

## ВІДГУК

офіційного опонента Харченка Євгена Валентиновича на дисертаційну роботу Банахевича Романа Юрійовича на тему "Розроблення методу діагностування скупчень у порожнинах лінійної частини магістральних газопроводів", поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.13 – трубопровідний транспорт, нафтогазосховища

### *Актуальність теми*

Для газової галузі України характерними є надзвичайно складні умови експлуатації обладнання і споруд, особливо, лінійної частини магістральних газопроводів. Серед найважливіших чинників, що ускладнюють ці умови, слід відмітити, що значна частка (більше 70%) устаткування відпрацювала свій нормативний ресурс і через хронічне недофінансування, практично, не оновлюється; з вище згаданих причини не завжди своєчасно проводяться діагностичні роботи; на "старих" газопроводах, зварених на підкладних кільцях, відсутні камери пуску-прийому очисних та інтелектуальних поршнів. Однак, сучасні вимоги до експлуатації ЛЧ МГ передбачають, в першу чергу, безпечну та надійну експлуатацію газопроводів, що є однією з найважливіших і складних науково-технічних задач з огляду на масштаби можливих аварій та відмов і їх негативних наслідків. Технічний стан газопроводів, що були введені в експлуатацію 20 і більше років тому, змінюється не завжди у прогнозований спосіб, з огляду на велике число чинників різноманітного впливу. Однією з найважливіших причин, що зумовлюють ці зміни, є забруднення газопроводів рідкими скупченнями. Тому дослідження характеру змін технічного стану газопроводів, зумовлених наявністю згаданих забруднень, є важливим та актуальним науковим завданням.

На підвищення ефективності експлуатації газопроводів за рахунок розроблення й упровадження нового методу їх технічного діагностування у порожнинах лінійної частини газопроводів присвячена робота Банахевича Р.Ю.

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (118 найменувань) та 6 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 152 сторінки. Робота містить 35 рисунків і 5 таблиць.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету та задачі досліджень, викладено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, їх апробацію та публікації.

У *першому розділі* проаналізовано сучасні досягнення та тенденції досліджень зарубіжних та вітчизняних вчених, охарактеризовано стан методичного, технічного та нормативного забезпечення технічного діагностування магістральних газопроводів.

Зроблено детальний аналіз причин утворення скупчень у порожнинах магістральних газопроводів. Виконаний аналіз дозволяє стверджувати, що, не дивлячись на велику кількість публікацій і технічних розробок з даної

тематики, існуючий стан розвитку методів та засобів контролю визначення фактичного рівня рідини у порожнинах лінійної частини газопроводів характеризується цілою низкою недоліків. Досліджено вплив скупчень на безпечність та режими експлуатації газопроводів. Ідентифіковано місця найбільш ймовірної появи скупчень. Вибрано та обґрунтовано напрямки подальших досліджень.

*Другий розділ* роботи присвячений розробленню методів виявлення та локалізації гідратних утворень, побудові фізичної та математичної моделі ділянки газопроводу з утвореним скупченням, виявленню та оцінці розмірів гідратних утворень з визначенням інформативних параметрів наявності цих утворень. Крім того, у розділі досліджено чинники та причини утворення гідратних утворень в порожнинах труб під час магістрального транспортування газу. Проаналізовано вплив рідинних скупчень в порожнині газопроводу на виконання заходів внутрішньотрубної діагностики магістральних газопроводів, можливість міграції скупчень вздовж труби тощо.

Відзначено, що здатність рідини мігрувати по порожнині трубопроводу не дає можливості точно визначити місце розташування скупчення та його рівень. Враховуючи складність рельєфу прокладання газопроводів, особливо в гірських регіонах, необхідність проведення великого обсягу земляних робіт та транспортування ємностей для збору рідини з газопроводу, помилки у визначенні місць знаходження рідини в газопроводі призводять до значних матеріальних затрат, зменшують продуктивність ГТС у цілому, збільшують ризик її безпечного експлуатування.

Показано що, найбільш ефективним напрямком вирішення задач експлуатаційної надійності і ефективності роботи трубопровідних систем є використання систем моніторингу стану газопроводу, зокрема, встановлення наявності та визначення рівня рідини в його порожнині.

*Третій розділ* присвячений проведенню експериментальних досліджень з метою встановлення оптимальних інформативних параметрів виявлення гідратних утворень в порожнинах газопроводів, розробленню методики цих досліджень та технічних засобів для їх реалізації. Проведено аналіз результатів експериментальних досліджень. Розроблено дослідно-експериментальний зразок приладу для контролю наявності скупчень рідини та забруднень в порожнинах лінійної частини магістральних газопроводів. Слід відзначити, що визначення рівня рідини проводилося в реальних польових умовах без втручання в роботу газопроводу.

