

Автоматичні
комбіновані
повітряні клапани
з захистом від
гідроударів

Особливості застосування



Водопостачання
Водовідведення
Теплопостачання
Промислові системи
Зрошення



Виробник: компанія CSA s.r.l. (Італія)
Імпортер та офіційний дилер в Україні: ТОВ НВП "Техприлад"

Київ 2021

Вступ

В даній технічній брошурі наведені основні принципи автоматичного управління та технічні засоби для впускання/випускання повітря в трубопроводах систем водопостачання, зрошення та водовідведення.

Брошура розроблена спеціалістами компанії ТОВ «НВП «Техприлад» на основі досліджень та технічних розробок компанії CSA s.r.l. (Італія).



Компанія CSA s.r.l. – один із світових лідерів в розробці і виробництві автоматичних повітряних клапанів. Дані клапани розроблені та оптимізовані на основі довготривалих лабораторних та натурних досліджень. Деякі технічні рішення компанії захищені патентами.

Спеціалісти компанії ТОВ НВП «Техприлад», які пройшли спеціальне навчання в компанії CSA s.r.l., виконують технічну підтримку проектних та проектно-монтажних організацій при впровадженні даного обладнання.

Сподіваємося що дана брошура буде корисною при проектуванні нових та модернізації систем водопостачання, каналізації та зрошення.

Повітря в системах трубопроводів

Зазвичай, в воді системи водопостачання міститься 2% розчиненого повітря. Цей показник відповідає атмосферному тиску та температурі води 15 - 20 °С. В залежності від тиску та температури в трубопровідній системі вміст повітря в воді може змінюватись.

В трубопроводах стічних вод міститься більше розчиненого повітря та газів за рахунок процесів розпаду речовин у стічних водах.

При збільшенні температури та зменшенні тиску повітря з розчиненого частково переходить у нерозчинений стан у вигляді бульбашок.

Бульбашки повітря та газів рухаються разом із рідиною та скупчуються в насосах, в точках різкої зміни діаметру трубопроводу, за редукційними клапанами та місцях з високою турбулентністю.

В результаті цього в трубопроводах формуються так звані повітряні кишені, які зменшують поперечний переріз протікання рідини. Якщо це зменшення є суттєвим, це може викликати значний гідравлічний опір і навіть повну зупинку транспортування потоку рідини.



Повітряні кишені, сформовані повітрям та газами стічних вод, можуть також спричиняти виникнення гідравлічних ударів, розрив трубопроводів, шумів у системі та корозію труб, спричинити некоректну роботу регулюючих клапанів, витратомірів та іншого обладнання.

Значний вплив на експлуатацію трубопроводів також має своєчасний випуск/впуск великих об'ємів повітря в перехідних режимах: при заповненні трубопроводів (випуск повітря), при спорожненні або пориві трубопроводів (впуск повітря з метою запобігання вакууму), при аварійному відключенні насосів (обидві функції для запобігання розриву потоку).

Згідно з результатом досліджень приблизно 40% розривів трубопроводів, які спостерігаються на практиці, мають місце внаслідок відсутності або неправильного підбору та помилкового розташування повітряних клапанів.

Це пов'язано із значною кінетичною енергією води при заповненні трубопроводу, великих різницях в питомих масах та здатностях води та повітря до стискання.

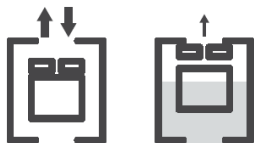
Комбіновані повітряні клапани виконують такі функції:

- Випуск значних об'ємів повітря при заповненні трубопроводів.
- Впускання значних об'ємів повітря для запобігання утворенню вакууму.
- Плавне випускання повітря з трубопроводу при нормальній експлуатації під тиском в місцях скупчення повітря.



Комбіновані клапани були винайдені кілька століть тому. Вони мали двокамерну конструкцію, тобто включали два поплавка різних розмірів, які розмішувались у двох камерах. Такі конструкції все ще присутні на ринку, та звичайно мають проблеми з передчасним закриттям

поплавком вихідного отвору клапана при випусканні повітря в динамічному режимі, деформації та заклинюванню поплавків, забрудненню вихідних отворів та підвищеними габаритами та вагою.



Сучасні повітряні клапани мають однокамерну конструкцію. Вони включають блок поплавків які перекривають один одного, мають підвищену пропускну здатність та герметичність перекриття, точність роботи.

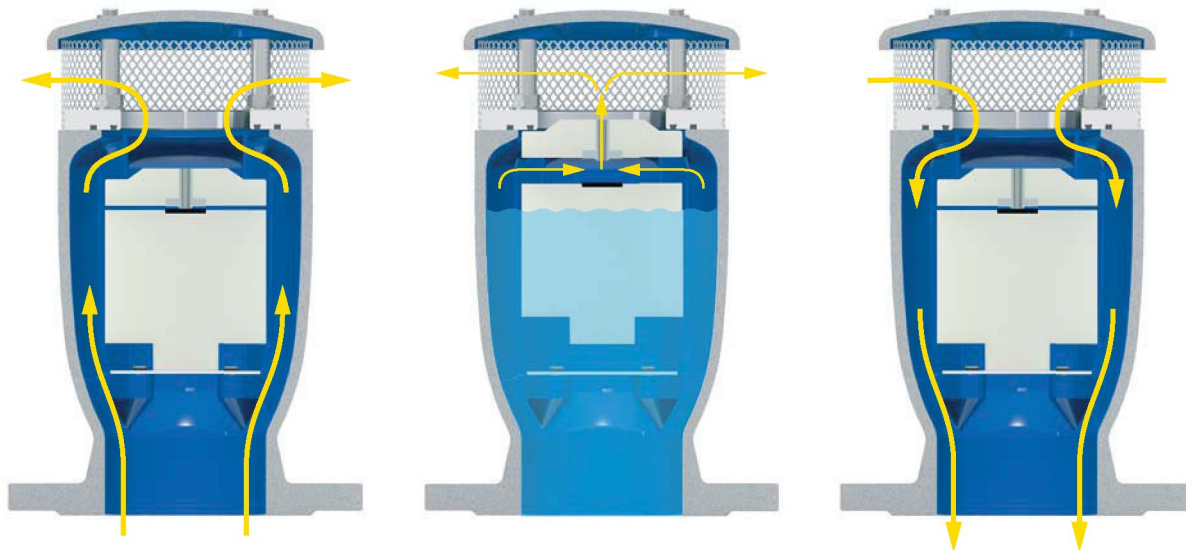
Однак, як показала практика, вони так само як і традиційні двокамерні конструкції, можуть бути причиною гідравлічних ударів, що виникають внаслідок швидкого перекриття випускного отвору клапана при перехідному режимі роботи трубопроводу.



Стандартні комбіновані клапани однокамерної конструкції компанії CSA.

Клапан складається з корпусу в якому два поплавки розміщені один на одному та зв'язані між собою порожнистим стрижнем. Даний стрижень повністю перетинає верхній поплавок по його вертикальній осі і має вхідні отвори в місці стиковки верхнього та нижнього поплавків. Верхній поплавок має невеликий вільний хід впродовж вертикальної осі по стрижню, що дає змогу відкриття вхідних отворів в стрижні при роз'єднанні поплавків.

Принцип дії двопоплавкової однокамерної конструкції ілюструє малюнки 1-3.



мал.1

Випускання великих об'ємів повітря

мал.2

Випускання повітря під час роботи трубопроводу під тиском

мал.3

Впускання великих об'ємів повітря

Мал.1 Випускання великих об'ємів повітря, при заповненні трубопровода.

Під час заповнення трубопроводу, необхідно випускати повітря в значних обсягах. Завдяки аеродинамічному корпусу та дефлектору зменшується вірогідність передчасного закриття випускного отвору та ефект виливу води під час закриття.

