

У спеціалізовану вчену раду К 55.051.03  
Сумського державного університету

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Криштопа Ігоря Володимировича

**«Удосконалений відвідний пристрій вільновихрового насоса з покращеними гідравлічними показниками»,**

що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропневмоагрегати

### **Актуальність теми дисертації.**

Аналіз світового ринку виробництва вільновихрових насосів (ВВН) свідчить про те, що за кордоном ці насоси проектуються та використовуються в області більш високих подач, тобто при високих коефіцієнтах швидкохідності ( $n_s > 140$ ). Недоліком цих насосів в даній області  $n_s$  є різке зниження коефіцієнта корисної дії. Оскільки є необхідність перекачування вільновихровими насосами великих об'ємів забруднених рідин, то виникає задача підвищення їх енергоефективності. Для вирішення поставленої задачі запропоновано новий підхід – удосконалення відвідного пристрою ВВН. Під час виконання цієї роботи отримані аналітичні залежності впливу різних конструкцій відвідних пристроїв на характеристики вільновихрового насоса, за результатами яких визначена оптимальна його конструкція. Встановлено взаємозв'язок різних параметрів корпусу вільновихрового насоса з його характеристиками, запропоновано методику розрахунку відвідного пристрою ВВН з урахуванням в ньому протікання в'язкої рідини. Визначені особливості робочого процесу вільновихрового насоса, зокрема розподіл потоків рідини, що входять в коловому напрямі в канал відвідного пристрою, а також вплив поперечних вихорів на характеристики насоса.

Необхідно підкреслити, що робота, яка розглядається, виконувалась у рамках двох держбюджетних НДР Сумського державного університету за замовленням Міністерства освіти і науки України. Таким чином, рішення розглянутої проблеми й присвячена представлена дисертаційна робота.

Відповідно до проведених досліджень і поставленої мети створення просторового відвідного пристрою, який формує малу нерівномірність потоку на його вході, розширює діапазон застосування вільновихрових насосів з високим значенням швидкохідності  $n_s$  і підвищує їх енергетичну ефективність - вважаю тему дисертаційної роботи Криштопа І. В. актуальною та затребуваною сучасним рівнем розвитку насособудування.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій.** Свої наукові положення здобувач обґрунтовує тим, що в їх

основу закладені фундаментальні положення гідромеханіки. Для цього застосовувалися методи математичного і фізичного моделювання робочого процесу гідромашин.

Крім того, наукові положення спираються на базові положення теорії гідромашин, а також на результати чисельного експерименту з розрахунку просторової течії в проточній частині насоса. Отримані в роботі наукові результати й положення ґрунтуються також на методах теорії і практики створення лопатевих насосів.

Свої висновки та рекомендації автор робить на основі чіткого та логічного аналізу з урахуванням закономірностей гідромеханіки. Тому вони теж є обґрунтованими, оскільки мають чітко виражений теоретично-практичний характер та підтверджуються впровадженням результатів дисертаційної роботи в розробці відвідних пристроїв вільновихрових насосів. Наведені висновки та рекомендації у повній мірі відповідають достовірності отриманих результатів.

**Достовірність** отриманих результатів базується на використанні фундаментальних законів гідромеханіки, визнаних залежностей теорії динамічних насосів, а також експериментально перевірених на протязі багатьох років закономірностей їх робочого процесу.

Висновки і рекомендації базуються на детальному аналізі чисельних розрахунків, отриманих здобувачем, і перевірених шляхом їх порівняння з даними експериментальних досліджень.

**До основних нових науково значимих результатів** слід віднести наступні:

- досліджена структура потоку у вільній камері та на вході у відвідний пристрій вільновихрового насоса, яка стала основою для створення корпусу з просторовим відвідним пристроєм, що дозволило підвищити енергоефективність вільновихрових насосів і використовувати їх в області високих швидкостей;

- на основі дослідження розподілу меридіанної швидкості за робочим колесом ВВН визначено оптимальне значення кута нахилу стінки відвідного каналу, при якому створюється найбільш рівномірна структура потоку у відводі, відбувається зменшення вихроутворення і відповідно гідравлічних втрат, що забезпечує підвищення коефіцієнта корисної дії вільновихрового насоса;

- проведено чисельне дослідження та аналіз шести конструкцій корпусу вільновихрового насоса з різними типами відвідних пристроїв, що дозволило вперше визначити їх вплив на характеристики насоса;

- вперше отримана аналітична залежність, яка описує момент швидкості в'язкої рідини у просторовому спіральному відвідному пристрої, що дозволила більш точно визначити параметри корпусу вільновихрового насоса під час його проектування.

Таким чином, стосовно вимог наукової новизни і практичної цінності результатів, отриманих у роботі, сумнівів не виникає. Ступінь обґрунтованості

наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, може бути оцінена як достатньою, а отримані результати достовірними.

Висновки і рекомендації роботи, в цілому, є достатньо обґрунтованими та достовірними, підтверджуються використанням результатів роботи на промислових підприємствах АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» та ПАТ «ВНДІАЕН» (м. Суми).

### **Практичне значення отриманих результатів**

На основі проведених досліджень здобувачем створена принципово нова конструкція просторового спірального відводу, що дозволила підвищити енергоефективність ВВН високою швидкохідності, та проведені її випробування.

Важливим також є розроблені методичні рекомендації щодо проектування відвідного пристрою вільновихрового насоса, які дозволяють ефективно виконувати їх розрахунок з урахуванням вимог до енергетичних характеристик насоса.

Результати дисертаційних досліджень, якими сформовано новий підхід до дослідження і розробки відвідних пристроїв насосів, прийняті для використання в практиці створення високоефективного насосного обладнання на підприємствах України, а також впроваджені в навчальний процес вищого навчального закладу: СумДУ, м. Суми.

