

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Татарко Лариси Гаврилівни “Обґрунтування параметрів процесу гідротранспортування мінеральної сировини по магістралях із сталевих і полімерних труб”, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.15.09 – Геотехнічна і гірнича механіка

На рецензію подано дисертацію, автореферат та опубліковані роботи.

Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, 5 додатків на 79 сторінках і списку використаних джерел із 126 найменувань на 13 сторінках. Основний текст роботи викладено на 172 сторінках, містить 55 рисунків, 68 таблиць. Загальний обсяг роботи становить 264 сторінки машинописного тексту.

Автореферат за формою та змістом є послідовним скороченим викладом тексту дисертації.

Автореферат і публікації повністю розкривають основні положення дисертаційної роботи.

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Сучасний досвід видобутку мінеральної сировини на території України свідчить, що майже всі родовища корисних копалин розроблюються засобами гідромеханізації, що обумовлює транспортування розсипів та відходів переробки напірним гідротранспортом. Самі ці технологічні процеси, не враховуючи сушки промпродуктів та товарних концентратів, вносять найбільший вклад в собівартість переробки мінеральної сировини. На сучасних гірничо-збагачувальних комбінатах (ГЗК) вартість трубопровідних магістралей може дорівнюватися або перевищувати вартість збагачувального виробництва, що обумовлено довжиною трас, вартістю самих труб, їх доставки та монтажу. Водночас високі тарифи на електричну енергію та технічну воду значно підвищують експлуатаційні витрати для цього виду транспорту. В таких умовах традиційні сталеві труби, що завжди використовувалися для монтажу магістралей гідротранспортних комплексів, стають економічно не вигідними, а останні успіхи промисловості у виробництві виробів і товарів з поліетилену, відкривають нові можливості для підвищення рентабельності та надійності цих технологій. Особливо це актуально для Рівненсько-Волинського регіону, де родовища сконцентровано в лісовій зоні, а їх розробка вимагає застосування новітніх технологій гідромеханізації. Тому розв’язана автором наукова задача, що полягає у встановленні залежностей гідралічного ухилу і критичної швидкості гідротранспортування по трубах з полімерних матеріалів від гранулометричного складу, концентрації і густини твердих частинок з обґрунтуванням місць розміщення насосів на магістралях, що складаються з ділянок сталевих і полімерних труб, в гідротранспортних комплексах технологій видобутку і переробки корисних копалин є своєчасною та актуальною.

**Ступінь обґрунтованості результатів дисертаційних досліджень,
вірогідності висунених наукових положень,
сформованих висновків і рекомендацій.**

Одержані в результаті проведених досліджень наукові положення, висновки та рекомендації обґрунтовано глибоким аналізом і логічним узагальненням виведених аналітичних залежностей, які описують залежності параметрів гідротранспорту та процеси взаємодії частинок твердого матеріалу з напірним потоком та з трубопроводом, а також подальшим практичним підтвердженням запропонованих теоретичних положень.

У результаті огляду й аналізу сучасних літературних джерел обґрунтовано доцільність використання полімерних трубопроводів в магістралях гідротранспортних комплексів для технологій видобутку та переробки різноманітних корисних копалин, а також розробки нових методів розрахунку гідравлічних характеристик магістралей, що складаються із ділянок сталевих та полімерних труб.

За результатами теоретичних досліджень залежностей гідравлічного ухилу та критичної швидкості гідротранспортування від крупності, густини та концентрації твердих частинок, діаметру та матеріалу трубопроводу відомі методики розрахунку параметрів гідротранспорту в сталевих трубах удосконалені та узагальнені на випадок використання полімерних труб. Запропоновано використання в залежності коефіцієнту гідравлічного тертя від числа Рейнольдса ступеневого закону замість логарифмічного.

Моделювання процесу взаємодії твердих частинок зі стінкою трубопроводу, розташованого під різними кутами нахилу, дозволило обґрунтувати та отримати оцінку змінення коефіцієнту тертя для частинок кварцового піску, ільменітового концентрату та вугілля, при заміні сталевих труб на полімерні.

