

УДК 681.121

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ РІВНЯ ЗАМКОВОЇ РІДИНИ В ДЗВОНОВИХ УСТАНОВКАХ ЗАДАННЯ ОБ'ЄМУ ГАЗУ НА ЇХ ТОЧНІСТЬ

© Пістун Є. П., 2001

Національний університет "Львівська політехніка",

© Бродин Ю. І., 2001

Івано-Франківський державний технічний університет нафти і газу

*Проаналізована поведінка замкової рідини під час роботи дзвонової установки задання об'єму газу. Отримано математичні залежності для опису зміни рівня цієї рідини при зануренні дзвону у гідрозамок її витиснювача та рівняння для визначення додаткової похибки, обумовленої такою зміною рівня замкової рідини. Запропоновано нову вдосконалену конструкцію витиснювача дзвонового мірника та подано результати впровадження оснащеної таким витиснювачем взірцевої дзвонової установки задання об'єму ВДДУ-0,028.*

При переміщенні дзвону вниз в дзвонових установках задання об'єму газу внаслідок занурення циліндричної стінки дзвону в замкову рідину витиснювача рівень останньої підвищується. В результаті цієї зміни рівня виникає додаткова похибка відтворення об'єму газу, а, відповідно, і витрати газу з установки, яка раніше не враховувалась.

Слід відзначити, що під час робочого циклу установки переміщення дзвону вниз відбувається за рахунок витікання газу з-під дзвону у вихідний трубопровід. Саме ж значення об'єму газу, що витікає з-під дзвону, визначається як переміщенням самого дзвону, так і підвищенням рівня рідини у витиснювачі (Рис. 1).

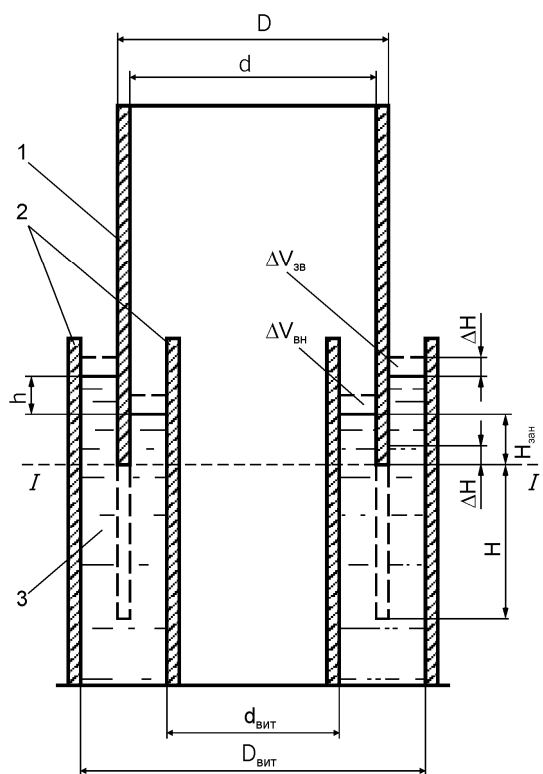
Нехай дзвін  $I$  в початковий момент часу знаходився в положенні, коли нижній край його циліндричної стінки був на рівні  $I-I$ , а через деякий час опустився на висоту  $H$ . При цьому дзвін витіснив об'єм  $V$  газу, який дорівнює

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} H. \quad (1)$$

Одночасно дзвін витіснив і об'єм  $V_p$  рідини, що дорівнює об'єму зануреної на висоту  $H$  частини стінки дзвона (на рис. 1 її показано пунктиром):

$$V_p = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) H. \quad (2)$$

Витіснений об'єм  $V_p$  рідини призведе до підняття рівня рідини у витиснювачі на  $\Delta H$ . Тоді



1 – дзвін; 2 – витиснювач;  
3 – рідина гідрозамка витиснювача

**Рис. 1.** До пояснення виникнення похибки, обумовленої зміною рівня замкової рідини.

$$V_p = \frac{\pi}{4} ((D_{\text{внт}}^2 - d_{\text{внт}}^2) - (D^2 - d^2)) \Delta H, \quad (3)$$

звідки, з врахуванням (2), значення зміни рівня замкової рідини  $\Delta H$ , зумовлене зануренням дзвона на висоту  $H$ , буде таким:

$$\Delta H = H \frac{D^2 - d^2}{(D_{\text{внт}}^2 - d_{\text{внт}}^2) - (D^2 - d^2)}. \quad (4)$$

Формулу (4) можна записати в іншому вигляді, оперуючи площами:  $S_{\text{дз}}$  – площею кільцевого перетину стінки дзвону та  $S_{\text{гз}}$  – площею кільцевого перетину гідрозамка витиснювача. Тоді

$$\Delta H = H \frac{S_{\text{дз}}}{S_{\text{гз}} - S_{\text{дз}}}. \quad (5)$$

Із (5) витікає, що висота  $\Delta H$  у стільки разів менша за  $H$ , у скільки разів різниця площі перетину гідрозамка  $S_{\text{гз}}$  та площі перетину дзвону  $S_{\text{дз}}$  більша за площу перетину дзвону  $S_{\text{дз}}$ .

