МЕТОДИ І ЗАСОБИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

УДК 620.179+622.323.05

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ТА ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ НАФТОГАЗОВОГО ОБЛАДНАННЯ Й ІНСТРУМЕНТУ ДОВГОТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

© Карпаш О.М.,2005

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Проаналізовано причини відмов нафтогазового обладнання та інструменту. Розроблено засоби і технології неруйнівного контролю та технічної діагностики бурового і нафтогазопромислового обладнання. Передбачено комплекс заходів, які забезпечують ефективне використання розроблених засобів і технологій.

Збільшення обсягів видобутку та транзитного транспортування нафти і газу – один із ключових напрямків розвитку економіки України. Успішне вирішення цього завдання неможливе без збереження, ефективного використання конструкцій, обладнання, інженерних мереж і споруд комплексу (у подальшому обладнання) та дотримання його технологічної безпеки.

Сучасний стан нафтогазової галузі України характеризується такими особливостями:

- понад 70% обладнання відпрацювало нормативний строк експлуатації або близьке до повного вичерпання технічного ресурсу;
- більшість обладнання працює у складних умовах (високі тиски і температури, агресивні корозійні середовища, значні статичні та динамічні навантаження);
- на Україні в останні роки значно зросли як вимоги до екологічної безпеки, так і ризики виникнення екологічних катастроф;
- усе обладнання знаходиться під наглядом Держнаглядохоронпраці України.

Через економічні труднощі держави, у тому числі нафтогазового комплексу, особливо гостро стоїть проблема повного технічного, а не нормативного, використання ресурсу обладнання, інженерних мереж та конструкцій.

Аналіз аварійності обладнання показує, що загальна кількість відмов та розподіл їх за видами за останні 30 років суттєво не змінилися. Основну частку відмов (50%) складають і мають тенденцію до збільшення корозійно-втомні пошкодження, руйнування зварних з'єднань, зношення, втрата міцності і герметичності обладнання (рис. 1, рис.2).

