

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Рибіцького Ігора Володимировича
«НОВІТНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ
ПАРАМЕТРІВ ГАЗОПРОВІДНИХ СИСТЕМ»,

що подана на здобуття наукового ступеню
доктора технічних наук за спеціальністю

05.11.13 – Прилади і методи контролю та визначення складу речовин.

Проблема надійного та безпечного постачання природного газу газопровідними системами України набуває все більшої актуальності через значне зношення, деградацію матеріалу під впливом експлуатаційних чинників (статичні та циклічні навантаження, тиск, корозійне середовище тощо) та низьку енергоефективність обладнання. Технічне діагностування може загалом вирішувати окремі проблеми збільшення залишкового ресурсу та надійності газопровідних систем. Проте цього недостатньо для їх комплексного оцінювання за сукупністю інформаційних параметрів з врахуванням тих, що впливають на їх енергоефективність. Це актуалізує необхідність створення нових комплексних підходів і технологій для моніторингу технічного стану трубопроводів за сукупністю інформаційних параметрів. Тому дисертаційна робота Рибіцького І.В., яка присвячена вирішенню науково-прикладної проблеми створення нових методів та засобів контролю і моніторингу низки експлуатаційних параметрів газопровідних систем, є актуальною.

Подані в дисертаційній роботі дослідження і розробки виконувались автором особисто і безпосередньо пов'язані з виконанням держбюджетної і договірної тематики Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів. Отримані в дисертаційній роботі результати та висновки підтверджуються розробленими математичними моделями та експериментальними дослідженнями. Автором

роботи проаналізовано об'єкт контролю, існуючі технічні засоби та методики контролю газопроводів та результати сучасних досліджень, що підтверджують актуальність обраної теми. Мета та завдання дослідження сформовані достатньо чітко, обґрунтовано вибір методів дослідження, проведено математичне моделювання та аналіз фізичних процесів, що відбуваються в процесі експлуатації газопровідних систем. Лабораторні та промислові дослідження розроблених технологій та удосконалених технічних засобів проведено із застосуванням теорії вимірювань і планування багатофакторного експерименту, кореляційного аналізу, математичної статистики, методів числового оброблення результатів експериментів. Отримані результати наукових досліджень імплементовано в нормативні документи різного рівня, які необхідні для підвищення рівня технічної культури в газотранспортній галузі.

Наукова новизна та значення результатів досліджень. В ході проведення дисертаційних досліджень автором вирішено важливу науково-прикладну проблему забезпечення надійного та ефективного експлуатування газопровідних систем на основі розроблення наукових основ контролю параметрів їх експлуатації, які полягають у наступному:

- встановлено закономірності впливу наскрізних дефектів малого розміру, через які відбувається витік і які є джерелом турбулентності, на експлуатаційні параметри газопровідних систем (зокрема їх пропускну здатність) через створений витоками локальний опір потоку;

- встановлено взаємозалежності впливу комплексу параметрів (геометричних характеристик перерізу газопроводу, нетехнологічних скупчень в порожнині трубопроводу, теплотворної здатності транспортованого природного газу), які раніше не враховувались, на режим роботи (пропускну здатність) трубопроводу;

- запропоновано і досліджено новий метод вимірювання теплоти згоряння природного газу, що дає змогу проводити вимірювання вищої теплоти згоряння природного газу шляхом застосування встановленої залежності значення вищої теплоти згоряння від вмісту діоксиду вуглецю, швидкості поширення

ультразвукових коливань в пробі природнього газу та значення нижчої теплоти згорання, що забезпечує підвищення точності та розширення діапазону вимірювань;

- запропоновано удосконалений метод вимірювання рівня скупчень рідини в порожнині трубопроводу шляхом застосування при обробці інформаційних сигналів фільтрів Савіцького-Голея, який забезпечив роздільне вимірювання рівня різних рідин у робочих режимах транспортування газу, що дозволило підвищити інформативність та зменшити похибку вимірювань;

