

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра холодильних установок і кондиціонування повітря



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Дослідження різних запобіжних клапанів холодильних установок з розробкою енергоефективного клапану.

Здобувача (ки) Макоцеба О.Є.

2 курсу ХМ151М групи

Керівник доц., к.т.н. Жихарєва Н..

Консультанти: доц., к.т.н. Жихарєва Н.В.

доц., к.т.н. Когут В.О.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 01.12.2023 протокол № 6

Завідувач кафедри ХУКП Михайло ХМЕЛЬНЮК

Одеса - 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	<u>Низькотемпературної техніки та інженерної механіки</u>
Кафедра	<u>Холодильних установок і кондиціонування повітря</u>
Ступінь вищої освіти	<u>Магістр</u>
Спеціальність	<u>142 «Енергетичне машинобудування»</u>
Освітньої програма	<u>Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.

«___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Макоцеба Олексій Євгенович

1. Тема роботи Дослідження різних запобіжних клапанів холодильних установок з розробкою енергоефективного клапану

Затверджена наказом ОНТУ від _____ 31.10.2022 р. _____ наказ № 784-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 01.12.2023 р.

3. Вихідні дані роботи запобіжний клапан для холодильних установок

4. Перелік питань, які потрібно розробити
техніко-економічне обґрунтування, розрахунок процесів кондиціонування повітря,
вибір розрахункових параметрів, розрахунок клапанів
, обґрунтування вибору обладнання СКП, виготовлення стенду

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
актуальність теми, мета роботи та задачі дослідження, методи дослідження , запобіжний клапан ,
принцип роботи стенду, Дослідження клапанів

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання видав
Охоорна праці	Жихарєва Н.В.		
Економічний розділ	Жихарєва Н.В.		

7. Дата видачі завдання 01.09.2023 р.

Керівник _____ Жихарєва Н.В

Завдання прийняв до виконання _____ Макоцеба О.Є

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літературних джерел, методик розрахунків, підготовка структури роботи	01.09-29.09.23	
2	Підготовка основних розділів роботи	02.10-30.10.23	
3	Підготовка розділу з охорони праці	01.11-08.11.23	
4	Підготовка економічного розділу	08.11-16.11.23	
5	Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	17.11-24.11.23	
6	Підготовка презентації та доповіді	24.11-27.11.23	
7	Відгук керівника, рецензування, підготовка до захисту кваліфікаційної роботи	28.05-30.11.23	

Здобувач-дипломник _____ Макоцеба О.Є..

Керівник роботи _____ Жихарєва Н.В.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник _____ Макоцеба Олексій Євгенович _____

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра Макоцеби Олексія Євгеновича Дослідження різних запобіжних клапанів холодильних установок з розробкою енергоефективного клапану включає 3:80 сторінок тексту, 11 рис, 7 таблиць, 38 посилань на літературні джерела.

Дана робота присвячена науковому дослідженню **запобіжних клапанів холодильних установок з розробкою енергоефективного клапану**, який досліджений в лабораторії Криогенної техніки Традиційні конструкції запобіжних клапанів не враховують особливості роботи холодильних установок що призводить до постійної необхідності заміни обладнання або ж до повної непрацездатності системи. Ми розробили нову конструкцію мембраного запобіжного клапану та дослідили принцип його роботи при різних характеристиках робочої рідини та тим самим підвищили термін експлуатації устаткування та унеможливити поломки гідравлічної системи у цілом Було проведено моделювання та експериментальне дослідження запобіжного клапана, що показало нам залежність зменшення швидкості при зменшенні тиску. Дослідження проводилося при різних швидкостях робочої рідини та при різному значенню тиску. Отримані результати дали нам можливість розробити нову конструкцію. Новий запобіжний клапан може працювати при різних умовах та ефективно понижувати тиск.

Ключові слова: запобіжний клапан, параметри , тиск , швидкість, хладагент, пар, рідина

ANNOTATION

Master's thesis of Oleksiy Evgenovich Makotseba Study of various safety valves of refrigerating plants with the development of an energy-efficient valve includes: 80 pages of text, 11 figures, 7 tables, 38 references to literary sources. This work is devoted to the scientific research of safety valves of refrigerating plants with the development of an energy-efficient valve, which was studied in the laboratory of cryogenic technology. Traditional designs of safety valves do not take into account the peculiarities of the operation of refrigerating plants, which leads to the constant need to replace the equipment or to the complete failure of the system. We developed a new design of the membrane safety valve and studied the principle of its operation with different characteristics of the working fluid, thereby increasing the service life of the equipment and preventing breakdowns of the hydraulic system as a whole. Modeling and experimental research of the safety valve was carried out, which showed us the dependence of the speed reduction at reduced pressure. The study was carried out at different speeds of the working fluid and at different pressure values. The obtained results gave us the opportunity to develop a new design. The new safety valve can work under different conditions and reduce pressure effectively.

Key words: safety valve, parameters, pressure, speed, refrigerant, steam, liquid , optimization.

ЗМІСТ

Стор.

1.ВСТУП.....	2
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПОБІЖНИХ КЛАПАНІВ	5
2.2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПОБІЖНИХ КЛАПАНІВ	6
3 АНАЛІЗ РОБОТИ ЗАПОБІЖНИХ КЛАПАНІВ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК	8
3.1 .Технічні вимоги до запобіжних клапанів	11
3.2 Види посудино, що працює під тиском	13
3.3 .Підбір запобіжних клапанів	24
3.4 Клапани розвантажувача	26
4. РОЗРАХУНОК ЗАПОБІЖНОГО КЛАПАНАУ . РОЗРОБКА НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ	35
4.1 Розрахунок пропускної здатності клапанів	35
4.2 Математична модель розрахунку запобіжного клапану	38
Висновки розділу	46
5, ДОСЛІДЖЕННЯ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЗАПОБІЖНОГО КЛАПАНАУ	47
5.2 Експериментальне дослідження.....	52

					КРМ.ХУіКП 1. 784-03.2.6		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		МАкоцеда О Е			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Жихарева Н.В			5	102	
Реценз.					<i>Розрахунково- пояснювальна записка</i> <i>ХМ151М- група</i>		
Н. Контр.							
Затверд.							

6 ОХОРОНА ПРАЦІ...62
6.2 Загальні вимоги техніки безпеки до посудин, що працюють під тиском	64
7 ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙ	
8 ВИСНОВКИ	.72
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	..75

ВСТУП.

Запобіжний клапан (рос. предохранительный клапан, англ. safety valve, нім. Sicherheitsventil n) — гідроклапан, призначений для захисту від механічного руйнування обладнання і трубопроводів надлишковим тиском, шляхом автоматичного випуску надлишку рідкого, паро- чи газоподібного середовища з систем і посудин з тиском, що перевищив встановлене значення. Клапан також повинен забезпечувати припинення скидання середовища при відновленні робочого тиску. Запобіжний клапан є арматурою прямої дії, що працює безпосередньо від робочого середовища, поряд з більшістю конструкцій захисної арматури і регуляторами тиску прямої дії.

Небезпечний надлишковий тиск може виникнути в системі як в результаті сторонніх чинників (неправильна робота обладнання, передача тепла від сторонніх джерел, неправильно зібрана тепломеханічна схема і т. д.), так і в результаті внутрішніх фізичних процесів, зумовлених певною вихідною подією, не передбаченою при нормальній експлуатації. Запобіжні клапани встановлюються скрізь, де це може статися, але особливо вони важливі в сфері експлуатації промислових та побутових об'єктів, що працюють під тиском.

Метою даної кваліфікаційної роботи є долідження запобіжних клапанів холодильних установок та проведення іспитів в лабораторії Кріогенної техніки ОНТУ

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні завдання:

- на основі аналізу було визначено основні напрями та відповідні заходи щодо дослідження запобіжних клапанів
- проведеним розрахунок тзапобіжного клапану
- запропоновано шляхи підвищення ефективності запобіжних клапанів

Об'єктом дослідження запобіжний клапан холодильних установок.

Предметом дослідження Показники енергетичної ефективності системи

.Методологічну основу магістерської роботи склали наукові дослідження вітчизняних і зарубіжних вчених в запобіжних клапанах

Методи дослідження метод математичного моделювання експерименти та комп'ютерні експерименти, експериментальне дослідження

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПОБІЖНИХ КЛАПАНІВ .

Запобіжний клапан (рос. предохранительный клапан, англ. safety valve, нім. Sicherheitsventil n) — гідроклапан, призначений для захисту від механічного руйнування обладнання і трубопроводів надлишковим тиском, шляхом автоматичного випуску надлишку рідкого, паро- чи газоподібного середовища з систем і посудин з тиском, що перевищив встановлене значення. Клапан також повинен забезпечувати припинення скидання середовища при відновленні робочого тиску. Запобіжний клапан є арматурою прямої дії, що працює безпосередньо від робочого середовища, поряд з більшістю конструкцій захисної арматури і регуляторами тиску прямої дії.

Небезпечний надлишковий тиск може виникнути в системі як в результаті сторонніх чинників (неправильна робота обладнання, передача тепла від сторонніх джерел, неправильно зібрана тепломеханічна схема і т. д.), так і в результаті внутрішніх фізичних процесів, зумовлених певною вихідною подією, не передбаченою при нормальній експлуатації. Запобіжні клапани встановлюються скрізь, де це може статися, але особливо вони важливі в сфері експлуатації промислових та побутових об'єктів, що працюють під тиском.

Існують і інші види запобіжної арматури, але клапани є найпоширенішими через простоту своєї конструкції, легкості налаштування, розмаїття видів, розмірів і конструктивних виконань.

Для захисту апаратів і трубопроводів від надмірного тиску, що може виникнути за умов їх експлуатації, застосовують запобіжні та мембранні клапани, область застосування яких наводиться в правилах влаштування та безпечної експлуатації судин, які працюють під тиском.

Запобіжний клапан представляє собою пристрій автоматичної дії, призначений для випуску з ємностей надлишкової кількості газу, пари або рідини при збільшенні тиску понад встановлені межі.

За відсутності в судині перевищення допустимого робочого тиску на золотник 2 клапана зверху вниз діє постійне зусилля попередньо стиснутої пружини 3. У випадку виникнення тиску в судині на золотник починає діяти сила, протидіюча до зусилля пружини. Поки вона менша за зусилля пружини, їх різниця створює ущільнення між золотником 2 та сідлом корпуса 1 клапана. При збільшенні тиску в судині ущільнююча сила зменшується до нуля, після чого подальше збільшення тиску приводить до відкривання клапана, при цьому з ємності 5 газ скидається через відвідний трубопровід 4 в атмосферу або спеціальну ємність.

Запобіжні клапани класифікують за способом створення навантаження на золотник, за висотою підйому золотника, за способом відкривання клапана та за способом випуску з нього середовища.

За способом створення навантаження на золотник клапани бувають:

- вантажні з прямим навантаженням золотника;
- вантажні важільні;
- пружинні з прямим навантаженням золотника;
- пружинні важільні;
- пружинні з допоміжним поршнем.

2.1 Класифікація запобіжних клапанів

Вантажні запобіжні клапани з прямим навантаженням золотника застосовуються в основному для захисту апаратів, які працюють при низькому тиску

Вантажні важільні клапани мають більш широку сферу застосування, оскільки дозволяють у великих межах змінювати тиск спрацьовування. Перевагою вантажних клапанів є простота конструкції та постійність навантаження на золотник при його підйомі; недоліками – великі габарити, схильність до вібрації та неможливість застосування на пересувних установках.

Пружинні запобіжні клапани з прямим навантаженням золотника є найбільш розповсюдженим типом клапанів. Вони мають малі габаритні розміри за більших прохідних перерізів і їх можна улаштувати на пересувних установках, наприклад, на автомобільних та залізничних цистернах. Недоліком пружинних клапанів є те, що при підйомі золотника зростає зусилля пружини, внаслідок її стиснення.

За висотою підйому золотника запобіжні клапани поділяються на низькопідйомні, середньопідйомні та повнопідйомні.

Низькопідйомні клапани застосовують для рідких середовищ, головним чином в тих випадках, коли не вимагається велика пропускну спроможність.

Середньопідйомні клапани застосовуються як перепускні.

Повнопідйомні клапани відрізняються високою продуктивністю, оскільки переріз щілини при підйомі золотника дорівнює або є більшим перерізу сопла клапана.

1. За способом відкривання клапани бувають прямої та непрямої дії.

Запобіжні клапани прямої дії відкриваються під дією сили, яка створюється тиском середовища в системі. До них відносяться всі розглянуті вище клапани. Для відкривання клапана непрямої дії на нього подається

регулюючий імпульс. Основний запобіжний клапан б непрямої дії, під поршень якого подається регулюючий імпульс від допоміжного клапана з голчастим вентилям. Зусилля пружини основного клапана б розраховано на величину, більшу за силу тиску середовища на золотник, тому в закритому стані золотник щільно прижатий до сопла і забезпечує цим самим надійну герметичність. При перевищенні тиску понад встановлений в ємності, яка захищається, спрацьовує запобіжний клапан, і середовище, яке скидається, подається під поршень основного клапана, забезпечуючи його відкриття. Повна пропускна спроможність такої системи досягається вже за незначного перевищення тиску в ємності.

Перевагою запобіжних клапанів непрямої дії є можливість отримання високої пропускної спроможності за рахунок збільшення діаметра сопла.

Недоліком їх є залежність надійності від працездатності основного та допоміжного клапанів.

2 За способом випуску середовища запобіжні клапани бувають відкритого та закритого типу.

Клапани відкритого типу не мають патрубків для підключення відповідних трубопроводів і випускають робоче середовище в атмосферу.

Клапани закритого типу мають патрубок для підключення відповідного трубопроводу. Середовище, яке скидається через клапан, може відводитися на безпечну відстань або в спеціальну герметичну ємність. Клапани закритого типу мають широке застосування в хімічній галузі, оскільки вони можуть використовуватися на установках з вибухонебезпечними і токсичними газами.

До роботи запобіжних клапанів пред'являються наступні основні вимоги:

- безвідмовне відкриття клапана за заданим тиском;
- безвідмовне закриття клапана;
- зберігання повної герметичності клапана в закритому стані;

у відкритому стані клапан повинен мати таку пропускну спроможність, щоб після його спрацьовування тиск в ємності, яка захищається, не міг більше підвищуватися.

Слід відмітити, що вимоги безвідмовності відкривання та достатньої пропускну спроможності повинні виконуватися безперечно, оскільки від цього повністю залежить надійність захисту технологічного обладнання від руйнування.

Пропускна спроможність запобіжних клапанів повинна бути розрахована таким чином, щоб при їх спрацьовуванні тиск, який утворюється в системі, не міг перевищити встановлених визначених значень, що залежать від робочого тиску системи. Пропускна спроможність визначається висотою підйому золотника, яка є однією з основних характеристик запобіжних клапанів.

При розрахунках пропускну спроможності G (кг/с) або площі перерізу запобіжного клапана для парів та газів користуються параметрами:

де α – коефіцієнт витрати, який наводиться в паспорті клапана або приймається приблизно 0,75 0,85;

F – площа прохідного перерізу клапана, м²;

B – коефіцієнт, який визначається за таблицею. Для рідин коефіцієнт B приймають рівним 1;

– надлишковий тиск спрацьовування клапана, МПа;

– надлишковий тиск за запобіжним клапаном, МПа;

- густина середовища за умов спрацьовування клапана ($i t_1$).

Запобіжні клапани необхідно влаштовувати безпосередньо на штуцері апарата у вертикальному положенні. Якщо конструкція апарата або інші виробничі умови не дозволяють встановити клапан на штуцері, то допускається влаштування його на трубопроводі або на спеціальному патрубку безпосередньо поруч із штуцером апарата за умов, що між апаратом

та клапаном не повинно бути запірної арматури. Діаметр підвідного штуцера повинен бути не менше діаметра прохідного перерізу з'єднувального фланця з боку входу продукту в запобіжний клапан. Діаметр відвідного трубопроводу повинен бути не менше діаметра випускного фланця клапана. У всіх випадках, коли це можливо, рекомендується застосовувати короткий відвідний трубопровід із скиданням середовища безпосередньо в атмосферу; при цьому скидний стояк повинен мати дренажний отвір діаметром 20-50 мм для спуску рідини з його нижньої частини до збірника або промислової каналізації.

Для кожного запобіжного клапана бажано влаштовувати окрему вихлопну трубу. Допускається об'єднувати декілька вихлопних труб від запобіжних клапанів в загальний колектор. При цьому колектор повинен мати більший прохідний переріз, ніж вихлопний патрубок будь-якого з клапанів, що входять в дану групу, і мати мінімальне число поворотів та мінімальну довжину.

Розміри, кількість, а також тиск спрацьовування запобіжних клапанів підбирають з таким розрахунком, щоб в апараті не міг утворитися тиск, що на 0,05 МПа перевищує робочий (для апаратів з надлишковим тиском від 0,07 до 0,3 МПа), більше ніж на 15% - для апаратів з робочим тиском до 6 МПа і на 10% - для апаратів з тиском понад 6 МПа.

Запобіжні клапани регулюють на тиск, за яким вони повинні працювати. Клапани мають захисний пристрій з пломбою, який не дозволяє довільно змінювати навантаження клапана.

На апаратах колонного типу з великою кількістю тарілок або великою висотою насадок запобіжні клапани влаштовують зверху та на кубовій частині колони.

На апаратах та ємностях із скрапленими газами влаштовують по два запобіжних клапани – кожний на повну пропускну спроможність. Резервуари та ємності із скрапленими газами представляють собою велику небезпеку в умовах пожежі, оскільки обігрів резервуара при пожежі приводить до

інтенсивного випаровування скрапленого газу. Оскільки клапани можуть бути не розраховані на такі умови, при підвищенні тиску можуть виникнути умови для пошкодження ємності. Тому на практиці експлуатації резервуарів з скрапленими газами при розрахунках запобіжних клапанів доцільно враховувати вплив на ємності теплоти можливої пожежі.

На ємностях для зберігання бутану, бутадієну, газового бензину та інших подібних речовин, крім запобіжних клапанів, повинні бути встановлені два вакуумних клапани, розраховані на підсмоктування азоту при вакуумі, рівному 3 кПа та вище, що утворюється за низьких температур зовнішнього середовища.

З метою перевірки справності запобіжних клапанів їх забезпечують пристроями для примусового відкривання під час роботи апарата.

Для зниження витоків через запобіжні клапани (через нещільне прилягання тарілки клапана до сідла або пульсації тиску), а також для захисту деталей клапана від корозії агресивним технологічним середовищем між клапаном та апаратом влаштовують розривну мембрану, яка представляє собою тонку пластину, що руйнується при підвищенні тиску в апараті.