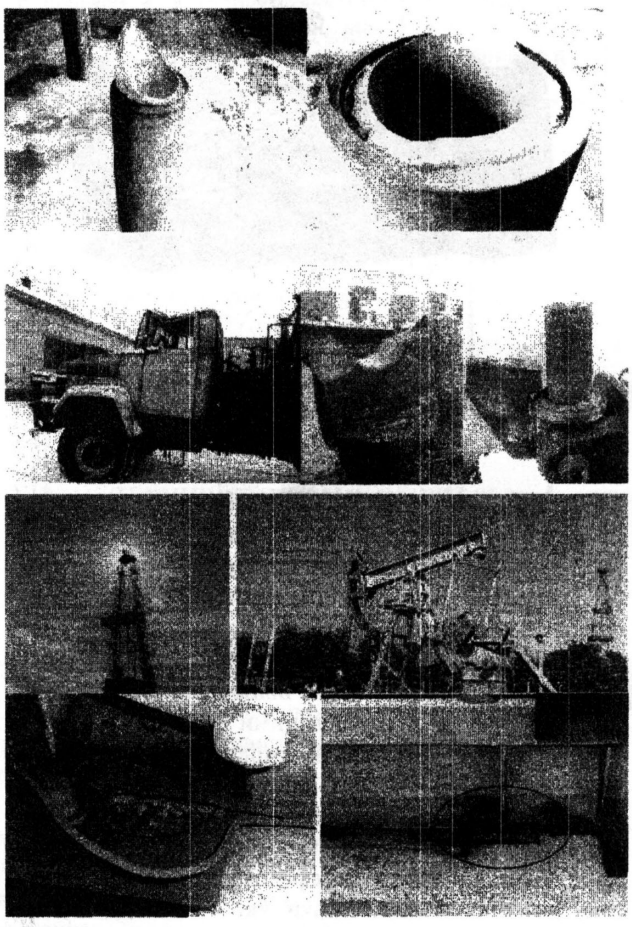


Рис. 1. Характерні дефекти нафтогазопромислового обладнання

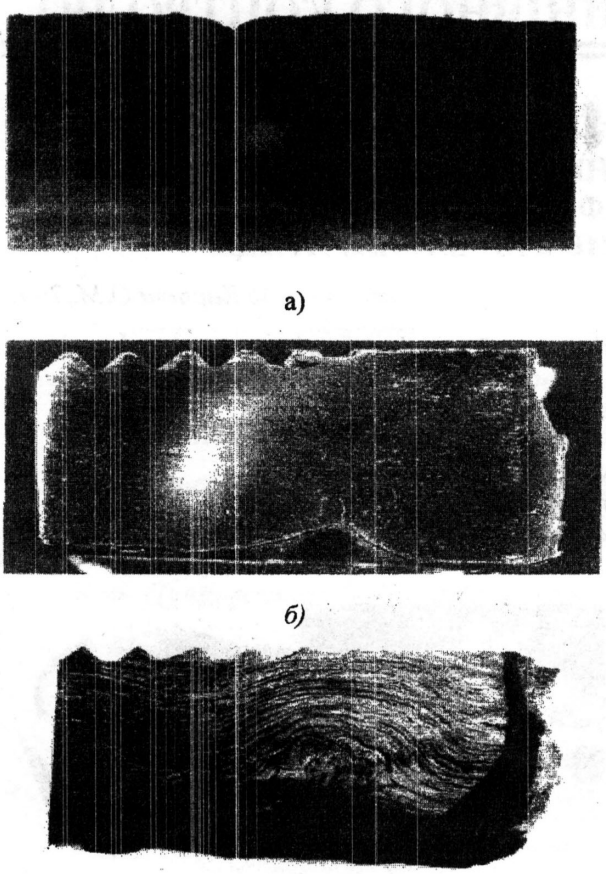


Рис. 2. Характерні дефекти у висадженій частині бурильних труб: втомні тріщина (а, б), перегин волокон (в)

Узагальнюючи причини відмов обладнання, слід зазначити, що вони, як правило, зумовлені організаційними і технічними причинами трьох типів:

- неправильною експлуатацією обладнання, наприклад, під час навантажень, більших за допустимі;
- неправильним виготовленням, коли параметри елементів трубних колон не відповідають проектним характеристикам. Так, за даними Б.Дейла та М.Майєра, у США на трубних базах після перевірки обсадних труб на відповідність до вимог стандартів Американського нафтового інституту відбраковується близько 20% загальної кількості навіть нових труб;
- відсутністю високоефективних методів і засобів для об'єктивної оцінки якості обладнання та з'єднань його елементів протягом усього строку експлуатації.

У більшості випадків на практиці спеціалісти зустрічаються з одночасною дією двох, а інколи й трьох наведених вище випадків.

Одним із найефективніших способів попередження відмов обладнання, забезпечення працездатності його елементів у процесі експлуатації, є контроль технічного стану методами та засобами неруйнівного контролю з подальшим вилученням дефектних елементів з експлуатації і технічна діагностика.

В Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу та науково-виробничій фірмі "Зонд" упродовж багатьох років проводяться наукові та прикладні дослідження зі створення та широкого впровадження засобів неруйнівного контролю та технологій технічної діагностики бурового та нафтогазопромислового обладнання в нафтову галузь.

Слід зазначити, що впровадження методів і засобів неруйнівного контролю та технічної діагностики нафтогазового обладнання й інструменту є одним із завдань Національної програми "Нафта і газ України до 2010 року" та "Державної програми розвитку робіт з видобування нафти і газу в українському шельфі Азовського та Чорного морів", Державної науково-технічної програми "Ресурс" (Постанова Кабінету Міністрів України від 08.10.2004 р. №1331). Окрім того, за нашою ініціативою була розроблена, затверджена та реалізована галузева науково-технічна програма на 1997-2001 та 2002-2007р.р. "Створення, освоєння серійного випуску та впровадження у виробництво технічних засобів і технологій неруйнівного контролю і технічної діагностики трубних колон, бурового, нафтогазопромислового обладнання й інструменту в процесі розробки нафтових родовищ на суші та морських акваторіях".

У ході реалізації цього завдання були визначені два пріоритети які полягають у комплексному підході до вирішення проблеми, а саме (рис.3):

1. Розроблені засоби повинні давати можливість оцінювати технічний стан об'єктів нафтогазового комплексу не тільки за одним параметром, наприклад, за відсутністю дефектів типу порушення суцільності матеріалу, як це було прийнято раніше, але й здійснювати контроль відповідності герметичних і фізико-механічних характеристик до своїх нормованих значень.

2. Необхідно передбачити комплекс заходів, які забезпечували б ефективне використання розроблених засобів і технологій, а саме:

- методичне забезпечення – розробка та впровадження нормативних документів рівнів ДСТУ, ГСТУ, СОУ, СТП та ін.;
- кадрове забезпечення – організація в галузі сертифікації фахівців з неруйнівного контролю;
- сертифікація засобів і атестація методик неруйнівного контролю, акредитація служб (лабораторій) неруйнівного контролю.