Мал.2 Випускання повітря під час роботи трубопроводу під тиском.

Під час роботи повітря, що з'являється у трубопроводі, накопичується у верхній частині повітряного клапана. Поступово його об'єм збільшується і воно стискається. Його тиск стає таким як тиск води, що зменшує рівень води в корпусі клапана, це зменшує плавучість нижнього поплавка. В результаті чого отвори в стрижні, що з'єднує поплавки, відкриваються і повітря виходить в атмосферу.

Мал.3 Впускання великих об'ємів повітря для запобігання утворенню вакууму.

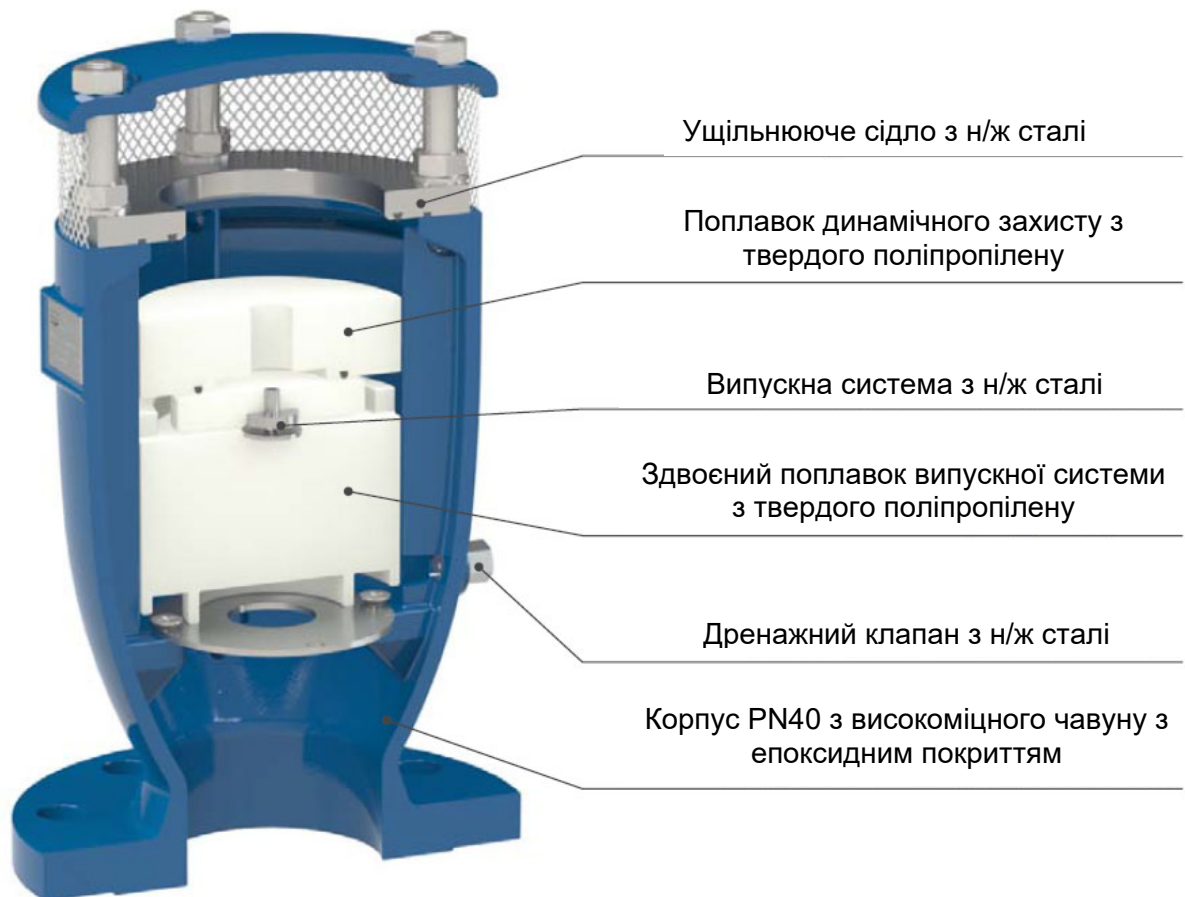
Під час опорожнення трубопроводу в нього необхідно впустити таку ж кількість повітря, скільки витікає води, щоб уникнути утворення вакууму та серйозних пошкоджень трубопроводу і всієї системи в цілому.

Комбіновані клапани з захистом від стрибків тиску та гідроударів.

Компанією CSA розроблені два типи клапанів які суттєво знижують вірогідність утворення гідроударів та різких коливань тиску в трубопроводах: тип RFP (Rapid Filling Prevention, запобігання надшвидкому заповненню) та тип AS (Anti-Slam, протиударний).

Повітряні клапани CSA з механізмом RFP.

Можуть бути розглянуті в якості захисної повітряної кишені, яка створюється в корпусі клапана при надшвидкому заповненні трубопровода. Спеціальний механізм RFP включається тільки у випадку надшвидкого виходу повітря, коли швидкість досягає 50-55м/с. Конструкція клапанів з механізмом RFP для систем водопостачання наведені на мал.4, а принцип дії на мал.5.



мал.4 Конструкція клапана для систем водопостачання, модель FOX-3F-RFP

Детальні листи технічних даних та анімація роботи доступні на нашому сайті або за запитом.

www.techprilad.com



1. Випускання великих об'ємів повітря

Під час заповнення трубопроводу необхідно випустити повітря по мірі надходження води. FOX 3F RFP завдяки аеродинамічному корпусу та дефлектору дозволяє уникнути передчасного закриття рухомого блоку під час цієї фази.



2. Обмежене випускання повітря

Якщо під час заповнення трубопроводу диференційний тиск повітря в клапані, а отже, і швидкість виходу повітря піднімаються вище певного рівня, існує ризик гідроудару та пошкодження системи, через швидке закриття рухомого блоку. Якщо це станеться, поплавков захисту механізму RFP автоматично підніметься, що зменшить швидкість виходу повітря приблизно в 10-12 разів і сповільнить швидкість надходження води.



3. Випускання повітря під час роботи під тиском

Під час нормальної роботи, повітря з трубопроводу, накопичується у верхній частині клапана. Поступово його об'єм збільшується і воно стискається, штовхаючи рівень рідини вниз, поплавок опускається, що дозволяє випустити повітря через сопло.



