

ВІДГУК

офіційного опонента Харченка Євгена Валентиновича на дисертаційну роботу Тараєвського Олега Степановича «Забезпечення працездатності тривалоексплуатованих газопроводів за складних гірничо-геологічних умов» на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.13 – Трубопровідний транспорт, нафтогазосховища

Актуальність теми. Україна, відповідно до затвердженої Енергетичної стратегії до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», планує здійснити зниження енергоємності економіки, а також диверсифікацію джерел і шляхів постачання енергоресурсів, що сприятиме підвищенню економічної, енергетичної та екологічної безпеки. Географічне розташування нашої держави на шляху потужних газових потоків дозволяє їй стати основним газовим транзитним транспортером.

Упродовж останніх років створюються нові перспективи та особливості транспортування газу діючою газотранспортною системою (ГТС) України. Однією з основних задач буде забезпечення надійного постачання газу як до України, так і до країн ЄС з використанням аверсно-реверсних режимів експлуатації трубопроводів. Починаючи з 2013 року, газовий сектор в Україні зазнав глибокого перетворення з неефективного, що символізував залежність України від транспортування газу з Російської Федерації, в сектор з економічною перспективою забезпечення енергетичної незалежності України.

Україна одночасно пережила практично 50-відсоткове зниження імпорту газу, відбулися ґрунтовні зміни структури імпорту. На основі використання звільнених потужностей започатковано імпорт газу із Заходу, що становив у 2015 році близько 10 млрд. куб. м. і поступово зростає. При цьому суттєво змінилися як зовнішні, так і внутрішні навантаження лінійної частини трубопроводів. У нинішній час особливу увагу необхідно приділяти урахуванню гірничо-геологічних умов, за яких експлуатуються транзитні газопроводи. Складними гірничо-геологічними умовами (наявність зсувонебезпечних ділянок, а також багатьох природніх та штучних перешкод) характеризується значна частина газопроводів, що проходять через Івано-Франківську, Львівську та Закарпатську області. До найважливіших технологічних об'єктів ГТС України, які забезпечують її надійну та безперебійну роботу, належать підземні сховища газу (ПСГ).

Розміщення підземних газосховищ на західному кордоні України дає змогу транспортувати газ порівняно швидко практично в будь-яку країну Європи.

Зростання ролі трубопровідного транспорту газу в умовах диверсифікації енергетичних джерел безпосередньо пов'язане з експлуатацією трубопроводів у аверсно-реверсних режимах і вимагає розв'язання проблеми забезпечення працездатності та ефективності роботи трубопроводів, що частково або й повністю вичерпали свій нормативний ресурс, за мінливості структури і значень технологічних навантажень. Більшість транзитних газопроводів експлуатується понад 40 років і відпрацювала свій нормативний амортизаційний термін. Постала гостра потреба у забезпеченні комплексного моніторингу технічного стану і обґрунтуванні можливостей подальшої експлуатації об'єктів трубопровідного транспорту. Тому розроблення нових підходів щодо забезпечення працездатності тривалоексплуатованих газопроводів за складних гірничо-геологічних умов є актуальною науково-технічною проблемою.

Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, які містять 95 рисунків і 27 таблиць, висновків, списку літератури, що налічує 293 найменування, додатків. Загальний обсяг дисертації 327 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і основні завдання дисертаційної роботи, висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено відомості про апробацію результатів роботи, її структуру, обсяг та публікації.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан досліджень причин руйнування трубопроводів, що експлуатуються на територіях з зонами нестабільності гірських масивів. Зазначено, що проблема забезпечення експлуатаційної надійності магістральних трубопроводів (МТ) має істотне значення для економіки України, оскільки значна їх частина експлуатується протягом тривалого часу і вичерпала нормативний ресурс. Приділено увагу розгляду екстремальних ситуацій, які виникають у трубопроводах, що проходять через природні та штучні перешкоди, а також у трубопроводах, прокладених у гірських районах з різко змінними рельєфом місцевості та гідрогеологічними властивостями ґрунтів. Основні причини руйнування тривало експлуатованих трубопроводів об'єднано в такі блоки: зміна поведінки територій з порушеною рівновагою шарів Землі; дефекти труб, зварних з'єднань, а також дефекти, трубопроводів, що виникли під час

проведення будівельно-монтажних робіт; експлуатаційні чинники (порушення правил експлуатації трубопроводів); корозійні пошкодження трубопроводів.

