

УДК 621.22

## УДОСКОНАЛЕННЯ ГАСИТЕЛЯ ПУЛЬСАЦІЙ ТИСКУ РІДИНИ В ТРУБОПРОВОДІ

Гречка І.П., к.т.н.

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

Тел. (057) 707–61–28,

Свинаренко М.С., інж.

*Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури*

Тел. (057) 700–02–46

**Анотація** – в роботі описано розроблений гідравлічний гаситель пульсацій тиску рідини в трубопроводі, який дозволяє забезпечити високий коефіцієнт гасіння пульсацій тиску у широкому діапазоні зміни витрати і тиску в гідравлічній системі та автоматичне підстроювання до їх зміни.

**Ключові слова** – гідравлічний гаситель, пульсації тиску, коефіцієнт гасіння, частота пульсацій.

*Постановка проблеми.* Використання гідравлічних гасителів пульсацій тиску в сучасних об'ємних гідроагрегатах дозволяє зменшити шум та вібрацію, що виникають при їх роботі, значення яких регламентовано відповідними Держстандартами, покращити умови праці та підвищити надійність. При розробці таких гасителів виникає науково-технічна задача – підвищення коефіцієнтів гасіння пульсацій тиску, забезпечення автоматичного підстроювання до змінних в часі параметрів гідравлічної системи у широкому діапазоні їх зміни та зменшення габаритів. Вирішення цієї задачі дозволить підвищити показники технічного рівня та конкурентоспроможність об'ємних гідроагрегатів.

*Аналіз останніх досліджень.* Відомий гідравлічний демпфер [1], що містить корпус із центральною трубкою й дроселюючий елемент, у якому для підвищення ефективності гасіння коливань рідини й зменшення габаритів демпфера, у корпусі паралельно центральній трубці, з дроселюючим елементом, вмонтовані пружні елементи, у кожному з яких встановлена непроникна перегородка.

Недоліком цього гідравлічного демпфера є те, що гасяться тільки високочастотні пульсації, а також нема автоматичного підстроювання до змін пульсацій рідини, крім того, цей пристрій має складну конструкцію, великі габарити. Відомий також гаситель коливальної рідини [2], що містить корпус, внутрішній об'єм якого розділений непроникною стінкою на дві камери, що сполучаються між собою через циліндричну трубу, в якій з метою зниження граничної частоти гасіння пульсацій рідини, при одночасному збереженні габаритів і ваги гасителя, розділова непроникна стінка між його камерами виконана пружною.

До недоліків цього пристрою відноситься вузький діапазон частот коливальної рідини, що гасяться, тому що пружний елемент із постійною жорсткістю (сильфон) не забезпечує автоматичного підстроювання своєї амплітуди коливальних до змін тиску в гідравлічній системі, що змінюється при зміні навантаження та спрацювання гідравлічної апаратури та виконавчих механізмів, крім того, він має великі габарити та складну конструкцію.

Є також відомий гаситель пульсацій тиску рідини, типу паралельного резонансного контуру [3], що містить центральну трубу, що розміщена в корпусі, перегородку, встановлену перпендикулярно осі центральної труби, яка розділяє корпус та центральну трубу на частини, проточні камери, які утворені центральною трубою та перегородкою, отвори, які виконані в центральній трубі та сполучають центральну трубу з проточними камерами, пружні блоки, які встановлені в центральній трубі по обидві сторони перегородки, в яких пружні блоки виконано у вигляді підпружинених поршнів.

Особливістю даного гасителя є виконання пружних блоків у вигляді поршнів, закріплених на пружинах, які гасять пульсації тиску у високому діапазоні частот. У процесі роботи такого гасителя може виникнути перекошення поршнів, викликане несиметричною дією сил з боку пружини, що, у свою чергу, викликає збільшення сили тертя. Це знижує чутливість системи до змін пульсацій рідини, а в окремих випадках може призвести до заклинювання поршню. Крім того, наявність навіть малих радіальних зазорів між центральною трубою та поршнем, закріпленим на пружині, призведе до того, що камера за поршнем буде заповнена рідиною, жорсткість якої в декілька разів перевищує жорсткість пружини, що ставить взагалі під сумнів працездатність такої конструкції.

