

A photograph of a large, multi-story, light-colored building with many windows, identified as the National University of Civil Protection of Ukraine. The building has a prominent corner section with a decorative sunburst emblem on the roofline. The text "НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ" is overlaid in large, bold, red capital letters across the center of the image. The building number "70" is visible above the entrance.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ЦИВІЛЬНОГО
ЗАХИСТУ
УКРАЇНИ**

КАФЕДРА ПОЖЕЖНОЇ І ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ



ТЕМА 2.2: Безпека праці у виробничих процесах

Лекція 16: Вимоги безпеки при експлуатації технологічних систем під тиском.

План лекції

- 1. Основні поняття та визначення.**
- 2. Категорії обладнання.**
- 3. Вимоги до безпеки обладнання.**
- 4. Запобіжні пристрої.**

Нормативні документи

1. ДНАОП 0.00-1.07–94 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Приказ Госнадзорохрантруда 18.10.94 № 104.
2. Про затвердження технічного регламенту безпеки обладнання, що працює під тиском. Постанова Кабінету Міністрів України від 19 січня 2011 р. N 35 київ.
3. Про забезпечення охорони праці під час експлуатації посудин, працюючих під тиском. Наказ №299 07.04.2010.

1. Основні поняття та визначення

1) Автоклав - герметична посудина для проведення фізико-хімічних процесів при підвищеній температурі та під тиском, що вище атмосферного, яка має технологічну кришку із затвором.

2) агрегат - кілька одиниць обладнання із взаємопов'язаними функціями, що працюють під тиском та об'єднані виробником в одну конструкцію;

3) дозволені матеріали - основні матеріали, що допущені до застосування для виготовлення, монтажу і ремонту обладнання, що працює під тиском, відповідно до вимог, наведених у нормативно-правових актах з питань охорони праці;

4) експлуатаційний тиск (P_s) - максимально допустимий надлишковий тиск, зазначений виробником, під яким може працювати обладнання. У цьому Технічному регламенті використовується розмірність тиску у барах.

Такий тиск може виникнути у певному місці обладнання, зазначеному виробником, зокрема у місці з'єднання запобіжних та/або обмежувальних пристроїв або у найвищій точці обладнання, або у будь-якому іншому місці за умови нормальної експлуатації;

5) елемент обладнання, що працює під тиском, - складова частина, призначена для виконання однієї з основних функцій та з'єднана з іншими складовими частинами в єдине ціле;

6) запобіжні пристрої - засоби, призначені для захисту обладнання, що працює під тиском, від перевищення припустимих параметрів, зокрема пристрої для безпосереднього обмеження тиску (запобіжні клапани, розривні мембрани, гнучкі стрижні, системи аварійного скидання тиску та обмежувальні пристрої); пристрої та приладдя, які приводять у дію коригувальні пристрої або забезпечують відсікання або відсікання з одночасним блокуванням роботи обладнання у неприпустимих режимах (реле тиску чи температурні перемикачі або поплавцеві вимикачі); контрольно-вимірювальні та регулювальні пристрої (SRMCR);

7) категорія обладнання, що працює під тиском, - характеристика, яка визначає рівень його небезпеки залежно від групи робочого середовища, тиску, місткості, номінального діаметра та добутку тиску на місткість чи тиску на номінальний діаметр, а також технічні вимоги до нього та порядок проведення оцінки відповідності обладнання вимогам цього Технічного регламенту;

8) котел - пристрій, що має топку і призначений для отримання гарячої води або пари під тиском вище атмосферного, що використовується як теплоносій поза самим пристроєм;

9) мінімально (максимально) допустима температура (TS) - зазначена виробником мінімальна (максимальна) температура для роботи обладнання. У цьому Технічному регламенті використовується розмірність мінімально (максимально) допустимої температури у градусах Цельсія;

10) місткість (V) - внутрішній об'єм камери, що вимірюється у літрах, включаючи об'єм патрубків до першого з'єднання, але за винятком об'єму постійних (вбудованих) внутрішніх деталей;

