ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Калиниченка Валерія Вікторовича "Підвищення ефективності роботи ерліфта дискретною подачею стисненого повітря",** що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропневмоагрегати

1. Актуальність теми дисертації.

Сучасний рівень розвитку ерліфтних установок, які застосовується в різних галузях промисловості, зокрема у шахтному водовідливі, видобутку з дна морів і водойм будівельних матеріалів та коштовних порід, металургії, поглибленні судноплавних каналів й ін., вимагає від їх розробників подальшого поліпшення характеристик, підвищення ККД, надійності та конкурентоспроможності. Стратегічним напрямком розвитку ерліфтних установок і їх компонентів є: зменшення габаритів і металоємності при одночасному зростанні питомої потужності; енергозбереження за рахунок підвищення ККД, оптимізації схемних рішень та компонувань; спрощення технічного обслуговування; підвищення надійності та зменшення собівартості. Розширення області застосування ерліфтів стримується порівняно низькою енергетичною ефективністю при транспортуванні рідин і гідросумішей. Слід зазначити, що створення снарядної структури водоповітряного потоку в піднімальній трубі ерліфта, яка характеризується періодичністю руху рідинних пробок і повітряних снарядів, забезпечує значне підвищення їх ККД.

В працях, які передували даній дисертаційній роботі, дослідження робочих процесів в ерліфтних установках проводили за двохкомпонентними моделями які не дозволяють повною мірою виявити вплив абсолютних довжин газових снарядів та рідинних пробок, а також їхніх співвідношень на ефективність роботи газорідинних підйомників. Існуючи математичні моделі не враховують ряд важливих факторів, які впливають на енергоефективність ерліфтних установок. Відсутні: комплексне дослідження енергетичних характеристик ерліфтних установок та досконала методика їх розрахунку та проектування.

Викладене вище обумовило існування в промисловості важливої задачі – забезпечення усталеної роботи ерліфта з високо енергоефективною розвиненою снарядною структурою водоповітряного потоку в піднімальній трубі, вирішення якої можливо шляхом розробки та дослідження повної математичної моделі його робочого процесу. У зв'язку з цим, актуальність дисертаційної роботи, направленої на вирішення важливої науково-практичної задачі – підвищення енергетичної ефективності робочого процесу ерліфта за рахунок отримання бажаної (раціональної) довжини рідинних пробок снарядного водоповітряного потоку в його піднімальній трубі дискретною подачею стисненого повітря, не викликає сумнівів.

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

Подана дисертаційна робота виконувалась відповідно до Державної цільової

економічної програми енергоефективності на 2010-2015 роки (Постанова Кабінету Міністрів України №243 від 01.03.2010р.) кафедри енергомеханічних систем ДВНЗ "Донецький національний технічний університет" за напрямом "Розробка схем і засобів транспортування рідин й гідросумішей", а саме науково-дослідної держбюджетної теми №Н-16-12 "Обґрунтування конструктивних рішень і високоефективних режимів експлуатації засобів водовідливу вугільних шахт" кафедри електромеханіки й автоматики Красноармійського індустріального інституту ДВНЗ "ДонНТУ".

3. Структура та зміст дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота, що рецензується, складається із вступу, п'яти розділів, висновку, додатків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає: 242 сторінки, у тому числі 151 сторінка основного тексту, 36 рисунків, 9 таблиць, 5 додатків на 79 сторінках, 113 найменувань використаних джерел на 12 сторінках.

У **вступі** подано загальну характеристику дисертаційної роботи, розкрито актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету й основні задачі досліджень, викладено наукову новизну, теоретичне та практичне значення отриманих результатів, наведено особистий внесок здобувача в розв'язані задач, поставлених в дисертаційній роботі.

У першому розділі розглянуто тенденції розвитку ерліфтних установок. Проведено аналіз відомих способів підвищення їх енергетичної ефективності. Встановлено, що снарядна структура водоповітряного потоку в піднімальній трубі, у порівнянні з іншими можливими структурами забезпечує найбільш енергоефективну його роботу. Установлено, що забезпечення в більш широкому діапазоні усталеної роботи ерліфта з розвиненою снарядною структурою водоповітряної суміші є актуальною науковою задачею.

У другому розділі автором проведено аналіз відомих двохкомпонентних моделей робочих процесів ерліфтних установок. Відмічено, що вони не дозволяють повною мірою виявити вплив абсолютних довжин газових снарядів та рідинних пробок та їх співвідношень на ефективність роботи газорідинних підйомників. Запропоновано для математичного опису ерліфтних установок використовувати роздільну модель Наведено розроблену математичну модель робочого процесу ерліфта з роздільною розвиненою снарядною структурою водоповітряного потоку. Представлено результати її чисельного рішення на ПК. Встановлені осереднені значення відносної довжини рідинних пробок для традиційно працюючого ерліфта та при дискретній подачі стисненого повітря у визначеному діапазоні періодів.