Для одержання достовірної оцінки працездатності трубопроводів необхідно застосовувати комплексний (системний) підхід, важливою складовою якого є визначення і моніторинг напружено-деформованого стану матеріалу труб, зокрема, в зонах розміщення дефектів та у зварних з'єднаннях. Наявність дефектів в процесі експлуатації може призвести до передчасного руйнування трубопроводу. Лінійна частина трубопровідної системи експлуатується в складних природних і виробничих умовах, а тому спектр навантажень і впливів на елементи лінійної частини може бути надзвичайно різноманітним. Крім цього, на значній протяжності трубопроводу нерідко зустрічаються різноманітні конструктивні рішення, окремі ділянки можуть бути виготовлені з неоднакових труб, мати різні терміни вводу в експлуатацію тощо. Все це може істотно впливати на працездатність і надійність тривало експлуатованих газопроводів.

Проведений аналіз дав можливість автору стверджувати, що, незважаючи на велику кількість наукових публікацій та науково-технічних розробок у галузі забезпечення працездатності тривало експлуатованих трубопроводів, ця проблема потребує подальшого вивчення і розв'язання, а існуючі методи – розвитку і уточнення з урахуванням складних інженерно-геологічних умов, що потенційно можуть призводити до загроз технологічній безпеці у нафтогазовому комплексі. Зокрема, констатовано недостатній розвиток теорії і практики оцінювання одночасного впливу внутрішнього і зовнішнього навантажень трубопроводів, у зонах нестабільності гірських масивів.

За результатами проведеного аналізу за напрямом досліджень сформульовано мету дисертаційної роботи та основні завдання для її досягнення.

У другому розділі розроблено теоретико-методологічні засади формування методів оцінки працездатності тривалоексплуатованих трубопроводів на основі: аналізу механізмів зародження тріщини в умовах одночасної дії внутрішнього та зовнішнього навантаження; дослідження циклічної та статичної тріщиностійкості металу труб тривало експлуатованих магістральних трубопроводів; дослідження кореляції тріщиностійкості металу труб із параметрами тонкої структури; аналіз чинників, які визначають навантаженість тривалоексплуатованих газопроводів за складних

гірничо – геологічних умов; дослідження впливу концентраторів напружень на міцність тривалоексплуатованих магістральних трубопроводів.

Проведений аналіз руйнувань газопроводів свідчить, що зниження температури навколишнього середовища практично не впливає на руйнування газопроводів підземної прокладки.

Процес втомного руйнування газопроводів характеризується стадіями зародження тріщини, повільного її розвитку до критичних розмірів і поширення тріщини з максимальною швидкістю. Початкова стадія (зародження тріщини) є найбільш ваговою, оскільки її запобігання може виключити руйнування труби взагалі. Однак, практичні дії з метою виявлення тріщини на стадії її зародження не завжди є технічно ефективними та економічно виправданими. Безліч різних форм і розмірів дефектів на стінках труб унеможливають здійснення кількісної оцінки стадії зародження тріщини. Завдання ускладнюється ще й тим, що математичний аналіз умов переходу в тріщину дефекту трубних сталей, навіть із заданими формами й розмірами, практично відсутній. До цього варто додати, що сучасні технічні засоби контролю не дозволяють забезпечити повне виявлення дефектів стінок труб при їхньому виготовленні.

Для визначення тріщиностійкості трубних сталей необхідно встановити надійний зв'язок між критичним коефіцієнтом інтенсивності напруг і параметрами окрихчення. Встановлено, що руйнування трубопроводів у процесі експлуатації пов'язане з циклічним навантаженням металу труб. Основна причина таких руйнувань, як показали проведені дослідження, – це відносно невисокий рівень тріщиностійкості основного металу і зварного з'єднання.