11) нерознімне з'єднання - з'єднання, яке може бути роз'єднане лише шляхом руйнування;

12) номінальний діаметр (DN) - загальний критерій, що використовується для характеристики всіх компонентів трубопроводу, крім тих, що характеризуються зовнішнім діаметром або діаметром нарізки. Загальний критерій не має розмірності та дорівнює приблизно внутрішньому діаметру трубопроводу в міліметрах, заокругленому до найближчої величини із стандартного ряду;

13) обладнання, що працює під тиском (далі - обладнання), - посудини, котли, автоклави, трубопроводи та їх елементи, прилади, агрегати, запобіжні пристрої і приладдя, що працюють під тиском;

14) посудина, що працює під тиском, - герметично закрита ємність для проведення фізико-хімічних процесів або розміщення робочого середовища, включаючи її приладдя, за допомогою якого вона безпосередньо з'єднана з іншим обладнанням. Одна посудина може складатися з кількох робочих ємностей, що використовуються за різних або однакових умов;

15) прилади, що працюють під тиском, - устаткування з робочою функцією, на яке діє робочий тиск;

16) робоче середовище - газ, рідина або пара у чистому вигляді чи у вигляді суміші. Робоче середовище може містити суспензію твердих речовин і поділяється на газоподібне (гази, зріджені гази, розчинені під тиском гази, пара) і рідке.

Газоподібне та рідке робоче середовище поділяється на дві групи.

До першої групи належить вибухонебезпечне, дуже легкозаймисте, легкозаймисте, займисте (якщо максимально допустима температура вище точки спалаху), дуже отруйне, отруйне, пожежонебезпечне середовище.

До другої групи належать усі інші робочі середовища, не зазначені у першій групі;

17) складальна одиниця - виріб, елементи якого підлягають з'єднанню між собою виробником, зокрема нарізному, або шляхом зварювання, розвальцьовування тощо;

18) розрахунковий [тиск](#) - максимально допустимий надлишковий [тиск](#) в обладнанні, який ураховується під час розрахунку міцності для обґрунтування основних розмірів, що забезпечують надійну роботу протягом розрахункового ресурсу;

19) трубопровід - сукупність деталей і складальних одиниць із труб з елементами, що є їх складовими частинами (трійники, перехідники, відводи, трубопровідна арматура), які призначені для транспортування робочого середовища від джерела до споживачів.

Інші терміни використовуються у значенні, наведеному в Законах України "Про стандартизацію" ([2408-14](#)), "Про підтвердження відповідності" ([2406-14](#)), "Про акредитацію органів з оцінки відповідності" ([2407-14](#)), "Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності" ([3164-15](#)) та у постанові Кабінету Міністрів України від 26 травня 2004 р. N 687 ([687-2004-п](#)) "Про затвердження Порядку проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки" (Офіційний вісник України, 2004 р., N 21, ст. 1434).

2. Категорії обладнання.

Посудини, що працюють під тиском більше ніж 0,5 бара				Обладнання для одержання пари або гарячої води
газоподібне робоче середовище		рідке робоче середовище		робоче середовище - пара чи перегріта вода
перша група	друга група	перша група	друга група	
I категорія				
V більше 1	V більше 1	PS = 0,5-10	1) V = 0,1-10	V = 2-20
PS x V = 25-50	PS x V = 50-200	PS x V більше 200	PS більше 1000	PS x V менше 50
		(V більше 20)	2) PS = 10-500	
			PS x V більше 10000	

II категорія

V більше 1	V більше 1	1) V більше 1	V більше 10	V = 2-400
PS x V = 50-	PS x V =	1	PS більше	PS = 0,5-32
200	200-1000	PS = 10-500	500	PS x V = 50-
		PS x V	PS x V	200
		більше 200	більше	
		2) V = 0,1-1	10000	
		PS більше		
		500		

