Theory and Building Practice

Vol. 1, No. 2, 2019

DOI 10.23939/jtbp2019.02.014

І. В. Бігун

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НАПІРНИХ РОЗПОДІЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ У РІЗНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра теплогазопостачання і вентиляції,
b_iryna77@ukr.net

© Бігун І. В., 2019

Розглянуто основні галузі застосування напірних розподільних трубопроводів дискретним шляховим роздаванням рідини. Це такі галузі: іригація (краплинне, внутрішньоґрунтове й поверхневе зрошення); водопостачання та водовідведення (трубчасті розподільні системи очисних споруд, протипожежні системи); енергетика (охолодження циркуляційної води в атомних і теплових електростанціях (бризкальні басейни та градирні); вентиляція (припливні системи); сільськогосподарська авіація (обприскування рослин); хімічне виробництво; машинобудування (паливні розподільні магістралі багатоциліндрових двигунів внутрішнього згоряння) тощо. Наведено схеми їх влаштування й описано принципи роботи.

У довгих розподільних трубопроводах напір уздовж потоку спадає, що спричиняє нерівномірність шляхового роздавання рідини. Однак, у переважній більшості виробничих процесів ставиться завдання забезпечення рівномірного роздавання рідини по усій довжині розподільного трубопроводу. Пошук способів зменшення шляхової нерівномірності роботи розподільних трубопроводів триває. Це актуальна наукова проблема, котру потрібно вирішити, розвиваючи методи розрахунку.

Ключові слова: напірні розподільні трубопроводи; шляхове роздавання рідини.

Вступ

Науковці та практики працюють над створенням методів інженерних розрахунків напірних[1] розподільних трубопроводів (РТ). Досвід показав, що найточніші методики проєктування РТ ґрунтуються на розв'язанні диференціального рівняння руху рідини зі змінною витратою [*Novoyan*, *1975*]. Такий підхід до вирішення цього завдання запропоновано в Київському національному університеті будівництва й архітектури [Kravchyk, 2004; Chernyshov, 2005]. Добру теоретичну базу закладено в Національному університеті "Львівська політехніка" [*Чернюк* , 2008, *Yakhno et al., 2016*]. Достатня кількість теоретичних розробок потребує експериментальної перевірки та впровадження у виробництво. У цій роботі наведено результати пошуку царин застосування напірних розподільних трубопроводів.

Мета роботи – описати галузі застосування напірних розподільних трубопроводів.

Галузі застосування напірних розподільних трубопроводів

Напірні розподільні трубопроводи (РТ) з дискретним шляховим роздаванням рідини входять до складу різних технічних систем. У переважній більшості виробничих процесів ставиться завдання забезпечити рівномірне роздавання рідини по усій довжині розподільного трубопроводу.

Іригація. Проблему рівномірності шляхового роздавання рідини можна пояснити на прикладі крапельного зрошення рослин (рис. 1) [*Dzyubenko*, *1975*]. Більший напір води H у довгому РТ реалізується на його початку. У нашому випадку це поливний трубопровід 6. З цієї причини найбільше води Q витікає крізь першу насадку: $Q = \mu\omega\sqrt{2gH}$. Далі, уздовж РТ, напір

[1] Напірними називають потоки рідин, оточені з усіх боків твердими стінками.

води *H* знижується і найменшого значення досягає на останній насадці. Внаслідок цього рослини на початку поливного трубопроводу отримують достатню (або надмірну) кількість води, а в кінці РТ-2 – недостатню. З цієї причини урожайність дерев уздовж поливного трубопроводу зменшуватиметься, і наслідком стане недоотримання урожаю. Забезпечення рівномірного шляхового роздавання уздовж РТ є важливим завданням гідромеханіки.