Найбільш близьким за технічною сутністю до розробленого нами гасителя пульсацій рідини в трубопроводі є гаситель, що містить вхідний та вихідний парубки, центральну трубу, що

розміщена в корпусі, перегородку, встановлену перпендикулярно осі центральної труби, яка розділяє корпус та центральну трубу на частини, проточні камери, які утворені корпусом, центральною трубою та перегородкою, отвори, які виконані в центральній трубі та сполучають центральну трубу з проточними камерами, утвореними центральною трубою та корпусом, внутрішні патрубки, які з'єднують між собою проточні камери, утворені центральною трубою, корпусом та перегородкою, пружні блоки, виконані у вигляді сільфонів або розміщених один в одному двох (трьох) сільфонів, і які встановлені в центральній трубі по обидві сторони перегородки [4].

Особливістю даного гасителя є виконання пружних елементів у вигляді сільфонів або розміщених один в одному двох (трьох) сільфонів, або розміщеної у сільфоні пружини.

Недоліком даного гасителя є нездатність забезпечити високий коефіцієнт гасіння пульсацій тиску у широкому діапазоні зміни витрати і тиску в гідравлічній системі, підстроювання до їх зміни та великі габарити. Це обумовлено тим, що підстроювання до зміни витрати і тиску в гідравлічній системі в цьому гасителі відбувається тільки за рахунок зміни об'єму проточних камер, які утворені центральною трубою та перегородкою, що позначається на його габаритах.

Проведений нами аналіз літературних джерел виявив, що на сьогодні відсутній гаситель пульсацій тиску, який забезпечує автоматичне підстроювання до змінних в часі параметрів гідравлічної системи у широкому діапазоні та має малі габарити.

*Мета статті.* Метою статті є створення гасителя пульсацій тиску, який забезпечує високий коефіцієнт гасіння пульсацій тиску у широкому діапазоні зміни витрати і тиску в гідравлічній системі, автоматичне підстроювання до їх зміни та має менші габарити.

*Удосконалений гаситель пульсацій тиску рідини в трубопроводі.* Аналіз схемних рішень та виявлені особливості робочого процесу гасителя пульсацій тиску дозволили розробити його перспективну схему, яка базується на сучасній концепції їх побудови (рис. 1) [5].

Така конструкція гасителя, на відміну від відомих, дозволяє змінювати гідравлічні опори між проточними камерами, утвореними центральною трубою та корпусом, величина якого залежить від середнього значення та пульсацій тиску, внутрішнього діаметра кілець, зовнішнього діаметра та жорсткості сільфона та відстанню між кільцями та першими гофрами сільфонів. Це дозволяє розширити діапазон автоматичного підстроювання гасителя до зміни витрати і тиску в гідравлічній системі,

забезпечити високий коефіцієнт гасіння пульсацій тиску та зменшити його габарити.

Гаситель пульсацій тиску рідини працює наступним чином. Після насоса робоча рідина з частотою пульсацій тиску, кратній частоті обертання приводного електродвигуна, помноженій на кількість робочих органів насоса, подається у вхідний патрубок 3 гасителя пульсацій тиску і далі в камеру 2. В проточній камері 2 частина акустичної енергії від насоса накопичується і потім ця ж частка енергії повертається назад до насоса, завдяки чому відбувається часткове гасіння пульсацій тиску рідини.