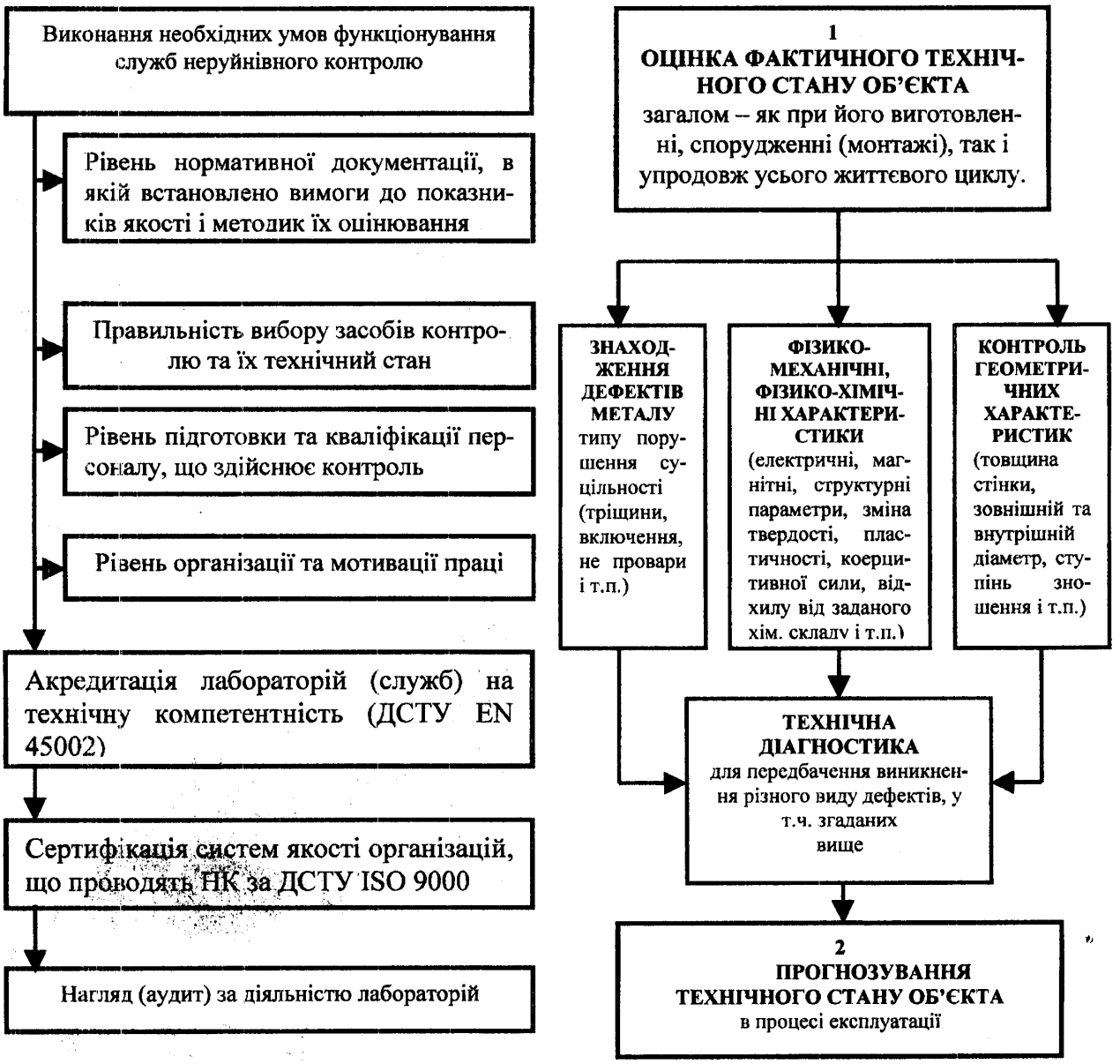


Рис. 3. Пріоритети комплексного підходу до неруйнівного контролю та технічної діагностики

Основними науковими завданнями, що потребували вирішення, були такі:

1) дослідження особливостей взаємодії зовнішніх фізичних (ультразвукових, електромагнітних, теплових) полів з конкретними об'єктами контролю, у т.ч. за наявності в них типових дефектів та відхилень певних параметрів від нормованих значень;

2) розробка нових (магнітний, тепловий) та удосконалення існуючих (вихрострумовий, ультразвуковий, ЕМА) методів виявлення дефектів у металоконструкціях;

3) вимірювання фізико-механічних характеристик матеріалу обладнання та дослідження їх зміни в процесі його експлуатації;

4) контроль напружено-деформованого стану матеріалу обладнання неруйнівними методами;

5) розробка методики прогнозування залишкового ресурсу обладнання за результатами достовірної оцінки їх технічного стану.