Процеси, що протікають у металі труб у ході тривалої експлуатації, можуть впливати як на стандартні механічні властивості, так і на нестандартні, оцінювані за спеціально розробленими методиками. У зв'язку з цим, для оцінки стану металу труб після тривалої експлуатації проведено дослідження комплексу фізико-механічних характеристик, що дозволить оцінити опір руйнації металу в умовах, найбільш близьких до умов експлуатації.

Встановлено, що в період експлуатації трубопроводів з 18 до 30 років у зонах зварних з'єднань відбувається деформаційне зміцнення металу труби, а також вирівнюється його мікроструктура. Встановлено особливості зародження та розвитку тріщини в умовах одночасної дії внутрішнього та зовнішнього навантажень за наявності локальних концентраторів напружень.

У третьому розділі проведено дослідження особливостей руйнування тривало експлуатованих трубопроводів за складних гірничо-геологічних умов.

Проведені дослідження для оцінки схильності металу до деформаційного старіння, опору зародженню і поширенню тріщини, параметрів тріщиностійкості, уповільненого втомного руйнування в умовах впливу напруження, корозійного середовища і водню. Прийнято вважати, що основною причиною руйнування в умовах контакту металу з корозійним середовищем є локальна корозія металу, що призводить до утворення тріщини. Іншим чинником, що сприяє тріщиноутворенню в умовах експлуатації, є насичення металу воднем. Тріщина в цьому випадку може утворюватися в ході витримки при навантаженні нижче межі текучості в результаті розвитку втомної тріщини. Таким чином, виявлено аномалію у механічній поведінці тривало експлуатованих труб, зокрема у різкому характері зміни характеристик пластичності. Зміна структурного стану металу труб під час тривалої експлуатації трубопроводів може бути пов'язана не тільки з процесом старіння, але і з процесом накопичення дефектів у результаті впливу напруг, корозійного середовища і водню. При дії повторно-статичних навантажень відбуваються незворотні процеси динамічного деформаційного старіння і поступового накопичення дефектів (мікропластичні деформації), які призводять до утворення мікротріщин.

Необхідно відзначити, що в процесі повторно-статичних навантажень у металі експлуатованих труб утворюються необоротні мікропластичні деформації, що призводять до виникнення й розвитку мікротріщин. Зупинку розвитку окремих утомних тріщин у металі експлуатованих труб при повторно-статичних навантаженнях можна пояснити релаксацією накопиченої енергії біля вершини тріщини за рахунок утворення ділянок ковзання з довжиною, меншою, ніж критична. Енергія також розсіюється за рахунок росту сусідніх тріщин. Якщо біля вершини тріщини утворюються ділянки ковзання критичних розмірів, то при подальшому навантаженні ділянки з деформованою структурою можуть, у свою чергу, стати областями підвищеної концентрації в металі, що сприяє подальшому розвитку тріщини.

За результатами малоциклових випробувань зразків і розрахунку коефіцієнтів інтенсивностей напружень оцінювали експлуатаційну надійність газопроводів.

У четвертому розділі розглядаються можливі сценарії транспортування газу газотранспортною системою України ГТС, що розглядається як

складова частина гнучкої системи транспортування природного газу в умовах відкритого європейського ринку.

З'єднані у систему мережею газопроводів підземні сховища газу забезпечують високу надійність функціонування всієї газотранспортної системи України і гарантують безперебійні поставки газу внутрішнім споживачам, а також транзит газу до Європи. ПСГ за своєю активною місткістю посідають друге місце серед країн Європи, суттєво випереджаючи такі країни, як Німеччина, Італія, Франція, Великобританія. Впродовж останніх років створюються нові перспективи та особливості транспортування газу діючою ГТС України.

Однією з основних задач є забезпечення надійного постачання газу як до країн ЄС так і до України. Починаючи з 2013 року, газовий сектор в Україні зазнав глибокого перетворення з неефективного, що символізував собою залежність України від транспортованого природного газу з Російської Федерації, в сектор з перспективою забезпечення енергетичної незалежності України. Зважаючи на звільнені потужності, з'явився імпорт із Заходу, що виріс з нуля до 10 млрд куб. м. у 2015 році та поступово зростає.