3..АНАЛІЗ РОБОТИ РІЗНИХ ЗАПОБІЖНИХ КЛАПАНІВ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК

У сучасних холодильних установках для захисту від високого тиску, який може з'явитися в аварійному режимі, застосовуються запобіжні клапани високого тиску різних типів. Конструкції цих клапанів не дозволяють швидко реагувати на гранично-допустимі тиски із застосуванням різних холодоагентів або сумішей вуглеводнів, що призводи до додаткового налаштування клапанів.

Цю задачу присвячена розробка універсального запобіжного клапана.

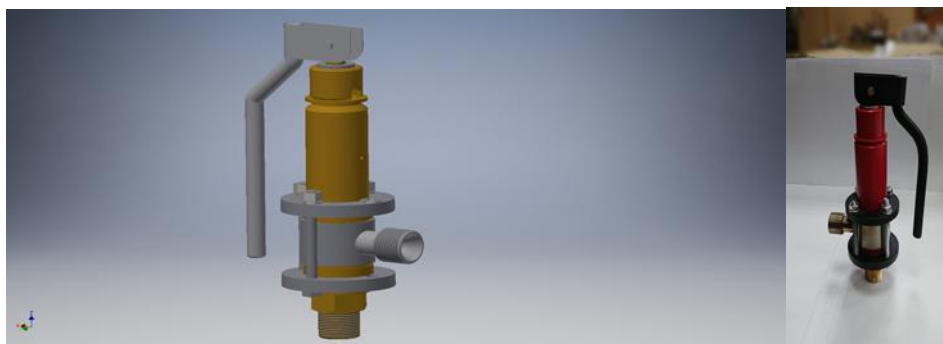


Рис 1 Запобіжний клапан високого тиску

На рис.1 показано 3D модель та фотографія розробленого універсального запобіжного клапана. На відміну від існуючих запобіжних клапанів. Клапан мембранного типу. Вхід газу здійснюється не знизу, а збоку під мембрану. Ця конструкція дозволяє з більшою швидкістю реагувати на відкриття та закриття клапана. Регулювання мембрани значно простіше, ніж інші регулятори запобіжного клапана, відповідного граничного тиску суміші вуглеводнів або холодоагенту. Запропонована технологія дозволяє скоротити собівартість універсального запобіжного клапана, а також поліпшити якість його роботи.

3.1 .Технічні вимоги до запобіжних клапанів

безвідмовне і своєчасне відкриття клапана при заданому перевищенні робочого тиску в системі;

забезпечення клапаном необхідної пропускної здатності у відкритому положенні;

здійснення своєчасної зворотної посадки (закриття) з необхідним ступенем герметичності при заданій величині падіння тиску в системі після аварійного спрацьовування і збереження встановленого рівня герметичності при подальшому зростанні тиску до величини робочого;

забезпечення стабільності роботи, тобто збереження протягом усього терміну експлуатації і заданого числа циклів спрацьовування параметрів налаштування, і необхідного рівня герметичності запірного органу при робочому тиску.

Запобіжні клапани підлягають періодичній перевірці в спеціалізованій організації або випробуванню в дії. Всі клапани повинні бути випробувані на міцність, щільність, а також герметичність сальникових з'єднань і ущільнювальних поверхонь.

Параметри для розрахунку запобіжних клапанів

місце встановлення клапана;

необхідна пропускна здатність;

надлишковий тиск в посудині чи трубопроводі;

розрахунковий тиск;

температура середовища перед клапаном;

максимальний надлишковий тиск за клапаном;

фазовий стан і склад робочого середовища.

3.2 Види посудино, що працює під тиском

Посудиною, що працює під тиском, називають герметично закриту ємність, призначену для хімічних, теплових та інших технологічних процесів, а також для зберігання і транспортування газоподібних, рідких та інших речовин. Межею посудини є вхідні та вихідні штуцери. До посудин, що працюють під тиском, відносять котли, балони, цистерни, бочки.

Посудини, що працюють під тиском, виготовляють зварними або литими на підприємствах, що мають дозвіл Держнаглядохоронпраці. На заводі на поверхню посудин тавруванням наносять паспортні дані. Після виготовлення всі посудини підлягають випробуванню пробним тиском.

Під час експлуатації найчастіше причинами аварій і вибухів посудин є перевищення гранично допустимого тиску, порушення температурного режиму, втрата ними механічної міцності.

Посудини, що працюють під тиском, через можливість вибуху належать до устаткування підвищеної небезпеки, тому експлуатувати їх необхідно відповідно до "Правил будови і безпеки експлуатації посудин, що працюють під тиском". Ці правила розповсюджуються на:

- посудини, що працюють під тиском води з температурою вище 115°C або іншої рідини з температурою, яка перевищує температуру кипіння під тиском 0,07 МПа (без урахування гідростатичного тиску); посудини, що працюють під тиском пари чи газу понад 0,07 МПа;
- балони, призначені для транспортування і зберігання стиснених, зріджених і розчинених газів під тиском понад 0,07 МПа;
- цистерни і бочки для транспортування і зберігання зріджених газів, тиск пари яких за температури до 50°C перевищує 0,07 МПа;
- цистерни і посудини для транспортування або зберігання стиснених, зріджених газів, рідин і сипких тіл, у яких тиск вищий за 0,07 МПа створюється періодично для їх опорожнення;
- барокамери.

- Вказані правила не розповсюджуються на:
- посудини і балони місткістю не більше 0,025 м (25 л), для яких добуток тиску (р) в МПа на місткість (V) в м³ не перевищує 0,02;
- посудини, що працюють під вакуумом;
- прилади парового і водяного опалювання;
- трубчасті печі, частини машин, що не є самостійними посудинами, та деякі інші.

Посудини, на які розповсюджуються "Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском", підлягають реєстрації і технічному обстеженню – огляду і випробуванню пробним тиском. Передбачена реєстрація деяких посудин в органах Держнаглядохоронпраці.

Реєстрації в цих органах не підлягають:

- **посудини холодильних установок і холодильних блоків у складі технологічних установок;**
- бочки для перевезення зріджених газів, балони місткістю до 100 л включно, встановлені стаціонарно, а також призначені для транспортування і (або) зберігання стиснених, зріджених і розчинених газів;
- посудини для зберігання і транспортування зріджених газів, рідин і сипких тіл, що знаходяться під тиском періодично під час їх опорожнення;
- посудини з стисненими і зрідженими газами, призначені для забезпечення паливом двигунів транспортних засобів, на яких вони встановлені, та деякі інші.

На підприємствах торгівлі і громадського харчування не використовуються посудини, що підлягають реєстрації в органах Держнаглядохоронпраці. Проте на цих підприємствах наявні або є в обігу посудини (апарати), на які розповсюджуються вимоги "Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском". До таких посудин належать апарати стаціонарних холодильних установок, автосатуратори, балони з різними газами.

Дозвіл на введення в експлуатацію посудин, які підлягають реєстрації в органах Держнаглядодохоронпраці, видається особою, призначеною наказом по підприємству для здійснення нагляду за технічним станом і експлуатацією посудин, на підставі документації підприємства-виробника після перевірки представником організації обслуговування і, за необхідності, технічного огляду. Дозвіл на введення посудини в експлуатацію записується в її паспорт. На поверхні посудини повинні бути такі дані: реєстраційний номер, дозволений робочий тиск, дата (число, місяць і рік) наступного огляду і випробування.

Посудина або група посудин, що входять в установку, запускаються в роботу на підставі письмового розпорядження адміністрації підприємства. Посудини, на які розповсюджуються вимоги вказаних вище правил, періодично в процесі експлуатації і, за необхідності, достроково піддаються технічному огляду. Об'єм, методи і періодичність технічних оглядів посудин (за винятком балонів) визначені підприємствами-виробниками, вказані в паспортах та інструкціях з монтажу і безпечної експлуатації. Технічний огляд посудин, цистерн, балонів і бочок може проводитися на спеціальних ремонтно-випробувальних пунктах, на підприємствах-виробниках, на наповнювальних станціях, а також на підприємствах власників.

На підприємствах повинні бути забезпечені утримання посудин в справному стані і безпечні умови їх роботи. Наказом по підприємству або об'єднанню підприємств призначається з числа інженерно-технічних працівників особа, відповідальна за справний стан і безпечну дію посудин, і особа, що здійснює нагляд за їх технічним станом і експлуатацією.

До обслуговування посудин, що працюють під тиском, допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли спеціальне навчання (у професійно-технічному училищі, навчально-курсовому комбінаті), атестацію і кваліфікаційні комісії та інструктаж щодо безпечного

обслуговування посудин. Перевірка знань персоналу, що обслуговує посудини, проводиться не рідше, ніж раз на рік.

Інструкції щодо режиму роботи і безпечної експлуатації посудин повинні бути вивішені на робочих місцях і видані під розписку обслуговуючому персоналу. В разі порушення режимів роботи і появи несправностей експлуатація посудин має бути припинена.

Для управління роботою і забезпечення безпечної експлуатації посудини обладнані приладами для вимірювання тиску і температури, запобіжними пристроями, запірною арматурою і, за необхідності, показниками рівня рідини.

На посудинах для вимірювання тиску встановлюють манометри, перевірка яких з опломбуванням або тавруванням проводиться не рідше одного разу на рік. Не рідше за один раз на 6 місяців на підприємстві перевіряють покази робочих манометрів за контрольним; результати перевірки записують у журнал. Манометр повинен мати червону межу на поділці, яка відповідає дозволеному робочому тиску в посудині.

Запобіжні клапани бувають пружинної і важеле-вантажної дії. Запобіжні клапани повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.085-82."ССБП. Посудини, що працюють під тиском. Клапани запобіжні". Тиск настройки запобіжних клапанів повинен дорівнювати робочому тиску в посудині або перевищувати його, але не більше, ніж на 25 % . Робоче середовище, що виходить із запобіжного клапана, слід відводити в безпечне місце.

Запобіжні клапани перевіряють не рідше, ніж один раз на 6 місяців або один раз на рік, залежно від виду посудини, на якій вони встановлені. З проведенням періодичних перевірок запобіжний клапан після випробування і тарування повинен пломбуватися. Замість запобіжних клапанів можуть бути використані запобіжні пластини, що розриваються за тиску в посудині, який перевищує робочий не більше, ніж на 25 % .

Посудина, що працює під тиском, меншим за тиск джерела, що живить його, повинна бути обладнана автоматичним редуруючим пристроєм для пониження тиску газу. Камера низького тиску редуктора повинна мати манометр і пружинний запобіжний клапан, відрегульований на відповідний дозволений тиск в ємності, в яку запускається газ. Такі пристрої-редуктори є, наприклад, в автосатураторах.

Запірну арматуру встановлюють на трубопроводах, якими до посудини підводяться або від неї відводяться рідини, пара або газу. Установка запірної арматури між посудиною і запобіжним клапаном не допускається. Не можна встановлювати запірні пристосування в трубах, які відводять газ або пару від запобіжних пристроїв.

Між посудиною з надзвичайно небезпечною або високонебезпечною речовиною, а також з пожежо- або вибухонебезпечним середовищем і насосом (компресором) встановлюють зворотний клапан, який автоматично закривається під дією тиску з посудини.

За необхідності контролю рівня рідини в посудинах, що мають межу розділу середовищ, застосовуються показники рівня. Окрім показників рівня, на посудинах можуть бути встановлені звукові, світлові та інші сигналізатори і блокування за рівнем.

Експлуатацію парових і водонагрівальних котлів регламентують "Правила будови і безпечної експлуатації парових і водонагрівальних котлів". Парові котли з робочим тиском до 0,07 МПа повинні відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.26-96 «Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа (0.7кгс/см), водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115С» .

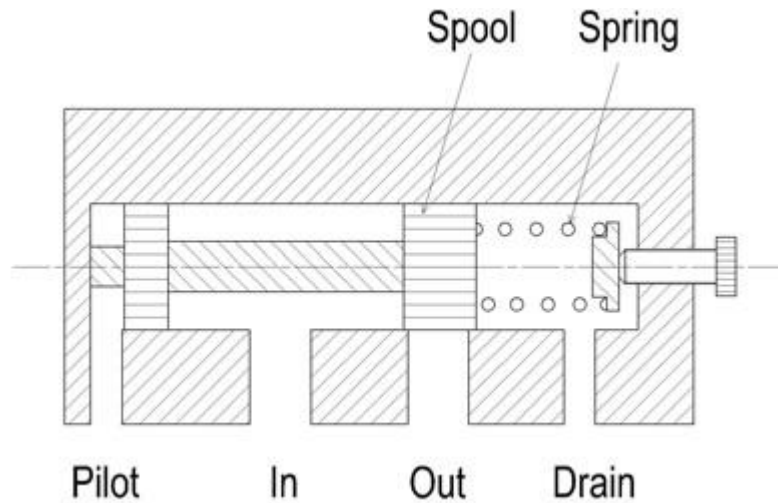


Рис 3.1 Клапан регулювання тиску.

Коли клапан регулювання тиску, показаний на рис.3 1, закритий, вхідний і вихідний порти ізолюються золотником клапана. Отримано адекватне гідравлічне ущільнення завдяки невеликому зазору між катушкою та її корпусом. Таке ущільнення стає менш ефективним з ростом робочого тиску. Багато простих запобіжних клапанів з прямим дією використовують або конічну тарілку, або кулю для ущільнення у відповідне сидіння клапана. Будучи контактним типом ущільнення, це більш ефективно при високому тиску. У запобіжному клапані типу тарілки (рис. 3) тиск на порту Р діє на відкриту поверхню тарілки, щоб застосувати силу, яку протидіє сила пружини. Коли тиск в порту Р достатньо піднявся, щоб подолати силу пружини, тарілка піднімається зі свого сидіння, що дозволяє рідині надходити в порт Т резервуара, знімаючи тиск у системі.

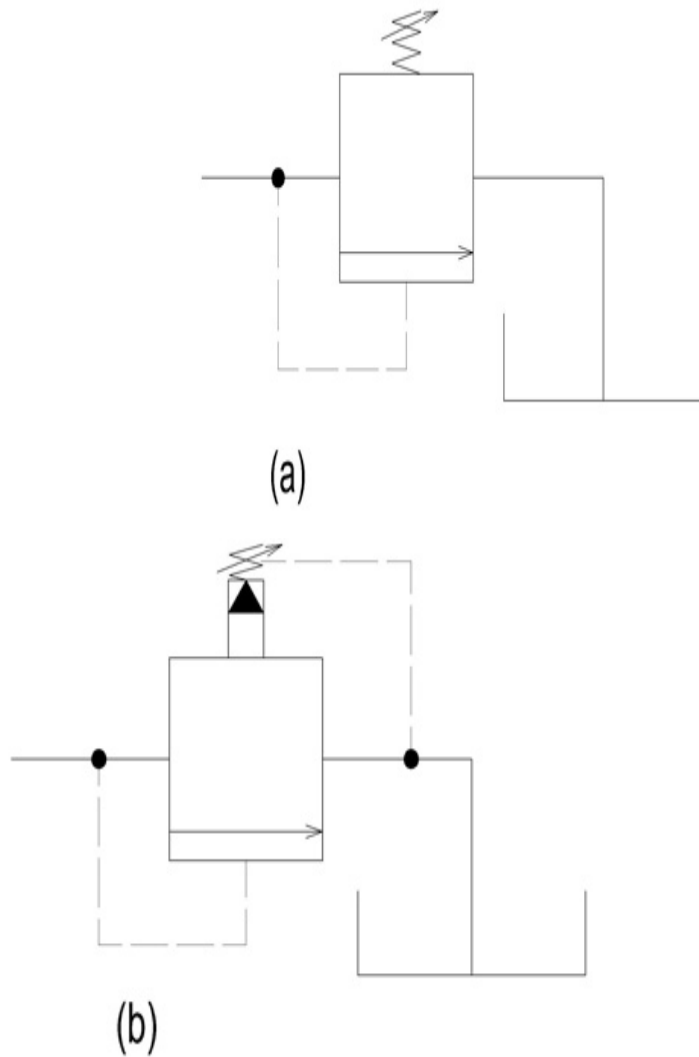


Рис 3 2. Символи запобіжного клапана.

(а) Загальні або прямі дії. (б) Двоступеневий.

Рельєфні клапани кулькового або ударного типу мають швидку реакцію на скачки тиску, зазвичай 25 мс, але характеристика тиску не є постійною. Тарілка або кулька прагнуть забити на сидіння, що викликає скидання клапана запобігання; Пошкодження сидінь можуть виникнути в результаті витoku, і вони найкраще підходять для нечастого виконання. Варіант - керований запобіжний клапан, який має перевагу прямого клапанного клапана, але більш підходить для безперервної роботи.

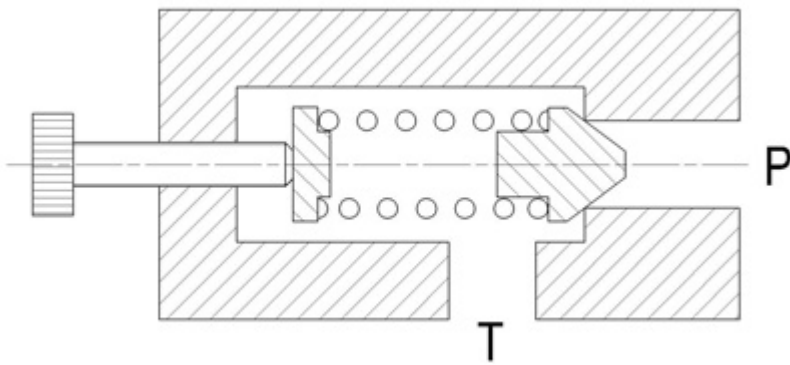


Рис3..3. Типовий тип прямого дії запобіжного клапана.

Керований поршневий запобіжний клапан (рис. 3.3) працює значно тихіше, але найкраще підходить для систем низького тиску (до 100 бар) при постійних режимах потоку. Час відгуку все ще швидко, хоча трохи повільніше, ніж прямий запобіжний клапан. Спільно з попередніми запобіжними клапанами прямого дії, він має характеристику високого тиску. Перевищення тиску - це різниця між тиском розтріскування або тиском відкриття і падінням тиску на клапані, коли він проходить максимальний номінальний витрата при тій же установці клапана.

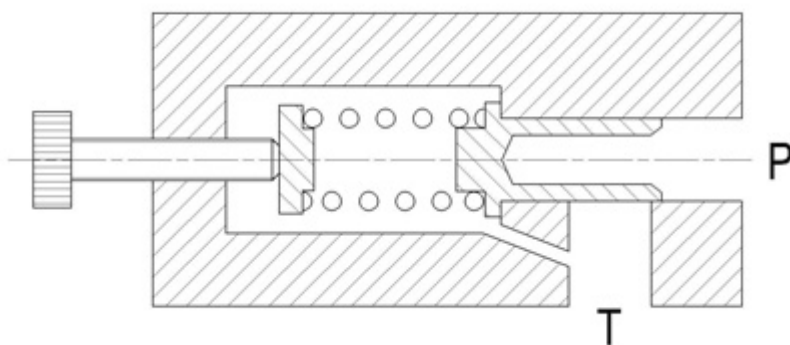


Рис 3.4 Керований поршневий запобіжний клапан.

