

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра нафтогазових машин та обладнання

Грушецький Андрій Зеновійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 622

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Обладнання для випробування перфораційної засувки

(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 _____
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник _____ Шостаківський І.І., ст. викладач
(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту
Завідувач кафедри

доцент _____ Я.Т. Федорович
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ – 2025 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
_____ Я.Т. Федорович
" ___ " _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Студенту _____ Грушецький Андрій Зеновійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи Обладнання для випробування перфораційної засувки

Затверджена наказом № 176/7 від 18.02.2025 р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи 18.06.2025 р.

3 Вихідні дані до роботи: технічна документація, літературні джерела,

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань)

Вступ

1 Запірні пристрої нафтогазових машин та обладнання

2 Аналіз конструкцій стендів для випробовування запірних пристроїв

3 Випробовування запірної арматури

4 Розроблення конструкції стенда для випробовування перфораційної засувки

5 Гідравлічні випробування трубопровідної арматури

6 Розрахункова частина

6.1 Розрахунок зусиль, які діють на фланцеві з'єднання арматури

6.2 Розрахунок міцності фланцевого з'єднання

Висновки

Перелік посилань на джерела

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень)

5.1 Складальне креслення перфораційної засувки – 1 арк. Формату А1

5.2 Складальне креслення засувки – 1 арк. Формату А1

5.3 Робочі креслення деталей засувки – 1 арк. Формату А1

5.4 Загальний вигляд стенду для випробовування засувок – 1 арк. Формату А1

5.5 Загальний вигляд гідроциліндра – 1 арк. Формату А1

5.6 Загальний вигляд ручного гідравлічного насоса – 1 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
1 Запірні пристрої нафтогазових машин та обладнання 2 Аналіз конструкцій стендів для випробовування запірних пристроїв	12.0.2025 р	
3 Випробовування запірної арматури 4 Розроблення конструкції стенда для випробовування перфораційної засувки	12.03.2025 р	
5 Гідравлічні випробування трубопровідної арматури	18.04.2025 р	
6 Розрахункова частина 6.1 Розрахунок зусиль, які діють на фланцеві з'єднання арматури 6.2 Розрахунок міцності фланцевого з'єднання Висновки Перелік посилань на джерела	25.05.2025 р	
Графічна частина проекту	15.06.2025 р	

Студент _____ / _____ /
Особистий підпис Розшифровка підпису

Керівник роботи _____ / _____ /
Особистий підпис Розшифровка підпису

З М І С Т

Вступ.....	4
1 Запірні пристрої нафтогазових машин та обладнання	6
1.1 Аналіз конструкцій запірних пристроїв.....	6
2 Аналіз конструкцій стендів для випробовування засувок.....	15
2.1 Стенд для дослідження трубопровідної арматури DN 15...1200 мм(Ру1,6...48,0МПа) сериї JWZ	15
2.2 Стенд горизонтального типу для гідравлічних випробувань трубопровідної арматури серії JWT	19
2.3 Комплекс для випробувань трубопровідної арматури ГАКС-I-5-15/200С:Д-5- 10/48	22
3 Випробовування запірної арматури	25
4 Розроблення конструкції стенда для випробовування перфораційної засувки...	33
5 Гідравлічні випробування трубопровідної арматури	44
6 Розрахункова частина	48
6.1 Розрахунок зусиль, які діють на фланцеві з'єднання арматури	48
6.2 Розрахунок міцності фланцевого з'єднання.....	49
Висновки	52
Перелік посилань на джерела.....	53

Вступ

Актуальність роботи. У процесі виготовлення арматури можуть мати місце дефекти матеріалу деталей або похибки обробки та складання, які знижують міцність конструкції або погіршують експлуатаційні якості виробу. Для виявлення цих дефектів та подальшої їх ліквідації арматура проходить гідравлічне випробування, яке виконується у два етапи: випробування на міцність та випробування на герметичність. Випробування на міцність проводять з метою визначення таких дефектів, як піщані та газові раковини, пористість металу, тріщини, різниця у результаті зміщення стрижня у ливарній формі, залишкові внутрішні напруги. У зварних з'єднаннях можливі непровар, тріщини, пористість, усунення стінок, розтріскування навколошовної зони. Випробування на герметичність необхідно для виявлення перевірки якості притирання поверхонь ущільнювачів деталей запірною арматури. Одночасно контролюється якість складання роз'ємних сполук сальникового, сильфонного або мембранного вузла.

Сучасна промисловість пропонує безліч стендів для випробування запірної арматури, як вертикальних, так і горизонтальних. При короткому аналізі запропонованих промислових стендів виявлено такі недоліки:

- 1) найвища ціна;
- 2) конкретний діапазон діаметрів (тобто відсутній універсальний стенд для будь-яких діаметрів, і якщо у підприємства виникла необхідність випробувати широкий діапазон діаметрів запірної арматури, йому слід придбати кілька випробувальних стендів);
- 3) складна технологічна схема промислових стендів (з основними технологічними схемами випробування арматури можна ознайомитись у [2]);
- 4) відсутність можливості використання стендів у польових умовах.

Мета і завдання дослідження. Мета даної роботи полягає у розробці простішого з конструктивної точки зору і дешевшого стенду для гідравлічного випробування запірної арматури.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- проаналізувати існуючі конструкції стендів, які використовуються для випробування запірної арматури;

- запропонувати і розробити конструкцію стенду для випробування запірної арматури.

Об'єкт досліджень. Розроблення конструкції стенду для випробування запірної арматури

Предмет дослідження. Стенд для випробування запірної арматури.

Методи дослідження. Аналітичний методи для збору і обробки інформації.

1 Запірні пристрої нафтогазових машин та обладнання

1.1 Аналіз конструкцій запірних пристроїв

Запірні пристрої призначені для перекриття прохідних отворів в арматурі фонтану, гирловому устаткуванні і трубопроводах [1].

Запірні пристрої виготовляються чотирьох типів:

- 1) Пробкові крани з мастилом, кулькові і триходові крани
- 2) Прямоточні засувки з мастилом типу ЗМ і ЗМС з однопластинчатим і ЗМАД – з двохпластинчастим шибером. Засувки типів ЗМС і ЗМАД мають модифікації з ручним приводом і пневмоприводом.
- 3) Клинові засувки.
- 4) Вентилі.

Пробковий кран (рис. 1.2) складається з корпусу 1, конічної пробки 8, кришки 9, через яку проходить регулювальний гвинт 12, що дозволяє регулювати робочий зазор між поверхнями ущільнювачів корпусу пробки [1].

Ущільнення регулювального гвинта здійснюється манжетами 10, підтискання яких проводиться грундбуксой 11. Управління краном здійснюється шляхом повороту пробки 8 (через шпindel 5 і кулачкову муфту 7) рукояткою 2 до її упору (рукоятки) у виступи горловини корпусу. Для повороту пробки крана рукоятку при необхідності нарощують рукояткою 406- ЗПП –4, що поставляється з арматурою. Шпindel ущільнюється манжетами, які підтискаються грундбуксою 4. Для віджимання заклиненої пробки і подачі мастила в шпindelі 5 крана передбачений пристрій, що складається з штовхача 3 і втулки 6 (ущільнюваною двома кільцями з маслобензостойкої гуми) з вмонтованим в неї зворотним клапаном [1].

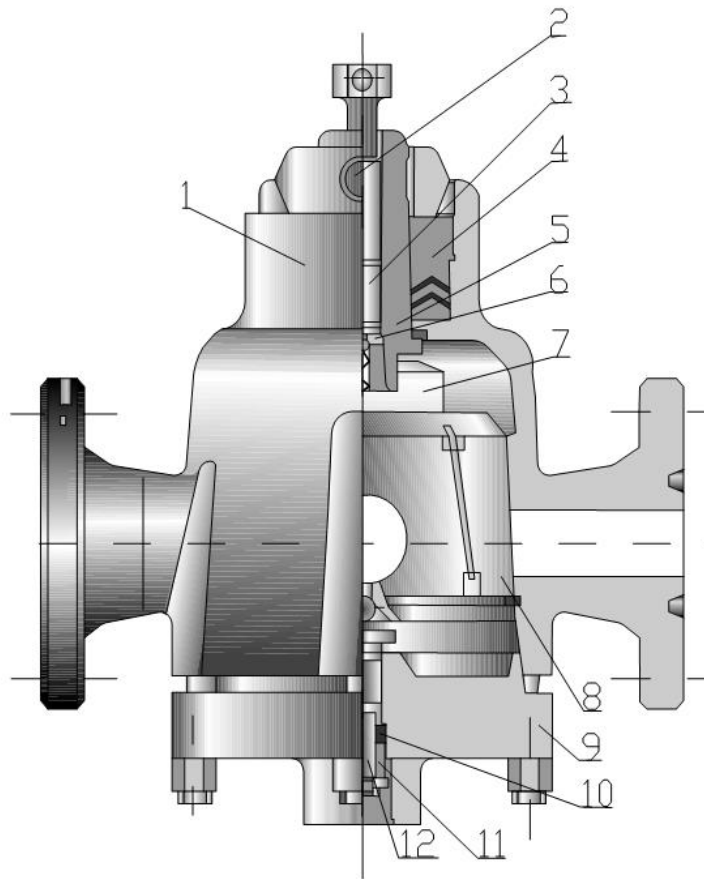


Рисунок 1.2 – Пробковий кран

Віджимання заклиненої пробки здійснюється обертанням штовхача. Осьове зусилля на пробку передається через втулку. Кран працює тільки з мастилом. Мастило виконує наступні функції: забезпечує герметичність затвора крана; полегшує поворот пробки, створюючи постійний прошарок між поверхнями ущільнювачів корпусу і пробки; оберігає поверхні ущільнювачів від корозії і зносу; оберігає кран від заїдання і заклинювання. З метою підвищення корозійної стійкості пробка крана піддається обробці. Кран змащується через 40-50 циклів роботи мастилом ЛЗ-162 або через 150-180 циклів мастилом «Арматол-238» [1].

Кульові крани (рис. 1.3) призначені для застосування як запірна арматура на технологічних трубопроводах з тиском до 4 МПа.

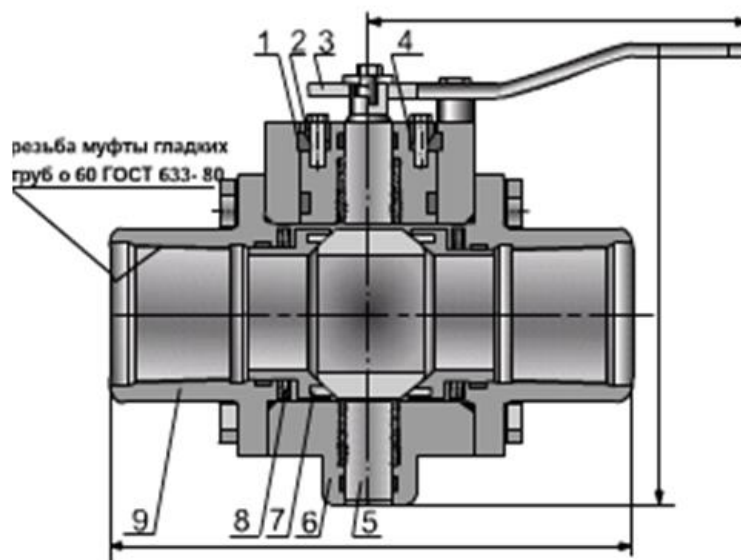


Рисунок 1.3 – Кульковий кран прохідний

Функціональне призначення кранів:

- 1) прохідного – перекриття потоку робочого середовища;
- 2) триходового – для розподілу потоку робочого середовища.

Триходовий кран Призначений для з'єднання газових трубопроводів, де необхідні свічка безпеки і скидання залишкового тиску з магістралі, а також для установки манометра на газопровід [1].



