

## ВІДГУК

### офіційного опонента на дисертацію

на дисертаційну роботу Грядущого Кирила Володимировича

**«Обґрунтування раціональних технологічних схем і параметрів шахтних зумпфових високонапірних насосно-гідроелеваторних установок»,**  
що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.05.06 - «Гірничі машини»

*Дисертаційна робота присвячена рішення актуальної наукової задачі щодо встановлення закономірностей формування технологічних напірних і енергетичних, а також витратно-кавітаційних характеристик високонапірних ЗВА, з урахуванням впливу виду і величини напору (підпору) при всмоктуванні, що дозволило обґрунтувати область раціональних параметрів режимів їх роботи і принципи технологічного проектування ЗНГУ з високонапірними ЗВА.*

**1. Актуальність роботи.** Дисертаційне дослідження Грядущого К.В. присвячене важливій проблемі – обґрунтуванню раціональних технологічних схем і параметрів шахтних зумпфових високонапірних насосно-гідроелеваторних установок для безлюдного відкачування і очищення шахтних зумпфів практично будь-якої глибини.

Актуальність та потрібність рецензованої роботи визначається тим, що використовувана у вугільній галузі технологія очищення й відкачування зумпфів характеризується високою ємністю робіт, низькою надійністю використовуваного устаткування, підвищеною небезпекою виникнення важких аварійних ситуацій зумпфового простору.

У роботі поставлена і досягнута мета, що полягає у визначенні області раціональних параметрів режимів роботи високонапірних ЗВА, а також обґрунтуванні і реалізації ефективних технологічних схем ЗНГУ і на цій основі створення високонапірних ЗВА для підвищення економічності і забезпечення

високопродуктивного і, переважно, безлюдного відкачування і очищення шахтних зумпфів практично будь-якої глибини.

Окрім того робота виконана відповідно до тематичних планів робіт ПАТ «НДІГМ ім. М. М. Федорова» у рамках науково-дослідної теми «Створити енергозберігаючу технологію та технічні рішення в області шахтного водовідливного комплексу галузі, що забезпечить його використання як регулювальника навантаження енергосистеми, підвищення рівня ефективності та безпеки, зниження аварійності на водовідливі» (державний реєстраційний №0108U003857), а також у рамках господарчої договірної роботи: «Розробити конструкторську документацію на високонапірний шламовий гідроелеватор, призначений для гідротранспортування просипу із зумпфовой частини ствола «Пугачівка» шахти ім.Ф.Е.Дзержинського ДП «Дзержинськвугілля».

Тема дисертації та напрям досліджень відповідають паспорту спеціальності 05.05.06 – «Гірничі машини» згідно з вимогами МОН України щодо кандидатських дисертацій.

## **2. Наукові положення і їхня новизна.**

Дисертантом сформульовані три положення, що відображають основну сутність отриманих нових наукових результатів.

1. Технологічний напір, ККД і подача ЗВА виражені дрібно-раціональними функціями відносно витрати, які визначаються величиною і видом статичного або швидкісного підпору, що розглядається при цьому як питома енергія потоку, що додатково підводиться та всмоктується. Схема ЗВА із статичним підпором перевищує традиційно рекомендований варіант з швидкісним підпором як за натиском, так і за ККД – не менше чим в 1,1 разу при відносному підпорі 0,1, що при використанні встановленої області взаємозв'язаних раціональних відносних гідравлічних (у тому числі кавітаційних) і геометричних параметрів ЗВА обґрунтовує технічну можливість створення ефективних високонапірних ЗВА при статичному підпорі при всмоктуванні.

2. У дослідженій області розмірних параметрів: напору робочого потоку  $H_p=200\ldots 800$  м; напору апаратів  $H_A=10\ldots 150$  м; підпору  $H_{\pi}=-7\ldots +20$  м, залежності  $\eta_A$  апаратів від напору  $H_A$ , за умови  $H_{\pi}=\text{const}$ , характеризуються розвиненими ділянками з близькими до постійних значень  $\eta_A$ . Оптимальні або приоптимальні значення ККД ЗВА  $\eta_A=0,28\ldots 0,3$  забезпечуються при значеннях параметрів:  $H_p=300$  м,  $H_A=60\ldots 90$  м;  $U_k=0,7\ldots 1,2$ , при статичному підпорі –  $H_{\pi}=10\ldots 20$  м.

