

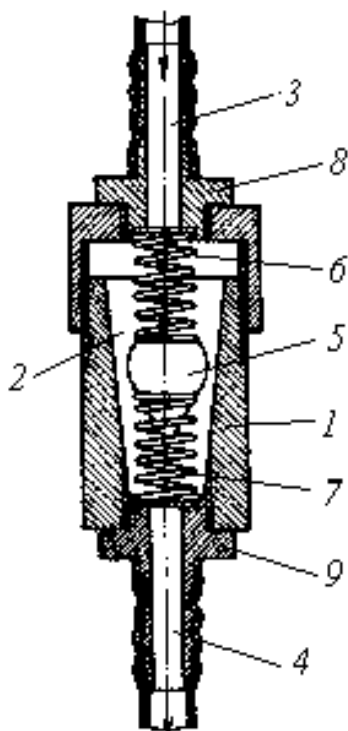
## РЕГУЛЮВАННЯ ВИТРАТ СЕРЕДОВИЩ У ТРУБОПРОВОДАХ ЗМІНЮВАННЯМ ПАРАМЕТРІВ ПРОТОЧНИХ КАНАЛІВ

**В.В. Чернюк**

ДУ "Львівська політехніка", м. Львів

### ВСТУП

Витрата є одним із визначальних параметрів, регулюванням якого здійснюють керування потоками рідин і газів у трубопровідних системах. Способи змінювання витрати численні. Можна виділити три основні групи способів регулювання витрат середовищ у трубопроводах: а) дія на потік; б) змінювання параметрів проточних каналів; в) зміна



властивостей транспортованого середовища.

### МЕТА РОБОТИ

Огляд і класифікація способів регулювання витрат рідин і газів у трубопроводах змінюванням параметрів проточних каналів.

### ДРОСЕЛЮВАННЯ

Дроселювання потоку здійснюється за допомогою засувки, вентилів, кранів, клапанів, регуляторів тиску, дросельовальної арматури. Регулювання цим способом буває двопозиційним (відкрито—закрито), багатопозиційним і безперервним [1].

Дроселювання надзвичайно поширене і є складовим елементом багатьох способів регулювання витрати [2, 3] та реалізоване в численних конструкціях регуляторів і стабілізаторів витрати, як от [2 – 5], (рис. 1) [4].

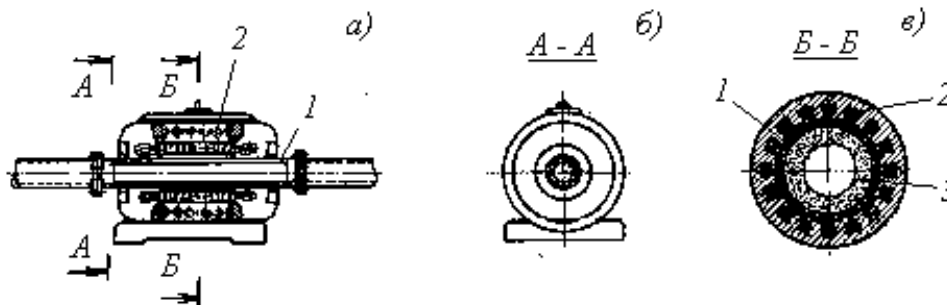
*Рисунок 1 - Стабілізатор потоку: 1 – корпус; 2 – робоча порожнина; 3, 4 – відповідний і відвідний канали; 5 – регулювальний елемент; 6, 7 – пружини; 8, 9 – штуцери [4]*

Дроселювання без контакту з потоком середовища досягається осаджуванням на стінках трубопроводу транспортованого середовища, наприклад, феромагнітних частинок залізорудної пульпи в магнітному полі (рис. 2) [6]. При протіканні пульпи по ділянці

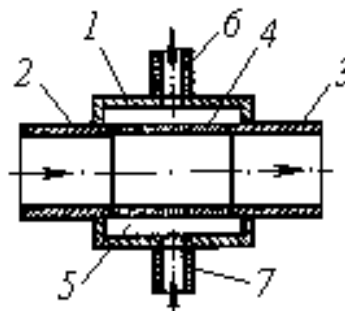
трубопроводу, виготовленої з немагнітного матеріалу, на неї діють обертовим магнітним полем. Під його впливом частинки пульпи починають обертатися навколо осі труби. Відцентрова сила притискає їх до стінок трубопроводу, де вони відкладаються тонкими шарами й утримуються магніторушійною силою, чим зменшується живий переріз потоку, а отже і його витрата. Для збільшення останньої послаблюють параметри магнітного поля. Зовнішні шари частинок змиваються потоком. Процес проходить у зворотному напрямку. Для створення обертового магнітного поля може використовуватися статор асинхронного двигуна, через який пропущений трубопровід.