**Повнота викладу в опублікованих працях.** Апробація результатів дослідження була здійснена досить широко і повно на цілому ряді науково-технічних конференцій міжнародного рівня. Результати роботи достатньо повно висвітлені в опублікованих наукових роботах. Матеріали дисертації опубліковані у 18 наукових роботах (4 із яких у фахових наукових виданнях України, 1 стаття в зарубіжному виданні що входить до наукометричної бази Scopus, 1 стаття у складі монографії, отримано 4 патенти на корисну модель та тези 8 доповідей на науково-технічних конференціях).

Аналіз змісту та висновків у наведених статтях відповідає змісту дисертації і повністю висвітлює її наукове значення та практичну цінність.

Структура подання матеріалу в авторефераті відповідає необхідним вимогам. Основні положення дисертації викладені в авторефераті логічно, чітко і ясно. Зміст автореферату об'єктивно відображає основні положення дисертації, розбіжності між суттю дисертації й автореферату не виявлені.

### **Зауваження по роботі.**

1. В першому розділі, де зроблено аналіз характерних особливостей ВВН, одним із головних позитивних якостей при перекачуванні забруднених рідин є підвищений їх ресурс роботи в порівнянні з іншими типами динамічних насосів, що необхідно було б підтвердити кількісними показниками.
2. Для обґрунтованого спрямування в дослідженні ВВН з підвищеними коефіцієнтами швидкохідності  $n_s > 140$  необхідно було б скласти баланс втрат

насосу, як для попередніх варіантів насосів з швидкістю  $n_s = 100$ , так і запропонованих.

3. В третьому розділі (рис. 3.4) здобувачем наведена прийнята схема розподілу витратної швидкості на вході в просторовий відвідний пристрій ВВН, що забезпечує мінімальні втрати та відсутність відривних течій в ньому, але ця схема не підтверджена чисельними розрахунками просторової течії в каналах.

4. В четвертому розділі (рис. 4.14) здобувачем отримані ізоконтури розподілу величини моменту швидкості в середньому перерізі вільної камери ВВН для шести різних конструкцій відвідних пристроїв, що дозволило для просторового спірального відвідного пристрою №7 зробити висновок про рівномірний розподіл моменту швидкості наближений до закону  $V_{\omega}r = const$ , але це необхідно було б підтвердити розподілом моменту швидкості в меридіональному перерізі і порівняти із запропонованим законом із формули (3.44).

5. Запропонований здобувачем просторовий відвідний пристрій робить конструкцію корпусу ВВН менш технологічним, що збільшує його вартість, тому енергоефективність вихрових насосів високої швидкості потребує також економічного обґрунтування.

6. Третій пункт наукової новизни отриманих результатів про особливості робочого процесу ВВН недостатньо підтверджений в авторефераті і потребує на основі виконаних чисельних розрахунків схеми обміни енергії в вільній камері робочого колеса, якої здобувач притримується.

7. В анотації автореферату на с.19 стверджується «На адекватних математичних моделях отримано картини течії рідини у проточній частині корпусів різних конструкцій, що дало змогу оцінити структуру гідравлічних втрат у них, .....» це не досить коректне висловлювання в відношенні структури гідравлічних втрат, які при моделюванні просторової течії за допомогою програмного комплексу ANSYS CFX не структуруються по фізичній природі.

### **Висновок**

Проведений аналіз змісту дисертації Криштопа І. В. «Удосконалений відвідний пристрій вільновихрового насоса з покращеними гідравлічними показниками», автореферату і публікацій дозволяє зробити такі висновки:

– дисертація є завершеною працею, в якій має місце вирішення важливих задач розвитку насособудування. Викладення матеріалу в тексті дисертації чітке й послідовне. Робота оформлена у відповідності до необхідних норм і вимог;

– тема дисертації актуальна і відповідає паспорту спеціальності 05.05.17 – «Гідравлічні машини та гідропневмоагрегати»;

– результати, представлені автором у дисертаційній роботі, мають наукову новизну і практичну цінність і достатні для рівня кандидата наук;

– достовірність результатів дослідження здобувач обґрунтував теоретично і підтвердив експериментально. Найсуттєвіші результати роботи отримані чисельними дослідженнями, що ґрунтуються на розрахунках просторової течії рідини в проточній частині вільновихрового насоса. Висновки по розділах і по роботі, в цілому, обґрунтовані, науково і практично значимі;

- результати проведеного дослідження достатньо повно оприлюднені у публікаціях та апробовані перед науковцями;
- дисертація написана російською мовою. Виклад матеріалу у тексті дисертації прийнятний для розуміння і послідовний. Робота оформлена у відповідності до необхідних норм і вимог.
- автореферат об'єктивно відображає зміст дисертації, його оформлення відповідає необхідним вимогам.

Зазначені зауваження не суперечать змісту досліджуваних проблем, методам і отриманим результатам представленої наукової праці, а лише стосуються питань конкретизації тверджень, що приводяться, і в цілому не зменшують значимість основних висновків дослідження дисертаційної роботи.

Робота є завершеним науковим дослідженням і вносить вклад у теорію робочого процесу вільновихрових насосів в питаннях дослідження гідродинамічних характеристик просторових відвідних пристроїв на основі розрахунку течії в'язкої рідини в їх проточній частині.

У цілому робота «Удосконалений відвідний пристрій вільновихрового насоса з покращеними гідравлічними показниками» повністю відповідає вимогам п. п. 9, 11, 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, а здобувач Криштоп Ігор Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропневмоагрегати.

Офіційний опонент,  
професор кафедри «Гідравлічні машини»  
Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»,  
кандидат технічних наук, доцент

20.11.2015



В.Е. Дранковський

