

Відгук
офіційного опонента, доктора технічних наук
Стасевича Рішарда Казимировича
на дисертаційну роботу Єгорченка Ростислава Руслановича на тему:
«Обґрунтування експлуатаційних параметрів газотранспортних систем
для попутного видобування метану вугільних родовищ», поданої на
здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 18 Виробництво та
технології за спеціальністю 185 Нафтогазова інженерія та технології»

Відгук складено на основі вивчення дисертації, опублікованих здобувачем наукових праць, а також документів, що свідчать про реалізацію та впровадження наукових досліджень.

1. Актуальність обраної теми досліджень

Основною метою створення та функціонування шахтних дегазаційних систем є забезпечення безпечних умов праці при розробці газоносних вугільних пластів. Україна має величезні запаси вугілля, кожна тонна якого, у залежності від марочного складу, містить від 5 до 40 м³ метану. Висока теплотворна здатність метану вугільних родовищ дозволяє використовувати його в якості альтернативного енергоносія природному газу.

Зарубіжний і вітчизняний досвід розробки газоносних вугільних пластів, показує, що промисловий видобуток метану дозволяє не тільки збільшити безпеку і ефективність розробки, але й отримати додаткове цінне джерело енергії. Враховуючи, що дегазація суттєво впливає на газовий стан шахтового середовища, особливої актуальності набуває оптимізація експлуатаційних параметрів та моніторинг шахтових газотранспортних систем.

У роботі проведено експертні оцінювання наявних методів діагностики технічного стану вакуумних дегазаційних трубопроводів, прокладених у пластових підземних виробках з нестійкими бічними породами й підшвами, схильними до здимання.

Комплексне оцінювання технічного стану шахтових дегазаційних систем (ШДС) показало, що традиційні методи їхнього контролю не завжди здатні виявити порушення герметичності стикових з'єднань дегазаційних труб та врахувати нестационарний характер руху газової суміші, особливо, коли на ділянках мережі відбуваються просторові зміни траси газопроводу. За цих причин у вітчизняній практиці проектування та експлуатації ШДС малодослідженою залишається проблема визначення ділянок дегазаційної мережі, у якій порушена герметичність та має місце втрата прохідного перетину в трубах внаслідок відкладення там твердих і рідких компонентів метаноповітряної суміші.

Отже, обрана Єгорченком Ростиславом Руслановичем тема дисертаційного дослідження є актуальною.

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

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до пріоритетних напрямків науково-дослідних робіт в рамках держбюджетної теми «Розробка прогресивних технологій повноцінного вилучення енергетичного вугілля з акумуляцією пустих порід у підземному просторі» (№ ДР 0120U101099, 2020-2022 рр.).

3. Ступень обґрунтованості наукових висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність та наукова новизна

Вважаю, що наукові положення, які виносяться на захист здобувачем, повною мірою відображають отримані наукові результати, мають достатню обґрунтованість, котру забезпечено завдяки коректної постановки задач дослідження, їх вирішення з використанням сучасного інформаційного і організаційно-технічного забезпечення, а також підтверджуються результатами застосування обраних для досліджень методик на підприємствах гірничої галузі, порівнянням і узгодження результатів статистичних, експертних та виробничих досліджень, що мають прийнятну розбіжність.

Наукова новизна отриманих результатів:

– обґрунтовано інноваційні технічні методи модернізації наявних дегазаційних систем, що сприяють підвищенню пропускної здатності шахтових трубопроводів і збереженню якості каптованої метано-повітряної суміші (МПС) в процесі її транспортування від свердловин до вакуум-насосних станцій.

– вперше розглянуто технічний стан і параметри підземного середовища як процес взаємодії елементів транспортно-технологічної системи «ШГ – ГВ», що дозволило встановити експоненціальний характер зміни просторового положення газопроводу залежно від деформацій масиву;

– вперше проведено моделювання процесу деформування ділянок газопроводу в гірничій виробці за допомогою програми SolidWorks, що дозволило виконати структурний аналіз реакції заданої системи на конвергенцію масиву гірських порід та прогнозувати технічний стан газопроводу в реальних умовах шахтового середовища.

Достовірність отриманих наукових результатів, висновків та рекомендацій підтверджено дослідженнями з використанням апробованих аналітичних та експериментальних методів на базі законів газової динаміки та гідравліки, що було достатнім для проведення інженерних розрахунків.