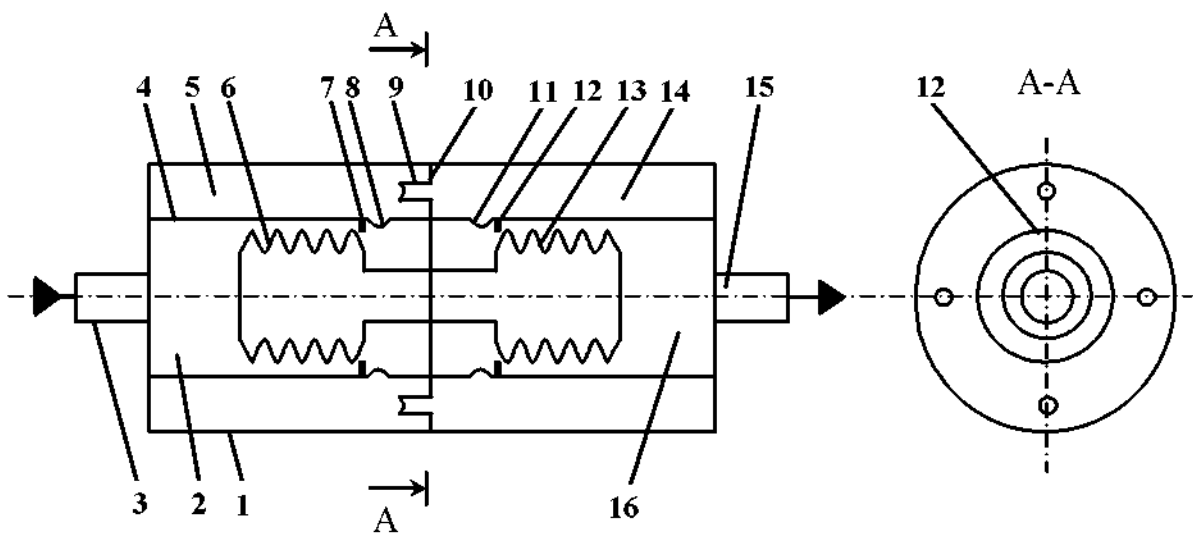


Рис. 1. Принципова схема гасителя пульсацій тиску рідини в трубопроводі:

1 – корпус; 2, 5, 14, 16 – проточні камери; 3 – вхідний патрубок; 4 – центральна труба; 6 і 13 – сильфони; 7 і 12 – кільця; 8 і 11 – отвори; 9 – внутрішні патрубки; 10 – перегородка; 15 – вихідний патрубок

З камери 2 робоча рідина проходить через регульований опір – кільцеву щілину між першим гофром сильфона 6 та кільцем 7, величина якої змінюється разом зі зміною тиску в центральній трубі 4, отвори 8 та надходить в проточну камеру 5, утворену центральною трубою 4 і корпусом 1. При проходженні робочої рідини через регульований опір відбувається часткове гасіння пульсацій тиску та підстроювання параметрів гасителя до зміни витрати і тиску в гідравлічній системі. В проточній камері 8 частина акустичної енергії знову накопичується і потім повертається назад до камери 5, відбувається часткове гасіння пульсацій тиску рідини.

При проходженні рідини крізь короткі внутрішні патрубки 9, знову відбувається часткове гасіння пульсацій тиску, тепер за рахунок інерційного опору каналів патрубків 9. З каналів патрубків 9 робоча рідина потрапляє в проточну камеру 14, в якій знову відбувається часткове гасіння пульсацій тиску, аналогічно як і у проточній камері 5. З проточної камери 14 робоча рідина через другий регульований опір – кільцеву щілину між першим гофром сільфона 13 та кільцем 12, потрапляє в камеру 16, в якій також відбувається часткове гасіння пульсацій тиску, аналогічно як і у проточній камері 2. З порожнини 16 робоча рідина потрапляє у вихідний патрубок 15 і далі в гідравлічну систему.

Таким чином, зменшення пульсацій тиску на виході з гасителя досягається за рахунок одночасного прояву акумулюючих властивостей проточних камер 2, 5, 14, 16 і інерційних властивостей коротких внутрішніх патрубків 10 та регульованих опорів, утворених кільцевими щілинами між першими гофрами сільфонів 6 і 13 та кільцями 7 і 12. Крім того, при пульсуючій течії рідини в проточних камерах 2 і 16 гасителя і з'єднуючих їх регульованих опорів, утворених кільцевими щілинами між першими гофрами сільфонів 6 і 13 та кільцями 7 і 12, виникає інерційний перепад тисків, що змінюється за періодичним законом. Під дією цього перепаду тисків коливаються сільфони 6 і 13, генеруючи за рахунок свого руху витрату, що змінюється також за періодичним законом. Тому що проточні камери 2 і 16 із регульованими опорами, утвореними кільцевими щілинами між першими гофрами сільфонів 6 і 13 та кільцями 7 і 12, мають інерційний опір, а сільфони 6 і 13 – пружній, їх паралельне з'єднання є коливальним контуром, у якому змінна складова витрати, через центральну трубку 4, як з одної сторони, так із другої, зрушені стосовно витрати, що генерується, за рахунок руху сільфонів 6 і 13, на  $180^{\circ}$ . В області частот, близьких до резонансної частоти контуру, обидві складові витрати стають рівними і величина змінної витрати за гасителем дорівнює нулю, тобто гаситель має нескінченно великий акустичний опір.