В сучасних дзвоних мірниках до дзвона жорстко (або за допомогою сталльної стрічки чи троса, перекинутих через блоки) прикріплено калібровану в одиницях об'єму шкалу (лінійку), яка рухається повз нерухомий відліковий пристрій. Як правило, така шкала чи лінійка відтворює об'єм газу, що витісняється дзвоном, у відповідності до рівняння (1). Насправді, об'єм газу, витіснений дзвоном, буде більшим. Це збільшення об'єму газу  $\Delta V$  відповідатиме частині об'єму рідини, витісненої зануреною частиною стінки дзвона, що знаходиться між внутрішнім циліндром витиснювача та дзвоном:

$$\Delta V = \frac{\pi}{4} (d^2 - d_{\text{внт}}^2) \cdot \Delta H. \quad (6)$$

Значення  $\Delta V$  визначає похибку задання об'єму газу дзвонною установкою при умові, що відліки об'єму газу знаходились у відповідності до рівняння (1). Ця похибка, як систематична складова, очевидно може бути усунена. Для цього потрібно визначити дійсний об'єм газу  $V_{\text{д}}$ , що витісняється дзвоном.

Дійсний об'єм газу  $V_{\text{д}}$ , що витісняється дзвоном при його опусканні на рівень  $H$ , дорівнює

$$V_{\text{д}} = V + \Delta V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} H + \frac{\pi}{4} (d^2 - d_{\text{внт}}^2) \cdot \Delta H. \quad (7)$$

З врахуванням значення  $\Delta H$  рівняння для

визначення дійсного об'єму газу  $V_{\text{д}}$  прийме вигляд:

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi}{4} H \left[ \frac{d^2 + (d^2 - d_{\text{внт}}^2)}{(D_{\text{внт}}^2 - d_{\text{внт}}^2) - (D^2 - d^2)} \right]. \quad (8)$$

Аналізуючи отримані формули можна зробити висновок, що похибка  $\Delta V$ , обумовлена зміною рівня рідини у витиснювачі, буде тим більшою, чим на більшу глибину опускається дзвін та чим більша площа  $S_{\text{дз}}$  кільцевого перетину стінки дзвону (тобто товщина стінок). Суттєвого зменшення вказаної похибки можна досягти збільшенням площі перетину  $S_{\text{гз}}$  гідралічного замка витиснювача, що можна забезпечити конструктивним шляхом.

Так, при створенні у 1996 р. на базі Управління газового господарства м. Бендер взірцевої дво-дзвонної установки задання об'єму газу ВДДУ-0.028 (рис. 2) нами було впроваджено нову запатентовану конструкцію витиснювача 1 (рис.3а) [1].