- удосконалено метод вимірювання об'ємів витоків природнього газу в системах газопостачання шляхом розроблення конструкцій спеціальних вимірювальних ділянок та застосування встановленої залежності швидкості потоку через вимірювальну ділянку та об'єму витоків з газопроводу, що дало можливість застосування методу для вимірювання витоків у широкому діапазоні, зокрема як мікро, так і дуже великих, передаварійних витоків;

- отримали розвиток методи технічного діагностування та прогнозування технічного стану трубопровідних систем та обладнання з використанням структурних акустичних шумів як структурно чутливих інформативних параметрів, що дозволило спростити технічні засоби діагностики, розширити їх можливостей та підвищити достовірність контролю.

Практичне значення результатів роботи. Дисертаційна робота має суттєве практичне значення, так як отримані результати використано в розроблених технічних засобах, технологіях і нормативних документах, що регулюють їх використання для контролю технічного стану газопровідних систем за комплексом діагностичних параметрів, зокрема:

- новий прилад типу GAS-Hi-Q для контролю параметрів якості газу, зокрема вищої та нижчої теплоти згорання, який пройшов промислові випробування в мовах УМГ «Прикарпаттрансгаз» ПАТ «Укртрансгаз», ПАТ «Івано-Франківськгаз» та проект СОУ «Газ природний горючий. Експрес-контроль теплоти згорання. Методика», який регламентує порядок проведення вимірювань з використанням розробленого приладу;

- система моніторингу накопичувань рідини в порожнинах газопроводів, що пройшла промислові випробування, результатом яких є затвердження технічних умов на її виготовлення (ТУ У 26.5-02070855-001:2016 Система моніторингу накопичень рідини. Технічні умови);

- нормативний документ СОУ 49.5-30019801-137:2017 Метрологія. Природний газ. Вимірювання нижчої теплоти згоряння кореляційним методом;

- методика визначення об'ємів витоків природного газу на АГНКС та проведення з використанням зазначеної методики вимірювання об'ємів витоків на обладнанні АГНКС ПАТ «КОНЦЕРН ГАЛНАФТОГАЗ»;

- «Методика виконання вимірювань границі плинності конструкційних (трубопровідних) сталей» та «Методика виконання вимірювань ударної в'язкості сталей трубопровідного сортаменту», які використано для визначення механічних характеристик металу труб ділянок переходу аміакопроводу через Тілігульський лиман;

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

Структура дисертації та зміст розділів. Дисертаційна робота містить вступ, шість розділів, висновки, список використаних джерел із 207 найменувань та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 365 сторінок, у тому числі 194 сторінки основного тексту. Робота містить також 65 рисунків і 14 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційних досліджень, сформульовано мету та задачі, викладено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів досліджень, їх апробацію та публікації

У першому розділі проаналізовано стан об'єкта досліджень, методів та засобів контролю витоків природного газу в системах газопостачання та здійснено їх порівняльний аналіз. Проведено аналіз методів та засобів вимірювання нетехнологічних рідинних скупчень в порожнині газопроводу. Виконано порівняльний аналіз вітчизняних та зарубіжних нормативних документів газотранспортної галузі.

Другий розділ присвячено розробленню математичних моделей впливу наскрізних дефектів, розгерметизації газопроводу, зміни геометричних характеристик перерізу трубопроводу, нетехнологічних скупчень в порожнині трубопроводу та якості природного газу на експлуатаційні параметри та ефективність роботи газопровідних систем.

Третій розділ висвітлює результати удосконалення та розроблення нових методів та методик контролю газопровідних систем, серед яких, зокрема: метод вимірювання теплоти згорання природного газу; метод вимірювання рівня різного роду нетехнологічних скупчень в порожнині трубопроводу; метод вимірювання об'ємів витоків природного газу; метод попередження виникнення дефектів в сталевих трубопроводах.

Четвертий розділ присвячено розробленню удосконалених технічних засобів контролю технічного стану газопровідних систем. Подано схемо-технічні рішення та алгоритми роботи, які лягли в основу побудови приладів та систем, подано їх технічні та метрологічні характеристики.

