

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Новікова Леоніда Андрійовича  
“Обґрунтування параметрів безпечного функціонування дільничних  
дегазаційних трубопроводів вугільних шахт”, яка представлена  
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.26.01 – «Охорона праці»

Відгук складено на основі вивчення дисертаційної роботи, автореферату, опублікованих здобувачем результатів наукових досліджень і матеріалів, які підтверджують впровадження результатів роботи.

### **1 Актуальність теми дисертації та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами**

Небезпека праці на вугільних шахтах пов'язана з веденням гірничих робіт в складних гірничо-геологічних умовах. Особливо це стосується розробки вугільних пластів в умовах водонасичених і викидонебезпечних вміщуючих порід. При цьому дотримання вимог вибухобезпеки у вугільних шахтах, небезпечних по газу і пилу, є невід'ємною частиною системи охорони праці на вугледобувних підприємствах.

Підвищення ефективності дегазації передбачає використання прогресивних засобів управління і моніторингу її технологічних параметрів, що дозволяє здійснювати оптимізацію процесів дегазації і їх адаптацію до реальних умов.

Досвід розробки метанорясних вугільних пластів в вугледобувних країнах світу показує, що ведення гірничих робіт на великих глибинах вимагає проведення спеціальних заходів щодо зниження виділень метану з вугільних пластів. Відведення метану на поверхню в основному здійснюється по дегазаційним трубопроводам або за допомогою спеціальних свердловин великого діаметру. Результати аналізу інформаційних джерел показують, що відсутня достатня експериментальна база по дослідженню динаміки виділення метану, а також ефективності спільної роботи систем дегазації та вентиляції. При цьому порушення нормального функціонування цих систем призводить до виникнення аварійних ситуацій.

Утворення скупчень рідини в дільничних дегазаційних трубопроводах через процеси конденсації вологи і її припливу з дегазаційних свердловин, а також зниження герметичності трубопроводів призводять до порушення процесу відводу газової суміші та зниженню її якості. Тому встановлення закономірностей впливу рідкої фази і припливів повітря на процеси транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам для обґрунтування параметрів їх безпечного функціонування, є актуальною науковою задачею, яка має важливе значення для зниження рівня аварійності в очисних виробках і виїмкових дільницях.

Дисертаційна робота виконана відповідно до держбюджетних тем: № III-59-11 «Встановлення закономірностей руйнування обводненого газонасиченого масиву і обґрунтування методів комплексного контролю його стану для ефективного та безпечного підтримання гірничих виробок і керування аероди-

наміченими процесами провітрювання в системі «гірничі виробки – вироблений простір» (ДР № 0111U005135); № III-63-12 «Фізико-хімічна механіка геотехнологічних систем: ідентифікація параметрів і керування» (ДР № 0112U000493); № III-65-15 «Розвиток теорії та методів керування станом геотехнологічної системи «масив суміжних виїмкових дільниць – підтримання і вентиляція виробок» для забезпечення інтенсифікації роботи гірничодобувних підприємств (ДР № 0115U002534), у яких автор був виконавцем.

## **2 Наукова новизна, ступінь обґрунтованості та достовірність одержаних результатів**

Для вирішення поставлених завдань автором застосовані наступні методи досліджень: теоретичні розрахунки гідравлічних та газопровідних мереж; математичне моделювання руху однофазних і двофазних середовищ у трубопроводах; закони рудничної аерології; експериментальні дослідження в промислових умовах.

### **Наукові результати, які отримані автором:**

1. Аеродинамічний опір скупчення вологи в дільничному дегазаційному трубопроводі прямо пропорційний часу утворення хвильового збурення рідини з максимальною амплітудою і змінюється по експонентній залежності. При цьому початкове зменшення прохідного перетину трубопроводу від 50 до 80 % призводить до аварійного порушення його функціонування в діапазоні від 1 до 2 с, а аеродинамічний опір досягає свого максимуму.