4. Випускання великих об'ємів повітря

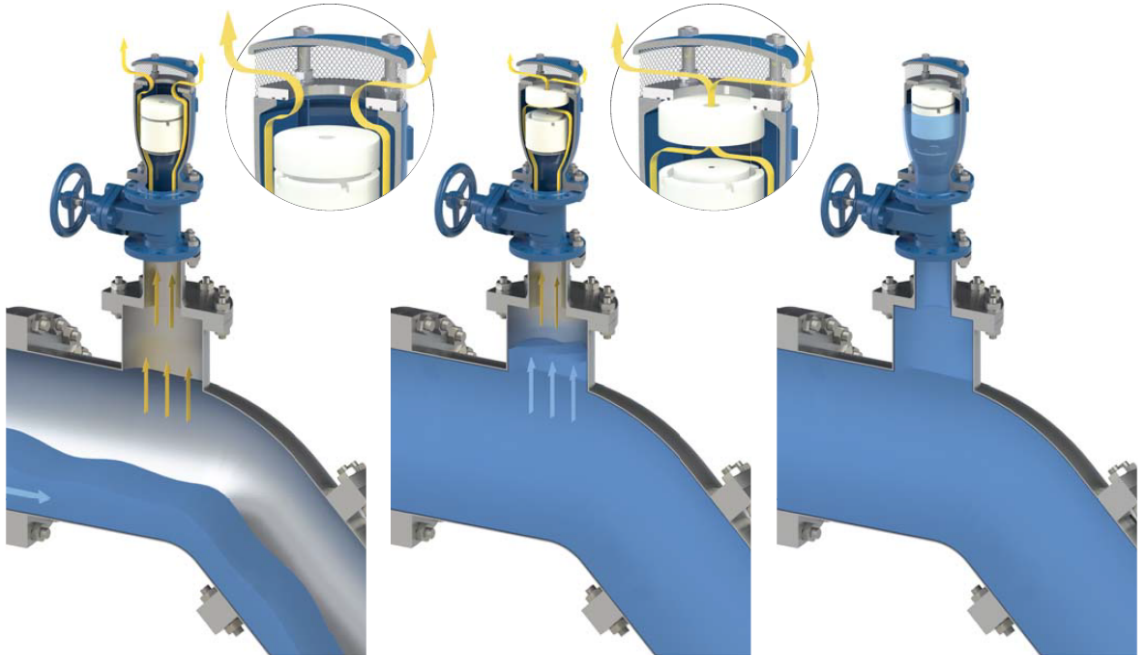
Під час опорожнення чи розриву трубопроводу в нього необхідно впустити таку ж кількість повітря, скільки витікає води, щоб уникнути утворення вакууму та серйозних пошкоджень трубопроводу і всієї системи в цілому.

мал.5 Принцип дії клапанів з захистом від гідроударів RFP.

Таблиця значень пропускної здатності клапанів FOX 3F-RFP

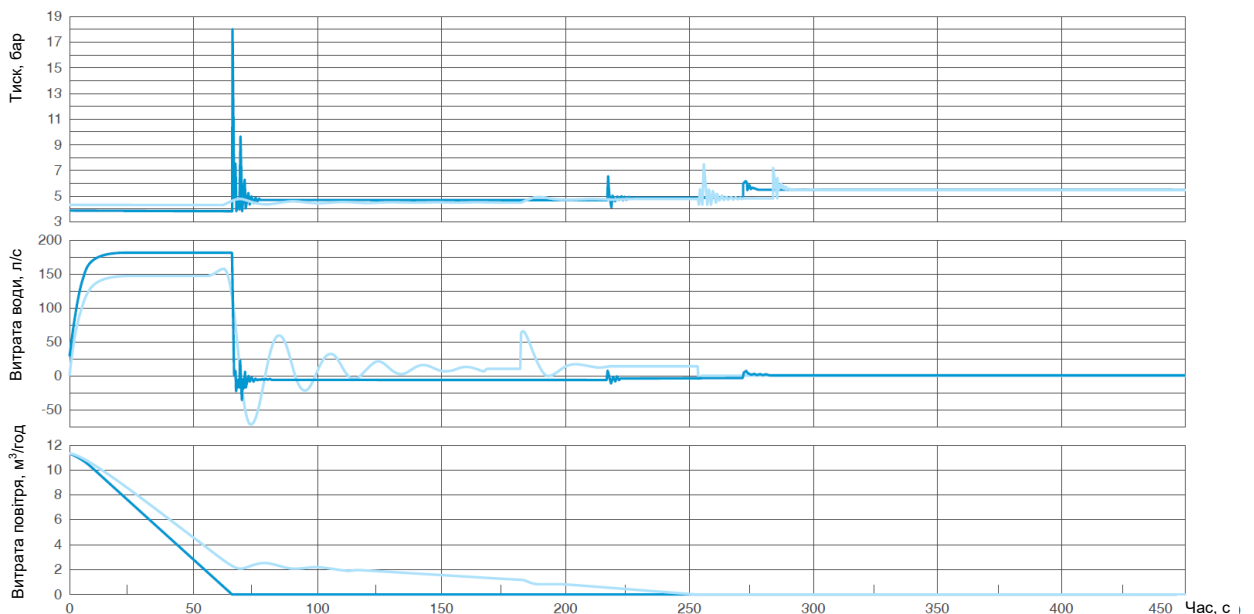
		Витрата повітря, Нм³/год							
Розмір клапана	ΔP бар	1"	2"	DN 50	DN 80	DN 100	DN 150	DN 200	DN 250
Вхід повітря у трубопровід	0.03	75	295	295	760	1190	2680	4760	7440
	0.1	115	430	430	1110	1735	3900	6955	10865
	0.2	150	575	575	1490	2325	5250	9310	14540
	0.3	185	705	705	1815	2835	6380	11350	17735
Вихід повітря до спрацювання захисту RFP	0.03	59	220	220	575	880	1950	3550	5550
Вихід повітря після спрацювання захисту RFP	0.1	10	30	30	70	125	345	640	1070
	0.3	15	45	45	95	170	465	870	1450
Вихід повітря в процесі роботи системи під тиском	2	2.5	2.5	2.5	3	3	3.5	3.5	3.5
	6	3.5	3.5	3.5	7	7	10	10	10
	8	6.5	6.5	6.5	12	12	19	19	19
	10	7	7	7	14	14	22	22	22
	16	8	8	8	21	21	33	33	33
Діаметр кінетичного отвору, мм		25	50	50	80	100	150	200	250
Площа кінетичного отвору Sq, мм		490.6	1962.5	1962.5	5024	7850	17662.5	31400	49062.5

Клапани з системою RFP можуть застосовуватись у всіх випадках крім ділянок трубопроводів, де можливе розривання потоку: найвищих точках трубопроводів, на виході з насосів, тупикових трубопроводів. Для таких умов більше підходить система AS, яка розглянута нижче.



мал.6 Робота клапанів з механізмом RFP в процесі заповнення трубопроводу.

Порівняльні графіки зміни тиску, отримані на реальному трубопроводі при швидкому його заповненні в якому виникали гідроудари внаслідок швидкого перекриття вихідного отвору стандартними комбінованими повітряними клапанами наведені на мал.7.

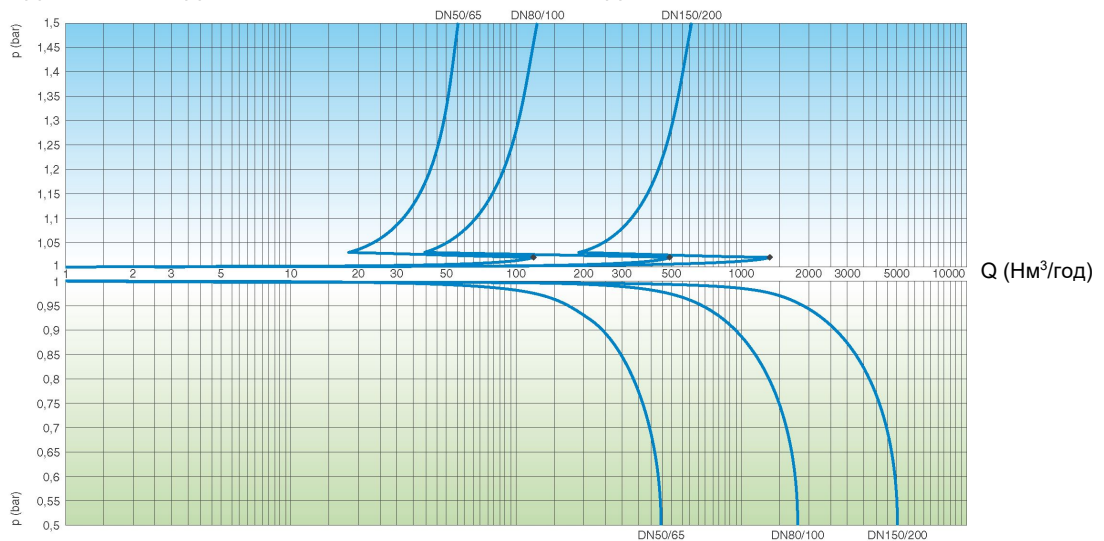


Мал.7 Динаміка зміни тиску, витрати води при заповненні трубопроводу та витрати виходу повітря з клапану при застосуванні стандартних клапанів мають синій колір, при застосуванні клапанів RFP – блакитний. Графіки отримані в результаті натурних вимірювань.