Диференціальний запобіжний клапан поршневого типу (рис. 3.4) підходить для тиску до 350 бар. Тиск діє на ділянки диференціала між

тарілкою і сидінням. Коли клапан працює, відкривається велика площа потоку для відносно невеликого руху. Це призводить до перевантаження з низьким тиском, але тиск скидання може бути значно нижчим, ніж тиск відкриття.

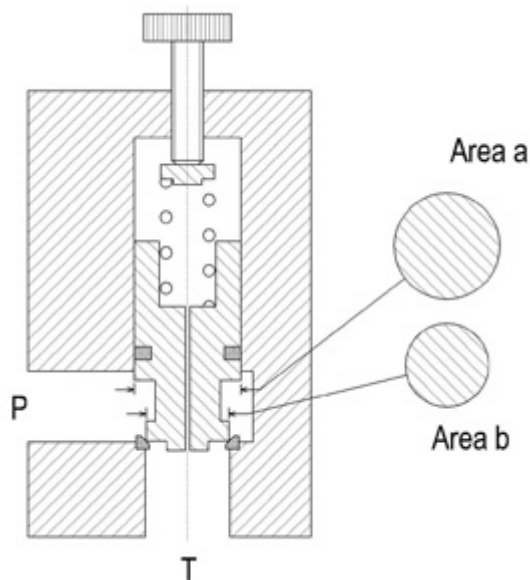


Рис.3 5. Диференціальний клапан запобігання тиску: змушує подолати $\text{spring} = \text{тиск} \times (ab)$.

Керований запобіжним клапаном (рис.3.6) є двоступеневим клапаном, який забезпечує гарне регулювання тиску в широкому діапазоні потоку. Вона складається з головного золотника, керованого невеликим вбудованим запобіжним клапаном прямої дії. Тиск відчувається на пілотному запобіжному клапані через невеликий отвір або струмінь у котушці або через корпус. Коли клапан керування закритий, головна котушка знаходиться в гідравлічному балансі; Проте воно тримається на своєму сидінні за допомогою легкого джерела. Будь-яке збільшення тиску, достатнє для відкриття регулюючого клапана, викидає основний золотник через рівновагу внаслідок падіння тиску на струмінь, а золотник піднімається проти пружини, що знімає основний потік від тиску до порту резервуара. Невелика кількість потоку, що проходить через керуючу секцію, також повертається до порту резервуара (тобто він внутрішньо зливається). Альтернативно, секція

управління може мати зовнішнє підключення для відведення, щоб уникнути впливу зворотного тиску в лінії резервуара.

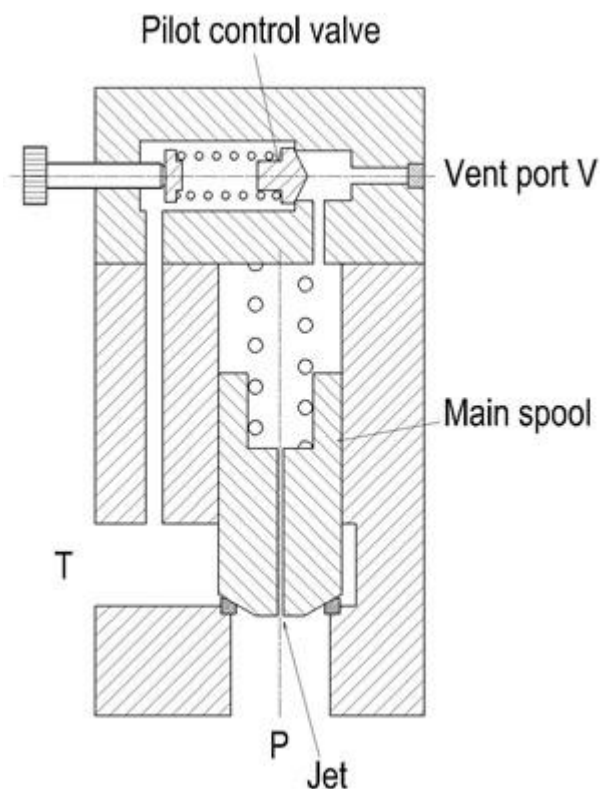


Рис 3.6. Пілотний запобіжний клапан.

Окремий пілотний або вентиляційний порт V, який підключений до нормальної роботи, встановлюється таким чином, щоб клапан можна було дистанційно керувати. Цей порт знаходиться на стороні управління головного золотника і підключення до резервуара змушує головний золотник розбалансувати при дуже низькому тиску. Ця функція вентиляції є корисним методом розвантаження насоса або контуру. Альтернативно, головний клапан може дистанційно керуватися шляхом підключення іншого запобіжного клапана до вентиляційного отвору V. Це регулюватиме тиск від його мінімуму до граничного значення, встановленого пілотною секцією головного клапана. Обидві ці ознаки показані на Фіг.7, де трипозиційний електромагнітний привідний клапан дозволяє направляти клапан запобіжного

пристрою дистанційно керуватися електричним сигналом, щоб дати три різних налаштування тиску, один з яких номінально нульовий, потім запобіжний клапан пропускається. При включенні соленоїда досягається внутрішнє регулювання тиску; з соленоїдом в напругою, досягнуто дистанційне регулювання тиску; і при знеструмленні обох соленоїдів А і В клапан випускається. Спрямований клапан соfitrol може бути інтегрованим з запобіжним клапаном або окремим клапаном, з'єднаним з вентиляційним портом.

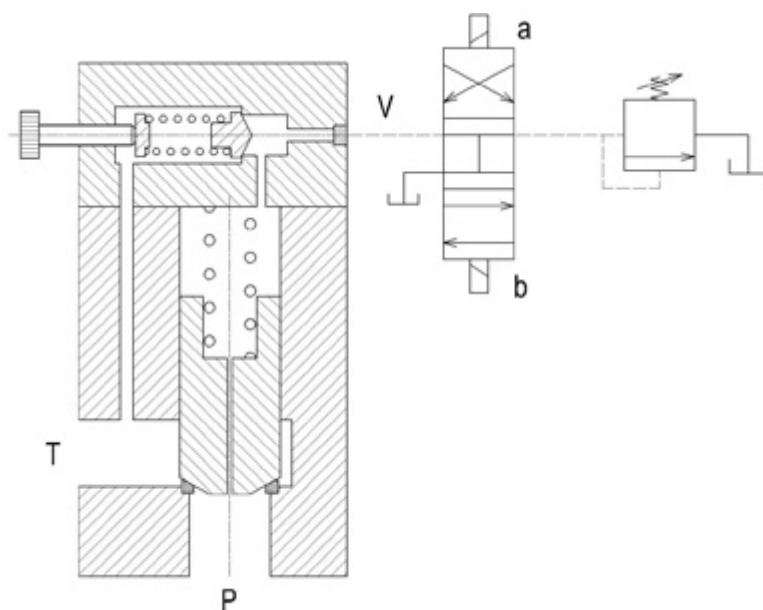


Рис.3.7. Клапан запобігання соленоїда

1. Двухрельєфні клапани

Часто, релієфні клапани потрібні парами, щоб зняти тиск з обох боків приводу. Як правило, вони мають форму блока з сендвічем, який може бути вбудований в клапанний клапан, як показано на рисунку 8. Тиск в обслуговуючих лініях (А і В) може бути звільнений безпосередньо від лінії Т (поворотний порт) або протилежну службову лінію (перехресний релієф).

Інше застосування подвійного запобіжного клапана здійснюється в гідростатичній передачі, коли вона зазвичай посилається на запобіжний клапан перехресної лінії.

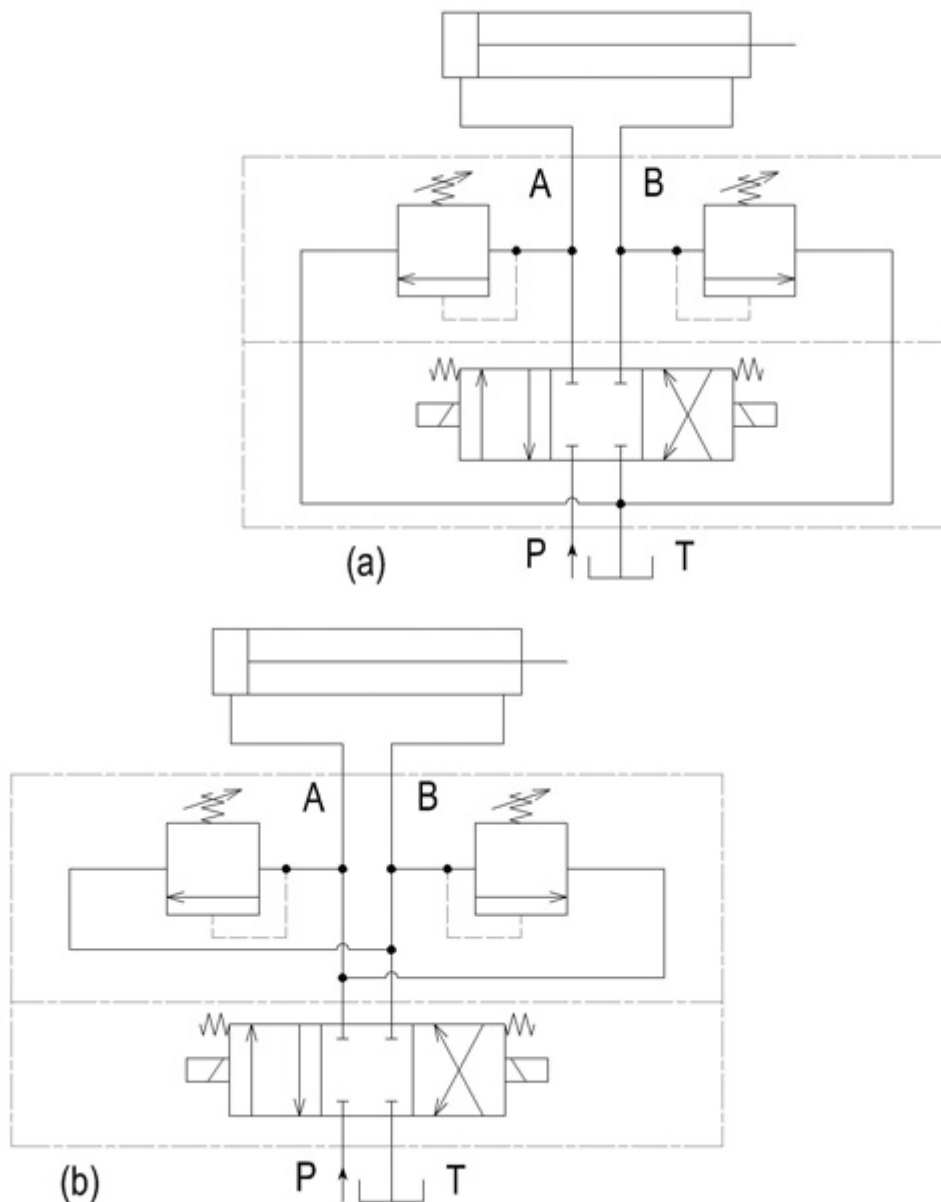


Рис 3. 8. Подвійні клапани. (а) Полегшення порту. (б) Поперечний рельєф.

3.3 .Підбір запобіжних клапанів

Необхідно приділяти особливу увагу вибору правильного типу запобіжного клапана для 3 конкретного застосування та вибору тиску, при

якому іl повинно просто відкриватися або тріснути. Більшість клапанів прямої дії мають характеристики високого тиску, які роблять їх непридатними для систем з різними потоками. Тиск скидання (тобто тиск, при якому відкривається відкритий клапан) також повинен бути врахований. Це може бути на рівні 50% від тиску відкриття, завдяки силам потоку і конструкції і конструкції клапана. Час відгуку може бути найважливішим критерієм у конкретному застосуванні.

Загалом, двоступінчасті клапани дають гарне регулювання тиску в широкому діапазоні потоку з низьким тиском, а тісний допуск між відкриттям (або тріщинами) скидає тиск. Клапани прямого дії мають лайми швидкого реагування. Типи напоїв є найбільш толерантними до забруднення рідиною, а також мають менший внутрішній витік, ніж клапани золотників, що робить їх придатними для роботи під високим тиском.

Найчастіше використовується правило великого запобіжного клапана в ланцюзі встановлювати на 10-20% вище максимально необхідного робочого тиску з урахуванням типу клапана, його положення щодо приводу і втрат тиску в система. Якщо в контурі є більше ніж один клапан тиску, або коли він використовується разом з насосами з компенсацією тиску, регулятори не повинні встановлюватися на тиск, який є занадто великим, оскільки це може призвести до взаємодії або полювання. Звичайні запобіжні клапани, такі як портові або поперечні рельєфи, встановлюються на тиск вище, ніж головний запобіжний клапан.

3.4 Клапани розвантажувача

Запобіжний клапан може бути вивантажений двома способами: випуском тиску, тобто випуском повітря, або тиском пілота.

3.3.1. Випуск тиску

Видно, що двоступінчастий запобіжний клапан на рис 3. 6 може бути вивантажений шляхом підключення вентиляційного отвору V до резервуара (рис. 3.7). Вентиляція призводить до того, що головна котушка незбалансована і відкрита при дуже низькому тиску, що скидає потік насоса від P до T. Основний потік може бути досить великим, але потік через вентиляційний порт буде дуже малим.

3.3.2. ТИСК

Клапан на рис 3.1 буде функціонувати як розвантажувач прямої дії, коли підлягає тиску віддаленого пілота. До тих пір, поки сила, що виникає внаслідок тиску пілота, є більшою, ніж сила, встановлена пружиною керування, запобіжний клапан відкриється повністю, дозволяючи основному потоку перейти в резервуар з низьким тиском.

На рис 3. 9 (а), відкриття вентиляційного отвору V відпускає тиск і викликає відкриття головного золотника. Це не залежить від налаштування пружини керування. На 3 9 (b), сигнал тиску на X від віддаленого джерела пілотів клапана відкривається проти пружини установки.

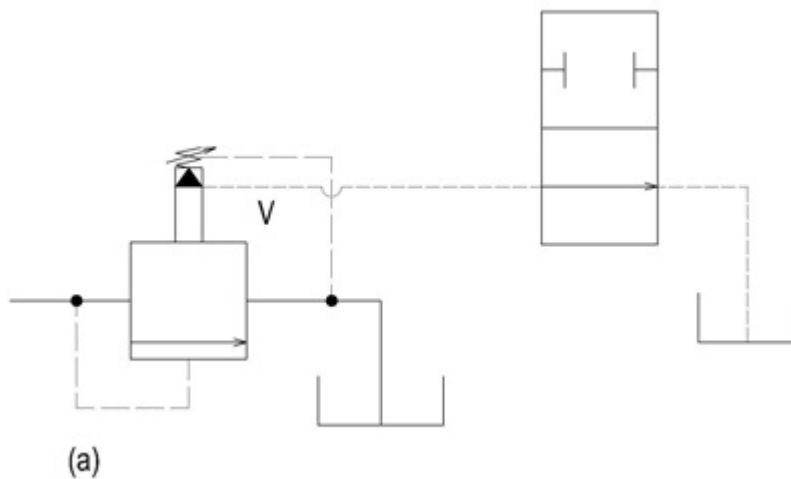


Рис3. 9. Вивантаження запобіжного клапана. (а) Шляхом вентиляції. (б) сигналом тиску.

У двоступінчастому вивантажувальному пристрої клапанний тиск з віддаленого джерела призводить до того, що поршень знімається з керуючої тарілки запобіжного клапана. Головний золотник розбалансований і відкривається, скидаючи основний потік насоса від Р до Т при дуже низькому тиску. Незважаючи на те, що високий тиск на поршень пілот-порт викликає розвантаження клапана, дія натискання керуючого елемента з його сидіння відводить основний золотник. Як правило, клапан все ще реагує на тиск в порту Р і функціонує як нормальний запобіжний клапан. Типова програма - це схема з подвійним насосом (іноді її називають ланцюгом з високою низькою частотою). Це часто використовується на пресах, де обидва насоси забезпечують подачу рідини для переміщення інструменту лише невеликим насосом, що здійснює операцію пресування. Можуть бути досягнуті значні заощадження енергії. Ці схеми використовують зворотний клапан для ізоляції половин високого і низького тиску контуру, а іноді зворотний клапан вбудований в клапан вивантаження (мал. 10). Іншим встановленим додатком є акумулятор, а на Фіг. 11 зображений клапан з Фіг.10 в такому контурі.

two stage unloader valve

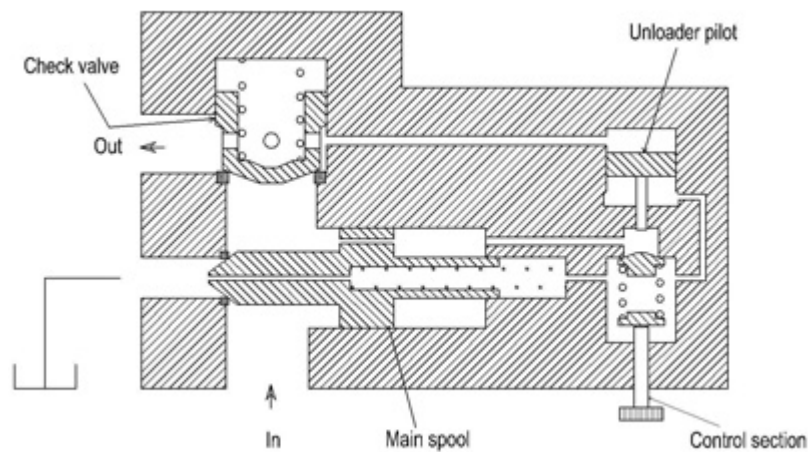


Рис. 3. 10. Двоступінчастий клапан вивантаження з інтегральним зворотним клапаном.

Можна бачити, що в той час як клапан прямої дії (Фіг.1) може бути відкритий тільки тиском на контрольному порту, двоступінчастий клапан (Фіг.10) може як і раніше функціонувати як нормальний запобіжний клапан, що відповідає внутрішньому тиску. Проте, оскільки пілотний поршень має дещо більшу площу, ніж кепковий клапан керуючого клапана, зовнішнє тиск контролера, необхідне для відкриття клапана, менше, ніж безпосереднє регулювання тиску пружини запобіжного клапана.