Рисунок 1.4 –Триходовий кран

Триходовим краном є запірний пристрій з клапаном для скидання тиску і швидкого відключення магістралі. Кран з усіх боків має різьблення М 24x1,5 для з'єднання з трубопроводами. Після закінчення роботи викид газу в атмосферу мінімальний [1].

Триходовий кран можна використовувати як запірний пристрій з клапаном для високого тиску на газоповітряному трубопроводі. Для цього з двох сторін нарізується різьблення з труба і одна сторона глушиться. Корпус крана виготовлений з неіржавіючої сталі 12х18Н10т [1].

Засувка ЗМ - 65х21 (рис. 1.4) складається з наступних складових частин: корпусу, шліцьової гайки, шпинделя, кришки підшипників, ходової гайки, маховика, наполегливих шарикопідшипників, сальникового вузла, шибера, сивів, пружин і нагнітального клапана [1].

Первинна герметичність затвора здійснюється за рахунок створення необхідного питомого тиску на ущільнюючих поверхнях шибера і сивів за допомогою тарільчатих пружин. Герметичність з'єднання корпусу з кришкою забезпечується металевою прокладкою за допомогою затягування шліцьової гайки; регулювання спільної осі прохідних отворів шибера і корпуси здійснюється за допомогою регулюючих гайок, що загвинчуються у верхній кожух [1].

Для полегшення управління засувкою ходова гайка спирається на наполегливі шарикопідшипники, різьблення шпинделя і ходової гайки винесене із зони контакту з середовищем, що покращує умови її роботи. Ущільнення шпинделя здійснюється за допомогою сальникового вузла, в який для підвищення його надійності передбачено нагнітання мастила ущільнювача [1].

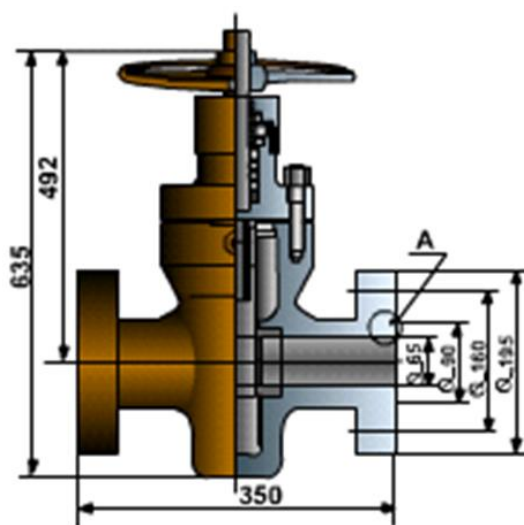


Рисунок 1.4 - Засувка типу ЗМ - 65х21 з ручним приводом

В процесі збірки підшипниковий вузол заповнюється солідолом, а при експлуатації подачі солідолу у вузол проводиться через масельничку; у верхньому кожусі засувки є прорізи, що дозволяють визначити положення затвора (відкрито-закритий). У засувці передбачена можливість подачі захисного мастила в корпус через нагнітальний клапан, що оберігає його від забруднень і корозії [1].

Принцип роботи засувки полягає в тому, що при обертанні маховика поворотно-поступальний рух через шпindel передається одно пластинчатому шиберу, який відкриває або закриває прохідний отвір засувки. Щоб уникнути ерозійного і корозійного зносу не допускається робота засувки в напіввідкритому положенні затвора [1].

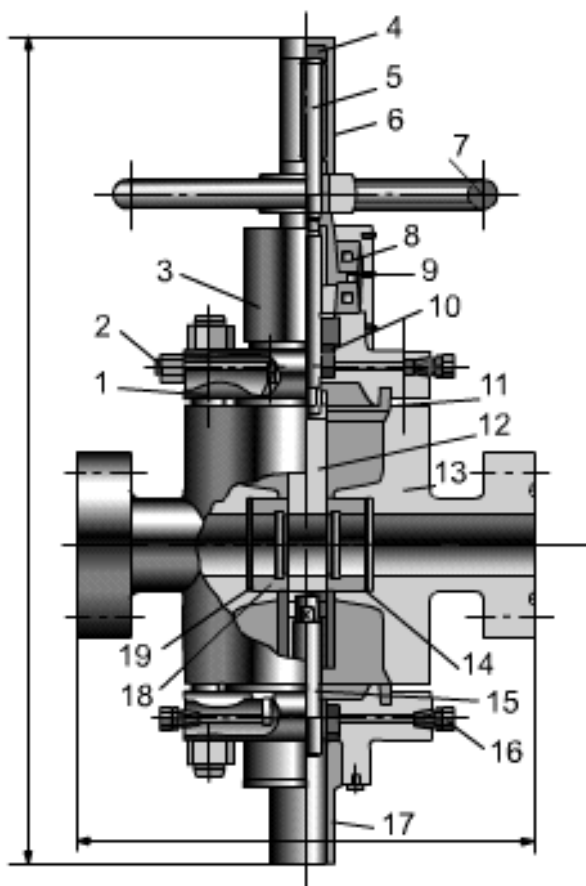


Рисунок 1.5 - Засувка типу ЗМС з ручним приводом

Засувки типів ЗМС і ЗМС1 з ручним приводом діаметром умовного проходу 65, 80, 100 і 150 мм на тиск 21 і 35 МПа, умовного проходу 50 і 100 мм на тиск 70 МПа складаються з корпусу, вхідного сидла, шпиделя, маховика, ходової гайки, кришки підшипників, натискної гайки, натискного кільця, манжет, пружини

сальника, кришки, тарілчастих пружин, нагнітального клапана, вихідного сидла і шибера (рис. 1.5) [1].

Герметичність затвора забезпечується створенням необхідного питомого тиску на ущільнюючих поверхнях шибера і сивів. Попередній питомий тиск створюється тарільчатими пружинами. Герметичності затвора сприяє мастило ущільнювача ЛЗ – 162 (ТУ 38 –1-01-315-77) або «Арматол-238» (ТУ 38 –101-812-80), що подається через нагнітальний клапан [1].

Регулювання співісної прохідних отворів шибера і корпуси, проводиться регулювальними гвинтами.

Для полегшення управління засувкою опори ходової гайки встановлені на наполегливі шарикопідшипники, а засувки умовним проходом 80,100 і 150 мм оснащено врівноважуючим штоком.

Різьблення шпінделя і ходової гайки винесені із зони контакту з середовищем, що покращує умови роботи. У вузол подається мастило ущільнювача. Ущільнення шпінделя здійснюється манжетами з матеріалу АНГ. Для захисту корпусу засувки від забруднення і корозії в нього через нагнітальний клапан подається захисне мастило. Передбачена також подача мастила у вузол ущільнення шпінделя і штока. На засувці є показчик положення відкриття-закриття (верхня і нижня ризики на кожусі) [1].

Засувка типу ЗМАД з ручним приводом (рис. 1.6) складається з корпусу, два сивів (щік), шибера, виконаного у вигляді двох плашок, шпінделя, врівноважуючого штока, корпусу сальника, ходової гайки з трапецеїдальним різьбленням, наполегливих підшипників, кришки підшипника, маховика і кожуха.

Ущільнення шпінделя врівноважуючого штока проводять за допомогою сальника, що є набором манжет шевронного типу з матеріалу АНГ. Для підвищення герметизуючої здатності сальника передбачена подача мастила ущільнювача через зворотний клапан [1].

Відмітною здатністю засувки є наявність системи автоматичної подачі мастила в затвор. Система подачі мастила складається з порожнини, виконаної в щоках поршнів, і системи каналів, які пов'язують порожнину з кільцевою канавкою

на поверхні ущільнювача щоки і зворотними клапанами, розташованими зовні корпусу і призначеними для періодичного нагнітання мастила в порожнину. Робочий тиск середовища усередині корпусу через поршень передається на мастило, яке заповнює кільцеву канавку [1].



Рисунок 1.6 – Засувка з ручним приводом типу ЗМАД

Засувки типів ЗМС, Змс1 і ЗМАДП з пневмоприводом складаються з тих же вузлів і деталей, що засувки з ручним управлінням за винятком того, що разом з ручним приводом мають пневмопривід. Пневмопривід двосторонньої дії складається з пневмоциліндра з поршнем. Стисле повітря або азот по повітропроводу поступає в підпоршневу або надпоршневу порожнину залежно від необхідності відкриття або закриття затвора засувки як примусово із станції управління, так і автоматично при спрацьовуванні пневмопілотів або температурного датчика [1].

Засувка перфораційна, ЗП-130х21М

Засувка призначена для герметизації гирла свердловин під час проведення прострілювальних робіт обсадних колон [1].

Робоче середовище - нафта, газ, газоконденсат, промивна рідина, вода та їх суміші.

Температура робочого середовища до 121оС.

Температура довкілля від мінус 60оС до +40оС.

Управління засувкою – ручне.

Габаритні та приєднувальні розміри, маса засувок вказані в таблиці

Таблиця 1 – Габаритні та приєднувальні розміри, маса засувок

Позначення виробу	PN, MPa (psi)	L	H	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	d	Маса	Приєднання
	Розміри, мм									кг	
ЗП-130х21М	21 (3000)	613	1060	130	380			-	32	480	180х21 ГОСТ28919 (7.1/16"х3000 6А API)
ЗП-130х35М	35 (5000)	737	1060	130	395	317.5	211.1	-	39	535	180х35 ГОСТ28919 (7.1/16"х5000 6А API)
ЗП-130х35М-01	35 (5000)	737	1060	130	395	325	-	217	32	490	156х32 РД26-16-40-89
ЗП-150х21М	21 (3000)	613	1060	150	380			-	32	450	1180х21 ГОСТ28919 (7.1/16"х3000 6А API)
ЗП-150х35М	35 (5000)	737	1060	150	395	317.5	211.1	-	39	515	180х35 ГОСТ28919 (7.1/16"х5000 6А API)
ЗП-150х35М-01	35 (5000)	737	1060	150	395	325	-	217	39	482	156х32 РД26-16-40-89
ЗП-130х70М	70 (10000)	737	1100	130	480	403	-	241.8	42	600	180х70 ГОСТ28919 (7.1/16"х10000 6А API)

На рисунку 1.7 показано схему перфораційної засувки

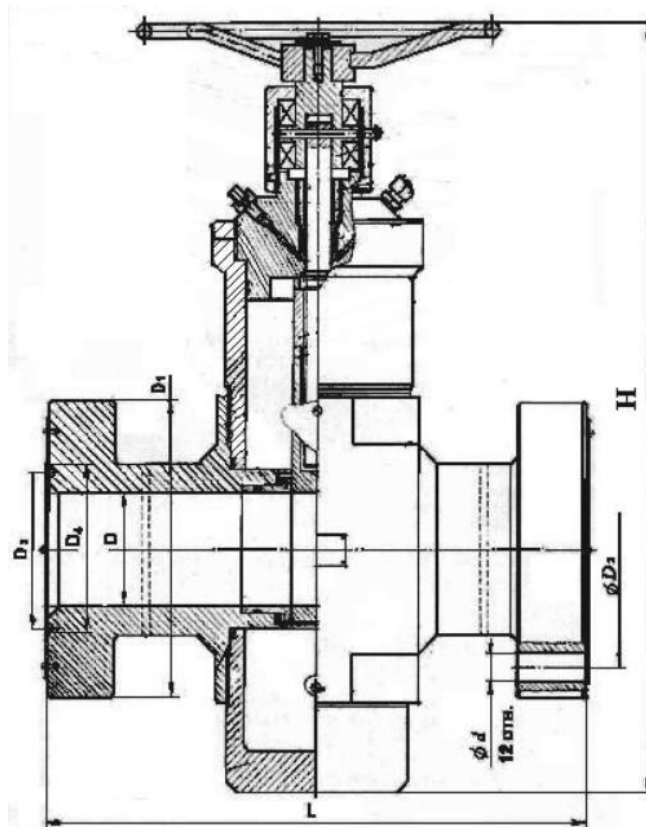


Рисунок 1.7 – Схема перфораційної засувки

Основні конструктивні особливості та переваги засувки [1]:

- корпусні деталі засувки виготовляються методом штампування, що забезпечує їхню високу міцність;
- ущільнення штока виконане з полімерних матеріалів і за рахунок двох опорних підшипників значно знижує крутний момент на маховику;
- з'єднання адаптера зі шпинделем виконано через зрізний штифт, що унеможливорює поломку деталей засувки;
- наявність задньої опори шпинделя, що дозволяє замінити основне ущільнення за наявності тиску в засувці.