2. Скупчення вологи в дільничному дегазаційному трубопроводі призводить до експоненціального зростання концентрації метану у виробці, що відводить повітря, за час від 2,5 до 3 годин на величину від 0,12 до 0,32 % з її додатковим збільшенням на 0,03-0,08 % протягом 15 хвилин після відключення трубопроводу. При цьому повна зупинка засобів дегазації призводить до аналогічного зростання концентрації метану з перевищенням її безпечного значення через 10-15 хвилин і досягненням рівня стабілізації через 30 хвилин та більше.

### **Наукова новизна одержаних результатів:**

- вперше встановлені залежності аеродинамічного опору скупчення вологи в дільничному дегазаційному трубопроводі від часу утворення хвильового збурення рідини з максимальною амплітудою і початкового зменшення прохідного перетину трубопроводу, які дозволяють визначати час аварійного порушення його функціонування;

- вперше встановлені залежності концентрації метану у виробці, що відводить повітря, від тривалості відключення засобів дегазації і часу накопичення вологи в дільничному дегазаційному трубопроводі, які дозволяють визначити відповідні періоди і діапазони зміни концентрації метану

**Обґрунтування і достовірність наукових положень, одержаних результатів, висновків і рекомендацій** підтверджується: використанням апробованих аналітичних та експериментальних методів досліджень, законів газової динаміки та гідравліки, статистичною оцінкою достовірності встановлених закономірностей розроблених моделей і методик, достатньої для проведення інженерних розрахунків, збіжністю між теоретичними та експерименталь-

ними результатами (відносна похибка не перевищує 25%) та позитивними результатами впровадження методик на гірничих підприємствах.

### **3 Значущість результатів дисертації для науки та практики**

**Наукове значення роботи** полягає у встановленні закономірностей впливу рідкої фази і припливів повітря на процеси транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам, що дозволило обґрунтувати параметри їх безпечного функціонування.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в розробці та використанні на гірничих підприємствах:

1. Методики розрахунку раціональних параметрів транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам з урахуванням фактору їх обводнення, яка дозволяє визначати газодинамічні параметри вологої метаноповітряної суміші в дільничних дегазаційних трубопроводах при зміні їх пропускної здатності, здійснювати вибір безпечних параметрів транспортування газової суміші, а також число і тип вакуум-насосів.

2. Методики контролю параметрів транспортування газової суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам зі скупченнями рідини, яка дозволяє здійснювати контроль газодинамічних параметрів метаноповітряної суміші в дільничних дегазаційних трубопроводах та вентиляційних каналах, а також попереджати виникнення аварійних ситуацій, викликаних закупоркою трубопроводів скупченнями рідини.

### **4 Реалізація результатів дослідження**

Методика розрахунку раціональних параметрів транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам з урахуванням фактору їх обводнення була використана при розробці проекту дегазації на ПАТ «Шахта ім. О.Ф. Засядька» (Довідка про впровадження від 02.06.2015 р.), а також передана ВСП ШУ «Добропільське» ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля» (Акт передачі від 26.03.2018 р.).

Методика контролю параметрів транспортування газової суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам зі скупченнями рідини була передана ДП «Селидіввугілля» (Акт передачі від 04.04.2018 р.).

Загальний очікуваний економічний ефект від впровадження зазначених методик склав 874614 грн. на рік.

### **5 Оцінка змісту дисертації та її завершеності**

Дисертація складається із вступу, 4 розділів, висновків, списків використаних джерел на 20 сторінках та 8 додатків на 16 сторінках. Робота містить 138

сторінок основного тексту, 35 малюнків, 13 таблиць, загальний обсяг 202 сторінок.

**Вступ** розкриває актуальність теми, мету, ідею, завдання дослідження, наукову новизну та інші критерії оцінки роботи.

**В розділі 1** автором проведено аналіз стану питання безпечного функціонування дегазаційних систем вугільних шахт, розрахунку та контролю їх параметрів. Розглянуто питання виникнення аварійних ситуацій при транспортуванні газової суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам. Наведені показники реалізації проектів дегазації і утилізації метану на вуглевидобувних підприємствах. Показане, що з 50 діючих вугільних шахт дегазація здійснюється лише на 14 з них. При цьому концентрація метану в метаноповітряної суміші, яка відводиться засобами дегазації, у середньому змінюється від 25 до 35%. Зокрема на 8 шахтах концентрація метану становить менше 25%, тобто існує ймовірність виникнення вибухонебезпечних ситуацій. Представлена характеристика шахт ДТЕК і використовувані на них способи дегазації.