3. Ефективність (технологічний ККД) двоступінчастої схеми ЗВА виражена як функція напорів апарата від відносної витрати і величини параметра статичного підпору  $H_{\pi}$  при всмоктуванні верхнього високонапірного ступеня, створюваного низьконапірним передвключеним апаратом. При цьому її ККД, в порівнянні з традиційно вживаною одноступінчастою схемою ЗВА, при  $H_{\pi}=10\ldots 20$  м і нульовому підпорі на вході в апарати підвищується в  $1,5\ldots 2,5$  рази із забезпеченням напорів апарата  $120\ldots 150$  м при одночасному зниженні напорів робочого потоку  $H_p$  не менш ніж в  $1,5$  рази.

Дисертаційна робота представляє певний внесок у розвиток теорії водоструминних апаратів.

### **3. Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій**

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації забезпечується коректним використанням відповідного математичного апарату і підтверджується співставленням з результатами експериментальних досліджень, які виконувались на діючих водовідливках глибоких зумпфів.

Розбіжність порівнюваних параметрів: по напору – не більше 1 %, по подачі – не більше 2,5 %, по ККД апаратів – не більше 8 %.

Викладені в дисертаційній роботі наукові положення, висновки та рекомендації достатньо обґрунтовані. Здобувачем проведені необхідні теоретичні та експериментальні дослідження, результати роботи використовуються науковцями і фахівцями вугільної галузі, що

підтверджується відповідними актами та протоколами, наведеними у додатках до дисертації.

#### **4. Наукова і практична цінність роботи**

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей формування технологічних напірних і енергетичних, а також витратно-кавітаційних характеристик високонапірних ЗВА з урахуванням впливу виду і величини напору (підпору) при всмоктуванні, що дозволили обґрунтувати область раціональних параметрів режимів їх роботи і принципи технологічного проектування ЗНГУ з високонапірними ЗВА; у обґрунтуванні методу розрахунку і вибору раціональних режимів роботи ЗНГУ в цілому при оснащенні їх високонапірними ЗВА, у тому числі новою, двоступінчастою схемою апарата; у обґрунтуванні доцільності створення спеціальних аварійних ЗВА з підвищеною подачею.

Науковий рівень дисертації відповідає сучасному рівню розробки теорії і способів забезпечення безпечної експлуатації гірничих машин і устаткування.

Практична цінність роботи полягає в розробці і практичній реалізації методики дослідження, розрахунку і вибору раціональних гідравлічних і геометричних параметрів високонапірних ЗВА, у тому числі двоступінчастої технологічної схеми з високонапірною (основною) і низьконапірною ступенями, що забезпечує в порівнянні з традиційною одноступінчастою схемою ЗВА підвищення експлуатаційного ККД в 1,5..2,5 рази і зниження необхідного напору робочого потоку не менш ніж в 1,5 рази. Результати дослідження використані при підготовці СОУ 10.1.24183643.006:2007 «Водозбірники» (акт від 30.10.2013 р., затверджений наказом Міністерства вугільної промисловості України № 545 від 7.12.2007 р.).

#### **5. Ступінь реалізації прикладних результатів роботи**

Вперше в практиці гірничої промисловості України розроблені, впроваджені і отримали практичне використання високонапірні двоступінчасті

ЗВА на зумпфових водовідливах глибоких зумпфів (глибиною 95 м і 110 м) двох шахт (ім. Ф.Е.Дзержинського ДП «Дзержинськвугілля» (акт від 28.01.2013 р.), і «Жовтневий рудник» ДП «ДУЕК» (акт від 12.08.2010 р.)), що дозволило успішно вирішити важливе виробниче завдання – використання скіпових підйомів для забезпечення високопродуктивної видачі вугілля, що видобувається, на поверхню. Це, у свою чергу, дало можливість інтенсифікувати розвиток робіт по видобутку вугілля на відповідних горизонтах шахт. Відповідно до даних фахівців шахти «Жовтневий рудник» економічний ефект від впровадження установки складає не менше 1 млн. грн. на рік.

Результати дисертаційної роботи використані вченими і фахівцями ПАТ «НДІГМ ім. М. М. Федорова» при виконанні науково-дослідних робіт. Новизна і практична значущість двоступінчастої схеми високонапірного ЗВА підтверджені патентом України.

