

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Рибіцького Ігоря Володимировича

«Новітні методи та засоби контролю експлуатаційних параметрів

газопровідних систем», подану на здобуття наукового ступеня

доктора технічних наук за спеціальністю

05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин

Актуальність теми. Експлуатація трубопровідних систем газотранспортної промисловості приводить до вичерпування їх ресурсу та вимагає постійного удосконалення методів і засобів їх контролю. Недооцінювання потенційних загроз, що виникають в процесі роботи таких складних технічних систем, та економія на процедурах їх контролю може стати не лише причиною збою в роботі цілих галузей промислово-господарського комплексу України, але й становити значну загрозу навколишньому середовищу та життю людей.

Довгий час роботи в області забезпечення безаварійної експлуатації газотранспортних систем зосереджувались на розробленні окремих технологій та методик контролю технічного стану певних складових таких систем. Останнім часом світовий та вітчизняний досвід експлуатації трубопровідного транспорту засвідчив, що їх безпечне функціонування вимагає розроблення та впровадження систем та методик комплексного контролю технічного стану таких об'єктів за певною сукупністю параметрів з їх одночасним врахуванням з метою завчасного попередження аварійних ситуацій та проведення відповідних ремонтно-відновлювальних робіт. Саме вирішенню цієї актуальної для газотранспортної промисловості науково-прикладної проблеми – забезпечення надійної та ефективної експлуатації газопровідних систем та обладнання шляхом розроблення наукових основ новітніх методів контролю параметрів їх експлуатації, присвячено дисертаційне дослідження Рибіцького І. В.

Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів. Положення та висновки дисертаційної роботи достатньо обґрунтовані теоретичними і модельними дослідженнями та експериментально. Ця оцінка базується на коректній постановці мети та завдань дослідження, використанні перевірених вихідних даних,

застосуванні адекватних методів досліджень, логічному та чіткому формулюванні їх результатів, на підтвердженні теоретичних висновків щодо запропонованих технічних рішень і очікуваних властивостей розроблених приладів метрологічними дослідженнями.

В роботі коректно використовуються методи математичного моделювання, розв'язання нелінійних задач встановлення кореляційних зв'язків між інформативними параметрами технічного стану газопровідних систем, методи аналітичного та чисельного розв'язання систем лінійних та диференціальних рівнянь у частинних похідних, методи відбирання та опрацювання первинної вимірювальної інформації.

Експериментальні дослідження проводилися із використанням стандартних та розроблених методик.

Наукова новизна та значення результатів досліджень. Основні наукові положення, висновки і рекомендації, отримані автором і представлені в дисертації, безпосередньо пов'язані з метою досліджень і полягають у наступному:

- встановлено взаємозалежність впливу на експлуатаційні параметри газопровідних систем дефектів типу порушення герметичності, в основі якої покладено моделювання наскрізного дефекту малого розміру, як джерела локальної турбулентності потоку, що створюють локальний опір потоку та зменшують пропускну здатність газопровідних систем;

- встановлено вплив зміни геометричних характеристик перерізу газопроводу, наявності нетехнологічних скупчень в порожнині трубопроводу на пропускну здатність та енергоефективність роботи трубопроводу;

- розроблено новий метод вимірювання теплоти згорання природного газу, що дає змогу проводити вимірювання вищої теплоти згорання природного газу шляхом застосування встановленої її залежності від вмісту діоксиду вуглецю, швидкості поширення ультразвукових коливань в пробі природного газу та значення нижчої теплоти згорання;

- удосконалено метод вимірювання рівня скупчень рідини в порожнині трубопроводу шляхом застосування в обробці інформаційних сигналів фільтрів

Савіцького-Голе з метою забезпечення можливості проведення вимірювань рівня різних рідин в робочих режимах транспортування газу газопроводами та зменшити похибку вимірювань;

– удосконалено метод вимірювання об'ємів витоків природного газу в розширеному динамічному діапазоні в системах газопостачання за рахунок розроблення конструкцій спеціальних вимірювальних ділянок та застосування встановленої залежності швидкості потоку на вимірювальній ділянці та об'єму витоків з газопроводу;

– отримали розвиток методи технічного діагностування та прогнозування технічного стану трубопровідних систем та обладнання з використанням структурних акустичних шумів як структурно чутливих інформативних параметрів, які забезпечують підвищення достовірності контролю.

Практичне значення результатів роботи полягає у тому, що розроблено нові та удосконалено існуючі технічні засоби, технології, методики та нормативні документи, що регулюють використання розроблених методів контролю технічного стану газопровідних систем та обладнання за комплексом діагностичних параметрів, зокрема :

– розроблено, виготовлено та проведено промислові випробування приладу контролю якісних параметрів природного газу GAS-Hi-Q, а також методика проведення вимірювань з використанням цього приладу;

– розроблено, виготовлено та проведено багаторічні лабораторні та промислові випробування системи моніторингу накопичувань нетехнологічної рідини в порожнинах газопроводів, а також технічні умови на її виготовлення;

– розроблено та впроваджено ряд нормативних документів:

- СОУ 49.5-30019801-137:2017 Метрологія. Природний газ. Вимірювання нижчої теплоти згоряння кореляційним методом;
- Методику визначення об'ємів витоків природного газу на АГНКС;
- Методику виконання вимірювань границі плинності трубопровідних сталей;
- Методику виконання вимірювань ударної в'язкості сталей трубопровідного сортаменту;

– розроблено проект Стандарту організацій України «Магістральні нафтопроводи. Лінійна частина. Методи ремонту ділянок нафтопроводів діаметром до 1220 мм».