Третій розділ присвячено розробці математичної моделі робочого процесу ерліфта зі снарядним водоповітряним потоком, що дозволяє врахувати вплив довжини рідинних пробок у піднімальній трубі, встановити їх вплив на ефективність роботи газорідинного підйомника. Для цього використана модель, що базується на фундаментальних рівняннях збереження маси і кількості руху висхідного двохфазного газорідинного потоку у вертикальній трубі. За

результатами проведених розрахунків виявлено три характерні режими роботи ерліфта, проаналізовано їх відмінності та особливості, встановлено вплив структури газорідинних утворень снарядного водоповітряного потоку на ефективність роботи газорідинного підйомника.

Експериментальним шляхом доведено, що енергоефективність роботи ерліфта при збільшенні відносної довжини рідинних пробок збільшується на 21 ... 22%.

У четвертому розділі наведені результати експериментальних досліджень робочих процесів традиційно працюючого ерліфта і ерліфта з дискретною подачею стисненого повітря. Наведена схема експериментальної установки. Обґрунтовано вибір вимірювальних приладів та встановлена точність вимірювання. За результатами візуального спостереження за водоповітряним потоком у прозорій піднімальній трубі ерліфта встановлено, що при дискретній подачі стисненого повітря газорідинний потік стає більш упорядкованим із зовнішніми ознаками розвиненої снарядної структури. При цьому, збільшується на 30 ... 40% довжина рідинних пробок у піднімальній трубі.

П'ятий розділ присвячено розробці інженерної методики проектування та розробки рекомендацій для загальнопромислового ерліфта з дискретною подачею стисненого повітря. Визначені вихідні параметрів необхідні для їх проектування. Встановлені раціональні співвідношення періодів часу відкриття/закриття, що характеризують положення запірно-регулюючого елемента повітряного клапана на повітропроводі, при дискретній подачі стисненого повітря в змішувач ерліфта. Наведено алгоритм розрахунку конструктивних і технологічних параметрів ерліфтної установки з дискретною подачею стисненого повітря. Доведено, що співвідношеннями періодів часу яке характеризує положення запірно-регулюючого елемента повітряного клапана, у діапазоні відкриття/закриття 1/1,5 ... 1/2,5 забезпечує на 30 ... 40 % збільшення довжини рідинних пробок у порівнянні з традиційною роботою ерліфта. Наведені дані щодо промислового впровадження результатів дисертаційної роботи та річний економічний ефект.

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

На підставі виконаних досліджень отримано наступні наукові результати:

- уперше розроблено повну математичну модель робочого процесу ерліфта, яка встановлює зв'язок між кінематичними і гідродинамічними параметрами розвиненої снарядної структури водоповітряного потоку та довжинами рідинних пробок й газових снарядів у піднімальній трубі, що дозволило визначити напрямок підвищення енергетичних характеристик ерліфта шляхом дискретної подачі стисненого повітря;

- уперше експериментальним шляхом доведена можливість керування снарядною структурою потоку, що розвивається, у трубі ерліфта дискретною подачею стисненого повітря. Встановлено раціональне співвідношення часу впливу на запірно-регулюючий клапан подачі повітря;

- отримало подальше теоретичне обґрунтування й експериментальне підтвердження підвищення енергетичної ефективності роботи ерліфта зі

снарядною структурою водоповітряного потоку, що забезпечило підвищення ККД газоріднних підйомників на 21 ... 22%. Встановлені ефективні області їх застосування;

- уперше аналітичним шляхом встановлені граничні енергетично раціональні відносні довжини рідинних пробок снарядного потоку в піднімальній трубі ерліфта для визначеної області застосування;

- установлені закономірності та особливості робочих процесів ерліфта, які підвищують адекватність математичних моделей натурним зразкам.

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 і широкій апробації. Припущення, покладені в основу теоретичних досліджень, коректні. У дослідженнях використано фундаментальні закони механіки рідини і газу; теорії двохфазного потоку, методи математичного моделювання на ПК, математичної статистики і теорії малих вибірок та сучасні вимірювальні прилади. Адекватність математичних моделей підтверджена даними фізичного експерименту. На рівні технічної новизни розроблено методику розрахунку та проектування ерліфта зі снарядною структурою водоповітряного потоку.

6. Практична значимість отриманих у роботі нових результатів.