## **6. Повнота викладу в опублікованих роботах основних результатів дисертації**

Публікації автореферату відображають основні положення й висновки дисертації. Основний зміст роботи опублікований у 16 роботах, у тому числі: 3 – без співавторів, 3 статті – в зарубіжних виданнях і вітчизняних, таких, що входять до міжнародних наукометричних баз, 9 статей – у фахових наукових виданнях переліку МОН України, 4 статті і тези виступів в збірках матеріалів науково-технічних і науково-практичних конференцій, галузевий стандарт, 1 патент України на корисну модель.

## **7. Основні недоліки роботи**

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу Грядущого Кирила Володимировича, слід вказати й на деякі її недоліки і висловити побажання на майбутнє:

7.1. В роботі недостатньо обґрунтовано оцінку впливу рівня питомої енергії (напору) при його всмоктуванні на технологічні ККД апаратів.

7.2. На рис. 2.2 представлені зведені характеристики апаратів  $h_{om}(U)$ , отримані як автором дисертаційної роботи, так і іншими авторами. З результатів порівняння характеристик не можна виділити сенс особисто отриманих автором результатів.

7.3. У роботі треба було б розглянути основні фактори, що обмежують вибір максимально припустимого значення відносного напору  $h$  й мінімально реалізованої при цьому подачі  $U_k$ .

7.4. У роботі лише один розділ присвячений розрахункам зумпфової насосно-гідроелеваторної установки із двоступінчастим водоструминним апаратом. Логічним є присвятити цьому більшу частину роботи, враховуючи, що методика розрахунків єдина для усіх випадків.

Якими б не були висловлені зауваження, але з погляду їх фундаментальності, вони не можуть перекреслити вагомості виконаної автором роботи. Здобуті Грядущим К.В. результати варті оцінки на рівні сучасних вимог до дисертаційних праць з адресною метою здобуття автором вченого ступеня кандидата технічних наук.

## **8. Оцінка змісту й оформлення дисертації й автореферату**

Робота написана грамотно, ясно, чітко та доступно для сприйняття. При написанні дисертації та автореферату автор використовував професійний науковий стиль викладу теоретичного матеріалу.

У першому розділі проаналізована існуюча технологія очищення і відкачування зумпфів на шахтах на шахтах України та інших країн.

Показано, що розробка зумпфових насосно-гідроелеваторних установок на основі створення спеціальних високонапірних, надійних і економічних водоструминних апаратів; вдосконалення технологічних схем установок; розробка ефективного методу розрахунку і вибору раціональних параметрів апаратів з урахуванням їх кавітаційних характеристик – є основними напрямками розвитку зумпфового водовідливу.

Аналіз відомих наукових робіт встановив, що на сьогодні не має досить чіткої оцінки впливу виду і величини підпору при всмоктуванні апаратів на їх робочі характеристики і параметри

Крім того потрібен обґрунтований аналітичний метод розрахунку параметрів режимів роботи насосно-гідроелеваторних установок з одно- і двоступінчастими апаратами, що не дозволяє здійснювати вибір найбільш ефективної сукупності їх параметрів на етапі проектування.

Також у розділі сформульована мета і визначені завдання дослідження.

У другому розділі побудовані енергетичне рівняння ЗВА й технологічні безрозмірні напірні характеристики апаратів, що відображають вплив статичного, швидкісного й нульового підпору, а також розрідження при їх всмоктуванні. Встановлені закономірності впливу величини й виду (статичного й швидкісного) підпору при всмоктуванні високонапірних ЗВА на їхні технологічні напірні й енергетичні характеристики у докавітаційних режимах роботи. Уточнені особливості гідравлічного механізму формування втрат енергії у варіанті статичного підпору. Виявлена залежність запропонованих технологічних характеристик і параметрів апаратів від величини й виду підпору при всмоктуванні.

Доведено, що забезпечення роботи високонапірних ЗВА зі статичним підпором при всмоктуванні є ефективним технологічним резервом підвищення їх напору, подачі й ККД і вдосконалювання технологічних схем зумпфових насосно-гідроелеваторних установок у цілому.

У третьому розділі наведено аналітичний опис витратно-кавітаційної характеристики апаратів, який дає можливість оцінювати вплив відносини висоти всмоктування, що відповідає абсолютному тиску при всмоктуванні апарата, до напору, або висоті його нагнітання, на всі основні «нормальні» робочі параметри (подачу, напір, ККД ) апаратів у всьому діапазоні зміни відносини діаметрів камери змішання й сопла.