4. Оцінка змісту роботи та повнота викладення положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (185) та трьох додатків (А, Б, В). Загальний обсяг дисертації – 211 сторінок, у тому числі 55 рисунків та 8 таблиць.

Вважаю, що характер змісту дисертаційної роботи відповідає обраній темі і назві. Текст дисертації викладено логічно, грамотною технічною мовою.

Робота супроводжується достатньою кількістю пояснювальних рисунків та таблиць, додатками, що вказує на її цілісність та завершеність.

Розділ 1 містить результати аналізу вітчизняного та зарубіжного досвіду видобутку й утилізації шахтового метану. Проаналізовано технології

видобування і транспортування шахтового метану на підприємствах України та встановлено основні способи дегазації розроблюваних вугільних пластів.

Розглянуто сучасні напрями наукових досліджень проблеми видобутку й транспортування шахтового метану. Результати порівняльного аналізу специфіки видобутку природного газу і метану вугільних родовищ дозволили встановити, що гірничо-геологічні особливості формування їх покладів суттєво різняться, а запозичені в нафтогазовій галузі методи контролю технічного стану дегазаційних газопроводів та оцінки їх експлуатаційних параметрів в реальних умовах шахтового середовища виявилися малоефективними.

Показано, що у реальних умовах гірничого виробництва функції регулярної доставки МПС для подальшої її переробки покладено на шахтові дегазаційні системи, основну дію яких спрямовано на створення безпечних умов праці гірників в очисних і підготовчих вибоях.

В роботі відзначається, що при проектуванні ШДС особливу увагу слід приділяти обґрунтуванню їх пропускної спроможності з урахуванням можливих ускладнень технічного стану дільничних газопроводів та питомих втрат тиску при транспортування МПС в підземних виробках складної конфігурації.

За результатами виконаного аналізу значної кількості інформаційних джерел (наведено 35 посилань) та виявлених недоліків зроблено відповідні висновки та сформульовано задачі подальшого дослідження за обраною темою дисертації.

Розділ 2 присвячено дослідженню особливостей взаємодії елементів транспортно - технологічної системи «шаховий газопровід – гірнича виробка».

Аналіз технічного стану шахтових дегазаційних мереж показав, що існуючі методи їх контролю не враховують втрати герметичності дегазаційних трубопроводів і нестационарний характер руху газової суміші у разі накопичення рідини на деформованих ділянках мережі. По результатам шахтних досліджень встановлено, що проблемним питанням галузі залишається втрати герметичності дегазаційних трубопроводів та визначення ділянок дегазаційної мережі, де спостерігаються втрати прохідного перетину за рахунок відкладання твердих та рідких компонентів. Сформована база вихідних даних про просторові зміни проектного профілю траси дільничного газопроводу та перетину гірничої виробки надала можливість розглядати їх технічний стан, як взаємодіючу транспортно-технологічну систему «ШГ – ГВ», яка експлуатується в нетипових умовах шахтового середовища.

На основі оцінки діючих методів розрахунку дегазаційних мереж запропоновано програму комплексного оцінювання технічного стану шахтових дегазаційних газопроводів, яка враховує вплив припливів повітря та скупчень рідини в дільничних дегазаційних трубопроводах на параметри потоку газової суміші та коефіцієнти гідравлічних опорів. На базі проведених експериментальних і теоретичних досліджень обґрунтовано параметри безпечного транспортування газової суміші по дільничним та магістральним дегазаційним трубопроводам.

При моделюванні умов взаємодії елементів системи «ШГ – ГВ»

встановлено, що величини витрати МПС в кінцевому перерізі трубопроводу обернено пропорційні зменшенню його прохідного перерізу в місцях скупчення механічних відкладень породного та вугільного пилу, що призводить до падіння сумарної пропускної здатності вакуум-насосів. При цьому падіння їх продуктивності найбільш виражене у випадку зменшення прохідного перерізу трубопроводу на 50% і більше.

За результатами діагностики технічного стану шахтних газопроводів в зонах інтенсивного зсуву порід гірничих виробок та математичного і комп'ютерного моделювання їх експлуатаційних параметрів було встановлено, що на рух МПС впливають такі негативні фактори, як: зміна модуля вектору швидкості потоку, шорсткість стінок та механічних відкладень, а також спровоковані місцеві звуження трубопроводу. Отримані показники та розроблені інноваційні технічні засоби дозволили обґрунтувати межі ефективного використання ШДС в реальних виробничих умовах шахт Західного Донбасу.

