

Всеукраїнський

науково-технічний

журнал

ПРОМИСЛОВА ІДРАВЛІКА І НЕВМАТИКА

67-67

4(26)

2009

ISSN 1994-4691



9 771994 469005

С.М. Балабан, канд. тех. наук, В.П. Куц, канд. тех. наук,
В.Б. Каспрук, канд. тех. наук, В.М. Чиж
Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

КОНСТРУКЦІЯ І РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗМУ ВІДВЕДЕННЯ ПОВІТРЯ З ВОДОПРОВІДІВ

Стаття посвячена проблемам удешевлення роботи систем водоснабження. Представлена конструкція механізму, використання якого дозволяє звести до мінімуму негативне вплив перепадів тиску в трубопроводах при періодичній подачі рідини на роботу обладнання трубопроводів, і пропонується методика його розрахунку.

The article deals with the problems of the water supply improvement. Construction of the mechanism which allows to minimize the negative effect of the pressure difference in water supply pipes under noncontinuous supply of liquid on the equipment operation, is proposed. The method of its calculation is developed.

Вступ

За значного подорожчання комунальних послуг виникає необхідність адекватного підвищення їх якості. Повною мірою завдання покращення якості послуг стоїть перед службами водопостачання населених пунктів.

Одним із суттєвих недоліків у постачанні населенню холодної і гарячої води є її нестабільна подача. Під час припинення подачі води у мережу трубопроводів в останні попадає повітря. Процес заповнення повітрям трубопроводів супроводжується перепадами тиску, що негативно впливає на експлуатацію як мереж водопостачання в цілому, так і на надійність і довговічність роботи водозапірної арматури.

Крім того, при обліку використаної води лічильниками споживачі змушені оплачувати об'єм пропущеного через лічильники повітря під час кожного заповнення водою мережі трубопроводів.

Крани Маєвського, які широко використовуються для відведення повітря з систем водопостачання, прості і надійні в експлуатації. Однак головним недоліком механізмів подібної конструкції є неможливість автоматизувати процес відведення повітря.

Загальними недоліками інших [1] механізмів відведення газів з трубопроводів, які працюють у напівавтоматичних або автоматичних режимах, є складність конструкцій, нерівномірний режим роботи, низька пропускна здатність і ненадійність у роботі через можливість витікання рідини при низькому тиску в трубопроводі.

Формування проблеми

Для попередження згаданих негативних явищ у системі водопостачання авторами запропонований спеціальний механізм відведення повітря із водопроводів.

Суть проведених розробок: одержання аналітичних виразів для розрахунків оптимальних параметрів конструкції і режимів роботи механізму, розробки умов експ-

Основні результати досліджень

Принцип роботи механізму відведення повітря з водопроводів ґрунтується на дії виштовхувальної сили Архімеда і сили тяжіння на нерухомо з'єднаний клапан з поплавком.

Будову механізму відведення повітря з водопроводів показано на рис. 1. Складається він з приєднувального клапана 1, корпусу 2 з конічною поверхнею 3 і кільцевою опорною поверхнею 4, клапана 5 з конічною поверхнею 6 і диском з отворами 7, поплавок з отворами 8 і кришки 9.

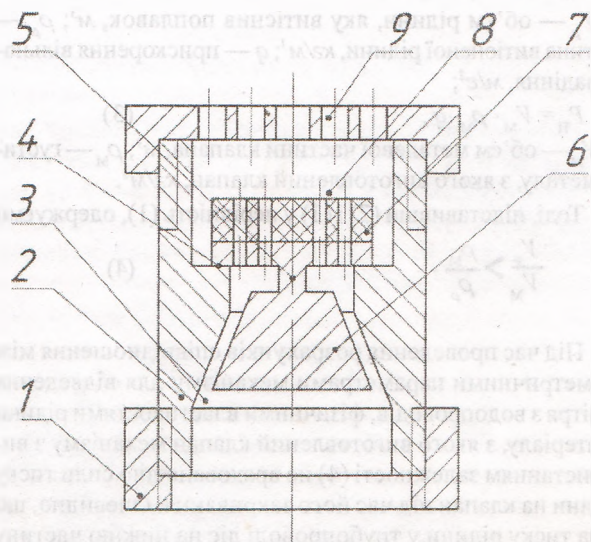


Рис. 1. Механізм відведення повітря з водопроводів

Працює механізм відведення повітря з водопроводів так. Приєднувальний патрубок 1 механізму накручують на кінець трубопроводу так, щоб корпус 2 завжди знахо-

