

промышленных объектах.

Данная ситуация возникает в результате отличающихся подходов к вопросам безопасности во всем мире. При последующей установке не-

достаточно оснащенных элементов защитных устройств на технологическое оборудование существует реальная опасность возгорания со всеми вытекающими последствиями.

Перепічай І.І., Перепічай А.О., Рабкіна М.Д., Мутас В.В. Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, Київ, Україна

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОГО РЕМОНТУ ЗВАРЮВАННЯМ КОЖУХОТРУБНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ

На даний час в нафтопереробному комплексі України існує велика кількість обладнання, яка вичерпала свій проектний ресурс та потребує заміни. Але тим не менше, значна частина з них залишається в дії, у зв'язку з чим постає питання безпечної продовження її експлуатації. Варто зауважити, що найбільш уразливими серед інших об'єктів, постають теплообмінні апарати, термін служби яких індивідуальний навіть в рамках одного підприємства [1].

Аналіз результатів моніторингу тривалої експлуатації оболонкових конструкцій в нафтопереробній галузі в цілому, в тому числі теплообмінників, включаючи підігрівачі і ребойлери, холодильники і конденсатори, випарювачі і трубні пучки [2], показав, що вплив агресивного середовища, високих температур та тиску призводить до виникнення в металі специфічних дефектів, крім тих, що пов'язані з процесами виготовлення конструкції в допустимих нормах меж, зокрема із зварюванням. Серед експлуатаційних дефектів особливий вплив на працездатність конструкцій несуть: поверхнева і воднева корозія, корозійне розтріскування і міжкристалічна корозія, зміна хімічного складу і механічних властивостей, включаючи повзучість металу [3].

На основі результатів перманентної експертної технічної оцінки протягом більше 20 років близько 700 кожухотрубних теплообмінників, як первинної, так і вторинної переробки нафти, ви-

явлено, що в цілому, в оболонках із низьколегованих та вуглецевих сталей виникає поверхнева корозія (рис. 1), а в двохшарових – з теплостійких і корозійностійких сталей – міжкристалічна корозія (рис. 3). При цьому горизонтальні теплообмінні апарати схильні до значних корозійних пошкоджень саме в нижній частині, як на внутрішній поверхні кожуха (див. рис. 1), так, власне, і на трубному пучку (рис. 2).

Для дослідження напружено-деформованого стану при заварці типового дефекту по одній з існуючих технологій [4] проведено скінченно-елементне моделювання. В програмному комплексі відтворено почергове накладання швів в два шари (рис. 4). Перший шар від середини до країв, кожний наступний шов міняє напрямок на протилежний; та другий шар таким самим чином, як і перший, тільки напрямок швів другого шару протилежний напрямку швів першого шару.

Для розрахунку використовувалась геометрична модель, розроблена згідно вимог вище згаданої технології. Для зменшення часу розрахунку, проводилось моделювання ділянки корпусу теплообмінника розміром 400×300 мм. Побудову скінченно-елементної моделі приведено на рис. 5.

Таким чином, в результаті аналізу металу теплообмінних апаратів, як найбільш уразливої складової нафтопереробного виробництва, показано, що найпоширеніші дефекти, які мають місце при тривалій експлуатації цього обладнання – це корозійні виразки. Тому пропонується



Рисунок 1 – Корозійні виразки на денці плавзоловки теплообмінника зі сталі 17ГС



Рисунок 2 – Корозійні відкладення в нижній частині трубного пучка із сталі 15Х5М

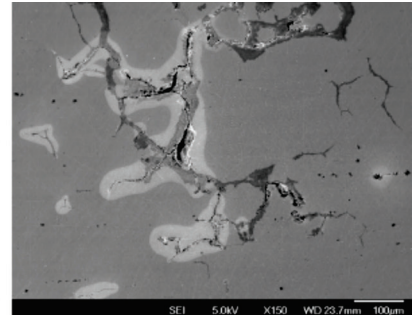
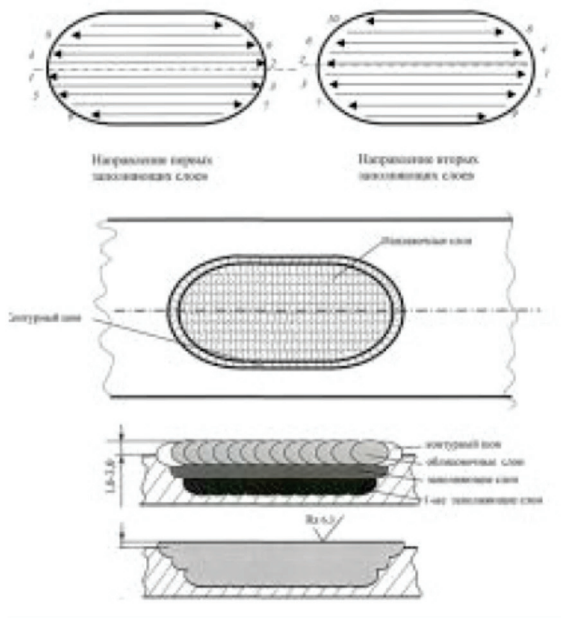


Рисунок 3 – Міжкристалітна тріщина в плакуючому шарі двошарової сталі 12ХМ+08Х18Н10Т



Временная инструкция по технологиям ремонта сваркой дефектов труб и сварных соединений газопроводов ОАО «Газпром» 2005г.

