УДК 620.179

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ СТАНУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОБВ'ЯЗКИ НАФТОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВОДІВ

[1] Р.М. Басараб, [2] В.С. Цих, [2] О.М. Карпаш

[1] Магістральні нафтопроводи «Дружба» ПАТ «Укртранснафта»,
79058, м. Львів, вул. Липинського, 12, e-mail: brom2001@ukr.net

[2] ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, тел./факс (0342) 504708,
e-mail: tdm@nung.edu.ua

Описано важливу проблему нафтогазового комплексу нашої держави – необхідність забезпечення надійної, безпечної та безвідмовної експлуатації технологічної обв'язки нафтоперкачувальних станцій магістральних нафтопроводів. Обґрунтовано необхідність вирішення такої проблеми шляхом пошуку сучасних підходів та шляхом застосування спеціальних методик діагностування.

Наведено основні проблеми та описано можливі наслідки, що можуть виникати у випадку порушень умов протікання основних технологічних процесів на обв'язках нафтопроводів.

Наведено приклади основних пошкоджень технологічних обв'язок нафтоперекачувальних станцій магістральних нафтопроводів, а також вказано ступінь їхньої небезпеки. Проаналізовано причини виникнення таких дефектів під дією різноманітних чинників. Вказано можливість виникнення небезпечних негативних наслідків внаслідок появи описаних пошкоджень.

Проведено огляд основних методів, які можуть використовуватися для контролю технологічних обв'язок нафтоперекачувальних станцій. Коротко описано основні переваги та недоліки застосування вказаних методів. Подано приклади технічних засобів, які мають місце у випадку застосування описаних методів контролю.

В результаті проведеного огляду запропоновано використання комплексного підходу до контролю технологічних обв'язок нафтоперкачувальних станцій магістральних нафтопроводів за допомогою поєднання кількох методів та засобів діагностування. Крім того авторами запропоновані основні способи підвищення ефективності такого контролю шляхом проведення більш детального аналізу та вдосконалення існуючих підходів.

Ключові слова: технологічний процес, дефект, технічні засоби.

Описана важная проблема нефтегазового комплекса нашего государства - необходимость обеспечения надежной, безопасной и безотказной эксплуатации технологической обвязки нефтеперекачивающих станций магистральных нефтепроводов. Обоснована необходимость решения такой проблемы путем поиска современных подходов и путем применения специальных методик диагностики.

Приведены основные проблемы и описаны возможные последствия, которые могут возникнуть в случае нарушений условий протекания основных технологических процессов на обвязках нефтепроводов.

Приведены примеры основных повреждений технологических обвязок нефтеперекачивающих станций магистральных нефтепроводов, а также указана степень их опасности. Проанализированы причины возникновения таких дефектов под действием различных факторов. Указана возможность возникновения опасных негативных последствий вследствие появления описанных повреждений.

Проведен краткий обзор основных методов, которые могут использоваться для контроля технологических обвязок нефтеперекачивающих станций. Вкратце описаны основные преимущества и недостатки применения указанных методов. Представлены примеры технических средств, которые имеют место в случае применения описанных методов контроля.

В результате проведенного обзора предложено использование комплексного подхода к контролю технологических обвязок нефтеперекачивающих станций магистральных нефтепроводов с помощью сочетания нескольких методов и средств диагностирования. Кроме того авторами предложены основные способы повышения эффективности такого контроля путем проведения более тщательного анализа и совершенствования существующих подходов.

Ключевые слова: технологический процесс, дефект, техническое оборудование.

The most important oil and gas complex problem of our country - the necessity of the dependable, permissible and infallible exploitation securing of the oil-trunk pipelines pump stations engineering connections is described. The necessity of such problem solving by the way of modern approaches searching and by the way of the special testing methods using is justified.

The cardinal problems are presented and the probable consequences that may arise in case of the accuracy disturbance of the primary processes behavior at the oil-pipelines connections are described.

The examples of the primary failures of the oil-trunk pipelines pump stations engineering connections are presented and the level of their hazard is specified. The whence of such defects due to the various factors are analysed. The possibility of the dangerous negative effects initiation in consequences of the described damages appearance is indicated.