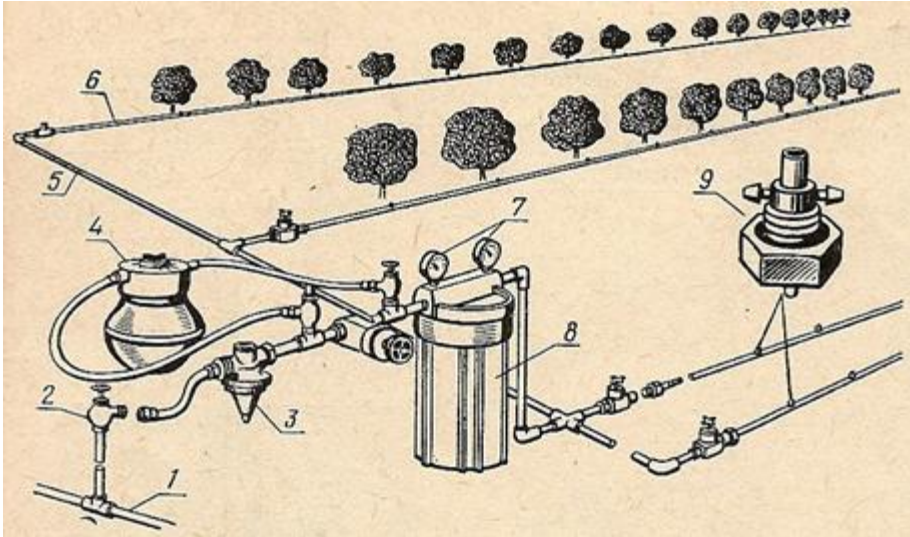

Рис. 1. Схема системи крапельного зрошення:
1 – магістральний трубопровід; 2 – засувка; 3 – регулятор тиску;
4 – ємність з добривами; 5 – розподільний трубопровід першого порядку (РТ-1);
6 – те саме, другого порядку (РТ-2, поливний трубопровід); 7 – манометри;
8 – фільтр; 9 – крапельниці (водовипускні насадки)

Роботу напірних РТ в іригації наочно демонструє дощувальна техніка, наприклад, колісний розподільний трубопровід, який є основою дощувальної машини “Волжанка” (рис. 2).

Рис. 2. Дощувальна машина “Волжанка”

Водопостачання та водовідведення. Напірні РТ застосовують для аерації води: а) у водопостачанні в очисних водопровідних спорудах з метою видалення з води гідроокису заліза, вільної вуглекислоти і сірководню; б) у водовідведенні в спорудах біологічного очищення стічних вод (аеротенках, аерофільтрах, біофільтрах) для забезпечення життєдіяльності мікроорганізмів (аеробних бактерій), які здійснюють мінералізацію розчинених у стічних водах органічних речовин та інших забруднень (рис. 3).

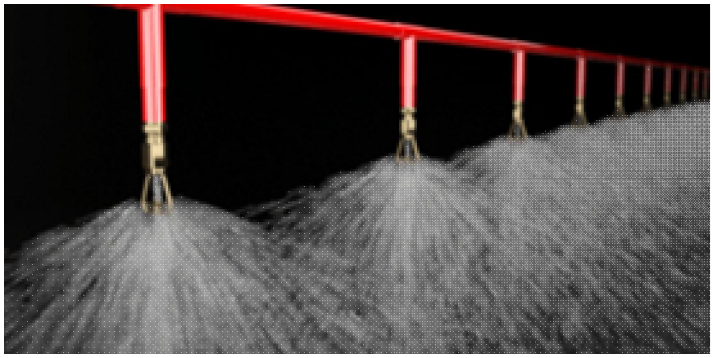

Рис. 3. Басейн для аерації води (автор світлини William Murphy)

Напірні РТ широко застосовують у *протипожежному водопостачанні*, зокрема у спринклерних (автоматичних) та дренчерних (напівавтоматичних) системах пожежогасіння (рис. 4). Порівняно з порошковими, аерозольними або газовими методами пожежогасіння вода є найбезпечнішим, надійним і дешевим вогнегасним засобом. До 90 % усіх пожеж гасять водою.

Водяні системи пожежогасіння є найдавнішими. Встановлюють їх там, де потоки води не можуть завдати значної шкоди – у школах, поліклініках тощо.

Рис. 4. Напірний розподільний трубопровід дренчерної системи пожежогасіння (світлину взято з сайта: https://ssbb.com.ua/uk/news/vodyani-sistemi-pozhezhogasinnya/)

У *каналізаційних системах* напірні РТ застосовують для розосередженого випуску стічних вод у ріки (рис. 5) [*Levitsky and Cherniuk,, 1992, Cherniuk, 1995*].

