{трп-д}=248$
- контактний тиск $q_{п-д}=322$МПа, площа контакту $S_{п-д}=0,011$

Після нанесення покриття (коефіцієнт тертя $f_{пок}=0,025$):

$$F_{\text{тр}}^{\text{п}-\text{д}(\text{пок})} = q_{\text{п}-\text{д}} \times S_{\text{п}-\text{д}} \times f_{\text{пок}} = 322 \times 10^6 \times 0{,}011 \times 0{,}025 = 88{,}6\text{кН}$$

Зменшення сили тертя:

$$\Delta F = 248 - 88{,}6 = 159{,}4\text{кН}$$

Сумарний опір відкриттю (з урахуванням тертя ущільнень ~14 кН) зменшується з 262 кН до приблизно:

$$F_{\Sigma}^{(\text{пок})} = F_{\text{тр}}^{\text{п}-\text{д}(\text{пок})} + \Sigma F_{\text{тр}} = 88{,}6 + 14 = 102{,}6\text{кН}$$

Необхідний тиск у камері відкриття гідроциліндра знижується:

$$P_{\text{відкр}}^{(\text{пок})} = \frac{F_{\Sigma}^{(\text{пок})}}{S_{\text{шток}}} = \frac{102600}{0{,}0227} = 4520000\text{Па} = 4{,}5\text{МПа}$$

що значно менше за наявний тиск 10 МПа. Запас надійності зростає в рази.

Переваги запропонованої модернізації Таблиця 4.2:

Показник	Без покриття	З покриттям MoS_2
Коефіцієнт тертя f	0,07	0,025
Сила тертя «плашка–дзеркало», кН	248	88,6
Сумарний опір відкриттю, кН	262	102,6
Необхідний тиск гідросистеми, МПа	~9,7	~4,5
Запас за зусиллям відкриття (при $P_{\text{гідр}}$=10 МПа)	1,03	2,6

Додаткові переваги:

- Підвищення ресурсу роботи ущільнень плашок (зменшення зносу).
- Можливість працювати при нижчих тисках гідрокерування, що знижує енергоспоживання.
- Покращення роботи в аварійному режимі (ручне відкриття потребує меншого зусилля).

РОЗДІЛ 5. МОНТАЖ, ВИПРОБУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПРОТИВИКИДНОГО ОБЛАДНАННЯ З УРАХУВАННЯМ МОДЕРНІЗАЦІЙ

5.1. Загальні положення

Правильний монтаж, своєчасне випробування та технічно грамотна експлуатація противикидного обладнання є вирішальними факторами забезпечення фонтанної безпеки при бурінні свердловини №101 Гадяцького родовища. Комплекс ПВО, вибраний у розділі 2 (типова схема ОП66-350×21 К1), включає:

- колонну головку ОКК3-21×168×245×324×426 (К1);
- два плашкові превентори ППГ 350×21 К1– верхній з трубними плашками ∅203 мм, нижній з глухими плашками;
- універсальний превентор ПУ 350×21 К1;
- маніфольд МПБ6-80×21 К1;
- станцію гідрокерування ГУП-100Бр-2;

Додатково, згідно з розробленими в розділі 4 заходами з підвищення ефективності, плашкові превентори модернізуються шляхом:

- Встановлення гідравлічних клинових фіксаторів (замість ручних гвинтових механізмів);
- Нанесення антифрикційного покриття на «дзеркало» корпуса.

5.2. Підготовчі роботи

Перед початком монтажу необхідно виконати наступні підготовчі операції:

- Перевірка комплектності та технічного стану:
    - звірити наявність паспортів, сертифікатів та актів попередніх випробувань на всі складові ПВО;
    - провести зовнішній огляд на відсутність механічних пошкоджень, тріщин, корозійних уражень. Особливу увагу звернути на стан фланцевих поверхонь, ущільнювальних кілець та різьбових з’єднань.
- Підготовка модернізованих вузлів:

- переконатися, що гідравлічні клинові фіксатори встановлені на місце штатних ручних гвинтів (згідно з технічним паспортом ППГ 350×21, для типорозміру 13-5/8″ передбачена така заміна);
- перевірити наявність антифрикційного покриття на «дзеркалі» корпуса (товщина 10–20 мкм, коефіцієнт тертя ≤0,03). У разі відсутності – завчасно нанести покриття методом плазмового напилення.

- Підготовка вантажопідйомних механізмів:
  - забезпечити наявність кран-балки або талі вантажопідйомністю не менше 5 т (маса превентора ППГ 350×21 К1 ≈2540 кг, маса ПУ 350×21 ≈2640 кг);
  - перевірити справність стропів, рим-болтів.
- Підготовка майданчика:
  - очистити місце монтажу від сторонніх предметів;
  - розмістити зливний жолоб, стійки для кріплення викидних ліній маніфольду;
  - встановити бетонні фундаменти під стійки.

- Забезпечення засобів індивідуального захисту – всі члени монтажної бригади повинні мати каски, рукавиці, захисні окуляри та спецвзуття.

5.3. Послідовність монтажу стовбурної збірки

Монтаж виконується знизу вверх згідно з типовою схемою ОП66. Роботи проводяться після спуску та цементування кондуктора (Ø324 мм) до глибини 2530м.

Етап 1. Монтаж колонної головки

- На оголовок кондуктора встановлюють нижні секції колонної головки ОКК3-21×168×245×324×426 (К1**)**.
- Фланцеві з’єднання ущільнюють металевими кільцями типу «SR» (сталь 40Х з покриттям К1).
- Шпильки затягують рівномірно хрестоподібно з моментом затяжки, зазначеним у паспорті (орієнтовно 500–600 Н×м для шпильок М30).
- Після встановлення нижніх секцій монтують верхню секцію, призначену для підвіски експлуатаційної колони (168 мм).

- Перевіряють вертикальність за допомогою рівня або теодоліта (відхилення не більше 1 мм на 1 м висоти).

Етап 2. Встановлення хрестовини та нижнього плашкового превентора

- На колонну головку через ущільнювальне кільце встановлюють устьову хрестовину.
- Нижній плашковий превентор (з глухими плашками) центрують по вертикальній осі та закріплюють шпильками.
- Перевіряють легкість руху плашок у горизонтальній площині (відкриття/закриття вручну при знятих кришках).

Етап 3. Встановлення верхнього плашкового превентора та універсального превентора

- На нижній превентор встановлюють верхній плашковий превентор (з трубними плашками Ø203 мм). Фланці з’єднують аналогічно.
- Зверху монтують універсальний превентор ПУ 350×21 К1.
- Після фіксації всіх фланцевих з’єднань перевіряють співвісність всього блоку превенторів (допустиме зміщення ± 2 мм).

Етап 4. Підключення гідравлічних ліній до клинових фіксаторів (модернізація №1)

- Від станції гідрокерування ГУП-100Бр-2 до камер закриття/відкриття клинових фіксаторів прокладають трубопроводи високого тиску (умовний прохід 10 мм).
- З’єднання виконують через поворотні ніпельні муфти (тип 1/2″ NPT згідно з паспортом ППГ 350×21 К1).
- Встановлюють зворотні клапани для запобігання перетіканню рідини між основним циліндром та фіксатором.
- На пульті керування додають два золотники (або використовують резервні канали) для команд «Зафіксувати» та «Розфіксувати».

5.4. Монтаж маніфольду та системи гідрокерування

Маніфольд МПБ6-80×21 К1 монтується за типовою схемою №6:

1. Розміщення блоків:

- блок глушіння (лінія подачі рідини в свердловину) та блок дроселювання (лінія скидання тиску) розташовують на відстані 8–10 м від гирла;
- гасник потоку – на кінці викидної лінії, спрямованої в бік факельної системи.

2. Прокладання трубопроводів:

- лінію глушіння приєднують до бічного відводу на устьовій хрестовині, лінію дроселювання – до відповідного відводу на плашковому превенторі;
- трубопроводи кріплять до бетонованих стійок через кожні 4–6 м за допомогою металевих хомутів;
- перші стійки встановлюють на відстані 8 м від гирла, далі – через 8–10 м.

3. Встановлення арматури:

- засувки з гідравлічним керуванням (ЗМ-80Г×21 К1) – на устьовій хрестовині (3 шт.);
- засувки з ручним керуванням (ЗМ-80×21) – на лініях глушіння та дроселювання (2 шт.);
- дросель регульований з дистанційним керуванням (ДР-80-21) – на лінії дроселювання;
- зворотний клапан – на лінії глушіння, безпосередньо перед приєднанням насосного агрегату.

4. Станція гідрокерування ГУП-100Бр-2:

- основний пульт розміщують на відстані ≥15 м від гирла, за обвалуванням (у спеціальному укритті);
- допоміжний пульт – на робочому місці бурильника;
- всі металеві частини станції та пультів заземлюють згідно з розрахунком.

5. Підключення паропроводу – для роботи в зимовий період при температурі нижче -5°C передбачають подачу пари в паропровід, вбудований у корпус плашкового превентора (згідно з технічною документацією ППГ 350×21 К1).

5.5. Випробування ПВО після монтажу

Після завершення монтажу проводять гідравлічні випробування (опресування) згідно з ДСТУ ГОСТ 13862:2018. Метою випробувань є перевірка герметичності фланцевих з’єднань, працездатності превенторів та маніфольду, а також системи дистанційного керування модернізованими вузлами.