The brief review of the main methods that can be used for the pump stations engineering connections testing is made. Briefly the main advantages and disadvantages of such exploitation methods are described. The examples of the technical equipment which are in evidence in the event of the described testing methods usage are presented.

In consequence of the described review the usage of the oil-trunk pipelines pump stations engineering connections complex approach by the way of several methods and technical equipment combination is proposed. The main approach of such testing efficiency upgrading by the way of carrying out a more careful analysis and the refinement of the existing approaches are proposed by the authors.

Keywords: primary process, damage, technical equipment.

Вступ. Нафтоперекачувальні станції (НПС) є одним з основних структурних елементів системи трубопровідного транспорту нафти, які виконують функції передачі енергії потоку нафти для його переміщення до кінцевого пункту. До складу НПС входять підпірні та магістральні насосні, резервуарні парки, вузли обліку нафти, майданчики пуску та приймання засобів очищення і діагностики лінійної частини, фільтри-грязеуловлювачі, системи автоматичного регулювання тиску на виході, майданчики скидних запобіжних клапанів, а також цілий ряд допоміжних систем та виробничо-побутових будівель та споруд.

Значну частину НПС складає насосно-компресорне обладнання, правильна та безвідмовна експлуатація якого багато в чому визначає надійність всього технологічного комплексу. Питання оцінки фактичного технічного стану насосно-компресорного обладнання стає особливо актуальним в умовах потреби у продовженні терміну експлуатації таких об'єктів, а також в умовах необхідності забезпечення правильного та безпечного протікання усіх основних технологічних процесів.

Задача дослідження. Зважаючи на високу небезпеку речовин, які знаходяться в технологічних циклах підприємств нафтогазової промисловості, відмова насосно-компресорного обладнання може призвести до виникнення аварійних ситуацій, які супроводжуються значними економічними та екологічними збитками, а в окремих випадках можуть призвести до травмування чи навіть загибелі людей.

Як свідчить світова практика, приблизно 24-34% аварійних зупинок насосно-компресорного обладнання відбувається через пошкодження підшипникових вузлів агрегатів у зв'язку із виникненням дефектів тіл кочення, ексцентриситету тіл обертання, порушення нормальних умов експлуатації всього агрегату. Значну частку пошкоджень агрегатів складають пошкодження електродвигунів. Виникнення тих чи інших несправностей викликає відмову агрегату і, як наслідок, – порушення технологічного процесу, виникнення аварій, вибухи, а також значні матеріальні втрати [1].

Велике значення для забезпечення безвідмовності насосно-компресорного обладнання має правильна організація його технічного обслуговування, обстеження та ремонту. Для цього необхідно обрати найбільш оптимальну методику, метод чи поєднання методів, які б давали змогу з високою точністю проводити обстеження та контроль технологічної обв'язки НПС магістральних нафтопроводів [1-3].

Тому одним з пріоритетних завдань нафтогазового комплексу є необхідність забезпечення безвідмовної, надійної та безпечної експлуатації технологічної обв'язки НПС магістральних нафтопроводів, в тому числі насосно-компресорного обладнання. Для дотримання поставлених вимог необхідно використовувати високопродуктивні методи оцінки технічного стану таких об'єктів контролю.

Предмети досліджень. Проблемні аспекти. Основні види дефектів. Діагностування технологічної обв'язки НПС магістральних нафтопроводів включає контроль технічних характеристик та визначення технічного стану досліджуваних об'єктів за результатами проведеного контролю. Такий контроль передбачає перевірку обв'язки на наявність різноманітних дефектів, виникнення яких зумовлюється низкою причин: утворення несуцільностей та структурних неоднорідностей матеріалу, відхилення розмірів та фізико-механічних характеристик від номінальних значень, порушення форми тощо [4].

В нормативному документі ДСТУ 2925-94 «Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення» [5] наведено поділ усіх дефектів, незалежно від їхнього типу, на такі три види: критичні, значні та незначні. Відповідно, залежно від виду дефекту і визначається ступінь можливої загрози безпечній та надійній експлуатації підземної комунікації.

