

**Н.В. Ковальчук, викл., Л.Г. Мещишена, доц.**  
*Кіровоградський національний технічний університет*

## Порівняльна характеристика конструктивних параметрів водоповітряних гасників коливань тиску

Зміна форми розподільчої діафрагми водоповітряного гасника коливань тиску дає можливість зменшити габаритні розміри цього гасника, а також забезпечити повне гасіння гідравлічного удару. **гідравлічний удар, надлишковий тиск, гасник, розподільча діафрагма, об'єм повітря, діаметр гасника, площа гасника**

Для забезпечення експлуатаційної стабільності водопровідно-каналізаційних систем в умовах можливого виникнення гідравлічного удару широке розповсюдження отримав метод поглинання надлишкового тиску за рахунок встановлення гасників, зокрема, водоповітряних гасників з розподільчою діафрагмою [1].

Розміри гасників напряму залежать від необхідного початкового об'єму повітря.

Об'єм повітря можна визначити за формулою, яку пропонує Л.С. Герашенко [2] для визначення цього об'єму у водоповітряному резервуарі при ізотермічному законі зміни тиску газів:

$$W_{II} = \frac{0,5 \cdot \rho \cdot L \cdot f \cdot v_0^2}{2,3 \cdot p_{II} \cdot \lg N + (1 - N^{-1}) \cdot (0,5 \cdot \xi_s \cdot \rho \cdot v_1^2 - p_{II})}, \text{ м}^3. \quad (1)$$

При середньостатистичних даних водогонів складові формули мають наступні значення:

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  - густина води;

$L = 10 \text{ км}$  - довжина трубопроводу;

$f = 0,196 \text{ м}^2$  - площа поперечного перерізу (розраховано для діаметру водогонів районних насосних станцій міст  $d = 500 \text{ мм}$ );

$v_0 = 1,1 \text{ м/с}$  - швидкість руху рідини при усталеному режимі;

$p_{II} = 5,5 \text{ атм} = 539550 \text{ Па}$  - абсолютний тиск в системі;

$P_m$  - абсолютний тиск при гідравлічному ударі.

$P_m = P_{II} + \Delta P = 2107050 \text{ Па}$ ; в свою чергу:

$\Delta P = \rho \cdot v_0 \cdot c = 1567500 \text{ Па}$ ;

$N = \frac{P_m}{P_{II}} = 3,91$ ;

$\xi_s = 3$  - коефіцієнт місцевого опору вузла з'єднання резервуара (гасника) і трубопроводу;

$v_1$  - швидкість, з якою рідина втікає в резервуар (гасник);

$$v_1 = \frac{\sqrt{c^2 + 2 \cdot c \cdot v_0 \cdot \xi_s} - c}{\xi_s}, \text{ м/с}.$$

Аналіз формули (1) свідчить про пряму залежність об'єму повітря від розмірів трубопроводу  $L \cdot f$ .

Змінюючи довжину трубопроводу (10 км, 20 км, 30 км, 40 км) проведемо розрахунки за формулою (1).

Результати розрахунків представимо у вигляді графіка (рис. 1).