2 Аналіз конструкцій стендів для випробовування засувок

2.1 Стенд для дослідження трубопровідної арматури DN 15...1200 мм(Рy1,6...48,0МПа) серії JWZ

Горизонтальний стенд для гідравлічних випробувань трубопровідної арматури серії JWZ був досліджений і виготовлений на основі багаторічного досвіду з виготовлення обладнання для випробувань трубопровідної арматури відповідно до національного стандарту GB/T13927-92 "Випробування запірної арматури загальнопромислового призначення під тиском" і Z6 арматури". Стенд був запатентований в офісі інтелектуальної власності КНР із номером патенту ZL201420224019.X [2].

Стенд має досконалі функції, стабільну характеристику, автоматизацію високого ступеня і т.д. Він широко застосовується для випробувань різних типів запірної арматури високого, середнього і низького тиску з фланцевим або муфтовим приєднаннями від DN15 до 1000 мм на міцність і герметичність корпусних деталей і герметичність затвора. Як випробувальні середовища застосовуються вода, повітря і масло. Максимальний тиск, що застосовується при випробуванні на герметичність – 32 МПа; при випробуванні на міцність корпусних деталей – 48 МПа [2].

Весь процес випробувань керується гідроприводом і електроприладами, що виключає будь-яких додаткових зовнішніх сил на арматуру, що забезпечує вірогідність отриманих результатів, значно підвищує продуктивність і полегшує роботу. Стенд широко застосовується у виробництві трубопровідної арматури і є ідеальним вибором для організацій, які використовують та ремонтують запірну арматуру для нафтової, нафтохімічної, атомної, хімічної промисловості при купівлі обладнання для випробувань запірної арматури [2].

У таблиці 2.1 наведено характеристики стенду

Таблиця 2.1 – Характеристики стенду

Модель	JWZ
DN, mm	15~1200
PN, mm	1,6~4,8МПа
Матеріал корпусу	сталь 25
Вироби, що випробовуються	засувки, кульові крани, запірні клапани (вентилі), зворотні клапани
Привід	гідропривод, PLC-комп'ютер, кнопки
Тип приєднання	фланцевий

У стенді застосовується рухомий зворотний затискний пристрій для затискання задньої сторони фланця арматури [2].

Стенд складається з гідравлічної системи, системи електричного керування, рухомих затискних пристроїв, пристрої гідравлічної подачі тиску та системи циркуляції середовища. На правій робочій станції є затискний механізм та механізм повороту на 90°.

Технічні характеристики та особливості стенду для гідравлічних випробувань запірної арматури серії JWZ [2]:

1) підходить для випробувань запірної арматури з фланцевим приєднанням на герметичність та міцність корпусу; затискання здійснюється за рахунок ущільнення фланцевих кінців за допомогою затискачів;

2) при випробуванні арматуру можна повернути на 90°, що особливо підходить для випробувань на герметичність повітрям;

3) стенд укомплектований пристроєм для подачі тиску (високонапірний насос + низьконапірний насос), випробувальне середовище може бути використане циркуляційно;

4) випробувальним середовищем можуть бути вода, повітря та газ (на розсуд користувачів);

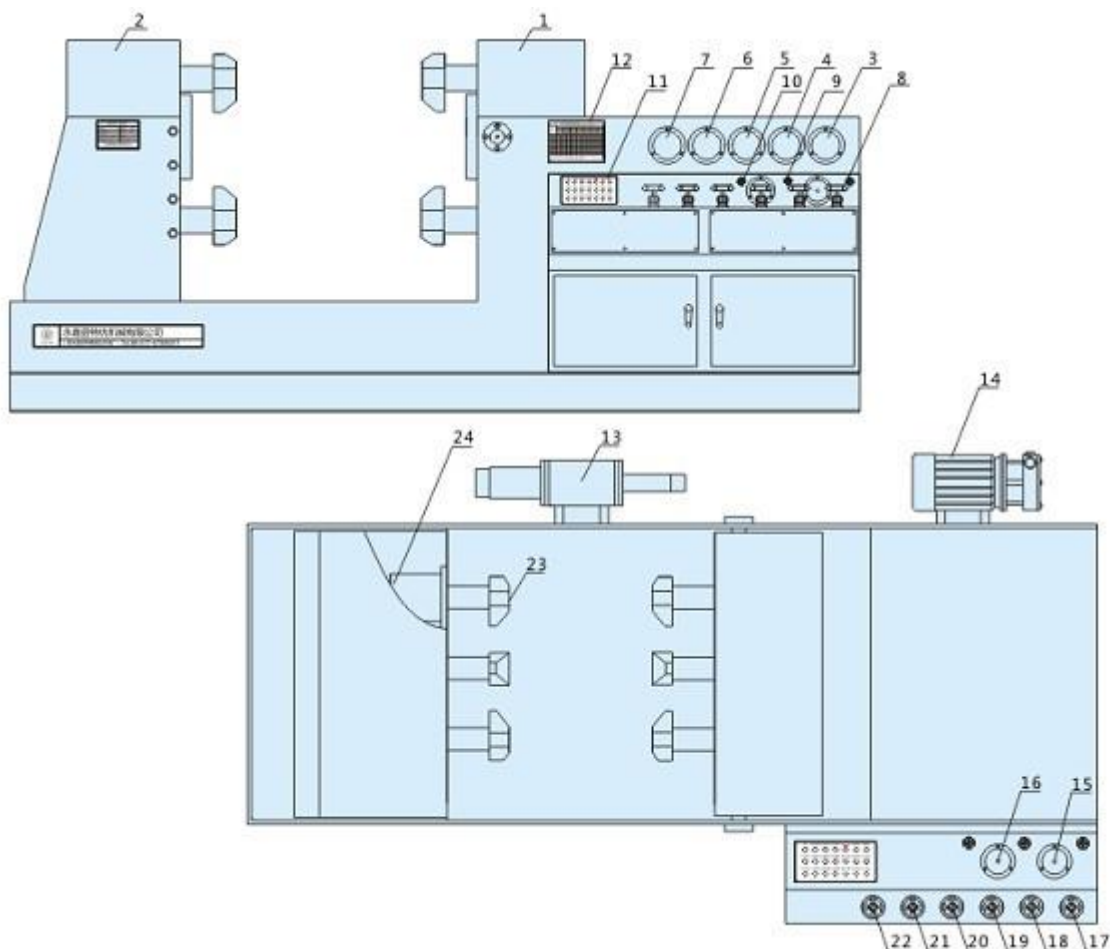
5) під час підтримання тиску при випробуванні повітрям або водою, при наявності в порожнині арматури високого тиску при натисканні будь-якої кнопки стенд не спрацює; стенд почне працювати тільки після розвантаження у безпеку;

6) стенд передбачений системою автоматичного розвантаження; при використанні режим високого тиску автоматично перемикається в режим розвантаження, що допомагає знижувати температуру олії, продовжувати термін служби обладнання та заощадити енергію;

7) стенд передбачений захисним пристроєм;

8) інтелектуальна система доступна [2].

На рисунках, які наведені нижче показано зовнішній вигляд станду



- 1 – робочий стіл; 2 – рухома задня полиця; 3 – манометр низького тиску;
 4 – манометр середнього тиску; 5 – манометр високого тиску; 6 – манометр
 правого затиску; 7 – манометр лівого затиску; 8 – перемикач манометра низького
 тиску; 9 – перемикач манометра середнього тиску; 10 – перемикач манометра
 високого тиску; 11 – панель керування кнопками; 12 – таблиця тиск/діаметр;
 13 – високонапірний насос; 14 – низьконапірний насос; 15 – манометр
 регулювання низького тиску; 16 – манометр регулювання високого тиску;
 17 – загальний перемикач води; 18 – загальний перемикач повітря; 19 – права
 подача води/повітря; 20 – ліва подача води/повітря; 21 – права розвантаження;
 22 – ліва розвантаження; 23 – затискач; 24 – затискний циліндр

рисунок 2.1 – зовнішній вигляд станду

2.2 Стенд горизонтального типу для гідравлічних випробувань трубопровідної арматури серії JWT

Стенд для гідравлічних випробувань запірної арматури моделі JWT розроблений власними силами компанії та запатентований. Стенд складається з гідравлічної системи, електричної системи, системи подачі тиску (високонапірного та низьконапірного водяних насосів), системи манометрів, системи керування запірною арматурою, затискної системи та резервуара. При випробуванні герметичність здійснюється за рахунок фланців. Ущільнювальні заглушки на двох сторонах стенду та внутрішній отвір запірної арматури з приварним приєднанням застосовують як позиціонування і кромки приварних кінців застосовують як ущільнення. При випробуванні затискна система рухомого столу затискає приварні кінці запірної арматури і пересувається до нерухомого столу, а ущільнювальні заглушки на стаціонарному столі виконує функцію ущільнювача. Відстань між рухомим та нерухомим столами регулюється під будівельну довжину запірної арматури. Немає зовнішнього стиску на запірну арматуру, що може впливати на результати випробування, що відповідає державним вимогам. Гідравлічний водяний насос рухається гідравлічною системою, і автоматично перемикається за рахунок перепускного клапана, що забезпечує автоматичну зворотно-поступальну роботу високонапірного водяного бака(насоса), і безперервно подає тиск для запірної арматури через впускний зворотний клапан і випускний зворотний клапан. Стенд застосовується для випробування різних видів запірної арматури на міцність і герметичність. На циліндрі передбачена функція самоблокування: доки тиск у порожнині запірної арматури не звільниться, затиск циліндра не може бути відпущений для захисту. Процес, результати та методи випробування повністю відповідають вимогам GB/T13927-2008 "Випробування запірної арматури промислового призначення", GB/T26480-2011 "Перевірки та випробування запірної арматури", API598-2009 "Перевірки та випробування запору" [2].