Подано 36 посилань на літературні джерела.

Розділ 3 дисертаційної роботи присвячено обґрунтуванню напрямів підвищення пропускної здатності та герметичності шахтових дегазаційних газопроводів.

Наведено результати досліджень технічного стану дегазаційних систем ШУ «Покровське», що експлуатуються в умовах агресивних вод. Встановлено місця скупчень механічних домішок вугільного та породного пилу, виявлено зони формування корозійних ділянок трубопроводу, часткове зменшення товщини стінок металевих труб, а також наявність каверн і раковин на їхній поверхні.

Вдосконалено методи контролю технічного стану шахтових дегазаційних газопроводів, з можливістю оперативного прогнозування зон утворення механічних відкладень у дегазаційних газопроводах та окреслені шляхи підвищення ефективності процесу транспортування МПС в підземних виробках складної конфігурації.

Розроблено комп'ютерну модель процесу деформації ділянки газопроводу та зони відкладення механічних домішок в програмі SolidWorks. Використовуючи метод скінченних об'ємів, виконано структурний аналіз поведінки потоку МПС при транспортуванні її по викривленому дегазаційному трубопроводу. Програмою та методикою досліджень передбачено шляхом віртуального тестування профілів деформованих ділянок шахтового газопроводу, отриманих за результатами маркшейдерської зйомки, та сформованих за ними CAD-моделей встановити процес утворення зон механічних скупчень в стикових з'єднаннях трубопроводу для найбільш викривлених ділянок траси

Розроблено класифікацію типових ушкоджень дегазаційних газопроводів за категоріями складності їх усунення на легкі *L*, середні *M* та важкі *V*. За критерії оцінювання складності було взято тривалість усунення кожної відмови та кількість залучених до цієї роботи працівників.

Слід відмітити, що заслуговує на увагу сформовані автором роботи види й

категорії ушкоджень шахтних газопроводів (таблиця 3.4), які слугують основою при моніторингу їх технічного стану та визначення оперативних заходів щодо доцільності проводити технічне обслуговування чи реновацію в нетипових або екстремальних умовах роботи.

Зроблено висновки та подано 53 посилань на літературні джерела.

Розділ 4 присвячено обґрунтування способів і засобів підвищення експлуатаційних показників шахтових газотранспортних систем.

Запропонована програма та методика комплексних досліджень, яка передбачає моделювання змін складу газу, температури та вологості каптованої МПС й технічного стану дегазаційних газопроводів, що дає змогу прогнозувати зони утворення газових гідратів у деформованому газопроводі. Постійний моніторинг змін тиску і температури по довжині газопроводу створює можливість визначати динаміку накопичення механічних відкладень і кристалогідратів для вчасного запровадження профілактичних заходів для зниження агресивної дії шахтного середовища.

З використанням програми SolidWorks Flow Simulation в роботі проведено комплексне моделювання просторових змін елементів системи «ШГ – ГВ». Результати моделювання траєкторії транспортування МПС по викривленому газопроводу дозволили прогнозувати можливі зони утворення газогідратів.

Рекомендовано методику визначення витрат на транспортування МПС по газопроводам з композитних матеріалів, яка враховує особливості дегазаційних мереж, створених на основі полімерних труб, та показники ефективної роботи ШДС, такі як: необхідні діаметри труб дільничних і магістральних газопроводів, допустимі швидкості руху метану та втрати тиску на 1,0 п.м. трубопроводу та ін.

Техніко-економічні розрахунки витрат на транспортування МПС по полімерному газопроводу дозволили встановити потенційні резерви підвищення експлуатаційних параметрів газотранспортної системи за рахунок зниження опору руху МПС і герметичності шляхом значного зменшення кількості стикових з'єднань. Доведено також, що застосування композитних трубопроводів у системах дегазації вугільних шахт в 1,5 рази економічно вигідніші та мають індекс ефективності на 40 % більший порівняно зі сталевими системами. Запропонована методика розрахунку дозволяє розширити можливості застосування композитних трубопроводів у системах дегазації вугільних шахт та підвищити якість МПС.

Зроблено висновки та подано 65 посилань на джерела інформації.

У загальних висновках дисертації наведені отримані автором основні наукові і практичні результати, що підкреслюють їх новизну і значимість.

За результатами досліджень автором опубліковано 22 наукові роботи (у міжнародному журналі з високим індексом цитування – 2, фахових наукових журналах – 7 і тезах наукових конференцій – 10), а також отримано 3 патенти України.