мал.8 Конструкція клапана для систем каналізації, модель SCF-RFP

ВИХІД ПОВІТРЯ ПІД ЧАС ЗАПОВНЕННЯ ТРУБОПРОВОДУ



ВИХІД ПОВІТРЯ ПІД ЧАС СПОРОЖНЕННЯ ТРУБОПРОВОДУ

мал.9 Графіки пропускнув здатності повітряного потоку

Діаграми повітряних потоків були створені в кг/с на основі лабораторних досліджень та математичної обробки та складені з використанням коефіцієнта запасу.

Застосування клапанів з механізмом RFP.

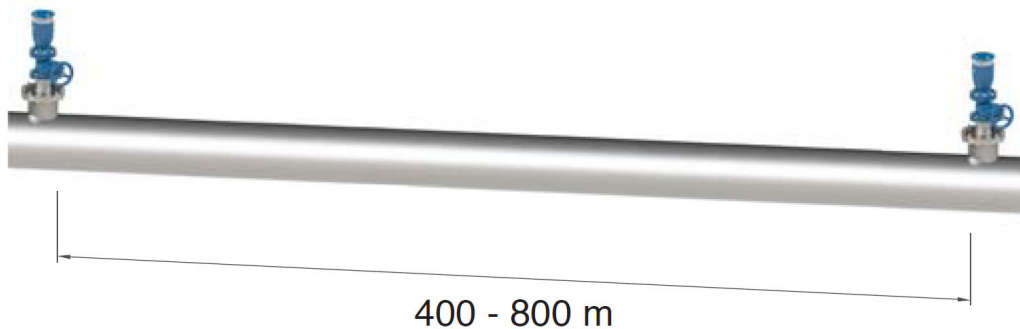
Для забезпечення ефективної роботи системи, повітряні клапани з механізмом RFP рекомендується застосовувати у всіх випадках, крім ділянок трубопроводів, де рекомендовані клапани з механізмом AS.



мал.10 Встановлення клапанів з механізмом RFP у висхідних місцях зміни нахилу



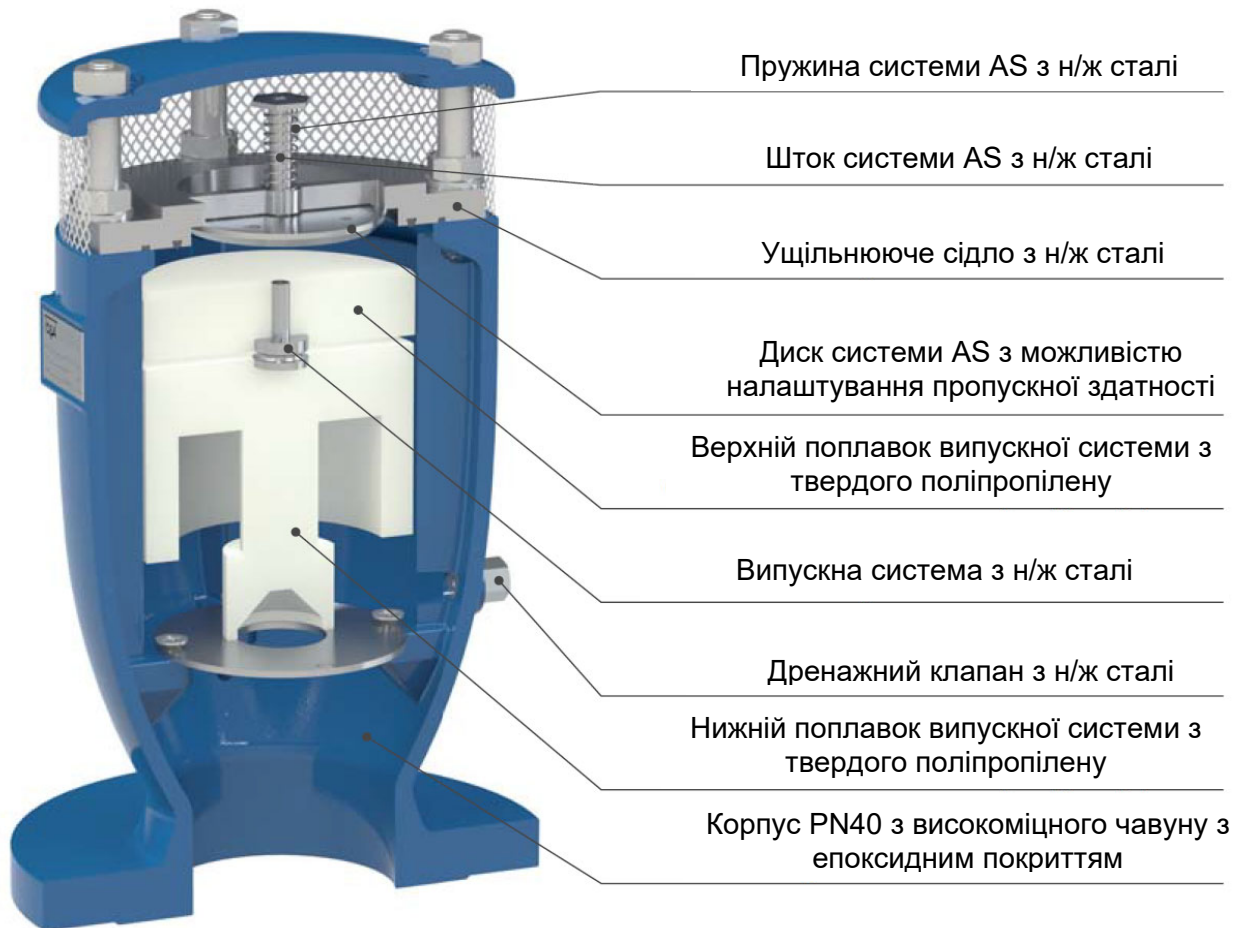
мал.11 Встановлення клапанів з механізмом RFP у низхідних місцях зміни нахилу



мал.12 Встановлення клапанів з механізмом RFP кожні 400-800м на прямих ділянках трубопровода.

Повітряні клапани CSA з механізмом AS.

Клапани з системою AS (Anti-Shock) включають додатково до поплавкової системи металевий диск з каліброваними отворами, пружину та шток, які розміщені в верхній частині корпусу, що виключає контакт з рідиною. Як тільки утворюється вакууметричний тиск диск втягується вниз і повітря безперешкодно потрапляє в трубопровід. Якщо фаза роботи трубопровода з вакууметричним тиском закінчується, пружина підіймає диск і таким чином повітря може виходити з трубопроводу через калібровані отвори. Наявність цих отворів, площа яких значно менше площі вихідного отвору клапана та може регулюватися, дає змогу автоматично створювати повітряну подушку при швидкому русі водяної колони в напрямку клапана. Конструкція клапана з механізмом AS наведена на мал.8.



мал.13 Конструкція клапана для систем водопостачання, модель FOX-3F-AS

Детальні листи технічних даних та анімація роботи доступні на нашому сайті або за запитом.

www.techprilad.com



Впускання великих об'ємів повітря для запобігання вакууму

Під час опорожнення трубопроводу в нього необхідно впустити таку ж кількість повітря, скільки витікає води, щоб уникнути впливу вакууму та серйозних пошкоджень трубопроводу і всієї системи в цілому.