Таблиця 5.1 – Випробувальні тиски елементів ПВО

Елемент	Робочий тиск, МПа	Випробувальний тиск, МПа	Час витримки, хв	Критерій прийнятності
Плашковий превентор (ППГ 350×21 К1)	21	26,25	10	Падіння тиску ≤1,31 МПа
Універсальний превентор ПУ 350×21	21	31,5	10	Падіння тиску ≤1,58 МПа
Маніфольд (лінії, засувки, дросель)	21	26,25	10	Падіння тиску ≤1,31 МПа
Система гідро-керування (трубопроводи до 10 МПа)	10	12,5	5	Падіння тиску не допускається

Елемент	Робочий тиск, МПа	Випробувальний тиск, МПа	Час витримки, хв	Критерій прийнятності
Гідравлічні клинові фіксатори	0	12,5	3 (на спрацювання)	Час закриття/відкриття ≤5 с

Порядок випробування:

1. Підготовка:
   - закрити глухі плашки нижнього плашкового превентора;
   - закрити трубні плашки (Ø203 мм) верхнього плашкового превентора;
   - закрити універсальний превентор;
   - встановити сигнальні огородження навколо зони випробувань (радіус 15 м).
2. Опресування плашкових превенторів:
   - подати воду через лінію глушіння насосом ЦА-320;
   - плавно підвищити тиск до 26,25 МПа, витримати 10 хвилин;
   - зафіксувати падіння тиску (допустиме ≤1,31 МПа);
   - знизити тиск до атмосферного.
3. Випробування універсального превентора:
   - підняти тиск до 31,5 МПа, витримати 10 хвилин;
   - контроль падіння тиску (≤1,58 МПа).
4. Випробування системи гідрокерування та фіксаторів:
   - подати тиск 10 МПа в камери закриття основних гідроциліндрів – переконатися, що плашки закриваються одночасно;
   - подати команду «Зафіксувати» – клинові фіксатори повинні спрацювати протягом 5 секунд;
   - скинути тиск в основних лініях – плашки повинні залишатися зафіксованими механічно;

- подати команду «Розфіксувати» – фіксатори мають вийти із зачеплення, після чого превентор відкривається;
- повторити цикл 3–5 разів, фіксуючи час спрацювання.

5. Завершення – після успішного випробування складають акт, в якому зазначають дату, результати, прізвища відповідальних осіб. Акт підписує головний інженер бурового підприємства.

5.6. Впровадження модернізацій плашкового превентора

У рамках підвищення ефективності та безпеки роботи плашкового превентора ППГ 350×21 К1 для свердловини №101 запропоновано дві модернізації, які реалізуються на етапі монтажу або підготовки обладнання.

Модернізація №1 – гідравлічний клиновий фіксатор

Призначення:

- Автоматизація процесу фіксації плашок у закритому положенні, виключення присутності персоналу біля гирла.

Конструкція:

- Встановлюється на місце штатного ручного гвинта на задній кришці гідроциліндра;
- Складається з корпуса, клина (α=20°), гідроциліндра ($d_{порш}$=250 мм), камер закриття/відкриття;
- Підключається до ліній гідрокерування паралельно основним циліндрам.

Результати впровадження (за розрахунками розділу 3):

- Час фіксації скорочується з 30–60 с до 3–5 с;
- Зусилля утримання плашок – 403,6 кН (що в 4,3 раза більше за виштовхуючу силу 92,8 кН);
- Повне виключення присутності людини в небезпечній зоні.

Особливості монтажу та випробувань фіксаторів:

- Після встановлення фіксаторів обов’язково проводять 3–5 циклів закриття/фіксації/розфіксації/відкриття для перевірки надійності механічного блокування;
- Перевіряють герметичність під тиском 12,5 МПа протягом 3 хвилин.

Модернізація №2 – антифрикційне покриття «дзеркала» корпуса

Призначення:

- Зменшення сили тертя між плашкою та корпусом при відкритті превентора під тиском, зниження навантаження на гідросистему.

Суть модернізації:

- На верхню площину горизонтальної порожнини корпуса («дзеркало») наноситься композитне покриття на основі дисульфіду молібдену (MoS_2) з полімерним зв'язуючим;
- Коефіцієнт тертя знижується з f=0,07 до $f_{пок}$=0,02…0,03;
- Товщина покриття – 10–20 мкм, твердість – до 70 HRC.

Результати впровадження (за розрахунками розділу 4):

- Сила тертя «плашка–дзеркало» зменшується з 248 кН до 88,6 кН (у 2,8 раза);
- Сумарний опір відкриттю знижується з 262 кН до ≈103 кН;
- Необхідний тиск у камері відкриття – близько 4,5 МПа (замість 9,7 МПа без покриття);
- Запас за зусиллям відкриття зростає з 1,03 до 2,6 (при тиску гідрокерування 10 МПа).

Технологія нанесення:

- Підготовка поверхні – піскоструминне очищення до чистоти Sa 2,5;
- Нанесення – плазмове напилення або іонно-плазмове напилення;
- Фінішна обробка – полірування до шорсткості Ra ≤0,4 мкм;
- Контроль – вимірювання товщини покриття (ультразвуковий товщиномір) та твердості.

Особливості експлуатації:

- Покриття стійке до 10% NaCl та температур до 250°C;
- Періодичний контроль стану покриття – при кожному ТО (1 раз на 3 місяці) за допомогою візуального огляду та вимірювання шорсткості.

Комплексний ефект від впровадження обох модернізацій

Показник	Без модернізацій	Тільки фіксатор	Тільки покриття	Обидві модернізації
Час фіксації, с	30–60	3–5	30–60	3–5
Сила тертя «плашка–дзеркало», кН	248	248	88,6	88,6
Запас за зусиллям відкриття	1,03	1,03	2,6	2,6
Дистанційне керування	ні	так	ні	так
Присутність персоналу біля гирла	так	ні	так	ні

Таким чином, одночасне впровадження гідравлічного фіксатора та антифрикційного покриття забезпечує найкращий результат: дистанційне керування, мінімальний час фіксації, низьке навантаження на гідросистему та повну безпеку персоналу.

5.7. Експлуатація ПВО в різних режимах

Після успішного монтажу та випробувань ПВО готове до роботи в трьох основних режимах.

Режим 1. Нормальне буріння

Превентори (плашкові та універсальний) – у відкритому стані.

Засувки на лінії глушіння та дроселювання – закриті.

Система гідрокерування підтримує робочий тиск 10 МПа (автоматичне вмикання насоса при зниженні тиску).

Клинові фіксатори – у розфіксованому положенні (поршні фіксаторів відведені).

Режим 2. Ліквідація газопрояву

При появі ознак газопрояву (збільшення рівня розчину в ємностях, зниження густини, поява газу на виході) оператор діє за алгоритмом:

Закриває універсальний превентор (швидка герметизація замків та муфт).

Подає команду «Закрити» на плашкові превентори – трубні плашки охоплюють бурильну колону, глухі – закривають порожній отвір.

Подає команду «Зафіксувати» – клинові фіксатори механічно блокують поршні, тиск в основних лініях можна скинути.

Відкриває засувку на лінії глушіння та закачує обважений буровий розчин насосом ЦА-320 або буровими насосами.

Після відновлення гідростатичного тиску (коли густина розчину стабілізується) подає команду «Розфіксувати», а потім «Відкрити» – превентори розходяться.

Режим 3. Аварійний (відмова гідравліки)

При повній відмові гідравліки превентори закривають вручну обертанням гвинтового приводу (захованого у штоку). Модернізований превентор має перевагу після ручного закриття фіксація також може бути механічною (затягування клина, якщо передбачено в конструкції wedgelocks).

У разі тривалого знеструмлення станцію ГУП-100Бр-2 живлять від резервного генератора або використовують ручний насос.

5.8. Технічне обслуговування та періодичність перевірок

Регламент технічного обслуговування (ТО) для модернізованого ПВО враховує додаткові вузли – клинові фіксатори та антифрикційне покриття.

Таблиця 5.2 – Періодичність та зміст технічного обслуговування

Вид робіт	Періодичність	Зміст робіт	Примітки для модернізованих вузлів
Щозмінний огляд	кожна зміна	Перевірка герметичності фланців; рівень масла в гідробаку; тиск азоту в ПГА (5,5–6,5 МПа); короткочасне закриття/відкриття превенторів	Перевірити сигнали датчиків положення клинових фіксаторів (якщо встановлені)
Щотижневий огляд	1 раз на 7 днів	Візуальний контроль корозії; перевірка затягування болтів кришок; контроль зносу ущільнень	Оглянути стан покриття «дзеркала» (через відкриті кришки)
Планове ТО (мале)	1 раз на 3 місяці	Заміна ущільнень (FKM); огляд плашок (трубних та глухих); змащування різьбових механізмів	Перевірити спрацювання клинових фіксаторів (5–10 циклів), виміряти твердість покриття

Вид робіт	Періодичність	Зміст робіт	Примітки для модернізованих вузлів
Планове ТО (велике)	1 раз на рік	Демонтаж превенторів; дефектоскопія корпусу (ультразвук); заміна зношених плашок; ревізія гідроциліндрів	При необхідності – відновлення антифрикційного покриття; калібрування фіксаторів

Додаткові вимоги для умов свердловини №101 (10% NaCl):

Ущільнення тільки з матеріалу FKM (Viton) або Aflas (стійкі до солей).

Контроль піттингової корозії на внутрішніх поверхнях кожні 3 місяці (за допомогою ультразвукового товщиноміра).

Вологість робочої рідини (АМГ-10) – не більше 0,5%.

Отже було розроблено повну послідовність монтажу стовбурної збірки ПВО за схемою ОП66 з урахуванням установки гідравлічних клинових фіксаторів та антифрикційного покриття. Наведено методику гідравлічних випробувань після монтажу з випробувальними тисками для всіх елементів (26,25 МПа, 31,5 МПа, 12,5 МПа) та критеріями прийнятності. Було проведено комплексне впровадження обох модернізацій дає синергетичний ефект: високий запас за зусиллям, швидкодію, дистанційне керування та повну безпеку персоналу. Та визначено регламент технічного обслуговування (щозмінний, щотижневий, щоквартальний, річний) з додатковими вимогами для корозійного середовища.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Під час монтажу, випробувань та експлуатації противикидного обладнання свердловини №101 виникає низка специфічних небезпек, які зумовлені як конструктивними особливостями самого обладнання, так і геолого-технічними умовами буріння. Головним джерелом небезпеки є високий тиск, під яким перебувають превентори та маніфольд. Робочий тиск плашкових превенторів ППГ 350×21 К1 та універсального превентора ПУ 350×21 становить 21 МПа, а під час гідравлічних випробувань він підвищується до 26,25 МПа та 31,5 МПа. Раптова розгерметизація фланцевого з'єднання або розрив гідравлічного трубопроводу під таким тиском створює струмінь рідини з величезною руйнівною силою, здатний травмувати персонал на відстані до 10–15 метрів, а розліт металевих уламків може призвести до смертельних наслідків. Саме тому всі фланцеві з'єднання перед подачею тиску перевіряють на герметичністю.