Основні результати теоретичних і експериментальних досліджень автора знайшли впровадження на ряді підприємств України, зокрема УМГ «Прикарпаттрансгаз» ПАТ «Укртрансгаз», ПАТ «Івано-Франківськгаз», АГНКС ПАТ «КОНЦЕРН ГАЛНАФТОГАЗ а також використовуються у навчальному процесі під час навчання студентів за спеціальностями «Нафтогазова інженерія та технології» та «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Результати досліджень увійшли до одного навчального посібника.

Структура дисертації та зміст розділів. Дисертаційна робота викладена на 365 сторінках, із них 194 сторінки основного тексту, складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел із 207 позицій, із них 57 латиницею, містить 14 таблиць, 65 рисунків, 59 формул та 10 додатків.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, вказані мета і завдання досліджень, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, показано зв'язок з виконаними НДР, особистий внесок здобувача в публікаціях, представлена інформація з апробації, реалізації і впровадження результатів роботи.

У **першому** розділі проаналізовано сучасні тенденції та напрями досліджень в рамках проблематики контролю експлуатаційних параметрів трубопровідних систем та обладнання і прогнозування їх технічного стану. Зроблено обґрунтований висновок про те, що проблема забезпечення безаварійної роботи трубопровідних систем газотранспортної промисловості має комплексний характер і потребує розвитку і удосконалення як відповідних технічних засобів, так і методичного забезпечення вимірювань та випробувань для таких систем, що, в свою чергу, вимагає проведення нових теоретичних та практичних досліджень.

У **другому** розділі наведено результати розроблення математичних та теоретичних засад контролю технічного стану газопровідних систем за комплексом

нових інформативних параметрів. Зокрема представлено результати математичного моделювання впливу наскрізних дефектів у трубопроводах на ефективність роботи газопровідних систем та втрату їх пропускної здатності; досліджено вплив зміни геометрії поперечного перетину різних ділянок газопроводу на втрату тиску природного газу та енергоефективність роботи газопроводу; досліджено вплив нетехнологічних скупчень в порожнині газопроводу на його пропускну здатність; досліджено вплив якісних показників природного газу на ефективність роботи газопроводу та обладнання.

У **третьому** розділі представлено результати розроблення удосконаленого методу вимірювання теплоти згоряння природного газу, а також удосконаленого методу вимірювання рівня рідких нетехнологічних скупчень в порожнині газопроводу, наведені результати експериментальних досліджень розробленого методу вимірювання об'ємів витоків природного газу на газопроводах та обладнанні, подано його метрологічну оцінку, проведено дослідження нового методу попередження виникнення дефектів в сталевих трубопроводах, який ґрунтується на використанні ультразвукових структурних шумів, характеристики яких корелюють з фізико-механічними характеристиками сталевих елементів газопроводу.

У **четвертому** розділі наведено удосконалені технічні засоби контролю стану газопроводів та обладнання, в яких використано результати виконаних теоретичних досліджень. В цьому розділі наведено опис удосконаленого приладу для експрес-контролю теплоти згоряння природного газу, виконано значний обсяг вимірювання на різних пробах газу та визначено температурний коефіцієнт швидкості ультразвукових коливань в природному газі, особливості схемотехнічної реалізації основних складових приладу, які реалізують запропоновану методику опрацювання інформативних сигналів. Представлено удосконалену систему виявлення та вимірювання рівня об'ємів нетехнологічної рідини в порожнинах газопроводів, а також установку для контролю величини витоків на кранових вузлах та обладнанні газопровідних систем.

У п'ятому розділі наведено результати промислових випробувань розроблених нових методів, методик та засобів контролю технічного стану газопровідних систем та їх окремих елементів в реальних умовах їх експлуатації. Зокрема представлено такі дані: результати промислової апробації виготовленого приладу контролю теплоти згорання природного газу GAS-Hi-Q; результати випробувань на різних промислових майданчиках та різному обладнанні установки контролю витоків на кранових вузлах; результати промислових випробувань системи вимірювання рівня рідини в порожнинах діючих газопроводів.

Отримані позитивні результати підтверджено відповідними актами та протоколами. За результатами випробувань зроблено відповідні висновки та надано рекомендації експлуатуючим організаціям.

Шостий розділ присвячено розробленню актуальних питань нормативного забезпечення нових технічних засобів та методів діагностування газотранспортних систем. В цьому розділі викладено перелік та опис розроблених методик та нормативних документів, що стосуються контролю експлуатаційних параметрів газотранспортних систем, зокрема нормативного забезпечення контролю якісних показників природного газу, оцінювання втрат і витрат енергоносіїв під час їх транспортування та зберігання, визначення об'ємів витоків природного газу, визначення фізико-механічних характеристик сталей. Крім того наведено: технічні умови на виготовлення системи моніторингу накопичень рідини в порожнинах газопроводів; структуру та параметри банку даних фізико-хімічних характеристик природного газу.