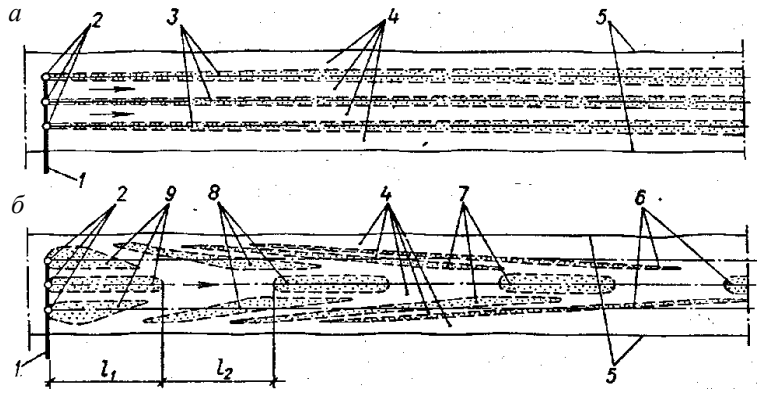

Рис. 5. Розосереджене випускання стічних вод у ріку:
а – безперервне випускання; б – скидання періодичними об'ємами:
1 – розподільний трубопровід; 2 – водовипуски;
3 – стічна вода; 4 – річкова вода; 5 – береги ріки;
6–9 – почергово скинені об'єми стоків, які відносить ріка

Імпульсне випускання стоків відокремленими об'ємами запобігає перевищенню гранично допустимих концентрацій локального забруднення річкової води біля водовипуску. Створюються умови для розбавлення стоків у річковій воді до допустимих норм.

Енергетика. Для охолодження циркуляційної води в атомних і теплових електростанціях (АЕС і ТЕС) з успіхом застосовують *бризкальні басейни* (рис. 6, *а*) та *градирні* (рис. 6, *б*). Основними елементами цих споруд є напірні РТ.

Рис. 6. Споруди для охолодження циркуляційної води в АЕС і ТЕС: а – бризкальний басейн на Ростовській АЕС (Росія, світлину взято з сайта: http://www.atomic-energy.ru/news/2016/10/20/69770); б – РТ з соплами-розпилювачами в градирні Гомельської ТЕЦ-2 (Білорусь, світлину взято з сайта: https://gomelnews.onliner.by/2013/08/01/sveta-i-tepla)

Турбіни АЕС і ТЕС також оснащені розподільними трубопроводами з напрямними соплами, котрі спрямовують струмені робочої пари на лопаті колеса турбіни.

Сонячні колектори деяких конструкцій містять розподільні трубопроводи та трубопроводи-збирачі, розміщені в одному корпусі. Розподільними трубопроводами холодна вода підводиться до пристрою, трубопроводами-збирачами – відводиться нагріта вода.

Припливна вентиляція забезпечує подавання чистого зовнішнього повітря у приміщення (рис. 7). Забруднене повітря видаляється крізь вентиляційні отвори, фрамуги, дефлектори. Цей вид механічної вентиляції застосовують у виробничих приміщеннях зі значним тепловиділенням і низькою концентрацією шкідливих речовин. Якщо немає необхідності підігрівати припливне повітря, то його пропускають безпосередньо у виробничі приміщення крізь обвідний канал 4.

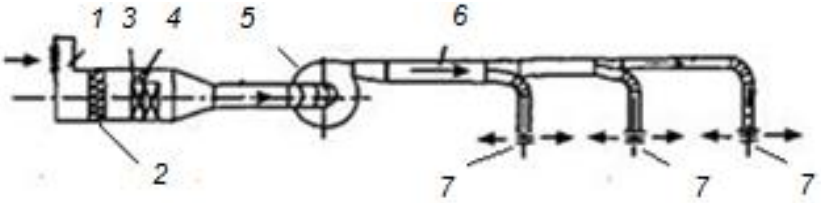

Рис. 7. Схема припливної механічної вентиляції: 1 – повітрозабірний пристрій; 2 – фільтр для очищення повітря; 3 – повітронагрівач; 4 – обвідний канал; 5 – вентилятор; 6 – розподільний трубопровід; 7 – припливні патрубки з насадками

У *сільськогосподарській авіації* напірні розподільні трубопроводи застосовують для обприскування рослин (рис. 8) [*Yakhno et al., 2016*].

У *водному транспорті* за допомогою напірних розподільних трубопроводів наповнюють водою шлюзи та великогабаритні доки для будівництва та ремонту суден.

Напірні РТ поширені й у інших галузях техніки, зокрема у *хімічній, нафтохімічній* і в *нафтовій* галузях (рис. 9) [*Danilov et al., 2004*].