Проведено аналіз математичних моделей і методів розрахунків газопровідних мереж, а також методів і технічних засобів їх контролю. Аналіз показав, що більшість математичних моделей і методів не в повній мірі враховують вплив рідкої фази і герметичності дегазаційного трубопроводу на параметри транспортування газової суміші, що може стати причиною порушення дегазації.

Аналіз стану питання безпечного функціонування дегазаційних систем вугільних шахт, розрахунку та контролю їх параметрів дозволило сформулювати основне наукове завдання, мету роботи та задачі досліджень.

Аналіз питань функціонування дегазаційних систем вугільних шахт, їх розрахунку та контролю дозволило сформулювати основне наукове завдання, мету роботи, ідею, задачі та методи дослідження.

**В розділі 2** представлені залежності для розрахунків газодинамічних параметрів вологої метаноповітряної суміші в дегазаційному трубопроводі. Представлені співвідношення дозволяють враховувати вплив вологості газу на його щільність, в'язкість та інші параметри.

Автором запропоновано співвідношення для визначення об'єму скупчення рідини в дегазаційному трубопроводі, рівню рідини, довжини скупчення вологи, а також відповідної площі прохідного перетину трубопроводу. Встановлено зв'язок об'єму скупчення з площею прохідного перетину, що дозволяє оцінити пропускну здатність трубопроводу. Отримані спрощені співвідношення для геометричних параметрів скупчення рідини шляхом використання інженерних методів. Це є позитивним моментом, тому що при використанні математичного апарата виходять громіздкі залежності, які незручні для інженерних розрахунків.

Розглянуто процес взаємодії газу з вільної поверхнею рідини. Автором використовується допущення, згідно з яким хвильові збурювання вільної поверхні рідини ідентичні виступам шорсткості твердої поверхні. Це дозволило уточнити величину втрат тиску газової суміші в трубопроводі шляхом додаткового введення коефіцієнту міжфазного тертя по довжині скупчення рідини.

Наведено математичну модель процесу руху метаноповітряної суміші в дільничному дегазаційному трубопроводі зі скупченням вологи. Автором було

прийнято допущення, згідно с яким зміна параметрів газової суміші відбувається в місцях припливів повітря через фланцеві з'єднання ланок трубопроводу. Це дозволило прийняти стаціонарний ізотермічний характер течії газової суміші в ланках. Рішення відповідної системи рівнянь дозволило отримати формулу для абсолютного тиску газової суміші у кінцевому перетині ланки и побудувати графік зміни тиску по довжині трубопроводу. Відносна похибка результатів розрахунків у порівнянні з даними вимірів складала близько 5%. Також автором було отримане співвідношення для аеродинамічного опору скупчення вологи в дільничному дегазаційному трубопроводі. При цьому розглядалося локальне хвильове збурювання рідини з максимальною амплітудою коливання. Відносна похибка результатів розрахунків в порівнянні з експериментальними даними не перевищувала 16%. При оцінці похибок результатів розрахунків абсолютного тиску в дегазаційному трубопроводі та величини аеродинамічного опору скупчення вологи розглядалася експериментальна ділянка трубопроводу довжиною 200 м, де були встановлені вимірювальні пункти. Перший пункт розташовувався в вентиляційному ходку уклону № 7, а другий – у західному корінному штреку (горизонт 1235 м). Експерименти проводилися в 16-й західній лави пласту  $m_3$  на шахті ім. О.Ф. Засядька в період з 2003 по 2004 рр.

На базі розрахунків та аналізу експериментальних даних автором було сформульовано перше наукове положення.

**У третьому розділі** розглянуто особливості дегазаційних систем вугільних шахт, як об'єктів контролю, наведені умови їх експлуатації. Представлені результати експериментальних досліджень пайової участі засобів дегазації у газовому балансі виїмкових дільниць на шахті ім. О.Ф. Засядька. Наведені результати експериментальних досліджень характеру зміни концентрації метану у вентиляційному ходку уклону № 7 16-й західної лави по пласту  $m_3$  при відключенні і запуску дегазації, а також при утворенні скупчення вологи в дільничному дегазаційному трубопроводі (2003-2004 рр.).