Надано опис системи моніторингу та її елементів, зокрема, базових постів, акустичного блоку, п'єзоелектричного перетворювача та іншого устаткування. Досліджено і перераховано режими роботи, з яких рекомендовано вибирати найоптимальніші, в залежності від умов експлуатування магістрального газопроводу. Розглянуто побудову огинаючої кривої динаміки відбивання та проходження ультразвукових хвиль. Особливо слід відзначити те, що в ході експериментальних досліджень в результаті застосування процедури фільтрації вдалося істотно підвищити інформативність сигналів, від-

битих від границі розділу вода-мастило. Також вдалося виконати вимірювання загального рівня скупчень рідини в трубі за наявності технічної води та мастила після відстою при різних співвідношеннях їх товщин.

У *четвертому розділі* розроблено методика діагностування скупчень в порожнинах лінійної частини магістральних газопроводів та конструкцію поста для діагностування. Крім того, розроблено проект СОУ «Методика діагностування скупчень рідини та забруднень в порожнинах лінійної частини газопроводів».

Для реалізації експерименту зібрано експериментальну установку для моделювання системи вимірювання рівня рідини в порожнині газопроводу, детальний опис якої наведено у розділі. Подано також детальний опис експерименту, який проводився для труб різних діаметрів при кількох значеннях температури навколишнього середовища.

У *додатках* наведено акт довготермінових випробувань приладу, методики досліджень та акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

### ***Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації***

Достовірність і обґрунтованість отриманих наукових результатів впливає з коректності математичних постановок задач, використання основних законів фізики та гідравліки, узгодження окремих висновків з результатами відомих з літератури теоретичних і експериментальних досліджень, застосування сучасних числових методів розрахунку. Основні результати роботи апробовані на авторитетних наукових конференціях. Наукові положення, висновки і рекомендації ґрунтуються на основі теоретичних і експериментальних результатів, є коректними і виваженими.

### ***Наукова новизна отриманих результатів***

Наукова новизна отриманих у роботі результатів полягає в наступному:

- розроблено метод встановлення локалізації та визначення об'єму скупчення рідини в порожнині газопроводу;
- розроблено методи побудови та використання контрольних-вимірювальних приладів для оцінки технічного стану магістральних газопроводів, що значно підвищує надійність газотранспортної системи;
- вперше запропоновано аналітичний метод встановлення локалізації та визначення об'єму скупчень рідини і забруднень в порожнині магістрального газопроводу;
- вперше розроблено спосіб ультразвукового вимірювання рівня рідини в порожнині газопроводу без втручання в роботу газопроводу та порушення режиму перекачування газу;
- удосконалено функціональну схему ультразвукової вимірювальної системи, що дало можливість незалежно від умов навколишнього середовища одержувати достовірну інформацію про стан порожнини магістрального газопроводу;

- знайшли подальший розвиток методи побудови та використання контрольно-вимірювальних приладів для оцінки технічного стану магістральних газопроводів, що значно підвищує надійність і ефективність роботи газотранспортної системи.

### ***Практична цінність отриманих результатів***

Розв'язані у дисертації задачі та отримані результати дають можливість підвищити ефективність та надійність системи транспортування газу.

Практична реалізація положень роботи дала змогу ідентифікувати місця скупчень рідин в порожнині газопроводу.

Запропоновано застосування ультразвукового методу вимірювання рівня рідини, що дозволяє встановити наявність рідини та забруднень в порожнині діючого газопроводу без втручання в процес транспортування газу. Можливість застосування ультразвукового методу вимірювання рівня рідини підтверджено результатами математичного моделювання поширення ультразвукових коливань через стінку газопроводу, рідину до границі розділу рідина-газ і у зворотному напрямку.

Розроблена система вимірювання рівня рідини в порожнині газопроводу дає можливість проводити необхідні заміри в польових умовах без втручання в роботу газопроводу.

Проведено впродовж декількох років комплекс експериментальних досліджень, які підтвердили працездатність розроблених контрольно-вимірювальних постів в польових умовах і забезпечення прийнятної для експлуатації точності, щодо вимірювання рівня рідини та забруднень в порожнині газопроводу.

На основі експериментальних досліджень двофазних скупчень рідин з різною густиною запропоновано застосовувати фільтрацію методом Савицького-Голея для обробки сприйнятого зашумленого луно-сигналу з метою визначення рівнів рідин з прийнятною для експлуатації точністю.

У додатках до роботи наведено копії актів впровадження та промислової апробації, зокрема, на лінійній частині магістральних газопроводів філій ПАТ "УКРТРАНСГАЗ", які свідчать про те, що одержані у дисертаційній роботі результати та рекомендації щодо технічної діагностики газопроводів успішно впроваджено.

