

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Рогового Андрія Сергійовича «Розробка теорії та методів розрахунку вихорокамерних нагнітачів», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропневмоагрегати

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

Актуальність теми.

Струмені апарати, в яких відсутні рухомі механічні частини, можуть ефективно та надійно працювати у вибухонебезпечних умовах, у широкому діапазоні температур, бути стійкими відносно електричних, магнітних та радіаційних полів, нечутливими до механічних перевантажень та вібрацій, несприятливих умов навколишнього середовища. Це особливо актуально для галузей з екстремальними умовами експлуатації, а саме: вугільної, хімічної, металургійної, енергетичної промисловості, на транспорті, під час збагачення корисних копалин тощо. Їх використання підвищує надійність та довговічність систем, суттєво знижує експлуатаційні витрати.

Значні потенційні переваги струминних апаратів, з одного боку, але досить низький ККД, відсутність досконалих математичних моделей, які адекватно описують течію робочого середовища в них та дозволяють визначити робочі характеристики, з іншого, привели до появи важливої для промисловості наукової проблеми. Її суть полягає в підвищенні ефективності струминних нагнітачів для перекачування гетерогенних робочих середовищ із вмістом твердих часток та газових пухирців за рахунок створення нагнітачів нового типу на основі вихрової камери, вихорокамерних нагнітачів (ВКН).

Викладене вище обумовлює актуальність даної дисертаційної роботи, спрямованої на вирішення важливої науково-практичної проблеми, пов'язаної з підвищенням техніко-економічної ефективності систем перекачування рідин із вмістом твердих компонентів в несприятливих умовах експлуатації, за рахунок розробки і використання принципово нового типу струминних нагнітачів відцентрової дії, розробки теорії та методів їх розрахунку.

Актуальність теми роботи підтверджується так само й тим, що вона пов'язана з виконанням науково-дослідницьких робіт МОН України: «Розробка теорії і методів проектування безконтактних засобів управління текучими середовищами у технічних системах» (ДР №0108U000158), «Розробка основ проектування і методик розрахунку безроторних відцентрових насосів» (ДР №0110U002099), «Підвищення ефективності обладнання і технології транспортування енергоносіїв та відходів теплоенергетичного комплексу» (ДР №0112U000227), «Розробка теорії та підвищення ефективності енергетичних процесів у системах приготування,

транспортування та спалювання водовугільного палива» (ДР №0115U000646).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Рогового А.С. є високою й базується на аналізі літературних джерел за даною проблемою, гармонійній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні і критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, і якісному формулюванні отриманих висновків. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату, а саме математичних моделей трьох рівнів – гідромеханічній, гідравлічній й апроксимаційній, які розроблені, для розрахунку течії рідкого середовища, на основі підходу Ейлера, а для траєкторій твердих частинок та газових пухирців – на основі підходу Лагранжа. Отримані результати перевірені шляхом порівняння результатів числового розрахунку з результатами даних фізичних експериментів які проводилися на прозорих моделях, що підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується коректністю постановок математичних задач, застосуванням стандартних процедур математичного аналізу й методів математичної фізики, відомих пакетів прикладних програм, відповідністю змісту математичних моделей фізичній суті описуваних процесів, верифікації моделей просторових течій, що дозволило визначити модель турбулентності, що має найменшу похибку за інтегральними параметрами. Наукові результати здобувача успішно використані під час створення нових ВКН для пневматичного та гідравлічного трубопровідного транспорту.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- уперше визначено і обґрунтовано напрям вирішення проблеми підвищення ефективності гідравлічних і пневматичних систем, що працюють в несприятливих умовах, шляхом розробки принципово нових струминних нагнітачів відцентрової дії з вихровою робочою камерою, які забезпечують поліпшення енергетичних характеристик за рахунок поєднання позитивних якостей робочих процесів механічних відцентрових і струминних нагнітачів;
- уперше розроблено концепцію ВКН, яка оснований на новому для струминних нагнітачів принципі передачі енергії за рахунок використання гідродинамічних ефектів обертових потоків – вакууму біля осі та

підвищеного тиску на периферії вихрової камери, що обумовлює енергетичну ефективність ВКН;

– уперше за результатами теоретичних досліджень течій різних агрегатних станів середовищ у коротких вихрових камерах ВКН установлені оптимальні співвідношення між геометричними розмірами нагнітача та гідродинамічними характеристиками течії в ньому;

– уперше встановлено фізичні картини течії у ВКН під час роботи на гетерогенних середовищах із вмістом твердих частинок та газових пухирців, що дозволило визначити співвідношення, які впливають на характеристики робочого процесу ВКН при перекачуванні сипучих матеріалів;