Рисунок 4 – Схема заварювання корозійного дефекту

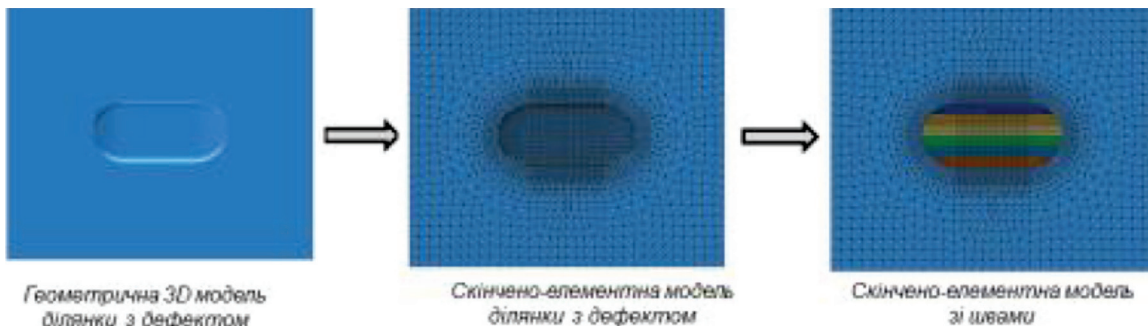


Рисунок 5 – Розробка моделі з корозійним дефектом та розбиття сіткою скінченних елементів

розглянути існуючі і діючі на даний час нормативи по заварюванні аналогічних дефектів на оболонкових конструкціях та трубопроводах.

В результаті моделювання отримано розподіл напружень на зовнішній та внутрішній поверхні дефекту (рис. 6).

За результатами моделювання по застосованій технології наведено, що максимальні еквівалентні напруження виникають на внутрішній стінці кожуха теплообмінника (моделі), а величина цих напружень перевищує границю текучості для даної сталі, що пояснюється значним рівнем пластичної деформації та зміною мікроструктури (зокрема, появою мартенситу).

Варто зазначити, що високий рівень напружень та зменшення пластичності металу може негативно вплинути на подальшу працездатність теплообмінника.

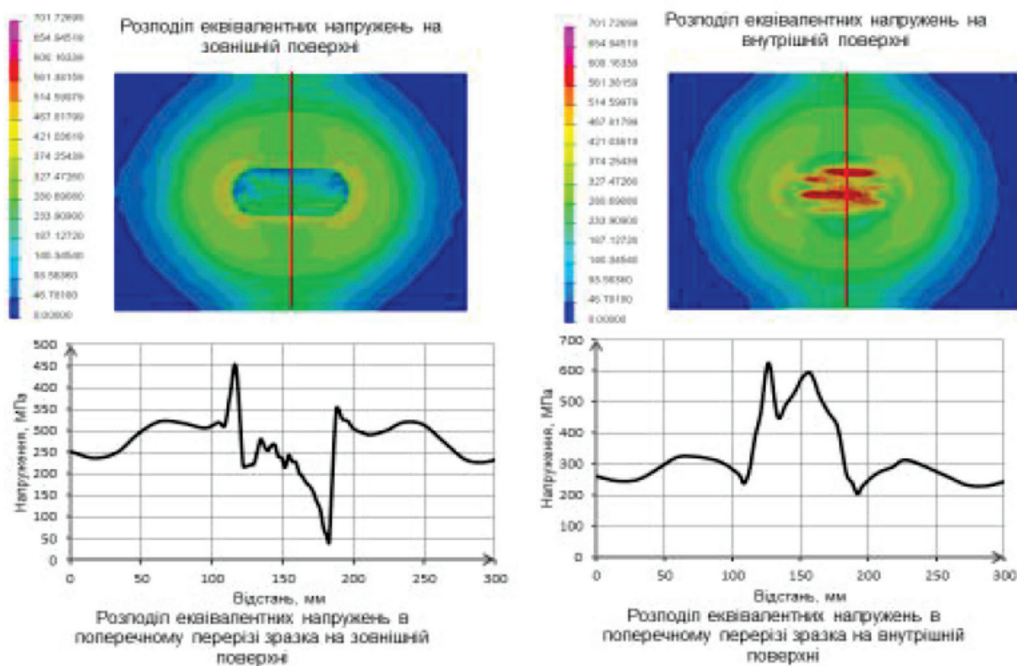


Рисунок 6 – Результати моделювання пластини з дефектом

Література

1. Назначение и классификация теплообменных аппаратов: Режим доступа <https://openedu.urfu.ru/files/book/Глава%201.html>
2. Комплекс оборудования для ремонта и обслуживания трубных пучков /И.Г. Богородский, Я. Веркайк, Ф. ван Алевайк, Ю. Балье // Мат. семинара «Конструктивные и технологические решения по повышению эффективности тепло-массообменной и других видов аппаратуры нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств», г. Москва. –М., 2009. –С. 121–25.
3. Повзучість_матеріалів: Режим доступу <https://uk.wikipedia.org/wiki>
4. Временная инструкция по технологиям ремонта сваркой дефектов труб и сварных соединений газопроводов. – М.: Газпром, 2005.

*Pihl T. Tallinn University of Applied Sciences,
Tallinn, Estonia*

THE RENOVATION TECHNOLOGY WITH COMBINED METHODS

Electroplating is a metal coating process, wherein a thin metallic coat is deposited on the specimen by means of ionized electrolytic solution. The specimen (cathode) and the metallizing source material (anode) are submerged in the solution where a direct

electrical current cause the metallic ions to migrate form the source material to the work piece. Plating is carried out for many beneficial reasons: corrosion resistance, improved appearance, wear resistance, higher electrical conductivity, better electrical contact