

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Технологічне обладнання об'єктів паливозабезпечення»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів

за темою – Засоби для вирівнювання тиску в резервуарах

Харків 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 23.09.21р. № 8

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 22.09.21р. № 2

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.09.21р. № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30.08.2021 № 1

Розробник:

1. викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст першої категорії Нальотова Н.І.

Рецензенти:

1. викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.;

2. завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д-р техн. наук, професор Тамаргазін О.А

План лекції

1. Умови розташування дихальних клапанів та підбір за місткістю резервуара.
2. Клапани дихальні механічні
3. Запобіжні гідравлічні клапани

Рекомендована література:

1. Ніконов К.В. Розрахунок та проектування складу пально-мастильних матеріалів: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2001. 240 с.
2. Ніконов К.В. Конструкція технологічного обладнання складів пально-мастильних матеріалів: навч. посіб. Київ: КМУГА, 1996. 392с.
3. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу: навч. посіб. / Л. Н. Ширін та ін. Дніпро, 2019. 306 с.

Текст лекції

1. Умови розташування дихальних клапанів та підбір за місткістю резервуара.

Дихальна арматура призначена для герметизації газового простору резервуарів з нафтою і нафтопродуктами та регулювання тиску в цьому просторі в заданих межах. Дихальна арматура встановлюється на стаціонарній покрівлі резервуарів і повинна забезпечувати проектні величини внутрішнього тиску і вакууму або їх відсутність (для атмосферних резервуарів і резервуарів з понтоном). У першому випадку дихальна арматура виконується у вигляді дихальних клапанів тиску і вакууму (суміщених) і запобіжних клапанів. У другому випадку передбачається вентиляційні патрубки (отвори) рівномірно розташовані по периметру на відстані не більше 10 м один від одного (але не менше двох) і один патрубок в центрі. Загальна відкрита площа цих патрубків (отворів) повинна бути не менше $0,06 \text{ м}^2$ на 1 м діаметра резервуару, для провітрювання надпонтонного простору з метою запобігання утворення пожежонебезпечної суміші. Отвори повинні бути закриті сіткою з нержавіючої сталі з ячейками 10x10 мм, а патрубок в центрі забезпечений запобіжним кожухом для захисту від атмосферних опадів.

Мінімальна пропускна здатність дихальних і запобіжних клапанів, вентиляційних патрубків визначається в залежності від максимальної продуктивності приймально-роздавальних операцій, включаючи аварійні ситуації.

Запобіжний клапан налаштовується на підвищений тиск і низький вакуум (5-10%) у порівнянні з дихальним. Запобіжний гідравлічний клапан повинен бути заповнений незамерзаючої рідиною, яка утворює гідравлічний затвор. Резервуари, які в холодний період року заповнюють нафтопродуктами з температурою вище 0°C , слід оснащувати непримерзаючими дихальними клапанами.

Найбільш досконалими є універсальні клапана типу КДС (клапан дихальний суміщений). Клапани працюють як в режимі дихальних, так і запобіжних. При установці на резервуари дихальних клапанів КДС в якості запобіжних, останні повинні бути того ж типорозміру, що і дихальні, і налаштовані на ті ж робочі параметри. За стійкістю до дії кліматичних факторів зовнішнього середовища клапани виготовлені в виконанні ПХЛ (помірний, холодний клімат з нижньою межею температури експлуатації до -60°C).

Механічні дихальні клапани з вбудованими вогнезапобіжниками (для запобігання потрапляння полум'я або іскри у внутрішню порожнину резервуара через дихальний клапан) типу КДМ призначені для герметизації газового простору резервуарів зі світлими нафтопродуктами.

Дихальні клапани служать для підтримки допустимого тиску в резервуарах в процесі зливу, наливу нафтопродукту, а також коливання температури навколишнього середовища.

Конструктивні параметри механічних дихальних клапанів підбирають розрахунковим шляхом, уточнюють в процесі доведення і регулювання.