У результаті проведених теоретичних та експериментальних досліджень одержано такі найсуттєвіші результати.

Уперше були розроблені та реалізовані нові підходи до оцінки якості різьбових з'єднань бурового обладнання та інструменту на різних етапах його експлуатації. Вони включають не лише виявлення засобами неруйнівного контролю дефектів типу порушення суцільності металу (тріщини, раковини, непровари, включення), але й дають змогу вимірювати параметри, що визначають його експлуатаційні характеристики – міцність та герметичність [1].

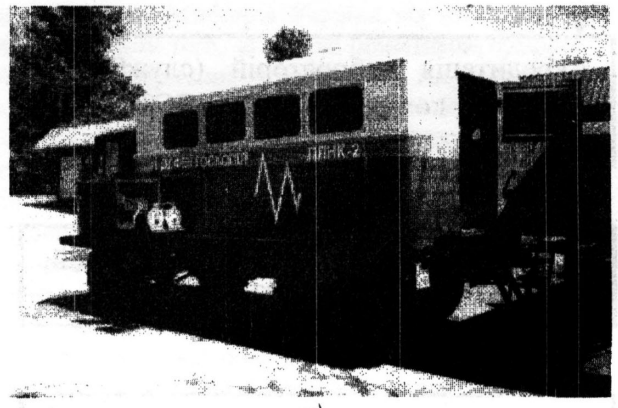
Проведеними дослідженнями встановлено, що за нові інформаційні діагностичні ознаки якості різьбових з'єднань слід брати: під час згвинчування – момент досягнення у найбільш навантажених елементах різьбового з'єднання напружень, близьких до межі текучості матеріалу; після згвинчування і в процесі експлуатації – величину фактичної площі дотику та рівень радіальних деформацій у спряжених елементах [2]. Завдяки цьому виконано важливі роботи з оцінки напружено-деформованого стану різьбових з'єднань, одержано аналітичні вирази для розрахунку напружень і переміщень у різьбовому з'єднанні, розроблено новий підхід до визначення поширення пружних хвиль у попередньо напружених матеріалах [3]. Обґрунтовано також доцільність застосування ультразвукового методу неруйнівного контролю для визначення цих параметрів. Теоретично та експериментально встановлено характер взаємозв'язку між експлуатаційними характеристиками різьбових з'єднань та параметрами ультразвукового методу контролю [4].

Подальший розвиток отримали і методи визначення фізико-механічних характеристик (ФМХ) металевих конструкцій, зокрема: розроблено методику ідентифікації марки сталі і групи міцності обладнання на базі визначених ФМХ і відсоткового вмісту вуглецю на основі теоретичних підходів нечіткої логіки [5]; розроблено нову конструкцію накладного вихрострумового перетворювача, за якої вплив асиметрії основних та паразитних параметрів на його вихідний сигнал виключається вже на стадії конструювання перетворювача [6]; розроблено методику визначення допустимого навантаження на бурову вежу на основі визначених у процесі експлуатації фактичних ФМХ матеріалу [7].

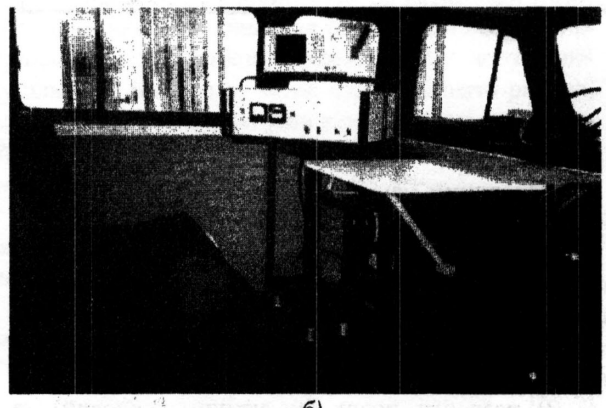
Окрім того, досліджено просторову структуру імпульсних полів з метою формування поля випромінювання в ближній та перехідній зонах [8, 9], методи та засоби контролю сталевих обсадних труб як перед опусканням у свердловину, так і безпосередньо у свердловині [10, 11]. Розроблено нові способи підвищення інформативності та вірогідності ультразвукового контролю шляхом використання складних зондуючих сигналів (фазомодульований код Баркера) та через застосування процедури параметричної ідентифікації дефектів [12, 13, 14]. Запропоновано використовувати матричний метод для розрахунку ультразвукового тракту під час контролю плоских багатошарових неоднорідних структур [15].