Конкретний тип вивантажувального клапана прямої дії (не показаний), спеціально використовуваний у системах з двома насосами, вивантажує вторинний насос, коли головний контур насоса досягає заданого, нерегульованого тиску (скажімо, 20 бар) нижче установки клапана. accumulator circuit

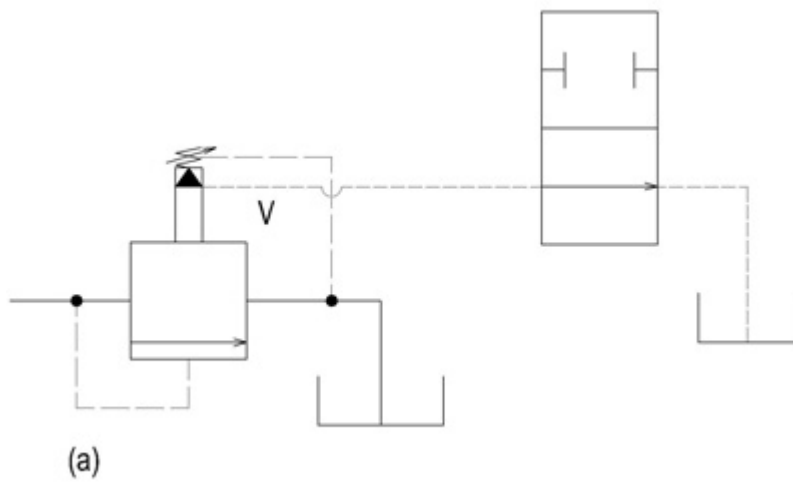


Рис 3 11. Контур акумулятора з використанням клапана, зображеного на рис.3.10 10.

Задачу присвячена розробка універсального запобіжного клапана та устаткування

4. РОЗРАХУНОК ЗАПОБІЖНОГО КЛАПАНУ . РОЗРОБКА НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Для розробки нової конструкції запобіжного клапана потрібно дослідити його роботу

Дослідження роботи запобіжного клапана буде проводитися у програмному забезпеченні SolidWorks. Для дослідження моделі потрібно задати необхідні параметри, а саме швидкість на вході у клапан, швидкість на виході, тиск та витрати.

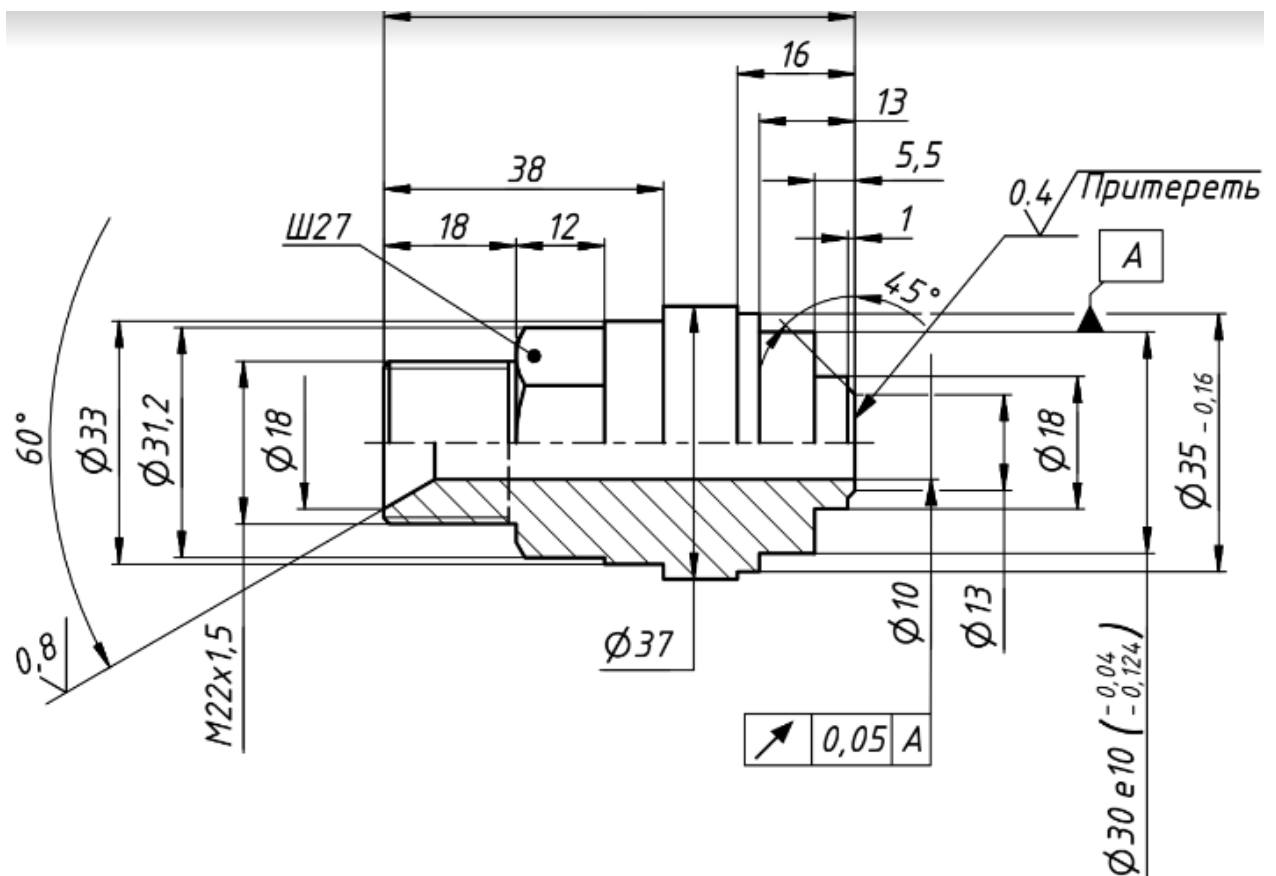


Рис4. 1 Креслення запобіжного клапану

Термін «запобіжний клапан» повинен бути обмежений використанням середовищ (стислива рідина, газ, пара).

У нафтопереробній, нафтохімічній та хімічній промисловості, переробці природного газу і галузях енергетики термін «запобіжний клапан» пов'язаний з клапаном зниження тиску (pressure relief valve — PRV), клапаном

збереження тиску (pressure safety valve — PSV) і власне запобіжним клапаном. Слід зазначити, що більшість людей вважають їх однаковими.

Запобіжний клапан (relief valve — RV): автоматична система, яка приводиться в дію статичним тиском в заповнених рідиною ємностях; відкривається пропорційно зі зростанням тиску.

Запобіжний клапан (safety valve — SV): автоматична система, яка знімає статичний тиск газу. Такі клапани зазвичай відкриваються повністю, що супроводжується уривчастим звуком.

Запобіжний клапан (safety relief valve — SRV): автоматична система, яка позбавляє від надлишкового статичного тиску газу чи рідини.

Керований запобіжний клапан (pilot-operated safety relief valve — POSRV): автоматична система, яка працює від віддаленої команди, що пов'язана із статичним тиском.

Запобіжний клапан низького тиску (low pressure safety valve — LPSV): автоматична система, яка знімає статичний тиск газу. Використовується, коли різниця між тиском середовища і атмосферним тиском досить мала.

Запобіжний клапан вакуумного тиску (vacuum pressure safety valve — VPSV): автоматична система, яка знімає статичний тиск газу. Використовується, коли перепад тиску між робочим і навколишнім середовищем малий, негативний і близький до атмосферного тиску.

Запобіжний клапан низького та вакуумного тиску (low and vacuum pressure safety valve — LVPSV): автоматична система, яка знімає статичний тиск газу; значення робочого тиску низьке, негативне чи позитивне і близьке до атмосферного.

Принцип дії

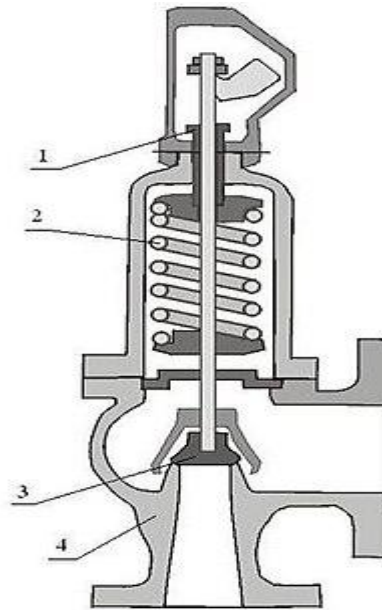


Рис 4.3 Будова запобіжного клапана: 1 — гвинт; 2 — пружина; 3 — золотник; 4 — корпус.

На пояснюючому рис 4.3 ліворуч — креслення типового пружинного клапана прямої дії. На його прикладі розглянемо типову конструкцію. Обов'язковими компонентами конструкції запобіжного клапана прямої дії є запірний орган і задатчик, що забезпечує силовий вплив на чутливий елемент, пов'язаний із запірним органом клапана. Запірний орган складається із затвора і сідла. Якщо розглядати пояснюючий малюнок, то в цьому найпростішому випадку затвором є золотник, а задатчиком виступає пружина. За допомогою задатчика клапан налаштовується таким чином, щоб зусилля на золотнику забезпечувало його притиснення до сідла запірного органу і перешкоджало пропусканню робочого середовища. В даному випадку налаштування здійснюють спеціальним гвинтом.

Коли запобіжний клапан закритий, на його чутливий елемент впливає сила від робочого тиску в системі, яка прагне відкрити клапан і сила від задатчика, що перешкоджає відкриттю. З виникненням збурень у системі, що викликають підвищення тиску понад значення робочого, зменшується

величина сили притиснення золотника до сідла. У той момент, коли ця сила стане рівною нулю, настає рівновага активних сил від впливу тиску в системі і задатчика на чутливий елемент клапана. Запірний орган починає відкриватися, і, якщо тиск в системі не перестане зростати, відбувається скидання робочого середовища через клапан.

Зі зниженням тиску в системі, яка захищається, що викликане скиданням середовища, зникають збурюючі впливи. Запірний орган клапана під дією зусилля від задатчика закривається.

Тиск закриття в ряді випадків виявляється на 10-15 % нижчим робочого тиску. Це пов'язано з тим, що для створення герметичності запірного органу після спрацювання потрібне зусилля значно більше, ніж те, якого було достатньо для підтримки герметичності клапана перед відкриттям. Це пояснюється необхідністю подолати при посадці силу зчеплення молекул середовища, що проходить через щілину між поверхнями ущільнювачів золотника і сідла. Також зниження тиску сприяє запізнюванню закриття запірного органу, що пов'язане з впливом на нього динамічних зусиль від потоку середовища, і наявність сил тертя, що вимагають додаткового зусилля для його повного закриття.



Рис 4.4 Пружинний клапан

У них тиску середовища на золотник протидіє сила стиснення пружини. Один і той самий пружинний клапан може бути використаний для різних меж налаштування тиску спрацьовування шляхом комплектації різними пружинами. Багато клапанів виготовляються із спеціальним механізмом (важелем, грибком і т.ін.) ручного підриву для контрольної продувки клапана. Це робиться з метою перевірки працездатності клапана, оскільки під час експлуатації можуть виникнути різні проблеми, наприклад прикипання, примерзання, прилипання золотника до сідла. Однак у деяких виробництвах в умовах агресивних і токсичних середовищ, високих температур і тисків, контрольне продування може бути дуже небезпечним, тому для таких клапанів можливість ручного продування не передбачається і навіть забороняється.

4.1 Розрахунок пропускної здатності клапанів

Розрахунок пропускної здатності клапанів обчислюється з наступних умов

1. Для запобіжних клапанів, встановлених на технологічних ємностях, сепараторах, дегазаторах, абсорберах і т. ін. — з умови подачі в ємність середовища при закритих виходах з нього приймається по максимальній заданій продуктивності.

2. Для запобіжних клапанів, встановлених на ректифікаційних колонах — з умови скидання клапаном всіх парів, що поступають чи утворилися в посудині при закритті виходу зверху колони, а саме:

$$G = \frac{3600 \times [Q_1 + Q_2 - \sum Q_3 - Q_4] - \sum G_1 \times i_1 - D \times i_2 - W^{AB} \times i_W}{i_3 - i_2} + G_{КП}$$

3. Для запобіжних клапанів, що встановлюються на трубопроводах з рідинами чи посудинах, повністю заповнених рідиною і розрахованих по тиску джерела живлення — з умови скидання клапаном додаткової кількості рідини, що

утворилась в результаті теплового розширення внаслідок сонячної радіації, а саме:

$$G = V_0 \times \rho_p \times \beta_p \times (T_2 - T_1)$$

4. Для запобіжних клапанів, що встановлюються на трубопроводах на стороні меншого тиску після регуляторів тиску — з умови повного відкриття регулюючого клапана та відсутності витрати після нього (приймається з максимальною заданою продуктивністю); на газорозподільних станціях — з умови 0,01 максимальної продуктивності регулюючого клапана.

5. Для запобіжних клапанів, що встановлюються на нагнітальних трубопроводах після насоса чи компресора — з умови повної продуктивності насоса чи компресора при відсутності витрати після нього.

6. Для запобіжних клапанів, що встановлюються на трубопроводі, що обігривається з вогнебезпечними рідинами або зрідженими газами між арматурою, що відключає — з умови скидання клапаном всієї кількості пари (газу), що утворюються при кипінні рідини, що розраховується за формулою:

$$G_{ПК} = \frac{3.6 \times F_o \times K \times (t_{СП} - t_{СК})}{r}$$

7. Для запобіжних клапанів, що встановлюються на складських ємностях для зріджених газів і пожежо-, вибухонебезпечних рідин і для холодильного обладнання, — з умови пожежі поблизу апарату. Підвищення тиску в апараті понад розрахункового при пожежі поблизу апарату відбувається за рахунок випаровування рідини або теплового розширення газу.

Розрахунок запобіжних клапанів «на пожежу» проводиться за умови повного відключення апарату та припинення подачі в нього передбаченого технологічним процесом продукту.

Підземні ємності та теплообмінні апарати на пожежу не розраховуються.

Для судин, повністю заповнених рідкою фазою або містять рідку і парову фазу, кількість викидів через запобіжний клапан визначається за формулою:

$$G = \frac{3.5 \times F_{СП} \times K_p \times (t_{Г} - t_{К})}{r}$$

Площа прохідного перерізу запобіжного клапана

В залежності від робочого середовища, площу перерізу запобіжного клапана розраховують: для газу:

$$F = \frac{G}{3.16 \times B \times \alpha_1 \times \sqrt{(P_1 + 0.1) \times \rho_1}}$$

і для рідини

$$F = \frac{G}{5.03 \times \alpha_2 \times \sqrt{(P_1 - P_2) \times \rho_2}}$$

B — коефіцієнт, що враховує фізико-хімічні властивості газів при робочих параметрах, обчислюється за формулами:

$$B = 1.59 \times \sqrt{\frac{K}{K+1}} \times \left(\frac{2}{K+1}\right)^{\frac{1}{K-1}}$$

$$B = 1.59 \times \sqrt{\left(\frac{P_2 + 0.1}{P_1 + 0.1}\right)^{\frac{2}{K}} - \left(\frac{P_2 + 0.1}{P_1 + 0.1}\right)^{\frac{K+1}{K}}}$$

Для апаратів при запасі від переповнення рідини менше 5 хв. площа прохідного перерізу визначається за сумою перерізів для скидання окремо газів і рідини.

Для апаратів при запасі від переповнення рідини більше 5 хв. площа прохідного перерізу визначається по перетину скидання газу.

4.2 Математична модель розрахунку запобіжного клапану

Пропускна здатність регулюючого клапана Kvs - значення коефіцієнта пропускної здатності Kvs чисельно дорівнює витраті води через клапан в $m^3/год$ з температурою $20^\circ C$ при якому втрати тиску на ньому складуть 1 бар [8]. DN регулюючого клапана - номінальний діаметр отвору в приєднувальних патрубках. Значення DN застосовується для уніфікації типорозмірів трубопровідної арматури. Фактичний діаметр отвору може незначно відрізнятись від номінального в більшу або меншу сторону. Альтернативним позначенням номінального діаметра DN, поширеним в країнах пострадянського простору, був умовний діаметр D_u регулюючого клапана. Ряд умовних проходів DN трубопровідної арматури регламентований ГОСТ 28338-89 «Проходи умовні (розміри номінальні)» [8]. PN регулюючого клапана - номінальний тиск - найбільший надмірний тиск робочого середовища з температурою $20^\circ C$, при якому забезпечується тривала і безпечна експлуатація. Альтернативним позначенням номінального тиску PN, поширеним в країнах пострадянського простору, було умовний тиск P_u клапана. Ряд номінальних тисків PN трубопровідної арматури регламентований ГОСТ 26349-84 «Тиску номінальні (умовні)» [8]. Динамічний діапазон регулювання, це відношення найбільшої пропускної здатності регулюючого клапана при повністю відкритому затворі (Kvs) до найменшої пропускної здатності (Kv), при якій зберігається заявлена видаткова характеристика. Динамічний діапазон регулювання ще називають регулюючим ставленням. Так, наприклад, динамічний діапазон регулювання клапана рівний 50: 1 при Kvs 100, означає, що клапан може управляти 35 витратою в $2m^3 / ч$, зберігаючи залежності властиві його видаткової характеристиці. Більшість регулюючих клапанів мають динамічними діапазонами регулювання 30: 1 і 50: 1, але існують і клапани з дуже хорошими регулюючими властивостями, їх діапазон регулювання дорівнює 100: 1 [8].

