

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова  
Національна академія наук України



Новіков Леонід Андрійович

УДК [622.831.325.3:621.643]:622.8.012.2 (043.3)

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕЧНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ  
ДІЛЬНИЧНИХ ДЕГАЗАЦІЙНИХ ТРУБОПРОВІДІВ  
ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

05.26.01 – охорона праці

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Дніпро - 2018

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Інституті геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова НАН України (м. Дніпро)

Науковий керівник: доктор технічних наук,  
БУНЬКО Тетяна Вікторівна,  
Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова  
Національної академії наук України,  
старший науковий співробітник

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
КОСТЕНКО Віктор Климентійович,  
Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Міністерства освіти і науки України,  
завідувач кафедри природоохоронної діяльності

кандидат технічних наук, доцент  
НАЛИСЬКО Микола Миколайович,  
Державний вищий навчальний заклад  
«Придніпровська державна академія будівництва  
та архітектури» Міністерства освіти і науки України,  
доцент кафедри безпеки життєдіяльності

Захист відбудеться «09» листопада 2018 р. о 13<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.188.01 в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України за адресою: 49005, м. Дніпро, вул. Сімферопольська, 2а, факс (0562) 46–24–26.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України за адресою: 49005, м. Дніпро, вул. Сімферопольська, 2а.

Автореферат розісланий «08» жовтня 2018 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
доктор технічних наук, професор



В.Г. Шевченко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Безпека ведення гірничих робіт залежить від ефективності функціонування шахтної дегазаційної системи. При цьому важливе значення має технічний стан дільничних та магістральних дегазаційних трубопроводів, потужність і число діючих вакуум насосів, а також гірничо-геологічні умови. Незадовільний стан дегазаційних мереж обумовлено зниженням герметичності трубопроводів та гирл дегазаційних свердловин, забрудненістю трубопроводів скупченнями пилу, шламу та води. Зазначені скупчення утворюються на сполученнях ділянок дегазаційної мережі, а також перед запірною-регулюючою та контрольно-вимірювальною апаратурою.

Формування скупчень вологи в дільничних дегазаційних трубопроводах відбувається за рахунок її надходження з дегазаційних свердловин і процесів конденсації. При цьому спостерігається порушення функціонування трубопроводів, яке супроводжується збільшенням їх аеродинамічного опору, коливаннями витрати і абсолютного тиску газової суміші, підвищенням витрат електроенергії на її транспортування, втратами розрядження, створюваного вакуум-насосами. Це призводить до зниження ефективності роботи дегазаційної системи за рахунок зменшення дебіту дегазаційних свердловин по метану і зумовлює зростання концентрації метану в очисних виробках та виїмкових дільницях. У результаті знижується безпека ведення гірничих робіт та підвищує ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

Існуючі математичні моделі та методи розрахунку шахтних дегазаційних систем не в повній мірі враховують зміну газодинамічних параметрів у дільничному дегазаційному трубопроводі, яке пов'язане з припливами повітря в трубопровід, присутністю скупчень вологи та інших місцевих опорів, вологістю і запиленістю газової суміші. У зв'язку з цим при реконструкції дегазаційних систем необхідно мати інформацію про технічний стан дегазаційної мережі, її топологічні особливості, інтенсивність надходження рідини та газу з дегазаційних свердловин, а також продуктивність вакуум-насосів.

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.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано відповідно до науково-дослідних 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 аеродинамічними 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 гірничодобув-

них підприємств (ДР № 0115U002534), у яких автор був виконавцем.

**Мета і задачі досліджень.** Мета роботи полягає в обґрунтуванні параметрів безпечного функціонування дільничних дегазаційних трубопроводів вугільних шахт для зниження рівня аварійності в очисних виробках і виїмкових дільницях.

Задачі досліджень:

1. Встановити закономірності та розробити математичну модель руху метаноповітряної суміші в дільничному дегазаційному трубопроводі зі скупченням вологи.
2. Встановити закономірності зміни концентрації метану у вентиляційній виробці при зупинці дегазації та при порушенні процесу транспортування метаноповітряної суміші по дільничному дегазаційному трубопроводу.
3. Обґрунтувати параметри безпечного функціонування дільничних дегазаційних трубопроводів.
4. Розробити та впровадити методики розрахунку і контролю параметрів безпечного транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам.

**Ідея роботи** полягає у використанні встановлених закономірностей впливу рідкої фази і припливів повітря на процес транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам для обґрунтування параметрів їх безпечного функціонування.

**Об'єкт досліджень** – процес транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам.

**Предмет досліджень** – закономірності та параметри безпечного функціонування дільничних дегазаційних трубопроводів вугільних шахт.

**Методи дослідження.** Для вирішення поставлених задач було застосовано наступні методи досліджень: методи розрахунку газопровідних та гідравлічних мереж з місцевими опорами, а також експериментальні дослідження зміни газодинамічних параметрів газової суміші в дільничному дегазаційному трубопроводі зі скупченнями рідини, експериментальні дослідження зміни концентрації метану у вентиляційній виробці, що відводить повітря, при зупинці дегазації та при накопиченні рідини в дегазаційному трубопроводі. Аналіз результатів розрахунку та експериментальних даних дозволив обґрунтувати параметри безпечного функціонування дільничних дегазаційних трубопроводів вугільних шахт, розробити методики розрахунку та контролю параметрів безпечного транспортування метаноповітряної суміші.

**Наукові положення, що винесені на захист:**

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

**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 у розробці:**

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.

#### **Реалізація результатів досліджень.**

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.).

**Особистий внесок автора.** Автором самостійно сформульовано мету, ідею і задачі досліджень, наукові положення, новизну та практичне значення роботи, висновки і рекомендації щодо їх практичної реалізації, розроблена математична модель руху метаноповітряної суміші в дільничному дегазаційному трубопроводі зі скупченням вологи, встановлено вплив рідкої фази і припливів повітря на параметри процесу транспортування газової суміші. На базі аналізу експериментальних досліджень концентрації метану у вентиляційній виробці при зупинці дегазації, формуванні скупчення вологи в дегазаційному трубопроводі, а також результатів розрахунків, автором отримані наукові положення та обґрунтовано параметри безпечного транспортування газової суміші, розроблено удосконалений метод розрахунку шахтних дегазаційних мереж, конструкція пристрою для автоматичного відведення води з дегазаційного трубопроводу. Розроблено методики розрахунку та контролю параметрів безпечного транспортування газової суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам. Автор брав безпосередню участь у шахтних експериментах, апробації та впровадженні результатів роботи. Текст дисертації викладено автором особисто.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення та окремі результати роботи доповідалися на IV, XIII, XIV конференціях молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ» (м. Дніпропетровськ – 13 листопада 2014 р., 29 жовтня 2015 р.; м. Дніпро – 27 жовтня 2016 р., очні), VII і VIII Міжнародних конференціях по проблемам горной промисловості, строительства и энергетики «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» (м. Тула – 27-28 жовтня 2011 р., 1-2 листопада 2012 р., заочні), IV Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації» (м. Дніпро – 6-7 грудня 2016 р, очна), Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності в XXI столітті» (м. Дніпро – 20-21 жовтня 2016 р., очна).