Результати проведених теоретичних та експериментальних досліджень були покладені в основу розробки нових технічних засобів неруйнівного контролю. Виходячи з вимог виробництва, технічні засоби розроблялись у різних варіантах їх конструктивного виконання, а саме: стаціонарні, пересувні, переносні, окремі прилади та сервісні пристрої. Так, для районів буріння, де свердловини розташовані відносно компактно і є можливість автомобільного зв'язку, раціонально застосовувати пересувні лабораторії (рис. 4, 5) на базі автомобілів з двома ведучими мостами (УАЗ-3741, ГАЗ-66 та ін.) - лабораторії ПЛНК-2, ПЛНК-5 [16].

Для умов баз виробничого обслуговування були розроблені стаціонарні установки (рис. 6, рис. 7), які дозволяють проводити комплексний неруйнівний контроль якості труб нафтового сортаменту-установки СОТ-1 [17] та АКНК [18].

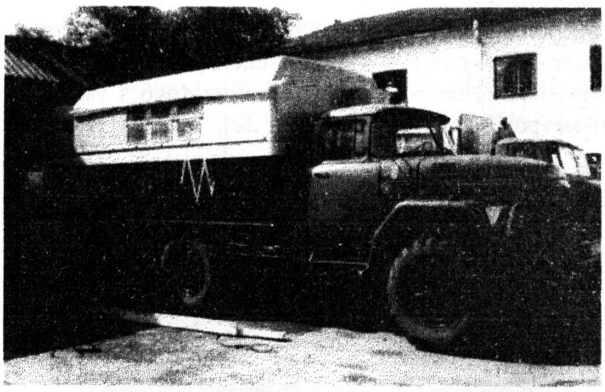


а)

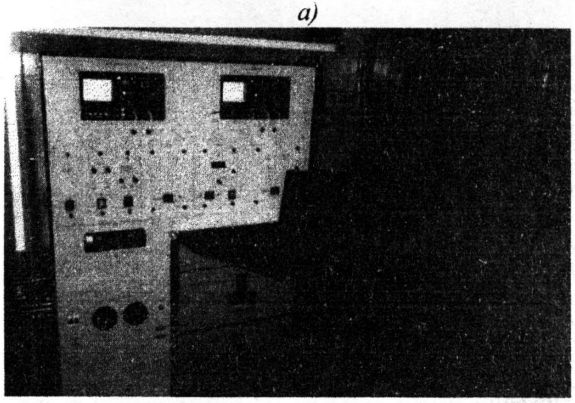


б)

Рис. 4. Пересувна лабораторія ПЛНК-2: загальний вигляд (а) та робочий салон (б)



а)



б)

Рис. 5. Пересувна лабораторія ПЛНК-9: загальний вигляд (а) та робочий салон (б)

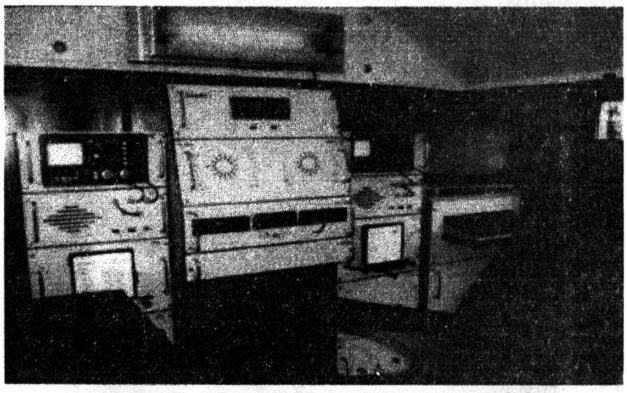


Рис. 6. Автоматизований комплекс неруйнівного контролю (робочий салон))

Установка СОТ-1 складається з електромеханічної (механізм обертання і подачі труб та пульт управління) і електронно-ультразвукової (ультразвукові прилади для неруйнівного контролю, блок сигналізації та блок обробки і реєстрації на базі промислового комп'ютера) частин.