Різні види таких дефектів можуть виникати під дією найрізноманітніших факторів. Короткий опис найбільш характерних видів дефектів технологічних трубопроводів обв'язки НПС подано нижче [6-9].

Одним із найпоширеніших видів дефектів технологічної обв'язки НПС магістральних нафтопроводів можуть бути пошкодження (деформації) та утворення тріщин тіла труби та/або фасонних виробів під дією різноманітних факторів, зокрема, через підвищення тиску в закритих об'ємах ділянок трубопроводів (наприклад, в літню пору року при високих температурах зовнішнього середовища). Приклади поверхневих тріщин основного металу труб наведено на рисунку 1.

Крім того, утворення та розвиток тріщин на надземних ділянках трубопроводів може бути пов'язаний із відсутністю або пошкодженням фундаментів опор, що, відповідно, спричиняє збільшення напружень в тілі труби через надмірну її деформацію.

Ще однією причиною утворення тріщин, їх розкриття може бути наявність у конструкції технологічної обв'язки НПС магістральних на-

Рисунок 1 – Приклади наявності поверхневих тріщин основного металу технологічної обв'язки НПС магістральних нафтопроводів

Рисунок 2 – Приклади втомних тріщин основного металу технологічної обв'язки НПС магістральних нафтопроводів

фтопроводів фасонних частин низької якості виготовлення, які не відповідають існуючим вимогам нормативно-технічної документації, що нерідко можна спостерігати на існуючих об'єктах контролю (для прикладу – сегментні переходи, коліна, трійники і т.п.). Все це у випадку аварійних ситуацій може призвести до значних негативних наслідків.

За час експлуатації в зв'язку із процесами старіння металу, а також у зв'язку із значним періодом роботи технологічних обв'язок можуть виникати втомні тріщини. Приклади таких дефектів наведені на рисунку 2.

Крім того, в процесі виготовлення, а іноді і під час експлуатації металеві частини трубопроводів, насосно-компресорного обладнання і т. ін. можуть зазнавати механічних пошкоджень під дією різноманітних факторів, а досить часто – людського. Приклади таких механічних пошкоджень наведено на рисунку 3.

Внаслідок механічних пошкоджень деталей арматури (відрив стійки від кришки засувки клинової, згин штока засувки, пошкодження гайки приводу штока та ін.) зокрема може виникати розгерметизація сальникових ущільнень.

Також часто можуть бути присутніми відмови у роботі запірних органів (засувок, заслінок, зворотних та запобіжних клапанів).

Досить часто в експлуатаційній практиці зустрічаються корозійні пошкодження, що є одними із найнебезпечніших для усього технологічного обладнання. Такі пошкодження можуть виникати під дією різних чинників. Корозійні дефекти як тіла труби (фасонних частин), так і зварних швів (зокрема поздовжніх) можуть виникати у місцях, в яких можливе утворення тупикових ділянок, відсутність протоку нафти в яких призводить до осідання води і підвищення рівня корозії. Крім того, досить часто корозійні процеси можуть розвиватися в місцях проходження труб через стіни (фундаменти) виробничих приміщень. Також до подібних небезпечних дефектів можна віднести локалізовані електрокорозійні ураження металу трубопроводів та насосно-компресорного обла-