Запірання трубопроводу, на відміну від дроселювання, є лише двопозиційним регулюванням. У пневмо- та гідротранспорті дрібнозернистих, порошкоподібних і пилеподібних матеріалів із абразивними властивостями з метою запобігання швидкому зношуванню запірною пристроєм перекривання трубопроводу здійснюють корком, утвореним із самого транспортованого середовища (рис. 3) [7]. Для цього в трубопроводі встановлюють ділянку труби 4 з пористими стінками і відсмоктують через неї транспортований агент. Частинки сипкого матеріалу, подолавши по інерції деяку відстань, осідають шарами на пористій стінці, утворюючи в трубі щільний корок. Для його руйнування зовні через пористу ділянку 4 в трубопровід подають під тиском транспортований агент.

При транспортуванні розплавлених металів (рис. 4) [8] або рідко-металевих теплоносіїв



[9] запирання магістралі 1 досягають охолодження її ділянки, пропущеної через камеру 2 з холодоагентом. Утворюється надійне герметичне перекривання трубопроводу корком, сформованим з транспортованого середовища. Для відкриття течії припиняють подачу холодоагенту та прогрівають, наприклад, електрострумом камеру з пропущеною через



неї ділянкою трубопроводу.

Рисунок 2 - Пристрій для регулювання витрати пульпи: а - схема пристрою; б - розріз А-А; в - переріз Б-Б: 1 - немагнітна ділянка трубопроводу; 2 - електромагнітна система; 3 - пульпа [6]

Рисунок 3 - Запірний пристрій (для порохоподібних матеріалів): 1 - корпус; 2,3 - вхідний і вихідний патрубків; 4 - пористий патрубок; 5 - порожнина; 6 - патрубок від джерела вакууму; 7 - те ж, тиску [7]

Обернена задача розв'язується при збиранні обводненої нафти на промислах за умов мінусових температур зовнішнього середовища, коли аварійна чи навмисна зупинка свердловини супроводжується замерзанням її продукції в надземному трубопроводі, та подальшим ви-мушенням тривалим її простоєм (рис. 5) [10]. Останнього уникають виготовленням трубопроводу із вставленим в середину еластичним рукавом так, що між їхніми поверхнями утворюється допоміжний кільцевий канал, який наповнюють під тиском агентом, що не замерзає, наприклад, відсепарованим попутним газом. Отже, зупинка свердловини в умовах низьких температур завершується утворенням льодового корка лише в еластичному рукаві без руйнування трубопроводу. В процесі пуску свердловини зростає тиск перед льодовим корком, еластичний рукав розширюється та відривається від поверхні останнього. Продукція свердловини з підвищеною температурою обмиває льодовий корок і розтоплює його. Течія в трубопроводі відновлюється.

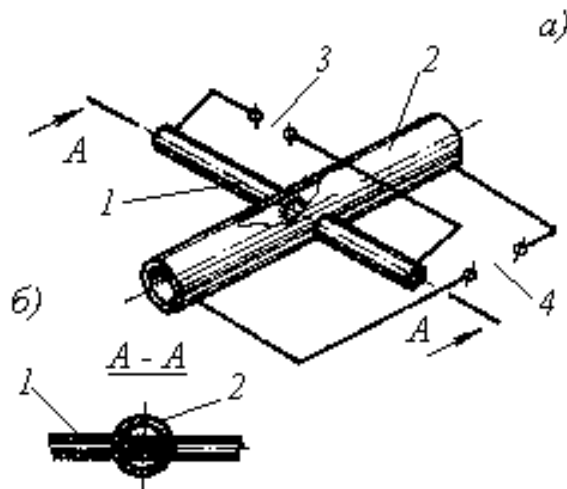


Рисунок 4 - Запірний пристрій (для розплавлених металів): а - схема пристрою; б - розріз А-А: 1 - трубопровід; 2 - труба з холодоагентом; 3, 4 - джерела електроживлення [8]