Авторитет регулюючого клапана - характеризує регулюючу здатність клапана. Чисельне значення авторитету дорівнює відношенню втрат тиску на повністю відкритому затворі клапана до втрат тиску на регульованому ділянці [8]. Чим нижче авторитет регулюючого клапана, тим сильніше його видаткова характеристика відхиляється від ідеальної і тим менш плавним буде зміна витрати при русі штока. Так, наприклад, в системі керованої клапаном з лінійної видаткової характеристикою і низьким авторитетом - закриття прохідного перетину на 50% може зменшити витрату всього лише на 10%, при високому ж авторитеті закриття на 50% має знижувати витрата через клапан на 40-50% [8]. Рекомендується втрачати на регулюючому клапані за лінійною характеристикою не менше 50% наявного напору на ділянці, а на клапані з логарифмічною характеристикою не менше 10% [8]. 36 Рис.2.2. Характеристики регулювання клапана [8]. Видаткова характеристика регулюючого клапана відображає залежність зміни відносної витрати через клапан від зміни відносного ходу штока регулюючого клапана при постійному перепаді тиску на ньому [8]. Лінійна видаткова характеристика - однакові прирости відносного ходу штока викликають однакові прирости відносної витрати. Регулюючі клапани з лінійної видаткової характеристикою застосовуються в системах, де існує пряма залежність між керованою величиною і витратою середовища. Регулюючі клапани з лінійної видаткової характеристикою ідеально підходять для підтримки температури суміші теплоносія в теплових пунктах з залежним підключенням до теплової мережі [8]. Рівнопропорційна видаткова характеристика (Логарифмічна) - залежність відносного приросту витрат від відносного приросту ходу штока - логарифмічна. Регулюючі клапана з логарифмічною видатковою характеристикою застосовуються в системах, де керована величина не лінійно залежить від витрати через регулюючий клапан. Так, наприклад, регулюючі клапани з рівнопропорційна видаткової характеристикою 37 рекомендується застосовувати в системах опалення для регулювання тепловіддачі

опалювальних приладів, яка не лінійно залежить від витрати теплоносія. Регулюючі клапани з логарифмічною витатковою характеристикою відмінно регулюють тепловіддачу швидкісних теплообмінних апаратів з низьким перепадом температур теплоносія. Рекомендується застосовувати клапани з рівнопропорційною витатковою характеристикою в системах де потрібне регулювання по лінійній витатковій характеристиці, а підтримувати високий авторитет на регулюючому клапані немає можливості. В такому випадку знижений авторитет спотворює рівнопропорційну характеристику клапана наближаючи її до лінійної. Така особливість спостерігається при авторитеті регулюючих клапанів не нижче ніж 0,3 [8]. Параболічна витаткова характеристика - залежність відносного приросту витрат від відносного ходу штока підпорядковується квадратичним законом (проходить по параболі). Регулюючі клапани з параболічної витатковою характеристикою застосовуються як компроміс між клапанами з лінійною і рівнопропорційною характеристиками [8]

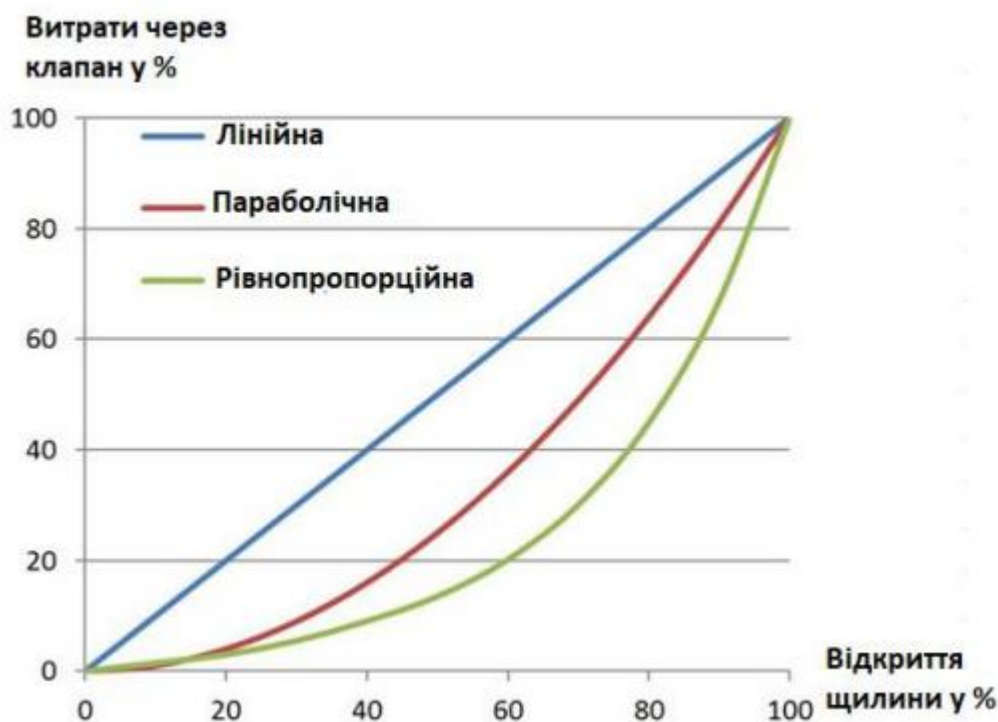


Рис 4.5

Характеристики регулювання клапану

Видаткова характеристика регулюючого клапана відображає залежність зміни відносної витрати через клапан від зміни відносного ходу штока регулюючого клапана при постійному перепаді тиску на ньому [8]. Лінійна видаткова характеристика - однакові прирости відносного ходу штока викликають однакові прирости відносної витрати. Регулюючі клапани з лінійної видаткової характеристикою застосовуються в системах, де існує пряма залежність між керованою величиною і витратою середовища. Регулюючі клапани з лінійної видаткової характеристикою ідеально підходять для підтримки температури суміші теплоносія в теплових пунктах з залежним підключенням до теплової мережі [8]. Рівнопропорційна видаткова характеристика (Логарифмічна) - залежність відносного приросту витрат від відносного приросту ходу штока - логарифмічна. Регулюючі клапани з логарифмічною видатковою характеристикою застосовуються в системах, де керована величина не лінійно залежить від витрати через регулюючий клапан. Так, наприклад, регулюючі клапани з рівнопропорційна видаткової характеристикою 37 рекомендується застосовувати в системах опалення для регулювання тепловіддачі опалювальних приладів, яка не лінійно залежить від витрати теплоносія. Регулюючі клапани з логарифмічною видатковою характеристикою відмінно регулюють тепловіддачу швидкісних теплообмінних апаратів з низьким перепадом температур теплоносія. Рекомендується застосовувати клапани з рівнопропорційна видаткової характеристикою в системах де потрібне регулювання по лінійної видаткової характеристики, а підтримувати високий авторитет на регулюючому клапані немає можливості. В такому випадку знижений авторитет спотворює рівнопропорційна характеристику клапана наближаючи її до лінійної. Така особливість спостерігається при авторитети регулюючих клапанів не нижче ніж 0,3 [8]. Параболічна видаткова характеристика - залежність відносного приросту витрат від відносного ходу штока підпорядковується квадратичним

законом (проходить по параболі). Регулюючі клапани з параболічної видаткової характеристикою застосовуються як компроміс між клапанами з лінійною і рівнопропорційна характеристиками [8].

. Запобіжний клапан призначений для підтримки в відводиться потоці стабільного тиску p_2 , нижчого, ніж тиск p_1 в підводиться лінії. Вони застосовуються в системах об'ємного гідроприводу якщо при роботі одного насоса є необхідність роботи декількох споживачів, які потребують різних за величиною тисків. В даному випадку насос розраховується і підбирається на максимальний тиск необхідне для роботи одного споживача, а перед іншими споживачами (для зниження тиску) встановлюється редуційний клапан. Клапан включається в гідросистему послідовно зі споживачем. За принципом роботи вони поділяються на прямого і непрямого дії. Редуційні клапана по конструкції відрізняються від запобіжних клапанів конструкцією корпусу клапана. У систем об'ємного гідроприводу редуційні клапана прямої дії застосовуються при малих витратах рідини, а при великих витратах рідини слід застосувати редуційні клапана непрямої дії. Приєднання клапанів буває нарізного і приєднувального типу [13, 14]. Клапан прямої дії описується рівняннями статички запірно-регулюючого елемента (вузол k) і витрат в вузлах i і j [1, 2]: 45 де F_i і F_j – робочі площі запірно-регулюючого елемента клапана з боку напірної і зливної лінії; c - жорсткість пружини; p_0 – величина попереднього стиснення пружини; x – хід запорно-регулюючого елемента; S – площа прохідного перетину дроселя, паралельного клапану; d – середній діаметр дроселуючою щілини клапану; α – кут конусності клапану. Наведені рівняння відносяться до запобіжного і зворотного клапана. Відповідні рівняння для редуційного клапана мають незначні відмінності. У рівняннях (14) не врахована гідродинамічна сила. Клапан непрямої дії складається з двох елементів: основного клапана з вузлами r, s, t і допоміжного клапана з вузлами i, j, k . Якщо вузол зливу j є загальним для обох клапанів, то $s = j$. Математична модель статички клапана непрямої дії має вигляд [2]: 46 де –

робочі площі запірно-регулюючого елемента допоміжного клапана з боку напірної і зливної ліній; – робочі площі запірно-регулюючого елемента основного клапана з боку напірної лінії і міжклапанних порожнини; c і C - жорсткості пружин допоміжного і основного клапанів; p_0 – попереднє стиснення пружин допоміжного і основного клапанів; x – хід рухомих частин допоміжного і основного клапанів; G - провідність основного клапана; d – середні діаметри дроселюючих щілин допоміжного і основного клапанів; θ – кути конусності допоміжного і основного клапанів;

Клапан прямої дії описується рівняннями статички запірно-регулюючого елемента (вузол k) і витрат в вузлах i і j [1, 2]

$$p_i F_i - p_j F_j = c (z_k + z_0), 0 \leq z_k \leq L_{кл};$$

$$Q_{i,j} = \mu (f_{оп} + \pi d_m z_k \sin \frac{\theta}{2}) \cdot \text{sign}(p_i - p_j) \cdot \sqrt{2 |p_i - p_j| / \rho},$$

де F_i і F_j – робочі площі запірно-регулюючого елемента клапана з боку напірної і зливної лінії;

c - жорсткість пружини;

m – величина попереднього стиснення пружини;

Y – хід запорно-регулюючого елемента;

F – площа прохідного перетину дроселя, паралельного клапану;

d – середній діаметр дроселюючої щілини клапану;

L – кут конусності клапану

Наведені рівняння відносяться до запобіжного і зворотного клапана. Відповідні рівняння для редуційного клапана мають незначні відмінності. У рівняннях не врахована гідродинамічна сила. Клапан непрямої дії складається з двох елементів: основного клапана з вузлами r, s, t і допоміжного клапана з вузлами i, j, k . Якщо вузол зливу j є загальним для обох клапанів, то $s = j$. Математична модель статички клапана непрямої дії має вигляд [2]

$$f_i p_i - f_j p_j = c(z_k + z_e), \quad 0 \leq z_k \leq L_{ок};$$

$$F_r p_r - F_i p_i = C(z_t + z_o), \quad 0 \leq z_t \leq L_{ок};$$

$$p_r - p_i = \frac{Q_i |Q_i|}{G^2};$$

$$Q_i = \pi \mu d_{uy} z_k \sin \frac{\theta}{2} A_{ij};$$

$$Q_r = Q_i + \pi \mu D_{uy} z_t \sin \frac{\theta}{2} A_{rs};$$

$$Q_j = \begin{cases} Q_i & \text{при } s \neq j; \\ Q_r & \text{при } s = j; \end{cases}$$

$$Q_s = \begin{cases} Q_r - Q_i & \text{при } s \neq j; \\ Q_r & \text{при } s = j, \end{cases}$$

Алгоритм нумерації змінних зводиться до наступного. Спочатку «проглядається» набір елементів схеми. Потім відповідно до введеної ідентифікацією базових гідроелементів аналізується тип елемента, в залежності від якого і нумеруються витрати і швидкості:

1) для насоса порядковий номер отримує витрата (подача) на виході (у вузлі j); якщо вхід насоса (вузол i) з'єднаний з баком, то порядковий номер присвоюється і витраті на вході;

2) для гідромотора і гідроциліндра порядкові номери отримують витрата в вузлі j і швидкість в вузлі k ; якщо вузол i з'єднаний з баком, то витрата в вузлі i також отримує порядковий номер;

3) для трійника: при розподілі потоку порядкові номери отримують витрати у вузлах j і k ; при підсумовуванні потоків порядковий номер отримує тільки витрата в вузлі k ;

4) для дроселя і клапана порядковий номер отримує витрата в вузлі i , якщо він з'єднаний з баком;

5) для дизеля порядковий номер отримує кутова швидкість у вузлі j . Після цього номер витрати на вході кожної ділянки присвоюється витрат в інших вузлах даної ділянки.

Після нумерації витрат і швидкостей нумеруються невідомі «сили» і «переміщення», в результаті чого виходить нова система невідомих, в якій першими пронумеровані «швидкості», потім - «сили» і нарешті - «переміщення». Як показує аналіз, розмірність нової системи невідомих в середньому на 30 - 40% менше, що призводить до скорочення часу рішення задачі в 3 - 4 рази. В результаті структурного аналізу схеми кожному її вузла M ставиться у відповідність трійка чисел номера невідомих «швидкості», «сили» і «переміщення» у вузлі M

$$A_{ij} = \sqrt{2|p_i - p_j|/\rho} \cdot \text{sign}(p_i - p_j).$$

Формування матриці коефіцієнтів. Матриця коефіцієнтів системи лінеаризованих рівнянь (15) формується таким чином. Ідентифікатор елемента визначає групу з L рівнянь (16) даного елемента - субматрицю, коефіцієнти яких утворюють L строк формованої матриці. Номерами вузлів елемента однозначно відповідають номери нових невідомих в даному вузлі, що визначають положення коефіцієнтів рівнянь в рядку матриці (номер стовпчика). Для ілюстрації процесу формування матриці розглянемо приклад. Нехай черговим елементом є гідромотор з номерами вузлів i, j, k і нехай до даного моменту часу було сформовано n рядків матриці (n рівнянь). Запишемо лінеаризовані рівняння гідромотора в загальному вигляді:

Для ілюстрації процесу формування матриці розглянемо приклад.

Нехай черговим елементом є гідромотор з номерами вузлів i, j, k і нехай до даного моменту часу було сформовано n рядків матриці (n рівнянь). Запишемо лінеаризовані рівняння гідромотора в загальному вигляді: які вибираються відповідно до ідентифікатором елемента.

Припустимо, що в результаті структурного аналізу схеми невідомі, що входять в систему рівнянь (17), отримали наступні номери: 49 Тоді три рядки

формованої матриці, відповідні рівнянь, будуть мати вигляд: Інші елементи рядка [крім коефіцієнтів рівнянь (17) дорівнюють нулю. Потім вибирається наступний елемент і т.д. Процес формування матриці триває до тих пір, поки не вибрані всі елементи схеми. Алгоритм рішення системи рівнянь. Для статичного розрахунку використана ітераційна схема рішення, в основі якої лежить метод Ньютона-Рафсона. Система лінеаризованих рівнянь (15) в матричній формі може бути приведена до вигляду [16, 17]:

$$A[x^0] x = B[x^0],$$

$A[x^0] x = B[x^0]$, де $A[x^0]$, $B[x^0]$ – відповідно матриця коефіцієнтів (Матриця Якобі) і стовпець правих частин рівнянь, що залежать від нульового наближення; x – вектор невідомих: (x_1, x_2, \dots, x_N) . На n -ій ітерації система рівнянь приймає вигляд: $A[x^{n-1}] x^n = B[x^{n-1}]$, де x^{n-1} – рішення, отримане на попередньому $(n-1)$ -ій ітерації. Таким чином, на n -ій ітерації за значеннями вираховуються матриці $A[x^{n-1}]$ і $B[x^{n-1}]$, а потім, вирішується система лінійних рівнянь (19), в результаті чого визначається x^n . Процес повторюється до тих пір, поки не буде задоволена задана точність ϵ по кожній l -ій компоненті вектора x^n : $l = 1, \dots, N$.

Збіжність ітераційного процесу в значній мірі залежить від вибору несуперечливого нульового наближення. Зауважимо, що часто буває доцільним для отримання коректного нульового наближення запустити пробний динамічний розрахунок цієї ж схеми з довільними початковими умовами і з зовнішніми збуреннями, відповідними оскільки він розглядався стаціонарного режиму. Такий перехідний процес досить швидко сходиться асимптотично до вирішення, близькому до шуканого нульового наближення, і отже, його можна прийняти в якості необхідного нульового наближення

ВИСНОВКИ РОЗДІЛУ

1 Проаналізувавши широке коло сучасних аналогів запобіжних клапа , та їх аналогів в промисловості, було встановлено , що єдиного ефективного засобу для даних умов – не існує . Тому виникає необхідність у вдосконаленні існуючих методів та пристроїв, та пристосування їх до конкретних завдань , та специфічних умов.

2.Провівши аналіз сучасних типів клапанів , та їх аналогів, було виявлено , що даний агрегат може бути як прямої ,так і не прямої дії одночасно.

3.На основі вивчення різновидностей запобіжних клапанів було проведено аналіз по найбільш доцільнішому клапану та його конструкції. У даному розділі були проведені всі розрахунки для того щоб можна було розробити нову конструкцію. Також був проведений розрахунок гідравлічних втрат та розроблений діапазон налаштувань, який задовольнятиме поставлену задачу по покращенню роботи запобіжного клапана

5, ДОСЛІДЖЕННЯ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЗАПОБІЖНОГО КЛАПАНАУ

Для розробки нової конструкції запобіжного клапана потрібно дослідити його роботу

Циркуляція теплоносія в контурах системи тепло/ холодопостачання, заповнення систем і створення надлишкового тиску в них забезпечуються за допомогою насосів. Також як і компресори, насоси класифікуються за способом, за допомогою якого здійснюється підвищення тиску і діляться на об'ємні і динамічні. До категорії об'ємних відносяться поршневі, гвинтові, шестерінчасті насоси, до динамічних - в основному відцентрові. Відцентрові насоси - найпоширеніший тип насосів як складова частина систем холодопостачання. Вибір насоса виробляється на основі його характеристик і особливостей вживання (хімічний склад переміщуваного середовища, габаритні показники і так далі).

Для розділення, об'єднання, гідравлічної ув'язки окремих ділянок системи холодопостачання, регулювання її в процесі експлуатації і так далі використовується трубопровідна арматура. Це замочні і регулюючі вентиля, зворотні клапани, запобіжні клапани і багато що інше. Трубопровідна арматура холодильних систем може бути як фреоновою, для використання у фреоновому контурі холодильних машин так і водяний, для систем водяного охолодження.

У циркуляційній системі рух рідини відбувається під дією різниці тисків нагнітання і всмоктування, створюваною при роботі насоса. При цьому рідина рухається від точок системи з більшим тиском до точок з меншим.

При русі рідини по системі відбуваються втрати тиску : на тертя об стінки труби і в місцевих опорах.

Виконаємо гідравлічний розрахунок нашої мережі.

Загальна довжина труб дорівнює:

$$L_{тр}^{заз} = 4 м$$

Витрата рідини:

$$V = 1.63 л/с$$

Швидкість руху рідини приймаємо рівною $\omega = 0,85 м/с$.