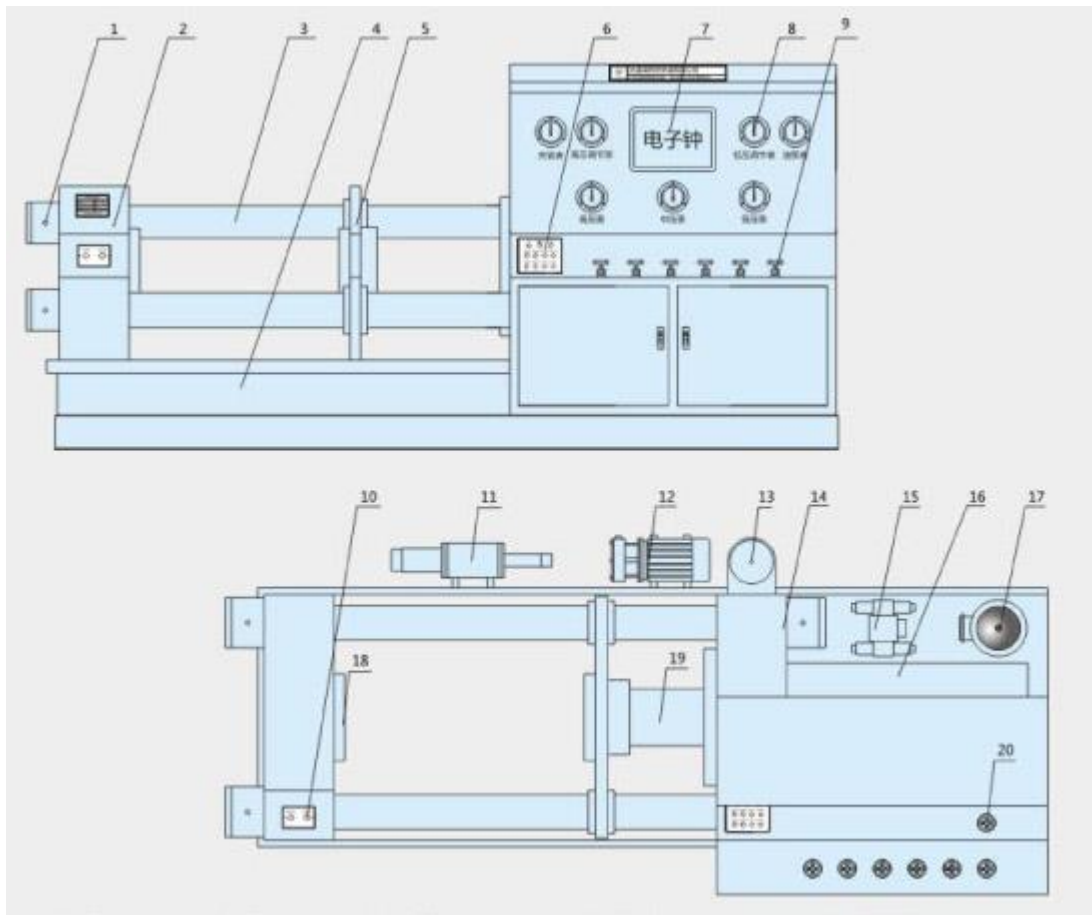
Принцип роботи та конструкція

Процес роботи: відрегулювати затискні зусилля циліндра відповідно до номінального діаметра та тиску запірної арматури - затискач деталь - включити низьконапірний насос для швидкої подачі води - включити високонапірний насос - витримувати тиск на встановлений час - відпустити тиск і скидання [2].

У таблиці 2.2 наведено технічні характеристики стенда, а на рисунку 2.2 – загальний вигляд

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики стенда

Модель	JWT
DN, mm	20~800
PN, МПа	1,0~32
Матеріал корпусу	сталь 25
Вироби, що випробовуються	засувки, кульові крани, запірні клапани (вентилі), зворотні клапани
Привід	гідропривод, PLC-комп'ютер, кнопки
Тип приєднання	фланцевий, приварний



- 1 – ковпачок стрижня; 2 – ліва стійка; 3 – стрижень стійки; 4 – рециркулюючий бак; 5 – рухома стійка; 6 – панель керування; 7 – цифровий годинник; 8 – манометр; 9 – перемикач води та повітря; 10 – ліва панель управління; 11 – гідравлічний високонапірний водяний насос; 12 – низьконапірний водяний насос; 13 – гідравлічний насос наддуву; 14 – ліва стійка; 15 – гідравлічна система; 16 – масляний циліндр верхнім тиском; 17 – двигун масляного насосу; 18 – ущільнювальна заглушка; 19 – поршень верхнім тиском; 20 – перемикач манометрів

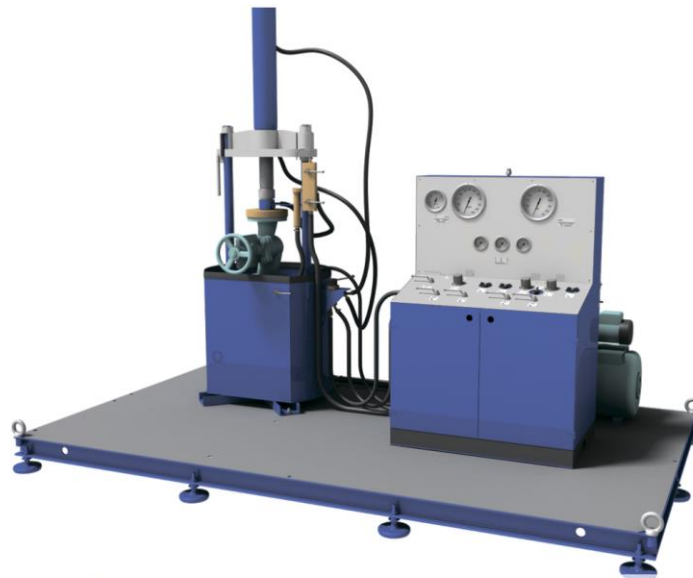
Рисунок 2.2 – загальний вигляд стенда

2.3 Комплекс для випробувань трубопровідної арматури ГАКС-І-5-15/200С:Д-5-10/48

Комплекс призначений для проведення гідравлічних випробувань на міцність і герметичність матеріалу корпусних деталей [3].

Може працювати із загальнопромисловою арматурою, а саме: клинові засувки, кульові крани, пробкові крани, запірні клапани (вентилі), зворотні клапани, дискові затвори [3].

На рисунку 2.3 показано загальний вигляд комплексу



ГАКС-І-5-15/200С:Д-5-10/48

Рисунок 2.3 – Загальний вигляд комплексу.

Типи приєднання арматури [3]

- Фланцеве.
- Під приварювання.

Випробувальне середовище

- Вода з інгібіторними добавками. Джерело води – система оборотного водопостачання.

Джерела енергії

- Стисне повітря тиском 0,5...0,8 МПа.
- Електромережа ~220 В, 50 Гц.

Опис [3]

- склад випробувального комплексу: стенд гакс-і-5-15/200с;
- стенд оснащений верхнім гідроприводом затискача для герметизації виробів, що випробовуються.
- поворотна верхня траверса стенда дозволяє використовувати під час завантаження арматури вантажопідйомні пристрої.
- керування та контроль випробувань здійснюється з пульта керування насосною станцією.
- підключення лінії контролю (крапельної камери) та видалення через неї повітря під час заповнення випробуваного виробу водою, подача стисненого повітря для швидкого видалення випробувального середовища після закінчення випробувань здійснюється з пульта керування, розміщеного на стенді.
- комплект змінних заглушок, що швидко встановлюються, визначається відповідно до номенклатури виробів, що випробовуються, на підставі оформленого замовником опитувального листа .
- точність вимірювання та протоколювання результатів випробувань досягається при використанні електронного приладу «сейтронік пг10-2» або електронної системи «seitronic sir-pg» (постачаються за спецзамовленням).
- відповідність вимогам стандартів випробувань: ГОСТ 5761, ГОСТ 5762, ГОСТ 9544, ГОСТ 33257.

Переваги комплексу. [3]

- швидке заповнення виробів водою та її видалення в ємність після випробувань забезпечується системою оборотного водопостачання, що складається з ємності, насоса-автомата та пневмокерованої насосної станції.
- закріплення обладнання на майданчику обслуговування виключає витрати на встановлення обладнання на фундамент і забезпечує швидкий монтаж або демонтаж комплексу.

У таблиці 2.3 наведено технічні характеристики комплексу

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики комплексу

Параметри	Значення
Стенд ГАКС-І-5-15/200С	
Діапазон використання за DN, мм / Максимальне зусилля затиску, т	15 ... 300 / 30
Відстань: між нижньою та верхньою заглушками, мм / між стійками стенду, мм	640 / 468
Діаметр фланця, що затискається, min/max, мм	95/460
Габаритні розміри, мм / Маса, кг	905x855x2300/365
Пневмокерована насосна станція ГАКС-Д-5-10/48	
Тиск на виході: «Випробування» (середовище-вода), МПа / «Гідрозажим» (середовище-олія), МПа	0,5 ... 10,0 / 0,5 ... 48,0
Габаритні розміри, мм / Маса, кг	945x630x1350/210
Насос-автомат	
Потужність, кВт	1,1
Максимальна витрата, л/хв	70
Габаритні розміри майданчика обслуговування, мм / Маса майданчика, кг	3360x2020x185/375
Загальна маса комплексу, кг	980

3 Випробовування запірної арматури

На останньому етапі складання клапанів, засувок, вентилів в обов'язковому порядку проводиться випробування запірної арматури на герметичність та міцність. Виробнику це необхідно для сертифікації товару та забезпечення гарантійних зобов'язань [4].

Користувачеві випробування запірної арматури дозволяє визначити економічну ефективність застосування окремих модифікацій у власних трубопроводах.

Для оцінки економічної ефективності застосування арматури, безпеки, надійності та якості використовується кілька випробувань на [4]:

- герметичність - роз'ємних з'єднань, верхнього ущільнення, сальника, затвора;
- гідравлічну щільність – перевіряються зварні шви арматури та деталі корпусу;
- міцність - складання цілком, окремі вузли та деталі;
- надійність - визначається зі ступенем ймовірності;
- ресурс - кількість напрацювань до відмови;
- вібростійкість – стійкість до динамічних навантажень;
- ударостійкість – досліди на спеціальному стенді;
- працездатність – створюються екстремальні умови;
- кліматичне випробування запірної арматури – виявлення діапазону робочих температур.

З одного боку, результати випробувань необхідні користувачеві, щоб визначитися з міжремонтним періодом обладнання та термінами ТО. З іншого боку, результати випробувань дозволяють виробнику покращувати якість продукції, знижувати собівартість, підвищувати технологічність та продуктивність процесів [4].

Для знов розроблених зразків арматури застосовують два типи випробувань – попередні та приймальні. Для арматури, що серійно випускається, використовують

кілька типів випробувань - приймально-здавальні, типові, кваліфікаційні, сертифікаційні, періодичні, експлуатаційні [4].

Умови проведення досліджень [4]

Створенням програм для випробувань арматури займається розробник або виробник. Комісія призначається згідно з ГОСТ 15.201 та 15.309. Прийомо-здавальні випробування запірної арматури завжди здійснюють підрозділи ВТК виробника.

У комплект технічної документації входять [4]:

- ТУ, креслення складальне та специфікація арматури;
- відомості про виробника та методику випробувань арматури;
- паспорт та мануал, протокол первинних випробувань арматури.

Кліматичні умови для дослідження зразків арматури повинні відповідати:

- тиск атмосферний 84 -106 кПа;
- вологість 45 - 98%;
- температура від +5°C.

Деякі спеціальні дослідження, наприклад, на герметичність та міцність, здійснюються до нанесення декоративного лакофарбового шару. Більшість випробувань може поєднуватися, наприклад, на працездатність та герметичність.

Норми безпеки [4]

Від персоналу, що виконує випробування запірної арматури, потрібна наявність кваліфікації та проходження спеціальних курсів по ТБ, знання техпроцесів та конструкції стендів, будови засувки. Зазнають арматури мінімум удвох, системи пожежогасіння та норми ПБ актуальні за наявності горючих, вогнебезпечних, займистих та вибухонебезпечних середовищ.

Якщо арматуру випробовують інертними газами, слід перейматися наявністю кисневих масок для персоналу. Великогабаритну арматуру зі спеціальних майданчиків. Співробітники повинні бути на безпечній відстані від трубопроводів під тиском [4].

У процесі випробувань запірно-регулювальної арматури категорично заборонено:

- знаходиться на ділянці стороннім особам;
- учасникам дослідів стояти поруч із заглушками запірно-регулюючої арматури;
- знижувати кількість кріпильних виробів та працювати без плану, техумов;
- застосовувати не передбачений інструмент та обладнання;
- переміщати вантажі та ремонтувати стенди під навантаженням.

Граничні стани, сторонні шуми, не передбачена зміна тиску всередині арматури є приводом для негайного припинення випробування.