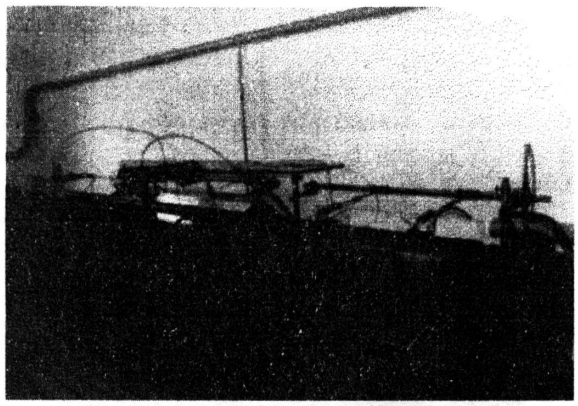


Рис. 7. Стаціонарна установка для комплексного неруйнівного контролю обсадних труб СОТ-1

Внаслідок збільшення об'ємів глибокого буріння у важкодоступних нафтогазовидобувних районах Сибіру, Середньої Азії, Кавказу, на континентальному шельфі, де використання пересувних лабораторій, а також стаціонарних установок типу СОТ-1 недоцільне, виникла необхідність виготовляти переносні мобільні установки, які можна було б доставляти до місця використання будь-яким видом транспорту (вертоліт, катер, тягач). Тому були розроблені переносні малогабаритні установки типу "Зонд", УКС-1 [19], "Контакт-1" [20, 21] – рис. 8 та рис. 9 відповідно.

У процесі теоретичних і експериментальних робіт арсенал розробок постійно поповнювався новими засобами та приладами. Вони використовувалися для комплектації раніше розроблених пересувних лабораторій та переносних установок. Вказані технічні засоби призначені для неруйнівного контролю ряду основних показників якості бурового і нафтогазового обладнання й інструменту, а саме:

- дефектів типу порушення суцільності металу (тріщини, в тому числі і корозійно-втомні, раковини, пори, непровари та ін.);

- геометричних характеристик (товщина стінки, величина зносу, в тому числі корозійного, овальність тощо);
- фізико-механічних характеристик (границя текучості, твердість, коерцитивна сила, магнітна проникність та ін.);
- міцності та герметичності різьбових з'єднань з натягом.

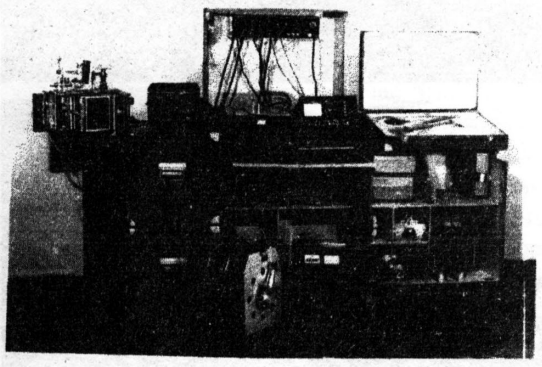


Рис. 8. Малогабаритна установка УКС-1 для контролю якості згвинчування обсадних труб

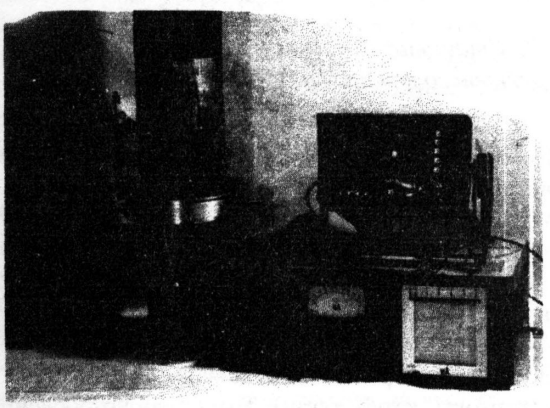


Рис. 9. Малогабаритна установка „Контакт-1" для контролю якості згвинчування обсадних труб підвищеної герметичності

Також було розроблено ряд автоматизованих технічних засобів (ПТУ-2, СІГМА-5Т, ряд сканерів та п'єзоперетворювачів), які дають змогу виявляти дефекти поздовжньої та поперечної орієнтації в тілі труб та дефекти поперечної орієнтації в різьбовій частині труб.

Прилад для визначення фізико-механічних характеристик стальних бурильних і насосно-компресорних труб СІГМА-5Т (рис. 10, *а*) призначений для проведення безконтактного неперервного контролю груп міцності і визначення границі текучості нових і тих, що були в експлуатації, стальних бурильних і насосно-компресорних труб з умовним діаметром від 60 до 140 мм [6, 22].