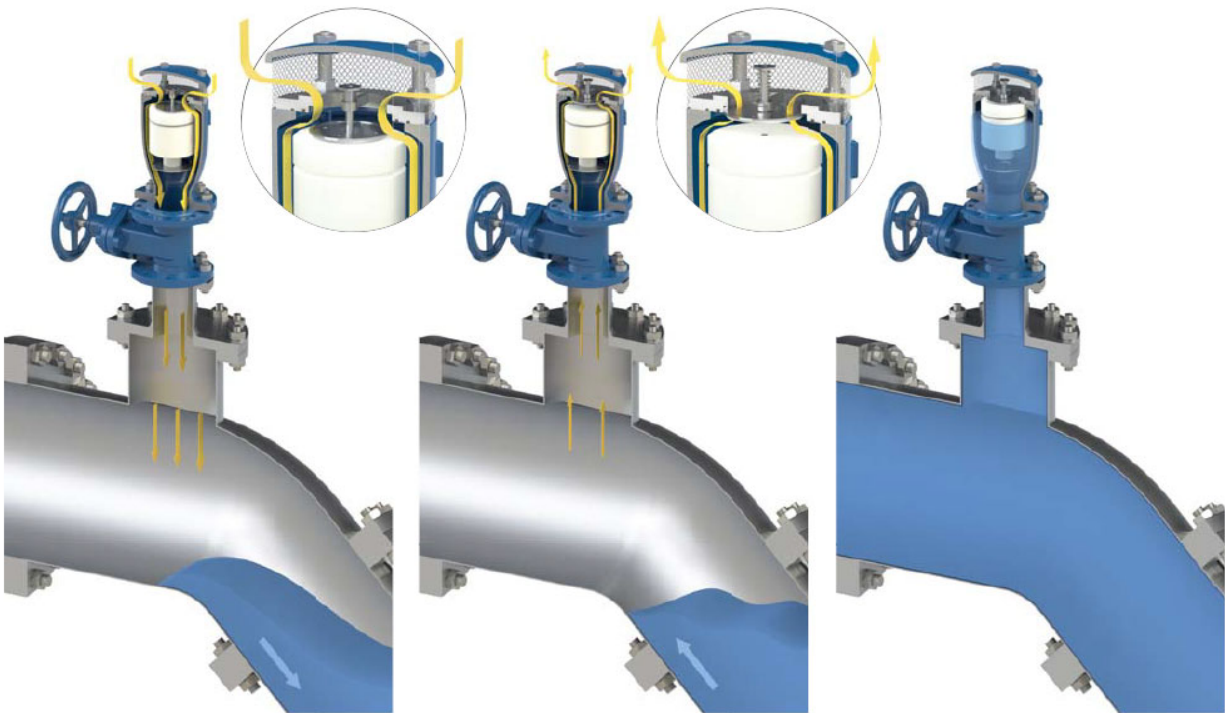
Контрольоване випускання повітря в перехідному режимі

Під час випускання повітря необхідно уникнути швидкого закривання поплавка рухомого блоку, це відповідає за виникнення гідродару. Клапан завдяки механізму AS, обмежує вихід повітря, а це в свою чергу зменшує швидкість надходження води та формує тимчасову повітряну подушку в корпусі клапана. Таким чином мінімізується ризик надлишкового тиску та гідродару.

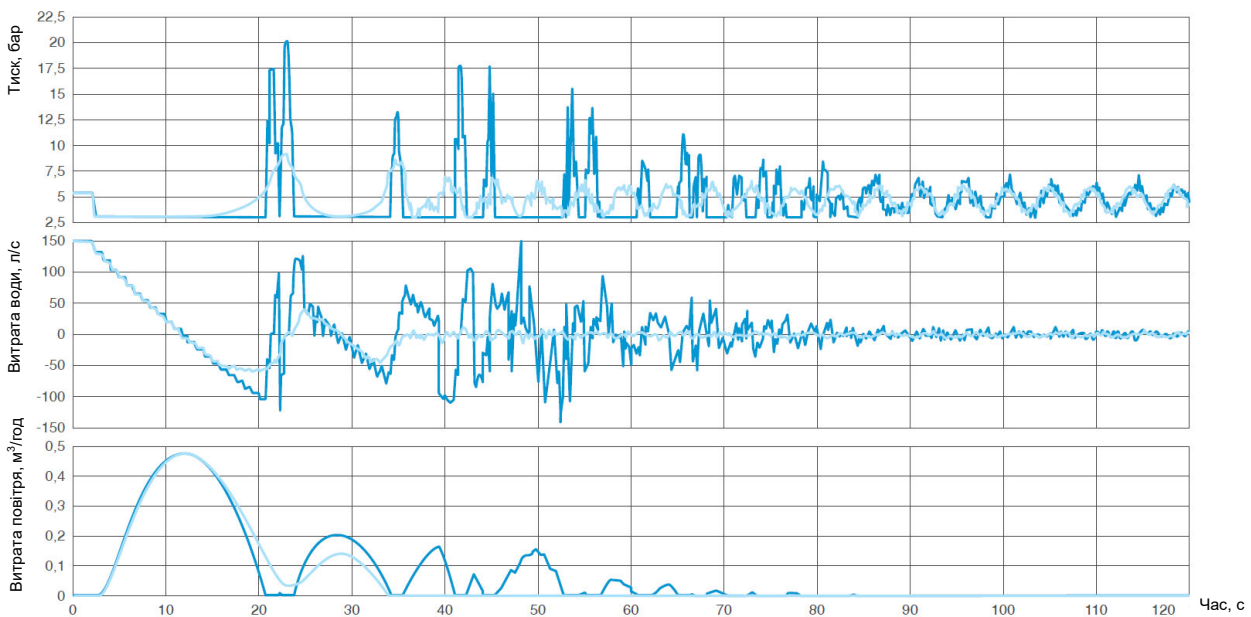
Випускання повітря під час роботи під тиском

Під час нормальної роботи, повітря з трубопроводу, накопичується у верхній частині клапана. Поступово його об'єм збільшується і воно стискається, штовхаючи рівень рідини вниз, поплавок опускається, що дозволяє випустити повітря через сопло.