На основі аналізу розроблених безрозмірної й розмірних витратно-кавітаційних характеристик апаратів встановлена узагальнена область

раціональних «нормальних» параметрів режимів роботи високонапірних ЗВА, що відповідають їх приоптимальній і дооптимальній зонам.

**Четвертий** розділ присвячений обґрунтування методу розрахунку режимів роботи зумпфових насосно-гідроелеваторних установок з одноступінчастими і двоступінчастими гідроелеваторами.

Встановлена характеристика системи робочих гідроліній двоступінчастого апарата, що включають робочі трубопроводи й сопла його ступенів, у вигляді рівняння складної зовнішньої мережі робочого насоса, апарата, що живить.

Обґрунтовано метод розрахунків режимів роботи одно- і двоступінчастих водоструминних апаратів, що базується на використанні встановленої в роботі еквівалентної напірної характеристики ступеня апарата.

Встановлено систему аналітичних виразів, що визначає однозначну залежність режимів роботи насосно-гідроелеваторної установки від усіх інших (технологічних, гідравлічних, геометричних) її параметрів.

**П'ятий** розділ описує експериментальні дослідження.

У розділі встановлені визначальні гідравлічні й геометричні параметри, розроблені робочі проекти й здійснене впровадження на двох шахтах галузі (ім. Ф.Е.Дзержинського ДП «Дзержинськвугілля» і «Жовтневий рудник» ДП «ДУЕК») високонапірної двоступінчастої зумпфової гідроелеваторної установки, відповідно з напором 120 м і 95 м, призначеної для одночасного відкачування водоприпливу й очищення від просипу зумпфів скіпових стовбурів.

Підтверджена ефективність розробленого методу розрахунків і вибору раціональних значень параметрів режимів зумпфової насосно-гідроелеваторної установки. Розбіжності між даними аналітичних і експериментально-виробничих досліджень режимів роботи установки не перевищують 8%.

Доведено, що по напірності, економічності й всмоктувальної здатності, двоступінчаста схема суттєво перевершує традиційно застосовувану одноступінчасту. Разом з тим, з урахуванням конструктивної простоти,



виконана експериментальна перевірка високонапірної одноступінчастої установки, що відкриває потенційні можливості для ефективного її функціонування в умовах глибоких зумпфів шахт – у якості засобу аварійного призначення.

У додатках наведені схеми насосно-гідроелеваторної установки та розміщення трубопровода робочої води и пульповода установки в виробках пристовбурового двору, а також їх опис; розрахунок оцінки погрішності експериментального визначення робочих параметрів і ККД двоступінчастого апарата; акти та ін.

Зміст дисертації свідчить про зроблений автором глибокий аналіз проблем обґрунтування раціональних технологічних схем і параметрів шахтних зумпфових високонапірних насосно-гідроелеваторних установок.

Дисертаційна робота має чітку логічну структуру, яка відображає загальну логіку дослідницького пошуку, а також способи вирішення поставлених завдань.

Не викликає заперечень визначений К.В.Грядущим апарат дослідження: об'єкт, предмет і мета знайшли своє відображення в розроблених автором завданнях.

До переваг роботи можна, без сумніву, віднести її концептуальну обґрунтованість. Дисертант добре орієнтується в теоретико-методологічних засадах наукових досліджень і чітко визначає їх для своєї теми дослідження.

У роботі дисертант домігся єдності змісту, структури та стилю. Цементуючим ядром кожної глави є чіткі висновки, що мають відносну самостійність.

## **9. Загальний висновок про роботу**

У дисертаційній роботі розроблені, досліджені і реалізовані наукові положення і технічні рішення, виконані безпосередньо автором.

Відзначені недоліки не стосуються основних наукових положень, що захищаються дисертантом. Робота виконана на високому науковому рівні,

містить нові і значимі наукові положення, а також важливі для практики результати.

Дисертаційна робота Грядущого Кирила Володимировича «Обґрунтування раціональних технологічних схем і параметрів шахтних зумпфових високонапірних насосно-гідроелеваторних установок», відповідає вимогам п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника (із змінами)», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, що пред'являються до кандидатських дисертацій, і паспорту спеціальності 05.05.06—«Гірничі машини», а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.06—«Гірничі машини».

Офіційний опонент, кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник  
Інституту геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова  
Національної Академії наук України (м. Дніпро),  
завідувач лабораторії проблем діагностики та іспитів  
обладнання шахтних підймальних комплексів

С.Р.Ільїн