П'ятий розділ містить результати промислових випробувань розроблених нових методів, засобів та методик контролю технічного стану газопровідних систем та обладнання, зокрема: приладу контролю теплоти згорання природного газу GAS-Hi-Q; установки контролю витоків на кранових вузлах; системи вимірювання рівня рідини в порожнинах діючих газопроводів. Усі технічні засоби пройшли промислові випробування в різних організаціях.

Шостий розділ присвячено розробленню нормативного забезпечення нових технічних засобів та методів діагностування газотранспортних систем, подано перелік нормативних документів, наведено опис їх структури та сфери використання.

У додатках подано акти проведених випробувань розроблених технічних засобів, програми та методики випробувань, листи на дозвіл проведення випробувань приладів. Додатки дисертації містять також базу даних фізико-хімічних характеристик сумішей природного газу.

Висвітлення положень дисертації в опублікованих працях та апробація отриманих результатів. За темою дисертації опубліковано 58 наукових праць, серед яких: 26 публікацій у наукових фахових виданнях України та у періодичних виданнях інших держав (із них 6 у виданнях, що входять до наукометричних баз даних Scopus та WEB of Science); 2 наукові монографії, видані у співавторстві в Україні; по одному розділу у співавторстві в 3 наукових колективних монографіях, виданих в Європейському Союзі; 22 праці у збірниках міжнародних та вітчизняних конференцій; 5 патентів на винаходи та корисні моделі (у тому числі 1 патент закордонний). Основні результати дисертаційного дослідження доповідались на понад 15 міжнародних і вітчизняних конференціях, які проходили в Україні, Болгарії, Білорусії і Польщі.

Автореферат містить стислу інформацію про основні результати дисертаційної роботи та в достатній мірі відображує основні положення дисертації.

Оформлення дисертаційної роботи та автореферату відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», визначеного 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 недоліків дисертації слід віднести наступне.

1. Незрозуміло, з якою метою під час аналізу стандартів на газопромислове обладнання (розділ 1.4) наведено данні по стандартам на бурильні труби, які не можна вважати частиною газотранспортної системи.

2. На рис. 2.1 дисертації не позначено осі декартової системи координат, що ускладнює аналіз наведених формул.

3. У другому розділі дисертації на стор. 80 зазначено «На рис. 2.5, 2.6 показано, що розроблена модель та чисельна схема її реалізації може бути використана при діагностування малих витоків, які розташовані на певній відстані один від одного». Але питання, яким чином ці результати використані для такого діагностування в дисертації детально не розкрито.

4. На стор. 84 роботи написано, що «встановлено спосіб оцінки координати точки витoku...». Такий спосіб необхідно сформулювати у вигляді заданої послідовності операції, чого в дисертації не зроблено.

5. В дисертації зустрічають різні терміни для однакових величин. Так на стор. 95 використано термін «об'єм перекачування природнього газу». А на стор. 97 ця величина названа «рівень прокачування». Аналогічно по тексту роботи використаний параметр «межа плинності», в таблиці 5.5 той самий параметр названий «границя текучості», а в підпису до рис. 5.10 використано параметр «межа текучості». Таких розбіжностей у формулюваннях тотожних термінів в рамках однієї роботи необхідно уникати.

6. Матеріали розділу 3 дисертації на стор. 106-109 представляють огляд досягнень в сфері контролю якості природнього газу, які показали перспективність застосування кореляційних методів контролю якості (зокрема його теплотворної здатності) газу. Ці матеріали доцільніше було би подати в 1 главі дисертації.

7. В розділі 3.2 доцільно було би навести схеми прозвучування, яка показала би розташування ультразвукового перетворювача відносно труби і границь розділу середовищ, так як наведені фотографії не розкривають схему проходження ультразвуку. Відсутність такої схеми ускладнює інтерпретацію отриманих ультразвукових сигналів в часі.