Максимальні витрати газів через дихальний клапан в процесі «видиху» знаходять з рівняння:

$$Q = q_1 + q_2 + q_3,$$

де q_1 - найбільше надходження рідини в резервуар, $\text{м}^3 / \text{год}$;

q_2 - збільшення обсягу газу в резервуарі за рахунок нагріву поверхні резервуара, $\text{м}^3 / \text{год}$;

q_3 - збільшення обсягу газу в резервуарі при надходженні теплішого нафтопродукту, $\text{м}^3 / \text{год}$;

Для спрощення розрахунків дихальних клапанів можна використовувати формулу. Сумарна пропускна здатність, $\text{м}^3 / \text{год}$, для дихального клапана в процесі «видиху» визначається виразом:

$$Q = 2,71 * Q_3 + k_1 * V_p,$$

де Q_3 - витрата закачуваного нафтопродукту, $\text{м}^3 / \text{год}$;

$k = 0,026 \text{ години}^{-1}$ - поправка на зміну обсягу парів нафтопродукту в резервуарі від підвищення температури навколишнього повітря;

V_p - геометричний об'єм резервуара, м^3 .

При відкачці нафтопродукту з резервуара або зниженні температури навколишнього повітря тиск в резервуарі стає менше атмосферного і резервуар стискується. Для усунення цього негативного явища в дихальних клапанах встановлюють клапан, який відкривається при розрідженні, наприклад, 200 Па. Це явище називають «вдихом». При виникненні розрідження в резервуарі клапан відкривається і повинен забезпечити надходження необхідного атмосферного повітря, $\text{м}^3 / \text{год}$.

Технічні характеристики дихальних клапанів

Дыхательный клапан	Характерный диаметр, мм	Пропускная способность, м ³ /ч	Типы резервуаров
КД - 100	100	50	PBC-100, 200, 300
КД - 150	150	100	PBC-400, 700, 1000
КД - 250	250	300	PBC-5000
НКДМ - 350	350	3000	PBC-10000

Основною характеристикою дихального клапана є внутрішній діаметр, який визначає його прохідний перетин, необхідний для проходження заданої кількості парів нафтопродукту при робочих параметрах експлуатації (тиск, температура, швидкість).

Характерним діаметром називають внутрішній діаметр приєднаного дихального клапана до резервуару. Характерні діаметри повинні відповідати ряду умовних проходів в мм - 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500.

При необхідності на резервуар встановлюють кілька дихальних клапанів і запобіжні клапани, тиск відкриття яких на 10% вище дихальних.

Дихальні клапани бувають двох типів:

- з механічним затвором
- з гідравлічним затвором, які використовуються в якості запобіжних

2. Клапани дихальні механічні

Пристрій і принцип роботи дихальних клапанів з механічним затвором

Даний тип представлений декількома моделями:

- дихальний клапан суміщений КДС з диском-відбивачем
- поєднаний механічний дихальний клапан СМДК
- дихальний клапан закритого типу КДЗТ
- дихальний клапан механічний КДМ з вбудованим вловлювачем вогню
- дихальний механічний клапан НДКМ, який не примерзає.

Механічні дихальні клапани різних типів відрізняються за пропускну здатністю, тиску спрацювання і місця установки. Так, СМДК можуть встановлюватися на горизонтальні ємності, КДЗТ використовуються в системах уловлювання парів на вертикальних резервуарах для легкозаймистих нафтопродуктів, КДС і КДМ застосовуються для експлуатації, в основному, зі світлими нафтопродуктами.

Непримерзаючий мембранний дихальний клапан типу НДКМ (Рис. 1) містить з'єднувальний патрубок 1 з сідлом 2, тарілку 3 з нижньою мембраною 4, затиснутою між фланцями нижньої 5 і верхньої 6 частин корпусу, верхню мембрану 8 з дисками 9 і регулювальними вантажами 10. Мембрана 8 закріплена в кришці 11, в якій є отвори для зв'язку камер під кришкою з атмосферою за допомогою трубки 12. Диски 9 і тарілки 3 з'єднані ланцюжками 14. Мембранна камера через імпульсну трубку 15 спілкується з газовим простором резервуара. У нижній частині корпусу розташований кільцевої

вогневий запобіжник 16. Для зручності обслуговування клапан має бічний люк 7. Амортизуюча пружина 13 призначена для усунення коливань затвора.