### ***Повнота викладеного матеріалу в опублікованих працях***

Основні положення дисертації викладено у 28 друкованих наукових працях, зокрема: 1 монографії, 6 статях – у фахових наукових виданнях Міністерства освіти і науки України, 4 статтях – у наукових фахових виданнях інших держав, одній публікації в закордонному електронному науковому фаховому виданні, отримано 1 патент України на винахід, 15 праць опубліковано у збірниках матеріалів міжнародних конференцій (зокрема 5 зарубіжних).

### ***Мова та стиль дисертації***

Дисертаційна робота написана державною мовою, з використанням сучасної технічної термінології.

#### ***Відповідність висновків меті та задачам досліджень***

Мету дисертаційної роботи сформульовано чітко – вона скерована на вирішення актуального науково-прикладного завдання з удосконалення методів експлуатації магістральних газопроводів шляхом розроблення й упровадження нового методу технічного діагностування скупчень у порожнинах лінійної частини газопроводів. Сформульовано задачі досліджень у галузі удосконалення методів локалізації та визначення об'єму скупчень рідини та забруднень в порожнині магістрального газопроводу, а також побудови та використання контрольно-вимірювальних приладів для оцінки їх технічного стану, що значно підвищує надійність газотранспортної системи. На підставі поставлених та вирішених задач досліджень отримано висновки, які загалом відповідають завданням та меті досліджень.

#### ***Відповідність поданої роботи вимогам до дисертації***

Представлена дисертаційна робота відповідає вимогам з огляду на:

- сформульовані мету, задачі дослідження та висновки;
- наукову новизну, що ґрунтується на двох розроблених методах;
- зміст, розподіл матеріалу за розділами, практичне значення результатів дослідження, а також на належний рівень якості оформлення роботи.

#### ***Відповідність дисертаційної роботи паспорту наукової спеціальності***

Дисертаційна робота відповідає паспорту наукової спеціальності 05.15.13 – трубопровідний транспорт, нафтогазосховища.

#### ***Зауваження до змісту дисертації***

1. У першому розділі дисертації мало уваги приділено такому показнику якості газу як точка роси, не проаналізовано її вплив на утворення гідратів в газопроводах, не наведено статистичних даних за цією тематикою.

2. У цьому ж розділі, на мою думку, недостатньо висвітлено питання міграції рідини в порожнинах газопроводів.

3. У другому розділі рисунки 2.1 і 2.2 можна було б об'єднати в один.

4. У третьому розділі дається опис вимірювальної системи з посиланням на рис 3.3, а і 3.3, б, які в роботі не наведені.

5. Пояснення до рисунку 3.5 слід було надати в цифровому форматі, а не тільки в описовому.

6. У дисертації слід було б більш детально розглянути застосування фільтрів Савицького-Голея.

7. У деяких формулах та рівняннях дисертаційної роботи не повністю розшифровані позначення. У тексті роботи зустрічаються опечатки та стилістичні неточності.

Наведені зауваження є такими, що не можуть вплинути на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### Висновок

Дисертаційна робота Р.Ю. Банахевича «Розроблення методу діагностування скупчень у порожнинах лінійної частини магістральних газопроводів» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові, важливі наукові і практичні результати, спрямовані на вирішення актуального науково-прикладного завдання – удосконалення методів експлуатації МГ шляхом розроблення й упровадження нового методу і засобу технічного діагностування скупчень у порожнинах ЛЧ МГ.

Отримані в дисертації результати з достатньою повнотою опубліковані у фахових наукових виданнях і широко апробовані на наукових конференціях. Число публікацій відповідає вимогам щодо опублікування результатів кандидатських дисертацій. Автореферат правильно відображає зміст роботи. Оформлення дисертації та автореферату відповідає встановленим вимогам.

За обсягом виконаних досліджень, науковою новизною та практичним значенням одержаних результатів, дисертаційна робота Банахевича Р.Ю. «Розроблення методу діагностування скупчень у порожнинах лінійної частини магістральних газопроводів» повністю відповідає вимогам ДАК МОН України, зокрема, пп. 9, 11, 12 „Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, а її автор – Банахевич Роман Юрійович – заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.13 – трубопровідний транспорт, нафтогазосховища.

Офіційний опонент,  
доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри опору матеріалів  
Національного університету  
„Львівська політехніка”

 Є. В. Харченко

Підпис Є.В. Харченка засвідчую.

Учений секретар  
Національного університету  
„Львівська політехніка”

 Р. Б. Брилинський

*Відзук надійшов у спеціалізовану комісію*  
*рада Д 20.052.04 6.11.2015*  
*Учений секретар УЗНТУ*