Характеристики випробувальних середовищ [4]

У 90% випадків пробними речовинами під час випробувань запірної арматури стають гази гелій, повітря та рідина вода. Дозволено застосовувати для випробувань гас, фреон, природний газ та азот.

Для випробувань застосовують рідину, якщо арматуру планується монтувати у трубопровід із безпечними робочими середовищами. Якщо арматуру будуть експлуатувати з небезпечними газами, при випробуванні на герметичність затвора та сальника застосовується газ, а для випробувань на щільність/міцність рідке або газоподібне випробувальне середовище [4].

Якість пробних речовин для випробувань регламентується ГОСТ 53402. Наприклад, повітря має відповідати 4, 6 та 8 класу за вмістом олії, води та твердих частинок, відповідно. Якщо випробування проводиться особливими середовищами, вимоги до їхнього хімічного складу вказані в КД арматури.

Контроль візуальний та вимірювальний

- Перше випробування арматури – це зоровий контроль наступних параметрів:
- відповідність кресленням арматури, комплектності специфікацій на неї;
 - заглушки повинні бути встановлені у всі технологічні отвори;
 - має бути маркування на корпусі і спеціальна табличка з позначенням;
 - відсутність задирів та вм'ятин на патрубках, торцях ущільнень та корпусі, іржі;
 - мне допускається розшарування на торцях під зварювання;
 - якість лакофарбового покриття має відповідати ГОСТу;

– зварні шви повинні відповідати КД.

Після візуальної випробувальної перевірки проводяться інші дослідження.

Випробування гідравлічні/пневматичні [4]

На спеціальних стендах шляхом заповнення внутрішніх порожнин арматури рідкими та газоподібними середовищами проводиться випробування гідравлічного або пневматичного типу. Робоче середовище закачують під необхідним тиском, витримують протягом зазначеного часу контролю герметичності окремих вузлів і деталей.

Рідинні випробування арматури проходить манометричного або гідростатичного виду. Газові випробування поділяються на мас-спектральний, пухирцевий та манометричний метод. При цьому використовується гелій або атмосферне повітря, стиснене компресором. Конкретна технологія випробування, яку піддається клапан або інша арматура, визначається ТУ або КД.

Випробування міцності [4]

Неоднорідність матеріалу корпусу, пористість, раковини, тріщини та інші дефекти лиття дозволяє виявити випробування арматури на міцність за такою методикою:

- під час випробувань арматура кріпиться на стенді, обв'язується трубами;
- на початковому етапі випробувань усередині виробу створюється тиск, величина якого контролюється приладами;
- пробний тиск у 1,5 – 2 рази більший за номінальний;
- стандартний час випробувань 30 секунд, однак, його можна збільшити за необхідності.

Оцінка випробувань візуальна, дефектні ділянки помітно по протіканню запотівання корпусу, але займається цим кваліфікований спеціаліст [4].

Без випробувань міцності арматура не допускається до інших типів досліджень, тому друга операція після візуального контролю.

Контроль герметичності

Міцні вироби проходять наступне випробування арматури на герметичність. При цьому перевіряються такі вузли:

- сальник, мембрана, сальфон та інші типи ущільнень;
- запірний пристрій;
- щільність притертих поверхонь.

Основними нюансами випробувань арматури на герметичність є:

- безпека випробувальних середовищ для працівників;
- вказівки у паспорті арматури про позитивні результати випробувань на міцність;
- наявність двох працівників відповідної кваліфікації для випробувань арматури.

У цьому випадку дотримуються норми безпеки та вимоги технологічного процесу.

Здійснюється випробування арматури на герметичність затвора при закритому запірному органі, що має відмінності конструкції у різних модифікацій арматури. Тиск і тривалість його впливу для різних типів арматури вказані в таблицях ГОСТ 9544. У певної арматури напрямок потоку односторонній, що обов'язково вказується стрілкою на корпусі. Тому при встановленні арматури на випробувальному стенді необхідно дотримуватися цієї умови.

При конструюванні арматури проект закладається і економічна доцільність. Тому виготовлення абсолютно герметичних клапанів і засувок коштує дорого, окупається дуже довго. У ГОСТ 9544 є класифікація арматури за трьома класами герметичності:

Д клас – нормальне середовище;

С клас – безпечні, слабоагресивні середовища всередині арматури;

В клас – застосування арматури в трубопроводах з легкозаймистими середовищами;

А клас – арматура підвищеної надійності для вибухонебезпечних та токсичних середовищ.

Для класу Д є окремі нормативи для вентилів і всієї іншої арматури.

Запірний механізм арматури приводиться в дію штоком (шпинделем), герметичність якого забезпечується двома способами:

– сільфон – ремонтпридатність нульова, під час випробувань неприпустимі протікання, герметичність має бути абсолютною;

– сальник - має високу ремонтпридатність, набивання оновлюється в міру зносу.

Випробування арматури з розривними мембранами виконують без встановлення гумотехнічних виробів, які гарантовано руйнуватимуться при надмірному тиску. Опресовують патрубки та сідла, корпусні деталі середовищами, вказаними в ТУ або КД.

Механічні випробування

У процесі експлуатації запірної арматури вона не зазнає значних механічних пошкоджень. Тому перевірка на вібростійкість і міцність вважається другорядними дослідженнями. З іншого боку, штурвали арматури з ручним приводом часто відкручують ключами та ломачами, при монтажі можливі випадкові удари та падіння обладнання. Результати випробувань у документації вказують вкрай рідко, оскільки для клапанів та іншої арматури вони вторинні.

У трубопроводах частина динамічних навантажень може передаватися на елементи арматури від компресорів, насосів та іншого технологічного обладнання. Тому зазвичай проводиться перевірка заслінок та клапанів на протистояння негативним впливам вібрації та збереження працездатності у повному обсязі.

Віброміцність арматури в процесі випробування визначається декількома методиками, у кожній з яких включаються не однакові вібрації:

- реальна (натурна);
- випадково-вузькосмугова;
- випадково-широкосмугова;
- полігармонійна;
- гармонійна з частотами, що коливаються;

Від динамічних навантажень, що багаторазово повторюються, запірна арматура може стати непридатною. Наприклад, у клапана послаблюються різьбові з'єднання, розгерметизуються стики.

Для визначення збереження можливості виконання запірної арматурою, наприклад клапанів, своїх функцій після ударних навантажень перевірку проводять за трьома методиками:

- багаторазовий удар визначення міцності;
- ударні навантаження багаторазової дії визначення стійкості;
- поодинокий сильний удар.

Тривалість ударного навантаження залежить від частоти резонансної конструкційного матеріалу виробу.

Визначення ресурсу

Проведення ресурсних випробувань здійснюється після опресування робочим тиском та інших типів досліджень, оскільки в результаті них обладнання та його окремі вузли/деталі стають непридатними. Основними нюансами ресурсних випробувань запірних клапанів, засувок, заслінок та кранів є:

- усі інші типи досліджень мають бути закінчені;
- арматура, наприклад клапан, відбирається довільно з минулої випробування партії;
- параметри середовища та технічні умови повинні відповідати робочим режимам;
- у випробуваннях відбувається перевірка найслабшого вузла/деталі запірної арматури.

Сальники, прокладки та інші типи ущільнень спочатку мають високу ремонтпридатність. Тому слабким місцем запірної арматури зазвичай є герметичність затвора. Саме її ресурс виявляється у процесі випробування.

Випробувальне обладнання [4]

Для нагнітання газів та рідин у внутрішні порожнини клапанів, засувок та заслінок, зняття показань характеристик робочого середовища та стану запірної арматури під час досліджень застосовуються спеціальні випробувальні установки. У таких установках оснащення, вимірювальні засоби, обладнання та засоби автоматизації зібрані до технологічного комплексу, щоб зробити перевірку безпечною та максимально ефективною.

Збирають випробувальну установку для клапанів та іншої арматури з наступних елементів [4]:

- системи подачі робочого середовища та нагнітання необхідного тиску;
- оборотне водозабезпечення ділянки;
- метрологія та зчитувальні системи;
- керуючі модулі та відеоспостереження;
- огорожі для захисту спеціалістів;
- стенди випробувальні.

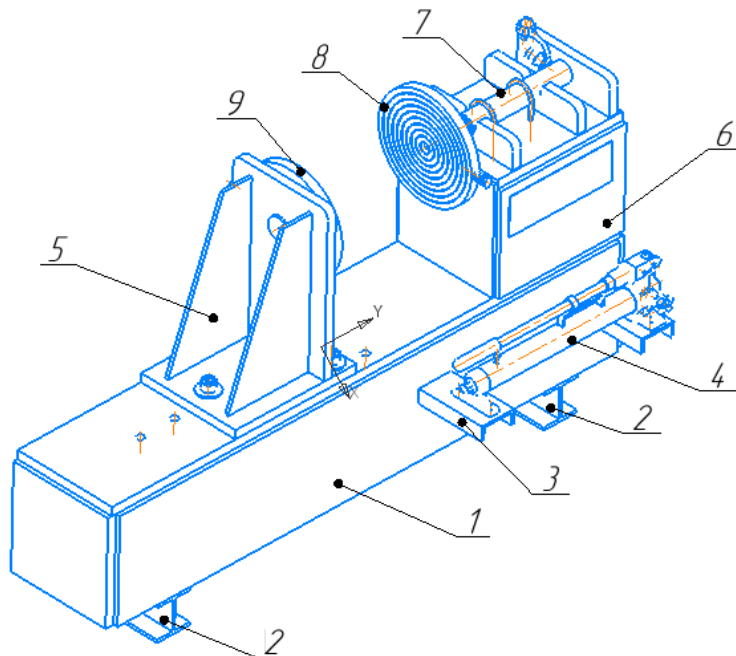
Конструкція клапана відрізняється від заслінки та інших типів запірної арматури. Для окремих модифікацій можна використовувати не однакові методики досліджень. Тому перевірку виконують на стендах наступних видів [4]:

- горизонтального компонування;
- вертикального розташування;
- для кульових кранів;
- для пружин клапанів;
- для клапанів.

Результати досліджень з арматури заносяться до журналу разом із можливими несправностями та відмовими. У паспорт виробу заносяться лише позитивніші результати, виявлені під час перевірки обумовленої кількості арматури із серії.

4 Розроблення конструкції стану для випробовування перфораційної засувки

Для проведення випробовувань перфораційної засувки пропнується конструкція стану, яка показана на рисунку 4.1



1 – корпус; 2 – опора корпусу; 3 – опора насоса; 4 – гідравлічний насос;
5 – опорна плита; 6 – опора; 7 – гідроциліндр; 8, 9 – фланці

Рисунок 4.1 – Конструкція стану для випробовування перфораційної засувки

Стенд складається з корпусу 1, який встановлено на опорах 2. До корпусу прикріплено опори насоса, на яких встановлюється безпосередньо гідравлічний насос. На корпусі зверху встановлено опорну плиту 5 яка має можливість переміщуватись та кріпитись до корпусу за допомогою болтових з'єднань. На опорі 6 встановлено гідроциліндр 7, до якого прикріплено фланець 8. Фланець 9 прикріплено до опорної плити 5.

Принцип дії стану наступний.

Перфораційна засувка встановлюється між фланці 8 та 9 та за допомогою гідроциліндра 7 затискається між ними. Для застиску засувки може бути використано гідравлічний насос 4.

У фланцях виконано отвори в яких нарізані різьби та вгвинчено штуцери. Гідравлічний рукав від гідравлічного насоса приєднується до одного із штуцерів через який робоча рідина подається у корпус перфораційної засувки. Далі створюється тиск відповідної необхідної величини та проводиться випробування засувки.

Конструкція запропонованого стенду є доволі простою у виготовленні та має низьку вартість. Основними її елементами, які можна купити в готовому виді є гідроциліндр та гідравлічний ручний насос.