дився у вертикальному положенні. За відсутності води у водопроводі клапан 5 під дією власної ваги опирається диском з отворами 7 на кільцеву опорну поверхню 4. Між конічною поверхнею 3 корпусу 2 і конічною поверхнею 6 клапана 5 передбачено кільцевий зазор, через який трубопровід сполучено з атмосферою. При заповненні трубопроводу водою повітря вільно виходить з нього через диск з отворами 7, поплавков з отворами 8 і кришку 9. При попаданні води у верхню частину корпусу 2 поплавок 8, густина якого менша за густину води, спливає, піднімаючи клапан 5, оскільки вони нерухомо з'єднані. При цьому конічна поверхня 3 корпусу 2 забезпечує герметичний контакт з конічною поверхнею 6 клапана 5, і доступ води у верхню частину корпусу 2 припиняється. При зменшенні рівня води у водопроводі тиск у нижній частині корпусу 2 зменшується, клапан 5 під дією власної ваги опускається на кільцеву опору 4 і сполучення трубопроводу з атмосферою відновлюється.

Таким чином, при обладнанні водопроводів механізмами відведення повітря зменшується перепад тиску в трубопроводах при періодичній подачі рідини, і повітря не попадає у квартирні лічильники води. В результаті умови експлуатації квартирних лічильників значно покращуються, а споживачі води платять за реально спожиту воду.

Витікання рідини через механізм відведення повітря з водопроводів неможливе за умови, коли виштовхувальна сила, що діє на поплавок перевищує силу тяжіння, що діє на клапан:

$$F_A > P_p, \quad (1)$$

де F_A — виштовхувальна сила, що діє на поплавок, H ; P_p — сила тяжіння, що діє на клапан, H .

Вони можуть бути визначені за виразами:

$$F_A \quad (2) = V_p \cdot \rho_p \cdot g, \quad (2)$$

де V_p — об'єм рідини, яку витіснив поплавок, m^3 ; ρ_p — густина витісненої рідини, kg/m^3 ; g — прискорення вільного падіння, m/s^2 ;

$$P_p = V_M \cdot \rho_M \cdot g, \quad (3)$$

де V_M — об'єм металевої частини клапана, m^3 ; ρ_M — густина металу, з якого виготовлений клапан, kg/m^3 .

Тоді, підставивши (2) і (3) у нерівність (1), одержуємо

$$\frac{V_p}{V_M} > \frac{\rho_M}{\rho_p}, \quad (4)$$

Під час проведення розрахунків співвідношення між геометричними параметрами механізму для відведення повітря з водопроводів, фізичними властивостями рідини і матеріалу, з якого виготовлений клапан механізму з використанням залежності (4) не враховано дію сили тиску рідини на клапан під час його закривання. Очевидно, що сила тиску рідини у трубопроводі діє на нижню частину клапана, отже, сприяє його підніманню і виникненню щільного контакту конічної поверхні клапана з конічною поверхнею корпусу механізму, що підвищує надійність роботи запропонованого механізму відведення повітря з водопроводів.

Дослідні зразки механізмів відведення повітря з водопроводів піддавалися стендовим випробуванням. Схема

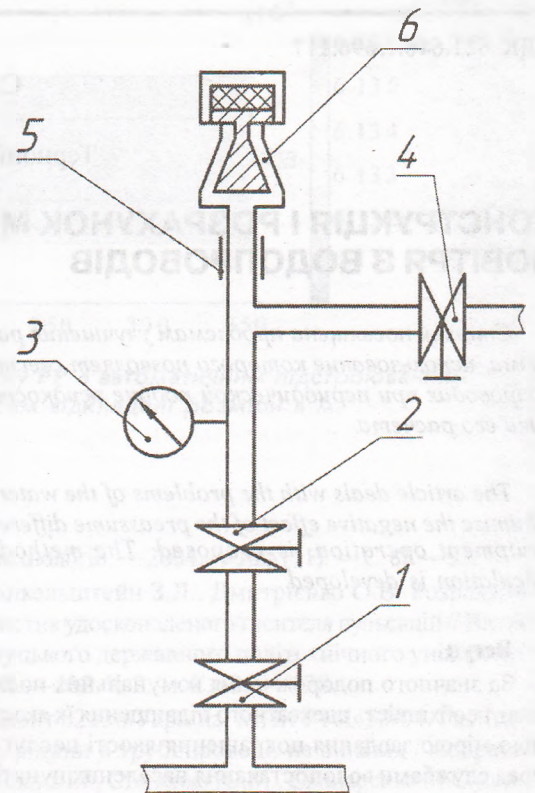


Рис. 2. Схема випробувального стенду.