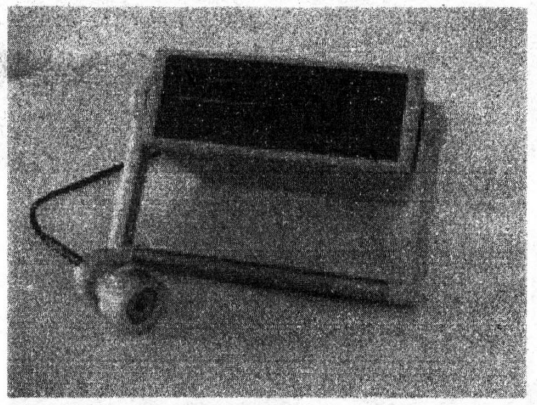
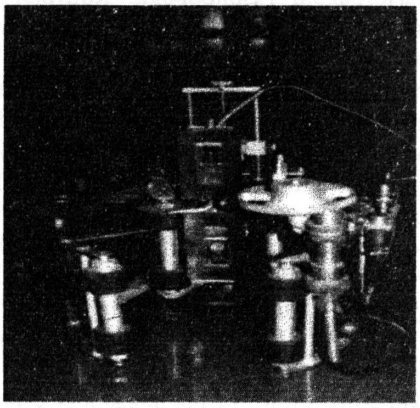


Рис. 10. Прилад СІГМА-Т для контролю груп міцності та визначення границі текучості труб нафтового сортаменту

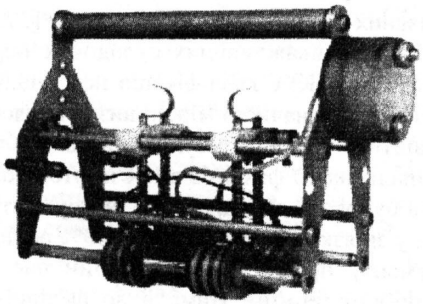
Товщиномір-приставка ПТУ-2 (рис. 11) розроблений для роботи сумісно з ультразвуковим дефектоскопом УД2-12, що дозволяє одночасно проводити як вимірювання товщини стінки виробу, так і контроль на наявність корозії його внутрішньої поверхні і дефектів заводського та експлуатаційного походження, недоступних візуальному огляду [23]. Можливість спостереження луна-сигналів на екрані ультразвукового дефектоскопа дає змогу оператору підвищити достовірність оцінки якості контрольованого виробу (конструкції). Для автономної перевірки працездатності і налагоджування приладу передбачено імітатор товщини. Товщиномір-приставка ПТУ-2 має аналоговий вихід для підключення стандартного реєструючого пристрою. Як контактна рідина використовується технічна вода.

Рис. 11. Приставка-товщиномір ПТУ-2 для неперервної товщинометрії

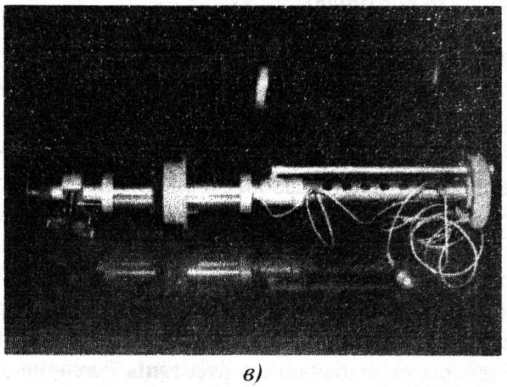
На рис. 12, *а* показано сканери для контролю якості згвинчування різьбових з'єднань [24, 25]; на рис. 12, *б* – ультразвуковий блок АБ-ВБТ-Р, що використовується для дефектоскопії зсередини різьбових кінців ВБТ [26].



а)



б)

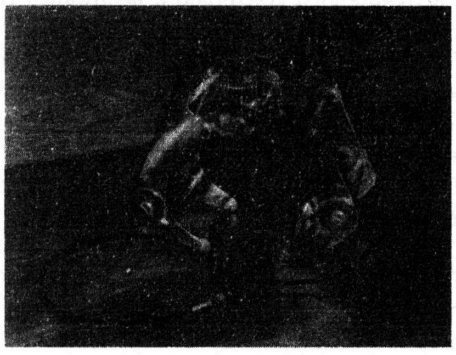


в)

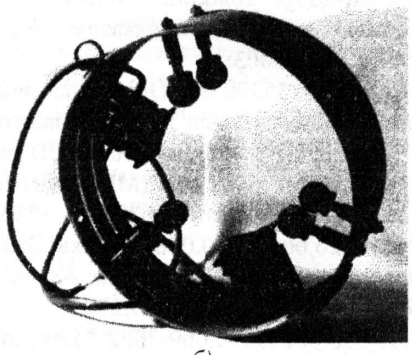
Рис. 12. Сканери для контролю якості згвинчування різьбових з'єднань бурильних (а), насосно-компресорних (б) та ведучих бурильних труб (в)

Сканери різної конструкції (рис. 13) служать для розміщення і закріплення в них п'єзоперетворювачів під час контролю труб різних типорозмірів і для забезпечення надійного ультразвукового контакту шляхом щільного притискання робочої поверхні ПЕП до труби.