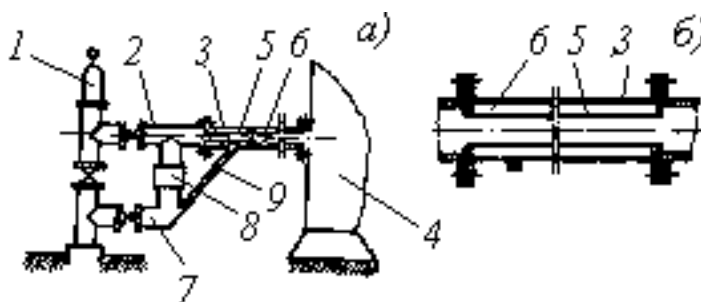


Рисунок 5 - Система збору обводненої нафти: а - загальна схема; б - трубопровід: 1 - гирло свердловини; 2 - центральний викид; 3 - трубопровід; 4 - установка підготовки нафти; 5 - еластичний рукав; 6 - порожнина; 7 - подача газу із затрубного простору свердловини; 8 - зворотний клапан; 9 - патрубок [10]

В системах, де необхідна швидка дія запірної пристрою та надійне перекривання трубопроводу, застосовують запірні пристрої одноразової дії, що керуються піропатронами. При запалюванні вибухової речовини утворюються продукти згоряння, під тиском яких рухається запірний орган. Це прості за конструкцією пристрої [11], однак їхня швидкодія може стати причиною гідравлічного удару в системі і, як наслідок, її руйнування, якщо не передбачити захисних заходів, наприклад, встановлення

компенсатора гідравлічного удару. Запірний пристрій з піроавтоматикою здебільшого непридатний для повторного використання [12].

Запирання трубопроводу деформацією його стінок, як от, в шлангових клапанах [1], дозволяє багаторазово повторювати цикл перекривання–відкривання при малій затраті часу на його реалізацію.

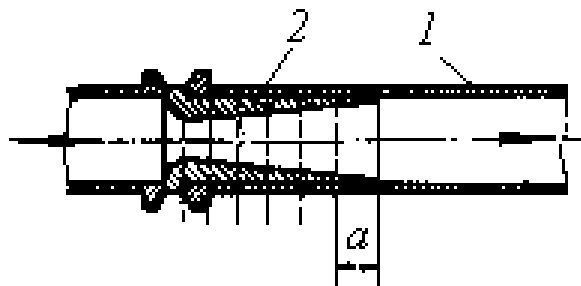
Змінювання поздовжнього перерізу каналу досягається в першу чергу обробкою його внутрішньої поверхні, скажімо, видаленням осадів і відкладень у водопровідних і каналізаційних мережах [13,14], снігольодових, гідратних та нафталінових закупорок у газопроводах [13], накипу в системах теплопостачання, відкладень парафіну в нафтопроводах після тривалої експлуатації їх у несприятливих умовах, чим відновлюються проектні чи близькі до них параметри трубопроводів. Відповідно зростає їхня пропускна здатність. Прочищення трубопроводів проводять залежно від конкретних умов гідродинамічним, гідравлічним, гідропневматичним, механічним, хімічним [13, 14] способами, а також з використанням гідродару, електрогідравлічного ефекту, ультразвуку та ін.

При налагодженні за витратною характеристикою роботи нових пневмогідравлічних магістралей інколи застосовують механічне оброблення для розширення найвужчого перерізу звужувального пристрою чи для вкорочення дросельного каналу. Однак таке регулювання трудомістке і ведеться лише в бік збільшення витрати. Зворотний процес виключається.

*Рисунок 6 - Пристрій для зміни гідравлічного опору магістралі: 1 – трубопровід;*

*2 – елементи сопла Вентурі [15]*

Дещо швидше двонаправкове регулювання забезпечує збір каналу із змінних елементів, наприклад, у вигляді звужувального пристрою типу сопла Вентурі, що монтується в трубопроводі із окремих кілець (рис. 6) [15]. Послідовним почерговим видаленням нижніх, за течією, кільцевих елементів укорочують вихідний дифузор сопла. Одночасно



зменшується діаметр його кінцевого перерізу, що з кожним наступним вкороченням дифузора пересувається проти течії до горловини сопла. Гідравлічний опір проточного каналу при цьому зростає, а витрата потоку спадає. Нарощування демонтованих частин дає зворотний ефект.

Гідравлічний опір гнучкої капілярної трубки регулюється в дуже малих діапазонах зміною її поздовжньої кривини (рис. 7) [16].