Другим за значенням небезпечним фактором є велика маса окремих вузлів ПВО. Наприклад Cameron Type U має масу близько 2,5 тонни, універсальний превентор – 2,6 тонни, колонна головка – 1,9 тонни. Підйом та встановлення таких вантажів потребує застосування вантажопідйомних механізмів, а будь-яка помилка або відмова такелажного обладнання може призвести до падіння вантажу і травмування робітників. Тому підйом превенторів здійснюють лише за спеціальні литі рими, передбачені заводом-виробником, із застосуванням траверси та стропів.

Третій фактор – корозійна активність бурового розчину. Згідно з ГТН, в інтервалі 2530–5050 м розчин містить 10% хлориду натрію (NaCl). Хлориди викликають точкову корозію вуглецевих сталей, яка тривалий час може розвиватися непомітно, але зрештою призводить до різкого зниження міцності корпусних деталей та раптового руйнування без попередніх ознак. Для запобігання цьому все обладнання, що контактує з буровим розчином, виготовляється в корозійно-стійкому виконанні К1. Під час щозмінних оглядів персонал зобов'язаний візуально контролювати стан антикорозійних покриттів; при виявленні плям іржі або пошкоджень негайно складається акт, а дефектна ділянка підлягає ремонту.

Особливу увагу приділяють внутрішнім поверхням, де раз на три місяці вимірюють товщину стінки ультразвуковим товщиноміром для контролю глибини піттингу.

Отже запропонована модернізація – заміна ручного гвинта на гідравлічний клиновий фіксатор – безпосередньо впливає на безпеку праці. У штатній конструкції оператор змушений підходити до гирла свердловини після гідравлічного закриття та вручну затягувати гвинт, що при газопрояві є смертельно небезпечним. Після модернізації вся операція фіксації виконується дистанційно з пульта бурильника, розташованого за межами небезпечної зони (на відстані не менше 15 метрів від гирла). Час фіксації скорочується з 30–60 секунд до 3–5 секунд, що значно зменшує ймовірність неконтрольованого розвитку аварійної ситуації. Крім того, виключається людський фактор – надійність фіксації більше не залежить від того, наскільки щільно оператор затягнув гвинт, оскільки клиновий механізм забезпечує гарантоване механічне блокування з розрахунковим зусиллям понад 400 кН. Додаткове антифрикційне покриття на дзеркалі корпуса полегшує відкриття превентора під тиском, знижуючи навантаження на гідросистему та зменшуючи зношення ущільнень. Таким чином, модернізація не лише підвищує технічну досконалість превентора, але й безпосередньо покращує умови праці, виключаючи найнебезпечніший фактор – присутність людини в зоні можливого газопрояву при високому тиску.

Запропонована модернізація – заміна ручного гвинта на гідравлічний клиновий фіксатор – не тільки підвищує технічну досконалість превентора, але й безпосередньо впливає на безпеку праці. Завдяки дистанційному керуванню персонал більше не наближається до гирла свердловини під час фіксації плашок, що особливо важливо в умовах можливого газопрояву. Час виконання операції скорочується з десятків секунд до кількох секунд, а надійність фіксації стає гарантованою завдяки механічному блокуванню клином. Додаткове антифрикційне покриття на дзеркалі корпуса полегшує відкриття превентора під тиском і зменшує зношування деталей.

Таким чином, дотримання заходів безпеки разом із запропонованими технічними рішеннями забезпечує надійну та безпечну експлуатацію противикидного обладнання, а також мінімізує ризики для персоналу та довкілля.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі вирішено завдання підвищення ефективності та безпеки плашкових превенторів при бурінні глибоких газових свердловин у корозійному середовищі на прикладі свердловини №101 Гадяцького родовища.

На основі аналізу геолого-технічних умов (глибина 5500 м, тиск на гирлі до 14 МПа, вміст NaCl 10%, можливі газопрояви) визначено основні параметри противикидного обладнання: умовний прохід 350 мм, робочий тиск 21 МПа, корозійне виконання К1. Обрано типову схему ПВО ОП66-350×21 К1 та колонну головку ОКК3-21×168×245×324×426 (К1).

Проведено порівняльний аналіз світових моделей плашкових превенторів, за результатами якого для модернізації обрано ППГ 350×21 К1 на основі прототипу Cameron Type U, що має кований корпус, стійкість до корозії та можливість встановлення гідравлічних фіксаторів.

Розрахунками підтверджено, що штатний гідропривід надійно закриває превентор, але при відкритті під тиском виникають значні сили тертя (до 248 кН), що створює недостатній запас надійності (лише 3%). Для усунення цього запропоновано дві модернізації.

Перша – заміна ручного гвинта на гідравлічний клиновий фіксатор, що дозволяє дистанційно блокувати плашки, виключаючи присутність персоналу біля гирла, і скорочує час фіксації з 30–60 с до 3–5 с. Розрахункове зусилля фіксатора (403,6 кН) більш ніж у 4 рази перевищує виштовхуючу силу. Друга – нанесення антифрикційного покриття на дзеркало корпуса, що знижує силу тертя до 88,6 кН і збільшує запас за зусиллям відкриття до 2,6.

Розроблено технологію монтажу, випробувань та експлуатації модернізованого ПВО. Вертикальний габарит стовбурної збірки (3,35 м) менший за висоту основи бурової установки (7,5 м), що забезпечує монтаж без заглиблення. Визначено випробувальні тиски (26,25–31,5 МПа) та регламент технічного обслуговування.

Таким чином, мету роботи – підвищення ефективності плашкових превенторів при бурінні – досягнуто. Запропоновані рішення можуть бути рекомендовані для впровадження на бурових підприємствах України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міронов Ю. В. Бурові машини і комплекси : практикум / Ю. В. Міронов, Т. Л. Романишин. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. – 107 с.
2. Cameron Type U Ram Blowout Preventer. Інструкція з експлуатації та технічного обслуговування. – Х'юстон, Техас : Cameron International Corporation, 2020. – 85 с.
3. ДСТУ ГОСТ 13862:2018. Устаткування противикидне. Типові схеми, основні параметри та загальні технічні вимоги до конструкції (ГОСТ 13862-2003, IDT). – [Чинний від 2018-10-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 46 с.
4. ДСТУ ГОСТ 30196-2002. Головки колонні. Типи, основні параметри і приєднувальні розміри (ГОСТ 30196-94, IDT). – [Чинний від 2003-01-01]. – Київ : Держстандарт України, 2002. – 28 с.
5. НПАОП 11.1-1.16-23. Правила безпеки в нафтогазодобувній промисловості. – Київ : Міністерство економіки України, 2023. – 188 с.
6. Романишин Л. І. Бурове обладнання та його діагностика / Л. І. Романишин, Ю. Р. Мосора. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2021. – 105 с.
7. Мосора Ю. Р. Надійність противикидного обладнання – важливий чинник підвищення безпеки при спорудженні та освоєнні нафтогазових свердловин / Ю. Р. Мосора, І. В. Костриба, М. Бембенек // Геотехнології. – 2018. – № 1. – С. 65–71.
8. Костриба І. В. Гумові технічні вироби в нафтогазовому обладнанні : навч. посібник / І. В. Костриба, І. І. Шостаківський. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2014. – 324 с.
9. Орловський В. М. Бурове і технологічне обладнання : навч. посібник / В. М. Орловський, В. С. Білецький, В. Г. Вітрик, В. І. Сіренко. – Львів : Новий Світ – 2000, 2021. – 358 с.
10. Копей Б. В. Розрахунок, монтаж і експлуатація бурового обладнання : підручник для вищих навчальних закладів / Б. В. Копей. – Івано-Франківськ : Факел, 2001. – 446 с.