III категорія

1) V = 0,1-1	1) V = 0,1-1	V більше 1	V = 6,25-
PS = 200-	PS = 1000-	PS більше	1000
1000	3000	500	PS = 0,5-32
2) V	2) V більше		PS x V =
більше 1	1		200-3000
PS x V =	PS x V =		
200-1000	1000-3000		
	3) V більше		
	750		
	PS = 0,5-4		
	PS x V		
	більше 3000		

IV категорія

1) $V = 0,1-1$	1) $V =$	1) $V = 2-94$
PS більше 1000	0,1-1	PS більше 32
2) V	PS більше 3000	2) $V = 94-$
більше 1	2) $V =$	1000
PS x V	1-750	PS x V
більше 1000	PS x V	більше 3000
	більше 3000	3) V більше
	3) V більше	1000
	750	

3. Вимоги до безпеки обладнання.

Обладнання повинно бути сконструйоване, виготовлене, випробуване, оснащене (у разі необхідності) і встановлене у спосіб, що гарантує його безпечне використання за умови виконання приписів виробника та дотримання передбачених умов експлуатації. У разі коли існує ризик неналежного застосування обладнання, воно повинно бути сконструйоване таким чином, щоб запобігти виникненню небезпеки, пов'язаної з таким застосуванням.

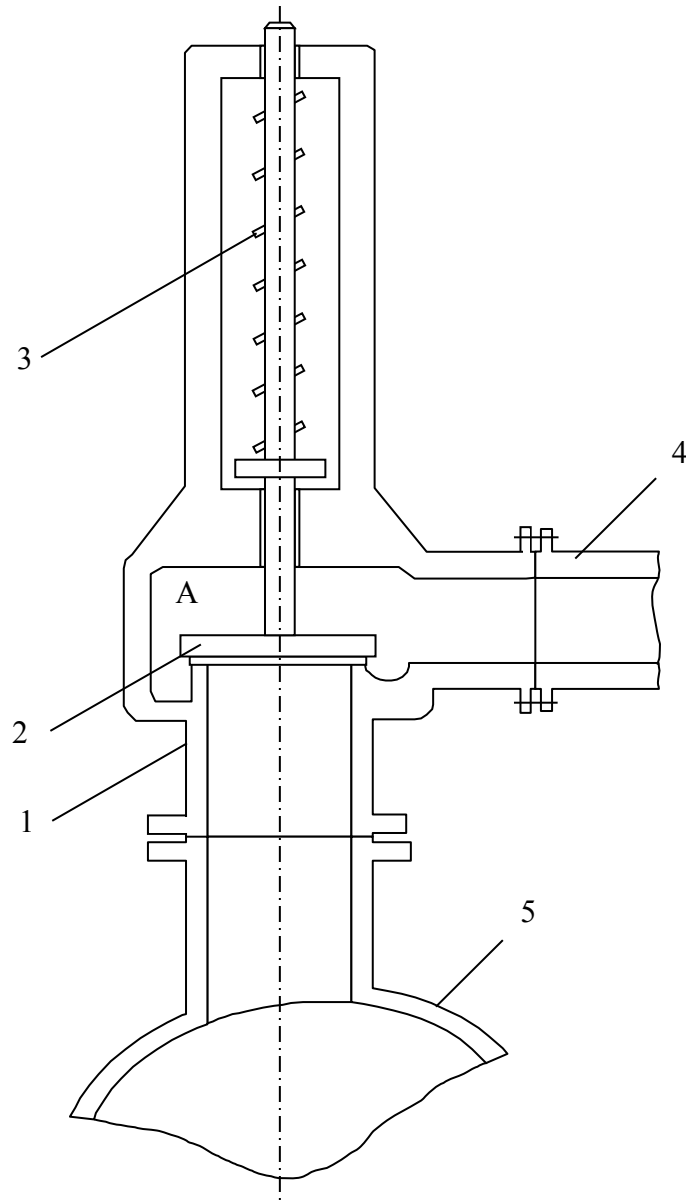
Спосіб оцінки відповідності обладнання вимогам до безпеки визначається виходячи з необхідності запобігання виникненню небезпеки або її мінімізації шляхом здійснення захисних заходів. При цьому виробник повинен надати користувачеві роз'яснення про залишкову небезпеку та спеціальні заходи для запобігання її виникненню під час установлення (монтажу) та/або експлуатації обладнання.