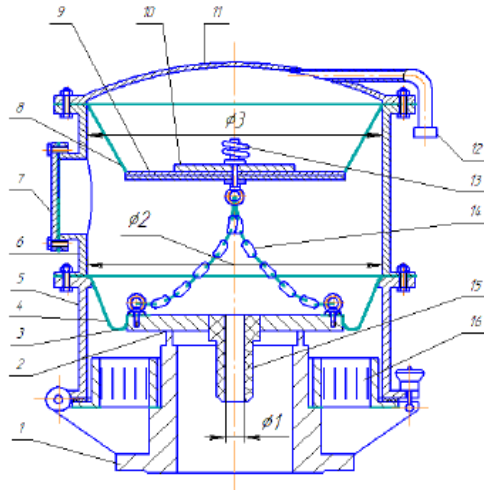


Рис. 1 – Принцип роботи та схема дихального клапану типа НДКМ – 350:

- 1 – з'єднувальний патрубок; 2 – сідло; 3 – тарілка; 4 – мембрана;
- 5 – нижня частина корпусу; 6 – верхня частина корпусу; 7 – бічний люк;
- 8 – верхня мембрана; 9 – диски; 10 – регулювальні вантажі; 11 – кришка; 12 – трубка;
- 13 – амортизаційна пружина; 14 – ланцюг для з'єднання дисків;
- 15 – імпульсна трубка; 16 – вогневий запобіжник у вигляді сітки

Мембрану виготовляють з бензостійкої прогумованої тканини. Площа нижньої мембрани 4 менше верхньої 8 на величину площі отвору імпульсної трубки 15. Непримерзаємість тарілки до сідла забезпечується покриттям поверхонь, що контактують фторопластовою плівкою. клапан установлюється на резервуарах з великою ємністю.

Клапан працює наступним чином. При створенні в резервуарі (а відповідно, і в межах мембранної камері) розрідження 200 Па, відповідного межі спрацьовування клапана, тарілка 3 піднімається, і в газовий простір надходить атмосферне повітря. При підвищенні надлишкового тиску в резервуарі до 2000 Па сила тиску на верхню мембрану, завдяки більшій її площі, більше, ніж на нижню. Якщо різниця сил перевищує вагу тарілки 3 і диска 9 з вантажем 10, то верхня мембрана, прогинаючись вгору, захоплює за собою тарілку 3, відкриваючи шлях в атмосферу пароповітряної суміші.

Дихальний клапан КД-2.

Дихальний клапан КД-2 (рис. 2) складається з корпусу, всередині якого знаходяться сідла і тарілки, що утворюють два затвора: для роботи на тиск і для роботи на вакуум.

Принцип дії клапана: при роботі клапана тарілки 3 і 8 переміщуються по вертикальній осі 6. У разі підвищення тиску тарілка тиску 8 піднімається і частина пароповітряної суміші виходить через клапан в атмосферу, при цьому тиск в резервуарі зменшується до розрахункового.

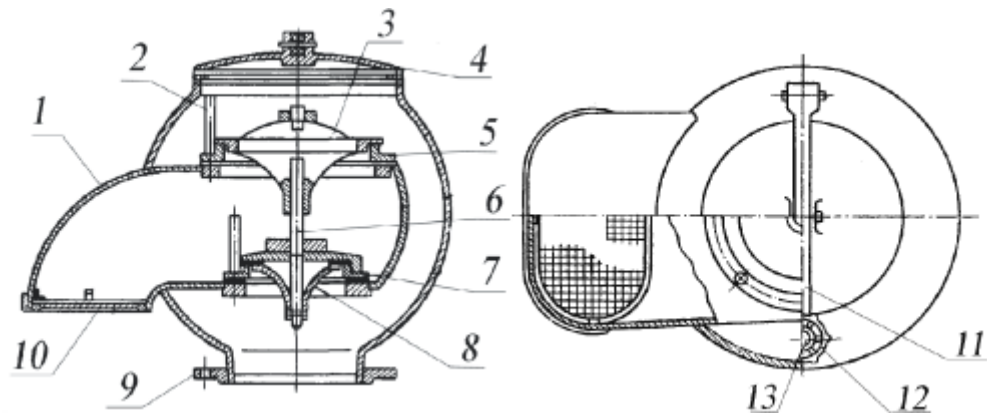


Рис. 2 – Дихальний клапан КД-2:

1 – корпус; 2 – направляючий стрижень; 3 – тарілка вакуума; 4 – відкидна кришка; 5 – сідло; 6 – вертикальна вісь; 7 – сідло; 8-тарелка тиску; 9-фланець; 10-сітка; 11-ричаг; 12-маховик; 13-відкидний болт.