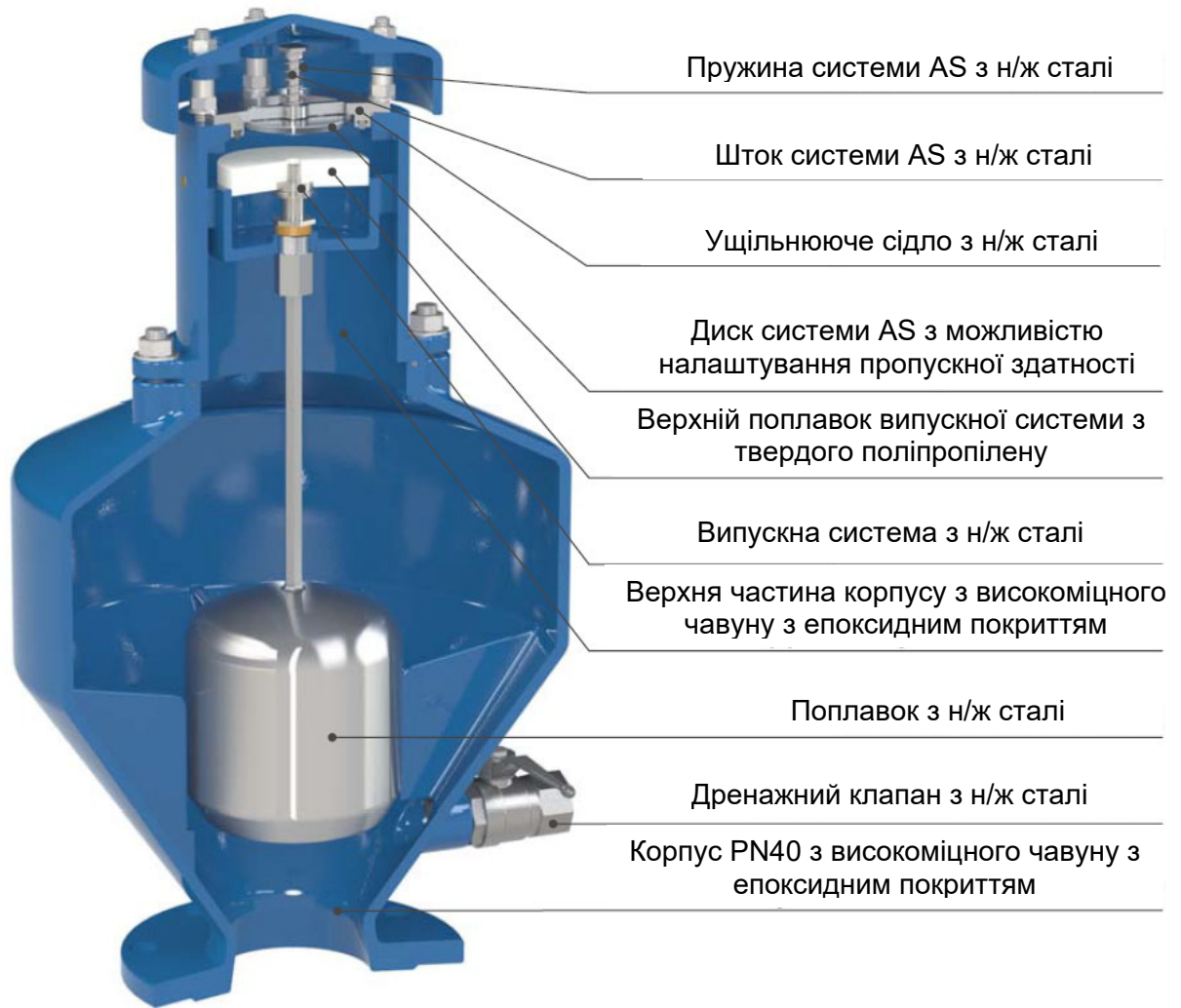
мал.14 Принцип дії клапанів з механізмом захисту від гідродарів AS.



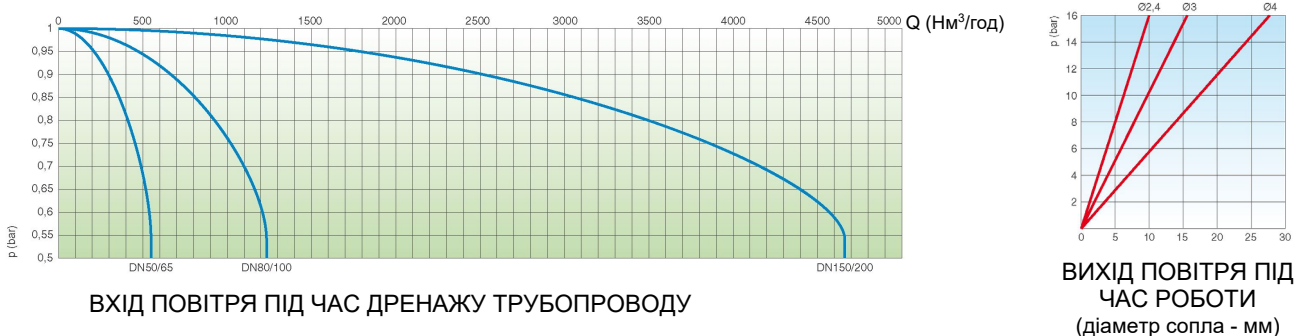
Мал.15 робота клапанів з механізмом AS в процесі заповнення трубопроводу та порівняльні графіки зміни тиску, отримані на реальному трубопроводі, на якому часто відбувалися пориви при вимкненні насосів наведені на мал.11



Мал.16 Динаміка тиску та витрат води та повітря при раптовому вимкненні насосів. Графіки при встановленні клапанів CSA 3F-AS – в блакитному кольорі.



мал.17 Конструкція клапана для систем каналізації, модель SCF-AS



мал.18 Графіки пропускної здатності повітряного потоку

Діаграми повітряних потоків були виміряні в кг/с при лабораторних дослідженнях з подальшим перерахунком в $\text{Nm}^3/\text{год}$ з врахуванням коефіцієнта запасу

Застосування клапанів з механізмом AS.

Повітряні клапани з механізмом AS звичайно встановлюються біля насосів для захисту трубопроводів від вакууму та гідроударів, що звичайно спостерігаються при раптовому відключенні насосів.

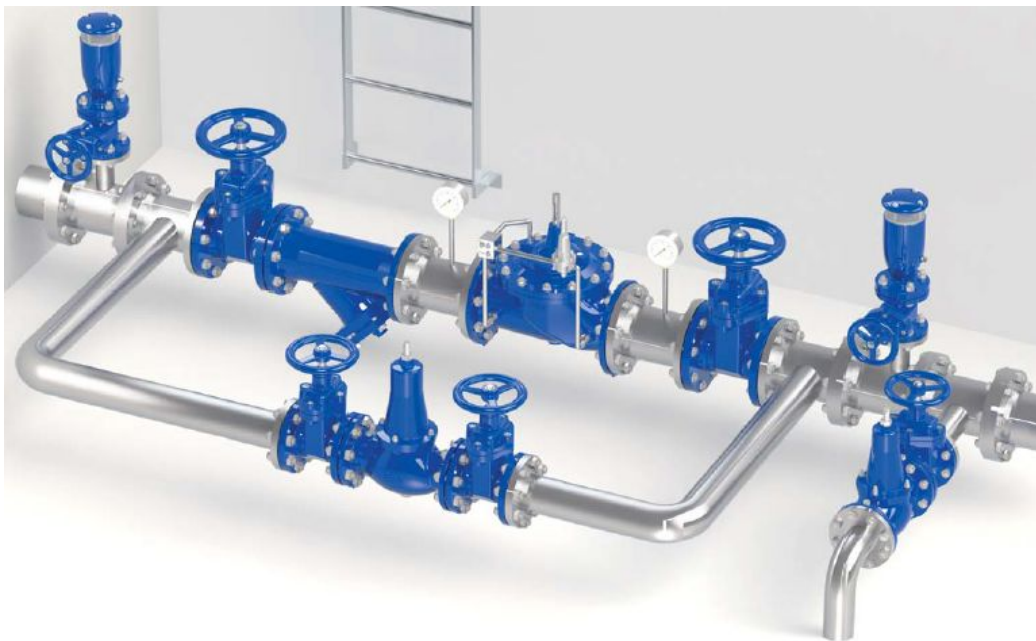
Клапани з механізмом AS випускають повітря з повітряних кишень в режимі нормальної роботи трубопровода, в той же час вони дозволяють впускати значний об'єм повітря для запобігання утворення вакууму, що має місце в цьому режимі внаслідок інерції руху води в трубопроводі.

При досягненні зворотної хвилі тиск в трубопроводі різко збільшується, однак обмежений контрольований випуск повітря з клапана через механізм AS формує повітряну подушку в верхній частині корпуса клапана, що забезпечує його захист.



мал.19 Встановлення повітряних клапанів з механізмом AS на насосних станціях.