На підставі результатів досліджень розроблено методичні рекомендації з вибору й обґрунтування параметрів поліетиленових труб для гідротранспортних комплексів, магістралі яких складаються із ділянок сталевих та полімерних труб.

Достовірність отриманих аналітичних залежностей підтверджено промисловими експериментальними дослідженнями, у результаті яких отримано розбіжність теоретичних та експериментальних даних при визначенні критичної швидкості у межах 19 %, а при визначенні гідравлічного ухилу – 7 %.

На завершальному етапі досліджень одержані наукові результати впроваджено у виробництво, що дозволило знизити енергоємність процесу транспортування первинних розсипів та відходів збагачення корисних копалин.

**Наукова новизна матеріалів дисертаційної роботи,
висновків і рекомендацій, повнота їхнього викладення
в опублікованих працях.**

Наукова новизна дисертаційної роботи визначається розробленими математичними моделями та аналітичними залежностями, що забезпечують визначення гідравлічного ухилу та критичної швидкості гідротранспортування при використанні полімерних труб та обґрунтування місць розташування насосів на магістралях, що містять ділянки сталевих та полімерних трубопроводів.

1. Удосконалено модель процесу гідротранспорту мінеральної сировини по полімерним трубам, яка відрізняється тим, що вперше враховує гідравлічну крупність частинок по тонкій та дрібній фракціях і дозволяє підвищити точність визначення гідравлічного ухилу та критичної швидкості гідротранспортування полідисперсних матеріалів з частинками різної густини.

2. Вперше розроблено метод оцінки гідравлічних характеристик поліетиленових труб на основі математичної моделі розрахунку параметрів гідротранспорту, який дозволяє визначити константи залежності коефіцієнта тертя від критерію Рейнольдса.

3. Отримали подальший розвиток методи розрахунків режимів роботи гідротранспортних комплексів ГЗК з обґрунтуванням розміщення насосів, які поширені на випадок магістралей, що складаються з ділянок сталевих і полімерних труб, за рахунок використання залежності додаткового гідравлічного ухилу від коефіцієнту гідравлічного тертя.

Висновки та рекомендації у вигляді рекомендацій з вибору й обґрунтування параметрів поліетиленових труб для гідротранспортних комплексів підкріплено апробацією в умовах конкретного вітчизняного ГЗК, що підтверджує високий рівень наукової новизни та практичну цінність представленої роботи.

В опублікованих дисертантом наукових працях повністю викладено зміст поданої роботи.

Результати роботи використовують у навчальному процесі кафедри гірничої механіки Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» у лекційних курсах та при проведенні лабораторних і практичних занять з дисциплін «Гідротранспорт на гірничих підприємствах» та «Проектування та експлуатація транспортних комплексів гірничих підприємств».

Додатки до дисертаційної роботи свідчать, що отримані наукові результати використовують на гірничих підприємствах при модернізації існуючих та при створенні нових гідротранспортних комплексів.

Практичне значення отриманих результатів.

На основі отриманих наукових результатів розроблено «Методичні рекомендації з вибору й обґрунтування параметрів поліетиленових труб для гідротранспортних комплексів», які вперше дозволяють проводити: розрахунки гідравлічного ухилу і критичної швидкості з урахуванням щільності та гранулометричного складу матеріалу, що транспортується; оцінку гідравлічних характеристик поліетиленових труб; розрахунки режимів роботи гідротранспортних комплексів ГЗК з обґрунтуванням розміщення насосів на магістралях, що складаються з ділянок сталевих і полімерних труб; обґрунтування довжин ділянок магістралі зі сталевих і полімерних труб в залежності від витратно-напірних характеристик насосів і подачі гідросуміші.

Розроблені методичні рекомендації використано Інститутом фізики гірничих процесів НАН України, "ДП "УкрНДІВуглезбагачення", а також фахівцями ВАТ „ВЕЛТА” та ТОВ „ПОЛІБУД”.

Оцінка змісту дисертації та її завершеності в цілому.

Матеріал дисертаційної роботи вдало розбито за розділами, добре

скомпоновано та достатньою мірою ілюстровано графічно. Мова та стиль викладу роботи є логічними, послідовними, аргументованими і відповідають сучасним лінгвістичним нормам та фаховій термінології. Істотні орфографічні та стилістичні помилки текстового та редакційного характеру відсутні.