Коли з резервуара зі стаціонарною дахом без понтона відкачуються нафтопродукти, в газовому просторі утворюється вакуум і тарілка вакууму 3 піднімається і в резервуар надходить атмосферне повітря.

Для збільшення тиску і вакууму, на які спрацьовує клапан, необхідно збільшити масу тарілок, наприклад, встановлюючи додаткові шайби.

Для запобігання корозії і іскроутворення при підйомі і опусканні тарілки виготовляють з кольорових металів або зі спеціальних пластмас.

Рекомендується поверхні тарілок і сідел покривати фторопластовою плівкою товщиною 0,2-0,3 мм. Використання фторопласту забезпечує нормальну роботу клапанів в зимовий час (виключає примерзання тарілок). Необхідний розмір клапанів визначається розрахунком в залежності від робочих умов, пропускної здатності ПРП, насосного обладнання тощо.

В даний час на резервуарах встановлені клапани типу СМДК, НДКМ, КДС відрізняються великою пропускною здатністю в порівнянні з клапанами типу КД або ДК. Їх принцип роботи аналогічний описаному вище принципом роботи КД-2.

Клапани дихальні суміщені КДС-1500

Клапани дихальні суміщені призначені для герметизації газового простору резервуарів з нафтою і нафтопродуктами та регулювання тиску в цьому просторі в заданих межах. Дихальні клапани слід застосовувати для резервуарів, призначених для експлуатації при надмірному тиску і вакуумі. До складу виробу входить касета вогневого запобіжника. КДС встановлюють на монтажний патрубок даху резервуара через приєднувальний фланець перехідника.

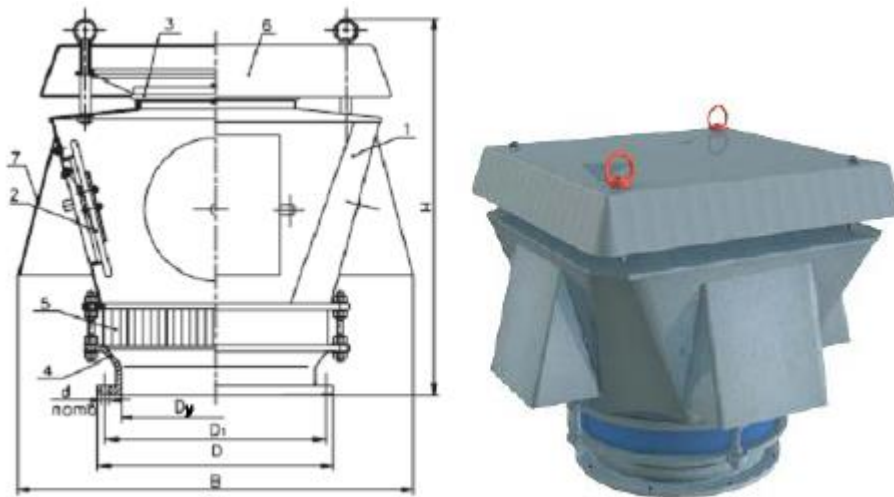


Рис. 3 – Клапан дихальний поєднаний КДС-1500:

- 1 - корпус; 2 - тарілка вакууму; 3 – тарілка тиску у КДС-1500; 4 - перехідник; 5 - касета вогневого запобіжника; 6 - кришка;
7 - повітропровід

Дані вироби мають максимальною пропускною здатністю в порівнянні з усіма іншими типами дихальних клапанів, мають ряд переваг: простота обслуговування; можливість зміни тиску спрацювання; можливість заміни вогневого запобіжника без демонтажу самого клапана.

