

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

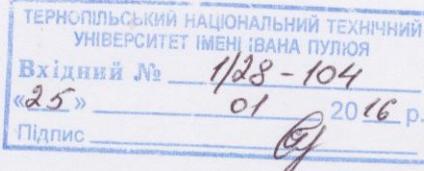
**Данилюк Ірини Михайлівни**

«Оцінювання пошкодженості та деформаційних параметрів циклічної тріщиностійкості експлуатованої сталі магістрального газопроводу»  
зі спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

**1. Актуальність.** Надійна експлуатація магістральних трубопроводів – одна із складових енергетичної безпеки України. В той же час тривала експлуатація трубопроводів спричиняє зміни структури і деградацію властивостей металу внаслідок впливу робочих напружень і корозійно-наводнювальних середовищ. У металі відбуваються незворотні деградаційні зміни внаслідок процесів мікродеформування, накопичення локальних мікронапружень, розвитку дефектів, зокрема, мікротріщин.

Головною особливістю експлуатаційної деградації сталей трубопроводів є різке ослаблення їх деформівної здатності, що, в свою чергу, спричиняє зниження характеристик пластичності та опору крихкому руйнуванню, тобто тих властивостей, які визначають роботоздатність конструкційного матеріалу в умовах дії корозивно-наводнювальних середовищ. А серед характеристик опору крихкому руйнуванню зазначимо показники тріщиностійкості, як найчутливіші до експлуатаційної деградації сталей. В той же час найнебезпечнішим механічним чинником, здатним привести трубопроводи до непрогнозованого руйнування, є циклічне навантаження, особливо, за сумісної дії і агресивного середовища.

Не зважаючи на значну кількість праць у даному напрямку вплив структурно-механічних дефектів на закономірності деформування та руйнування металу тривало експлуатованих труб вивчено недостатньо. Тому використання деформаційних підходів механіки руйнування для оцінювання їх технічного стану повинно розкривати нові можливості у вивчені механізмів руйнування на стадії росту втомних тріщин та прогнозування залишкової довговічності.



Тому дисертаційна робота І.М. Данилюк, в якій оцінено закономірності пошкоджуваності, деформування і руйнування сталі 17Г1С у вихідному та деградованому у експлуатаційних умовах станах та оцінюванню тримкості магістральних газопроводів із тріщиноподібними дефектами є актуальною.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Робота виконана у рамках низки бюджетних наукових тем Міносвіти і науки України, в яких дисерантка була виконавцем. Ці теми безпосередньо стосуються об'єкту та предмету досліджень дисерантки. Тематика наукових досліджень відповідає пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки України.

## **3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації, їх достовірність і новизна.**

Основні результати і загальні висновки дисертації одержано за використання теоретичних підходів механіки деформівного твердого тіла, сучасних експериментальних методів механіки руйнування, металографічного, фрактографічного та автоматизованого цифрового аналізу пошкодженості сталі. Основні положення дисертації висновки і рекомендації обґрунтовано із застосуванням математичних методів теорії імовірності, статистичних методів обробки й аналізу результатів експериментальних досліджень.

## **4. Наукова новизна отриманих в роботі результатів**

- розроблено нові методи експериментальних досліджень та оцінювання пошкодженості поверхні магістрального газопроводу із множинними корозійними дефектами;
- вперше оцінено тріщиностійкість сталі 17Г1С труби із застосуванням оптико-цифрового аналізу зображення поверхні зразка та використанням штучних сенсорних міток, визначенням інтенсивності деформації зсуву та використанням методу кута розкриття вершини тріщини (*crack tip opening angle – СТОА*);

– виявлено основні закономірності пошкодженості сталі 17Г1С на макро-, мезо- та мікрорівнях після тривалого напрацювання та дослідження деформування і руйнування матеріалу за статичного та циклічного навантажень;

– розвинено підходи урахування впливу пошкодженості трубної сталі 17Г1С з множинними розорошеними мікродефектами, на параметри міцності та тріщиностійкості матеріалу за деформаційними підходами.

- запропоновано інженерні методи оцінювання тріщиностійкості експлуатованої труби магістрального газопроводу, які дозволяють врахувати вплив розорошених структурно-механічних пошкоджень.

## **5. Значимість для науки результатів, отриманих автором.**

Обґрунтовано характеристики механічних властивостей, найбільш чутливі до експлуатаційної деградації матеріалу в умовах тривалого напрацювання, що супроводжується інтенсивною пошкодженістю. Протилежний характер зміни відносного видовження і відносного звуження, що свідчить про інтенсивну розорошену пошкодженість експлуатованого металу. Зниження відносного звуження вказує на експлуатаційне окрихчення металу, в тому числі внаслідок деформаційного зміщення, показником якого може слугувати збільшення твердості і мікротвердості. В той же час підвищення відносного видовження пов'язане з розкриттям множинних дефектів, тобто не відображає здатності металу до пластичного деформування. Виявлені закономірності збагачують теорію та методологію механіки деформівного твердого тіла та забезпечують підвищення точності оцінювання граничного стану тривало експлуатованих конструкцій з накопиченими розорошеними пошкодженнями.