Технічно, це стало можливим завдяки значному збільшенню потужності реверсних потоків. Повна потужність всіх перевірених реверсних інтерконекторів дозволяє Україні імпортувати близько 22 млрд куб. м. газу на рік [з Угорщини: 16.8 тис. куб.м./добу; з Польщі: 4,3 тис. куб. м./добу; зі Словаччини: 40 тис. куб. м./добу].

На даний час недовантаження газотранспортної системи України становить 42,4 % і продовжує збільшуватись. Враховуючи різновекторність напрямків транспортування газу, а при цьому необхідність роботи окремих ланок ГТС в аверсних та реверсних режимах є доцільним додаткове дослідження цих режимів. Спрощена математична модель нестационарного неізотермічного руху газу в газопроводі може бути побудована на основі диференціальних рівнянь руху газу, нерозривності і енергії. Для проведення досліджень вибрана західна частина газотранспортної системи, а саме ділянка магістральних газопроводів «Уренгой-Помари-Ужгород» та «Прогрес» між компресорними станціями Богородчани та Воловець, що відповідає складній конфігурації загальної системи і проходить в максимально складних гірничо-геологічних умовах Карпат за значних перепадів рельєфу. Крім того, слід зауважити, що як низькочастотні, так і високочастотні циклічні коливання навантаження на стінку трубопроводу є змінними протягом значного проміжку часу. В складних гірничо-геологічних

умовах за значної зміни рельєфу профіль траси газопроводу містить відповідні перепади по висоті і, як наслідок, мають місце різні затрати енергії при аверсному та реверсному транспортуванні газу на одній і тій самій ділянці траси. Для забезпечення надійної безаварійної експлуатації газопроводів необхідно виконувати роздільно розрахунки для аверсного та реверсного режимів. Враховуючи умови протікання пружно-пластичних процесів у матеріалі трубопроводу терміни технічного обслуговування та внутрішньотрубною діагностики необхідно планувати за результатами розрахунку жорсткішого режиму експлуатації.

Результати експериментальних досліджень дозволяють стверджувати, що діюча ГТС України забезпечує надійне транспортування природного газу як при аверсних так і при реверсних режимах експлуатації.

У п'ятому розділі наведена розробка системи неперервного моніторингу завантаженості тривало експлуатованих трубопроводів розміщених у зоні впливу нестабільних гірських масивів.

Магістральні трубопроводи України нерідко розміщуються в геодинамічно активних зонах і можуть піддаватись діям механічних навантажень унаслідок розвитку небезпечних геологічних процесів. У кінцевому результаті це може призвести до аварійного стану зазначених об'єктів, зокрема, руйнування трубопроводів та інших технологічних конструкцій. Отримані наукові результати дозволять удосконалити систему запобігання аварійним ситуаціям на об'єктах ГТС з урахуванням режиму експлуатації газопроводу, його фактичного технічного стану, а також параметрів аномальних ділянок з порушеною рівновагою приповерхневого масиву гірських порід. Розроблена методика визначення допустимого рівня довільно орієнтованих напружень, що діють на газопровід складної технологічної структури на ділянці з порушеною рівновагою масиву порід. Доведено, що циклічна експлуатація конструктивних елементів трубопроводів у складних гірничо-геологічних умовах призводить до наявності аномально високих напружень, що зменшує їх прогнозований термін експлуатації. Запропоновано проведення оперативного контролю за напружено-деформованим станом ділянок трубопроводів, що проходять у складних гірничо-геологічних умовах та мають складні технологічні особливості.

На основі проведеної порівняльної оцінки з використанням експрес – методу дослідження природніх імпульсів електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ), встановлено що зміна режимів експлуатації Богородчанського ПСГ викликає зміну частоти та інтенсивності ПЕМПЗ в місцях гірського

масиву де розміщені складні конструктивні елементи трубопроводів. Це пояснюється тим, що деформації трубопроводу передаються гірському масиву. Порушення цілісності гірського масиву посилює цей вплив, як концентратор напружень. Встановлено класифікацію визначених аномалій ділянок газопроводу за величиною та формою, показано наявність фонових модельного поля з відповідними характеристиками, а також наявність аномальних перевищуючих фонових значень інтенсивності на окремих опорах та перегінах. Таким чином, використання методу ПЕМПЗ є надійним чутливим інструментом для виявлення локальних напружень, що виникають на територіях з порушеною рівновагою, незалежно від природи їх виникнення.