4. Запобіжні пристрої

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.

Принципова схема запобіжного клапана



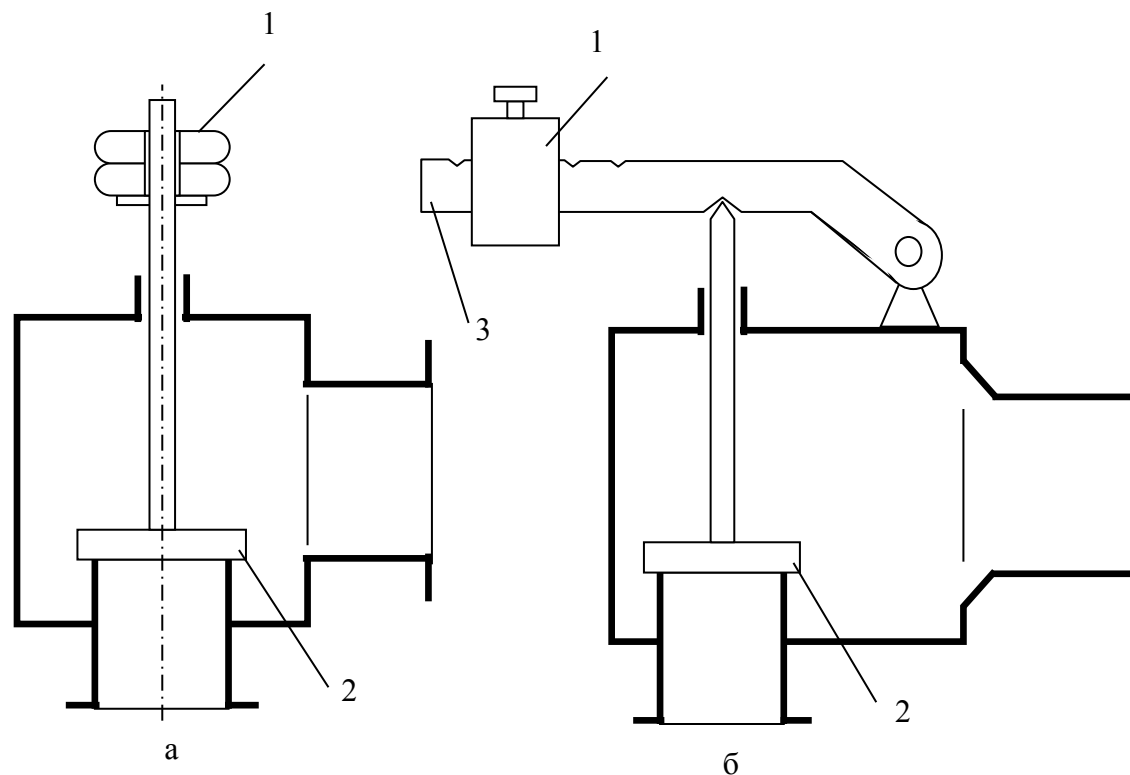
- 1- корпус;
- 2- золотник;
- 3- пружина;
- 4- відвідний трубопровід;
- 5- судина

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:

