

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Оверка Михайла Валентиновича “Обґрунтування раціональних параметрів робочих процесів та областей застосування перспективних засобів захисту водонапірних установок від гідравлічних ударів”**, що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропневмоагрегати

На розгляд подана дисертація, автореферат, копії опублікованих робіт, висновок установи, де виконана робота.

1. Актуальність теми дисертації.

Гідравлічний удар - складне і небезпечне явище, яке часто виникає в напірних трубопроводах внаслідок несанкціонованих відключень або позаштатних включень насосів напірних гідросистем, некоректного маневрування трубопроводною запірною-регулюючою арматурою, аварійного спрацьовування відсічних клапанів тощо. Відносно швидка зміна швидкості потоку краплинної рідини може призводити до виникнення в таких системах періодичних підвищень тиску, що характеризуються насамперед амплітудою й частотою коливань. Результатом гідравлічного удару може бути руйнування трубопроводів, розгерметизація з'єднань, що можуть викликати травми обслуговуючого персоналу. Крім того, підвищення тиску в напірному трубопроводі призводить до виходу з ладу насосних агрегатів, поломки запірною-регулюючої апаратури, порушення елементів кріплення.

Для захисту від небезпечних коливань тиску застосовуються: пневмогідравлічні акумулятори, гасителі гідравлічних ударів, що працюють за принципом скидання частини середовища, що транспортується, і зрівняльні резервуари. Застосування зазначених засобів захисту супроводжується значними матеріальними витратами й не завжди гарантує надійний захист від гідравлічних ударів, особливо у системах, де необхідно забезпечити значну висоту підйому рідини.

Ефективними сучасними пристроями захисту від гідравлічних ударів є: струминні діоди, які забезпечують збільшення зворотного гідравлічного опору трубопроводу, або спеціальним з'єднанням основного й резервного трубопроводів для установок, де передбачені такі трубопроводи.

В працях, які передували даній дисертаційній роботі, не враховано ряд важливих факторів, які впливають на ефективність гасіння наслідків гідравлічних ударів в трубопроводах. Відсутнє комплексне дослідження по обґрунтуванню вибору раціональних засобів захисту водонапірних установок від гідравлічних ударів стосовно параметрів гідравлічних систем. Не установлені закономірності та не виявлені особливості робочих процесів, які впливають на ефективність гасіння пульсацій тиску.

Викладене вище обумовлює актуальність даної дисертаційної роботи,

спрямованої на вирішення важливої науково-практичної задачі – обґрунтування раціональних параметрів робочих процесів і областей застосування перспективних засобів захисту від гідравлічних ударів,

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Подана дисертаційна робота виконувалась відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри енергомеханічних систем Донецького національного технічного університету. Здобувач був виконавцем глспбюджетної теми “Дослідити та розробити рекомендації щодо впровадження заходів захисту головної водовідливної установки горизонту 805 м блока №10 ш/у “Покровське”, що виконувалася в 2012 – 13 роках за договором із ПрАТ “Донецьксталь - металургійний завод” № 12-65 від 17.05.2012г. і науково-дослідної держбюджетної теми № Н25-10 “Обґрунтування параметрів схем і засобів гідравлічного руйнування твердих масивів та транспортування гідросумішей (рідин) з метою підвищення технічних показників” (2012 – 2014 рр.).

3. Структура та зміст дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота, що рецензується, написана російською мовою і складається із вступу, п'яти розділів, висновків, додатків, списку використаних джерел інформації. Загальний обсяг роботи складає 192 сторінки, у тому числі 160 сторінок основного машинописного тексту, 100 рисунків, 8 таблиць, 5 додатків на 79 сторінках і списку літератури з 113 найменувань на 12 сторінках.