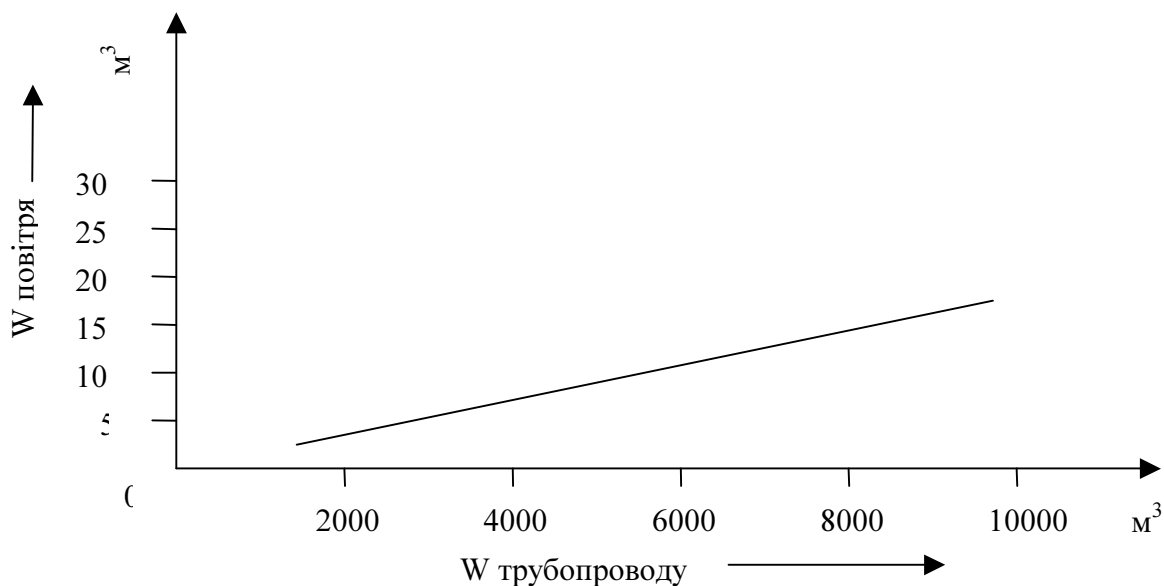
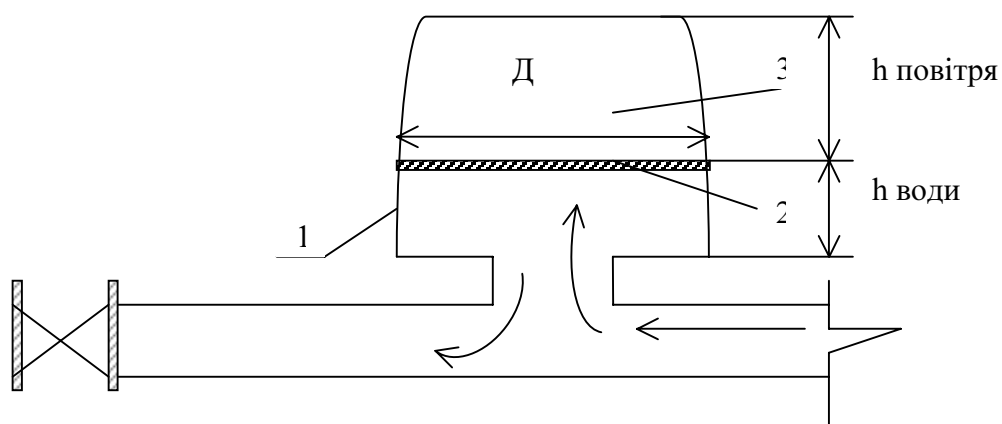


Рисунок 1 – Залежність об'єму повітря від об'єму трубопроводу

Графік підтверджує, що при збільшенні об'єму трубопроводів гасники набувають великих розмірів.

Розрахуємо і порівняємо конструктивні параметри двох типів водоповітряних гасників.

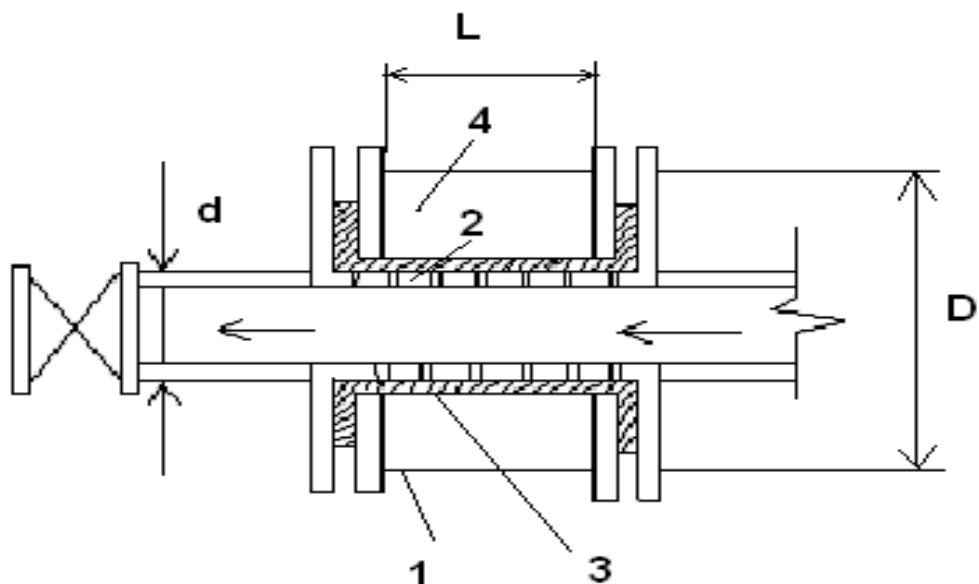
Перший тип – водоповітряний ковпак з розподільною діафрагмою, який до теперішнього часу використовується у водопровідно-каналізаційному господарстві (рис. 2):