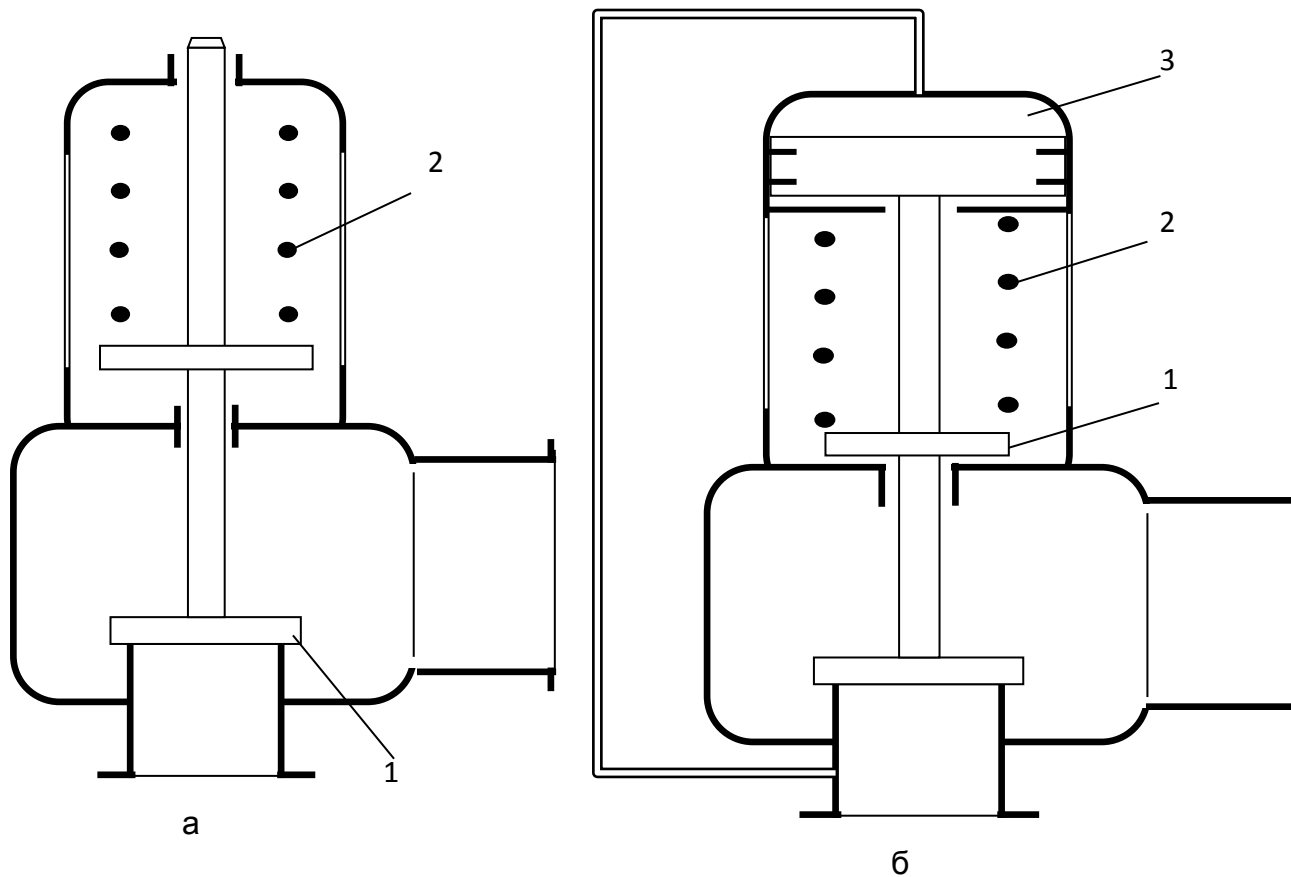
- вантажні з прямим навантаженням золотника;
- вантажні важільні;
- пружинні з прямим навантаженням золотника;
- пружинні важільні; пружинні з допоміжним поршнем.

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



а- вантажний з прямим навантаженням; б- вантажний важільний; 1-вантаж; 2- золотник; 3- важіль

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.



а- пружинний з прямими навантаженням; б- пружинний з допоміжним поршнем; 1-золотник; 2- пружина; 3- поршень

За висотою підйому золотника запобіжні клапани поділяються на низькопідйомні, середньопідйомні та повнопід-йомні.