Розглянемо будову та принцип дії гідравлічного ручного насоса.

Ручний гідравлічний насос – це повністю автономний простий механізм, який виступає зручним джерелом тиску для рейкозгинів, гайкорізів, трубогібів, гідрознімачів, домкратів та іншого подібного інструменту.

Конструкція насоса гідравлічного ручного складається з таких компонентів, як гідравлічний резервуар, запобіжний клапан, поршень та корпус (рис. 4.2).



Рисунок 4.2 – Гідравлічний насос з ручним приводом

Принцип роботи ручного гідронасоса [5].

Коли відбувається рух ручки насоса, поршень переміщається всередині корпусу, що спричиняє збільшення об'єму гідравлічного резервуара і, як наслідок, виникнення відємного тиску. Рідина з зовнішнього резервуара або гідравлічної системи починає втягуватися через клапани входу в насос [5].

В тому випадку, коли рух ручки насоса відбувається у зворотному напрямку, всередині корпусу поршень переміщається в протилежний бік. Це спричиняє

зменшення об'єму гідравлічного резервуара, а разом з тим створює позитивний тиск, який сприяє відкриттю клапанів виходу. Через них рідина, виходячи з насоса, потрапляє в гідросистему [5].

Тобто рух ручки насоса призводить до почергового виникнення розрідження та надлишкового тиску, завдяки чому робоча рідина подається в гідросистему з потрібним тиском для виконання певних робочих операцій [5].

Сфери застосування ручних гідравлічних насосів [5].

Такий агрегат має широке застосування в різних галузях й напрямках діяльності. Ось деякі з них:

1. Гідравлічні преси у виробничих процесах – створення необхідного тиску для пресування, згинання, формування та інших операцій з матеріалами.
2. Гідроверстати – виконання таких функцій, як пробивання отворів, згинання, обробка та різання металу.
3. Ремонт авто – використання в гідравлічних домкратах з метою підняття машини в процесі ремонту, заміни коліс або деталей підвіски, обслуговування тощо.
4. Будівництво – переміщення, підняття чи закріплення габаритного вантажу, наприклад, у процесі розміщення опорних елементів або монтажу конструкцій зі сталі.
5. Сільське господарство – у складі гідравлічних роз'ємних пристроїв на тракторах або комбайнах.
6. Рятувальні операції – забезпечення необхідного тиску в гідроінструментах, наприклад, гідророзрізувачах або гідрокліпах для різання матеріалів під час аварійної ситуації.

Ручний гідронасос можна використовувати фактично в будь-якій галузі, де необхідно створити високий тиск, щоб виконати ту чи іншу операцію [5].

Принцип роботи та аналіз будови гідроциліндра [5]

Гідравлічний циліндр — це гідравлічний привід, який перетворює гідравлічну енергію в механічну і здійснює лінійно-поступальний рух (або коливальний рух). Він простий за будовою і надійний в експлуатації. Коли він використовується для

досягнення зворотно-поступального руху, пристрій уповільнення може бути усунений, і немає зазору в передачах, і рух є плавним, тому він широко використовується в різних механічних гідравлічних системах. Вихідна сила гідроциліндра пропорційна ефективній площі поршня та різниці тиску між двома сторонами [5];

Конструкція гідроциліндра. Гідравлічний циліндр зазвичай складається з задньої кришки, циліндра, поршневого штока, поршневого вузла, передньої кришки та інших основних частин; Щоб запобігти витіканню масла за межі гідроциліндра або з камери високого тиску в камеру низького тиску, між циліндром і торцевою кришкою, поршнем і поршневим штоком, поршнем і циліндром, поршнем встановлено ущільнювальний пристрій. стрижень і передня торцева кришка, а пилозахисний пристрій також розташований поза передньою торцевою кришкою; Щоб поршень не зіткнувся з головкою циліндра, коли він швидко повертається до кінця робочого ходу, торець гідроциліндра також забезпечений буферним пристроєм; Іноді потрібне витяжний пристрій [5].

Блок циліндрів в зборі [5]

Ущільнювальна порожнина, утворена вузлом циліндра та вузлом поршня, піддається тиску масла, тому вузол циліндра повинен мати достатню міцність, високу точність поверхні та надійне ущільнення.

(1) Фланцеве з'єднання, проста конструкція, легка обробка, надійне з'єднання, але кінець циліндра повинен мати достатню товщину стінки для встановлення болтів або гвинтів, це широко використовувана форма з'єднання.

(2) Півкільцеве з'єднання, розділене на дві форми з'єднання зовнішнього півкільцевого з'єднання та внутрішнього півкільцевого з'єднання, процес з'єднання півкільця є хорошим, надійним з'єднанням, компактною структурою, але послабив міцність циліндра. Застосування півкільцевого з'єднання дуже поширене, і воно часто використовується для з'єднання циліндра безшовної сталевий труби та торцевої кришки.

(3) різьбове з'єднання, існує два види зовнішнього різьбового з'єднання та внутрішнього різьбового з'єднання, яке характеризується невеликим розміром,

легкою вагою та компактною структурою, але конструкція кінця циліндра є складною, ця форма з'єднання зазвичай використовується для випадків, коли потрібні невеликі розмір і невелика вага.

(4) З'єднання рульової тяги має просту структуру, хороший процес і сильну універсальність, але об'єм і вага торцевої кришки більші, і рульова тяга розтягуватиметься довше після навантаження, що впливає на ефект. Підходить лише для гідроциліндрів середнього та низького тиску з малою довжиною.

(5) Зварне з'єднання, висока міцність, просте виготовлення, але легко спричинити деформацію циліндра під час зварювання [5].

Основна форма дії гідроциліндра:

Стандартна подвійна дія: рух потужності в обох напрямках і використовується в більшості застосувань:

Циліндр односторонньої дії: якщо тяга потрібна лише в одному напрямку, можна використовувати циліндр односторонньої дії;

Подвійний циліндр: коли потрібне однакове переміщення з обох боків поршня або коли навантаження прикріплено до кожного кінця, якщо механічно вигідно, додатковий кінець можна використовувати для встановлення кулачків для роботи перемикачів ходу тощо [5].

Циліндр односторонньої дії з пружинним поверненням: зазвичай обмежується дуже маленькими циліндрами з коротким ходом, які використовуються для утримання та затискання. Довжина, необхідна для розміщення поворотної пружини, робить їх неприємними, коли потрібні тривалі подорожі;

Циліндр односторонньої дії плунжерного типу: лише одна проточна камера, цей тип циліндра зазвичай встановлюється вертикально, скидання навантаження втягується циліндром, їх також називають «циліндрами зміщення» та практичні для довгих подорожей [5];

Багатоступінчастий телескопічний циліндр: до 4 рукавів, коротше стандартного циліндра. Існують одинарної дії або подвійної дії, вони дорожчі, ніж стандартний циліндр, зазвичай використовується для встановлення, простір невеликий, але вимагає більшого ходу,

Тандемний циліндр: основа тандемного циліндра складається з двох коаксіально встановлених циліндрів, поршні двох циліндрів з'єднані спільним поршневим штоком, а ущільнення штока розташоване перед двома циліндрами, щоб кожен циліндр міг виконувати подвійну функцію під час монтажу. ширина або висота обмежені. Тандемний циліндр може збільшити вихід;

Подвійний циліндр: Подвійний циліндр складається з двох циліндрів, встановлених коаксіально. Два поршні не з'єднані. Ущільнення штока розташоване між двома циліндрами, щоб кожен циліндр міг виконувати подвійну функцію, і два циліндри можна встановити на шток поршня (як показано) або спиною до спини. Зазвичай використовується для роботи в трьох положеннях.

Принцип роботи гідроциліндра

Принцип роботи та аналіз конструкції повного комплекту гідроциліндрів (Демонстрація анімації)

Принцип гідравлічної передачі - з маслом як робочим середовищем рух передається через зміну об'єму ущільнення, а потужність передається через тиск всередині масла.

1. Силова частина - перетворює механічну енергію первинного двигуна в енергію тиску масла (гідравлічну енергію). Наприклад: гідравлічний насос.

2, виконавча частина - гідравлічний насос вводить енергію тиску масла в механічну енергію для приводу робочого механізму. Наприклад: гідроциліндр, гідромотор.

3, контрольна частина - використовується для контролю та регулювання тиску масла, витрати та напрямку потоку. Наприклад: клапан регулювання тиску, клапан регулювання потоку та клапан регулювання напрямку.

4, допоміжна частина - перші три частини з'єднані разом, щоб утворити систему, яка відіграє роль зберігання масла, фільтрації, вимірювання та герметизації. Приклади включають труби та з'єднання, паливні баки, фільтри, акумулятори, ущільнення та контрольні прилади.

Тиск, прикладений у будь-якій точці даного об'єму рідини, може однаково передаватись у всіх напрямках. Це означає, що коли використовується кілька

гідравлічних циліндрів, кожен циліндр буде тягнути або штовхати зі своєю власною швидкістю, і ці швидкості залежать від тиску, необхідного для переміщення вантажу.

При однаковій несучій здатності гідроциліндра першим буде рухатися гідроциліндр, який несе найменше навантаження, а останнім — гідроциліндр, що несе найбільше навантаження.

Для того, щоб синхронізувати рух гідроциліндра, щоб вантаж піднімав домкратом з однаковою швидкістю в будь-якій точці, необхідно використовувати в системі регулюючий клапан або елемент системи синхронного домкрата.

Класифікація гідроциліндрів

Щоб задовольнити різні види використання різних головних двигунів, існує багато типів гідравлічних циліндрів.

Відповідно до напрямку подачі масла його можна розділити на циліндри односторонньої дії та циліндри подвійної дії. Циліндр односторонньої дії подає мастило під високим тиском лише на одну сторону циліндра та покладається на інші зовнішні сили для реверсу поршня. Циліндр подвійної дії подає масло під тиском до обох сторін циліндра відповідно. Рух поршня вперед і назад здійснюється гідравлічним тиском.

За структурою його можна розділити на циліндр поршня, циліндр плунжера, циліндр повороту та циліндр телескопічної втулки. За формою поршневого штока його можна розділити на одинарний штоковий циліндр і подвійний поршневий штоковий циліндр.

Відповідно до спеціального призначення циліндра, його можна розділити на серійний циліндр, допоміжний циліндр, швидкісний циліндр, кроковий циліндр тощо. Цей тип циліндра є не простим циліндром, а комбінацією інших циліндрів і компонентів, тому з конструктивної точки зору цей тип циліндра також називають комбінованим циліндром.

1. Диференціальний гідроциліндр

Принцип диференціалу гідравлічного циліндра полягає в тому, що обидва кінці під'єднані до трубопроводу подачі масла одночасно, один кінець, оскільки

площа штока поршня менша за інший кінець, принцип диференціалу використовується для досягнення руху.

Коли дві порожнини одного стрижневого поршневого циліндра подаються в мастило під тиском одночасно, оскільки ефективна площа безштокової порожнини більша за ефективну площу безштокової порожнини, сила поршня вправо більша, ніж сила лівих. Тому поршень рухається вправо, а шток витягується. У той же час масло з порожнини штока видавлюється так, що воно тече в безштокову порожнину, таким чином прискорюючи швидкість висування поршневого штока. Такий спосіб з'єднання одношатунного гідроциліндра називається диференціальним з'єднанням. У диференціальному з'єднанні ефективна площа гідроциліндра дорівнює площі поперечного перерізу штока поршня, а швидкість столу більша, ніж у безштокової порожнини, а вихідна сила зменшується [5].

Принцип роботи та аналіз конструкції повного комплекту гідроциліндрів (Демонстрація анімації)

Диференціальне з'єднання є ефективним способом досягнення швидкого руху без збільшення продуктивності та потужності гідравлічного насоса.

