

МОНІТОРИНГ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ТРУБОПРОВІДНИХ СИСТЕМ ЗА НАЯВНОСТІ  
ПОТЕНЦІЙНИХ ДЕФЕКТІВ РІЗНОЇ ФОРМИ

MONITORING INTERNAL SURFACE OF PIPELINE SYSTEMS IN THE PRESENCE OF POTENTIAL  
DEFECTS OF DIFFERENT SHAPES

Віктор Савицький<sup>1</sup>, Орест Білий<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут електрозварювання ім. Е.О. Патона НАН України,  
вул. Боженка, 11, м. Київ, 03150, e-mail: viktor.savitsky@nas.gov.ua;

<sup>2</sup>Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України,  
вул. Наукова, 5, м. Львів, 79060, Україна,  
e-mail: borest@ipm.lviv.ua

*The prognoses assessments of potential defects on the internal surface of the pipeline systems based on the developed experimental-numerical method for assessment of localized corrosion damaging of welded joints of dissimilar pipes which is based on the electrochemical characteristics of its components and analytical model for determination of corrosion current density on the internal surface of pipe and according to the fracture mechanics approaches were made. At the same time studied the stress state near the top of the simulated defect.*

Проблема надійної та безпечної роботи трубопроводного обладнання залишається актуальною для України. Плановий ресурс експлуатації обладнання вичерпується, і в останні роки виявляється все більша кількість пошкоджень різноманітного характеру та геометрії. Як відомо, кожен конструктивний елемент завжди містить певні дефекти, що утворюються як на стадії його виготовлення, так і на стадії подальшої експлуатації.

У даній роботі було проведено оцінку потенційно можливих дефектів на раніше дослідженому авторами об'єкті, а саме: комбіновані зварні з'єднання труб з малолегованої сталі 12Х1МФ феритно-перлітного класу та нержавіючої сталі 12Х18Н10Т аустенітного класу. Випробовували з'єднання типорозміру  $\varnothing 42 \times 4$  мм у стані постачання та експлуатованих на ТЕС України протягом 185 тис. год за температури  $540^\circ\text{C}$  і тиску 14 МПа. Моніторинг поверхні ґрунтується на чисельно-аналітичному методі оцінювання густини корозійного струму на внутрішній поверхні компонентів зварних з'єднань різнорідних труб в умовах дії корозійного середовища.

Основою для числового оцінювання міцності й довговічності були базові діаграми циклічної тріщиностійкості експлуатованого металу трубопроводу. Оцінювання ризику крихкого катастрофічного руйнування здійснювалося за критерієм механіки крихкого руйнування  $\Delta K_I \leq \Delta K_{fc}$ , де  $\Delta K_{fc}$  – циклічна в'язкість руйнування. За критичний розмір дефекту приймали значення глибини дефекту на внутрішній поверхні труби, у вершині якого величина коефіцієнта інтенсивності напружень рівна критичній:  $c = c_{fc}(\Delta K_{fc})$ .

Потенційні дефекти моделювали кількома різними способами, а саме: на перших стадіях руйнування поздовжній дефект на внутрішній поверхні пустотілого циліндра під внутрішнім тиском; пустотілий циліндр під внутрішнім тиском, що містить кільцевий дефект на внутрішній поверхні; дефект півеліптичної форми на внутрішній поверхні пустотілого циліндра під внутрішнім тиском, розміщений перпендикулярно до твірної. Для кожного випадку були побудовані діаграми для оцінювання працездатності трубопроводу за наявних пошкоджень.

Поряд з цим, методом скінченних елементів проведено аналіз розподілу напружень в околі змодельованого корозійного дефекту, враховуючи, що радіус заокруглення у вершині дефекту становить  $4 \cdot 10^{-6}$  м. За допомогою такого аналізу було досліджено вплив радіуса кривини та кута, а також вплив глибини дефекту за сталого кута, на напружений стан у вершині дефекту. Такі дослідження дали змогу зробити висновок, що визначальним чинником впливу на інтенсивність напружень у вершині кута є глибина дефекту.