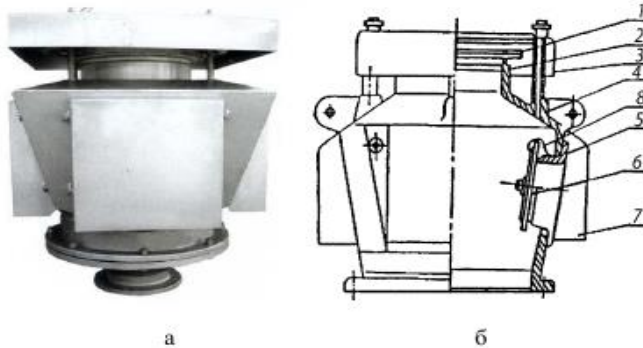


Рис 4 – Дихальний клапан типа КДСА:

а – загальний вид; б - конструкція клапана.

- 1 - тарілка тиску 2 - сідло тиску; 3 — кришка; 4 — корпус; 5- сідло вакуума; 6 — тарілка вакуума; 7 — кожух; 8 — гнбка фторопластова пластина

Клапан дихальний (рис. 4) складається з корпусу 4, на бічних поверхнях якого розташовані чотири вікна з фланцями. На фланці вікон кріплять чотири вакуумних затвора, призначених для надходження повітря в резервуар. Затвор складається з сідла 5, тарілки 6 і гнучкої фторопластової пластини 8, обмежує її переміщення. Горловина клапана закінчується сідлом 2, на яке сідає тарілка тиску, призначена для випуску пароповітряної суміші з резервуара. Контактуючі поверхні всіх тарілок і сідел покриті фторопластовою плівкою.

Для захисту від прямого впливу атмосферних опадів і вітру клапан має кришку 3 і чотири кожуха 7 для вакуумних затворів.

Клапани дихальні механічні

Клапани дихальні механічні (рис. 5) призначені для герметизації газового простору резервуарів зі світлими нафтопродуктами і підтримки тиску в заданих межах. У конструкцію клапана входить касета вогневого запобіжника.

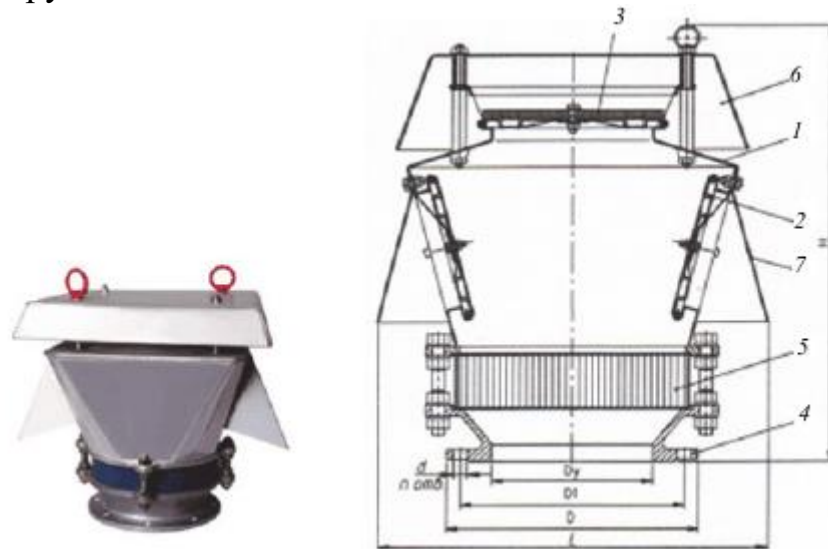


Рис. 5 – Клапан КДМ-200: 1 - корпус; 2 - тарілка вакууму; 3 - клапан тиску; 4 - приєднувальний фланець; 5 - вогневий запобіжник; 6 - кришка; 7 – козирок

Механічний дихальний клапан призначений для регулювання тиску в газоповітряній зоні резервуара, а також для зниження втрат летючих фракцій нафтопродукту, що насичують газозовдушливий простір резервуара, що сполучається з атмосферою через клапан.

На рис. 6 представлений найбільш часто використовуваний дихальний клапан, що допускає підвищення тиску в газоповітряному просторі не більше ніж на 1,86 кПа і розрідження не більше ніж 245 Па. За даними тисками розраховують покрівлю резервуара.