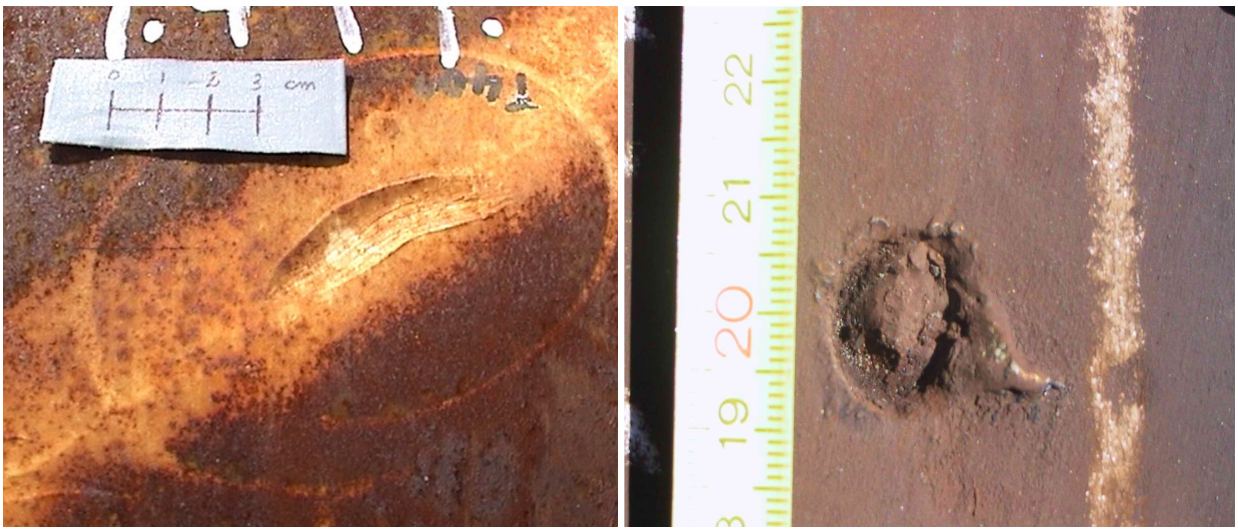

Рисунок 3 – Приклади механічних пошкоджень основного металу технологічної обв'язки НПС магістральних нафтопроводів

а) **б)**

Рисунок 4 – Приклади корозійного (а) та електрокорозійного (б) пошкоджень основного металу

днання. Приклади таких пошкоджень наведено на рисунку 4 а (корозія) та 4 б (локальна електрокорозія).

Ще одними небезпечними дефектами можуть бути вм'ятини, задири, розшарування металу, які призводить до зменшення товщини стінки тіла труби або фасонних частин, ремонт яких уже не допускається. Приклад розшарування основного металу трубопроводу наведено на рисунку 5.

Іншими прикладами небезпечних дефектів є дефекти литва корпусів обладнання, в першу чергу – в місцях проведення ремонту на заводі-виробнику, імовірно після невдалого випробування на міцність корпусів, до яких можна віднести такі пошкодження як раковини, канальні раковини, тріщиноподібні дефекти ремонтних підварок і т. ін.

Приклад подібного поверхневого дефекту металевої частини насосно-компресорного блоку наведено на рисунку 6.

До досить небезпечних дефектів, які можуть призводити до непоправних наслідків, можна віднести негерметичність роз'ємних фланцевих з'єднань внаслідок старіння прокладок, а також надмірного підвищення тиску в закритих об'ємах, зокрема під кришкою клинової засувки, яка знаходиться в закритому стані.

Характерними видами дефектів технологічних трубопроводів обв'язки НПС можуть бути також дефекти зварних швів, які не були виявлені і, відповідно, вчасно ліквідовані під час будівництва таких об'єктів НПС. В процесі експлуатації подібні дефекти з плином часу можуть проявлятися по-різному. Найчастіше під час обстежень виявляють тріщини, непровари, підрізи, зміщення та несплавлення кромок, а також незадовільну геометрію і лускатість швів. Один з прикладів дефектів зварного з'єднання трубопроводу наведено на рисунку 7.

Також потрібно відмітити можливу наявність не тільки поверхневих, але і підповерхне-

Рисунок 5 – Приклад розшарування основного металу

Рисунок 6 – Приклад поверхневого дефекту металу

Рисунок 7 – Приклад дефекту зварного з'єднання основного металу трубопроводу

вих дефектів, виявлення яких потребує обов'язкового використання спеціальних методик та технічних засобів.

Однією з основних причин виникнення та розвитку перерахованих вище дефектів є низька якість монтажу технологічного обладнання НПС, які в своїй переважній більшості побудовані у 70-х роках минулого століття. Також, змонтована запірно-запобіжна арматура та інше технологічне обладнання нерідко мають на корпусі ремонтні заварки (латки), походження яких невідоме, і, відповідно, потребують додаткового дослідження та постійного спостереження зі сторони обслуговуючого персоналу [6-8].

Крім того, серед причин виникнення пошкоджень не можна не вказати на присутність людського фактору.