2. Одноважільний гідроциліндр

Гідравлічний циліндр з одним штоком поршня має шток лише на одному кінці. Це однопоршневий гідроциліндр. Вхідні та вихідні масляні отвори А і В на обох кінцях можуть пропускати масло під тиском або повертати масло для досягнення двостороннього руху, тому його також називають циліндром подвійної дії. Коли він використовується для досягнення зворотно-поступального руху, пристрій уповільнення може бути усунений, і немає зазору в передачах, і рух є плавним, тому він широко використовується в різних механічних гідравлічних системах.

особливості [5]:

- (1) Вхід масла без порожнини штока, повернення масла з порожниною штока.
- (2) Вхід масла з порожниною штока, повернення масла без порожнини штока.
- (3) Диференціальне з'єднання - ліва і права порожнини з'єднані, і масло під тиском пропускається.

Порівняння трьох однострижневих циліндрів, як показано на малюнку нижче:

Принцип роботи та аналіз конструкції повного комплекту гідроциліндрів
(Демонстрація анімації)

3. Одношатунний поршневий циліндр [5]

Поршень одношатунного поршневого циліндра має лише один кінець поршневого штока, оскільки ефективна площа лівої та правої порожнин одношатунного поршневого циліндра різна, тому він характеризується: коли тиск рідини та потік Q є незмінно чергуючись у двох порожнинах циліндра, вихідна тяга F поршневого циліндра в лівому та правому напрямках не однакова, зворотно-поступальна швидкість порту не однакова, і чим більший діаметр поршневого штока, тим більший різниця. Однак, коли блок циліндрів закріплений і поршневий шток зафіксований, діапазон руху відповідного робочого столу є однаковим.

Принцип роботи та аналіз конструкції повного комплекту гідроциліндрів
(Демонстрація анімації)

4, двошатунний поршневий циліндр [5]

Діаметри штока на обох кінцях поршневого циліндра з подвійним штоком зазвичай однакові, тому ефективна площа поршня на обох кінцях також однакова. Коли дві камери циліндра по черзі вводять однаковий потік і тиск рідини, максимальна тяга і швидкість руху поршня також рівні. Однак, коли блок циліндрів закріплений, а поршневий шток зафіксований, діапазон руху їх відповідного верстака різний

Конструкція двоштокового поршневого циліндра подібна до конструкції двоштокового гідравлічного циліндра, а графічний символ такий самий.

Двоштоковий гідравлічний циліндр — це гідравлічний циліндр із поршневим штоком з обох боків поршня, який, як правило, приводиться в дію двостороннім гідравлічним тиском і може досягати постійної швидкості зворотно-поступального руху.

особливості: [5]

- (1) Вхід масла без порожнини штока, повернення масла з порожниною штока.
- (2) Вхід масла з порожниною штока, повернення масла без порожнини штока.
- (3) Диференціальне з'єднання - ліва і права порожнини з'єднані, і масло під

тиском пропускається.

Принцип роботи та аналіз конструкції повного комплексу гідроциліндрів
(Демонстрація анімації)

5. Газорідинний циліндр тиску [5]

Газ-рідинний дожимний циліндр також відомий як газо-рідинний дожимний циліндр, який зазвичай називають дожимним циліндром. Гідравлічне масло та стиснене повітря суворо ізолювані, шток поршня в циліндрі контактує з робочими частинами та запускається автоматично, швидкість дії висока, і вона стабільніша, ніж пневматична трансмісія, пристрій блоку циліндрів простий, регулювання виходу легко, за тих же умов можна досягти високої сили гідравлічного преса, низького енергоспоживання, м'яка посадка не пошкоджує форму. Простий у встановленні та спеціальний допоміжний циліндр може бути встановлений під будь-яким кутом 360 градусів, займає невеликий простір, менше проблем без підвищення температури, довгий термін служби, низький рівень шуму та інші основні характеристики. Підвищувальний циліндр може досягти високої сили гідравлічного циліндра за допомогою загального тиску повітря, і гідравлічний блок не потрібен. Підвищувальний циліндр можна загалом розділити на: циліндр підсилення попереднього тиску, циліндр підсилення прямого тиску, циліндр підсилювача з регульованим ходом, циліндр підсилювача збільшеної зворотної тяги, компактний паралельний циліндр підсилення, міні-циліндр підсилювача, циліндр швидкого підкачування, циліндр підсилювача мастила та газу.

Робоча частота циліндра підсилювача, відповідно до різних ходів і діаметрів циліндрів, зазвичай становить 10-70 разів/хв. Режим активації: робоча швидкість подвійної дії: 50~1000 мм/с. Діапазон продуктивності: 1~100 тонн. Діапазон застосування: штампування, згинання профілів, штампування, штампування сталі, контактне зварювання профілю, екструзійне формування, вирівнювання та випрямлення, клепка та кування, обробка листового металу, щільна збірка, клепка та з'єднання, штампування.

6. Гідроциліндр телескопічний [5]

Телескопічний гідравлічний циліндр - це гідравлічний циліндр із

багатоступеневим телескопічним поршневым штоком, який може отримати довший робочий хід, а телескопічний гідравлічний циліндр також відомий як багатоступеневий гідравлічний циліндр. Телескопічний гідравлічний циліндр складається з двох або більше поршневих гідравлічних циліндрів, а шток поршня першого поршневого циліндра є циліндром другого поршневого циліндра.

Коли масло під тиском надходить з безштокової порожнини, починає висуватися циліндр з найбільшою ефективною площею поршня, а коли лінія досягає кінця, починає висуватися циліндр з другою ефективною площею поршня. Порядок висування телескопічної гідравліки розширюється від великого до малого, що дозволяє отримати довгий робочий хід. Чим менша ефективна площа надмірно розтягнутого циліндра, тим вище швидкість висування. Тому швидкість висування повільна і швидка, а відповідна гідравлічна тяга зменшується від великої до малої; Цей закон зміни тяги та швидкості підходить для вимог різних автоматичних завантажувальних і розвантажувальних машин щодо тяги та швидкості. Порядок втягування, як правило, від малого до великого, а осьова довжина втягування коротка, простір невеликий, а структура компактна. Він часто використовується в гідравлічній системі будівельних машин та інших крокуючих механізмів, таких як крани, самоскиди тощо [5].

7. Плунжерний циліндр [5]

Плунжерний циліндр є конструктивною формою гідроциліндра.

один плунжерний циліндр може досягати лише одного напрямку руху, а зворотний залежить від зовнішньої сили, як показано на малюнку А нижче. Якщо об'єднати два плунжерних циліндри, як показано на малюнку б, зворотно-поступальний рух також можна досягти за допомогою масла під тиском. Коли плунжерний циліндр рухається, він направляється напрямною втулкою на головці циліндра, тому внутрішню стінку циліндра не потрібно доробляти. Це особливо підходить для тривалих подорожей. Крім того, плунжерний циліндр поділяється на радіальний плунжерний циліндр і осьовий плунжерний циліндр.

5 Гідравлічні випробування трубопровідної арматури

Гідравлічні випробування є важливим етапом у забезпеченні надійності та безпеки промислових і побутових трубопровідних систем. Вони дозволяють перевірити трубопровідну арматуру на герметичність, міцність і стійкість до тиску, забезпечуючи довготривалу і безаварійну експлуатацію всієї системи. В умовах підвищеного тиску гідравлічні випробування допомагають виявити недоліки конструкції або дефекти матеріалів, які могли б призвести до аварій [6].

Гідравлічні випробування – це метод перевірки трубопровідної арматури за допомогою води або іншої рідини, яку вводять під тиском у систему для перевірки герметичності і стійкості до механічних навантажень. Основною метою таких випробувань є виявлення потенційних витоків і перевірка здатності арматури витримувати робочий і максимальний тиск [6].

В процесі гідравлічних випробувань арматура піддається випробувальному тиску, який зазвичай перевищує робочий тиск системи на 1,5-2 рази. Це дозволяє визначити, чи здатна арматура працювати без проблем у стандартних умовах експлуатації, і чи зможе вона витримати пікові навантаження.

Безпека і надійність трубопровідних систем безпосередньо залежать від якості арматури, яка контролює потік рідин і газів. Дефекти у конструкції або матеріалі арматури можуть призвести до серйозних аварійних ситуацій, включаючи витік токсичних або вибухонебезпечних речовин, що створює небезпеку для персоналу і навколишнього середовища [6].

Гідравлічні випробування допомагають запобігти подібним ситуаціям, виявляючи слабкі місця в конструкції або матеріалі. Вони також забезпечують тривалий термін експлуатації трубопроводів, знижують ризик аварій і зменшують витрати на ремонт і обслуговування. [6]

Розглянемо основні типи трубопровідної арматури, яка зазвичай проходить гідравлічні випробування.

- Засувки – використовуються для повного відкриття або закриття потоку рідини в системі. Гідравлічні випробування дозволяють переконатися в їхній герметичності та здатності витримувати високий тиск [6].

- Клапани – призначені для регулювання потоку та тиску в системі. Клапани можуть працювати в умовах змінного тиску, тому гідравлічні випробування допомагають перевірити їхню стійкість до перепадів тиску.

- Зворотні клапани – використовуються для запобігання зворотному потоку рідини. Перевірка на герметичність є важливою для забезпечення правильного напрямку потоку.

- Регулятори тиску – дозволяють підтримувати стабільний тиск у системі. Випробування підтверджують їхню здатність витримувати високий тиск і реагувати на зміни в системі.

- Кульові крани – арматура, яка використовується для швидкого перекриття потоку. Гідравлічні випробування забезпечують перевірку їхньої герметичності і надійності в умовах підвищеного тиску.

Етапи проведення гідравлічних випробувань [6]

Процес гідравлічних випробувань арматури складається з кількох основних етапів:

- ✓ Підготовка обладнання – на першому етапі арматуру очищують від забруднень, змащують ущільнювачі та інші елементи, щоб забезпечити герметичність з'єднань.

- ✓ Заповнення системи водою – арматуру заповнюють водою або іншою рідиною. Рідина повинна бути чистою та без домішок, щоб уникнути забруднення.

- ✓ Підвищення тиску – тиск у системі поступово підвищують до випробувального рівня, який перевищує робочий тиск на 1,5-2 рази.

- ✓ Утримання тиску – після досягнення необхідного тиску він утримується протягом певного часу (зазвичай 5-15 хвилин). Це дозволяє перевірити, чи не з'являються витоки або пошкодження. [6]

✓ Перевірка арматури на герметичність – під час випробувань перевіряють герметичність з'єднань і можливі витіки. Якщо витоків немає, арматура вважається придатною до експлуатації.

✓ Зниження тиску і злив води – після завершення випробувань тиск поступово знижують, а воду зливають з системи.

Обладнання для гідравлічних випробувань [6]

Для проведення гідравлічних випробувань використовується спеціальне обладнання, яке включає насос для підвищення тиску, манометри для контролю тиску, а також прилади для фіксації витоків.

Насоси – використовуються для нагнітання рідини в систему під високим тиском.

Манометри – дозволяють точно вимірювати тиск у системі і контролювати його на всіх етапах випробувань.

Обладнання для виявлення витоків – сучасні системи можуть включати датчики, що автоматично фіксують навіть найменші витіки.

Переваги гідравлічних випробувань [6]

Гідравлічні випробування трубопровідної арматури забезпечують численні переваги:

→ Підвищення безпеки – перевірка арматури дозволяє уникнути аварій, пов'язаних із витіками або пошкодженням арматури під час експлуатації.

→ Забезпечення надійності системи – гідравлічні випробування підтверджують, що арматура витримує робочі навантаження та готова до експлуатації в системі.

→ Зменшення витрат на обслуговування – своєчасне виявлення дефектів дозволяє запобігти дорогим ремонтам та простою системи.