Клапан працює за наступним принципом. При заповненні резервуару нафтопродуктом повітря у верхній зоні резервуара стискається, і при досягненні розрахункового надлишкового тиску p_p не більше 1,86 кПа припіднімається клапан «Тиск», долаючи опір своєї пружини, і надлишкове повітря виходить в атмосферу через ліву камеру, прикриту вогнезахисною сіткою.

Якщо нафтопродукт забирається за допомогою насоса, у верхній газоповітряній зоні резервуара створюється розрідження понад 245 Па і під тиском зовнішнього повітря p_v клапан «Вакуум» підводиться, долаючи опір пружини, і зовнішнє повітря надходить в резервуар через праву камеру, внаслідок чого вирівнюється тиск в газоповітряному просторі резервуара.

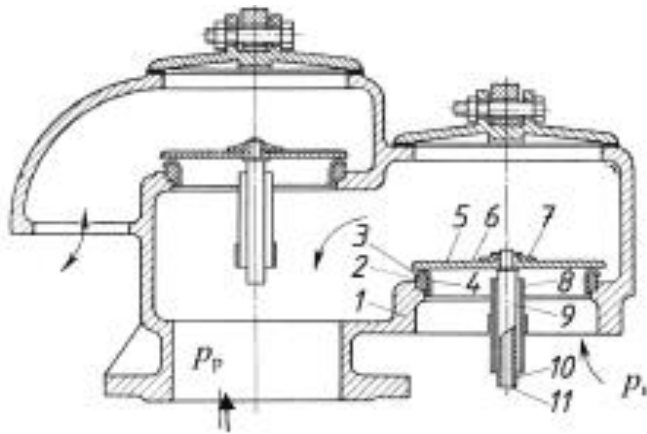


Рис.6 . Непримерзаючий механічний дихальний клапан: 1 - корпус;
2 - кільце; 3 - сідло; 4 – покриття (Фторопласт-4); 5 - тарілка; 6 - плівка
(Фторопласт-4); 7 - гайка притискна; 8 - напрямна фторопластова труба;
9 - шток; 10 - плівка (фторопласт-4); 11 – стрижень

3. Запобіжні гідравлічні клапани

Запобіжні гідравлічні клапани

Гідравлічний запобіжний клапан використовують на випадок відмови в роботі механічного дихального клапану.

Принцип роботи гідравлічних клапанів показаний на рисунку 7. Клапан заливають низько замерзаючою і слабо випаровуючою малов'язкою рідиною - дизельним паливом, солярним маслом, водним розчином гліцерину, етиленгліколем або іншими рідинами, які утворюють гідравлічний затвор. Через цю рідину відбувається розділення газоповітряного простору резервуара та атмосфери. Клапан починає працювати при підвищенні тиску на 5-10 % в порівнянні з тиском, на який спрацює дихальний клапан.

При тиску в газоповітряній порожнині резервуара, що дорівнює атмосферному тиску, рівень рідини в коаксіальних циліндрах однаковий (рис. 7,в). Як тільки в резервуарі створюється розрідження, тиск зовнішнього повітря знижує рівень рідини в зовнішньому кільцевому просторі клапана до нижньої кромки внутрішнього циліндра, забезпечуючи попадання його до резервуара.

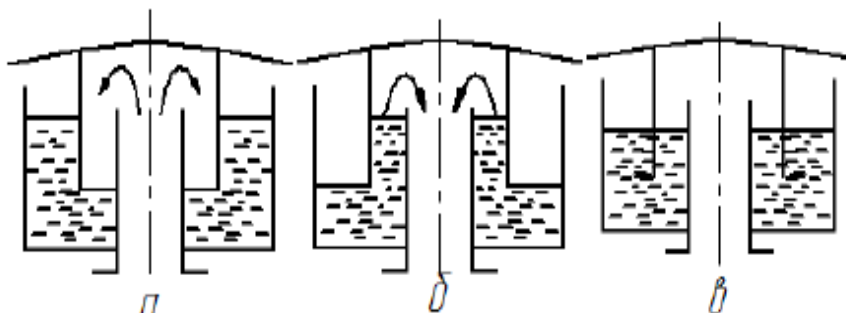


Рис 7 – Принцип роботи гідравлічного запобіжного клапана:

а - при надлишковому тиску в резервуарі; б - при вакуумі; в - при відсутності надмірного тиску і вакууму

При надлишковому тиску в резервуарі рівень рідини знижується у внутрішньому кільцевому просторі (рис. 7, а) – і газоповітряна суміш із резервуара виходить в атмосферу.