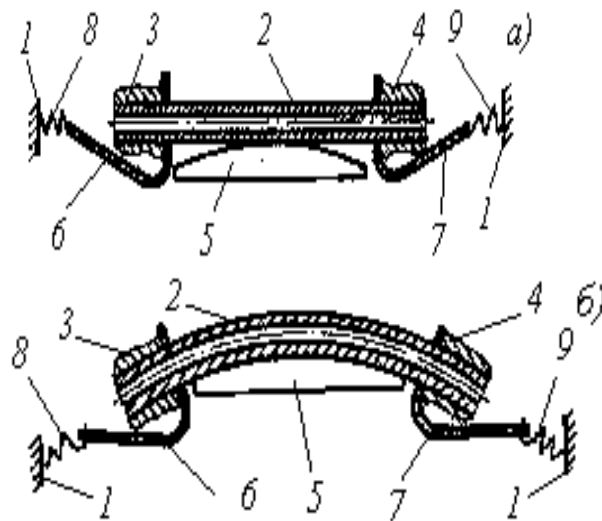
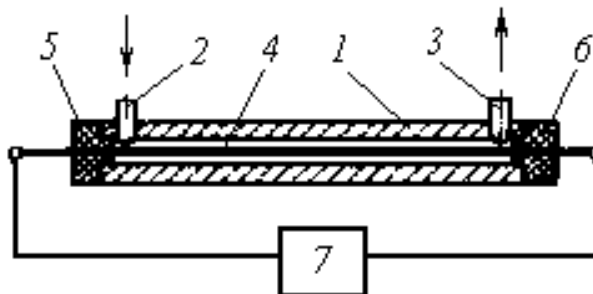


Рисунок 7 - Регульований пневмогідродросель: а - у вихідному положенні; б - у зігнутому: 1 - корпус; 2 - гнучка капілярна трубка; 3, 4 - вхідний і вихідний патрубки; 5 - сегментний кулачок; 6, 7 - тяги; 8, 9 - пружини [16]

Регулювання витрати газу в капілярі, що містить співвісний металевий стрижень, досягається нагріванням останнього, наприклад, пропусканням по ньому електричного струму (рис. 8) [17]. При підвищенні температури збільшується діаметр стрижня, отже зменшується „живий” переріз кільцевого потоку, утвореного між зовнішньою поверхнею стрижня, та внутрішньою – капіляра, а також зростає в’язкість газу. В результаті витрата його зменшується. Із остиганням стрижня пропускна здатність кільцевого капілярного каналу відновлюється.

Рисунок 8 - Пристрій для регулювання витрати газу: 1 - трубка; 2, 3 - вхідний і вихідний патрубки; 4 - металевий стрижень; 5, 6 -



ізолятори; 7 - джерело струму [17]

#### ВИСНОВКИ

Найпоширенішими є способи регулювання витрати, які містять локальне змінювання проточних каналів, як от, дроселювання чи запирання потоку. Вони охоплюють широкий діапазон витрат. Застосовують інколи збирання каналу із змінних елементів. При малій або дуже малій зміні витрат середовищ використовують модифікування поздовжнього перерізу трубопроводу, як от, змінювання його поздовжньої кривини, нагрівання стінок. Всі ці методи забезпечують як зменшення, так і збільшення витрат. При механічній обробці стінок лише збільшують пропускну здатність магістралі.