– уперше доведено існування двох різних за фізичною сутністю робочих процесів у ВКН які об'єднує передача енергії в полі відцентрової сили: 1) з високим тиском і малою витратою середовища, що перекачується, та скиданням у дренажний канал частини середовища; 2) без дренажу, невеликим тиском і високими значеннями витрати. В першому це відбувається за збереження моменту кількості руху (циркуляції тангенціальної компоненти швидкості), а в другому – обміном кількістю руху між взаємодіючими потоками завдяки турбулентному руху. На цій основі вибрана методика гідродинамічного розрахунку ВКН;

– уперше експериментальним шляхом доведено, що показники ефективності під час роботи ВКН на середовищах із вмістом твердих компонентів у пневматичному та гідравлічному трубопроводному транспорті перевищують показники ефективності відомих струминних нагнітачів майже у два рази;

– дістали подальший розвиток та поглиблення теоретичні та експериментальні дослідження робочих процесів у вихрових камерах на основі яких сформульовані коректні межові умови, вибрана найкраща за точністю та часом розрахунку модель турбулентності.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Розроблені здобувачем ВКН дозволили розширити клас струминних машин, а їх адекватні математичні моделі, які враховують агрегатний стан середовищ, вперше дають можливість раціонального узгодження конструктивних і робочих параметрів та дозволяють спроектувати конструкцію за заданим критерієм ефективності з характеристиками, близькими до оптимальних під час їх роботи в гідравлічних і пневматичних системах. Це є теоретичною основою проектування ВКН для перекачування гетерогенних середовищ у несприятливих умовах експлуатації та з вмістом сипучих середовищ, пневматичним і гідравлічним трубопроводним транспортом, розширює сферу застосування струминних нагнітачів. На базі розробленої методики розрахунку ВКН спроектовано ряд їх модифікацій, які захищені патентами України та впроваджені на ряді промислових підприємств.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані в 62 наукових працях, у тому числі в 3 монографіях, 16 публікацій у наукових фахових виданнях України, 12 з яких включено до міжнародних наукометричних баз, 5 – у закордонних періодичних фахових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз, (2 – до Thomson Reuters, 1 – до Scopus), 15 патентів України, 23 – у матеріалах конференцій. 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.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Математичні моделі, наведені автором в 2 та 3 розділах доцільно було б представити в одній більш загальній формі – для стисливої рідини. В розділі 2 (рівняння (2.1), (2.6)) представлені в формі для нестисливої рідини, а в розділі 3 рівняння моделей турбулентності – в формі для стисливої рідини (рівняння (3.1), (3.2)). Це ускладнює розуміння результатів розрахунку та потребує обґрунтування доцільності використання тієї або іншої моделі.

2. В роботі використано в якості критеріїв ефективності ККД, витрату, що всмоктує нагнітач, тиск на виході (розділ 5.1), але доцільно було б провести багатокритеріальну оптимізацію або докладно обґрунтувати обрані критерії. До того ж під час порівнювання роботи нагнітачів при перекачуванні гетерогенних середовищ в якості критерію було обрано витрати енергії на переміщення твердих частинок.

3. В роботі проведено дослідження траєкторії газового пухирця та формування газового шнура біля осі (розділ 4.8), але не наведено залежностей величини шнура та параметрів ефективності роботи вихорокамерних нагнітачів від величини газовмісту.

4. Дисертанту бажано було б розглянути питання впливу технічного стану трубопроводу на ефективність роботи гідравлічних та пневматичних систем із вихорокамерними нагнітачами.

5. В дисертаційній роботі доцільно було б провести оцінку впливу акустичних характеристик розроблених вихорокамерних нагнітачів на умови праці обслуговуючого персоналу та способи боротьби з шумом.

6. Автором декілька разів проведено оптимізацію геометричних розмірів різних конструкцій нагнітачів (п. 5.1, 5.2), але практично не наведено які саме використано критерії, методи та обмеження факторів.

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

8. Текст рукопису дисертації, на жаль, має окремі неточності, орфографічні та синтаксичні помилки, на що було вказано дисертанту.

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.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Рогового Андрія Сергійовича «Розробка теорії та методів розрахунку вихорокамерних нагнітачів», за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропнеumoагрегати. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу наукову проблему, суть якої полягає в підвищенні ефективності гідравлічних і пневматичних нагнітачів, що перекачують рідини в несприятливих умовах експлуатації або гетерогенні середовища, за рахунок розробки і використання принципово нового типу струминних нагнітачів відцентрової дії. Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам п.п. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07. 2013 № 567, щодо докторських дисертацій, а здобувач Роговий Андрій Сергійович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропнеumoагрегати.

Офіційний опонент

професор кафедри деталей машин та мехатронних систем Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

доктор технічних наук, професор

 Андренко П.М.



Підпис: *Андренко П.М.*
 ЗАСВІДЧУЮ:
 ВЧЕННИЙ СЕКРЕТАР
 НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
 «ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
[Signature] Заковоротний О.Ю.
 19 " травня 2017 р.



Відбито і підписано: 22.05.2017
 Вчений секретар спец. ра. 064.050.11

О.Ю. Заковоротний