Запобіжні гідравлічні клапани типу КПП.

Клапан запобіжний гідравлічний (рис 8) призначений для роботи в комплекті з дихальними механічними клапанами типу СМДК, КДМ, КДС при установці на резервуари з нафтою і нафтопродуктами, з допустимим надлишковим тиском 200 мм вод. ст., поєднуючий газовий простір резервуара з атмосферою в аварійній ситуації (на випадок виходу з ладу дихального клапана).

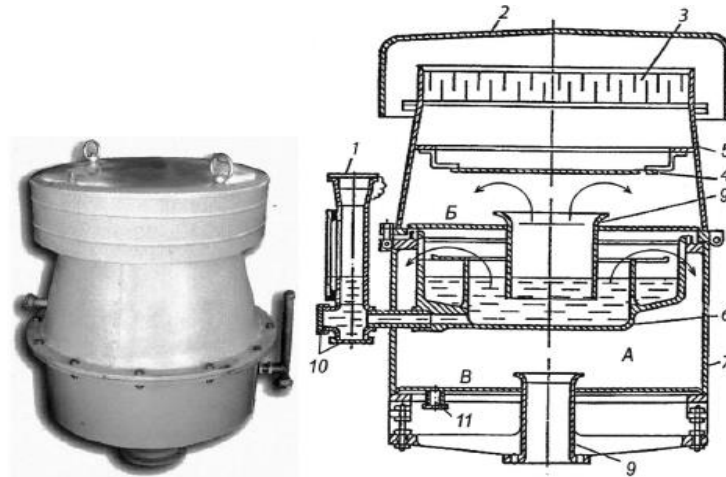


Рис 8 – Запобіжний гідравлічний клапан типу КПП:

- 1 - трубка для зливу і наливу рідини; 2 - кришка для захисту від атмосферних опадів;
3 – вогневий запобіжник; 4 - екран; 5 - верхня частина корпусу; 6 - чашка для розміщення рідини гідрозатвору; 7 - нижня частина корпусу; 8,9 - патрубки; 10,11 - зливні штуцери

Клапан складається з корпусу 7 з приєднувальним фланцем, чашки 6, призначеної для розміщення рідини гідрозатвору, верхньої частині корпусу з патрубком, зануреним в рідину, екрану 4, що запобігає викид рідини при спрацьовуванні клапана, касети вогневого запобіжника 3, кришки 2 для захисту від атмосферних опадів та трубки 1 для зливу і наливу рідини.

Клапан працює наступним чином. При підвищенні тиску в резервуарі і порожнини А рідина з чашки 6 викидається через патрубок і, відбиваючись від екрану 4, збирається в кільцевій порожнини Б між верхньою частиною корпусу 5 і патрубком 9. При вакуумі в резервуарі рідина витісняється з патрубка 9 в чашку 6 і при спрацьовуванні клапана викидається на стінку верхньої частини корпусу 5, по якій стікає в кільцеву порожнину В.

Після спрацьовування клапана газового простору резервуару з'єднується з атмосферою, і клапан працює, як «сухий», забезпечуючи високу пропускну здатність. Викинута рідина зливається через зливні штуцери 10 або 11 і використовується при повторній заливці.

Клапани виконані в іскробезпечному виконанні.