**Публікації.** Основні результати дисертації висвітлено у 29 друкованих роботах, у тому числі: 24 статті у спеціалізованих виданнях, серед яких одна у закордонному виданні, 1 монографія, 1 патент та 4 тези доповідей та матеріалів конференцій. З робіт, які опубліковані в спеціалізованих виданнях, 11 є одноосібними.

**Структура та обсяг роботи.** 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 сторінки.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі роботи 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.

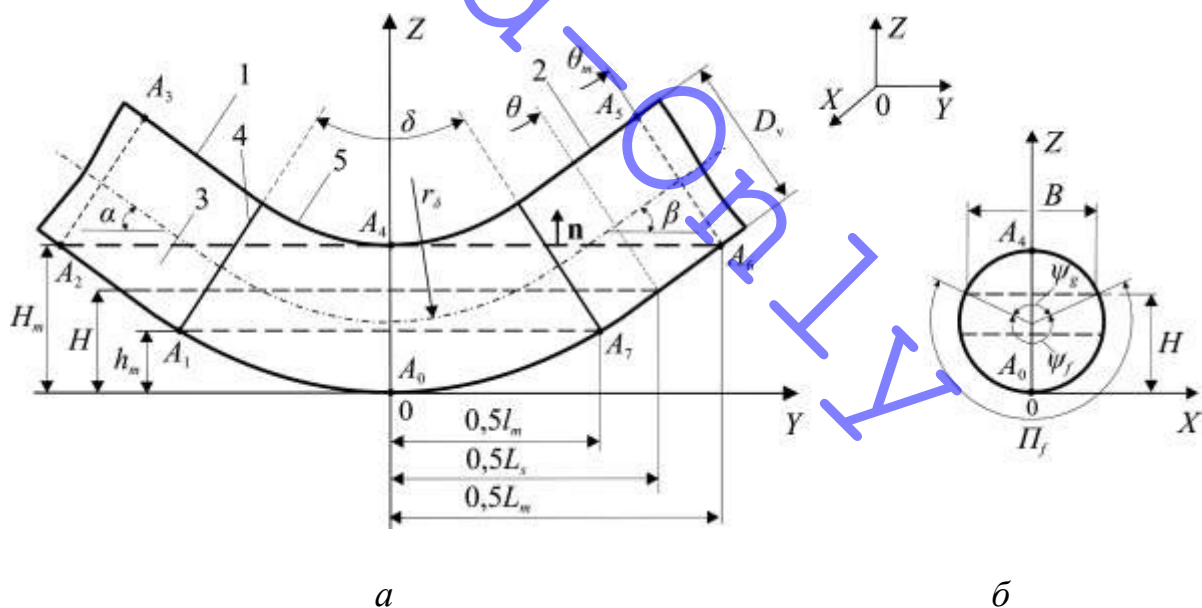
Показане, що виникнення найбільш аварійних ситуацій, які супроводжуються запаленням газової суміші та її вибухом в трубопроводі, характерно при зміні концентрації метану від 5 до 15%. Показане, що з 50 діючих вугільних шахт дегазація здійснюється лише на 14 з них. При цьому концентрація метану в метаноповітряної 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 використувані 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 мері враховують вплив рідкої фази і герметичності дегазаційного трубопроводу на параметри транспортування газової суміші, що може стать 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.

У другому розділі представлені залежності для розрахунків газодинамічних параметрів вологої метаноповітряної суміші в дегазаційному трубопроводі. Отримані співвідношення для об'єму, рівню та довжини скупчення вологи, а також площі прохідного перетину трубопроводу.

На рис. 1 представлена форма скупчення вологи і її геометричні параметри



$a$  – поздовжній;  $b$  – поперечний;  
 1, 2 – сполучені трубопроводи; 3 – скупчення вологи;  
 4 – фланцеве з'єднання; 5 – патрубок  
 Рисунок 1 – Геометричні параметри скупчення вологи  
 в дегазаційному трубопроводі

Об'єм скупчення вологи визначається за формулою

$$V = 0,008727 \frac{\pi D_v^2}{4} \theta H \left( 1 + \frac{2r_o - H}{2D_v} \right), \quad (1)$$

де  $\theta$  – поточний центральний кут, що стягає границю розділу газової суміші та рідини, град;  $r_o$  – середній радіус кривизни осі трубопроводу уздовж скупчення вологи, м;  $D_v$  – внутрішній діаметр трубопроводу, м;  $H$  – рівень рідини, м;

Зв'язок рівня рідини в трубопроводі з її об'ємом, а також площа прохідного перетину трубопроводу визначаються як:

$$H = k_s \cdot a \cdot V^b; \quad (2)$$

$$S_g = \frac{D_v^2}{8} \left[ \phi - \sin(G) \right]; \quad (3)$$

де  $G = 2\pi - 2\arccos(1 - 2D_v^{-1}H)$ ;  $a$ ,  $b$  – числові параметри;  $k_s$  – поправочний коефіцієнт на товщину стінки трубопроводу.

Протяжність скупчення вологи визначається як

$$L_s = 2 \sqrt{2 L_m^2 \left( \frac{D_v^{-1}}{2} + 0,5 D_v^{-1} H - H^2 \right)}, \quad (4)$$

де  $L_m$  – максимальна довжина скупчення вологи, м.

Наведено математична модель руху метаноповітряної суміші в дільничному дегазаційному трубопроводі зі скупченням вологи. Модель заснована на рівняннях нестационарної течії газу. Для спрощення системи рівнянь були прийняті допущення, згідно с якими зміна газодинамічних параметрів відбувається в місцях припливів повітря через фланцеві з'єднання ланок трубопроводу, а внутрішній діаметр трубопроводу не змінюється.

Прийняті допущення дозволили перейти к рівнянням стаціонарного ізотермічного плинугазової суміші в ланках трубопроводу

$$\begin{cases} \frac{dQ_i}{dx_i} = 0; \\ -\frac{dp_i}{dx_i} = \rho_i g \frac{dz_i}{dx_i} + \frac{8\rho_i Q_i^2}{\pi^2 d_i^4} \left( \frac{\lambda_i}{d_i} + \frac{\zeta_i}{l_i} \right); \\ \frac{dT_i}{dx_i} = 0, \end{cases} \quad (5)$$

де  $i = 1, 2, \dots, N$  – номер ланки;  $l_i$  – довжина ланки, м;  $(i-1) \cdot l_i \leq x_i \leq i \cdot l_i$  – поточна координата, м;  $Q_i$  – об'ємна витрата газової суміші, м<sup>3</sup>/с;  $p_i$  – абсолютний тиск газової суміші, Па;  $\rho_i$  – щільність газової суміші, кг/м<sup>3</sup>;  $d_i = d$  – гідравлічний діаметр трубопроводу, м;  $T_i$  – температура газової суміші, К;  $\lambda_i$  – коефіцієнт Дарсі;  $\zeta_i$  – коефіцієнт опору тертя.

При рішенні системи рівнянь (5), крім початкових та граничних умов викори-



стовувалися додаткові умові на зміну температури метаноповітряної суміші в місцях припливів повітря, а також прохідного перетину трубопроводу і коефіцієнтів гідравлічних опорів в місце скупчення вологи.