Визначимо внутрішній діаметр труби:

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{V * 10^{-3}}{0.785 * \omega}} = \sqrt{\frac{1.63 * 10^{-3}}{0.785 * 0.85}} = 0.049(м) \quad (5.26)$$

де $v=0,85 м/с$ – заздалегідь задана швидкість води в трубопроводі (не більш 1,5м/с)

$V=1,63 л/с$ – витрата рідини

Вибираємо поліпропіленову трубу Pilsa PN25 із зовнішнім діаметром $D=75мм$ і завтовшки стінки $t=12,6мм$. Уточнимо внутрішній діаметр труби:

$$d_{вн} = D - 2t = 75 - (2 * 12.6) = 49.8(мм) \quad (5.1)$$

Уточнимо швидкість руху рідини в трубопроводі:

$$\omega = \frac{V * 10^{-3}}{0.785 * d_{вн}^3} = \frac{1.63 * 10^{-3}}{0.785 * 0.0498^2} = 0.84(м/с) \quad (5.2)$$

Визначаємо динамічний тиск:

$$\frac{\rho * \omega^2}{2} = \frac{974,8 * 0,84^2}{2} = 344(Па) \quad (5.3)$$

де ρ - щільність води при $t = 75^\circ C$

Розраховуємо число Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega * d_{вн}}{\nu} = \frac{0,84 * 0,0498}{0,389 * 10^{-2}} = 107500 \quad (5.4)$$

ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості рідини, $м^2/с$

Коефіцієнт опору по довжині:

$$\lambda = 0,1 * \left(\frac{1,46 * k_s}{d_{вн}} + \frac{100}{R_e} \right) = 0,1 * \left(\frac{1,46 * 0,004}{0,0498} + \frac{100}{107500} \right) = 0,012$$

(5.32)

k_s - коефіцієнт абсолютної еквівалентної шорсткості поліпропіленових труб.

Втрати тиску від тертя на довжині 1м:

$$\Delta P_{mp} = R = \frac{\lambda}{d_{\text{вн}}} * \frac{\rho * \omega^2}{2} = \frac{0,012}{0,0498} * 344 = 83(\text{Па} / \text{м})$$

Втрати тиску по усій довжині труби:

$$R * L_{mp}^{заг} = 83 * 4 = 332(\text{Па}) \quad (5.5)$$

Втрати тиску в місцевих опорах:

$$Z = \sum \xi * \frac{\rho * \omega^2}{2} + \Delta P_{\text{гн}}, (\text{Па})$$

(5.35)

$$Z = ((2 * 1.2) + (2 * 5.7) + 1.2) * 344 + 2300 = 7460(\text{Па})$$

де, ξ - коефіцієнти місцевих опорів:

- угольник 90° $\xi = 1,2$

- вентиль $\xi = 5,7$

- тройник $\xi = 1,2$

$\Delta P_{\text{гн}}$ - гідравлічний опір повітронагрівача, Па.

Сумарні втрати:

$$\Delta P = R * L_{mp}^{заг} + Z = 332 + 7460 = 7792(\text{Па})$$

(5.36)

Визначимо необхідний натиск насоса:

$$H = \frac{\Delta P}{\rho * g} = \frac{7792}{974,8 * 9,8} = 0,816(\text{м})$$

(5.37)

Вибираємо насос Wilo – Stratos ECO 30/1-5 BMS. Потужність насоса складає 0,047кВт.

Wilo - Stratos ECO - це економічний циркуляційний насос з мокрим ротором для систем водяного опалювання, кондиціонування, закритих контурів охолодження і для промислових циркуляційних установок.

Має функцію автоматичного регулювання, що дозволяє заощадити до 80% електроенергії.

Таблиця 5.1- Розрахунок трубопроводів \

№ Гілянки	1	2	3
Витрата води V, л/с	1,63	0,54	0,214
Довжина ділянки l, м	4	4	4
Внутр. діаметр труби (розр) $d_{ен}$, м	0,049	0,028	0,018
Внутр. діаметр труби (Прийнят.) $d_{ен}$, м	0,0498	0,0332	0,0166
Швидкість води (уточнена) v, м/с	0,84	0,62	0,99
Динамічний тиск $(\rho v^2)/2$, Па	344	187	478
Критерій Рейнольдса, Re	107500	52920	42250
Коефіцієнт опору по довжині, λ	0,012	0,018	0,035
Втрати тиску від тертя R, Па/м	83	101	1008
Втрати тиску по усій довжині $R \cdot l$, Па	332	404	4032
Втрати тиску в місцевих опорах, Па	7460	15000	8670
Сумарні втрати, ΔP , Па	7792	15404	12700
Необхідний натиск насоса, м	0,816	1,61	1,33

Дослідження роботи запобіжного клапана буде проводитися у програмному забезпеченні SolidWorks та Labster. Для дослідження моделі потрібно задати необхідні параметри, а саме швидкість на вході у клапан, швидкість на виході, тиск та витрати.

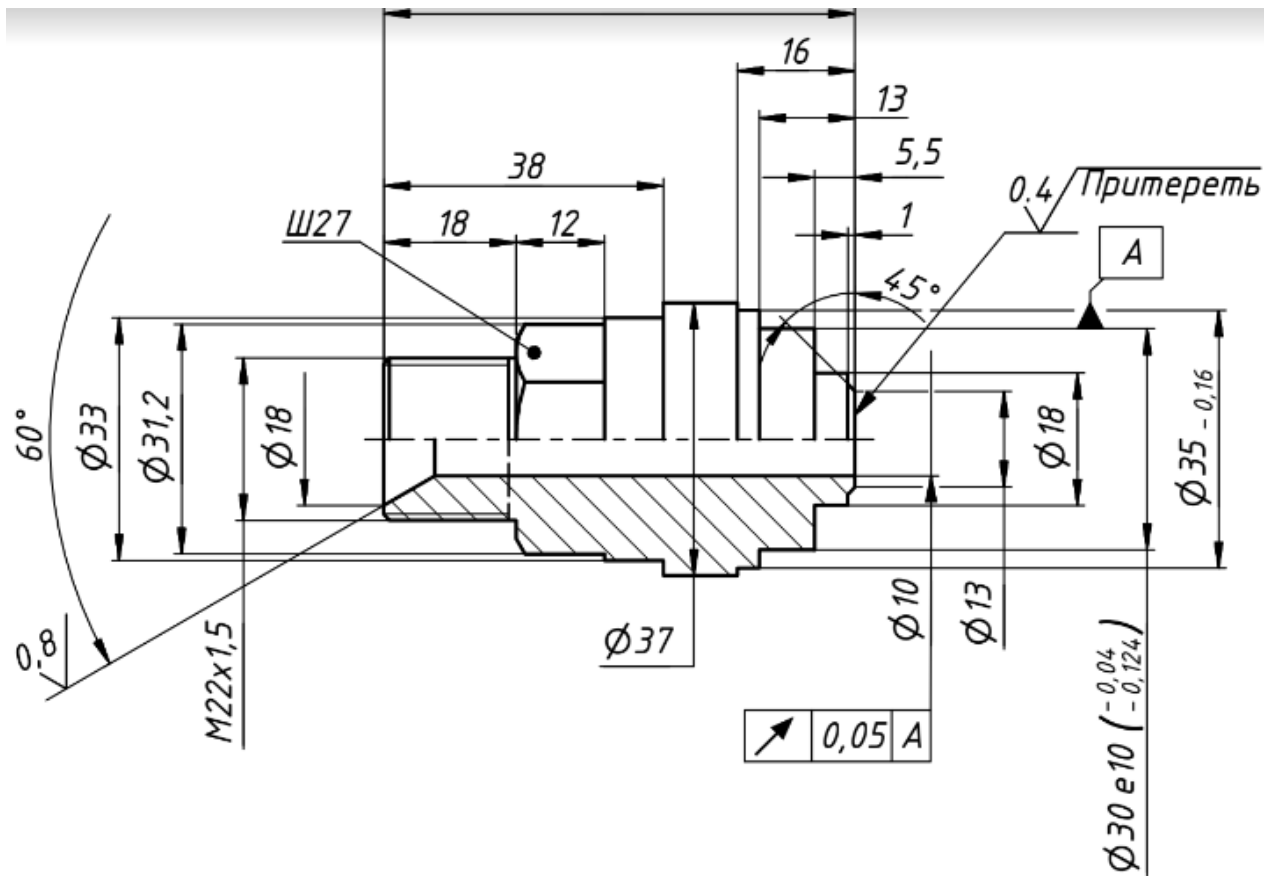


Рис 5.1 Паспорт клапану запобіжного типу

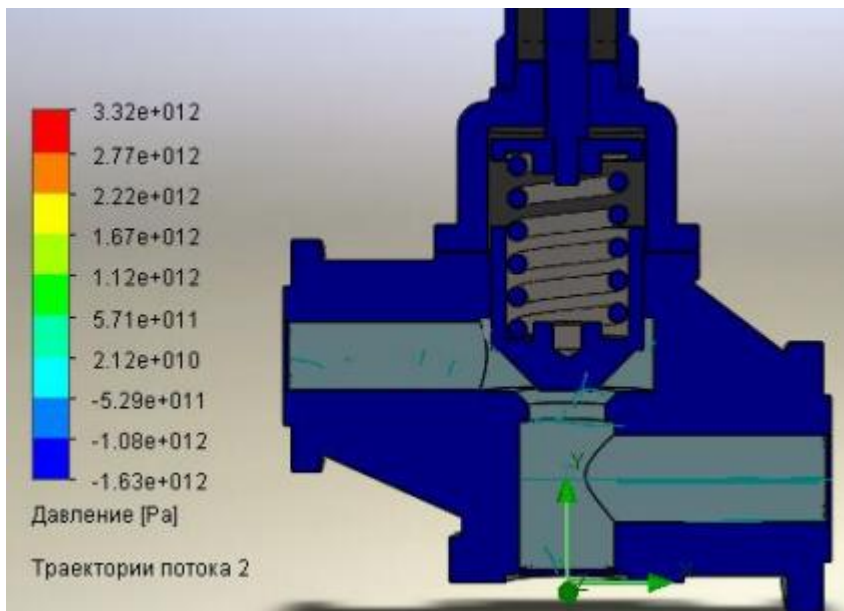


Рис 5.2
Значення тиску при різних значеннях швидкості

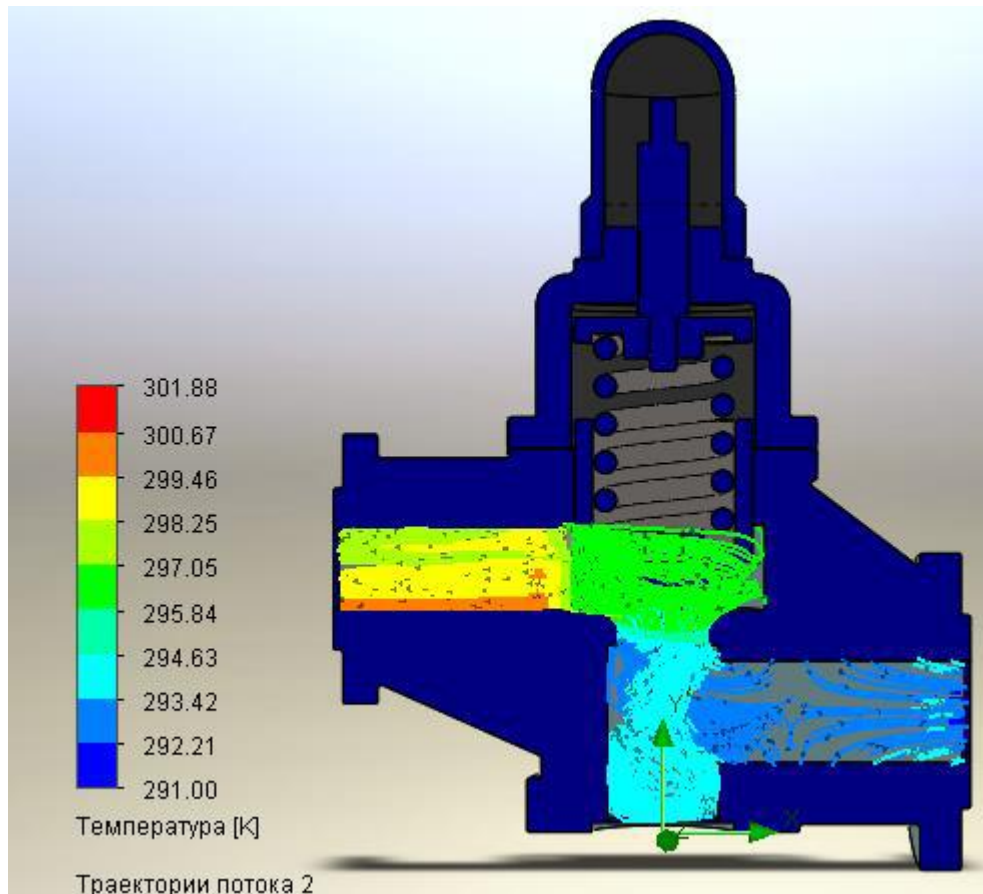


Рис 5.3 потік робочої рідини при сталому тиску і швидкості потоку 6 м/с. $P=101\ 325\ \text{П}$

На рисунку 5.3 зображено потік робочої рідини при сталому тиску і швидкості потоку 6 м/с. $P=101\ 325\ \text{Па}$, але на даному рисунку не видно траєкторії розподілу тиску.

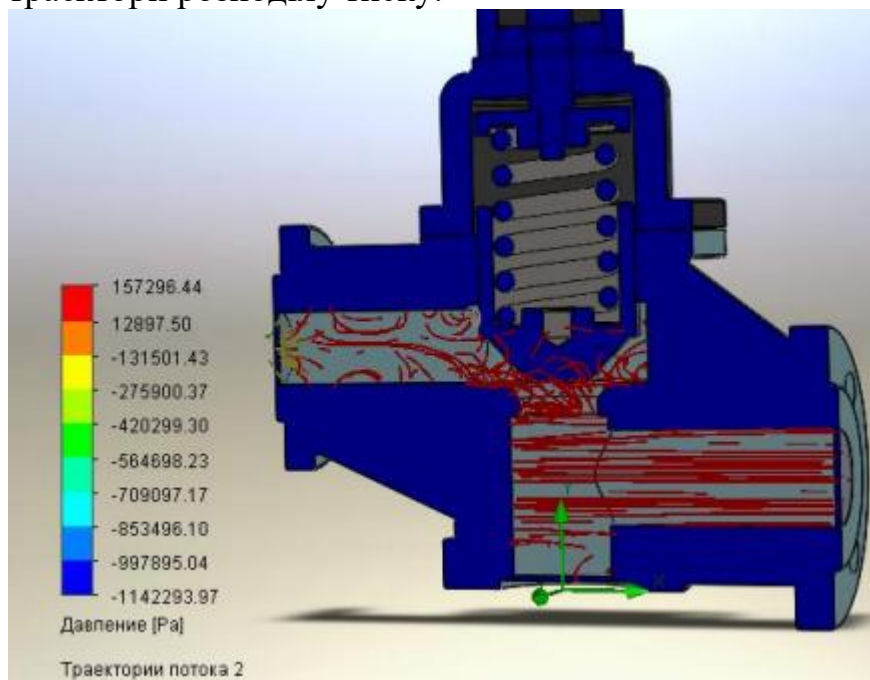
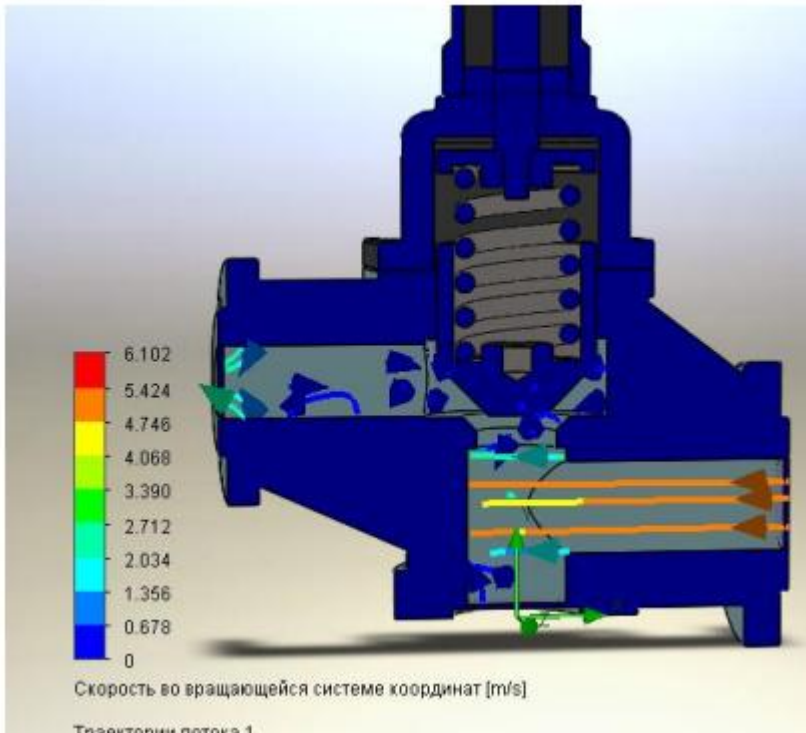


Рис 5.3 Значення температури корпусу клапана при різних значеннях тиску

а даному рисунку зображено потік робочої рідини при сталому тиску і швидкості потоку



потік робочої рідини при сталому тиску і швидкості потоку 24 м/с. $P=101\,325$ Па,
На даному рисунку бачимо зменшення швидкості руху. Початкове значення швидкості складає 6 м/с.

На даному рисунку бачимо, що температура потоку робочої рідини яскраво виражена. Швидкість потоку складає 25 м/с.

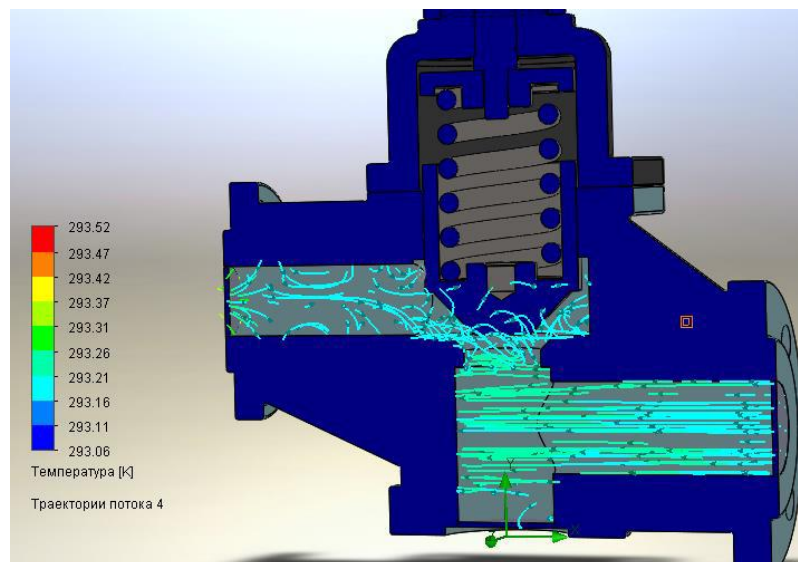


Рис 5.6 більш виражена температура потоку робочої рідини, при швидкості потоку 50 м/с.