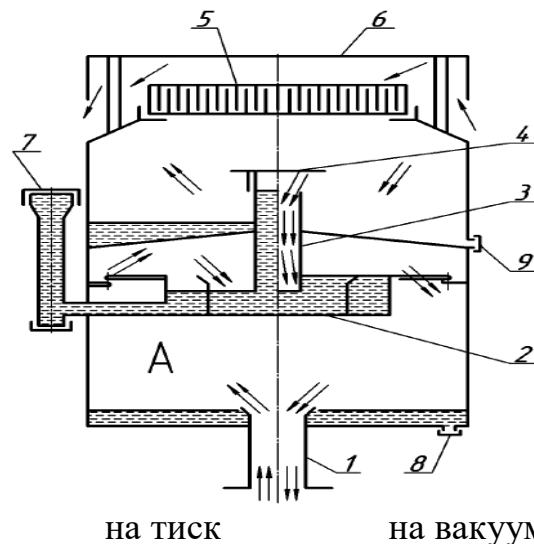


Рис.9 – Схема потоку при роботі клапана КПП

При вакуумі в резервуарі, в камері А (рисунок 9) створюється розрядження, рівне розрядженню в резервуарі. Рідина гідрозатвора під дією атмосферного тиску з патрубка обойми 3 витісняється в чашку при розрахунковому значенні вакууму, доходить до нижнього торця патрубка і відбувається її викид з чашки, тим самим відкривається доступ повітря в резервуар.

При більшій продуктивності з чашки викидається в корпус клапана майже вся рідина, і клапан працює як сухий.

Для повторної заливки клапана викинуту в корпус рідину зливають через отвір 8 і заливають в трубку 7.

Під тиском рідина гідрозатвора з чашки 2 витісняється в патрубок обойми 3, створюючи стовп противотиску. У міру зростання тиску рівень рідини в чашці знижується і після досягнення нижнього торця патрубка 3 викидається з нього на екран 4, відбившись, стікає на перегородку.

Після спрацювання клапан поєднує газовий простір резервуару з атмосферою.

Для повторної заливки клапана викинута рідина гідрозатвора зливається через отвір 9 і заливається в клапан через трубку 7.

Кількість заливасмої рідини в клапан має відповідати спрацюванню клапана при тиску не більше 200 мм вод. ст. і вакууму не більше 40 мм вод. ст.

Гідравлічні запобіжні клапани типу КПС для резервуарів натиск до 1,96 кПа (рис. 10.). Основним елементом таких клапанів є гідравлічний затвор, утворений залитої на дно корпусу 3 незамерзаючої і слабо випаровуючої рідиною (трансформаторним маслом) і ковпаком 4.

При підвищенні тиску всередині резервуара рідина гідрозатвора витісняється з внутрішнього кільцевого простору під зовнішнє до тих пір, поки рівень не опуститься до нижнього обріза ковпака. Після цього газоповітряна суміш буде барботувати (прориватися) в атмосферу.

При вакуумі в резервуарі рідина гідрозатвора витісняється у внутрішній кільцевий простір. Для зменшення виносу рідини з газами до кришці 7 і трубі 5

кріпляться відбійні козирки. Воронка 8 служить для затоки робочої рідини, а зливна трубка 2 - для обмеження нижнього рівня рідини при затоці. Контролюють рівень рідини щупом 5, а зливають її через отвір, що перекривається пробкою 1.

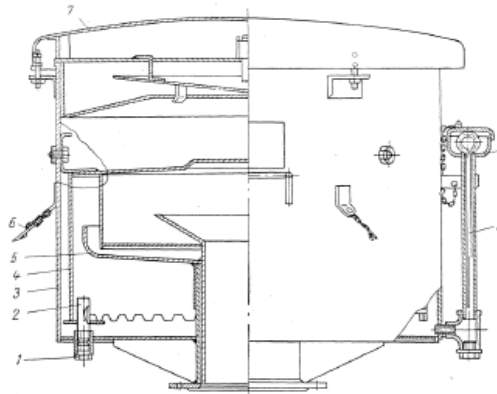


Рис. 10. Запобіжний гідравлічний клапан типу КПС

1 - пробка; 2 - зливна трубка; 3 - корпус; 4 - ковпак; 5 - труба; 6 - розтяжка; 7 - кришка;
8 - воронка; 9 - щуп.

Клапан встановлюють на фланець вогневого запобіжника і за допомогою растяжки 6 додатково кріплять до корпусу резервуара. Щоб гідравлічний клапан не працював разом з механічним, його встановлюють на підвищений (5-10%) тиск і вакуум. Гідравлічні клапани слід встановлювати за рівнем строго горизонтально, інакше вони будуть працювати зі зниженими вакуумом і тиском внаслідок стоку рідини на одну сторону клапана.