## **6. Значимість для практики результатів, одержаних автором.**

Практична значимість результатів роботи полягає у розвитку методів та встановленні основних закономірностей механічної поведінки матеріалу тривало експлуатованого магістрального газопроводу, які можуть бути використані для розрахунків міцності та тримкості конструкцій нафтогазового

комплексу. В результаті запропоновано інженерний метод оцінювання тріщиностійкості експлуатованої труби магістрального газопроводу, які дозволяють врахувати вплив розорошених структурно-механічних пошкоджень. Метод дає змогу визначати вплив розорошений пошкоджень на зниження тріщиностійкості експлуатованої сталі магістрального газопроводу.

Результати дисертації, в частині пропонованих підходів оцінювання впливу розорошеної пошкодженості на деградацію механічних властивостей ферито-перлітних сталей, використовуються при дослідженнях міцності та тріщиностійкості сталей магістральних газопроводів у філії УМГ «Прикарпаттрансгаз».

## **7. Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих працях.**

Основні результати дисертаційної роботи в повному обсязі висвітлено в опублікованих наукових працях автора та апробовано на численних міжнародних науково-технічних конференціях. Зміст автореферату і опублікованих наукових робіт повністю розкривають суть роботи, висновки і рекомендації є важливими для науки і інженерної практики. Матеріал викладено логічно, розділи взаємопов'язані і повністю розкривають поставлену мету.

## **8. Мова та стиль дисертації.**

Дисертація написана на достатньо високому науково-методологічному рівні, легко сприймається. Тема і зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

## **9. Зауваження до дисертації.**

Є низка зауважень по дисертаційній роботі, зокрема:

1. Одним з параметрів оцінювання стану металу у вершині тріщини, пропонованих автором у роботі, є СТОА, що принципово важливо для експлуатаційно деградованого металу з вичерпаною деформаційною здатністю. З цього огляду важливо було побудувати кореляційний

зв'язок цього параметру із іншими параметрами, що би продемонструвало правоту такого погляду. Зазначимо, що тут використовується поточне значення СТОА, подібно як поточне значення КІН, на відміну від його критичного значення  $K_c$ . Тому не варто було позначати СТОА як  $\psi_c$ . І відповідно, нічого дивного, що цей параметр не є характеристикою матеріалу (див. стор. 106)

2. Цікавою є S-подібна залежність кута розкриття тріщини від її довжини, що передбачає зростання напружено-деформованого стану матеріалу у вершині тріщини зі збільшенням довжини тріщини (рис. 106). Не зрозуміло, чи це загальна закономірність, чи зумовлена особливим станом матеріалу в результаті його тривалої експлуатації.
3. Отримано нетривіальний результат зменшення кроку борозенок зі збільшенням довжини тріщини за рості швидкості її росту (стор. 90–92). Спроба його пояснити включенням в процес руйнування інших механізмів оправдана, але виникає сумнів, що це саме в'язкі механізми. Скоріше в такий спосіб може проявлятися розсіяна пошкодженість.
4. В роботі доцільно було би використати і підходи лінійної механіки руйнування, зокрема, коефіцієнт інтенсивності напружень, тоді би можна було чіткіше окреслити місце даної роботи серед інших праць даного напрямку, в яких застосовують цей параметр.
5. Обсяг однієї з іншомовних анотацій варто було дещо збільшити.
6. Зустрічаються описки. Не завжди дотримується термін ДСТУ – границя плинності.

Зроблені вище зауваження не мають визначального впливу на загальну позитивну оцінку роботи.

## **Висновок**

Дисертаційна робота «Оцінювання пошкодженості та деформаційних параметрів циклічної тріщиностійкості експлуатованої сталі магістрального газопроводу» є завершеною науковою працею, в якій розв'язано важливу наукову задачу - запропоновано теоретичне узагальнення та нове вирішення наукової задачі, що полягає в оцінюванні закономірностей пошкоджуваності, деформування і руйнування сталі 17Г1С у вихідному та деградованому у експлуатаційних умовах станах та оцінюванню тримкості магістральних

газопроводів із тріщиноподібними дефектами.

Дисертаційна робота **Данилюк Ірини Михайлівни** за актуальністю проблеми і науковим рівнем вирішення основних завдань відповідає чинним вимогам що ставляться до кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент,

завідувач відділу діагностики корозійно-водневої  
деградації матеріалів Фізико-механічного інституту  
ім. Г.В. Карпенка НАН України,

докт. техн. наук, професор

Г.М. Никифорчин