8. В розділі 3.4 також доцільно було би показати схему акустичного тракту та надати її аналіз. Необхідно зазначити також кут введення ультразвукової хвилі та інші параметри контролю, а не просто вказати тип використаного перетворювача та перехідної призми (стор. 139). Доцільно було би також подати особливості використаної технології ультразвукового контролю п'єзоперетворювачами з фазованими ґратками.

9. В висновках до розділу 3 вказано, що суть нового методу полягає «в використанні ультразвукових структурних шумів в якості інформативного параметра». Таке формулювання є некоректним, бо в висновку необхідно вказати інтегральну густину зображень як інформативний параметр структурних шумів. У цьому висновку вказано про кореляцію отриманих інформаційних параметрів з

фізико-механічними характеристиками. Таке узагальнення необґрунтовано, так як автор не досліджував кореляції з багато існуючими фізико-механічними параметрами, наприклад параметрами циклічної тріщиностійкості. В висновках необхідно вказувати конкретні параметри досліджувані автором.

10. В розділі 5.5 в якості параметра неруйнівного контролю використана коерцитивна сила. При цьому, в роботі відсутні результати досліджень або посилання на літературні данні, які би обґрунтовували використання цього параметра. Відомо, що на зміну коерцитивної сили одночасно впливають зміни структури матеріалу (пов'язані з механічними характеристиками) і механічні напруження. Тобто, розділити ці впливи неможливо без проведення додаткових вимірювань і цей чинник необхідно враховувати.

11. В дисертаційній роботі приділено недостатньо уваги метрологічній оцінці розроблених технічних засобів та систем та їх порівняння з іншими розробками.

12. В дисертації зустрічаються окремі несуттєві розходження. наприклад на стор. 36 вказано, що в газотранспортну систему України входить 37 тис. км. газопроводів, а вже на стор. 38 зазначено, що загальна протяжність газопроводів України складає 38 тис. км. Крім того, невдалим є підпис до рис. 2.3 «Залежність між швидкістю витоків та точкою втрати монотонності для різних швидкостей витоків», тобто містить повтори. Підпис на цьому рисунку повторюється двічі.

Проте, вказані вище недоліки не знижують суттєво цінність проведених автором досліджень і дисертаційної роботи в цілому.

Рекомендації щодо розвитку подальших досліджень автора дисертації.

1. Можливим напрямком продовження досліджень може бути використання багатопараметрових методів магнітної структуроскопії для оцінювання комплексу механічних характеристик матеріалу трубопроводів. Магнітними структурно-чутливими параметрами тут може бути коерцитивна сила, магнітна проникність або залишкова магнітна індукція, які можуть вимірюватись через шар захисного покриття за допомогою приставних систем намагнічування.

2. Іншим перспективним напрямком може бути визначення експлуатаційних

силових дій на трубопровід і безконтактне вимірювання відповідних механічних напружень магнітоанізотропним методом, який є нечутливим до можливих змін структури матеріалу (див. зауваження 10).

Загальний висновок.

За актуальністю теми, новизною, обсягом виконаних досліджень і практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота Рибіцького І.В. «Новітні методи та засоби контролю експлуатаційних параметрів газопровідних систем» є завершеною науковою працею, присвяченою вирішенню важливої науково-технічної проблеми в галузі методів та приладів контролю, а саме розроблення новітніх засобів контролю експлуатаційних параметрів газопровідних систем шляхом дослідження нових інформативних параметрів контролю технічного стану та режиму роботи газопровідних систем.

Робота повністю відповідає паспорту спеціальності 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин та вимогам діючого «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор Рибіцький Ігор Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.11.13.

Офіційний опонент,
Провідний науковий співробітник відділу
методів та засобів відбору й обробки діагностичних сигналів
Фізико-механічного інституту
ім. Г.В. Карпенка НАН України,
доктор технічних наук

В.М. Учанін

01.02.2021р

Підпис Учаніна В.М. засвідчую

Вчений секретар

ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України



Відгук надійшов
20.05.03

08.02.2021р