Рис. 8. Розподільні трубопроводи в сільськогосподарській авіації (Cessna 188 AGWagon), Нова Зеландія; світлину взято з сайта: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cessna188AGWagonZKCSE.jpg)

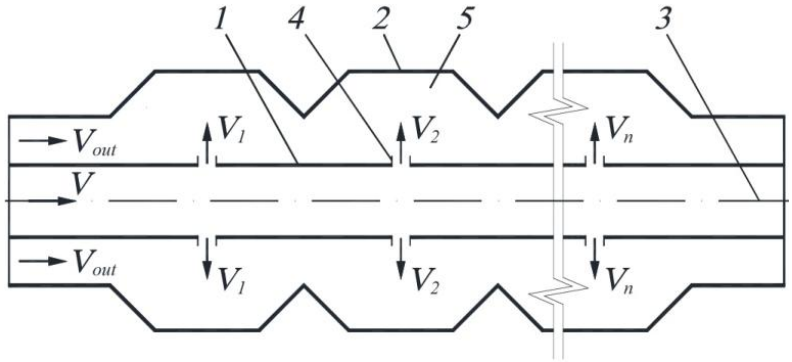

Рис. 9. Трубопровідний змішувач рідин:
1 – внутрішня труба (розподільний трубопровід);
2 – зовнішня труба; 3 – вісь змішувача;
4 – отвори в стінці; 5 – міжтрубний простір

У *машинобудуванні* паливні розподільні магістралі багатоциліндрових двигунів внутрішнього згоряння також представлені напірними розподільними трубопроводами (рис. 10), [*Yakhno et al., 2016*].

Рис. 10. Паливні системи двигунів внутрішнього згорання: а – випробовування розподільної магістралі бензинового двигуна; б – впорскування пального в циліндр дизельного двигуна

Поширення напірних РТ у різних виробництвах свідчить про актуальність завдання удосконалення методик їх розрахунку та розроблення засобів зменшення нерівномірності

шляхового роздавання рідини уздовж РТ. У Львівській політехніці винайдено спосіб регулювання шляхового роздавання рідини з напірних РТ з насадками [*Cherniuk et al., 2017*]. Ми досліджуємо вплив геометричних характеристик РТ і вихідних насадок на пропускну здатність останніх [*Bosak et al., 2019; Cherniuk et al., 2020; Bihun et al., 2019*], а також роботу напірних трубопроводів-збирачів [*Cherniuk et al., 2017*].

Висновки

Висвітлено проблему зменшення нерівномірності шляхового роздавання рідини з напірних розподільних трубопроводів. Вказано основні галузі застосування цих трубопроводів. Наведено схеми їх влаштування у низці технологічних процесів і пристроїв. Звернено увагу на те, що надійні методи гідравлічного розрахунку розподільних трубопроводів відсутні. Обґрунтовано актуальність наукової проблеми – зменшення нерівномірності роботи напірних розподільних трубопроводів. Вказано на необхідність удосконалення методик їх розрахунку.

Список літератури

Bosak N., Cherniuk V., Matlai I., and I. Bihun. (2019) Studying the mutual interaction of hydraulic characteristics of water distributing pipelines and their spraying devices in the coolers at energy units. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. No. 3.8 (99). P. 23-29. (DOI: 10.15587.1729-4061.2019.166309).

Danilov U. M., Muhametzjnova A. G., Kulmenteva E. I., and Petrovicheva E. A. (2004) Investigation of turbulent shift of two-component micsture in a pipe with periodically changing cross-section bulitin of Kasan technological university. No. 1, 172–179 p.

Dzyubenko D. V. (1975) Sprinkl irrigation in USA. Hydro engineering and melioration. No. 4, 97–109 p.

Kravchyk A. M. (2004) Wariable mass hydraulics for pressure pipelines of engineering system: manuscript for academic degree of Doctor of Technical Sciences: Hydraulics and Engineering Hydrology Kiev, 35 p.

Novoyan H. A. (1975) Examples of calculations of waterpassing stractures. Kiev. 148 p.

Chernyshov D. O. (2005) Influence of hydrodynamics of stream on charecteristics of work of distritutive pipelines: manuscript for academic degree of Candidate of Technical Sciences: Hydraulics and Engineering Hydrology Kiev, 20 p.

Levitsky B. F. and Cherniuk V. V. (1992) Authors certificate 1756483 USSA, MKI E 03F 1.00, 5.12. Device for sewage water discharche . No. 4806326.29; Submitted 30.03.90. Published. 23.08.92. Bul. No. 31, 4 p.