Додатки

БР.ГМІ-64-00.00.000 СЗ

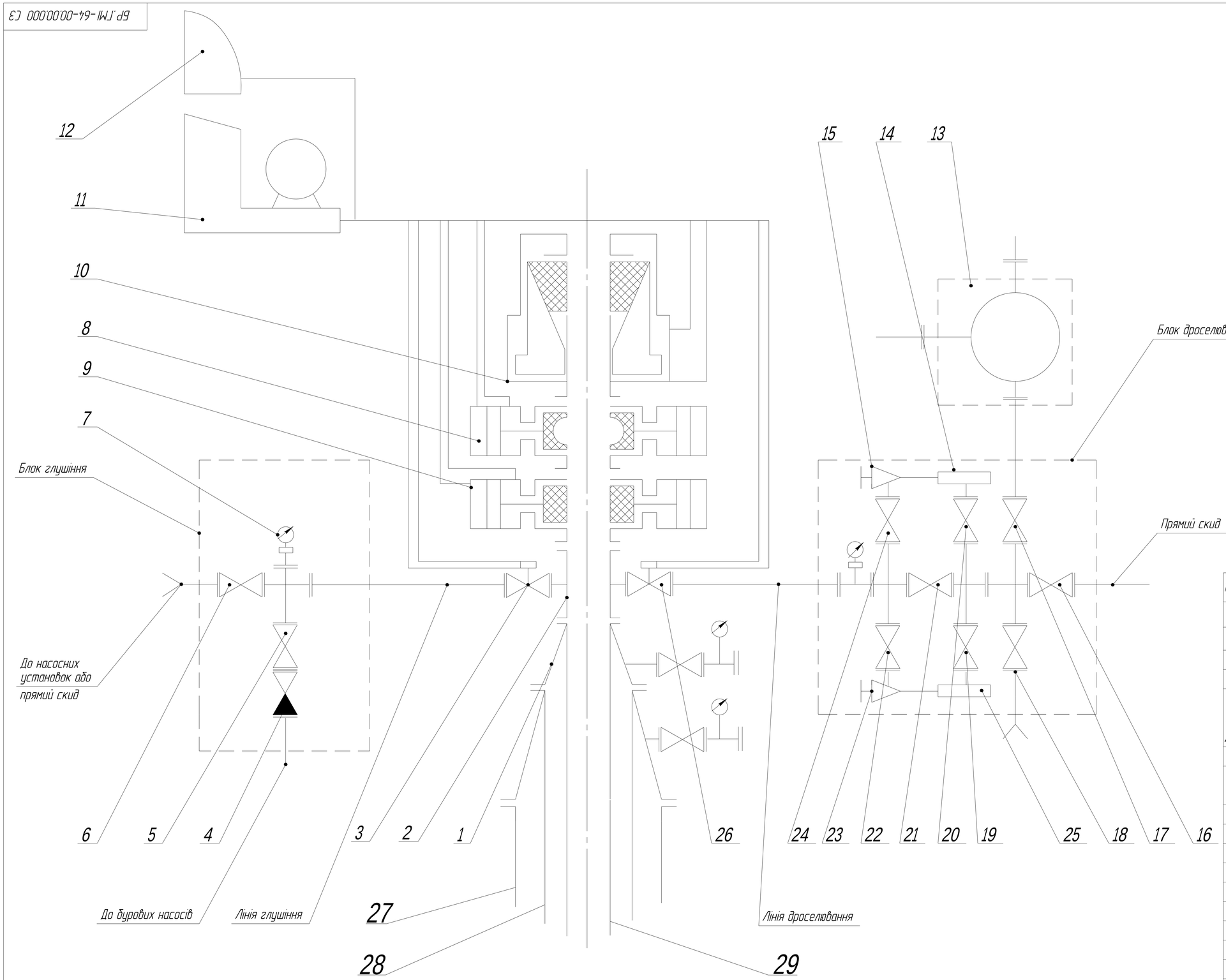


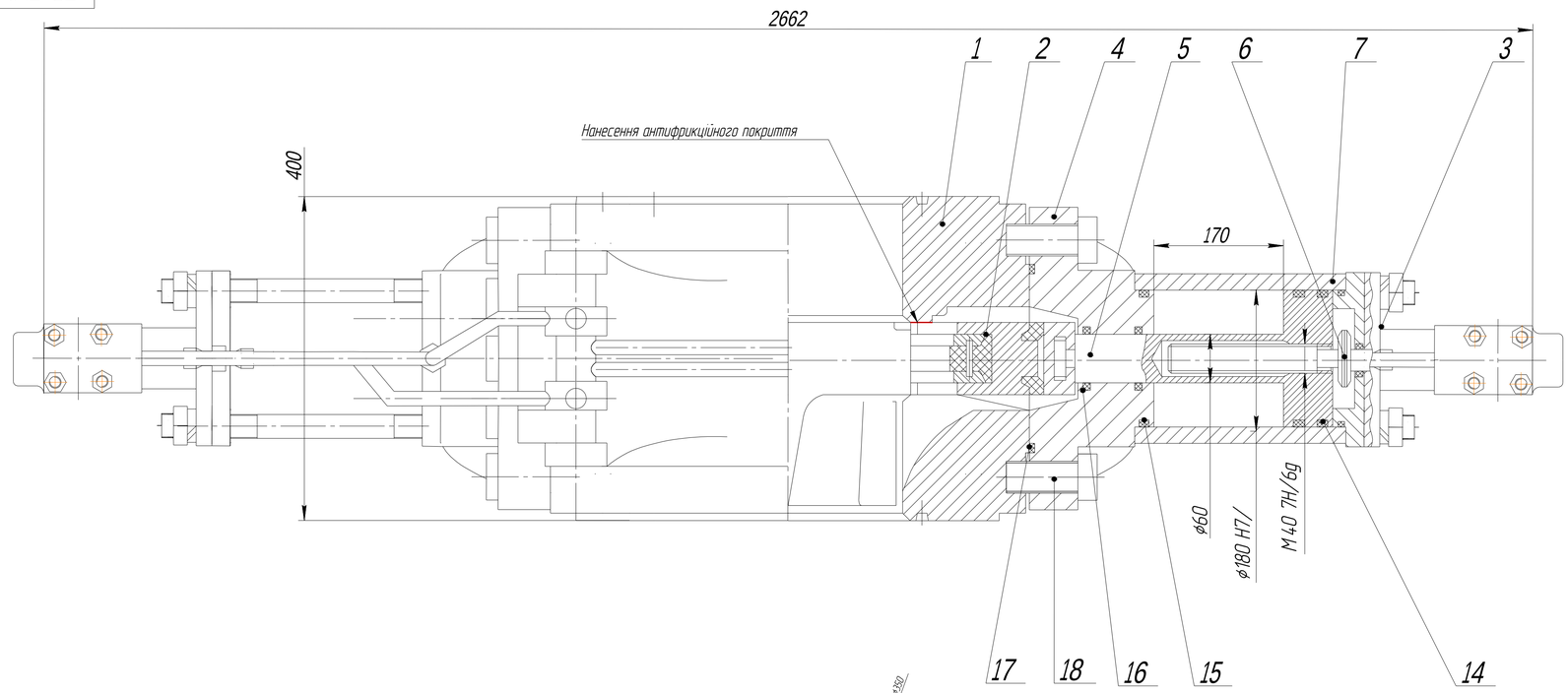
Схема обв'язки устя свердловини при бурінні під експлуатаційну колону діаметром 168 мм.

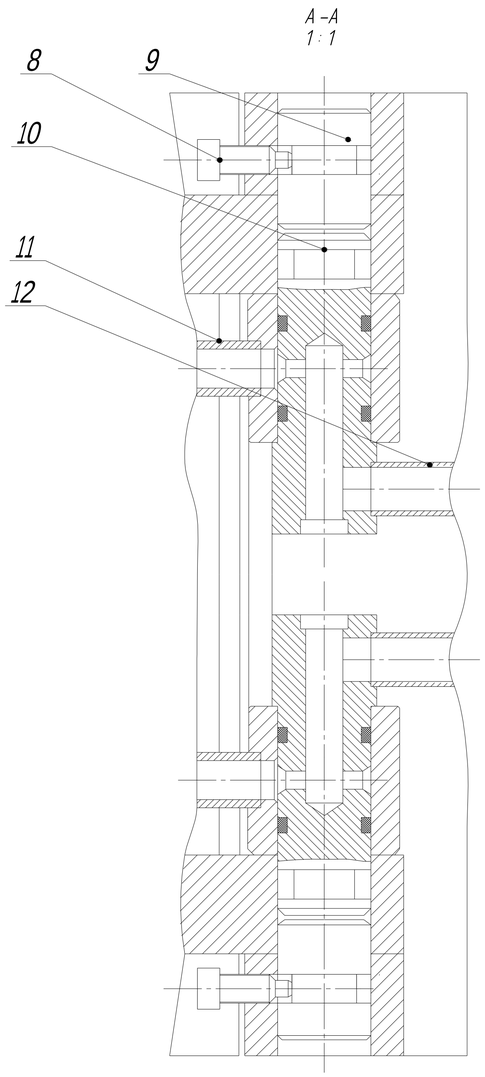
Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1	Колонна головка	1	
2	Устьова хрестовина	1	
3,26	Засувки з гідравлічним керуванням	2	
4	Зворотній клапан	1	
5,6,16, 17,18,19, 20,21,22,	Засувки з ручним керуванням	10	
24			
7	Манометер з запірним і розрядним пристроями і роздільником середовища	2	
8	Плашковий превентор з трубними плашками	1	
9	Плашковий превентор з глухими плашками	1	
10	Кільцевий превентор	1	
11	Станція керування	1	
12	Допоміжний пульт	1	
13	Сепараційна установка	1	
14,25	Віддійні камери	2	
15,23	Регулювальні дроселі з ручним керуванням	2	
27	Кондуктор	1	
28	Проміжна колона	1	
29	Експлуатаційна колона	1	

