

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу  
аспіранта **Лебедєва Антона Юрійовича**

### **«Підвищення вихідних характеристик лабіринтно-гвинтових насосів шляхом визначення їх раціональних параметрів»**,

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

#### **Актуальність теми.**

Сучасний рівень розвитку насосного обладнання вимагає від їх розробників подальшого підвищення вихідних характеристик, показників технічного рівня, конкурентоспроможності, забезпечення стійкої роботи на робочих рідинах з великим газовмістом. Стратегічним напрямком розвитку насосного обладнання є: зменшення габаритів і металоємності при одночасному зростанні питомої потужності; енергозбереження за рахунок підвищення ККД; зниження рівня шуму і вібрації; спрощення технічного обслуговування; підвищення надійності та зменшення собівартості. Лабіринтно-гвинтові насоси, які відносяться до спеціальних насосів, знайшли широке застосування в хімічній промисловості і нафтовидобутку, інших галузях промисловості. Значні потенційні переваги лабіринтно-гвинтових насосів, такі як відсутність механічного тертя деталей, можливість роботи на агресивних середовищах та простота конструкції, з одного боку, і низький ККД, з іншого, привели до появи важливої для промисловості наукової проблеми: підвищення їх робочих характеристик, ККД, надійності, розширення діапазону стійкої роботи на робочих рідинах з великим газовмістом.

В працях, які передували даній дисертаційній роботі, не враховано ряд важливих факторів, які впливають на вихідні характеристики даних насосів та показники їх технічного, а саме: фізика робочого процесу лабіринтно-гвинтових насосів недостатньо досліджена, а розрахунок їх робочих характеристик базується на використанні емпіричних коефіцієнтів які визначені експериментальним шляхом; не розроблена тривимірна математична модель робочого процесу насоса; не досліджена течія робочої рідини в ньому; не встановлені закономірності та особливості робочих процесів, що відбуваються в лабіринтно-гвинтових насосах при його роботі у складі насосного гідроагрегата; не визначена герметичність торцевого ущільнення при гармонічних вимушених коливаннях корпусу насоса; відсутня досконала методика розрахунку та проектування лабіринтно-гвинтових насосів, яка містить багатокритеріальну оптимізацію параметрів; не проведено оцінку його надійності та не встановлено технічний рівень; не розроблено досконалої енергоефективної конструкції лабіринтно-гвинтових насосів. Відсутні алгоритми і програми для розрахунку вихідних характеристик та їх порівняння для різних лабіринтно-гвинтових насосів.

Актуальність теми роботи підтверджується так само й тим, що вона пов'язана з виконанням держбюджетної науково-дослідної роботи МОН України «Удосконалення гідравлічних і пневматичних силових систем і систем керування промислового призначення» (державний реєстраційний номер 0186U012831) і договору про науково-технічне співробітництво кафедри гідропневмоавтоматики і гідроприводу НТУ «ХПІ» із ТОВ «Промгідропривод».

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

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Лебедева А. Ю. 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, у якісному формулюванні отриманих висновків. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату, теорії автоматичного керування, методів математичного моделювання, на основі класичних рівнянь механіки рідини і газу та оптимізації. Достовірність теоретичних положень, висновків і рекомендацій роботи підтверджена перевіркою адекватності розроблених математичних моделей шляхом порівняння результатів чисельного розрахунку з результатами фізичного експерименту проведеного із застосуванням теорії планування експерименту, методів математичної статистики і теорії малих вибірок, практикою промислового впровадження.

### **Достовірність результатів досліджень.**

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується коректністю постановок математичних задач, застосуванням стандартних процедур механіки рідини і газу та теорії автоматичного керування, відповідністю змісту математичних моделей, фізичній суті описуваних робочих процесів. Наукові результати здобувача успішно використані під час створення нових проточних частин лабіринтно-гвинтових насосів на підприємствах України.

### **До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:**

- уточнено фізичну модель робочого процесу лабіринтно-гвинтових насосів, яка враховує втрати пов'язані з перетіканням робочої рідини між гвинтовими канавками на базі якої уперше розроблено теорію його робочого процесу, яка не містить емпіричних коефіцієнтів та комплексно враховує нестационарність гідродинамічних процесів, стисливість та двофазність робочої рідини, форму його проточної частини;

- уперше розроблена тривимірна математична модель робочого процесу лабіринтно-гвинтових насосів за якою досліджено течію робочої рідини в його проточній частині;

- уперше запропоновані безрозмірні критерії для порівняння та оцінки робочих характеристик лабіринтно-гвинтових насосів;

- уперше встановлено вплив газомісту робочої рідини на робочі характеристики лабіринтно-гвинтових насосів, та визначена гранична межа газомісту робочої рідини при якій його використання є ефективним;

- уперше визначено значення критичного числа Рейнольдса для робочих органів лабіринтно-гвинтових насосів з напівкруглою формою гвинтової канавки;

- уперше отримані аналітичні залежності для визначення запасу герметичності торцевого ущільнення лабіринтно-гвинтових насосів, перевантаження від частоти вібрації його корпусу, при якому почнуться витoki крізь ущільнення та мінімальне навантаження, при якому можлива його розгерметизація.