Постійна складова витрати робочої рідини проходить через проточні камери 2, 5, 14 і 16, регульовані опори, утворені кільцевими щілинами між першими гофрами сільфонів 6 і 13 та кільцями 7 і 12, патрубки 10 у вихідний патрубок 15. При зміні, чи величини тиску в системі, чи амплітуди його пульсацій, що пов'язано зі зміною навантаження в гідравлічній системі, або миттєвому збільшенні нерозчиненого повітря у робочій рідині, яка надходить до насоса, відбувається зміна жорсткості сільфонів 6, 13 за рахунок його переміщення, що забезпечує автоматичне

підстроювання коливального контуру (центральна труба 4 – сильфони 6, 13) до змінних параметрів гідравлічної системи.

*Висновки.* Розроблена схемна реалізація гасителя пульсацій тиску рідини в трубопроводі дозволяє розширити область застосування за рахунок з'єднання в одному корпусі фільтра низьких частот (проточні камери із регульованими опорами та внутрішніми патрубками) і паралельного резонансного контуру (проточні камери із центральною трубою, в якій установлені сильфони) – забезпечуючи автоматичне підстроювання в діапазоні високих частот до зміни тиску у гідравлічній системі, а також дозволяє розширити ефективну область гасіння пульсацій тиску робочої рідини, зменшити його габарити. Розроблений гаситель гасить пульсацій тиску ефективно працює як у низькому, так і у високому діапазоні частот.

#### Література

1. *Скворчевский Е.А.* Гасители колебаний давления в гидравлических системах / *Е.А. Скворчевский, А.П. Усатый* // Вестник машиностроения. – 1980. – № 4. – С. 14–15.
2. *Шорин В.П.* Проектирование гасителей колебаний типа акустического фильтра низких частот / *В.П. Шорин* // Труды КуАИ. – Куйбышев. – 1972. – Вып. 50. – С. 170–179.
3. *Шорин В.П.* Устранение колебаний в авиационных трубопроводах / *В.П. Шорин.* – М.: Машиностроение, 1980. – 156 с.
4. Патент 82336 Україна, МПК F16L 55/04. Гаситель коливаний рідини в трубопроводі. / *П.М. Андренко, І.І. Білокін, Ю.М. Стеценко, М.С. Свинаренко;* заявник і патентовласник СП ЗАТ “ХЕМЗ – ІРЕС” / № 200504242; заявл. 04.05.2005; опубл. 10.04.2006. Бюл. № 7. – 4 с.
5. Гаситель пульсацій тиску рідини. Позитивне рішення на видачу патенту України на корисну модель від 02.11. 2010. по заявці № u 2010 07021; МПК F16L 55/04. від 07.06.10 / *П.М. Андренко, М.С. Свинаренко;* заявник і патентовласник ХДТУБА. – 6 с.

### УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГАСИТЕЛЯ ПУЛЬСАЦИЙ ДАВЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ТРУБОПРОВОДЕ

И.П. Гречка, М.С. Свинаренко

**Аннотация** – в работе описан разработанный гидравлический гаситель пульсаций давления жидкости в трубопроводе, который обеспечивает высокий коэффициент гашения пульсаций давления в широком диапазоне изменения

**расхода и давления в гидравлической системе и автоматическое подстраивание к их изменению.**

**IMPROVEMENT OF THE EXTINGUISHER OF  
PULSATIONS OF PRESSURE OF THE LIQUID IN THE  
PIPELINE**

I. Grechka, M. Svinarenko

*Summary*

**The developed hydraulic extinguisher of pulsations of pressure of liquid in the pipeline which allows to provide high factor of clearing of them for a wide range of change of flowate and pressure in a hydraulic system and automatic adjusting to it.**