Рішення системи рівнянь дозволило отримати співвідношення для абсолютного тиску метаноповітряної суміші в кінцевих перетинах ланок трубопроводу

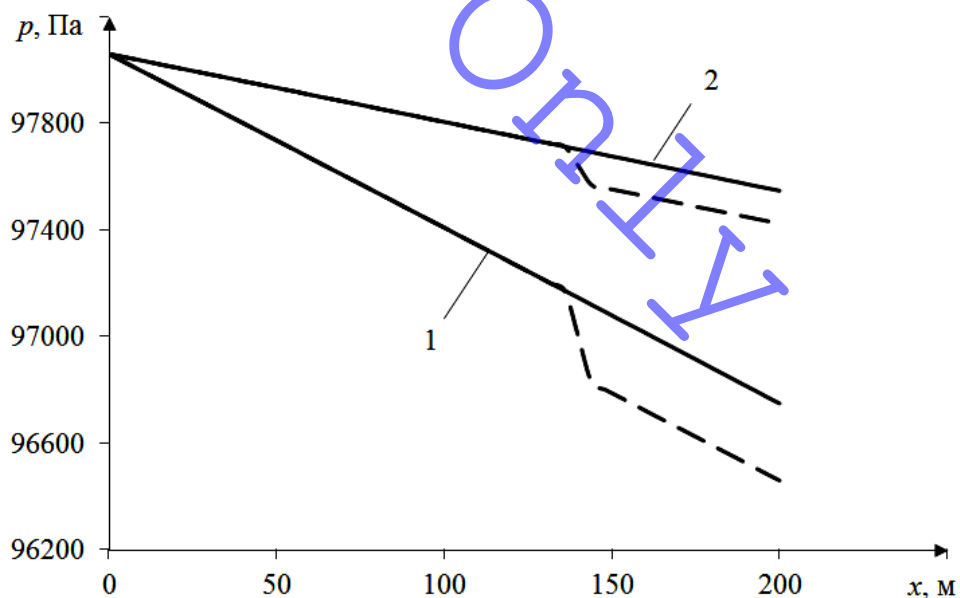
$$p_k = \sqrt{p_n^2 - \frac{16Q_n^2 \rho_n p_n}{\pi^2 d^4} \left( \xi + \xi_{mf} + \zeta \right)} \quad (6)$$

де  $\xi$  – коефіцієнт опору тертя;  $\xi_{mf}$  – коефіцієнт опору міжфазного тертя.

У вираженні (6) з індексом «n» записані газодинамічні параметри у початковому перетині ланки. При визначенні коефіцієнту  $\xi_{mf}$  розглядається вільна поверхня рідини і використовується допущення, згідно з яким хвильові збурювання рідини ідентичні виступам шорсткості твердої поверхні. Механізм виникнення хвильових збурювань пов'язано з викривленням вільної поверхні рідини в результаті впливу динамічного тиску газової суміші. Коефіцієнт  $\xi_{mf}$  визначається по довжині скупчення рідини в трубопроводі.

Вираження (6) дозволяє послідовно розраховувати ланки дільничного дегазаційного трубопроводу. При цьому в місцях де відсутні скупчення вологи приймається  $\xi_{mf} = 0$ .

На рис. 2 представлені результати розрахунків зміни абсолютного тиску метаноповітряної суміші на ділянці дегазаційного (дільничного) трубопроводу довжиною 200 м з внутрішнім діаметром 257 і 309 мм



----- зі скупченням вологи;

1 –  $D_v = 257$  мм; 2 –  $D_v = 309$  мм

Рисунок 2 – Зміна абсолютного тиску метаноповітряної суміші на ділянці дегазаційного трубопроводу

Із рис. 2 видно, що втрати на тертя призводять до зменшення абсолютного ти-

ску газової суміші з додатковим зниженням в місці скупчення рідини.

Відносна похибка результатів розрахунків абсолютного тиску в кінцевому перетині трубопроводу у порівнянні з даними вимірів, проведеними на шахті. ім. О.Ф. Засядька (2003-2004 рр.), склала близько 5%.

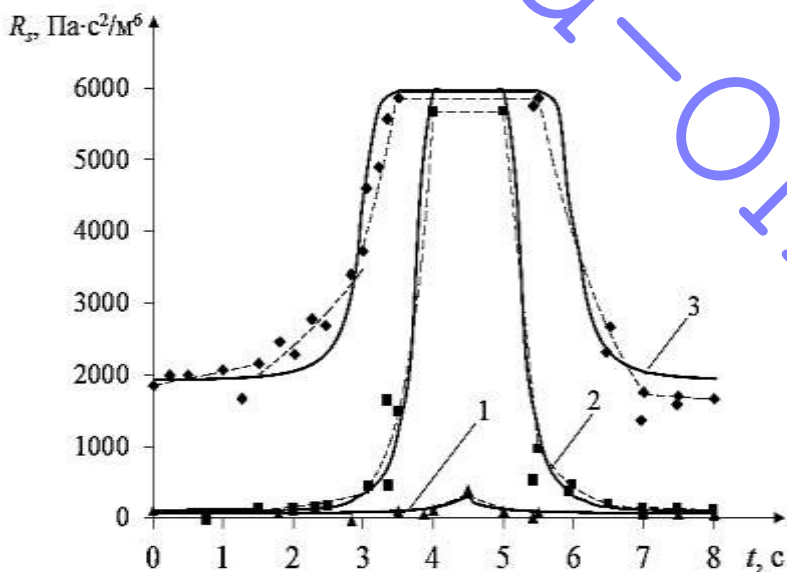
Отримане співвідношення для аеродинамічного опору скупчення вологи в дільничному дегазаційному трубопроводі. При цьому розглядається локальне хвильове обурення вільної поверхні рідини з максимальною амплітудою коливання.

$$R_s = \frac{8\rho}{\pi^2 d^4} \left[ \frac{L_p}{d} \left( \lambda + \lambda_{mf} \zeta \right) + \sum_{j=1}^{M-1} \left[ \frac{8\rho \lambda_j + \lambda_{mf,j} \Delta l_{x,j}}{\pi^2 d^4} \frac{\Delta l_{x,j}}{d} \left( 1 - \frac{\Delta t_j}{e^{A \Delta t_j}} \right) \right] \right], \quad (7)$$

де  $L_b$  – довжина похилої сторони хвилі, м;  $L_p$  – довжина скупчення вологи перед хвилею, м;  $j$  – номер елементарної ділянки похилої сторони хвилі;  $\Delta l_{x,j}$  – проекція довжини елементарної ділянки на горизонтальну вісь, м;  $\Delta t_j$  – елементарний проміжок часу, с;  $A$  – числовий коефіцієнт.

При визначенні аеродинамічного опору скупчення вологи вважалося, що збурювання рідини з максимальною амплітудою частково або повністю перекриває прохідний перетин трубопроводу.