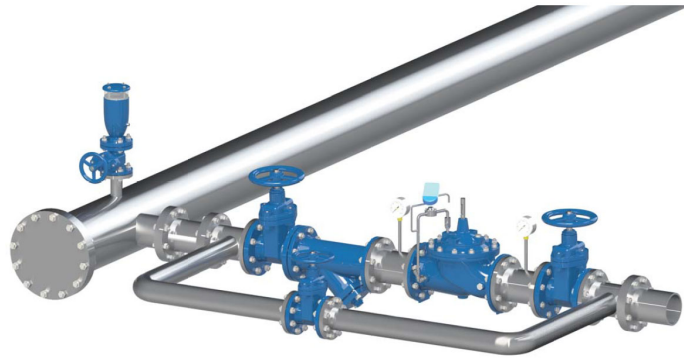
Клапани з механізмом AS також встановлюються біля запірних та регулюючих пристроїв, звичайно перед та за ними для захисту систем при заповненні та запобігання утворення вакууму при закритті арматури або повного перекриття потоку.



мал.20 Встановлення повітряних клапанів з механізмом AS на вузлах редукції.



мал.21 Встановлення клапана з механізмом AS у верхній точці трубопровода.



мал.22 Ілюструє встановлення клапана на кінцевій глухій ділянці труби в комбінації з самопромивним клапаном з пілотним керуванням CSA модель XLC 450 P.

Аналогічно як і в системах водопостачання повітряні клапани з механізмом AS застосовуються в системах стічних вод.



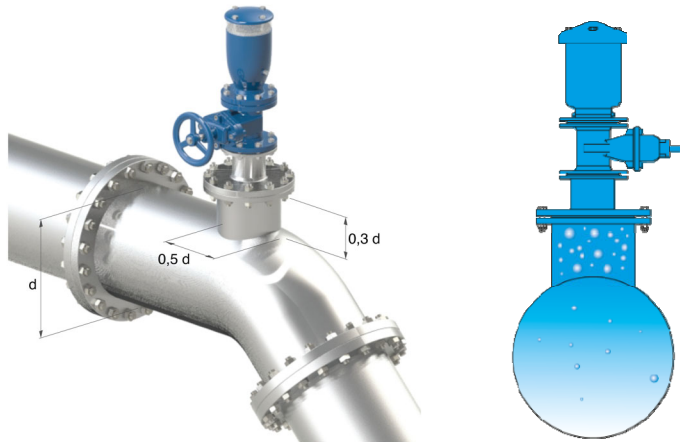
мал.23 Компактні клапани CSA SCA 2" з механізмом AS встановлені на виході заглибних насосів, а також в кінці колектора модель SCF-AS.



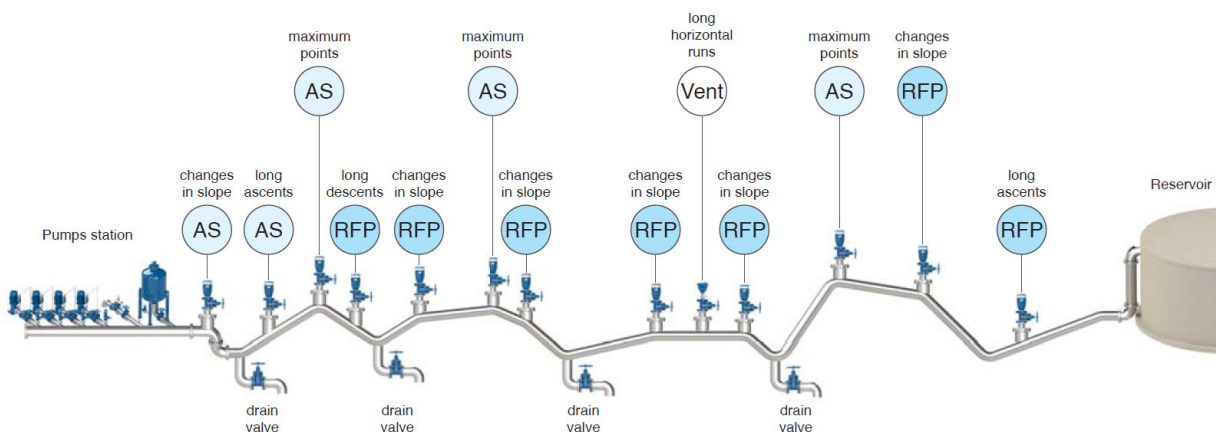
мал.24 Встановлення клапанів на вузлу розподілу потоків стічних вод.

Рекомендована схема встановлення повітряних клапанів.

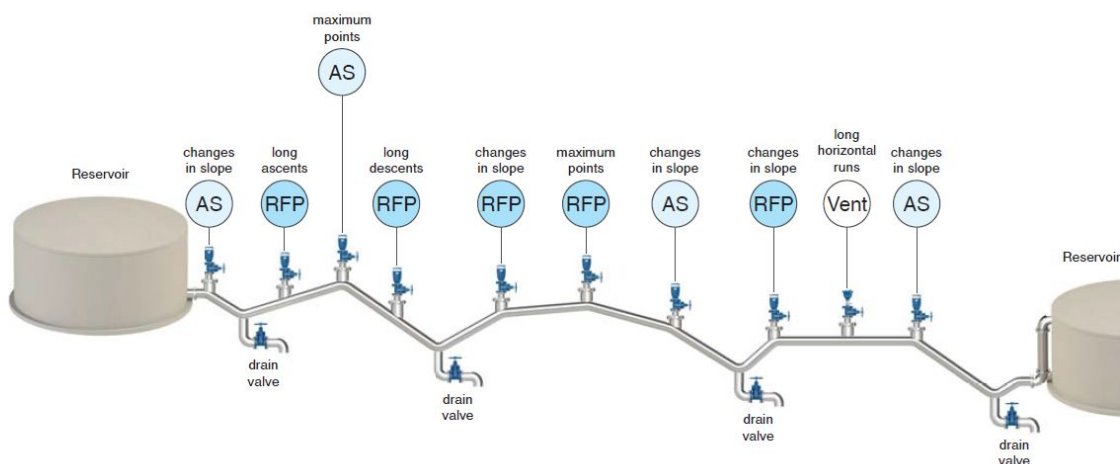
Для забезпечення ефективного відводу повітря з трубопровода повітряні клапани рекомендується встановлювати за допомогою повітря-збірної камери, яка суттєво підвищує кількість захопленого та відведеного повітря, що рухається у верхній частині трубопровода.



мал.25 Рекомендована повітря-збірна камера.



мал.26 Рекомендовані місця встановлення повітряних клапанів.

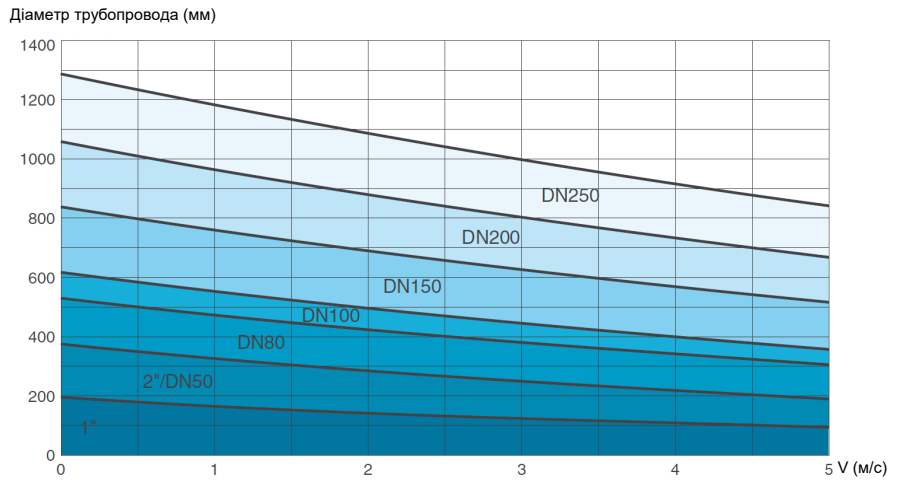


мал.27 Рекомендовані місця встановлення повітряних клапанів.