Вважаю, що основні положення за результатами дисертаційної роботи в достатній мірі опубліковані та апробовані на наукових конференціях.

4. Значення роботи для науки, практики та суспільства

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей деформацій підземних дегазаційних газопроводів в реальних умовах шахтового середовища, що дозволило обґрунтувати ефективні схеми транспортування МПС в дільничних виробках та інноваційні технічні рішення щодо підвищення пропускної здатності ШДС та забезпечення її експлуатаційних показників.

Практичне значення одержаних результатів. Полягає в тому, що теоретичні й методичні положення дисертації дозволили розробити дві програми й методики визначення технічного стану та показників ефективної роботи дегазаційних газопроводів у виробничих умовах шахт Західного Донбасу. Програмою та методикою передбачається встановити ступінь впливу негативних факторів шахтового середовища на технічний стан дегазаційного газопроводу і експлуатаційні показники його роботи.

По результатам досліджень удосконалено систему моніторингу технічного стану дегазаційних газопроводів в типових і нетипових умовах експлуатації, яка за рахунок оперативної обробки вихідної інформації і накопиченої бази даних дозволить спеціальним підрозділам, що входять до складу ділянки вентиляції і техніки безпеки (ВТБ), оцінювати виробничі ситуації і приймати кваліфіковане рішення для попередження та усунення негативних наслідків.

Розроблено та впроваджено методику моделювання параметрів взаємодії елементів транспортно-технологічної системи «шахтовий газопровід – гірничавиробка».

Запропонована «Методика моделювання параметрів взаємодії елементів транспортно–технологічної системи «Шахтовий газопровід – гірничавиробка» використовується науковцями ВФГП ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України при проведенні наукових досліджень за тематикою інституту.

Моделювання технічних систем з застосуванням програмного комплексу SolidWorks доцільно використовувати при проектуванні шахтних дегазаційних систем та в навчальному процесі при вивченні спеціальних дисциплін.

Вважаю, що реалізація результатів роботи автора забезпечить підвищення технічного стану та експлуатаційних показників роботи підземних дегазаційних газопроводів при транспортуванні МПС в умовах негативного впливу шахтового середовища.

6. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

За результатами вивчення дисертаційного дослідження, використаних джерел та посилань на них у тексті, порушень академічної доброчесності та її принципів не було виявлено. Результати роботи мають достатній рівень новизни та є оригінальними, що підкріплено публікаціями за участю автора.

7. Дискусійні положення

1. При визначенні головного значення теми дисертації не вказано на рішення проблеми усунення газового бар'єру на шляху використання можливостей автоматизованих вугледобувних комплексів за допомогою систем дегазації.

2. При удосконаленні методів моніторингу й контролю технічного стану

шахтових газопроводів (третє завдання дисертаційної роботи) не передбачено обладнання газопроводів приладами вимірювання концентрації метану та кисню.

3. У вихідних параметрах для проектування енергозберігаючої газотранспортної системи вугільних шахт (четверте завдання дисертаційної роботи) відсутні вимоги до автоматизованої системи моніторингу її параметрів.

Зазначені вище зауваження не знижують наукового рівня та загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи

8. Загальний висновок щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота написана грамотною технічною мовою та логічно побудована. Отримані в ході досліджень наукові результати мають достатній рівень новизни та є певною мірою інноваційними.

Зазначені недоліки й зауваження щодо дисертаційної роботи не носять принципового характеру та не впливають на її позитивну оцінку. В цілому робота представляє самостійне, завершене наукове дослідження, а її основні положення і результати є науково обґрунтованими, достовірними й корисними, як у теоретичному, так і в практичному аспектах.

Вважаю, що дисертаційна робота **Єгорченка Ростислава Руслановича** на тему «Обґрунтування експлуатаційних параметрів газотранспортних систем для попутного видобування метану вугільних родовищ», задовольняє вимогам, що передбачені наказом Міністерства освіти та науки від 12.07.2017 р. № 40

«Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження порядку присудження ступеня доктора філософії...» (пункти 5, 6, 8).

Єгорченко Р.Р. заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 185 Нафтогазова інженерія та технології, галузь знань 18 – Виробництво та технології.

Старший науковий співробітник
відділу проблем технологій підземної
розробки вугільних родовищ,
Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова
Національної академії наук України
д.т.н., доцент

Рішард СТАСЕВИЧ