

# ДОДАТКОВІ ДЕФОРМАЦІЇ ВИТРАТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОСТАТИЧНИХ КЛАПАНІВ У СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури

**Анотація**

Теорія регулювання клапанів розроблялася для одноконтурних гідравлічних систем без зміни густини робочої рідини. Деформація витратних характеристик клапана в такій системі спричиняється лише гідравлічним опором елементів системи. Розглянуто вплив інших причин деформації витратних характеристик термостатичних клапанів у системах опалення.

**Ключові слова:** витратна характеристика, деформація витратної характеристики, клапан, водяне опалення

**Abstract**

The theory of valve control has been developed for single-circuit hydronic systems without change of liquid density. Deformation of throttling characteristics of a valve in such system caused only by hydraulic resistance of the system elements. Influence of other reasons on deformation of TRV throttling characteristics in heating systems are shown.

**Keywords:** throttling characteristics, deformation of throttling characteristics, valve, water heating

**Вступ**

Енергоефективність водяного опалення залежить від ефективності регулювання витрати теплоносія в опалювальних приладах залежно від температури повітря в приміщенні. Тому теорія регулювання термостатичними клапанами витрати теплоносія в системах опалення останнім часом набула інтенсивного розвитку [1-4].

В основі теорії лежить аналіз одноконтурної гідравлічної системи з одним клапаном (рис. 1 а) без зміни густини робочої рідини (теплоносія).

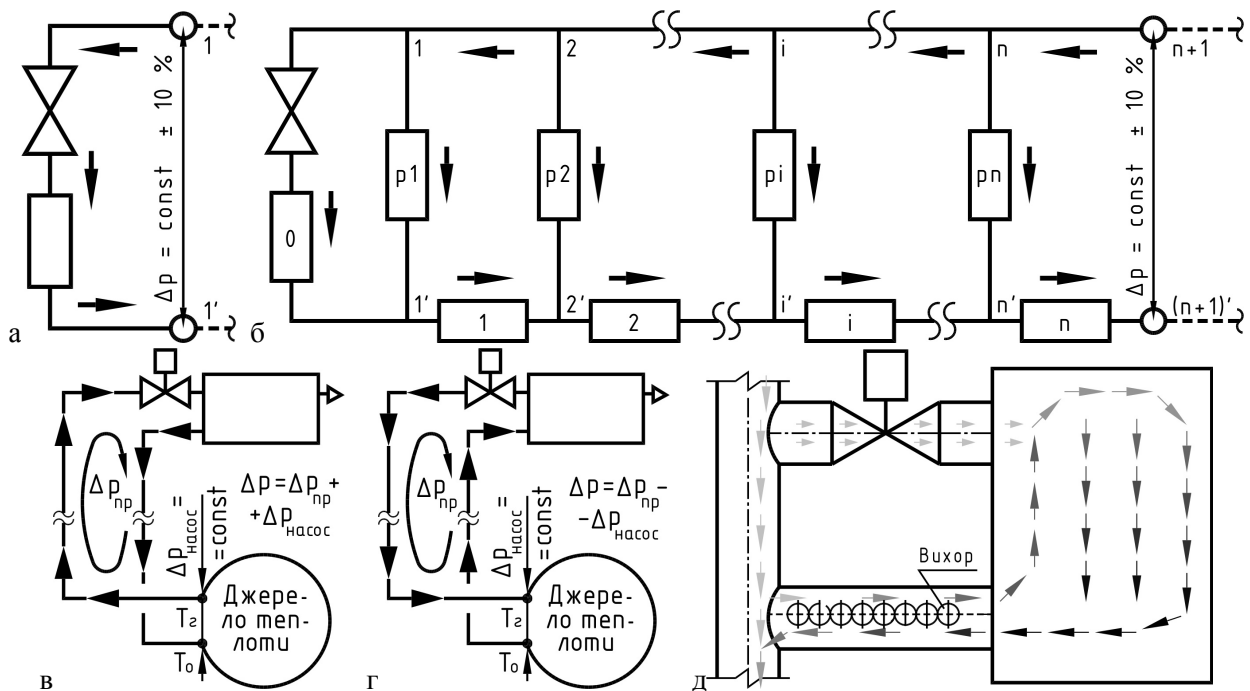


Рис. 1. Розрахункові схеми регульованої ділянки: а – одноконтурної; б – багатоконтурної; в – з природним тиском при циркуляції теплоносія в опалювальному приладі згори-донизу; г – те ж знизу-догори; д – залишкової теплопередачі