На даному рисунку спостерігаємо більш виражену температуру потоку робочої рідини, при швидкості потоку 50 м/с.

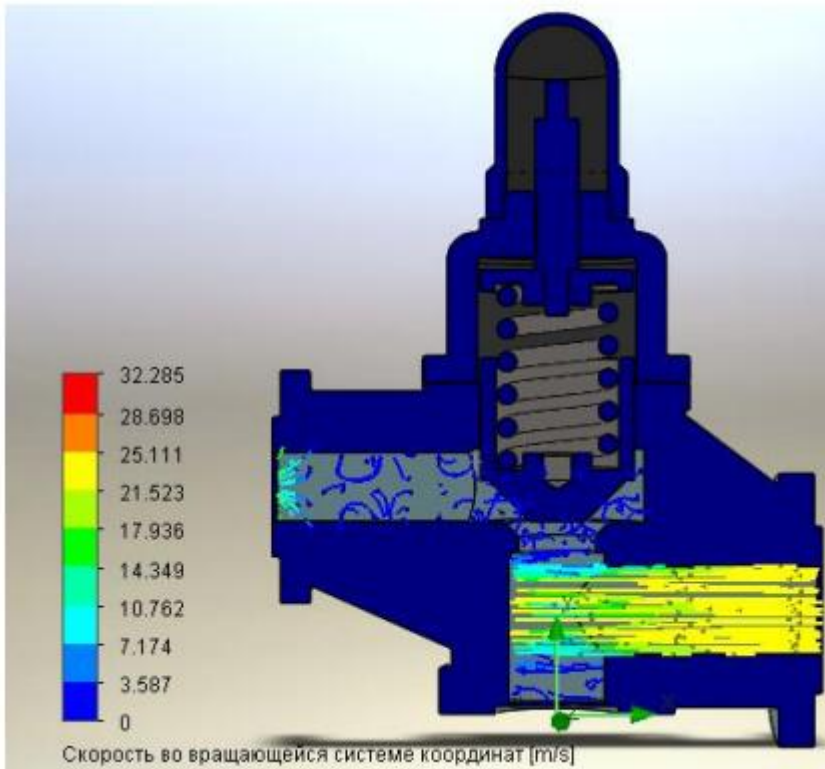


Рис 5.7 Б більш яскраво виражене зменшення швидкості руху. Початкове значення швидкості складає 25 м/с

На даному рисунку спостерігаємо більш виражену температуру потоку робочої рідини, при швидкості потоку 25 м/с.

Діаметр вхідного патрубку обраного запобіжного клапана повинен бути більшим або дорівнювати діаметру патрубку, отриманого в результаті розрахунку.

5.2 Провеження експерименту

Крім відповідності діаметру патрубку розрахунковому значенню, рекомендується перевіряти запобіжний клапан на скидання розрахованого приросту об'єму води в результаті аварійної ситуації. При цьому слід враховувати, що чим більша різниця тиску між тиском відкриття запобіжного клапана та тиском у лінії скидання - тим більший об'єм води вийде через клапан.

При підборі запобіжного клапана слід також мати на увазі, що повне відкриття клапана досягається при перевищенні тиску в системі над тиском спрацювання на 10%, а повне закриття - при зниженні тиску в системі нижче тиску спрацювання на 20%. У зв'язку з цим можна рекомендувати обирати запобіжні клапани з тиском спрацювання на 20-30% більше робочого тиску



Рис 5.8 Запобіжний клапан експериментальний Тиск 5.2атм Клапан заквився!

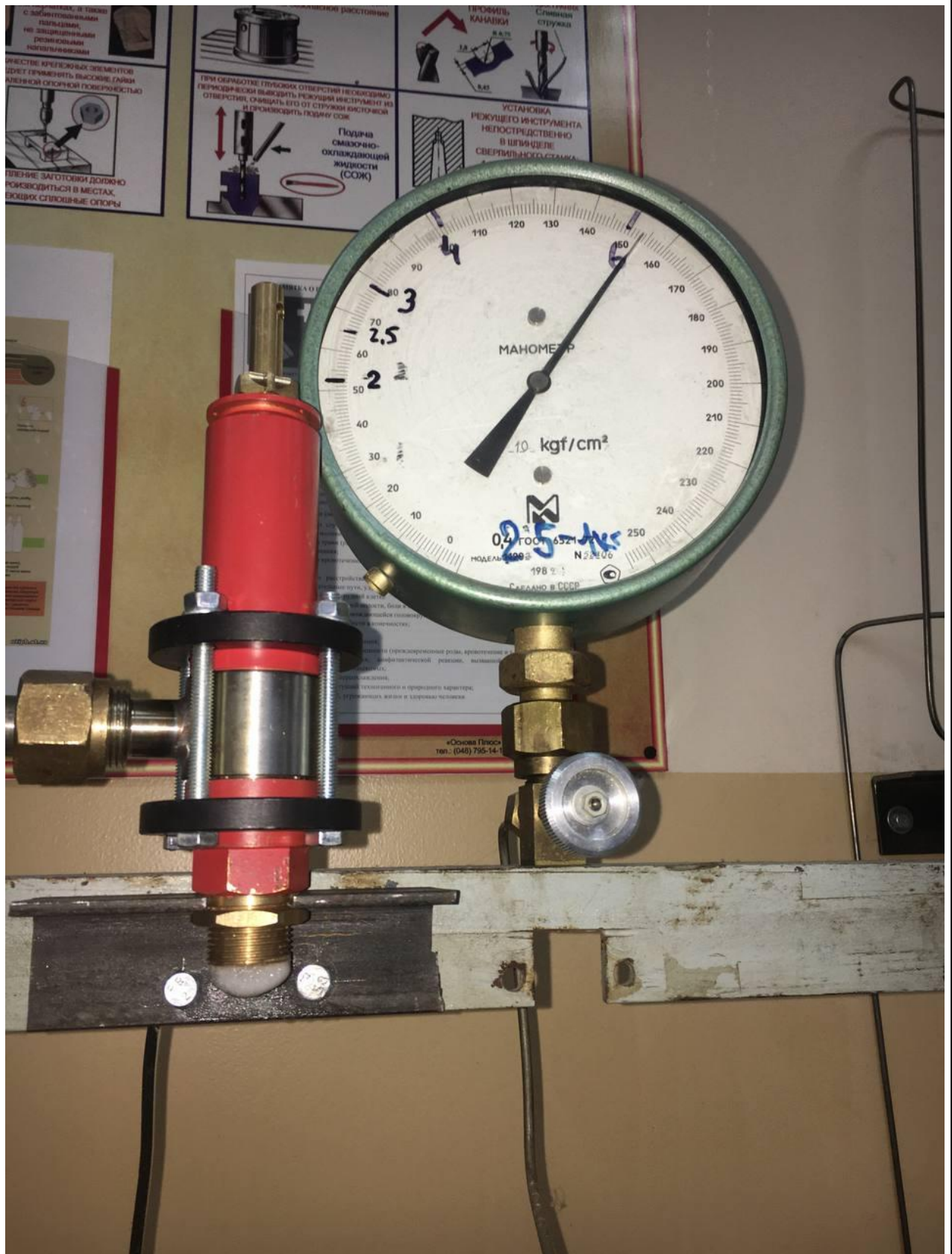


Рис 5.9 Застосування запобіжного клапану у лабораторії кріогенної техніки ОНТУ Тиск подається під мембрану а не під клапан . Тиск батм. Клапан сработал!



Рис 5.10 Застосування запобіжного клапану у лабораторії кріогенної техніки ОНТУ

У даному розділі було проведено моделювання та експериментальне дослідження запбіжного клапана, що показало нам залежність зменшення швидкості при зменшенні тиску. Моделювання проводилося при різних швидкостях робочої рідини та при різному значенню тиску. Отримані результати дали нам можливість розробити нову конструкцію. Новий редуційний клапан може працювати при різних умовах та ефективно понижувати тиск. Були проведені ексеримени

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і коштів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я й працездатності людини в процесі праці.

. Техніка безпеки під час експлуатації холодильних установок

Як хладагент в аміачних холодильних установках використовується аміак, що має низку небезпечних і шкідливих властивостей.

Наявність аміаку відчувається за запахом із вмістом його в повітрі 0,35 мг/м³.

Гранично допустима концентрація аміаку у повітрі – 20 мг/м³.

У зв'язку з токсичністю і вибухонебезпечністю аміаку холодильні установки з цим хладагентом відносять до устаткування підвищеної небезпеки.

Як холодильні агенти використовуються хладони, наприклад, R22 і R134a. Хладон R134a, на відміну від R22, не є пожежонебезпечним і у разі витoku руйнівню не діє на озоновий шар стратосфери. Гранично допустима концентрація пари R22 і R134a в повітрі виробничих приміщень – 3000 мг/м³. Хладони у разі великих концентрацій в атмосферному повітрі викликають у людей задуху через нестачу кисню. Під дією відкритого полум'я і в контактi з гарячими поверхнями вони розкладаються з утворенням високотоксичних продуктів.

Для запобігання аваріям в аміачних і хладонових холодильних установках використовуються арматура, запобіжні клапани, контрольно-вимірювальні прилади і засоби автоматичного захисту.

У холодильних установках запірні вентиля на трубопроводах і апаратах неагрегатних машин, окрім основних запірних ventilів компресорів, повинні

бути запломбовані у відкритому положенні. У місцях, де арматура і трубопроводи можуть бути пошкоджені транспортними засобами або вантажами, встановлюються металеві захисні огорожі. У кожухотрубних апаратах і ресиверах є оглядові віконця для візуального контролю рівня рідини.

У холодильних установках для спостереження за робочим тиском нагнітання, всмоктування, в системі мастила і в картері використовуються манометри і мановакууметри.

На нагнітальних магістралях встановлюють зворотні клапани для запобігання зворотному рухові хладагенту в разі зупинки компресорів.

Компресори холодильних установок мають пружинний запобіжний клапан, що сполучає порожнини нагнітання і всмоктування з перевищенням допустимої різниці тиску. Посудини, апарати і технологічне устаткування з безпосереднім охолодженням, що містить рідкий холодильний агент, а також деякі компресори забезпечені пружинними клапанами, що скидають його пару в атмосферу. У аміачних холодильних установках запобіжні клапани повинні бути відрегульовані на початок відкриття: 1,2 МПа – на стороні всмоктування і 1,8 МПа – на стороні нагнітання.

Замість пружинного запобіжного клапана компресор може мати чавунну запобіжну пластинку, що розривається за різниці тиску не більше 1,6 МПа. Випуск пари аміаку в атмосферу через запобіжні клапани повинен проводитися по трубі, що виводиться на 1 м вище «конька» даху найвищої будівлі в радіусі 50 м, але не менше 6 м від рівня території і не менше 3 м від майданчиків обслуговування в радіусі 15 м. Діаметр відповідної труби повинен бути не меншим за діаметр запобіжного клапана.

Випуск пари хладона в атмосферу здійснюється по трубі, гирло якої має бути віднесене не менше, ніж на 2 м від вікон, дверей і

повітроприймальнихотворів систем вентиляції і кондиціонування повітря і розташоване на рівні 5 м від землі.

Запобіжні клапани компресорів перевіряють не рідше одного разу на рік, запобіжні клапани на апаратах (посудинах) – не рідше одного разу на шість місяців. Циліндри компресорів аміачних холодильних установок мають кришку безпеки. На нагнітаючому і всмоктуючому трубопроводах кожного компресора встановлені гільзи для термометрів, захист яких від механічних пошкоджень забезпечується за допомогою спеціальних кожухів. Холодильні установки оснащені приладами автоматичного захисту, що зупиняють компресори у разі небезпечних режимів роботи.

Захист від підвищеного тиску нагнітання під час пуску компресора з закритим запірним вентиляем, за неприпустимо високого тиску конденсації забезпечується за допомогою реле високого тиску (РТ). Автоматичний контроль рівня хладагента в апаратах здійснюється за допомогою реле рівня (РР). Для захисту від припинення подачі води в охолоджуючу сорочку компресора, а в установках з кожухотрубними випаровувачами – від припинення руху розсолу, використовується реле потоку (РП). Захист від підвищеної температури нагнітання досягається відключенням компресора за допомогою реле температури (РТ). Для контролю тиску в системі мастила застосовують реле контролю мастила РКМ (реле різниці тиску мастила). За неприпустимонизького тиску мастила реле відключає компресор.

Спрацьовування приладів захисту дублюється звуковим сигналом в машинному (апаратному) відділенні.

У аміачних холодильних установках справність захисних реле рівня перевіряється один раз на 10 днів, справність інших приладів захисної автоматики – один раз на місяць. У хладонових холодильних установках з періодичним обслуговуванням прилади автоматичного захисту перевіряють не рідше одного разу на три місяці, в інших – не рідше одного разу на місяць.

У агрегатованих хладонових холодильних установках передбачено тепловий захист обмотки статора електродвигуна, вбудованого в компресор.

За нецілодобового обслуговування автоматизованих аміачних холодильних установок у приміщеннях машинних (апаратних) і конденсаторних відділень обов'язкова установка індикаторів витоку аміаку і сигналізаторів аварійної концентрації його в повітрі. Індикатори дають попереджувальний сигнал в приміщення, в якому постійно чергує персонал, і включають вентиляцію за концентрації аміаку в повітрі понад 500 мг/м³ (0,07 %).

Якщо вміст аміаку в повітрі досягає 1500 мг/м³ (0,21 %) – сигналізатори аварійної концентрації вимикають електроживлення холодильної установки і одночасно включають витяжну й аварійну вентиляцію, світлозвукову сигналізацію і сирену, а також застережне табло над входом в машинне (апаратне) відділення, яке сповіщає про загазованість приміщення.

За цілодобового обслуговування холодильної установки індикатори витоку і сигналізатори аварійної концентрації пари аміаку можна не встановлювати в приміщеннях.

Витоки аміаку, наявність його в розсолі або циркуляційній воді визначають за допомогою індикаторного паперу (фільтрувальним папером, обробленим розчином фенолроту і висушеного на повітрі). Для виявлення аміаку в повітрі можуть бути використані газоаналізатори інфрачервоного поглинання типу ГП, в розсолі та циркуляційній воді – реактив Несслера.

Місця витоку хладона в холодильних установках визначають шляхом обмилювання з'єднань, а також за допомогою електронного витокошукача L-780A або регульованого електронного витокошукача 790A, що мають чутливість 3 г/рік.

Розроблений і використовується метод виявлення мікровитоків хладагентів і мастил (чутливість 7 г/рік) за яскравим свіченням під дією

випромінювання ультрафіолетової лампи, доданих до них флуоресцентних компонентів.

Обслуговуючий персонал аміачних холодильних установок забезпечують засобами індивідуального захисту (фільтруючі протигази типу КД, ізолюючі дихальні апарати стислого повітря типу АСВ або ізолюючі протигази типу П, гумові рукавички і чоботи, захисні окуляри) та медикаментами для надання першої долікарської допомоги. На кожному підприємстві повинно бути не менше трьох костюмів Л-1 або захисних костюмів КІХ-4 для проведення аварійних робіт в загазованих аміаком приміщеннях.

Протигази марки КД і апарати типу АСВ зберігають в шафах зовні машинного (апаратного) відділення, поряд з вхідними дверима, протигази КД – в машинному (апаратному) відділенні, біля входу, а також в коридорі (вестибюлі), прилеглому до холодильних камер з безпосереднім охолодженням, і у виробничих цехах, де встановлено технологічне устаткування з безпосереднім охолодженням.

У приміщенні, де знаходиться хладонова холодильна установка, необхідно мати фільтруючі протигази, не менше двох пар гумових рукавичок, захисні окуляри і рукавиці, а також аптечку. На випадок аварійного витoku хладона з системи в машинне відділення зберігають у шафі не менше двох ізолюючих дихальних апаратів типу АСВ або ізолюючих протигазів типу П.

. 6.2 Загальні вимоги техніки безпеки до посудин, що працюють під тиском

Посудиною, що працює під тиском, називають герметично закриту ємність, призначену для хімічних, теплових та інших технологічних процесів, а також для зберігання і транспортування газоподібних, рідких та інших речовин. Межею посудини є вхідні та вихідні штуцери. До посудин, що працюють під тиском, відносять котли, балони, цистерни, бочки.

Посудини, що працюють під тиском, виготовляють зварними або литими на підприємствах, що мають дозвіл Держнаглядохоронпраці. На заводі на поверхню посудин тавруванням наносять паспортні дані. Після виготовлення всі посудини підлягають випробуванню пробним тиском.

Під час експлуатації найчастіше причинами аварій і вибухів посудин є перевищення гранично допустимого тиску, порушення температурного режиму, втрата ними механічної міцності.

Посудини, що працюють під тиском, через можливість вибуху належать до устаткування підвищеної небезпеки, тому експлуатувати їх необхідно відповідно до "Правил будови і безпеки експлуатації посудин, що працюють під тиском". Ці правила розповсюджуються на:

- посудини, що працюють під тиском води з температурою вище 115°C або іншої рідини з температурою, яка перевищує температуру кипіння під тиском 0,07 МПа (без урахування гідростатичного тиску); посудини, що працюють під тиском пари чи газу понад 0,07 МПа;
- балони, призначені для транспортування і зберігання стиснених, зріджених і розчинених газів під тиском понад 0,07 МПа;
- цистерни і бочки для транспортування і зберігання зріджених газів, тиск пари яких за температури до 50°C перевищує 0,07 МПа;
- цистерни і посудини для транспортування або зберігання стиснених, зріджених газів, рідин і сипких тіл, у яких тиск вищий за 0,07 МПа створюється періодично для їх опорожнення;
- барокамери.
- Вказані правила не розповсюджуються на:
 - посудини і балони місткістю не більше 0,025 м³ (25 л), для яких добуток тиску (р) в МПа на місткість (V) в м³ не перевищує 0,02;
 - посудини, що працюють під вакуумом;
 - прилади парового і водяного опалювання;

· трубчасті печі, частини машин, що не є самостійними посудинами, та деякі інші.

Посудини, на які розповсюджуються "Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском", підлягають реєстрації і технічному обстеженню – огляду і випробуванню пробним тиском. Передбачена реєстрація деяких посудин в органах Держнаглядохоронпраці.

Реєстрації в цих органах не підлягають:

· **посудини холодильних установок і холодильних блоків у складі технологічних установок;**

· бочки для перевезення зріджених газів, балони місткістю до 100 л включно, встановлені стаціонарно, а також призначені для транспортування і (або) зберігання стиснених, зріджених і розчинених газів;

· посудини для зберігання і транспортування зріджених газів, рідин і сипких тіл, що знаходяться під тиском періодично під час їх опорожнення;

· посудини з стисненими і зрідженими газами, призначені для забезпечення паливом двигунів транспортних засобів, на яких вони встановлені, та деякі інші.