Виявляються всі перелічені вище дефекти, як правило, в процесі проведення робіт з експертного обстеження (технічного діагностування) трубопроводів та обладнання НПС спеціалізованими організаціями з продовженням їх ресурсу роботи. Деякі приховані дефекти виявляються в процесі експлуатації, зокрема під час проведення планових регламентних робіт та гідравлічного випробування на міцність та герметичність. Формуються контрольні групи зварних швів, які підлягають періодичному контролю, як правило, один раз на рік, і моніторингу їх стану в процесі експлуатації, на підставі чого приймаються рішення про їх подальші можливі режими експлуатації, ремонту чи вирізці із заміною пошкодженої ділянки [6, 9].

Тому правильний вибір спеціальних методик та технологічного обладнання для проведення робіт з технічного діагностування та загалом контролю технологічної обв'язки НПС магістральних нафтопроводів багато в чому визначає найвищу точність та надійність отриманих результатів проведеного дослідження і, відповідно, можливість зробити висновки щодо наявного процесу обстеження.

Методи контролю технологічної обв'язки. У зв'язку з тим, що переважна більшість об'єктів систем трубопровідного транспорту нафти побудовані за старими державними та галузевими нормативними документами, що досить часто не відповідають сучасним вимогам до рівня безпеки та технічним можливостям, на даний час виникла необхідність у широкому застосуванні засобів комплексної діагностики, що попереджують пошкодження трубопровідних систем, засобів адекватної інтерпретації ситуації в умовах, за якими можуть розвиватися аварії. Насамперед технічна діагностика і моніторинг стану складних технічних систем є обов'язковою частиною забезпечення їхньої безпеки.

Оновлення або заміна основного обладнання об'єктів НПС та лінійної частини магістральних нафтопроводів потребує значних фінансових затрат, що, в свою чергу, призводить до зменшення рентабельності підприємств і погіршення фінансово-економічної ситуації загалом. Внаслідок цього особливої актуальності набуває питання управління терміном їх надійної та безпечної експлуатації шляхом оцінки фактичного технічного стану, визначення залишкового ресурсу і встановлення нових обґрунтованих термінів експлуатації, які перевищують передбачені проектною та експлуата-

Рисунок 8 – Загальний вигляд магнітного структуроскопа КРМ-Ц-К2М

ційною документацією, а також обов'язкових умов реалізації експлуатації в цей період.

Тільки у тих випадках, коли оперативний персонал знає фактичний технічний стан кожного елемента трубопровідної системи, він може ефективно керувати процесом транспортування нафти, приймати рішення, спрямовані на мінімізацію експлуатаційних витрат, своєчасно виявляти та усувати несправності в окремих елементах системи, проводити ремонт у мінімально короткі терміни.

Використання методів регулярної діагностики обладнання знижує витрати запасних частин приблизно в п'ять разів, у той же час вартість поточного ремонту зменшується, а також суттєво збільшується міжремонтний період [6-8].

Для вирішення вищезгаданої проблеми систематично проводять технічні огляди, експертні обстеження обладнання НПС. На сьогодні існує значна кількість різноманітних методів та методик, які дозволяють проводити обстеження технологічної обв'язки трубопроводів та насосно-компресорного обладнання НПС. Найчастіше – це візуальний та вимірювальний контроль, технічне діагностування методами неруйнівного контролю, а також дефектоскопія базових деталей та вузлів обладнання [6, 9-11].

Візуальний та вимірювальний контроль проводять з метою виявлення недопустимих видимих дефектів (механічних пошкоджень, деформації, тріщин, вм'ятин, прогинів, випинання, корозійного і ерозійного зношення, зміни початкової форми, витоків і т.п.) або похідних ознак дефектів і відмов (шуму, зміни кольору, запаху, виступання на зовнішній поверхні об'єкта слідів робочої рідини тощо).

Під час проведення візуального контролю, що виконується неозброєним оком або за допомогою лупи чотири-семи-кратного збільшення, особливу увагу звертають на виявлення тріщин в основному металі обладнання та у зварних швах, стан кріплень та з'єднань. При виявленні похідних ознак наявності дефектів досліджуваний об'єкт потрібно більш детально проконтролювати неруйнівними методами.