У додатках наведено лист та акти про проведення випробувань розробленого приладу, програма, методика та акти випробувань приладу для визначення теплоти згорання природного газу GAS-Hi-Q, каталог нормативних документів, листи щодо проведення апробації, результати та методика випробувань на АГНКС ПАТ «Концерн Галнафтогаз» та ін.

Висвітлення результатів дисертації в опублікованих працях. Основні наукові результати дисертації викладено у 58 наукових працях, серед них 26 входять до переліку фахових видань України та у періодичних виданнях інших держав (із

них 6 у виданнях, що входять до наукометричних баз даних Scopus та WEB of Science); по одному розділу у співавторстві в 3 наукових монографіях, виданих в Європейському Союзі; 2 наукові монографії, видані у співавторстві в Україні; 5 патентів на винаходи та корисні моделі (в т.ч. 1 закордонний).

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень оприлюднено в 22 доповідях на наукових конференціях.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації.

У авторефераті стисло викладено основні результати дисертаційної роботи та повно відображено сформульовані в дисертації наукові положення, висновки і рекомендації.

Оформлення дисертації. Дисертація написана українською мовою на високому науково-професійному рівні, містить важливі наукові положення, які характеризуються новизною і корисністю, а також практичні результати, що знайшли застосування в промисловості та в науково-дослідних організаціях. Рівень досліджень та глибина розгляду питань відповідає вимогам до докторських дисертацій. Оформлення дисертаційної роботи та автореферату відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету міністрів України № 567 від 24.07.2013 (п.п. 9,10,12,13) та ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

Зауваження по дисертаційній роботі та реферату

До змісту дисертаційної роботи та автореферату є наступні зауваження.

1. В роботі зроблено аргументований висновок про доцільність визначення технічного стану газопровідних систем на основі комплексного врахування різних інформаційних параметрів. Але з наведених даних не зовсім зрозуміло яка саме множина параметрів складає цю сукупність та які запропоновані принципи відбору параметрів у цю сукупність.
2. У сформульованих у п.1.6 напрямках досліджень як один з напрямів визначено пошук нових інформативних параметрів, за якими оцінюється технічний стан газопровідних систем. Проте у висновках до роботи не акцентовано увагу на те, які саме нові інформативні параметри було

досліджено.

3. На мій погляд використаний автором термін «інтегральна густина зображень акустичних структурних шумів» є не зовсім вдалим. Як аналітично визначається «інтегральна густина зображень акустичних структурних шумів»? І далі: що розуміється під терміном «параметри структурних шумів»? Якщо мова йде дійсно про структурні шуми чи досліджено їх спектральні характеристики?
4. Розроблення нормативно-методичного забезпечення процесу контролю експлуатаційних параметрів газотранспортної системи становить значний практичний внесок автора і цінність для науки і практики, проте ці здобутки автора не відображені у висновках до роботи.
5. Не дуже вдало сформульовано висновки до розділів дисертації. Вони містять тривіальну констатацію зробленого без узагальнення та висвітлення цінності отриманих теоретичних чи експериментальних результатів для теорії та практики контролю та діагностики технічного стану газопровідних систем.
6. Частина експериментальних даних, до прикладу результати вимірювання швидкості витоку у тал. 5.1, або рівня рідини у табл. 5.2 наведені без показників точності, що ускладнює оцінювання достовірності результатів.
7. Температурний коефіцієнт швидкості ультразвукових коливань у п.4.1 на ст.150 помилково подано як безрозмірний.
8. Для вимірювання швидкості поширення ультразвукових коливань у пробі природного газу в роботі використано амплітудний метод. Виникає питання: чому автор не розглядав можливість використання прецизійного фазового методу визначення затримки, який забезпечує вищу точність вимірювання?
9. В формулі (3.8) використано безрозмірні коефіцієнти, що не відповідає фізичній сутності цього рівняння.

Загальний висновок. Дисертаційна робота Рибіцького І. В. є завершеною науковою працею, присвяченою вирішенню важливої науково-технічної проблеми, яка полягає в розробленні новітніх методів контролю експлуатаційних параметрів газопровідних систем, що дозволить забезпечити їх ефективне функціонування.

Робота повністю відповідає формулі та напрямам паспорту спеціальності 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин. За сукупністю отриманих наукових результатів, їх актуальністю, новизною, обґрунтованістю, достовірністю та практичною цінністю дисертаційна робота відповідає вимогам діючого «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор Рибіцький Ігор Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.11.13.

Професор кафедри
приладів і систем неруйнівного контролю
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
д.т.н., професор

Ю. Куц Ю.В. Куц

Підпис засвідчую
Вчений секретар
КПІ ім. Ігоря Сікорського



Хася

В.В. Холявко

*Відомо надійшло до спеціалізованої "вченої" ради
D20.052.03 08.02.2019 р.
Учений секретар *В.В. Холявко**