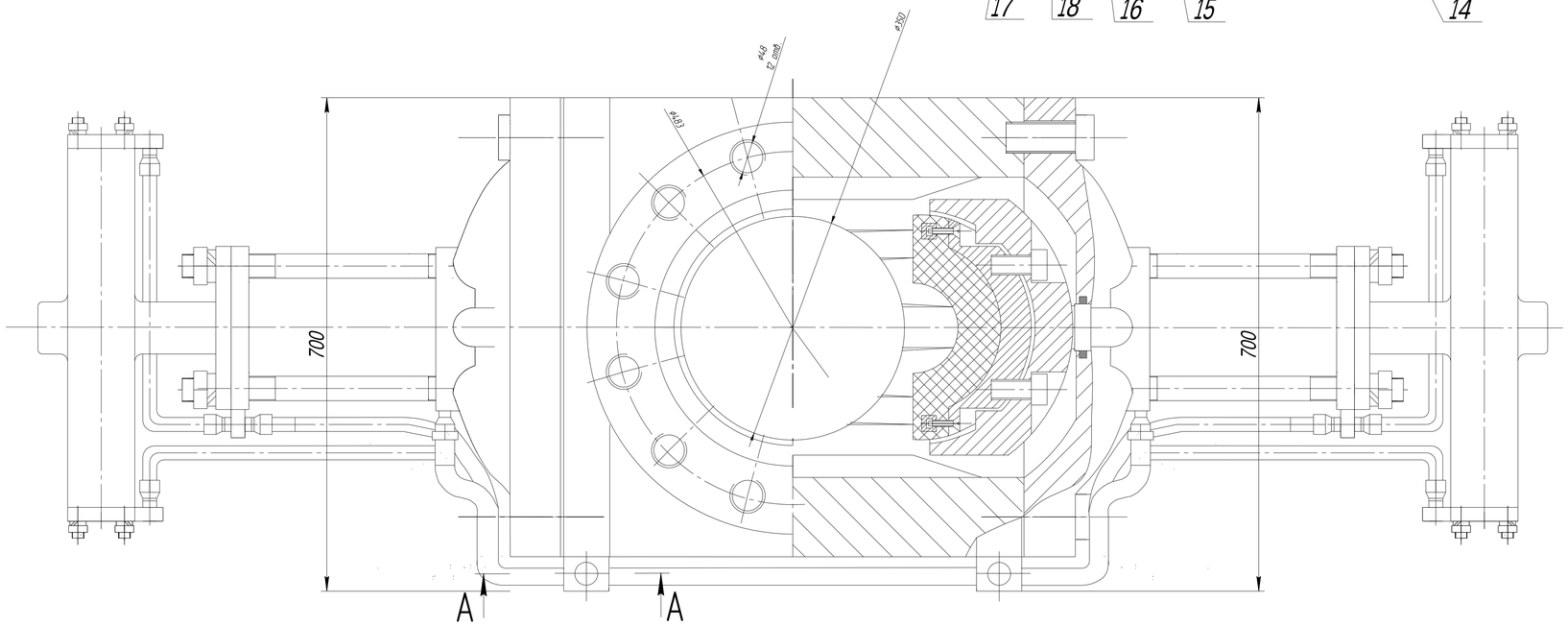
БР.ГМІ-64-00.00.000 СЗ

Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Схема противикидного обладнання устя свердловини	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Котенко						–
Перев.		Мосора				Арк.	Аркушів 1	
Т.контр.		Мосора				ІФНТУНГ ГМІ-22-1		
Реценз.		Венгринюк						
Н.контр.		Мосора						
Затв.		Гриджук						

БР.ГМІ-64.08.00.000 СК.







Технічна характеристика

1	Шифр	ППГ 350-21 К1
2	Діаметр прохідного отвору, мм	350
3	Робочий тиск р, МПа	21
4	Випробувальний тиск р МПа	26.25
5	Інтервал основних діаметрів труб, що ущільнюються, мм до	203
6	Робоче середовище – газ, газоконденсат, промивна рідина.	
7	Максимально допустима температура робочого середовища, С не більше	+150°
8	Тип основного приводу – дистанційний гідравлічний.	
9	Габаритні розміри, мм:	
	довжина	2662
	ширина	700
	висота	400
10	Маса, кг	2540
11	Тиск в системі гідрокерування р МПа	10

Технічні вимоги

1 Перед складанням ретельно очистити посадочні місця під ущільнювальні кільця.

2 Перед складанням посадочні місця під ущільнюючі кільця змастити мастилом Л3-ЦНА

3 Після складання превентор перевірити на працездатність та провести випробування на герметичність тиском 26,25 МПа

4 Зазор між поверхнею плашки і дзеркалом превентора повинен бути не більшим 0,4 мм.

5 Транспортування превентора здійснювати у дерев'яному ящику.

6 Зовнішні поверхні превентора покрити захисною емаллю червоного кольору, стійкою до корозійного середовища та механічних пошкоджень ПФ-115

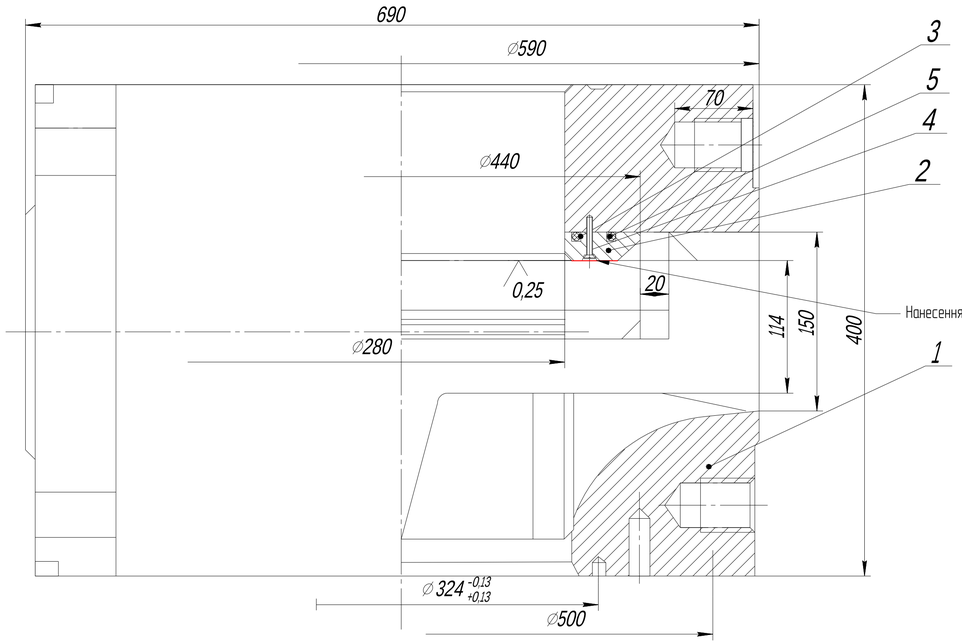
				БР.ГМІ-64.08.00.000 СК.	
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Превентор плашковий ППГ 350-21 К (удосконалений) Складальне креслення
Розроб.		Котенко			
Перев.		Масора			
Т.контр.		Масора			
Реценз.		Вечерінюк			
Н.контр.		Масора			
Затв.		Гриджук			

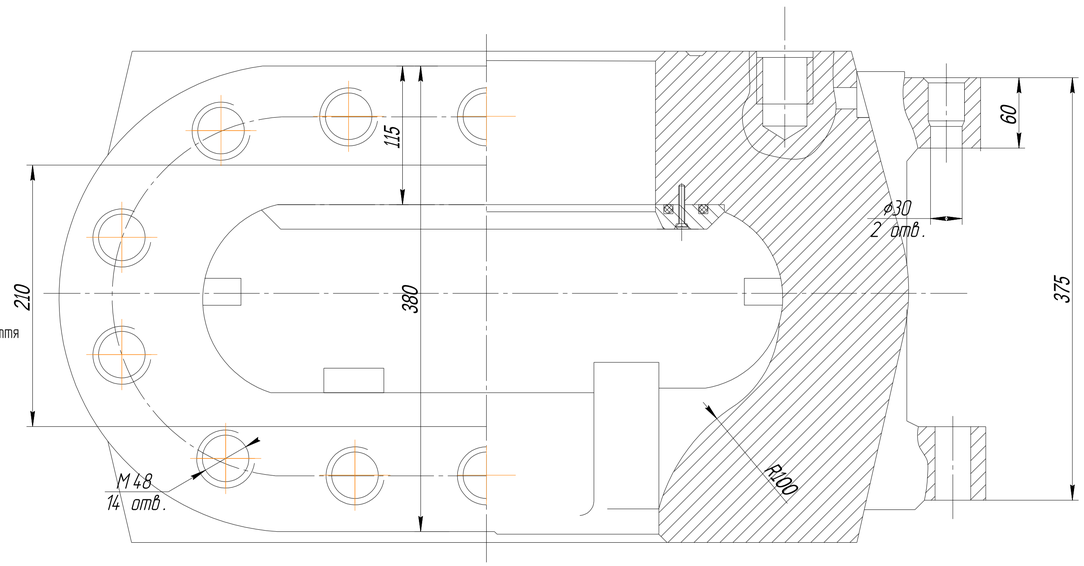
Літ.	Маса	Масштаб
Н	2540	1:2
Арк.	Аркушів 1	

