



зниження температури охолодження ППС призводить до суттєвого позитивного економічного ефекту, тоді як експлуатаційні витрати зростають незначно у абсолютному вимірюванні.

Літературні джерела

1 Данилов В.Ф., Шурыгин В.Ю. К вопросу о решении проблемы потерь нефтепродуктов от испарения. Успехи современного естествознания. 2016. №3. С. 141-145.

2 Коваленко В.Г., Сафонов А.С., Ушаков А.И. Автозаправочные станции. СПб.: НПИКЦ, 2003. 272 с.

**УДК 621.311**

## **ОЦІНЮВАННЯ ОПІРНОСТІ СТАЛІ РОСТУ КОРОТКИХ ВТОМНИХ ТРІЩИН**

*Т.П. Венгринюк<sup>1</sup>, М.В. Петрів<sup>2</sup>*

*1 ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15*

*2 НГВУ «Долина нафтогаз», 77500, Івано-Франківська обл.,*

*Долинський р-н, м. Долина, вул. Промислова, 7, e-mail:*

*petriv@dngvu.ukrnafta.com*

Перехід від стадії зародження до стадії поширення тріщини супроводжується ростом короткої тріщини з певними особливостями. Для втомних тріщин ця особливість полягає в першу чергу у прояві закриття тріщини, яке суттєво впливає на кінетику руйнування. Оскільки стадія росту коротких втомних тріщин займає значну частину в довговічності виробу через порівняно низьку швидкість росту тріщин, при прогнозуванні роботоздатності конструкцій і їх залишкової довговічності важливо враховувати ефект закриття тріщини. Важливо також з наукової і з практичної точок зору проаналізувати вплив на механічну ситуацію у вершині короткої втомної тріщини при застосуванні розробленого захисного покриття з огляду на можливий штучний прояв ефекту закриття тріщини. У цьому випадку захисне покриття можна розглядати і як чинник локального ослаблення механічної рушійної сили руйнування у вершині тріщини на стадії росту коротких втомних тріщин [1].

Як відомо, процес руйнування елемента конструкції складається зі стадій зародження тріщини, її субкритичного (контрольованого) росту та остаточного (неконтрольованого) доламу, а загальна довговічність визначається тривалістю двох перших стадій. Це загальне правило поширюється і на втомний ріст тріщин, в тому числі і для сталей з яких виготовлені резервуари.



Аналіз роботоздатності та розрахунок залишкової довговічності резервуарів часто проводять із врахуванням закономірностей втомного росту тріщин [2, 3]. Зазначимо, що увага до втомного росту тріщин у сталях не відкидає важливості врахування чинника тривалого статичного, малоциклічного навантаження у процесах руйнування, особливо при дії корозійно-агресивних середовищ, тобто корозійного розтріскування. Разом з тим, малоциклічне навантаження може не тільки зумовлювати окремий механізм руйнування, але і підсилювати корозійне розтріскування сталей. Адже відомо, що тріщини корозійного розтріскування менші за втомні, часто розгалужені, що ускладнює їх ріст через зменшення концентрації напружень. В той же час циклічне навантаження, навіть якщо воно не тривале, буде загострювати такі тріщини і сприяти їхньому росту.

Оскільки ефект коротких тріщин зменшує циклічну тріщиностійкість сталей, особливо важливо запропонувати методи підвищення опору росту таких тріщин. Запропоновано застосувати розроблене ізоляційне композитне покриття (трубопроводів, ємностей, сполучних деталей, засувок), яке повинно виконувати не тільки функцію протикорозійного захисту, але і механічно зміцнювати поверхню металу. З цього огляду цікаво оцінити кількісно вплив такого покриття на втомний ріст коротких тріщин.

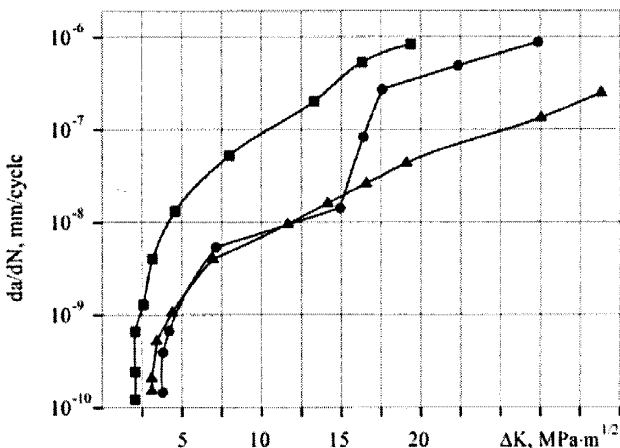
Корозійне середовище прискорює втомне руйнування основного металу, однак порогові значення  $K_{th}$  визначені при частоті 10 Гц, відповідно в умовах корозійного середовища та на повітрі відрізняються незначно. Такий ефект очевидно можна пояснити тим, що кінетика росту тріщини з одного боку зростає через наявність корозійного середовища, а з другого боку знижується завдяки закриттю втомної тріщини та затуплення її вершини.

При випробуваннях у долинській підтоварній воді при розмаху коефіцієнта інтенсивності напружень (КІН)  $\Delta K \geq 20 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{0.5}$  (рис. 1) помітна суттєве стрибкоподібне зростання величини  $da/dN$  (швидкості росту тріщини), що свідчить про властивість деградованого основного металу до корозійного розтріскування за водневим механізмом через вплив корозійного середовища, а саме підтоварної води. Як видно із отриманих залежностей (рис. 1), зниження частоти до 0,3 Гц (частота 0,3 Гц зміни навантаження в певній мірі відповідає експлуатаційним умовам резервуарів), призвело до суттєвого зростання  $da/dN$ , що пояснюється зменшенням впливу на кінетику росту тріщини і ефекту закриття та затуплення її вершини, збільшення впливу корозійного розтріскування за водневим механізмом. Так як частота зміни навантаження на резервуар є значно меншою за 10 Гц, що спричинено умовами експлуатації, то для зменшення кінетики росту тріщини



необхідно штучно створити умови при яких буде проявлятися ефект закриття тріщин.

Одними із таких умов є нанесення ІКП (ізоляційне композитне покриття) на внутрішню поверхню стінок резервуарів, що дасть можливість частково компенсувати корозійне розтріскування за водневим механізмом. Застосування ІКП також суттєво знизить вплив корозійного середовища шляхом його ізоляції від основного металу.



- – на повітрі (10 Гц);
- ▲ -- в середовищі підтоварної долиньської води (частота 10 Гц);
- – в середовищі підтоварної долиньської води (частота 0,3 Гц)

**Рисунок 1 – Рисунок залежності  $da/dN$  від  $\Delta K$  деградованої сталі впродовж 32 років експлуатації**

#### Літературні джерела

1 Никифорчин Г. М. Оцінка методами механіки руйнування високотемпературної водневої деградації сталей енергетичного та нафтохімічного обладнання / Никифорчин Г. М., Студент О. З., Львів : Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, 2004.– 640 с.

2 Копей Б.В. Спосіб попередження розвитку тріщиноподібних корозійних дефектів поверхні трубопроводів / Б. В. Копей, Т. П. Венгринюк // Нафтогазова енергетика: Матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. (Івано-Франківськ, 10–14 жовтня 2011р.) – Івано-Франківськ: Ів.-Франк. нац. техн. ун-т нафти і газу, 2011. – С. 82.

3 ТУ У 26.1-02070855-2010 „Ізоляційне композитне покриття трубопроводів. Технічні умови”.