### **Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.**

Розроблена здобувачем теорія робочого процесу лабіринтно-гвинтових насосів та його тривимірна математична модель вперше відкриває можливість визначення його раціональних конструктивних та робочих параметрів, форму проточної частини робочих органів. Це є теоретичною основою підвищення вихідних характеристик та технічного рівня при проектуванні нових лабіринтно-гвинтових насосів. Розроблені нові, захищені патентами України на корисну модель, конструкції робочих органів лабіринтно-гвинтових насосів, розрахунковим та експериментальним шляхом доведена їх висока ефективність. Встановлений технічний рівень запропонованих лабіринтно-гвинтових насосів та визначено шляхи його підвищення.

Результати отримані Лебедевим А.Ю., при виконанні дисертаційної роботи, впроваджено на ПАТ «ХЕМЗ–ІРЕС», м. Харків, ТОВ «Промгідропривод», м. Харків, ТОВ «Харківгазобладнання», м. Харків, при проектуванні нових лабіринтно-гвинтових насосів та в навчальний процес НТУ «ХП» і СумДУ.

### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані в 27 наукових працях, у тому числі 10 публікацій у наукових фахових виданнях України, 2 статті у збірнику наукових праць Польської академії наук, 1 стаття у російському науково-технічному віснику. 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. В дисертації досить велику увагу приділено огляду різних конструкцій лабіринтно-гвинтових насосів, та їх властивостей в залежності від сфери застосування, але при цьому зовсім не зазначено про здатність лабіринтно-гвинтових насосів до самовсмоктування. Ця властивість у деяких випадках їх застосування має первинний характер.

2. У другому розділі при розгляданні робочого процесу здобувач доводить, що витратою перетікань в щілині, яка утворена виступом втулки та нарізкою гвинта з однієї гвинтової канавки в іншу можна знехтувати, але далі, при опису методики розрахунку витратної характеристики лабіринтно-гвинтових насосів, ця складова враховується.

3. Висновки, які зроблені при аналізі і порівнянні критеріальних характеристик, на мою думку, не зовсім відповідають наведеним характеристикам. Деякі характеристики не співпадають зі зробленими висновками.

4. У другому розділі зазначено що запропоновані безрозмірні критерії дозволяють провести аналіз впливу геометричної форми гвинтових канавок на робочі характеристики лабіринтно-гвинтових насосів, але геометричні фактори, які входять до цих критеріїв не мають відношення саме до форми канавок.

5. Не зрозуміло, чому при моделюванні робочого процесу у програмному комплексі OpenFOAM у якості граничних умов на вході і виході прийнято, що статичний тиск дорівнює нулю. Також, доцільно було б при поданні візуалізації течії у лабіринтно-гвинтових насосів надати картини течії у одній канавці лабіринтно-гвинтового насоса у збільшеному вигляді. Також не вказано яким чином виконувався розрахунок – у стаціонарній постановці, квазінестаціонарній чи у нестаціонарній.

6. У третьому розділі четвертий висновок щодо підвищення ККД насоса на 30% викликає сумнів. Також незрозуміло, для якого відцентрового насоса отримано підвищення ККД на 8% та 13% у разі застосування на його вході ланки лабіринтно-гвинтового насоса типу II.

7. Не зрозуміло, що мається на увазі під терміном запас герметичності торцевого ущільнення, адже ущільнення підбирається під конкретну величину перепаду тиску.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Лебедева Антона Юрійовича «Підвищення вихідних характеристик лабіринтно-гвинтових насосів шляхом визначення їх раціональних параметрів», 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 підвищення вихідних характеристик лабіринтно-гвинтових насосів, що вирішена шляхом визначення їх раціональних параметрів, розробкою теорії розрахунку лабіринтно-гвинтових насосів і має важливе значення для розвитку вітчизняного машинобудування.

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 Лебедев Антон Юрійович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропневмоагрегати.

Офіційний опонент,  
начальник відділу проточних частин  
АТ «Сумський завод «Насосенергомаш»,  
кандидат технічних наук  
06.06.2016



*[Handwritten signature]*

Лугова С.О.

Голова правління  
АТ «Сумський завод «Насосенергомаш»

*[Handwritten signature]*

Осипенко Ю.О.



Відом надійшов « 7.06.2016 » р.  
Вчений секретар спец. рад. *[Handwritten signature]*