У вступі подано опис формальних характеристик дисертаційної роботи, а саме: розкрито актуальність наукової задачі та її зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету й основні завдання досліджень, визначено об'єкт та предмет дослідження, вибрані методи досліджень, викладено наукову новизну, теоретичне та практичне значення отриманих результатів, наведено особистий внесок здобувача в розв'язанні завдань, поставлених у дисертаційній роботі. наведено,

Перший розділ присвячено аналізу причин і наслідків гідравлічних ударів у гідравлічних системах, в яких основна частина напору насоса витрачається на подолання геометричної висоти нагнітання, а гідравлічні удари виникають при раптовому відключенні насосного агрегату, які є найбільш частою причиною їх руйнувань. Відзначається, що на деяких водонапірних установках застосування засобів захисту внесене до правил безпеки і є обов'язковим. Детально проаналізовані існуючі способи і засоби захисту гідравлічних систем від гідравлічних ударів та методи моделювання гідравлічних ударів. Встановлено, що в основі їх моделювання є математичний опис течії в'язкої ізотропної однорідної рідини, що стискається, в напірному трубопроводі з використанням фундаментальних законів збереження: рівняння руху Нав'є-Стокса, рівняння нерозривності й закону Гука.

Розглянуті чисельні методи інтегрування диференційних рівнянь, що описують гідравлічний удар, і обґрунтоване застосування методу характеристик. Запропонована класифікація існуючих способів і засобів захисту водонапірних систем від гідравлічних ударів, що виникають при раптовій зупинці насоса. У результаті їх аналізу показані переваги струминних діодів, які не мають рухомих елементів, а отже є високо надійними.

Визначена актуальна науково-практична задача – обґрунтування раціональних параметрів робочих процесів та областей застосування перспективних засобів захисту водонапірних установок від гідравлічних ударів та дослідження їх характеристик на базі розробленої математичної моделі робочого процесу. На цій основі автором сформульовано мету дисертаційної роботи – мінімізація матеріальних витрат на ефективний захист водонапірних установок від небезпечних підвищень тиску рідин, що перекачуються, шляхом обґрунтування раціональних параметрів робочих процесів і визначення областей застосування перспективних засобів захисту від гідравлічних ударів., обґрунтовано завдання та методи досліджень

У другому розділі визначено раціональні місця розташування засобів створення підвищеного зворотного опору й способи підвищення зворотного опору, що базуються на застосуванні різного типу пристроїв – гідравлічних, струминних і гібридних діодів. Розглянуто фізичні особливості протікання перехідного процесу в трубопроводі зі встановленими елементами, що забезпечують збільшений опір при зворотній течії рідини. Встановлено, що хвильовий процес супроводжується переносами значних мас рідини і підвищений гідравлічний опір забезпечує ефективне розсіювання енергії.

Встановлено, що зі збільшенням діодності величина підвищення тиску при гідравлічному ударі знижується, що ділянки трубопроводу з підвищеним зворотним опором, розташовані на різному віддаленні від зворотного клапана, по-різному впливають на величину підвищення тиску при гідравлічному ударі. Доведено, що горизонтальна ділянка трубопроводу на поверхні не має істотного впливу на перехідний процес. Збільшення часу вибігу ротора за рахунок збільшення моменту інерції ротора насосного агрегату практично не впливає на амплітуду коливань тиску

Проведені теоретичні дослідження з метою визначення ефективності роботи діодів, як засобу захисту від гідравлічних ударів. Для їх виконання обраний метод моделювання за допомогою універсальної програмної системи кінцево-елементного аналізу, яка має широке застосування в сфері автоматизованих інженерних і наукових розрахунків AnsysCFX.

Встановлено і обґрунтовано місце розташування в трубопроводі засобів захисту від гідравлічних ударів з підвищеним зворотним опором. Виконані дослідження течії рідини в різних діодах з метою визначення найбільш ефективної його конструкції.