Практичну значимість роботи складають: розроблені нові конструкції ерліфтів, які реалізують запропоноване концептуальне рішення керування снарядною структурою потоку, що розвивається, у трубі ерліфта дискретною подачею стисненого повітря, і забезпечують підвищення їх ККД; методики, алгоритми і програмний комплекс, які створенні на основі отриманих математичних моделей і становлять нову базу для розрахунку та проектування енергоефективних ерліфтів з дискретною подачею стисненого повітря та аналізу їх робочих процесів; розроблені методики розрахунку та рекомендації з переведення ерліфтів, що працюють традиційно, на дискретну подачу стисненого повітря на шахті "Стаханова" ДП "Красноармійськвугілля" включена в план впровадження на 2014-2015р., очікуваний річний економічний ефект складає 17,5 тис. грн. та на центральній збагачувальній фабриці Державного підприємства "Вугільна компанія "Краснолиманська"" очікуваний економічний ефект складає 443,4 тис. грн./рік. До нових технічних рішень належать захищені 2 патентами України на корисну модель конструкції ерліфта і газліфта.

Математичні моделі та теоретичні розробки з розрахунку робочих процесів та проектування ерліфтів, широко використовуються в навчальному процесі.

7. Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

За темою дисертаційної роботи опубліковано 19 наукових праць, з них 5

статей у фахових наукових виданнях України, 1 стаття у фаховому виданні Польщі, 2 патенти України на корисну модель, 11 тез доповідей у збірниках матеріалів науково-технічних конференцій. Результати роботи доповідались на 12 міжнародних і регіональних науково-практичних конференціях, в тому числі "Гідроаеромеханіка в інженерній практиці", Київ, 2013р., Кіровоград, 2014р. 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. Відомо, що при зміні тиску вміст розчиненого у рідині повітря змінюється, однак це не знайшло відображення в розробленій математичній моделі робочого процесу ерліфта з дискретною подачею стисненого повітря.

2. На сторінках 65, 69 і 95 наведено діапазон розбіжності отриманих результатів, а саме між теоретичними та експериментальними даними та між розрахунками за різними математичними моделями. Вказано, що ці розбіжності є прийнятними для розглянутої задачі, однак не наведено даних щодо розбіжностей при вирішенні аналогічних задач іншими дослідниками.

3. На с. 145, 10 строчка згори вказано, що швидкість повітря у повітропроводі приймається 15 м/с, при тиску суміши 0,135 МПа. Як це узгоджується з рекомендаціями наведеними в роботі "Пневматические устройства и системы в машиностроении: справочник / Е.В. Герц, А.И. Кудрявцев и др. Под ред. Е.В. Герц – М.: Машиностроение, 1981. – 408 с. С. 171", де така швидкість рекомендується в трубопроводах з тиском 5 … 6 МПа, а при тиску 0,135 МПа, рекомендована швидкість повітря у повітропроводі становить 6 ... 12 м/с?

4. В роботі, на жаль, не розглянуті питання визначення енергії необхідної для виходу роботи традиційно працюючого ерліфта та ерліфта з дискретною подачею стисненого повітря на усталений режим, невизначено час такого переходу. Зазначимо, що потужність необхідна для виходу роботи ерліфта на усталений режим є одним з показників його енергоефективності. Не показана інерційність системи дискретної подачі стисненого повітря (запірно-регулюючий клапан з електромагнітним виконавчим органом та реле часу).

5. При розробці рекомендацій для впровадження в виробництво отриманих результатів не враховано вплив твердої фракції (тяжке середовище при збагаченні корисних копалин, пульпа при роботі шламового ерліфту) на відносну довжину рідинної пробки.

6. Текст рукопису дисертації, нажаль, 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.

9. Загальний висновок.

Дисертаційна робота Калиниченка Валерія Вікторовича "Підвищення ефективності роботи ерліфта дискретною подачею стисненого повітря" є завершеною 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 енергетичної ефективності робочого процесу ерліфта за рахунок отримання раціональної довжини рідинних пробок снарядного водоповітряного потоку в його піднімальній трубі дискретною подачею стисненого повітря і має важливе значення для розвитку вітчизняного машинобудівного комплексу.

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 Калиниченко Валерій Вікторович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.17 – гідравлічні машини та гідропневмоагрегати.

Офіційний опонент,
професор кафедри "Гідропневмоавтоматика і гідропривод" Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут",
доктор технічних наук, професор П.М. Андренко

Підпис проф. Андренка П.М.
ЗАСВІДЧУЮ
ЗАПЦЕВ Ю. І.
р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ * Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут" * код 02071180 *