випробувального стенду зображено на рис. 2. Дослідні проводили у відповідності з вимогами ГОСТ 19681-83.

Випробувальний стенд складається з запірного вентиля 1, регулювального крана 2, манометра 3, зливного крана 4, муфти 5 і механізму відведення повітря з водопроводів 6.

Методика дослідження впливу тиску води у трубопроводі на надійність роботи механізму відведення повітря з водопроводів наступна. Відкриваємо запірний вентиль 1 і зливний кран 4, з допомогою регулювального крана 2 встановлюємо витрату рідини, яка створює необхідний тиск у водопроводі, величину тиску у водопроводі визначаємо з допомогою манометра 3. Після встановлення необхідної витрати рідини закриваємо запірний вентиль 1 і зливний кран 4. Відкриваємо запірний вентиль 1 і подаємо рідину до пристрою відведення повітря з водопроводів 6. Після попадання води у верхню частину корпусу відведення повітря з водопроводів і його закриття, закриваємо запірний вентиль 1 і відкриваємо зливний кран 4, зливаємо рідину, закриваємо зливний кран 4, відкриваємо запірний вентиль 1 і повторюємо дослідження.

Кількість циклів дослідження відповідає вимогам ГОСТ 19681-83. Під час досліджень тиск води змінювали від 0,1 МПа до 0,3 МПа, що відповідає тиску води в міських системах водопостачання. У результаті досліджень встановлено, що механізм відведення повітря з водопроводів запропонованої конструкції надійно працює в заданому діапазоні тиску води в трубопроводі.

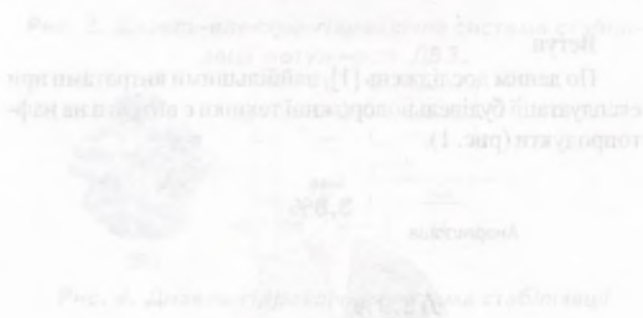
Висновки

1. Розроблено конструкцію механізму відведення повітря з водопроводів і методику його розрахунку.
2. Запропоновано методику та проведено експериментальні дослідження для визначення впливу тиску води у водопроводі на надійність роботи механізму відведення повітря з водопроводів.
3. Доведено доцільність використання механізму відведення повітря з водопроводів у випадку нестабільної подачі води.

Література

1. Ракшевский В.А., Татьков В.В., Ливада Г. Ф., Рябошапка В. М., Снижение содержания воздуха и воды в рабочих жидкостях гидравлических систем. — М.: НИИМАШ. 1981. — 58 с.
2. Патент України на корисну модель № 37142 МПК (2006), B01D19/00. Механізм відведення повітря з водопроводів / Балабан С. М., Куц В. П., Каспрук В. Б. (Україна). — 2008 02450; Заявл. 25.02.2008; Опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22.

Надійшла 15.10.2009 р.



На рис. 3 наведено конструкцію механізму відведення повітря з водопроводів. Механізм складається з корпусу 1, в якому встановлено клапан 2. Клапан 2 має дві положення: закритий та відкритий. У закритому положенні клапан 2 перекриває отвір 3, через який повітря може втекти з водопроводу. У відкритому положенні клапан 2 повернутий навколо своєї осі, що дозволяє повітрю втекти з водопроводу. Механізм працює за рахунок тиску води, який діє на клапан 2. При збільшенні тиску води клапан 2 повертається в закритий стан, а при зменшенні тиску води клапан 2 повертається в відкритий стан. Це дозволяє автоматично відводити повітря з водопроводу при зміні тиску води.