Основним недоліком візуального контролю є тільки можливість припустити про наявність певних дефектів, які можна помітити без використання спеціального обладнання, тоді як ніякої додаткової інформативності щодо основного питання контролю технічного стану обв'язок НПС такий метод дати не може.

Вибір конкретних методів неруйнівного контролю проводиться з урахуванням результатів аналізу експлуатаційно-технічної документації на обладнання, аналізу експлуатаційних показників і причин відмов, а також результатів візуального контролю.

Основними методами неруйнівного контролю (НК) технічного стану обладнання є магнітні, акустико-емісійний, ультразвуковий, капілярний, магнітопорошковий та віброакустичний. Для контролю конструктивних параметрів і властивостей матеріалу вимірюють, як правило, товщину стінки та твердість матеріалу стінки обладнання чи трубопроводів обв'язки.

В окремих випадках, з урахуванням конструкції виробу і умов проведення контролю можуть також застосовуватись вихрострумовий та радіаційний методи неруйнівного контролю.

При контролі методом магнітної пам'яті металу здійснюють вимірювання напруженості магнітного поля розсіювання, яка характеризує напружено-деформований стан металу [12]. При виявленні перевищення сумарних значень абсолютних величин напруженості магнітного поля різнойменних знаків над допустимим, необхідне проведення додаткового дефектоскопічного контролю (ДДК) іншими методами (магнітопорошковим, капілярним чи ультразвуковим).

Неруйнівний контроль методом коерцитивної сили проводять згідно ГОСТ 30415, вимірюючи значення коерцитивної сили (магнітної характеристики металу) деталей і конструкцій, яка характеризує міцнісні і пластичні властивості та ступінь втоми металу, а також напружено-деформований стан металоконструкції. Для цього, як правило, використовують магнітні структуроскопи-коерцитиметри. Для прикладу на рисунку 8 наведено загальний вигляд магнітного структуроскопа КРМ-Ц-К2М.

Недоліком магнітних методів контролю є те, що результати магнітного контролю зазвичай потребують додаткового дефектоскопічно-

а)

б)

Рисунок 9 – Загальний вигляд ультразвукового дефектоскопа УД2-12 (а) та процес контролю за допомогою нього (б)

Рисунок 10 – Загальний вигляд ультразвукового дефектоскопа-товщиноміра УДЗ-71

го контролю за допомогою інших методів. Тому використання магнітних методів контролю для обстеження технологічних обв'язок НПС стримується через їхню недостатньо високу точність та необхідністю застосування інших методів для уточнення отриманих результатів.

При акустико-емісійному контролі (АЕ) реєструють акустичні сигнали, що виникають в процесі утворення та розвитку тріщин. Класифікація сигналів АЕ дозволяє оцінювати виявлені дефекти за мірою небезпеки [13-15]. Зони, де виявлені сигнали АЕ II, III та IV класів, підлягають ДДК іншими методами НК. Тому контроль методом АЕ не дозволяє однозначно виявити можливі види дефектів, а тільки дозволяє вказати на ступінь небезпеки таких пошкоджень. Крім того, недоліками такого методу є швидке затухання сигналу при проходженні досліджуваного об'єкта контролю, а також довготривалість проведення досліджень.

Дефекти типу пор, раковин, шлакових включень, тріщин і розшарувань виявляють за допомогою проведення ультразвукового контролю (УЗК). Метод УЗК ґрунтується на реєстрації луна-сигналів (відображених сигналів) від дефектів, одержуваних в результаті генерації в металі зондуючих імпульсів – коротких електричних імпульсів, що виробляються генератором і за допомогою перетворювача вводяться в об'єкт контролю [11, 13, 15]. Для цього використовують ультразвукові дефектоскопи типу УД2-12 (рисунок 9), УДЗ-71 (рисунок 10), А 1212, товщиноміри ТУЗ-1 (рисунок 11), ТУЗ-2, УТ-80 (рисунок 12) та інші з комплектами перетворювачів і з'єднувальними високочастотними кабелями.