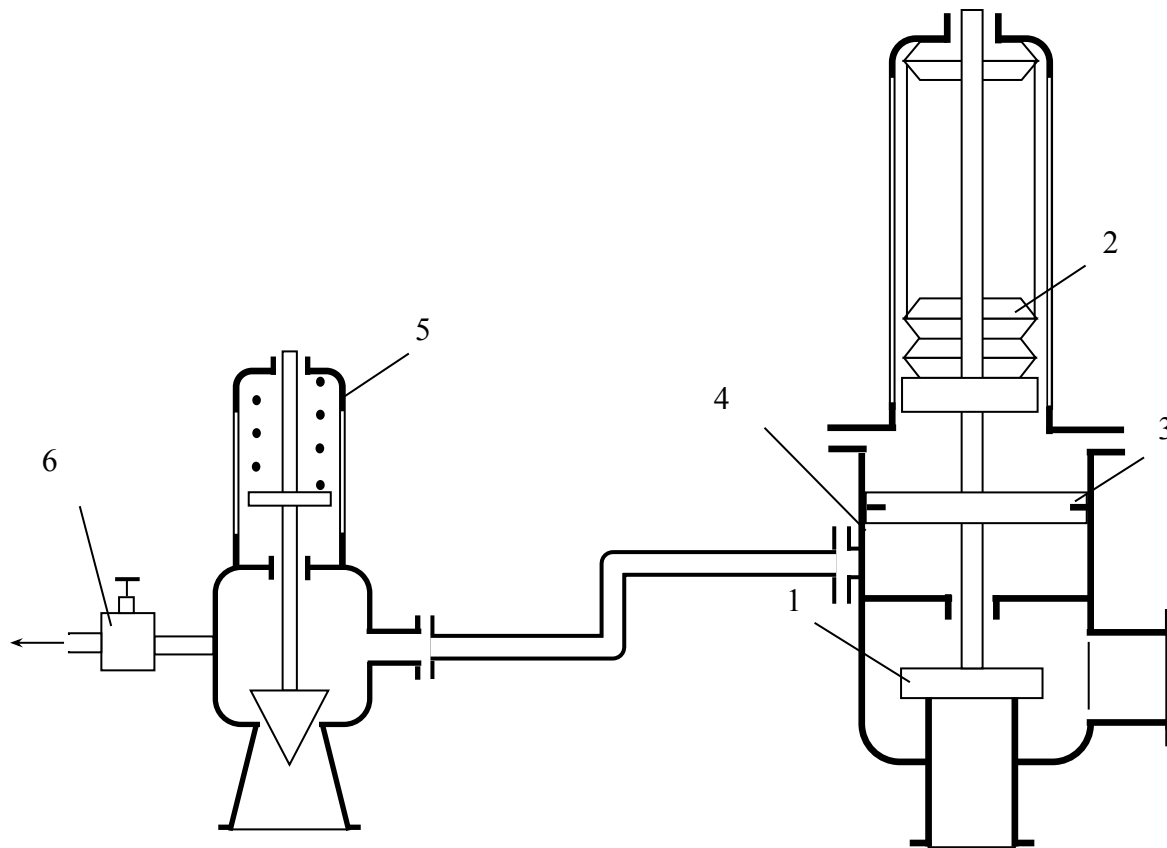
Низькопідйомні клапани застосовують для рідких середовищ, головним чином в тих випадках, коли не вимагається велика пропускна спроможність.

Середньопідйомні клапани застосовуються як перепускні.

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

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.



1- золотник; 2- важіль; 3- поршень; 4- основний запобіжний клапан; 5- допоміжний клапан; 6 - вентиль

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.

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 патрубків 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 відкривання клапана за заданим тиском;
- безвідмовне закривання 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 пропускнуї спроможності повинні виконуватися безперечно, оскільки від цього повністю залежить надійність захисту технологічного обладнання від руйнування.

ЗАВДАННЯ НА САМОПІДГОТОВКУ

1. ДНАОП 0.00-1.07–94 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Приказ Госнадзорохрантруда 18.10.94 № 104.
2. Про затвердження технічного регламенту безпеки обладнання, що працює під тиском. Постанова Кабінету Міністрів України від 19 січня 2011 р. N 35 кийв.
3. Про забезпечення охорони праці під час експлуатації посудин, працюючих під тиском. Наказ №299 07.04.2010.