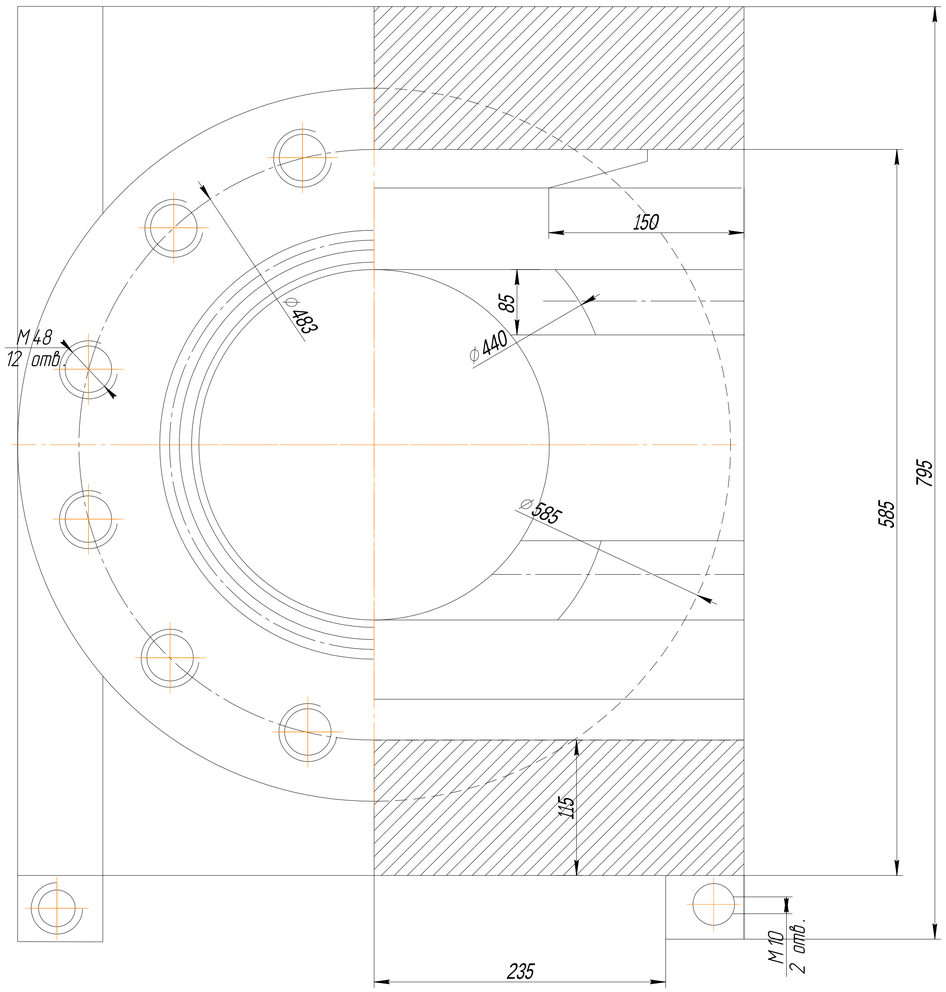
ІФНТУНГ
група ГМІ-22-1

БР.ГМІ-64-08.04.000 СК

1,25

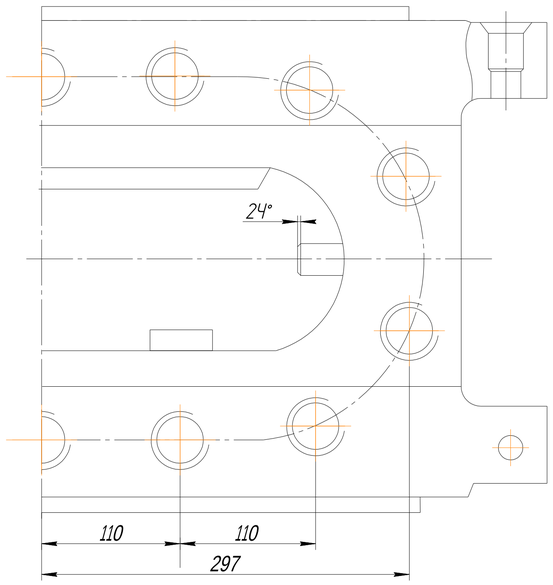


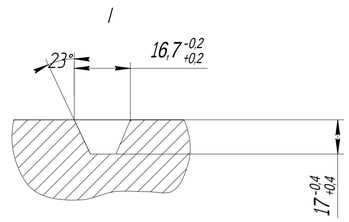




Б

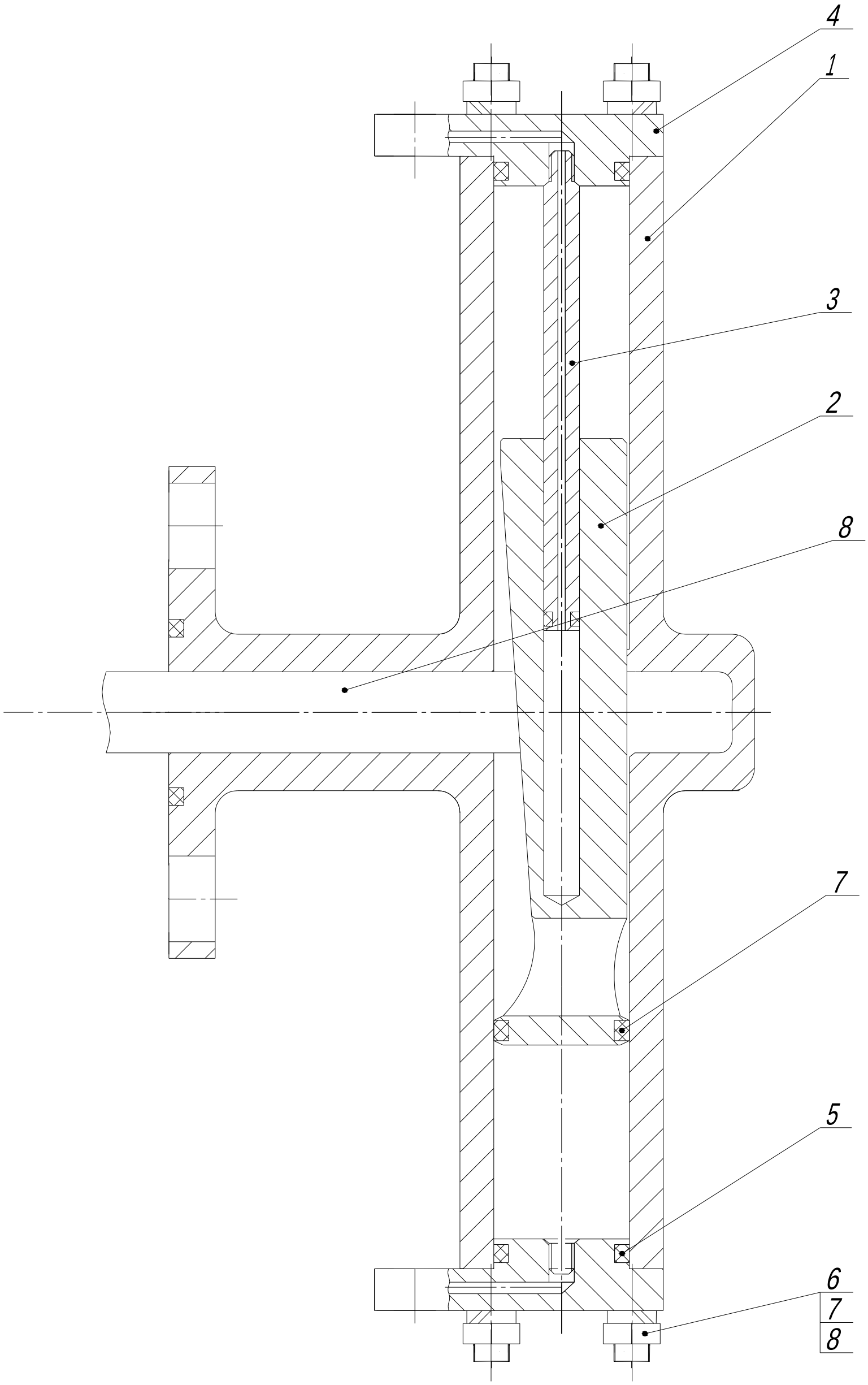
Вид Б





						БР.ГМІ-64-08.04.000 СК	
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Корпус плашкового превентора	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Котенко				Н		1:2,5
Перев.		Масора						
Т.контр.		Масора				Арк.	Аркушів 1	
Реценз		Венгринюк			-	ІФНТУНГ ГМІ-22-1	
Н.контр.		Масора					
Зат.		Гриджук					