На рис. 3 представлені результати розрахунку аеродинамічного опору скупчення вологи на ділянці дегазаційного трубопроводу довжиною 200 м з внутрішнім діаметром 309 мм та експериментальні дані



----- – криві регресії; ▲, ■, ◆ – експериментальні дані; 1, 2, 3 – розрахункові залежності відповідно при початковому зменшенні прохідного перетину дегазаційного трубопроводу на 20, 50 и 80%  
Рисунок 3 – Залежність аеродинамічного опору, створюваного скупченням вологи, від часу взаємодії газової суміші з поверхнею рідини

Із рис. 3 видно, що величина аеродинамічного опору прямо пропорційна початковому зменшенню прохідного перетину трубопроводу ( $t = 0$ ), часу взаємодії газової суміші з вільною поверхнею рідини до моменту утворення хвильового збурювання з максимальною амплітудою ( $t > 0$ ) та змінюється по експонентній залежності.

При початковому зменшенні прохідного перетину від 50 до 80% максимум аеродинамічного опору залишається постійним відповідно у діапазоні від 1 до 2 с. При цьому інтервал між повним перекриттям прохідного перетину відповідно змінюється від 5 до 3 с.

Відносна похибка результатів розрахунку (рис. 3) в порівнянні з експериментальними даними, які були отримані на шахті ім. О.Ф. Засядька (2003-2004 рр.), не перевищувала 16%.

Таким чином, отримані співвідношення для геометричних параметрів скупчення вологи в дільничному дегазаційному трубопроводі та площі його прохідного перетину, встановлено закономірність зміни аеродинамічного опору скупчення вологи і час порушення пропускної здатності трубопроводу.

**У третьому розділі** розглянуто особливості дегазаційних систем вугільних шахт, як об'єктів контролю і наведені умови їх експлуатації.

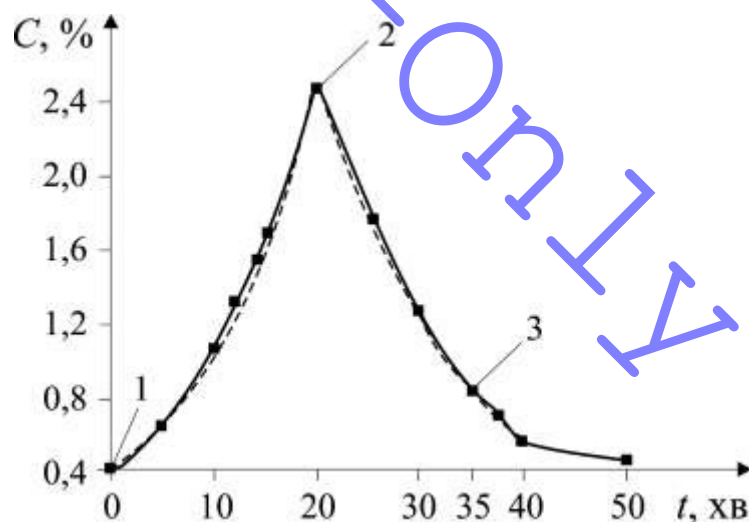
Представлені результати експериментальних досліджень пайової участі засобів дегазації у газовому балансі виїмкових дільниць шахті ім. О.Ф. Засядька.

Наведено результати експериментальних досліджень характеру зміни концентрації метану у вентиляційному ходку уклону № 7 16-й західної лави по пласту  $m_3$  при відключенні та запуску дегазації, а також при утворенні скупчення вологи в дільничному дегазаційному трубопроводі (2003-2004 рр.).

Дегазація здійснювалася за допомогою двох трубопроводів з зовнішніми діаметрами 603 і 325 мм.

Трубопроводі були прокладені у вентиляційному ходку. Перший трубопровід здійснював ізолюваний відвід газової суміші з виробленого простору, а другий – з дегазаційних свердловин.

На рис. 4 представлені експериментальні дані щодо зміни концентрації метану у вентиляційному ходку при відключенні та запуску дегазації



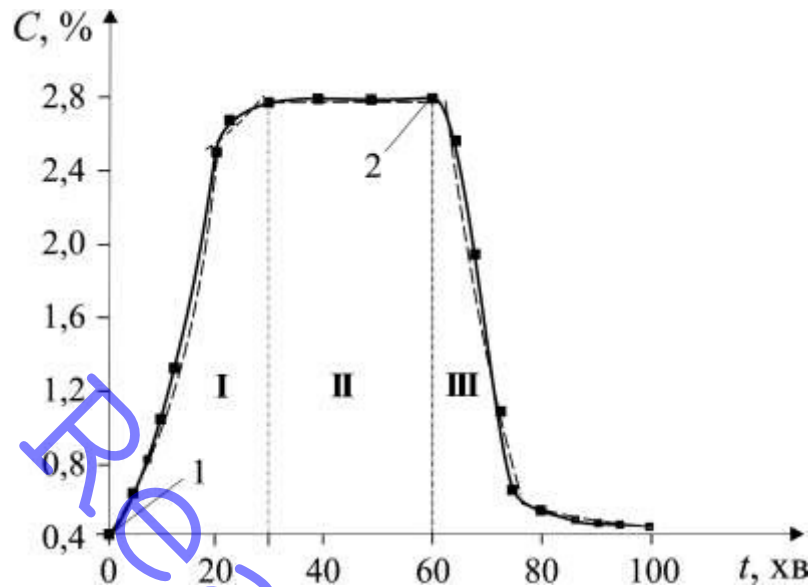
- - - – криві регресії; 1 – відключення дегазації; 2 – включення трубопроводу ізолюваного газовідводу; 3 – включення дегазаційного трубопроводу

Рисунок 4 – Зміна концентрації метану у вентиляційному ходку в залежності від часу відключення і функціонування дегазації

Аналіз рис. 4 показує, що при відключенні дегазації відбувається збільшення концентрації метану. При цьому через 10-15 хвилин величина концентрації переви-

щуче своє припустиме значення, а в момент включення трубопроводу ізольованого газовідводу – досягає максимуму.

На рис. 5 представлені експериментальні дані щодо зміни концентрації метану у вентиляційному ходку при збільшенні часу відключення дегазації



- - - – криві регресії; I, II, III – періоди зміни концентрації метану;  
1 – відключення дегазації; 2 – запуск дегазації

Рисунок 5 – Зміна концентрації метану у вентиляційному ходку при збільшенні часу відключення дегазації