На основі аналізу, проведеного автором, було встановлено характер зміни концентрації метану у вентиляційній виробці при відключенні та запуску дегазації, а також при накопичення рідини в дільничному дегазаційному трубопроводі. В останньому випадку величина прохідного перетину трубопроводу в місці скупчення рідини визначалася при її зливі. Експонентне зростання концентрації метану в вентиляційній виробці при накопичення рідини в трубопроводі автор пояснює порушенням процесу транспортування метаноповітряної суміші і відводу газу з дегазаційних свердловин.

На базі аналізу результатів експериментальних досліджень автором було отримане друге наукове положення.

Наведено удосконалений метод розрахунку дегазаційних мереж, який дозволяє враховувати зміну газодинамічних параметрів по довжині дільничних дегазаційних трубопроводів з урахуванням припливів повітря, скупчень вологи, а також дозволяє визначати продуктивність вакуум-насосів.

Аналіз результатів розрахунків та експериментальних досліджень скупчення вологи, та характеру зміни концентрації метану у вентиляційній виробці дозволив автору обґрунтувати параметри безпечного транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам вугільних шахт.

У четвертому розділі автором приведена апробація методики розрахунку раціональних параметрів транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам з урахуванням фактору їх обводнення на шахті ім. О.Ф. Засядька. Методика була використана при складанні проекту дегазації. Результати розрахунків, зроблені автором, що в випадку можливих утворень скупчень вологі доцільно збільшити внутрішній діаметр трубопроводу на його проблемних ділянках, або використовувати трубопроводі більшого діаметру.

Розглянуто основні об'єкти контролю дегазаційних систем вугільних шахт. Приведена методика контролю параметрів транспортування газової суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам зі скупченнями рідини, яка була передана ДП «Селидіввугілля». Методика дозволяє виявляти присутність вологи в трубопроводах та вентиляційних каналах.

Автором розглянуто конструкція аеродинамічний перетворювач різниці тисків, який дозволяє здійснювати вимір величини розрядження в дегазаційних трубопроводах. Крім того запропоновано конструкція пристрою для автоматичного відведення води з дегазаційного трубопроводу. На конструкцію пристрою автор має патент.

Розглянуто структура і зміст організаційно-методичного документа «Положення про ділянку дегазації вугільних шахт».

Наведено розрахунок очікуваного економічного ефекту від впровадження зазначених методик. Загальний очікуваний економічний ефект склав 874614 грн. на рік.

У додатках наведено результати експериментальних досліджень скупчення вологі в дільничному дегазаційному трубопроводі і результати вимірів величини розрядження в дегазаційній мережі шахті ім. О.Ф. Засядька за допомогою аеродинамічного перетворювача різниці тисків, копії титульних сторінок методик, довідок та актів про їх впровадження і передачу, а також апробація результатів дисертації.

## 6 Зауваження

1. Коректно, на мій погляд, другій пункт наукової новизни одержаних результатів оцінити як «подальшого розвитку...» так як відомі наукові результати в цьому напрямку НВО «Респіратор», ІГД ім. О.О. Скочинського. Це не зменшує заслуг здобувача.

2. Слід відмітити що абсолютні числові параметри, котрі вказані в другому науковому положенні справедливі для шахт які розроблюють метанорясні вугільні пласти.

3. В авторефераті рис. 1 «Геометричні параметри скупчення вологи в дегазаційному трубопроводі» перевантажений позначеннями, які до того ж не розкриті в тексті.

4. В підрозділі 2.1 наведені формули для визначення зміни температури газової суміші по довжині герметичного газопроводу, а також після змішування газової суміші с припливами повітря. Доцільне було б розташувати ці співвідношення поруч в тексті та більше детальне описати послідовність їх викорис-

тання при розрахунках реального негерметичного дегазаційного трубопроводу.