Проте, як правило, ультразвукова дефектоскопія не може дати відповіді на питання про реальні розміри дефектів, а тільки можна отримати інформацію про їхні відбивальні можливості в напрямку приймача. Ці величини можуть корелювати, проте не для всіх типів дефектів. Крім того, деякі дефекти практично неможливо виявити за допомогою ультразвукового методу НК у зв'язку із їхнім характером, формою чи положенням в об'єкті контролю.

Капілярний метод контролю ґрунтується на капілярному проникненні індикаторних рідин в порожнини поверхневих тріщин і наскрізних несуцільностей металу об'єктів контролю і реєстрації індикаторних слідів, що утворюються візуальним способом [8, 10].

Рисунок 11 – Загальний вигляд ультразвукового товщиноміра ТУЗ-1

Рисунок 12 – Загальний вигляд ультразвукового товщиноміра УТ-80М

Необхідною умовою виявлення дефектів типу порушення суцільності матеріалу капілярним методом є наявність порожнин, вільних від забруднень та інших речовин, що мають вихід на поверхню об'єктів і глибину розповсюдження, яка значна перевищує ширину їх розкриття.

Капілярний метод призначений для виявлення поверхневих і наскрізних дефектів в об'єктах контролю, визначення їх розташування, протяжності (для протяжних дефектів типу тріщин), а також орієнтації їх на поверхні. Проте виявлення підповерхневих дефектів за допомогою капілярного методу є неможливим.

Магнітопорошковий метод неруйнівного контролю застосовують для контролю виробів з феромагнітних матеріалів, тобто таких, які змінюють свої магнітні властивості під впливом зовнішнього магнітного поля. Під дією зовнішнього магнітного поля змінюється магнітна проникність матеріалу на ділянках, що мають дефекти у вигляді несуцільностей, які виходять на поверхню [8, 9].

При реалізації магнітопорошкового методу застосовують спеціальні магнітні порошки, що дозволяють візуально знаходити дефекти у вигляді поверхневих і підповерхневих тріщин.

Залежно від магнітних властивостей матеріалу, форми і розмірів контрольованої деталі (обладнання) застосовують контроль в прикладеному магнітному полі. Для цього використовують магнітопорошкові переносні дефектоскопи типу ПМД-70 (рисунок 13) з приставними магнітами.

Рисунок 13 – Загальний вигляд магнітопорошкового дефектоскопа ПМД-70

Основним недоліком магнітопорошкового методу НК є його низька чутливість до невеликих дефектів у зв'язку із незначними змінами магнітного потоку.

Вихрострумовий контроль (ВСК) призначений для виявлення поверхневих і підповерхневих дефектів металевих виробів, в основному валів насосів, штоків, гільз та інших подібних деталей, що мають пази, проточки чи різьби [8-10].

Вихрострумовий метод контролю ґрунтується на взаємодії зовнішнього електромагнітного поля з електромагнітним полем вихрових струмів, що наводяться збуджуючою котушкою в електропровідному об'єкті контролю.

Розпізнавання сигналів, характерних для дефектів, здійснюється за рахунок чутливих елементів вихрострумових перетворювачів, налаштованих на вимірювання магнітного поля, що змінюється за величиною за наявності дефектів у вигляді тріщин і підповерхневих пустот.

ВСК використовують для:

– виявлення поверхневих і підповерхневих дефектів без видалення з виробів захисних (неелектропровідних) покриттів;

– точного визначення меж тріщин.

Вихрострумовий контроль проводять після візуального контролю з метою пошуку поверхневих і підповерхневих дефектів виробів в місцях пазів, шпонок, проточок, різьб, а також контролю циліндрових і конічних поверхонь [8, 15].

Для проведення такого виду контролю застосовують наступне обладнання:

– вихрострумовий дефектоскоп типу ВД-87-НСт (рисунок 14) або аналогічні в комплекті з вихрострумовими перетворювачами;

Рисунок 14 – Загальний вигляд вихрострумового дефектоскопа ВД-87-НСт

– спеціальні вихрострумові перетворювачі для контролю плоских, конічних і циліндрових поверхонь, галтелей, проточок на конічних і циліндрових поверхнях, різьбових поверхонь.

Проте недоліками такого виду контролю є недостатня чутливість методу до певних дефектів, а також складність фокусування силових ліній магнітного поля на малих площинах об'єкта, який контролюється.