У вступі обґрунтовано доцільність застосування полімерних труб в умовах гідротранспортних комплексів гірничо-збагачувальних комбінатів для зниження енергоємності та підвищення надійності процесу гідротранспортування первинних та техногенних розсипів.

У першому розділі виконано аналіз сучасного стану технічних засобів і технологій напірного гідротранспортування, методів модернізації гідротранспортних систем, а також існуючих методів розрахунку критичної швидкості гідротранспортування та гідравлічного ухилу. При розрахунках параметрів та режимів напірного гідротранспортування в методиках, що існують, визначено фактори та параметри, які враховують тип матеріалу трубопроводу.

У другому розділі на базі відомих методик розрахунку, які створені О.Є. Смолдирьовим і С.Г. Коберником - В.І. Войтенко, з урахуванням стандартів ISO TR 10501 і СНиП 2.04.02-85, розроблені для полімерних труб методи розрахунку гідравлічного ухилу і критичної швидкості гідротранспортування з урахуванням густини та гранулометричного складу первинних та техногенних розсипів. Це дозволило сформулювати задачі лабораторних експериментальних досліджень залежності коефіцієнту тертя частинок твердого матеріалу о стінку труби, та розробити методичне забезпечення експериментальних досліджень параметрів гідротранспорту в промислових умовах.

У третьому розділі наведено методики, стенди та результати експериментальних досліджень процесу руху твердих частинок мінеральної сировини по внутрішній поверхні сталевих і полімерних трубопроводів, що дозволило встановити характер зміни коефіцієнта тертя при використанні полімерних труб замість сталевих в залежності від крупності, матеріалу, густини та концентрації твердих частинок. Проведені випробування дозволили оцінити коефіцієнт тертя часток кварцового піску, щебеню, відходів збагачення руд, а також концентратів вугілля і ільменіту, та отримати необхідні коефіцієнти для розрахунку параметрів гідротранспорту по поліетиленовим трубам. Точність та адекватність вдосконалених методів розрахунку гідравлічного ухилу та критичної швидкості гідротранспортування оцінено за результатами промислових експериментів на гідротранспортному комплексі Вільногірського гірничо-металургійного комбінату. При цьому відносні помилки при розрахунку критичної швидкості в поліетиленових трубах за адаптованими методиками С.Г. Коберника - В.І. Войтенко і О.Є. Смолдирьова не перевищують 7 % і 18 % відповідно, а відносні помилки при визначенні гідравлічного ухилу не перевищує 6 % і 7 % відповідно.

Четвертий розділ присвячено розробці та впровадженню «Методичних рекомендацій з вибору й обґрунтування параметрів поліетиленових труб для гідротранспортних комплексів», які передбачають проектувальний і перевірочний розрахунки гідротранспортних комплексів і вперше розрахунковим шляхом дозволяють визначити довжину ділянки магістралі з

поліетиленових труб в залежності від витратно-напірних характеристик насосів і подачі гідросуміші. В основу цих методичних рекомендацій було покладено методику розрахунку гідравлічного ухилу та критичної швидкості гідротранспортування А.Є. Смолдирьова, яка була удосконалена з урахуванням теоретичних та експериментальних результатів, які отримані автором роботи. Впровадження методичних рекомендацій відбувалось в умовах Бірзуловського гірничо-збагачувального комбінату при визначенні діаметрів поліетиленових трубопроводів і обґрунтуванні для розглянутих умов товщини їх стінок, номінального робочого тиску гідросуміші, при оцінці показників відцентрових насосів для гідротранспортних установок і системи оборотного водопостачання, а також при розрахунках розподілу тиску по довжині магістралей.

У висновках наведено основні результати та кількісні показники дисертаційної роботи, які підтверджують основні теоретичні положення.

Основні зауваження щодо дисертації

1. В першому розділі автором згадуються перспективи застосування плаваючих полімерних трубопроводів, але тільки як елементів магістралей земнарядів. Автор випустив з виду перспективу використання таких трубопроводів для скорочення трас гідротранспортних установок, які розташовані на суходолі, але обминають техногенні гідротехнічні об'єкти, що утворені в балках та вирвах, – водосховища та шламосховища.