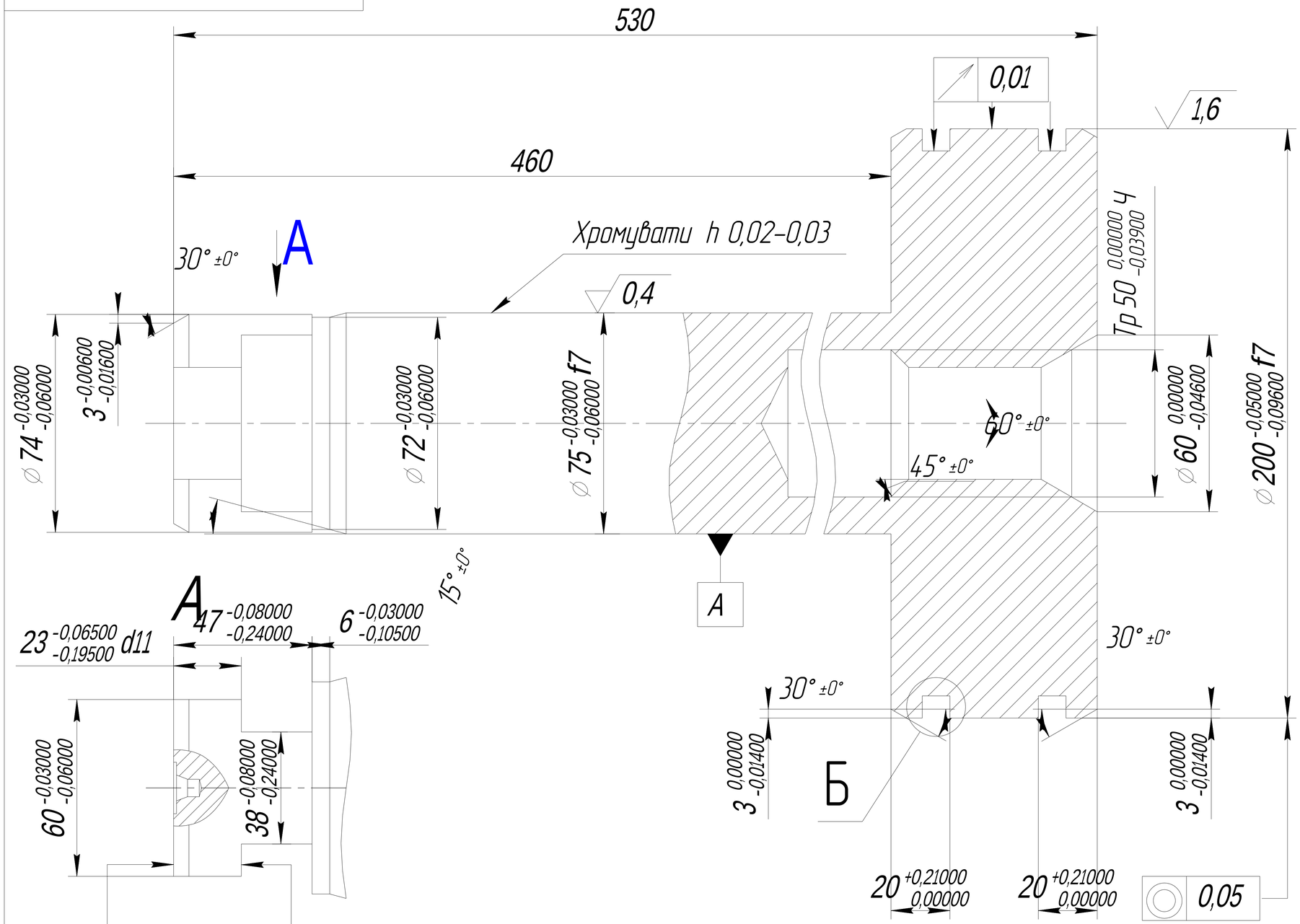
БР. ГМІ - 64.08.03.000 ВЗ

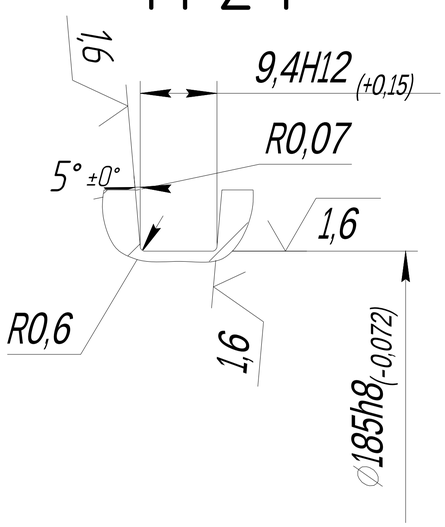


					БР. ГМІ-64.08.03.000 ВЗ	
					Механізм фіксації	Літ. / Маса / Масштаб: 1:1
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		Арк. / Аркушів 1
Розраб.		Котенко				ІФНТУНГ гр. ГМІ-22-1
Перев.		Мосора				
Т.контр.		Мосора				
Реценз.		Венгринюк				
Н.контр.		Мосора				
Затв.		Гриджук				

БР.ГМІ-64.08.05.000

6,3 ( )





1. HRC 50..54

2. H14; h14; ± IT14/2

Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	БР.ГМІ-64.08.05.000
Розроб.		Котенко			Шток-поршень
Перев.		Мосора			
Т.контр.		Мосора			
Реценз.		Венгринюк			Сталь 40 Х ГОСТ 4543-71
Н.контр.		Мосора			
Зат.		Гриджук			

Літ.	Маса	Масштаб
Н		1:2
Арк.	Аркушів 1	

ІФНТУНГ
ГМІ-22-1

БР.ГМІ-64.08.08.000

6,3 (√)

1. HRC э 23,5..29
2. H14; h14; $\pm \frac{IT14}{2}$

					БР.ГМІ-64.08.08.000	
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Гідроциліндр	Літ. / Маса / Масштаб: Н / 1:2
Розроб.		Котенко				Арк. / Аркушів: 1
Перев.		Мосора				
Т.контр.		Мосора				
Реценз.		Венгринюк			Сталь 45 ГОСТ 1050-88	ІФНТУНГ ГМІ-22-1
Н.контр.		Мосора				
Зат.		Гриджук				

БР.ГМІ-64.00.00.000 СЗ1

Схема випробування превентора на герметичність

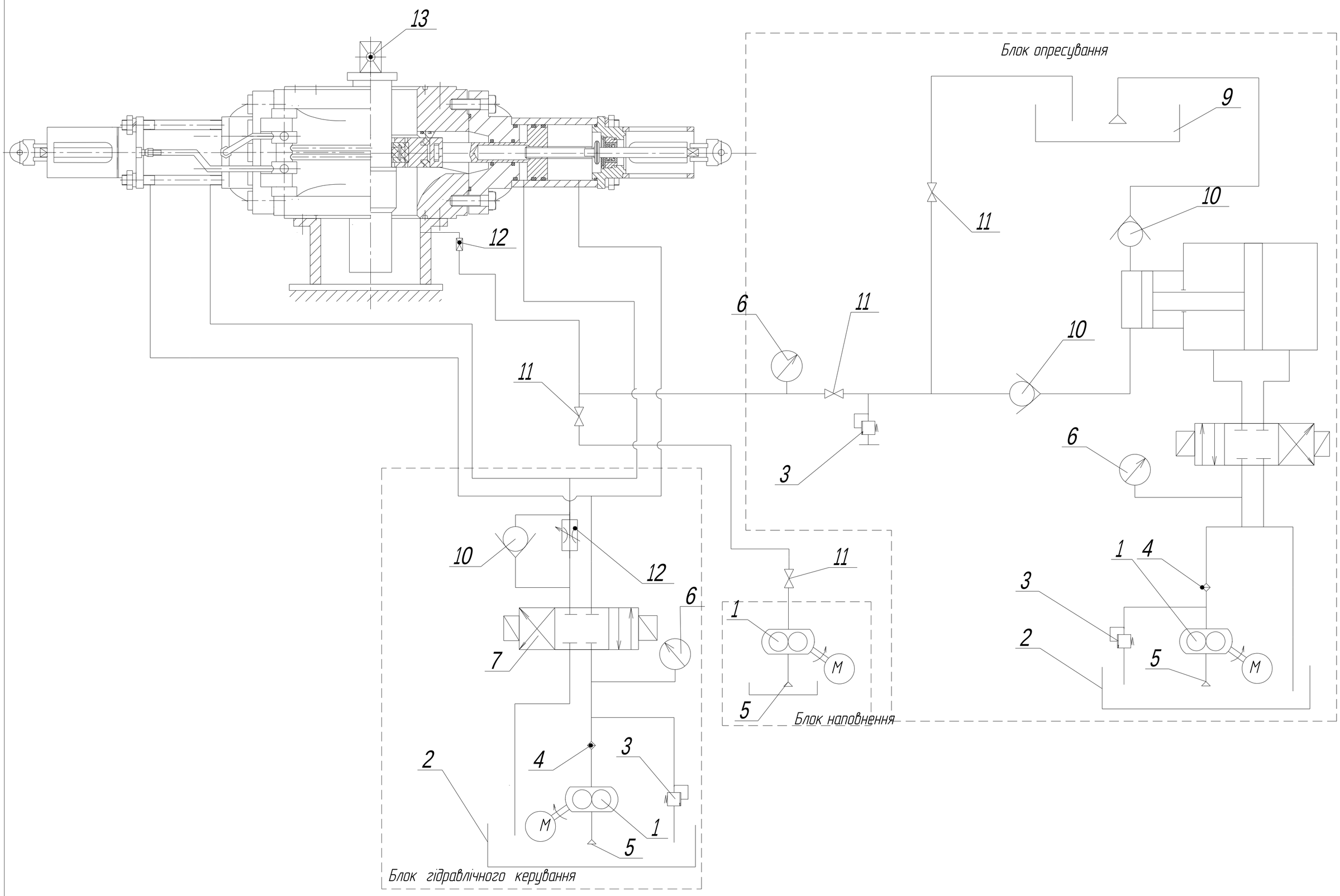
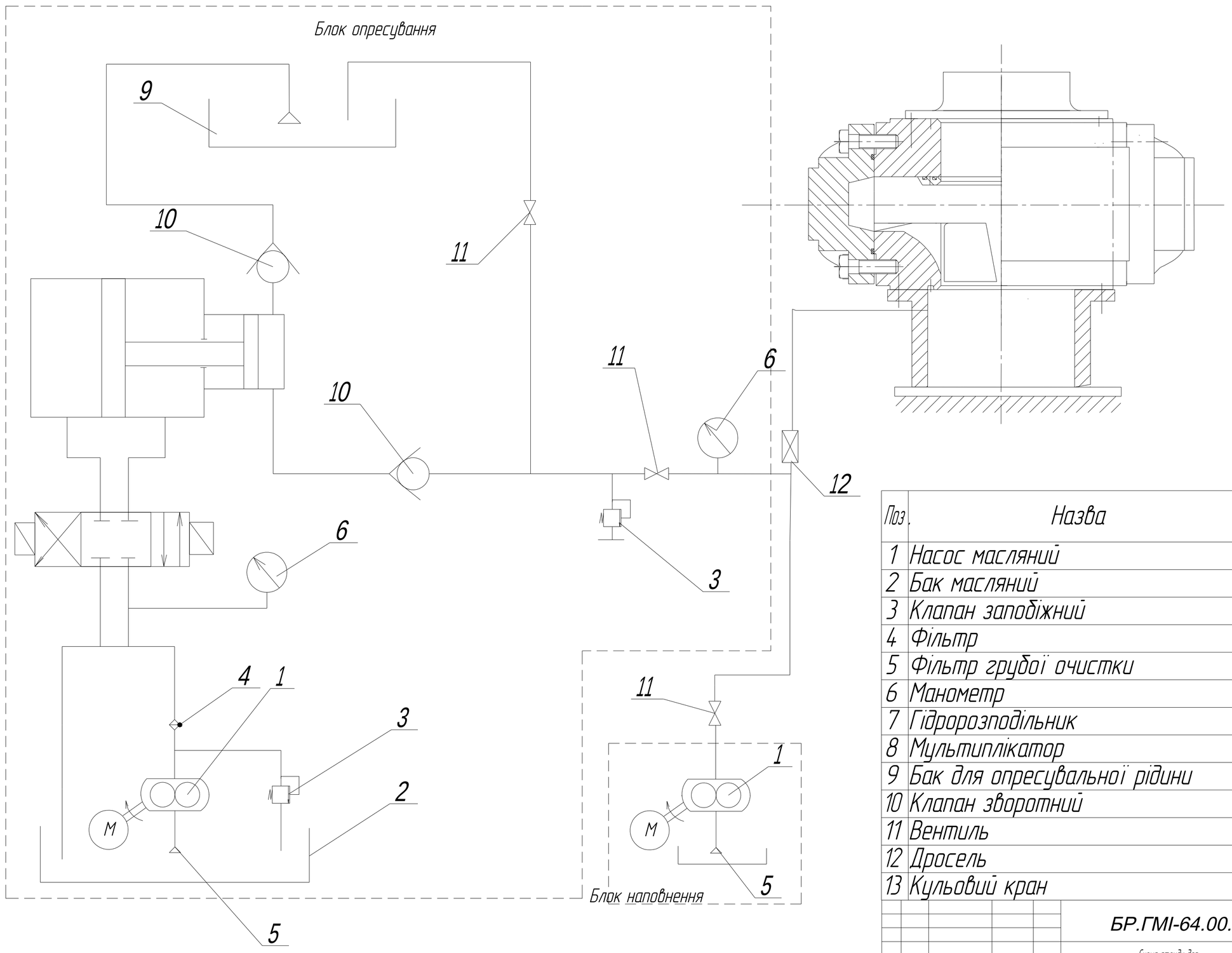