Єдиною причиною деформації витратної характеристики клапана є наявність інших гідравлічних опорів у системі. Найбільш сучасні системи водяного опалення будуються саме за одноконтурним принципом. Безпосередньо в термостатичному клапані Danfoss RA-DV вбудовано стабілізатор перепаду тиску, що його охоплює. Тобто регульована ділянка не виходить за межі термостатичного клапана, в якому теплоносій не встигає суттєво охолотитися. Однак, значна кількість двотрубних систем опалення побудована з використанням регуляторів перепаду тиску на приладових вітках, кожна з яких може охоплювати багатоповерхові квартири. Ще більш складними є однотрубні системи опалення, які потребують термомодернізації. У таких системах діють інші причини деформації витратних характеристик.

### **Додаткові деформації витратних характеристик та їхні причини**

За аналогією до похибок (основна і додаткова) пропонується називати *основною* деформацію витратної характеристики іншими опорами в даному циркуляційному кільці, а додатковою – *деформацію*, спричинену іншими факторами. Найбільш розповсюджена додаткова деформація спричинена паралельними ділянками. У роботах [3, 4] теоретично й експериментально показано, що в певних випадках вона може бути значущою, а в певних – ні. Однак, рекомендації щодо розрахунку витратної характеристики в багатоконтурних системах та випадки, коли ця деформація є значущою, не були надані. Будь-яка розгалужена мережа при розрахунку конкретного термостатичного клапана і при постійному положенні інших клапанів може бути зведена до рис. 1 б. Було створено алгоритм розрахунку витратної характеристики за рекурентними залежностями. У більшості правильно запроектованих двотрубних систем опалення вплив паралельних ділянок виявився незначним, що відповідає експериментальним даним [4]. Для сильно розгалужених регульованих ділянок з малим приведеним опором паралельних ділянок цей вплив є суттєвим і вимагає відповідного розрахунку.

Другим ефектом є вплив змінного природного тиску (рис. 1 в,г). На початку регульованої ділянки насосний тиск  $\Delta P_{насос} = const$ , Па. При закритті термостатичного клапана теплоносій охолоджується в опалювальному приладі глибше. При постійній температурі гарячого теплоносія  $T_g$ , К, температура зворотного теплоносія  $T_o$ , К, знижується. Це посилює природний тиск  $\Delta P_{пр}$ , Па. При циркуляції теплоносія в опалювальному приладі згори донизу (рис. 1 в) природний тиск посилює циркуляцію теплоносія та опирається закриттю клапана. При цьому якість регулювання погіршується. При циркуляції теплоносія знизу догори (рис. 1 г) природний тиск заважає циркуляції. При закритті клапана зменшення витрати поглиблюється, що, зазвичай, покращує регулювання.

Третій ефект – залишкова теплопередача опалювальних приладів у однотрубних системах опалення. При практично закритому клапані на верхній підводці, природного тиску достатньо для розшарування потоку в нижній підводці, що посилює циркуляцію (рис. 1 д). Виявлено, що для інженерних розрахунків витрату при практично закритому клапані можна вважати незмінною.

### **Висновки**

Для систем опалення необхідно враховувати деформацію витратних характеристик термостатичних клапанів не тільки під дією інших гідравлічних опорів циркуляційного кільця, але і від дії інших факторів, а саме, паралельних ділянок, природного тиску тощо.

### **Подяки**

Автор дякує компанії Danfoss за сприяння цій роботі та надання інформації щодо обладнання.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Пырков В. В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика / В. В. Пырков. – К.:ІІ ДП «Такі справи», 2010.-303с.
2. Ross Hans. Hydraulics of water heating systems / H. Ross 5-th ed. – Sankt-Petersburg: Peter, 2009. – 365 p.
3. Betschart, W. Hydronics in building technology / W. Betschart. - Zurich: Faktor Verlag AG, 2016. - 329 с.
4. Пырков В. В. Совершенствование теории регулирования автоматизированных систем обеспечения микроклимата / В. В. Пырков // Данфосс Info.– 2009.– No 1-2 .– С. 11-14.

***Мілейковський Віктор Олександрович*** – к.т.н., доц. кафедри теплогазопостачання і вентиляції, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, e-mail: v\_mil@ukr.net

***Mileikovskiy Viktor O.***, Ph. D (Eng.), Associate Prof., Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, e-mail: v\_mil@ukr.net