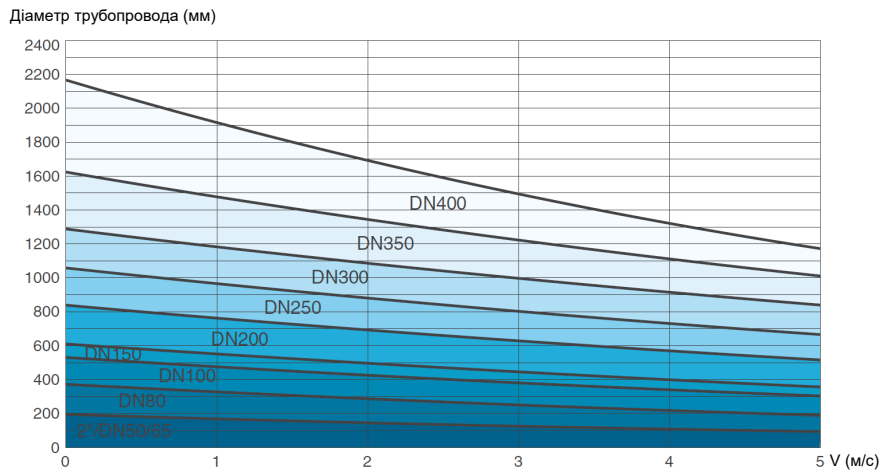
Діаграми для вибору діаметра повітряного клапана в залежності від діаметру трубопровода.

Для систем водопостачання

Повнопрохідна модель серія FOX

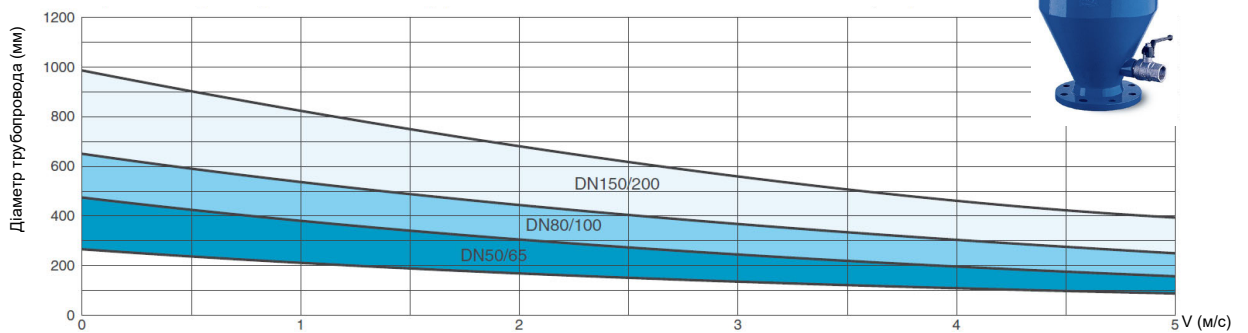


Стандартнопрохідна модель серія LYNX



Для систем стічних вод

Серія SCF



Спеціальні виконання.

Для місця де можливо затоплення повітряних клапанів або для відводу бризок у дренаж застосовуються клапани зі спеціальним відводом SUB. Даний відвід сумісний як з механізмом RFP так і з механізмом AS.



мал.28 Приклад встановлення клапанів з відводом SUB.

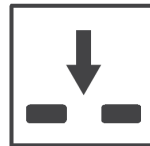
Додаткові виконання ЕО та ІО.

Виконання тільки для випуску повітря ЕО.



Для місць де впуск повітря не допускається. Нприклад на всмоктувальних насосних лініях.

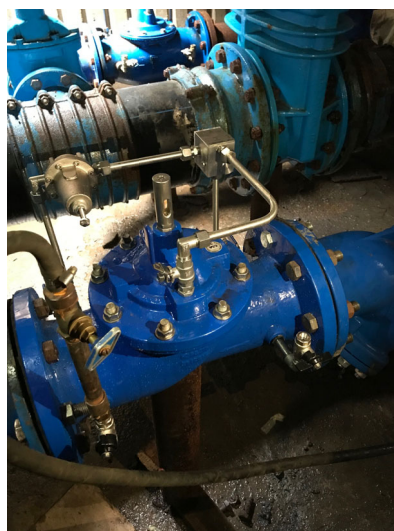
Виконання тільки для випуску повітря ІО.



Для місць де випуск повітря не допускається.

Інші спеціальні виконання – за запитом.

Приклад впровадження.



Повітряний клапан FOX 3F-AS встановлений на вході редукційного вузла з клапаном CSA XLC 310-AC системи водопостачання в м. Києві.

В результаті експлуатації отримано позитивний висновок з рекомендацією до застосування на об'єктах Київводоканалу.

Високоякісна трубопровідна арматура для систем водопостачання та каналізації.

Компанія НВП Техприлад – єдиний в Україні офіційний імпортер низки європейських виробників світового рівня.



Ghibson Italia s.r.l. (Італія)

– Дискові поворотні затвори DN 50 – DN 800, PN6 – PN40

- з центричним диском та подвійним ексцентриситетом
- з чавунним, сталевим та нержавіючим корпусом
- з різноманітними матеріалами та покриттям дисків в т.ч. матеріалом Rilsan®
- з широким спектром еластомерних та пластомерних сідел



IMP Armature d.o.o. (Республіка Словенія)

– Засувки з погумованим клином DN 50 – DN 600, PN10/16

- Зворотні клапани аксіальні та дискові поворотні
DN 40 – DN 500, PN10/16
- Пожежні гідранти з подвійним ущільненням
DN 100, PN16 з відповідністю до спеціальних стандартів України
- Сітчасті фільтри чавунні та сталеві фланцеві
DN 15 – DN 900, PN10/16



CYL Knife Valves S.L. (Іспанія)

– Шибєрні ножові засувки з U-подібним сідлом та повною двосторонньою герметичністю

- Стандартні
DN 50 – DN 1800, PN1 – PN10
- Високого тиску
DN 50 – DN 1000, PN16 – PN250
- Спеціальні (наприклад для встановлення в глибокі камери з управлінням через колонку до 15 та більше метрів, з управлінням електро або пневмоприводом, широкий вибір матеріалів корпусу, сідел та ущільнення)



CSA s.r.l. (Італія)

– Автоматичні клапани для систем водопостачання та каналізації

- Регулятори тиску, витрати та рівня з пілотним керуванням
DN 40 – DN 800, PN10 / 16 / 25 / 40
- Регулятори тиску прямої дії DN 50 – DN 150, PN16 / 25 / 40 / 64
- Автоматичні комбіновані клапани впуску/випуску повітря з пристроями для захисту від гідроударів
- Швидкодіючі запобіжні пружинні клапани для захисту від гидроударів
- Регулятори рівня води в резервуарах



Компанія ТОВ НВП «Техприлад»
Рік заснування - 1994

Спеціалізація компанії: впровадження високоякісної техніки для управління потоками рідин і газів.

Офіційний партнер в Україні
ряду європейських виробників світового рівня.

Інжиніринг, постачання обладнання, технічний сервіс.

Офіційний дилер в Україні компанії CSA s.r.l. з 2017 року.



ТОВ НВП «Техприлад»

Україна, 04073, м. Київ, пров. Куренівський, 4/9
тел.: +38 (044) 467-26-30
e-mail: info@techprilad.com

Техніко - комерційний відділ:

тел.: (044) 467-26-40 / 70 / 60 / 80 / 90
e-mail: indvalves.sales@techprilad.com

Інженерний відділ:

тел.: (044) 467-26-47
e-mail: engineering@techprilad.com

Відділ гарантії та сервісу:

тел.: (044) 467-26-22
e-mail: service@techprilad.com