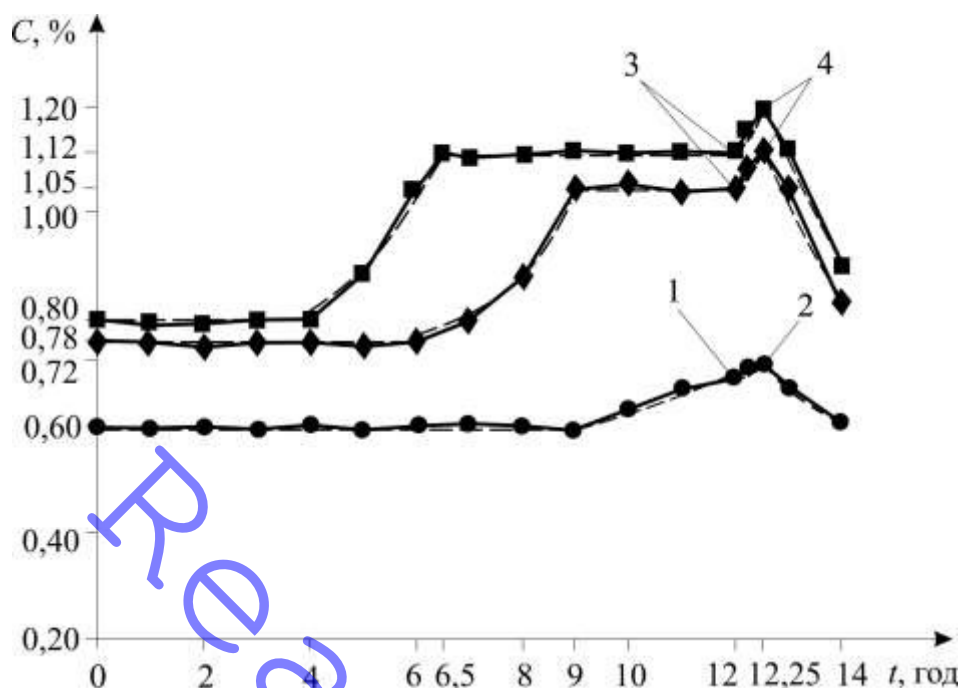
З рис. 5 видно, що після відключення дегазації відбувається ріст концентрації метану протягом 30 хвилин до свого постійного максимуму, а при запуску дегазації – її зниження.

Криві регресії на рис. 4 і рис. 5 описуються складовими функціями:

$$C(t) = \begin{cases} 0,4116 \cdot e^{0,0923t}, & R^2 = 0,99, & 0 \leq t \leq 20; \\ 11,372 \cdot e^{-0,074t}, & R^2 = 0,99, & 20 \leq t \leq 35; \\ 15,99 \cdot e^{-0,084t}, & R^2 = 0,99, & 35 \leq t \leq 40; \\ 1,2391 \cdot e^{-0,02t}, & R^2 = 0,99, & 40 \leq t \leq 50; \end{cases} \quad (8)$$

$$C(t) = \begin{cases} \left( \begin{array}{l} 0,4198 \cdot e^{0,0936t}, & R^2 = 0,99, & 0 \leq t \leq 19,3 \\ 2,2413 \cdot e^{0,0072t}, & R^2 = 0,83, & 19,3 \leq t \leq 33 \end{array} \right) & \text{I період;} \\ 2,79, & R^2 = 0,99, & 33 \leq t \leq 60; & \text{II період;} \\ \left( \begin{array}{l} -10,93 \cdot \ln \bar{\mu} + 47,81, & R^2 = 0,98, & 60 \leq t \leq 75,5 \\ -0,516 \cdot \ln \bar{\mu} + 2,7899, & R^2 = 0,90, & 75,5 \leq t \leq 100 \end{array} \right) & \text{III період.} \end{cases} \quad (9)$$

На рис. 6 наведено характер зміни концентрації метану в вентиляційному ходку уклону № 7 при утворенні скупчення вологи в дільничному дегазаційному трубопроводі



- - - - криві регресії; ●, ◆, ■ – експериментальні дані при кінцевому зменшенні прохідного перетину трубопроводу відповідно на 20, 50 і 80%;

1, 3 – відключення трубопроводу для видалення рідини;

2, 4 – включення трубопроводу

Рисунок 6 – Зміна концентрації метану в вентиляційному ходку уклону № 7 в залежності від часу накопичення вологи в дільничному дегазаційному трубопроводі

Із рис. 6 видно, що протягом накопичення рідини в дегазаційному трубопроводі, через певний проміжок часу починається експонентний ріст концентрації метану у вентиляційній виробці. Величина кінцевого зменшення прохідного перетину трубопроводу в місці скупчення вологи визначалася при зливі рідини (один раз на добу протягом 15 хвилин).

При зменшенні прохідного перетину трубопроводу від 20 до 80%, період зростання концентрації метану відповідно змінюється від 3 до 2,5 год на величину від 0,12 до 0,32% і далі залишається постійним від 3 до 5,5 год.

Після відключення трубопроводу та зливу рідини концентрація метану збільшується на величину від 0,03 до 0,08%.

Криві регресії на рис. 6 описуються складеною функцією:

$$C(t) = \begin{cases} a_1; \\ a_2 \cdot e^{a_3 \cdot t}; \\ a_4 \cdot \ln(t) + a_5, \end{cases} \quad (10)$$

де  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$  – числові коефіцієнти.

Наведено удосконалений метод розрахунку дегазаційних мереж, який дозволяє враховувати зміну газодинамічних параметрів по довжині дільничних дегазаційних трубопроводів у місцях припливів повітря, вплив скупчень вологи на коефіцієнти гідравлічних опорів, здійснювати вибір вакуум-насосів і визначати їх продуктивність при роботі на дегазаційну мережу.

Аналіз результатів розрахунків та експериментальних досліджень впливу скупчень вологи на газодинамічні параметри в дегазаційних трубопроводах, а також на концентрацію метану у вентиляційній виробці дозволив обґрунтувати параметри безпечного функціонування дільничних дегазаційних трубопроводів вугільних шахт:

- коефіцієнт Дарсі –  $\lambda < 0,06$ ;
- абсолютна еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні трубопроводу –  $0,00002 \leq \Delta_e \leq 0,002$  м;
- втрати абсолютного тиску метаноповітряної суміші на прямолінійній ділянці трубопроводу довжиною 200 м без встановлених засобів регулювання, контролю та вимірювання –  $\Delta p_{200} < 1000$  Па;
- припустиме зменшення прохідного перетину трубопроводу в місці скупчення вологи –  $\Delta S_{пр,зм} < 20\%$ ;
- припустиме збільшення концентрації метану в вентиляційному потоці в результаті впливу скупчення вологи в трубопроводі –  $\Delta c_{n,сб} < 0,12\%$ ;
- відсутні періодичні коливання газодинамічних параметрів в трубопроводі (від 1 до 2 с та більше) при яких відбувається зниження витрати метаноповітряної суміші  $Q$  до 9 разів та величини розрядження перед скупченням вологи  $B_r$  в 1,4 разу та більше.

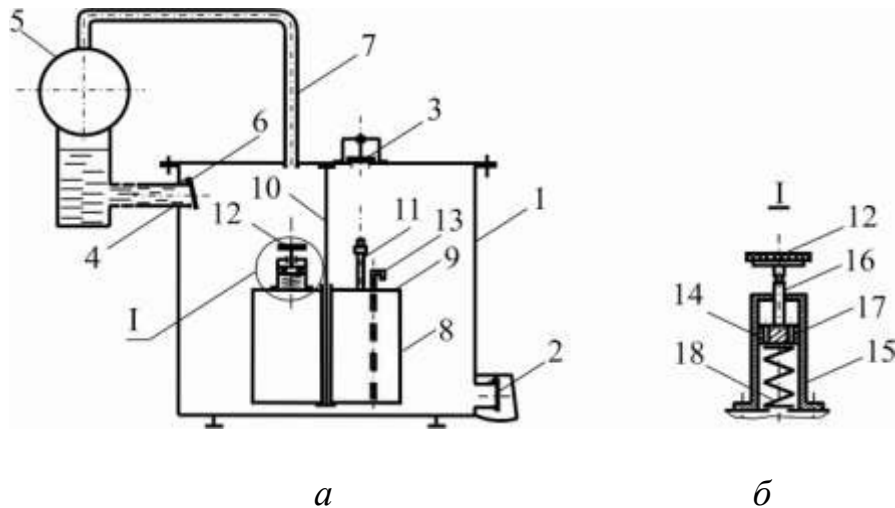
Таким чином, проведено аналіз експериментальних даних по зміні концентрації метану в вентиляційній виробці, обґрунтовані параметри безпечного функціонування дільничних дегазаційних трубопроводів вугільних шахт.