Наведені результати досліджень дозволяють стверджувати, що метод ПЕМПЗ є ефективним і відповідно перспективним на попередньому етапі досліджень. Подальше застосування його на ділянках газопроводів дозволить перейти від окремих класифікаційних схем до узагальненої науково обґрунтованої методичної основи нового діагностичного методу контролю надійності експлуатації газопроводів.

У шостому розділі наведені теоретичні та експериментальні дослідження безпечної експлуатації трубопроводів, що проходять у спільних технічних коридорах.

Статистика показує, що близько 80% аварій супроводжуються великими пожежами та вибухами. Іскри виникають в результаті взаємодії частинок газу з металом і твердими частинками ґрунту.

Небезпека аварійного руйнування трубопроводів посилюється, якщо вони знаходяться в одному технічному коридорі. Аварійний викид газу на одному магістральному газопроводі може викликати пошкодження сусідніх газопроводів внаслідок ударної хвилі і тим самим спровокувати нові вибухи. Для забезпечення безаварійної експлуатації та зменшення втрат під час аварій необхідно визначати радіус потенційного впливу (РПВ) газопроводу – це відстань негативного руйнівного впливу на сусідні об'єкти в горизонтальній площині. Вдосконалено принцип оптимізації транспортування газу трубопроводами, що проходять в одному технічному коридорі за критерієм мінімального негативного впливу на навколишнє середовище. Запропонована методика визначення радіуса потенційного впливу, що одночасно враховує режим експлуатації газопроводу, його фактичний технічний стан, а також параметри аномальних ділянок з порушеною рівновагою Землі. Для підвищення надійності експлуатації надземних

магістральних газопроводів у спільних технічних коридорах необхідно підвищити їх стійкість щодо вибухів, а також зменшити ймовірність враження сусідніх газопроводів при вибуху на одному з них. Відомо, що ефективно протидіє спонтанному росту тріщини в стінці газопроводу – це зміцнення його зовнішньої поверхні композиційними полімерними матеріалами (КПМ). При локальному пошкодженні стінки і розгерметизації газопроводу, зміцненого КПМ, відбувається вихід газу, який і при зовнішньому загоранні не супроводжується внутрішньотрубним вибухом. Якщо такий потужний вогняний струмінь направлений в бік сусіднього газопроводу, то існує велика ймовірність його пошкодження. В такому випадку для ефективного захисту сусідніх газопроводів необхідно встановлювати, в проміжку між ними, екрануючі інженерні споруди. Таку роль можуть виконувати спеціально споруджені проміжні резервні байпаси.

У додатках наведено акт впровадження результатів досліджень у промисловість на філії УМГ “Прикарпаттрансгаз” ПАТ “Укртрансгаз”, а також комплексні галузеві методики а саме: розрахунок показників надійності систем газопостачання; розрахунок напружено-деформованого стану складних систем надземних переходів; експрес прогнозування безпеки та умов руйнування тривалоексплуатованих газопроводів.

Достовірність отриманих результатів і висновків забезпечується застосуванням фундаментальних положень фізики та механіки руйнування конструкційних матеріалів, а також сучасних числових методів розрахунку, коректною постановкою експериментальних досліджень, зіставленням деяких часткових й узагальнених результатів з відомими результатами інших дослідників, застосуванням в експериментальних дослідженнях сучасних засобів вимірювання й оброблення результатів експериментів, відповідність висновків і результатів фізичній суті досліджуваних явищ.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні закономірності поведінки тривалоексплуатованих газопроводів за складних гірничо-геологічних умов на базі комплексних теоретичних і практичних досліджень з метою підвищення їх працездатності, зокрема:

– удосконалено наукові основи визначення працездатності ГТС України з урахуванням аверсно-реверсних режимів роботи, тривалого терміну експлуатації та складних гірничо-геологічних умов;

– вперше встановлено механізм зародження тріщин в умовах одночасної дії внутрішнього тиску та зовнішнього лавинного навантаження газопроводу в зоні впливу концентраторів напружень;

– вперше встановлено вплив аверсно-реверсних режимів на працездатність магістральних газопроводів, які експлуатуються в гірській місцевості;

– визначено рівень навантаження на конструктивні елементи тривалоексплуатованих газопроводів у зсувонебезпечних умовах;

– уточнено вплив природних і штучних перешкод на трасах тривалоексплуатованих магістральних трубопроводів на рівень їх навантаження;

– уточнено наукові заходи експлуатації газопроводів, що проходять у спільному технічному коридорі.

Практичне значення одержаних результатів визначається можливістю їх використання під час проектування та експлуатації трубопроводів в складних гірничо-геологічних умовах з метою забезпечення працездатності, а також в обґрунтуванні аверсно-реверсних режимів роботи тривалоексплуатованих трубопроводів за складних гірничо-геологічних умов.

Найважливіші практичні результати дисертаційної роботи впроваджені у промисловість на філії УМГ “Прикарпаттрансгаз” ПАТ “Укртрансгаз”, а розроблені з участю автора комплексні галузеві методики “Типові розрахунки показників надійності систем газонафтопостачання” та “Розрахунок напружено-деформованого стану складних систем надземних переходів” використовуються у ВРТП “Укргазэнергосервіс” та ТЗОВ “Західтехногаз”. Теоретичні і практичні результати дисертаційної роботи були використані в процесі виконання держбюджетних тем «Удосконалення наукових основ управління технологічними процесами видобування та транспортування нафти і газу з мінімальними енергозатратами», «Дослідження нових енергоресурсозберігаючих, екологічно безпечних технологій видобування та транспортування вуглеводнів» (№0107U000145), «Нарощування видобутку та надійного постачання паливно-енергетичних ресурсів нафтогазової енергетики України» (№0109U009986).

Результати досліджень впроваджені у навчальний процес кафедри транспорту і зберігання нафти і газу, спорудження і ремонту газонафтопроводів та газонафтосховищ Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, використані при виконанні дипломних проектів і

магістерських робіт студентами спеціальностей “Газонафтопроводи та газонафтосховища”, “Нафтогазова інженерія і технології”.

Цінність одержаних результатів для науки і практики:

1. З'ясовано, що для забезпечення диверсифікації постачання природного газу до України з різних європейських джерел постає потреба експлуатації газотранспортної системи України в складних гірничо-геологічних умовах на аверсно-реверсних режимах, які істотно відрізняються від проектних.

2. Встановлено механізми зародження та розвитку тріщин в умовах одночасної дії внутрішнього і зовнішнього навантажень та наявності локальних дефектів конструктивних елементів. Підтверджено, що в період експлуатації трубопроводів з 18 до 30 років в зонах зварного з'єднання відбувається деформаційне зміцнення металу труби, а також вирівнювання його мікроструктури. Залишковий ресурс, визначений за фактичним технічним станом тривалоексплуатованого трубопроводу, свідчить про можливість його подальшої експлуатації понад запланований амортизаційний термін.

3. Експериментально доведено, що ГТС України забезпечує надійне транспортування природного газу як на аверсних так і на реверсних режимах роботи. Для обґрунтування експлуатаційних режимів необхідно роздільно виконувати розрахунки трубопроводів для аверсного та реверсного транспортування. Терміни технічного обслуговування та внутрішньотрубною діагностики необхідно визначати за результатами розрахунку трубопроводу для жорсткішого режиму експлуатації.

4. Під час спорудження траншеї для укладання магістрального трубопроводу порушується рівновага напруженого стану гірського масиву, внаслідок чого можуть бути спровоковані зсуви або інші небезпечні геодинамічні явища. Встановлено, що дослідження ПЕМПЗ дає можливість отримати уточнену інформацію щодо розподілу напружено-деформованого стану гірських порід та проаналізувати можливість розвитку деформаційних процесів.