Cherniuk V. V. (2008) Method of calculation of pressure of distributive pipeline (V. V. Cherniuk) Applied hydromechanics (Institute of Hydromechanics, Academy of Sciences of Ukraine) 2008.T. 10 (82), No. 3. 65–76 p.

Cherniuk V. V. and Ivaniv V. V. (2017) Patent for invention No. 115840 Ukraine, MPK G05D 7.00, F17D 1.02, F17D 1.08. Way of regulation of fluid flow along the path in pipeline with nozzles. Lviv Politechnic National University. No. a 2016 11498; Submited 14.11.2016; Published 26.12.2017, 5 p.

Cherniuk V. V., Ivaniv V. V., Bihun I. V., and Wojtowicz Ja. M. (2019) Coefficient of Flow Rate of Inlet Cylindrical Nozzles with Lateral Orthogonal Inflow . Proceedings of CEE 2019. Advances in Resource-saving Technologies and Materials in Civil and Environmental Engineering. Springer. Nature Switzerland AG 2020, 50–57 p. (https://doi.org/10.1007/978-3-030-27011-7_7).

Yakhno O. M., Cherniuk V. V., and Hnativ R. M. (2016) Pressure streams with wariable characteristics monography. Lviv Politechnic National University.408 p.

Cherniuk V. V. (1995) Water discharge of periodic action (Cherniuk V.). Problemy budownictwa i inżynierii środowiska. Cz. II. Inżynieria Środowiska: praci IV naukowej konferencji Rzeszowsko-Lwowskej. 15–16 wresień 1995. – Rzeszów (Poland): Politechnika Rzeszowska, S. 9–14.

Bihun I. V., Ivaniv V. V., and Cherniuk V. V. (2019) Coefficients of flow rate of nozzles with lateral inlets installed in pressure distributive pipelines . III International scientific and technical conference Water supply and drainage design, construction, operation, monitoring. Lviv Politechnic National University, 256–258 p.

Volodymyr Cherniuk and Vasyl Ivaniv (2017) Influence of Values of Angle of Jet-joining on Non-uniformity of Water Inflow Along the Path in Pressure Collector-Pipeline “Environmental Engineering”, 10th International Conference. Vilnius Gediminas Technical University Lithuania, 27–28; April 201. 7 p. (eISSN 2029-7092.eISBN 978-609-476-044-0; Article ID: enviro.2017.073).

Iryna Bihun
Lviv Politechnic National University,
Department of Heat and Gas Supply and Ventilation

PECULIARITIES OF APPLICATION PRESSURE DISTRIBUTIVE PIPELINES IN DIFFERENT ENGINEERING SYSTEMS

© Bihun I., 2019

Main fields of application of pressure distributive pipeline are presented. Schemes for construction of distributive pipelines in a range of technological processes and in devices are suggested. Also, the principle of their operation is described. Pressure distributive pipelines with discrete dispensation of fluid along the path are applied in the following spheres: irrigation (sprinkler, subsoil, and surface irrigation); water supply and water removal (tubular distributive systems of purificatory structures, dispersed outlets of purified sewage waters, fire-fighting systems); power engineering (cooling of circulating water in nuclear and thermal power plants (spray ponds and cooling towers) solar collectors); ventilation (tide systems); agricultural aviation (spraying of plants); mechanical engineering (fuel distributive main-pipelines of multi-cylinder internal combustion engines); chemical industry; water transport (distributive systems of water-filling for floodgates and large-sized docks); and others.

In long distributive pipelines, there takes place decrease in fluid head along the stream. This causes a decrease in fluid dispensation along the path. In majority of cases of industrial processes, a problem of ensuring of reduction of non-uniformity of fluid dispensation along the whole length of the distributive pipeline arises. The search of ways of reduction of non-uniformity of operation of distributive pipelines still continues. The wide-spread application of enforced streams with variable flow rate fluid flows as well as the absence of reliable techniques of their calculation indicates the urgency of the problem. The authors of this article and those of other publications work on solution of this problem. A way of regulation of fluid dispensation along the path from equipped with nozzles pressure distributive pipelines has been invented. The aim of the author`s works is experimental checking and substantiation of the previously suggested methods for regulating the operation of pressure distributive pipelines.

Key words: pressure distributive pipeline; variable flow rate fluid flow.