5. В підрозділі 2.2 не зовсім зрозуміла доцільність використання співвідношення для коефіцієнта втрат прохідного перетину трубопроводу. У зв'язку з тим, що в тексті роботи зазначений коефіцієнт не несе принципового значення, його можна не використовувати.

6. При проведенні аналізу таблиці 2.2 немає однозначного обґрунтування необхідності обліку скупчень вологи в дегазаційному трубопроводі в випадку, коли експериментальне значення середньої абсолютної шорсткості його внутрішньої поверхні перевищує 2 мм.

7. В підрозділі 2.4 наведено математична модель руху метаноповітряної суміші в дільничному дегазаційному трубопроводі. За результатами моделювання отримано графік зміни абсолютного тиску газової суміші по довжині трубопроводу (рис. 2.13, а). Однак при аналізі характеру зміни абсолютного тиску треба було більш детально пояснити чому і при яких умовах зменшення внутрішнього діаметра трубопроводу призводить до зростання втрат тиску.

8. В підрозділі 3.3 автором представлені результати експериментальних досліджень концентрації метану у вентиляційній виробці при відключенні дегазації і в разі присутності рідини в дільничному дегазаційному трубопроводі. Після проведеного аналізу результатів доцільно було б додатково розглянути питання впливу скупчення вологи на дебіт дегазаційних свердловин, так як це дозволило більш детально показати негативний вплив скупчення рідини.

9. При обґрунтуванні параметрів безпечного функціонування дільничних дегазаційних трубопроводів вугільних шахт абсолютна еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні трубопроводу прийнята в діапазоні  $0,00002 \leq \Delta e \leq 0,002$  м, яким чином враховано наявність корозійного процесу в трубопроводі?

10. В цьому ж розділі, припустиме збільшення концентрації метану в вентиляційному потоці в результаті впливу скупчення вологи в трубопроводі обмежене величиною  $\Delta_{сп,сб} < 0,12\%$ . Яким чином воно пов'язано з розрахунком провітрювання виїмкової дільниці?

11. В підрозділі 4.3 автором запропонована конструкція пристрою для автоматичного відводу води з дегазаційного трубопроводу. Опис роботи пристрою занадто деталізовано. Його потрібно було б представити в більш лаконічному вигляді.

Зазначені зауваження не знижують загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

## 7 Загальні висновки

1. Дисертація Новікова Леоніда Андрійовича є завершеною науково-дослідною роботою в області охорони праці, яка виконана на актуальну тему, містить нові науково обґрунтовані результати, які одержані автором особисто, має наукову і практичну значимість. Зміст і реалізація результатів відповідають паспорту та напрямкам досліджень за спеціальністю 05.26.01 - «Охорона праці».

2. Дисертаційна робота викладена з використанням сучасної науково-технічної термінології і має достатню кількість ілюстративного матеріалу та таблиць.

3. Опубліковані автором статті повністю розкривають основні результати досліджень, які пройшли апробацію на науково-практичних конференціях. Основні результати дисертації висвітлено у 29 друкованих роботах, у тому числі: 24 статті у спеціалізованих виданнях, серед яких одна у закордонному виданні, 1 патент та 4 тези доповідей матеріалів конференцій. 3 робіт, які опубліковані в спеціалізованих виданнях, 11 є одноосібними.

4. Автореферат відповідає змісту дисертації і розкриває основні наукові та практичні результати.

5. За характером, обсягом і результатами виконаних досліджень дисертаційна робота відповідає вимогам п.11 «Порядку присудження наукових ступенів» МОН України щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук.

6. За вирішення актуальної наукової задачі встановлення закономірностей впливу рідкої фази і припливів повітря на параметри процесу транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам і удосконалення методів їх розрахунку, Новіков Леонід Андрійович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – «Охорона праці».

**Офіційний опонент:**

завідувач кафедри природоохоронної діяльності Державного ВНЗ «Донецький національний технічний університет» МОН України, доктор технічних наук, професор



В.К. Костенко

Підпис д.т.н., проф.  
Костенка В.К. завідувач  
ст. інспектор ВК



природоохоронної діяльності ДВНЗ ДонНТУ  
М.К. Костенко

«18» жовтня 2018 року