1 – корпус ;                      2 – розподільна гумова діафрагма;  
3 – повітряна порожнина

Рисунок 2 – Водоповітряний ковпак

Другий тип – водоповітряний гасник коливань тиску, який було виготовлено і досліджено в лабораторії гідравліки КНТУ (рис. 3).



1 – трубчатий корпус з фланцями; 2 – підтримуючий каркас з отворами; 3 – гумова діафрагма; 4 – повітряна порожнина

Рисунок 3 – Гасник коливань тиску

Повний об'єм водоповітряного ковпака повинен бути на 30% більше від необхідного об'єма повітря.

Враховуючи збільшення загального об'єма ковпака і прийнявши товщину шару повітря  $h = 0,5$  м, визначимо його площу і діаметр згідно формули:

$$W_{\text{ковп}} = 1,3 \cdot W_{\text{пов}} = S_{\text{ковп}} \cdot h = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h, \quad \text{м}^2. \quad (2)$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 1.

Таблиця 1 – Конструктивні параметри водоповітряного ковпака для розрахованого необхідного об'єма повітря

W повітря, м <sup>3</sup>	3,54	7,08	10,62	14,16
W ковпака, м <sup>3</sup>	4,6	9,2	13,81	18,4
S, м <sup>2</sup>	4,6	9,2	13,81	18,4
D, м	2,4	3,4	4,2	4,84

Для розрахунку параметрів другого гасника використовуємо наступну формулу:

$$W_{\text{повітря}} = S \cdot l = \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot l, \quad \text{м}^3. \quad (3)$$

Діаметр підтримуючого каркасу співпадає з діаметром трубопроводу (гасник розташований парціально на ділянці водогону). Товщину шару повітря приймаємо як і в першому випадку  $h = 0,5$  м, тоді  $D = 1,5$  м.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.

Таблиця 2 – Конструктивні параметри водоповітряного гасника коливань тиску

W повітря, м <sup>3</sup>	3,54	7,08	10,62	14,16
l, м	2,2	4,5	6,76	9
S, м <sup>2</sup>	3,3	6,75	10,14	13,5

По результатам розрахунків можна зробити висновок, що водоповітряний ковпак потребує великих додаткових площ для його встановлення і через громіздкі габарити додасть незручностей при експлуатації [3].

Площа, яку займе водоповітряний гасник, менша в порівнянні з ковпаком, до того ж згідно конструкції в ній міститься 1/3 площі самого трубопроводу.

Крім того, при роботі водоповітряного ковпака у момент руху ударної хвилі надлишок рідини стискає повітряне середовище, а при її проходженні повертається назад у трубопровід. Тим самим діафрагма являє собою жорстку систему, яка приймає участь в коливальному процесі і не забезпечує гасіння гідроудару.

Завдяки трубчастій формі розподільної діафрагми і самої конструкції водоповітряного гасника при русі ударної хвилі наряду з поглинанням надлишкового тиску здійснюється одночасне її гальмування.

Якщо врахувати цей факт при розрахунках, то конструктивні параметри гасника могли б ще значно зменшитися.

## Список літератури

1. Ткач А.А. Разработка путей повышения надежности водопроводных сетей. Государственное центральное Украинское издательство, Кировоград, 1996. – 128 с.
2. Геращенко Л.С. Автореферат дис. к-та техн. наук. Рівненський політехн. інст., 1999. – 22 с.
3. Быков В.М. Указания по защите водопроводов от гидравлического удара. – М.: Госиздат литературы по строительству, архитектуре и строительный материалы, 1961. – 225 с.

Изменение формы распределительной диафрагмы водовоздушного гасителя колебаний давления предоставляет возможность уменьшить габаритные размеры этого гасителя, а также обеспечить полное гашение гидравлического удара.

Changing the form of distributive diaphragm air-and-water dampener' of pressure vibrations gives an opportunity to decline the overall dimension of this dampener and to secure the full damping of hydraulic hammer.