Схема випробування корпуса превентора на міцність та щільність



Поз.	Назва	К-ть	Примітка
1	Насос масляний	3	НШ – 10
2	Бак масляний	2	V=1 мі
3	Клапан запобіжний	3	
4	Фільтр	4	
5	Фільтр грубої очистки	4	
6	Манометр	3	
7	Гідророзподільник	2	
8	Мультиплікатор	1	
9	Бак для опресувальної рідини	1	V=20 мі
10	Клапан зворотний	3	
11	Вентиль	8	
12	Дросель	2	
13	Кульовий кран	1	

БР.ГМІ-64.00.00.000 СЗ1

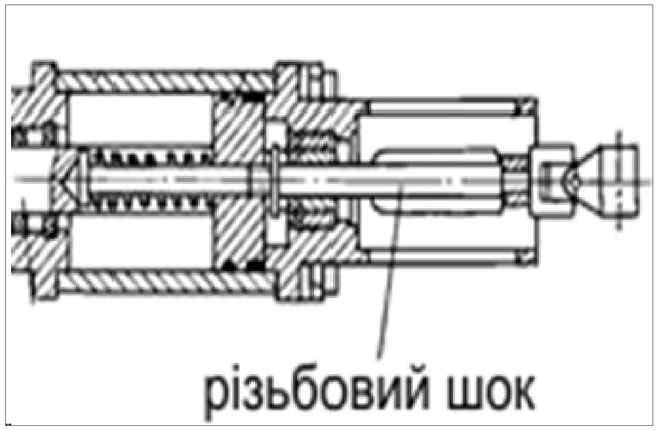
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розраб.		Котенко		
Перев.		Мосора		
Т.контр.		Мосора		
Реценз.		Венгринюк		
Н.контр.		Мосора		
Зат.		Гриджук		

Схема стенду для випробування плашкових превенторів

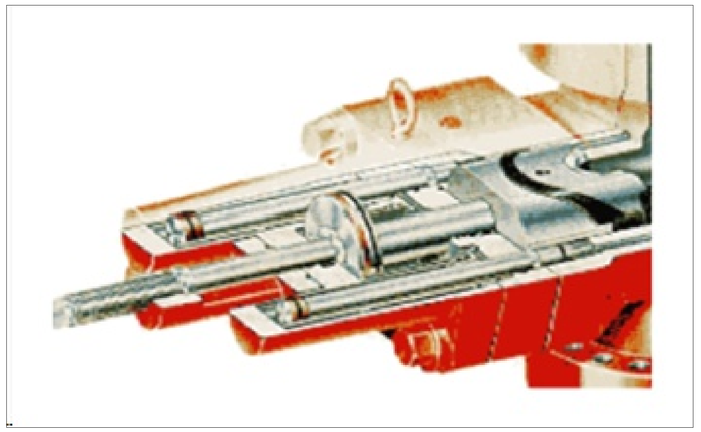
Арк.	Маса	Масштаб
	–	–

Арк. Аркушів

ІФНТУНГ ГМІ-22-1

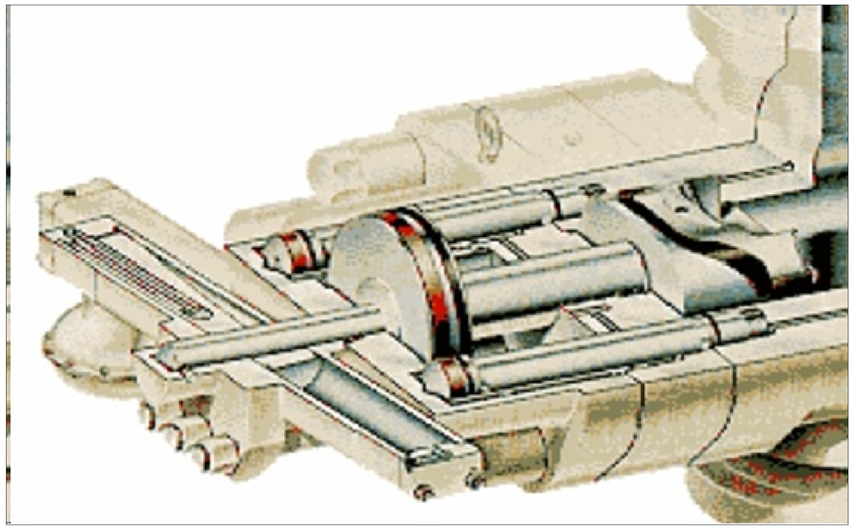


Превентор ППГ

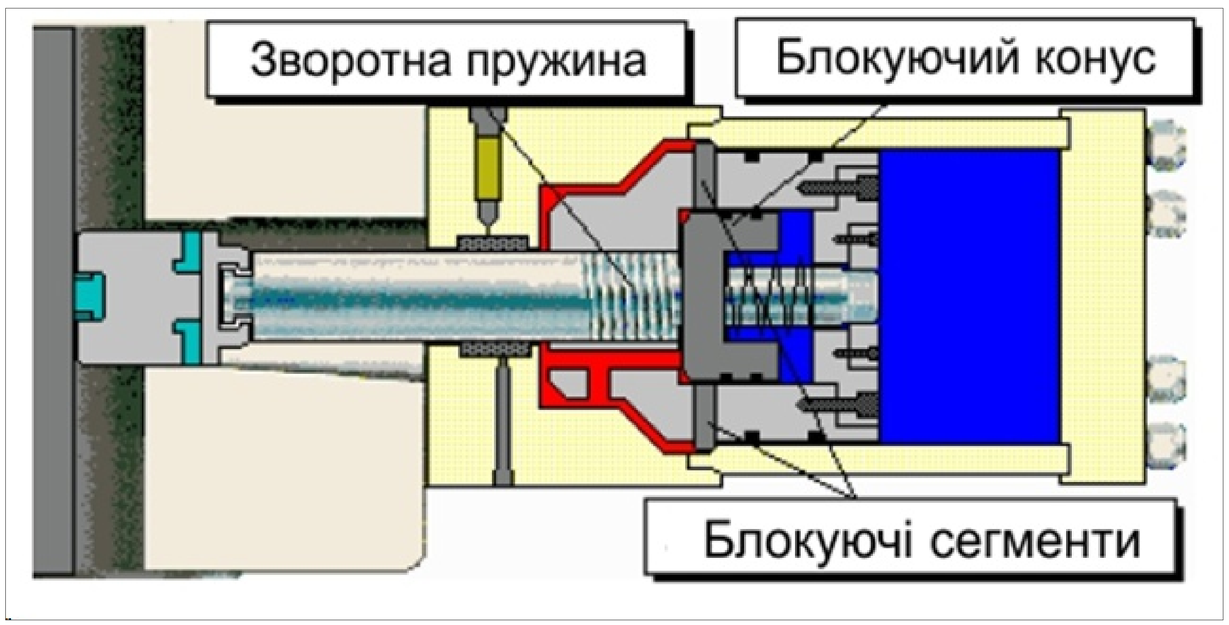


Превентор Cameron

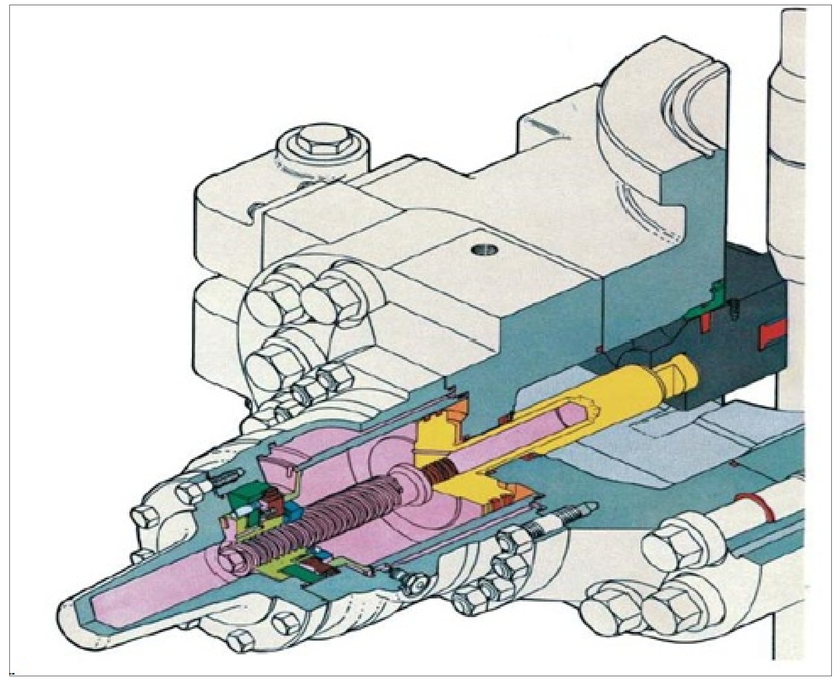
Ручний механізм фіксації плашок превентора



Гідравлічний механізм фіксації плашок превентора



Автоматичний механізм фіксації плашок Poslock SHAFFER



Автоматичний механізм фіксації плашок MPL Hydril

						БР.ГМІ-64.00.00.000 І1	
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Механізми фіксації плашок в закритому положенні	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Котенко					–	–
Перев.		Масора				Арк.	Аркушів 1	
Т.контр.		Масора				ІФНТУНГ ГМІ-22-1		
Реценз.		Венгриню						
Н.контр.		Масора						
Затв.		Гриджук						