На підприємствах торгівлі і громадського харчування не використовуються посудини, що підлягають реєстрації в органах Держнаглядохоронпраці. Проте на цих підприємствах наявні або є в обігу посудини (апарати), на які розповсюджуються вимоги "Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском". До таких посудин належать апарати стаціонарних холодильних установок, автосатуратори, балони з різними газами.

Дозвіл на введення в експлуатацію посудин, які підлягають реєстрації в органах Держнаглядохоронпраці, видається особою, призначеною наказом по підприємству для здійснення нагляду за технічним станом і експлуатацією посудин, на підставі документації підприємства-виробника після перевірки представником організації обслуговування і, за необхідності, технічного огляду. Дозвіл на введення посудини в експлуатацію записується в її паспорт.

На поверхні посудини повинні бути такі дані: реєстраційний номер, дозволений робочий тиск, дата (число, місяць і рік) наступного огляду і випробування.

Посудина або група посудин, що входять в установку, запускаються в роботу на підставі письмового розпорядження адміністрації підприємства. Посудини, на які розповсюджуються вимоги вказаних вище правил, періодично в процесі експлуатації і, за необхідності, достроково піддаються технічному огляду. Об'єм, методи і періодичність технічних оглядів посудин (за винятком балонів) визначені підприємствами-виробниками, вказані в паспортах та інструкціях з монтажу і безпечної експлуатації. Технічний огляд посудин, цистерн, балонів і бочок може проводитися на спеціальних ремонтно-випробувальних пунктах, на підприємствах-виробниках, на наповнювальних станціях, а також на підприємствах власників.

На підприємствах повинні бути забезпечені утримання посудин в справному стані і безпечні умови їх роботи. Наказом по підприємству або об'єднанню підприємств призначається з числа інженерно-технічних працівників особа, відповідальна за справний стан і безпечну дію посудин, і особа, що здійснює нагляд за їх технічним станом і експлуатацією.

До обслуговування посудин, що працюють під тиском, допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли спеціальне навчання (у професійно-технічному училищі, навчально-курсовому комбінаті), атестацію і кваліфікаційні комісії та інструктаж щодо безпечного обслуговування посудин. Перевірка знань персоналу, що обслуговує посудини, проводиться не рідше, ніж раз на рік.

Інструкції щодо режиму роботи і безпечної експлуатації посудин повинні бути вивішені на робочих місцях і видані під розписку обслуговуючому персоналу. В разі порушення режимів роботи і появи несправностей експлуатація посудин має бути припинена.

Для управління роботою і забезпечення безпечної експлуатації посудини обладнані приладами для вимірювання тиску і температури, запобіжними пристроями, запірною арматурою і, за необхідності, показниками рівня рідини.

На посудинах для вимірювання тиску встановлюють манометри, перевірка яких з опломбуванням або тавруванням проводиться не рідше одного разу на рік. Не рідше за один раз на 6 місяців на підприємстві перевіряють покази робочих манометрів за контрольним; результати перевірки записують у журнал. Манометр повинен мати червону межу на поділці, яка відповідає дозволеному робочому тиску в посудині.

Запобіжні клапани бувають пружинної і важеле-вантажної дії. Запобіжні клапани повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.085-82."ССБП. Посудини, що працюють під тиском. Клапани запобіжні". Тиск настройки запобіжних клапанів повинен дорівнювати робочому тиску в посудині або перевищувати його, але не більше, ніж на 25 % . Робоче середовище, що виходить із запобіжного клапана, слід відводити в безпечне місце.

Запобіжні клапани перевіряють не рідше, ніж один раз на 6 місяців або один раз на рік, залежно від виду посудини, на якій вони встановлені. З проведенням періодичних перевірок запобіжний клапан після випробування і тарування повинен пломбуватися. Замість запобіжних клапанів можуть бути використані запобіжні пластини, що розриваються за тиску в посудині, який перевищує робочий не більше, ніж на 25 % .

Посудина, що працює під тиском, меншим за тиск джерела, що живить його, повинна бути обладнана автоматичним редуруючим пристроєм для пониження тиску газу. Камера низького тиску редуктора повинна мати манометр і пружинний запобіжний клапан, відрегульований на відповідний дозволений тиск в ємності, в яку запускається газ. Такі пристрої-редуктори є, наприклад, в автосатураторах.

Запірну арматуру встановлюють на трубопроводах, якими до посудини підводяться або від неї відводяться рідини, пара або газу. Установка запірної арматури між посудиною і запобіжним клапаном не допускається. Не можна встановлювати запірні пристосування в трубах, які відводять газ або пару від запобіжних пристроїв.

Між посудиною з надзвичайно небезпечною або високонебезпечною речовиною, а також з пожежо- або вибухонебезпечним середовищем і насосом (компресором) встановлюють зворотний клапан, який автоматично закривається під дією тиску з посудини.

За необхідності контролю рівня рідини в посудинах, що мають межу розділу середовищ, застосовуються показники рівня. Окрім показників рівня, на посудинах можуть бути встановлені звукові, світлові та інші сигналізатори і блокування за рівнем.

7 ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НОВОГО ОБЛАДНАННЯ

В умовах відкритої ринкової економіки розширюється діапазон оцінки ефективності науково-технічних розробок, а отже, збільшується кількість основних видів ефективності НДДКР, які необхідно визначити з метою цієї оцінки. До них належать:

– **науково-технічний ефект**, який проявляється у підвищенні науково-технічного рівня, поліпшенні параметрів техніки і технологій, що впливає з відкриття нових законів та закономірностей у природі, а отже, і нових технологічних засобів виробництва речовин, матеріалів та видів продукції;

– **економічний ефект** полягає в отриманні економічних результатів від науково-технічних розробок як в цілому для народного господарства, так і для кожного виробничого суб'єкта. Економічна ефективність науково-технічних розробок за відповідною системою показників має відображати вплив їхньої результативності на розвиток економіки країни в цілому, а також регіонів, галузей, організацій і підприємств, що беруть участь у реалізації технологічних нововведень;

– **соціальний ефект**, що відображає зміни умов діяльності людини в суспільстві. Його прояв спостерігається в змінах характеру та умов праці, підвищенні життєвого рівня населення, поліпшенні побутових його умов, розширенні можливостей духовного розвитку особистості, у змінах стану довкілля;

– **маркетинговий ефект**, що відображає потреби ринку в наукових дослідженнях і розробках та можливість їх реалізації.

Науково-технічну ефективність (НТЕ) результатів прикладних робіт визначають на основі показників науково-технічного рівня. Оцінка науково-технічної ефективності НДДКР відбувається на основі показника $O_{НТЕ}$,

який представляє собою ступінь досягнення максимально можливого рівня, значення якого дорівнює 1 (одиниці):

$$O_{НТЕ} = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ} \quad , \quad (7.1)$$

де $K^{\Phi}_{НТЕ}$ – показник (коефіцієнт) фактичного рівня науково-технічної ефективності;

$K^{\Pi}_{НТЕ}$ – показник (коефіцієнт) потенціально можливого рівня науково-технічної ефективності (дорівнює одиниці).

Значення показника $K^{\Phi}_{НТЕ}$ визначають на основі шкали експертних оцінок (табл. 10.2).

Таблиця 7.1

Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проектів

№	Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа	Коефіцієнт значущості показників
1	Науково-технічний рівень	Перевищує кращі світові аналоги	10	0,35
		Відповідає світовому рівню	7 – 9	
		Нижче кращих світових аналогів	5 – 6	
		Перевищує кращі вітчизняні аналоги	3 – 4	
		Відповідає вітчизняному рівню	1 – 2	
		Нижче вітчизняного рівня	0	
2	Перспективність	Першочергова значущість	8 – 10	0,35
		Значущий	5 – 7	
		Корисний	1 – 4	
3	Потенційний масштаб практичного використання	Світовий ринок	10	0,20
		Галузі національної економіки	7 – 9	
		Галузь (регіон)	3 – 6	
		Окремі підприємства (об'єднання)	1 – 2	
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	Великий	10	0,10
		Середній	5 – 9	
		Малий	1 – 4	

Примітка: об'єкт оцінки і аналог(и), які порівнюють за однаковими показниками, наведеними у співставленому вигляді відхилення в значеннях кожного з показників, мають бути однаковими для варіантів, що порівнюються.

Проведення оцінки

Визначають $K_{НТЕ}^{\Phi}$ на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

З цією метою:

- розроблюють перелік специфічних показників, необхідних для виміру науково-технічного рівня розробки;
- формують групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;
- здійснюють відповідні розрахунки для співставлення показників і визначення балів по табл. 10.1.

До числа специфічних показників відносять:

- **для нової техніки:** продуктивність, споживання інженерних ресурсів на виробітку одиниці продукції, потреба в робочих, які обслуговують обладнання, експлуатаційні витрати на одиницю продукції;
- **для нових матеріалів і речовин:** вміст корисних речовин для виробітки готової продукції, питома вага відходів у загальному обсязі переробленої сировини, вартість одиниці ... нового матеріалу;
- **для нових технологій:** якість виробленої продукції, енергоємність і трудомісткість продукції, собівартість одиниці продукції.

З метою спрощення визначення $K_{НТЕ}^{\Phi}$ у табл. 10.2 не введено показника витрат на одиницю продукції.

Таблиця 7.2

Порівняльні показники для виконання оцінки НТЕ

ПОКАЗНИКИ	Варіанти технології	
	розробленої	співвідносної (аналога)
Рівень новізни	світовий	-
Якість продукції	найвища	вища
Споживання на 1 т продукції		
– тепла, Гкал	5,14	6,85
– електроенергії, кВт·годину	46,72	54,36
– води, м ³	4,13	3,12
Трудомісткість виробництва, людино-годин/ тонну	17,5	6,17

На основі співставлення даних таблиці встановлюють бали по характеристиках чотирьох груп і на цій основі розраховують значення інтегрального показника НТЕ:

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^3, \quad (10.3)$$

де $i = 1 \div 4$,

B_i – бали (рейтингове число),

K – коефіцієнт значущості показників.

Рівень науково-технічної ефективності НДДКР розраховано на основі наведених даних прикладу (табл. 10.3).

Таблиця 7.3

Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

№	Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертними оцінками	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	9	8	9	8,66	3,03 (8,66 x 0,35)
2	Перспективність	7	7	6	6,66	2,33 (6,66 x 0,35)
3	Потенційний масштаб практичного використання	4	5	5	4,67	0,93 (4,67 x 0,20)
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	7	8	7	7,33	0,73 (7,33 x 0,10)
В С Ь О Г О						7,029

$$\text{НТЕ} = 8,66 \cdot 0,35 + 6,66 \cdot 0,35 + 4,67 \cdot 0,2 + 7,33 \cdot 0,1 = 2,91 + 2,21 + 0,93 + 0,73 = 7,029$$

Отриманий результат слід порівняти з максимально можливим значенням, яке дорівнює 10 балам ($10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,1$).

Отже, оцінка рівня НТЕ може бути зроблена за допомогою інтегрального коефіцієнта оцінки НТЕ ($K_{\text{НТЕ}}$):

$$K_{\text{НТЕ}} = \frac{\text{НТЕ}}{10} \cdot 100 \% .$$

На основі даних табл. 10.3 можна дійти до висновку, що $K_{\text{НТЕ}}$ відповідає 70,29 %, тобто:

$$\frac{7,029}{10} \cdot 100\% = 70,29 \% .$$

В тому випадку, коли значення $K_{\text{НТЕ}}$ перевищує середнє значення, яке дорівнює 5,0, має бути зроблено висновок про достатній рівень НТЕ:

- цілком достатній 5,0 – 6,0;
- достатній 6,1 – 8,0;
- достатньо високий 8,1 – 9,0;
- високий 9,1 – 10.

Таким чином, рівень НТЕ технології можна визнати достатнім. Отже, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було проаналізовано всі типи клапанів та їх принципів роботи. Вивчено принцип роботи запобіжного клапана та розроблена нова конструкція редуційного клапана на основі моделювання прототипу редуційного клапана.

Після проведення дослідів можна зробити наступні висновки:

1. Проведено розрахунки клапана, що дали можливість стверджувати, що розроблена конструкція може використовуватися у холодильних установках.

2. Проаналізувавши широке коло сучасних аналогів редуційних агрегатів, та їх аналогів в промисловості, було встановлено, що єдиного ефективного засобу для даних умов – не існує . Тому виникає необхідність у вдосконаленні існуючих методів та пристроїв редуціювання, та пристосування їх до конкретних завдань, та специфічних умов. Було проведено моделювання прототипу редуційного клапана, що показало нам залежність зменшення швидкості при зменшені тиску. Моделювання проводилося при різних швидкостях робочої рідини та при різному значенню тиску. Отримані результати дали нам можливість розробити нову конструкцію. Новий редуційний клапан може працювати при різних умовах та ефективно понижувати тиск.

3. Провівши аналіз сучасних типів запобіжних клапанів , та їх аналогів, було виявлено, що даний агрегат може бути як прямої ,так і не прямої дії одночасно.





ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. . <http://www.southcoal.ru/pubs/204.html>
2. . <http://bmp.ptngu.com/index.html>
3. . https://dnaop.com/html/44418/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_10.0-5.18-04/
4. <http://www.hydro-pnevmo.ru/topic.php?ID=44>
5. <https://ibud.ua/ru/statya/reduktsionnye-klapany-dlya-vodosnabzheniya-101003>
6. http://www.shevchenkove.org.ua/person_syte/Lusak/ГІДРОПРИВОД/Dokument/Lekzia/Лекція%20№12.htm
7. . <http://ldmvalves.ru/>
8. <http://www.ktto.com.ua/karakteristiki/krm>
9. Державні будівельні норми України: Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення: ДБН В.2.2.-9-99. Вид. офіц. – К.: Держбуд України, 1999. – 94 с.
10. Державні будівельні норми України: Будинки і споруди цивільної оборони: ДБН В.2.2.-5-97. – Вид. офіц. – К.: Держкоммістобудування України, 1998. – 161 с.
11. Державні будівельні норми України: Будинки та споруди дитячих дошкільних закладів: ДБН В.2.2.-4-97. – Вид. офіц. – К.: Держкоммістобудування України, 1998. – 49 с.
12. Жихарева Н.В. Інноваційні технології кондиціонування повітря в нестационарних умовах. Монографія // Жихарева Н.В. /Одеса, ТЕС. 2022- 264 с.
13. Zhang Q. Development of typical year weather data for Chinese locations. [Tekst] // Q.Zhang, J.Huang, S. Lang / ASHRAE Transactions: Symposia, 2002, vol. 108.
14. Kogut V.. The filter on the basis of the ejector of the heat exchanger for purification of harmful substances from flue gases using heat exchanger as

combustion gas filter [Tekst] / V Kogut. V.Bushmanov, N. Zhykharieva//AIP Conferenc Proceedings 2285, 030087 (2020); <https://doi.org/10.1063/5.0026819>

15. Жихарєва Н.В. Моделювання та оптимізація систем кондиціонування повітря. Навчальний посібник.-: О: ТЭС, 2016.- 170 с + додатки с.
16. Джеджула, В. В. Д 40 Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навчальний посібник / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с. ISBN 978-966-641-830-5 chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Dzhedzhula_2021_71.pdf
17. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 36,087 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
18. Жихарєва Н.В. Математичні аспекти термoeкономiчного аналізу холодильної установки плодоовочесховища. [Текст] / Н.В. Жихарєва.// Холодильна техніка і технологія. 2014. № 2 (148). С. 11–15. .
19. Жихарєва Н.В. Підвищення ефективності активного Кондиціонування при зберіганні плодоовочевої продукції [Текст] / Н.В. Жихарєва., М.Г. Хмельнюк, В.І.// Наукові праці ОНАХТ – 2014. – Випуск 45. Том 1. с С. 116 –120. .
20. Когут В.Е. Применение теплообменника-эжектора в установках промышленного охлаждения воздуха [Текст] / В.Е Когут., Е.Ю Бутовский., Хмельнюк М.Г., Н.В Жихарєва. // Холодильна техніка і технологія. 2015. № 1.С. 21–25.
21. Креслинь А.Я. Оптимизация энергопотребления системами кондиционирования воздуха [Текст] / А.Я. Креслинь. // - Рига: РПИ - 1982. – 155 с.

22. Жихарева, Н.В. Оптимізація режиму роботи холодильної установки плодовоовочесховищ. / Н.В. Жихарева, М.Г.Хмельнюк // Холодильная техника і технологія. – Одеса:ОДАХ. – 2012. – №5. - с.16-20.
23. PN – 83/B – 03430. Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego і użyteczności publicznej. Wymagania. (Dz. Norm. і Miar nr 5/1983, poz. 8). Wydanie 2. Wydawnictwo Normalizacyjne „ALFA”, 1987. - 4 с.
24. PN – 87/B – 03433. Wentylacja. Instalacje wentylacji mechanicznej wywiewnej w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych. Wymagania. (Dz. Norm. і Miar nr 2/1988, poz. 3). - Wydawnictwo Normalizacyjne „ALFA”, 1988. - 3 с.
25. Klippe J.: Zeitschrift für Sanitär-Heizung-Klima (IKZ) nr 3/80, s. 4.
26. Oetjen H.: Kälte und Klimatechnik (KKT) nr 4/80, s.146-149.
27. Wimböck G.: Technik am bau (TaB) nr 2/82, s. 133-134.
28. Kittler H.: KKT nr 9/84, s. 406.
29. Tauschenbuch für Heizung und Klimatechnik 92/93. R. Oldenbourg Verlag GmbH. – München.
30. VDI 3802 (8.12.79): RLT – Anlagen für Fertigungswerkstätten.
31. Keppler P.: Ges. – Ing. Nr 6/81, s.281-286, 327-329.
32. FTA – Fachbericht 3, 1980, Resch-Verlag, Gräfelfing/ München.
33. VDI – Bericht. 435. Tagung München 1982, VDI – Verlag, Düsseldorf.
34. Flaiq K.: VVII Int. Kongreß TGA. Berlin nr 10/88, s.44 u.a.
35. FTA – Bericht 3: Wärmerückgewinnung bei Be- und Entlüftung in Industriehallen 1980, Resch Verlag. München.
36. VDI – Bericht 435, Tagung München, 1982.
37. Schöfer E. TaB nr 9/78, s.751-755.
38. Ossadnik H. VDI Bericht nr 425 (1981), s.39-46.
39. Bach H., Dittes W.: HLN nr 8/86, s.411-418.
40. Lorenz W.: Ges.-Ing. nr 6/85, s.259-273.