→ Довговічність обладнання – випробування допомагають виявити слабкі місця арматури, що дозволяє вчасно провести заміну деталей або арматури в цілому.

Недоліки та обмеження гідравлічних випробувань [6]

Незважаючи на переваги, гідравлічні випробування мають певні обмеження:

- 1) Ризик пошкодження арматури – випробування під високим тиском можуть спричинити пошкодження деталей, якщо арматура має приховані дефекти.
- 2) Затрати часу та ресурсів – процес гідравлічних випробувань потребує підготовки обладнання, що збільшує тривалість обслуговування.
- 3) Вплив на довкілля – зливання випробувальної води після проведення тестів може потребувати особливої утилізації.

Гідравлічні випробування трубопровідної арматури є необхідною частиною підготовки обладнання до експлуатації. Вони дозволяють забезпечити безпечну і надійну роботу систем водопостачання, теплопостачання, газопостачання та інших інженерних систем.

6 Розрахункова частина

6.1 Розрахунок зусиль, які діють на фланцеві з'єднання арматури

Для робочих тисків 14, 21, 35 МПа застосовуються фланцеві з'єднання із зазором між торцями фланців. Вони комплектуються прокладками типу П ортогонального поперечного перерізу з двостороннім контактом (рис. 6.1). Розміри фланців вибираються у відповідності до прохідних отворів ствольової частини фонтанної ялинки. Для проведення подальших розрахунків параметри фланців вибираємо із довідникових даних. При виборі матеріалу прокладок необхідно врахувати корозійну активність продукції пласта. При експлуатації фланцевого з'єднання на свердловині на його елементи діють зусилля $P_{зам}$, які виникають в результаті затягування ущільнюючого стику з врахуванням тиску пластової рідини.

Якщо застосовується прокладка з двостороннім контактом розрахунок $P_{зам}$ ведеться за формулою:

$$P_{зам} = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot p + \pi \cdot D_3 \cdot b_{эф} \cdot m \cdot p \quad (6.1)$$

де D_3 - середній діаметр прокладки, м;

p - тиск робочої рідини, Па;

$b_{эф}$ - ефективна ширина прокладки, м; $b_{эф} = 0,125b$

b - ширина прокладки, м;

m - коефіцієнт, який враховує пружні властивості матеріалу прокладки (для нафти значення m становить від 5 до 6, для газу – від 10 до 12, менші значення приймають для м'яких сталей, більші – для більш твердих, а при використанні сталі 12X18H9T $m=7$).

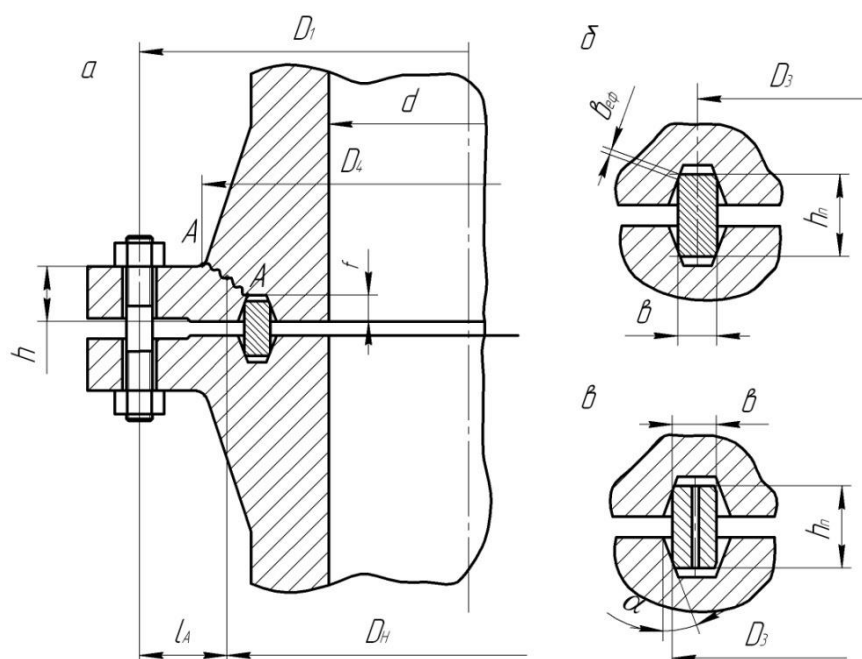
$$P_{зам} = \frac{3,14 \cdot 0,0952^2}{4} \cdot 35 \cdot 10^6 + 3,14 \cdot 0,0952 \cdot 0,125 \cdot 10 \cdot 11,1 \cdot 10^{-3} \cdot 35 \cdot 10^6 = 394 \text{ кН}$$

Отже, згідно розрахунків вибираємо прокладку типу П24.

6.2 Розрахунок міцності фланцевого з'єднання

При проведенні перевірного розрахунку необхідно врахувати, що при виготовленні деталей устьового обладнання, на які діє внутрішній тиск, слід використовувати матеріали, що забезпечують механічні властивості деталей після кінцевої обробки не нижчі допустимих. Потрібно вибирати конкретні марки сталей. При виборі врахувати умови в яких буде експлуатуватися обладнання

Перевірочний розрахунок на статичну міцність проводиться в залежності від умовного моменту згину M_{32} , який діє у небезпечному перерізі А-А (рис. 6.1).



a – схема руйнування фланцевого з'єднання; *б* – механізм ущільнення фланцевого з'єднання першого типу; *в* - механізм ущільнення фланцевого з'єднання другого типу

Рисунок 6.1 – Схема фланцевого з'єднання

При цьому напруження згину

$$\sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W_{A-A}} \leq [\sigma_{32}] \quad ; \quad [\sigma_{32}] = 0,7\sigma_T, \quad (6.2)$$

де σ_T - границя текучості матеріалу фланця, Па;

$M_{зз}$ - згинальний момент, Н·м.

$$M_{зз} = P_{зат} \cdot l_A, \quad (6.3)$$

де $P_{зат}$ - зусилля затягування з'єднання, Н;

l_A - плече згину, м

$$l_A = \frac{D_1 - D_H}{2}, \quad (6.4)$$

$$l_A = \frac{0,165 - 0,1001}{2} = 0,032 \text{ м}$$

$$M_{зз} = 35 \cdot 10^6 \cdot 0,032 = 1120 \text{ кНм}$$

де D_1 - дільний діаметр кола центрів отворів під шпильки, м;

D_H - середній діаметр небезпечного січення, м,

$$D_H = \frac{D_4 + D_3}{2}, \quad (6.5)$$

$$D_H = \frac{D_4 + D_3}{2} = \frac{0,105 + 0,0952}{2} = 0,1001 \text{ м}$$

де D_4 - більший діаметр шийки;

W_{A-A} - момент опору фланця в небезпечному перерізі, м³

$$W_{A-A} = \frac{\pi \cdot D_H}{6} \cdot \frac{b_1^2 + 2(h-f)^2}{2}, \quad (6.6)$$

де b_1 - ширина торця прокладки, м;

h - повна висота тарілки фланця, м;

f - глибина канавки, м.

$$W_{A-A} = \frac{3,14 \cdot 0,1001 \cdot 0,0077^2 + 2(0,0016 - 0,008)^2}{6} = 369 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$$

$$\sigma_{32} = \frac{1120}{369 \cdot 10^{-8}} = 303 \text{ МПа} \leq [\sigma_{32}] \quad ; \quad [\sigma_{32}] = 0,7 \cdot 970 = 679 \text{ МПа}$$

Отже, міцність фланцевого з'єднання відповідає заданим вимогам.

Висновки

У ході виконання роботи розглянуто проблему гідравлічного випробування запірної арматури. Розглянуто сучасні методи випробування, а також спеціалізовані стенди, які при цьому застосовуються. Запропоновано конструкцію стенду для випробування засувки який характеризується простотою, надійністю, можливістю використання у польових умовах. Застосування даного стенду дозволяє випробувати абсолютно різні діаметри запірної арматури.

Перелік посилань на джерела

1. Федорович Я. Т. Нафтогазопромислові машини і комплекси: навчальний посібник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. – 218 с.
2. <https://www.armzatvor.com>
3. <https://www.gaksnpo.ru/oborudovanie/kompleks-dlya-ispytaniy-truboprovodnoy-armatury-gaks-i-5-15200sd-5-1048>
4. <https://sng2000/info/statyi/5704/>
5. <https://locator.ua/blog/?p=5073>
6. <https://admiralzavod.com/gidravlichni-vyprobuvannya-truboprovodnoyi-armatury-shho-cze-i-navishho-potribno/>
7. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання [Чинний з 2017-07-01]. – Київ, 2016. – 26 с.
8. Копей Б.В., Лях М.М. Нафтогазове обладнання: у 11 т. / За загальною ред. Б.В. Копея. Т. 2 Розрахунок, конструювання, монтаж та експлуатація машин та обладнання для спорудження свердловин: підручник. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. – 286 с.
9. Михайлюк В. В. Основи моделювання: методичні вказівки для вивчення дисципліни. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. – 29 с.
10. Світлицький В.М., Кривуля С.В., Матвієнко А.М. Машини та обладнання для видобування нафти і газу: довідковий посібник.– Харків: КП «Міська друкарня», 2014.–352 с.
11. Каталог інструментів для розбирання різьбових з'єднань фірми FORCE. 2003 / 2004. – 296 с.: іл.
12. Практикум з ремонту машин. / За ред. О. І. Сідашенка, О. А. Науменка – К.: Урожай, 1995. – 224 с.
13. Чухрай В. Є., Кулинич І. Я. Механізація складання різьбових з'єднань/ Вісник Львів. держ. агр. ун-ту: Агроінженерні дослідження (№4). – Львів, 2000. – 207 с.
14. <https://www.britannica.com/technology/wrench>

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота Грушецького А. З. на тему «Обладнання для випробовування перфораційної засувки» складається з пояснювальної записки, викладеної на 53 аркушах формату А4, яка вміщує 6 розділів, 4 таблиці, 13 рисунків, 14 найменувань використаних джерел, і графічного матеріалу загальним обсягом 6 аркушів формату А1.

Об'єкт досліджень. Розроблення конструкції стенду для випробовування запірної арматури.

Метою роботи полягає у розробці простішого з конструктивної точки зору і дешевшого стенду для гідравлічного випробовування запірної арматури.

У роботі розглянено запірні пристрої нафтогазових машин та обладнання. Проведено аналіз конструкцій стендів для випробовування засувки. Розглянено питання випробовування запірної арматури. Запропоновано конструкцію стенду для випробовування засувки який характеризується простотою, надійністю, можливістю використання у польових умовах. Застосування даного стенду дозволяє випробовувати абсолютно різні діаметри запірної арматури. Проведено розрахунок на міцність фланцевого з'єднання.

Ключові слова: засувка, випробовування, стенд, насос, гідроциліндр, тиск.

ABSTRACT

The bachelor's thesis of A. Z. Grushetsky on the topic "Equipment for testing a perforation gate valve" consists of an explanatory note, laid out on 53 sheets of A4 format, which contains 6 sections, 4 tables, 13 figures, 14 names of sources used, and graphic material with a total volume of 6 sheets of A1 format.

Object of research. Development of the design of a stand for testing shut-off valves.

The purpose of the work is to develop a simpler from a constructive point of view and cheaper stand for hydraulic testing of shut-off valves.

The work considers the shut-off devices of oil and gas machines and equipment. An analysis of the designs of stands for testing valves is carried out. The issue of testing shut-off valves is considered. The design of a test stand for a valve is proposed, which is characterized by simplicity, reliability, and the possibility of using it in field conditions. The use of this stand allows testing completely different diameters of shut-off valves. The strength of the flange connection is calculated.

Keywords: valve, testing, stand, pump, hydraulic cylinder, pressure.