У четвертому розділі приведена апробація методики розрахунку раціональних параметрів транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам з урахуванням фактору їх обводнення на ПАТ «Шахта ім. О. Ф. Засядька».

Результати розрахунків показали, що у випадку існування умов для утворення скупчень вологи в дільничних дегазаційних трубопроводах, їх внутрішній діаметр (або проблемних ділянок трубопроводу) доцільно збільшити на 5 мм (або більше) для збільшення пропускної здатності.

Розглянуто основні об'єкти контролю дегазаційних систем вугільних шахт. Наведена методика контролю параметрів транспортування газової суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам зі скупченнями рідини. Методика була передана ДП «Селидіввугілля».

Запропоновано конструкція пристрою для автоматичного відведення води з дегазаційного трубопроводу (рис. 7)



а – загальний вид пристрою; б – клапан для перекривання газовідвідної трубки;  
 1 – корпус; 2 – зворотний клапан для зливу води; 3 – клапан для з'єднання із  
 атмосферою; 4 – сполучний патрубок; 5 – дегазаційний трубопровід; 6 – зворотний  
 клапан; 7 – газовідвідна трубка; 8 – поплавець; 9 – кришка; 10 – напрямний  
 стержень; 11 – штовхач; 12 – клапан, що перекриває; 13 – компенсаційна трубка;  
 14 – поршень; 15 – корпус; 16 – шток; 17 – осьові отвори; 18 – пружина  
 Рисунок 7 – Пристрій для автоматичного відводу води  
 з дегазаційного трубопроводу

Конструкція пристрою (рис. 7) розроблена в ІГТМ НАН України і захищена патентом. Пристрій забезпечує надійність перекривання газовідвідної трубки, що зменшує динамічні навантаження на поплавок, призводить до значного підвищення надійності і ефективності експлуатації пристрою.

Розглянута структура і зміст організаційно-методичного документа «Положення про ділянку дегазації вугільних шахт». Об'єктом продовження робіт в напрямку створення і організації ділянок дегазації запропоновано використовувати шахти, на яких існують проблеми з дегазацією і функціонують дегазаційні системи.

Наведено розрахунок очікуваного економічного ефекту від впровадження методики розрахунку і контролю параметрів транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам. Загальний очікуваний економічний ефект склав 874614 грн. на рік.

## ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою в галузі охорони праці, в якій вирішено актуальне наукове завдання встановлення закономірностей впливу рідкої фази і припливів повітря на процеси транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам, що дозволило обґрунтувати параметри їх безпечного функціонування, розробити методики розрахунку і контролю параметрів безпечного транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам, а також одержати загальний очікуваний економічний ефект у розмірі 874614 грн. на рік, який був досягнутий за рахунок проведення

заходів щодо видалення рідини з дільничних дегазаційних трубопроводів, зменшення затрат на їх ремонт і відповідно зниженню витрат електроенергії на транспортування метаноповітряної суміші.

Проведені дослідження дозволили одержати наступні наукові та практичні результати:

1. Проведено аналіз використання дегазаційних систем на вугільних шахтах України, їх конструктивних особливостей, математичних моделей і методів розрахунку газопровідних мереж, методів і технічних засобів їх контролю, який показав, що при проведенні газодинамічних розрахунків і діагностиці дегазаційних систем необхідно урахувати присутність скупчень рідини в дільничних дегазаційних трубопроводах і їх технічний стан. При цьому доцільно використовувати високоточні мобільні засоби контролю, які дозволяють здійснювати діагностику характеру протікання газодинамічних процесів в будь-якій точці дегазаційної мережі, включаючи важкодоступні місця. У зв'язку з цим для підвищення ефективності дегазації і зниження ймовірності виникнення аварійних ситуацій необхідно обґрунтування параметрів безпечного транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам.

2. Розроблено математична модель руху метаноповітряної суміші у дільничному дегазаційному трубопроводі зі скупченням вологи. Математична модель ураховує зміну температури та щільності газової суміші в місцях припливів повітря через фланцеві з'єднання ланок трубопроводу, та дозволяє визначати коефіцієнти гідравлічних опорів в місцях скупчень рідини. При цьому хвильові збурювання на вільній поверхні скупчення вологи розглядаються як аналоги виступів шорсткості твердої поверхні.

3. 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. 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. Обґрунтованість та достовірність отриманих залежностей підтверджується адекватним вибором теоретичної моделі, використанням законів газової динаміки та гідравліки, задовільною збіжністю результатів теоретичних і експериментальних досліджень.

4. 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. 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. Обґрунтованість та достовірність отриманих залежностей підтверджується використанням апробованих експериментальних методів досліджень і достатнім обсягом отриманих експериментальних результатів.

5. Удосконалено метод розрахунку дегазаційних мереж вугільних шахт. Метод враховує зміну газодинамічних параметрів газової суміші по довжині дільничних дегазаційних трубопроводів з урахуванням припливів повітря і скупчень вологи на коефіцієнти гідравлічних опорів, дозволяє здійснювати вибір вакуум-насосів і визначати їх продуктивність при роботі на підземну дегазаційну мережу.

6. Обґрунтовано параметри безпечного функціонування дільничних дегазаційних трубопроводів вугільних шахт: коефіцієнт Дарсі (менше 0,06); абсолютна еквівалентна шорсткість (0,00002-0,002 м); втрати абсолютного тиску метаноповітряної суміші (менше 1000 Па); припустиме зменшення прохідного перетину трубопроводу (менше 20%); припустиме збільшення концентрації метану в вентиляційному потоці (менше 0,12%); відсутнє періодичне (протягом 1-2 с та більше) зниження витрати метаноповітряної суміші до 9 разів та величини розрядження в 1,4 разу та більше.

7. Розроблено конструкція пристрою для автоматичного відводу води з дегазаційного трубопроводу, відмітними особливостями якої є установка компенсаційної трубки для вирівнювання в порожнині поплавця статичного тиску, а також пересувного штока з пружиною та штовхача, завдяки яким забезпечується надійний контакт клапана, що перекриває газовідвідну трубку, а також виключається відхилення поплавця від його вертикального руху. Дані удосконалення забезпечують підвищення надійності та ефективності роботи пристрою.

8. Загальний очікуваний економічний ефект від впровадження методики розрахунку раціональних параметрів транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам з урахуванням фактору їх обводнення на ПАТ «Шахта ім. О.Ф. Засядька» та ШУ «Добропільське», а також використання методики контролю параметрів транспортування газової суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам із скупченням рідини на ДП «Селидіввугілля» склав 874614 грн. на рік.

## ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ І РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНО У НАСТУПНИХ РОБОТАХ

1. Новиков Л.А., Бунько Т.В., Кокоулин И.Е., Бокий Б.В. Влияние наличия влаги в дегазационном трубопроводе на его аэродинамические характеристики. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2003. Вип. 44. С. 27–37.

2. Новиков Л.А., Бокий Б.В. Математическая модель движения метановоздушной смеси на участках дегазационного трубопровода. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2003. Вип. 47. С. 307–316.

3. Новиков Л.А., Бунько Т.В., Кокоулин И.Е., Бокий Б.В. Повышение эффективности работы дегазационных систем угольных шахт. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2004. Вип. 51. С. 120–126.

4. Новиков Л.А. Использование водоотделителей в дегазационных системах угольных шахт. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2005. Вип. 55. С. 270–275.

5. Новиков Л.А., Пицък А.В. Исследование процесса движения метановоздушной смеси с частицами влаги в дегазационном трубопроводе. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2006. Вип. 65. С. 130–136.

6. Новиков Л.А. Математическая модель движения турбулентного потока газовзвеси в дегазационном трубопроводе. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2008. Вип. 76. С. 126–131.

7. Новиков Л.А. Определение потерь давления на загрязненных участках вакуумного дегазационного трубопровода. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2011. Вип. 92. С. 258–263.

8. Новиков Л.А. Расходные характеристики участков вакуумного дегазационного трубопровода. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2011. Вип. 93. С. 172–178.

9. Новиков Л.А., Бокий Б.В. К вопросу о контроле и автоматизации шахтных дегазационных систем. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2012. Вип. 98. С. 64–69.

10. Новиков Л.А. Особенности движения метановоздушной смеси в дегазационном трубопроводе. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2012. Вип. 101. С. 9–14.

11. Новиков Л.А. Физические свойства среды в вакуумном дегазационном трубопроводе. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2012. Вип. 107. С. 150–155.

12. Новиков Л.А. Влияние дисперсной фазы на гидравлическое сопротивление участков дегазационных трубопроводов. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2014. Вип. 114. С. 154–161.

13. Бокий Б.В., Дудля Е.Е., Новиков Л.А. Выбор рациональных параметров для проектирования системы транспортирования метана угольных месторождений. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2015. Вип. 125. С. 189–201.

14. Новиков Л.А. Газодинамика обводненных участков дегазационного трубопровода и методы расчета их параметров. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2015. Вип. 120. С. 234–243.

15. Бунько Т.В., Яценко И.А., Бокий А.Б., Жалилов А.Ш., Новиков Л.А. Снижение экологического риска выбросов шахтного метана в атмосферу при функционировании реконфигурируемых шахтных вентиляционных и дегазационных систем. Геотехнічна механіка. Дніпропетровськ, 2015. Вип. 122. С. 279–297.

16. Кривошеков В.И., Новиков Л.А. Закономерности изменения потерь давления в трубопроводе низкого давления. Наук.-техн. зб.: Збагачення корисних копалин. Дніпро, 2016. Вип. 64(105). С. 26–29.

17. Бокий Б.В., Бунько Т.В., Боровский А.В., Новиков Л.А. Выбор рациональных схем проветривания и способов дегазации выработанного пространства. Геотехнічна механіка. Дніпро, 2016. Вип. 127. С. 210–216.

18. Бокий А.Б., Бокий Б.В., Новиков Л.А. Анализ эффективности управления аэрогазодинамическими процессами на выемочных участках угольных шахт. Геотехнічна механіка. Дніпро, 2016. Вип. 128. С. 226–236.

19. Бунько Т.В., Новиков Л.А., Яценко И.А., Жалилов А.Ш., Дудник М.Н. Разработка методов и технических средств идентификации параметров шахтных вентиляционных и дегазационных систем. *Геотехнічна механіка*. Дніпро, 2016. Вип. 131. С. 44–58.

20. Пристрій для автоматичного відведення води з дегазаційного трубопроводу: пат. № 104143 Україна. № 201507486; Булат А.Ф., Бунько Т.В., Возіанов В.С., Новіков Л.А., Сапегін В.М., Макеєв С.Ю. заявл. 27.07.15; опубл. 12.01.16, Бюл. № 1. 4 с.

21. Бунько Т.В., Новиков Л. А., Мирошніченко В.В. К вопросу создания и функционирования участка дегазации угольной шахты. *Геотехнічна механіка*. Дніпро, 2017. Вип. 132. С. 202–210.

22. Кривошеков В.И., Новиков Л.А. Особенности изменения удельного аэродинамического сопротивления в газопроводах низкого давления. *Наук.- техн. зб.: Збагачення корисних копалин*. Дніпро, 2017. Вип. 67(108). С. 169–174.

23. Кривошеков В.И., Новиков Л.А. Аспекты газодинамики двухфазных сред в технологических устройствах и трубопроводных транспортных системах. *Наук.-техн. зб.: Збагачення корисних копалин*. Дніпро, 2017. Вип. 66(107). С. 137–141.

24. Булат А.Ф., Бунько Т.В., Яценко И.А., Шишов М.В., Мирошніченко В.В., Алабьев В.Р., Бокий А.Б., Новиков Л.А., Дудник М.Н., Кокоулин И.Е. Совершенствование функционирования угольных шахт: вентиляция, кондиционирование, дегазация, экология. Днепр: Журфонд, 2018. 444 с.

25. Бунько Т.В., Новиков Л.А., Дудник М.Н., Мирошніченко В.В. Влияние накопления жидкости на газовые динамические характеристики трубопровода. *The scientific method*, 2018. vol. 1. № 17. S. 50–55. URL: [http://scientific-met.com/wp-content/uploads/2018/05/Scientific-method\\_№17.pdf](http://scientific-met.com/wp-content/uploads/2018/05/Scientific-method_№17.pdf).

26. Новиков Л.А. Газодинамические параметры метановоздушной смеси в шахтном дегазационном трубопроводе. *Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: материалы VII Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики*. (м. Тула, 27–28 жовтня 2011 р). Тула: ТулГУ, 2011. Т. 1. С. 338–341. URL: [http://tsu.tula.ru/files/40/conf-2011\\_t1.pdf](http://tsu.tula.ru/files/40/conf-2011_t1.pdf).

27. Новиков Л.А. Потери давления газа на участках вакуумного дегазационного трубопровода. *Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: материалы VIII Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики*. (м. Тула, 1–2 листопада 2012 р.). Тула: ТулГУ, 2012. Т. 1. С. 33–37. URL: [http://tsu.tula.ru/files/40/conf-2012\\_t1.pdf](http://tsu.tula.ru/files/40/conf-2012_t1.pdf).

28. Булат А.Ф., Бунько Т.В., Яценко И.А., Жалилов А.Ш., Новиков Л.А. О единой концепции техногенной безопасности угольных шахт. *Безпека життєдіяльності в XXI столітті: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Дніпро, 20–21 жовтня 2016 р., Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2016. С. 27–30.