Радіаційний метод неруйнівного контролю використовують для контролю зварних швів обладнання, ремонт якого при експлуатуванні виконувався із застосуванням зварювальних робіт з урахуванням вимог ГОСТ 20426 [8-10].

Радіаційний метод також можуть використовувати у випадку неможливості дефектоскопії обладнання ультразвуковим методом.

При радіаційному контролі обладнання для контролю зварних швів, корпусів застосовують переносну рентгенівську апаратуру.

Основними недоліками радіаційного методу НК є його досить велика трудомісткість, а також складність апаратури, яка використовується для контролю.

Висновки

Отже, як можна побачити з описаного вище, на сьогодні не існує єдиного методу, який би давав змогу максимально точно та правильно контролювати технологічні обв'язки НПС, а також отримувати найбільш достовірні результати такого контролю.

Тому виникає необхідність у пошуку шляхів реалізації спеціального підходу щодо можливості контролю таких об'єктів.

На нашу думку, додатково для досягнення результатів доцільним є застосування таких наукових підходів:

– використання для проведення досліджень не одного, а поєднання кількох методів неруйнівного контролю, тобто використання спеціального комплексного підходу;

– більш детальне дослідження зміни проявів магнітного поля та ходу акустичної хвилі залежно від виду дефекту;

– удосконалення існуючих методів НК шляхом підвищення їхньої чутливості;

– проведення аналізу щодо можливості застосування нових інформативних параметрів для обраних об'єктів контролю.

Таким чином, можливе використання запропонованого комплексного підходу та додаткових способів підвищення ефективності досліджень, на нашу думку, допоможе знайти шляхи вирішення актуальної проблеми контролю технологічної обв'язки НПС магістральних нафтопроводів.

Література

1 Самородов А.В. Диагностика и прогнозирование остаточного ресурса взрывозащищенного электропривода насосно-компрессорного оборудования нефтехимических производств / А.В. Самородов // Конкурс: «Обеспечение промышленной и экологической безопасности на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах». – Салават, 2008. – 30 с.

2 Биргер И.А. Техническая диагностика / И.А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 286 с.

3 Филинов М.В. Подходы к оценке остаточного ресурса технических объектов / М.В. Филинов, А.С. Фурсов, В.В. Клюев // Контроль. Диагностика. – 2006. – №8. – С. 6-16.

4 Карпаш О.М. Технічна діагностика систем нафтогазопостачання / О.М. Карпаш, М.П. Возняк, В.М. Василюк. – Івано-Франківськ: Факел, 2007. – 341 с.

5 Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення [Текст]: ДСТУ 2925-94. – [Чинний від 1996 – 01 – 01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1995. – 27 с.

6 Богданов Е.А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования: учебное пособие для ВУЗов // Е.А. Богданов. – М.: Высшая школа, 2006. – 279 с.

7 Биргер И.А. Техническая диагностика // И.А. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.

8 Клюев В.В. Неразрушающий контроль и діагностика: справочник; под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2003. – 386 с.

9 Соснин Ф.Р. Неразрушающий контроль. Справочник: в 8 т.; под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2003. – 2005.

10 Ермолов И.Н. Методы и средства неразрушающего контроля качества / И.Н. Ермолов, Н.Я. Осташин. – М.: Высшая школа, 1988. – 298 с.

11 Сухоруков В.В. Неразрушающий контроль: в 5 кн.; под ред. В.В. Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1992.

12 Дубов А.А. Метод магнитной памяти металла и приборы контроля. – М.: Энергодиагностика, 2001.

13 Алешин Н.П. Методы акустического контроля металлов / Н.П. Алешин. – М.: Машиностроение, 1989. – 182 с.

14 Кузнецов Н.С. Теория и практика неразрушающего контроля изделий с помощью акустической эмиссии / Н.С. Кузнецов. – М.: Машиностроение, 1998.

15 Гриб В.В. Диагностика технического состояния оборудования нефтегазохимических производств / В.В. Гриб. – М.: Изд-во ЦНИИТЭнефтехим, 2002.

Стаття надійшла до редакційної колегії
31.08.12
Рекомендована до друку професором
Грудзом В.Я.