У третьому розділі розглянуто застосування додаткового (резервного) трубопроводу для зменшення величини гідравлічних ударів в системі. Проведено аналіз фізичних процесів, що сприяють зменшенню наслідків гідравлічного удару, в першу чергу пульсації тиску в системі. В результаті

досліджень доведено, що з'єднання робочого і перепускного трубопроводів за допомогою перепускної трубки сприяє їх захисту від гідравлічних ударів

Четвертий розділ присвячений експериментальним дослідженням, пов'язаним із одержанням напірних характеристик натурального зразка діода при прямому й зворотному русі води. Наведено схему експериментальної установки, та результати експериментальних досліджень, методики їх проведення і обробки результатів. Обґрунтовано вибір вимірювальних приладів та діапазону зміни вимірювальних величин. Визначені відносні граничні та середні квадратичні похибки вимірюваних величин. При проведенні експериментів використовувалися стандартні методики та повірені прилади.

Експериментально отримані витратні характеристики вихрового діода. Порівняння результатів чисельного моделювання та фізичного експерименту показало, що розбіжності результатів не перевищують 8% у зоні максимальної діодності. Таким чином доведена адекватність розробленої математичної моделі робочого процесу вихрового діода.

У п'ятому розділі автором представлено методику та рекомендації з розробки й застосування перспективних засобів захисту водонапірних установок від гідравлічних ударів. Для вихрових діодів розроблена методика, що дозволяє виконати розрахунок його геометричних параметрів. Для гідравлічних систем з додатковим або резервним трубопроводом наведений алгоритм вибору параметрів перепускної трубки, за допомогою якої досягається зменшення впливу гідравлічного удару (пульсації тиску рідини) до допустимих меж.

4. Новизна наукових положень, результатів, висновків та рекомендацій.

На підставі виконаних досліджень отримано наступні наукові результати:

- для визначення діодності вихрового діода залежно від форми й геометричних параметрів, швидкості течії і шорсткості внутрішніх поверхонь розроблена математична модель його робочого процесу;
- уточнена математична модель робочого перехідного процесу в трубопроводах водонапірних установок, яка враховує змінний гідравлічний опір, що дозволило встановити потрібні технологічні й геометричні параметри вихрового діода, як засобу захисту від гідравлічних ударів;
- уперше аналітично доведена можливість і встановлені умови ефективного захисту гідросистеми від небезпечних тисків при розташуванні гідравлічного діода поблизу кінцевого перетину напірного трубопроводу;
- уперше розроблена математична модель робочого перехідного процесу в напірних гідросистемах, обладнаних резервним трубопроводом, що дозволяє визначити раціональні параметри перепускної трубки, що забезпечує ефективний захист системи від гідравлічного удару.

5. Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, результатів, висновків і рекомендацій.

Наукові положення, висновки і рекомендації теоретично обґрунтовані, вони не суперечать результатам досліджень попередніх авторів, їх вірогідність підтверджена результатами експериментальних досліджень, проведених з використанням сучасних методів у лабораторних умовах згідно ДСТУ і широкій апробації. Припущення, покладені в основу теоретичних досліджень, коректні. У дослідженнях використано методи системного аналізу, механіки рідини і газу, математичного моделювання на ПК, математичної статистики і сучасні вимірювальні прилади. Експериментальні дослідження проводилися на випробувальному стенді у лабораторії кафедри енергомеханічних систем Донецького національного технічного університету

6. Практична значимість отриманих у роботі нових результатів.

До нових технічних рішень належать розроблені спосіб і конструкції гідравлічних і струминних діодів, а також схеми насосних установок (10 патентів України на корисну модель та патент на винахід), що дозволяють забезпечувати ефективний захист напірних трубопроводів від гідравлічних ударів;

Практичну значимість роботи для машинобудування складають:

- розроблені методики визначення раціональних областей застосування й параметрів гідравлічних і струминних діодів, як засобів захисту напірних трубопроводів насосних установок від гідравлічних ударів;

- розроблена методика визначення параметрів перепускної лінії для водонапірної гідросистеми з резервним трубопроводом, що дозволяє знизити величину гідравлічного удару.