29. Новиков Л.А. Совместный расчет систем вентиляции и дегазации. *Молодь: наука та інновації: матеріали IV всеукраїнської наук.-техн. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених.*, м. Дніпро, 6–7 грудня 2016 р., Дніпро:

ДВНЗ НГУ, 2016. Т. 9. С. 4–5. URL: [http://rmv.nmu.org.ua/ua/arkhiv-zbirok-konferentsiy/Tom\\_9.PDF](http://rmv.nmu.org.ua/ua/arkhiv-zbirok-konferentsiy/Tom_9.PDF).

### Особистий внесок здобувача в праці, створені у співавторстві

[1, 2, 3, 5, 16, 19, 22, 24] – дослідження впливу рідкої фази і місцевих гідравлічних опорів в дегазаційному трубопроводі на газодинамічні параметри газової суміші; [9] – аналіз засобів контролю шахтних дегазаційних систем, а також співвідношень для визначення похибки вимірювань; [13, 15] – удосконалення структури методики розрахунку прохідних перетинів дегазаційних трубопроводів; [17] – аналіз і обробка експериментальних даних по зміні дебіту метану на виїмкових дільницях шахти О.Ф. Засядка; [18, 25] – аналіз і обробка експериментальних даних по зміні концентрації метану у вентиляційній виробці, розрахунок аеродинамічного опору скупчення вологи в дільничному дегазаційному трубопроводі; [20] – розробка конструкції пристрою для автоматичного відведення води з дегазаційного трубопроводу; [21] – дослідження стану дегазаційних систем на шахтах ДТЕК, аналіз ефективності ділянки дегазації; [23] – розробка математичній моделі руху газу з частками пилу в герметичному трубопроводі; [28] – аналіз питання підвищення безпеки гірничого виробництва.

### АНОТАЦІЯ

Новіков Л.А. Обґрунтування параметрів безпечного функціонування дільничних дегазаційних трубопроводів вугільних шахт.

Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – «Охорона праці» – Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України, Дніпро, 2018 р.

Дисертація присвячена встановленню закономірностей впливу скупчень вологи в дільничних дегазаційних трубопроводах і їх герметичності на газодинамічні параметри метаноповітряної суміші, удосконаленню методів розрахунку дільничних дегазаційних трубопроводів і обґрунтуванню параметрів їх безпечного функціонування.

У роботі розглянуто стан дегазації на вугільних шахтах України. Проведено аналіз математичних моделей і методів розрахунку газопровідних мереж, а також методів і технічних засобів їх контролю.

Представлено співвідношення для об'єму скупчення вологи, її довжини, а також рівня рідини і площі прохідного перетину дільничного дегазаційного трубопроводу. Наведено математична модель процесу руху метаноповітряної суміші в дільничному дегазаційному трубопроводі зі скупченням вологи.

Визначено діапазони часу за які відбувається порушення процесу транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам зі скупченнями рідини, а також періоди і діапазони зміни концентрації метану в вентиляційній виробці при накопиченні рідини.

Запропоновано удосконалений метод розрахунку шахтних дегазаційних мереж.

Обґрунтовано параметри безпечного функціонування дільничних дегазаційних трубопроводів вугільних шахт.

Запропоновано методика розрахунку раціональних параметрів транспортування метаноповітряної суміші по дільничним дегазаційним трубопроводам з урахуванням фактору їх обводнення і методика контролю параметрів транспортування.

Представлена конструкція пристрою для автоматичного відведення води з дегазаційного трубопроводу.

**Ключові слова:** дегазаційний трубопровід, дегазаційна мережа, дегазаційна система, параметри, метаноповітряна суміш, метан, скупчення вологи, аварійні ситуації, безпека праці.

## АННОТАЦИЯ

Новиков Л.А. Обоснование параметров безопасного функционирования участковых дегазационных трубопроводов угольных шахт.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.26.01 – «Охрана труда» – Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины, Днепр, 2018 г.

Диссертационная работа посвящена установлению закономерностей влияния скоплений жидкости в участковых дегазационных трубопроводах и их герметичности на газодинамические параметры метановоздушной смеси, совершенствованию методов расчета участковых дегазационных трубопроводов и обоснованию параметров их безопасного функционирования.

В работе рассмотрено состояние дегазации на угольных шахтах Украины. Проведен анализ математических моделей и методов расчета газопроводных сетей, а также методов и технических средств их контроля.

Представлены соотношения для объема скопления влаги, ее длины, а также уровня жидкости и площади проходного сечения участкового дегазационного трубопровода. Приведена математическая модель процесса движения метановоздушной смеси в участковом дегазационном трубопроводе со скоплением влаги.

Определены диапазоны времени, за которые происходит нарушение процесса транспортировки метановоздушной смеси по участковым дегазационным трубопроводам со скоплениями жидкости, а также периоды и диапазоны изменения концентрации метана в вентиляционной выработке при накоплении жидкости в трубопроводе. Предложен усовершенствованный метод расчета дегазационных сетей.

Обоснованы параметры безопасного функционирования участковых дегазационных трубопроводов угольных шахт.

Предложена методика расчета рациональных параметров транспортировки метановоздушной смеси по участковым дегазационным трубопроводам с учетом фактора их обводненности и методика контроля параметров транспортировки.

Представлена конструкция устройства для автоматического отвода воды из дегазационного трубопровода.

**Ключевые слова:** дегазационный трубопровод, дегазационная сеть, дегазационная система, параметры, метановоздушная смесь, метан, скопление влаги, аварийные ситуации, безопасность труда

## ABSTRACT

Novikov L. Justification the parameters safe functioning of precinct degassing pipelines of coal mines.

Thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences in Specialty 05.26.01 – "Labor protection" – Institute of Geotechnical Mechanics named by N.S. Polyakov under the National Academy of Sciences of Ukraine, Dnepr, 2018.

The thesis is devoted to the establishment regularities of the influence moisture accumulations in the precinct degassing pipelines and their tightness on gas-dynamic parameters methane-air mixture, the improvement of the calculating methods precinct degassing pipelines and the substantiation of the parameters their safe functioning.

The thesis of degassing at coal mines of Ukraine is considered. Mathematical models and methods calculation of gas pipeline networks, as well as methods and technical means of their control, are analyzed.

Relations are presented for the volume of moisture accumulation, its length, as well as the liquid level and cross-sectional area of precinct degassing pipeline. A mathematical model of the process of methane-air mixture movement in the precinct degassing pipeline with accumulated moisture is given.

The time ranges for which there is a disruption of the transportation of the methane-air mixture through the precinct degassing pipelines with fluid accumulations are determined, as well as periods and ranges of changes in methane concentration in windhole at accumulates liquid in the pipeline. An improved method for calculating the degassing networks of mines is proposed.

The parameters safe functioning of precinct degassing pipelines of coal mines is rationale.

A methodical for calculating rational parameters for transporting a methane-air mixture through precinct degassing pipelines, taking into account the flooding factor and methodical for monitoring parameters of transportation is proposed.

The design of the device for automatic drainage of water from degassing pipeline is presented.

**Key words:** degassing pipeline, degassing network, degassing system, parameters, methane-air mixture, methane, moisture accumulation, emergency situations, safety.

Read-Only

Підписано до друку 05.10.2018 р.