2. В роботі без достатнього обґрунтування приймається прямопропорційна залежність між константою А.К. Великанова та узагальненим коефіцієнтом тертя твердих частинок о стінку труби, формули (2.47) на сторінці 62. При цьому, зміст константи пропорційності для цієї формули не роз'яснюється, а її залежність від інших параметрів та факторів не досліджується. В той час як професор С.І. Криль вказує суттєвий вплив в такому випадку співвідношення об'ємної та витратної концентрації гідросуміші, та можливий вплив коефіцієнту гідравлічного тертя та числа Рейнольдса.

3. При вдосконаленні методики Коберніка-Войтенко шляхом узагальнення її формул на випадок гідротранспорту по полімерним трубам автором без достатнього обґрунтування збережена залежність критичного гідравлічного ухилу від співвідношення діаметрів твердих частинок та трубопроводу, яка була отримана для сталевих труб.

4. За результатами досліджень, які виконані в другому розділі роботи, виникає потреба у визначенні коефіцієнту тертя частинок діаметром більш 2 мм, бо саме для цих фракцій критична швидкість гідротранспортування та гідравлічний ухил розраховуються з використанням цієї величини. Тому виникає питання для чого виконувались дослідження коефіцієнту тертя для частинок меншого діаметру, результати яких наведено в третьому розділі роботи.

5. В авторефераті в загальній характеристиці роботи (публікації) автор дає 8 статей у спеціалізованих виданнях (в т.ч. 1 у зарубіжному виданні), а в опублікованих роботах результатів дисертації 9 статей.

**Висновок щодо відповідності матеріалів дисертаційної роботи
встановленим вимогам**

1. Кандидатська дисертаційна робота Татарко Л.Г. на тему “Обґрунтування параметрів процесу гідротранспортування мінеральної сировини по магістралях із сталевих і полімерних труб” відповідає паспорту спеціальності 05.15.09 – Геотехнічна і гірнича механіка і розв’язує актуальну наукову задачу, яка полягає у встановленні для полімерних труб залежностей додаткового гідравлічного ухилу від коефіцієнту гідравлічного тертя і критичної швидкості гідротранспортування від шорсткості внутрішньої поверхні труби з урахуванням гранулометричного складу, концентрації та густини матеріалу, що транспортується, і обґрунтування параметрів процесу гідротранспортування полідисперсних матеріалів та розташування насосів по магістралях, що складаються з ділянок сталевих і полімерних труб, розробки на цій основі методичних рекомендацій, впровадження яких дозволило підвищити ефективність функціонування вітчизняних ГЗК.

2. Зміст публікацій, їх кількість та наповнення відповідають вимогам п. 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, що висуваються до кандидатських дисертацій.

3. Автореферат виконано відповідно до вимог п. 13 “Порядку присудження наукових ступенів”, що висуваються до авторефератів кандидатських дисертацій.

4. Кандидатська дисертаційна робота “Обґрунтування параметрів процесу гідротранспортування мінеральної сировини по магістралях із сталевих і полімерних труб” є завершеною науковою роботою, яка розв’язує актуальну наукову задачу, має високий науковий рівень, новизну й практичну цінність, виконана відповідно до вимог п. 11 “Порядку присудження наукових ступенів”, що висуваються до кандидатських дисертацій, результати роботи пройшли апробацію та впроваджені в промислових умовах, а її автор Татарко Лариса Гаврилівна заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.09 – Геотехнічна і гірнича механіка.

Офіційний опонент:

доцент кафедри розробки родовищ

та видобування корисних копалин

Національного університету

водного господарства та природокористування

Міністерства освіти і науки України,

кандидат технічних наук, доцент

м. Рівне

02 грудня 2016 р.

В.Я. Корнієнко

Підпис кандидата технічних наук, доцента Корнієнка В.Я. засвідчую:

Вчений секретар вченої ради НУВГП

канд. техн. наук, доц.

В.І. Давидчук