#### SUMMARY

The methods of a liquid discharge regulation in pipelines are divided into three main groups: a) effect on a stream; b) modification of the flowing channel's parameters; c) modification of a transported liquid's properties. In the given article the review and classification of the liquids and gases discharge regulation methods by a modification of the flowing channels parameters are presented.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гуревич Д.Ф., Шпаков О.Н. Справочник трубопроводной арматуры.- Л.: Машиностроение, 1987.- 518 с.
2. А.с. 756362 СССР, МКИ G 05D 7/00. Способ регулирования расхода жидкости и газа и устройство для его осуществления / В.С. Кирсанов, А.А. Казанцев, Ю.М. Шустров и др. (СССР).- № 2528173/18-24; Заявлено 19.09.77; Опубл. 15.08.80, Бюл. № 30. – С.266.
3. Заявка 63-52280 Япония, МКИ F 17D 3/01, G 05D 7/01. Способ и устройство для регулирования расхода текущей среды/ Осака Гасу К.К., К.К. Кёсэй (Япония).- № 54-106523; Заявлено 20.08.79; Опубл. 30.03.81; РЖ Изобретения..., Вып. 95, 1989, № 8. – С.14.
4. А.с. 892042 СССР, МКИ F 15D 1/08. Стабилизатор потока/ И.Ф. Игнатченко (СССР).- № 2828656/25-06; Заявлено 17.09.79; Опубл. 23.12.81, Бюл. № 47.– 2 с.
5. Пат. 1442091 СССР, МКИ G 05D 7/01. Регулятор расхода/ Винфрид Жан Вердинг (Германия).- №3146191/22-24; Заявлено 05.04.82; Приоритет Швейцария 11.01.82; Опубл. 30.11.88, Бюл. №44. – С. 280.
6. А.с. 354212 СССР, МКИ F 17D 1/10, G 05d 7/06. Способ регулирования расхода пульпы / Н.В. Ганицкий, А.С. Давидкович, Г.И. Корнилов (СССР).- № 1411172/29-14; Заявлено 02.03.70; Опубл. 09.10.72, Бюл. № 30. – 2 с.
7. А.с. 651164 СССР, МКИ F 16K 9/00. Устройство для запираания транспортного трубопровода/ В.Н. Дмитриев, В.А. Мальцев (СССР).- № 2406018/25-18; Заявлено 20.09.76; Опубл. 05.03.79, Бюл. № 9.– 2 с.
8. А.с. 396508 СССР, МКИ F 16K 9/00, F 16K 49/00. Запорное устройство для ма–гистралей с быстротвердеющей рабочей средой/ Р.Н. Хомич, В.Г. Панкратов, С.Н. Огородников и др. (СССР).- № 1662912/25-8; Заявлено 11.05.71; Опубл. 29.08.73, Бюл. №36. – 2 с.
9. А.с. 966374 СССР, МКИ F 16K 9/00, F 16K 49/00. Устройство для перекрытия трубопровода/ В.А. Кутанов, А.Е. Коровин, А.С. Омельченко, В.М. Кузнецов (СССР).- № 3224026/25-08; Заявлено 26.12.80; Опубл. 15.10.82, Бюл. № 38. – 2 с.
10. А.с. 642573 СССР, МКИ F 17D 1/05. Герметизированная система сбора и под–готовки обводненной нефти/ Н.С. Маринин, В.А. Афанасьев, В.С. Журавлев (СССР).- №2522046/25-08; Заявлено 29.08.77; Опубл. 15.01.79, Бюл. № 2. – 2 с.
11. Заявка 3817976 ФРГ, МКИ F 17D 5/02, F 16L 55/10, A 62C 2/04. Vorrichtung zum schnellen verschließen von strömungsfähigen Medien enthaltenden Rohrleitungen/ Freund Hans-Ulrich; Honcia Günter; Hollenberg Klaus (ФРГ); Battelle-Institut ev, Frank–furt.– Заявл. 27.05.88; Опубл. 30.11.89; РЖ Изобретения..., Вып. 95, 1990, № 7. – С.6.
12. Беляев Н.М., Уваров Е.И., Степанчук Ю.М. Пневмогидравлические системы. Расчет и проектирование: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Н.М. Беляева.– М.: Высш. шк., 1988. – 271 с.
13. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения: Spra–вочник/ Под ред. В.Д. Дмитриева, Б.Г. Мишукова.– Л.: Стройиздат, 1988. – 383 С.
14. Хоружий П.Д., Ткачук А.А., Батрак П.И. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации: Справочник. – К.: Будівельник, 1993. – 232 с.
15. А.с. 394590 СССР, МКИ F 15D 1/08. Способ изменения гидравлического сопро–тивления магистрали/ А.И. Сухов, А.И. Бондарь (СССР).- № 1703316/24-6; Заявлено 21.09.71; Опубл. 22.08.73, Бюл. № 34. – 2 с.
16. А.с. 1146486 СССР, МКИ F 15C 1/04. Регулируемый пневмогидродроссель/ Г.П. Смирнов (СССР).- № 3518307/24-24; Заявлено 03.12.82; Опубл. 23.03.85, Бюл. № 11. – 2 с.
17. А.с. 479892 СССР, МКИ F 15D 1/02, G 01N 31/08. Устройство для регулиро–вания расхода газа/ Ф.Г. Леенсон, А.М. Зеликман, Ф.М. Маркелов, А.В. Машбиц (СССР)– № 1915784/26-25; Заявлено 28.04.73; Опубл. 05.08.75, Бюл. № 29. – 2 с.