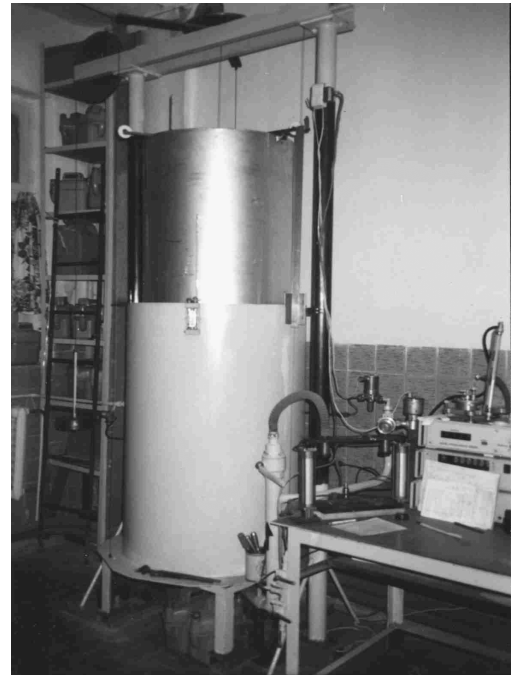
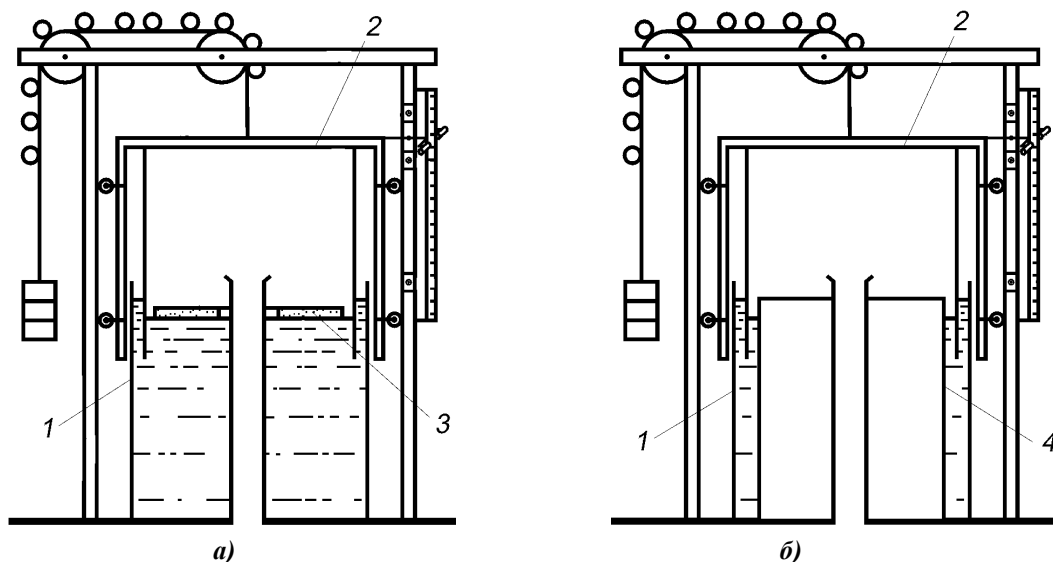


Рис. 2. Дзвонна установка задання об'єму газу ВДДУ-0,028 (м. Бендери).

Він відрізняється від витиснювача класичної конструкції (рис. 3б) [2,3,4] відсутністю внутрішнього циліндра 4 та введеним для зменшення площі поверхні випаровування пінопластовим диском 3, що вільно плаває на поверхні рідини гідрозамка дзвону 2. Внутрішній циліндр 4 зазвичай вводиться до конструкції витиснювача дзвонної установки для зменшення об'єму рідни,

потрібної для його заповнення. Однак, в поширених зараз маловитратних установках дзвоного типу з порівняно невеликим об'ємом витиснювача (у ВДДУ-0,028 з витиснювачем по схемі рис. 3а цей об'єм складає 480 літрів) цей

недолік вже не видається таким критичним і для досягнення максимальної точності установки ним можна знехтувати.



а – удосконалена (без внутрішнього циліндру); б – класична (з внутрішнім циліндром)

Рис. 3. Схеми гідровитиснювачів дзвонових установок.

Впровадження витиснювача описаної конструкції замість класичного дозволило знизити загальну приведену похибку установки ВДДУ-0,028 ( $D=0,656\text{м}$ ,  $d=0,653\text{м}$ ,  $D_{\text{внт}}=0,75\text{м}$ ,  $d_{\text{внт}}=0,05\text{м}$ ,  $H=1,2\text{м}$ ) при відтворенні на максимальних витратах контрольного об'єму  $0,4\text{м}^3$  на  $0,136\%$ .

1. Бродин Ю. І. Дзвонова витратомірювальна установка для калібрування і повірки витратомірів та лічильників газу. — Позитивне рішення від 13.12.1999 по заявці № 99021060 від 23.02.1999. 2. Павловський А. Н. Измерения расхода и количества жидкостей, газа и пара. — Изд. III, перераб. и доп.—

М.:Издательство стандартов. — 1987. — 416 с. с ил. 3. Бродин И. С. Теория, принципы построения и внедрение испытательных расходоизмерительных комплексов для технического и метрологического обеспечения измерений расхода газа // Авторефер. дисс. на соиск. уч. степ. д-ра техн. наук. — Санкт-Петербург. — 1992. — 36 с. 4. Бродин И. С., Петришин И. С., Бестелесный А. Г., Дикий П. И. Державний спеціальний еталон одиниць об'єму та об'ємної витрати газу // Український метрологічний журнал. — 1997, №3. — С. 29-32.