Результати досліджень використовуються ПАО “ДОНДІПРОШАХТ” при проектуванні водовідливних установок на шахті “Покровська”; ПАТ НПО “Нумес” при розробці заходів щодо захисту від гідравлічних ударів на шахтних водовідливних установках із занурювальними заглибними насосами; у навчальному процесі кафедри гірничих машин і мехатронних систем машинобудування Донецького національного технічного університету в дисципліні “Шахтні вентиляторні й водовідливні установки” та Покровського індустріального інституту, що підтверджено відповідними актами.

7. Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

За темою дисертації опубліковано 7 статей у фахових виданнях України, з яких 1 стаття у виданні, що входить до наукометричної бази Scopus, отримано 10 патентів України на корисну модель та 1 патент на винахід, 6 робіт опубліковано у збірниках праць наукових конференцій. Основні положення дисертації доповідалися, обговорювалися й одержали схвалення на: XIII, XIV

Міжнародних науково-технічних конференціях АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика» (м. Чернігів, 2012 р., м. Одеса, 2013 р.), XVII, XIX, XX Міжнародних науково-технічних конференціях «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці» (м. Київ, 2013р., 2015 м. Кіровоград, 2014р.), Міжнародній конференції «Вітчизняна та зарубіжна наука на початку другої декади XXI Століття» (м. Київ, 2015р.).

У цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові результати, що отримані здобувачем.

8. Загальні зауваження до дисертаційної роботи.

1. У розділі 2 наведено результати досліджень по обґрунтуванню необхідної величини діодності напірного трубопроводу, впливу моменту інерції ротора насосного агрегату і місця установки діода на пульсацію тиску в початковому перерізі трубопроводу, але не представлена модель, за якою отримані ці результати.

2. Результати досліджень представлені в розмірному вигляді для конкретного трубопроводу. Бажано було представити їх у відносних величинах.

3. Результати отримані для роботи на чистій воді, в той час, як реальні установки працюють на воді з наявністю нерозчиненого газу і твердих включень, тому неясно, як зміняться характеристики гасителів пульсацій при роботі в реальних умовах

4. Дослідження проводилися для вертикального трубопроводу. Бажано було б провести дослідження впливу зміни трубопроводу на пульсацію тиску при гідравлічному ударі.

5. В роботі не наведено результатів розрахунку річного економічного ефекту від впровадження проведених наукових розробок.

Проте наведені недоліки не суттєво впливають на представлення дисертаційної роботи як цілісної наукової праці, на наукову цінність і практичну значимість отриманих дисертантом основних результатів проведених досліджень і не потребують її переробки.

9. Загальний висновок.

Дисертаційна робота Оверка Михайла Валентиновича “Обґрунтування раціональних параметрів робочих процесів та областей застосування перспективних засобів захисту водонапірних установок від гідравлічних ударів”, є закінченою науковою працею, що виконана особисто у вигляді спеціально підготовленого рукопису. Наукові та прикладні положення, установлені закономірності, практичні рекомендації, що одержані в роботі, містять нові рішення важливої науково-технічної задачі, направленої на захист водонапірних установок від гідравлічних ударів шляхом визначення

раціональних параметрів перспективних засобів для гасіння пульсацій тиску в трубопроводах та дослідження їх характеристик на базі розробленої математичної моделі робочого процесу і має важливе значення для розвитку вітчизняної промисловості.

У цілому рівень теоретичних розробок та експериментальних досліджень, практична значимість роботи повністю відповідає вимогам п.п. 9, 11 та 12 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника” затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07. 2013 № 567, щодо кандидатських дисертацій. Вважаю, що розглянута дисертаційна робота повністю відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропневмоагрегати, а її автор Оверко Михайло Валентинович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропневмоагрегати.

Офіційний опонент,
доцент кафедри прикладної гідроаеромеханіки
Сумського державного університету,
кандидат технічних наук, доцент

С.П. Кулінич



Підпис *Кулінич С.П.* засвідчую
Начальник ВК *Ю. Кучер В.М.*