5. Розроблено заходи підвищення безпеки експлуатації трубопроводів у спільних технічних коридорах шляхом :

- використання проміжних резервних байпасів як захисних інженерних споруд;

- зміцнення зовнішньої поверхні надземних ділянок трубопроводів композиційними полімерними матеріалами;

- скерування надлишкового тиску від ударної хвилі вибуху мимо сусіднього трубопроводу за рахунок внутрішнього тертя в ґрунті.

Повнота викладення матеріалу в опублікованих працях. Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертаційної роботи. За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 41 наукову працю, зокрема, 26 праць – у фахових наукових виданнях України, 10 з яких – у міжнародних журналах, що внесені до наукометричних баз, одну монографію, 14 наукових праць – у матеріалах конференцій.

Зауваження

1. У першому розділі доцільно було б більше уваги приділити аналізу аварій, що відбулися на газопроводах, які розглядаються в інших розділах дисертаційної роботи.

2. У другому та третьому розділах бажано було б дати обґрунтування добору марок сталей для виготовлення труб магістральних газогонів.

3. Як відомо, втрата працездатності тривало експлуатованих газопроводів за складних гірничо-геологічних умов може відбутися не лише внаслідок руйнування матеріалу труб, а й внаслідок втрати стійкості трубопроводу. На жаль, ці питання у дисертаційній роботі не розглядаються.

4. У п'ятому розділі не наводиться порівняння результатів оцінки напруженого стану гірських масивів, одержаних за допомогою експрес-методу ПЕМПЗ, з результатами застосування інших відомих методів визначення напружень у приповерхнієвому шарі Землі.

5. Доцільно було б більш детально описати методику урахування напруженого стану приповерхневого шару земельної ділянки при визначенні експлуатаційних навантажень магістральних трубопроводів.

6. Доцільно було б визначити рівень підвищеної небезпеки трубопроводів у спільному коридорі з огляду на можливі реалізації диверсій та терористичних актів, ймовірність яких зростає підчас гібридної війни.

7. На жаль, автору не вдалося уникнути деяких стилістичних неточностей та незначних орфографічних помилок.

Зазначені вище зауваження не мають принципового характеру і не зменшують цінності дисертації. Деякі з них можна розглядати як побажання автору на його подальшу наукову роботу.

7. Загальний висновок. Дисертація Тарасівського Олега Степановича “Забезпечення працездатності тривалоексплуатованих газопроводів за склад-

них гірничо-геологічних умов” виконана за актуальною тематикою, характеризується обґрунтованістю, науковою новизною, має практичну цінність, знайшла впровадження на підприємствах ПАТ „Укртрансгаз”.

Дисертація є завершеною працею, в якій одержані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують актуальну проблему забезпечення працездатності тривалоексплуатованих газопроводів за складних гірничо-геологічних умов.

За змістом та оформленням дисертація відповідає вимогам ДАК МОН України до докторських дисертацій, а її автор Тараєвський О. С. заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.13 – Трубопровідний транспорт, нафтогазосховища.

Офіційний опонент –
доктор технічних наук, професор
завідувач кафедри опору матеріалів
та будівельної механіки
Національного університету
«Львівська політехніка»

Харченко Є. В.

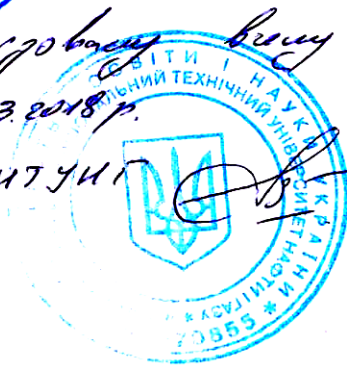
Підпис д.т.н., проф. Харченка Є. В. засвідчую.

Учений секретар Національного
університету „Львівська політехніка”



Брилинський Р. Б.

*Відзук надано у відповідності з
Ряду Д 20.052.04 01.03.2018 р.
Учений секретар інституту*



І.В.Троцюк