Вказані засоби впроваджені практично на всіх бурових та нафтогазовидобувних підприємствах України та на підприємствах нафтогазового комплексу країн СНД.



а)



б)

Рис. 13. Сканери дефектоскопії різьбових з'єднань (а) та контролю якості їх згвинчування(б)

Розроблено, затверджено та впроваджено понад 30 нормативних документів різного рівня з неруйнівного контролю основних видів нафтогазового обладнання (у т.ч. для всіх типів труб, що знаходяться в експлуатації). У цих нормативних документах регламентовано:

- обсяги, види та технології проведення контролю;
- бракувальні критерії по кожному об'єкту контролю;
- періодичність неруйнівного контролю;
- методи ідентифікації проконтрольованих виробів;
- алгоритм дії персоналу після проведення контролю.

Перелік основних нормативних документів включає в себе:

- ДСТУ 4001-2000 Еталонний зразок для калібрування при ультразвуковому контролі;

- ДСТУ 4002-2000 Зварні шви по сталі. Еталонний зразок № 2 для ультразвукового контролю зварних швів;

- ГСТУ 320.02829777.001-95 Положення про службу неруйнівного контролю в нафтовій і газовій галузях. – Держнафтогазпром України. – 1996;

- ГСТУ 320.02829777.002-95 Інструкція по проведенню неруйнівного контролю нарізних труб нафтового сортаменту в процесі їх експлуатації - Держнафтогазпром України, 1996;

- ГСТУ 320.02829777.013-99 Рекомендації про проведенню неруйнівного контролю бурового обладнання – Міністерство енергетики України, 2000,

- ГСТУ 320.02829777.014-99 Неруйнівний контроль та оцінка технічного стану металоконструкцій бурових веж у розібраному і зібраному станах. – Міністерство енергетики України, 2000;

- СТП 320.00135390.066-2002 Діагностування фонтанних арматур, колонних головок та іншого гирлового обладнання. - Затв. наказом ВАТ „Укрнафта" №89 від 24.03.2003;

- СТП 320.00135390.067 Оцінка технічного стану вежових підйомників для збирання баштових веж (ПВК-1, ПВУ-35, ПВ2-45, ПВ-5-60, ПВЛ) та механізмів підіймання щоглових веж (МПВ, МПВА). - Затв. наказом ВАТ „Укрнафта" №247 від 30.09.2003;

- СТП 320.00135390.068 Оцінка фактичного технічного стану основ бурових веж - Затв. наказом ВАТ „Укрнафта" №248 від 30.09.2003;

- СТП 320.00135390.069-2002 Методика технічного діагностування для продовження терміну експлуатації відамортизованого обладнання для видобутку нафти і газу - Затв. наказом ВАТ „Укрнафта" №118 від 15.04.2003;

- СТП 320.00135390.070-2001 Методики технічного діагностування для продовження терміну експлуатації технологічного транспорту і спецтехніки - Затв. наказом ВАТ „Укрнафта" №138 від 13.05.2003;

- СТП 320.00135390.071-2002 "Методика технічного діагностування для продовження терміну експлуатації відамортизованого обладнання для ремонту свердловин - Затв. наказом ВАТ „Укрнафта" №216 від 26.08.2003;

- СОУ 60.3-30019801-007:2004 Магістральні газопроводи. Неруйнівний контроль при капітальному ремонті - Затв. наказом ДК „Укртрансгаз" №255 від 10.08.2004;

- СОУ 11.1-20077720:2004 Арматура фонтанна та головки колонні. Контроль технічного стану. Методи неруйнівні - Затв. наказом НАК „Нафтогаз України" №439 від 16.08.2004;

- СОУ 11.2-30019775-044:2005 Засоби для капітального ремонту свердловин. Підіймальне обладнання. Вежі та лебідки. Контроль технічного стану - Затв. наказом ДК „Укргазвидобування" №365 від 06.07.2005;

- СОУ 11.2-30019775-053:2005 Засоби для капітального ремонту свердловин. Обладнання та інструмент. Контроль технічного стану - Затв. наказом ДК „Укргазвидобування" №512 від 27.09.2005.

На даний час розробляються такі стандарти:

- Магістральні газопроводи. Контроль якості зварювання (стандарт ДК „Укртрансгаз" у стадії затвердження);

- Технологічні трубопроводи, що працюють під тиском до 10 МПа. Правила технічної експлуатації (стандарт ДК „Укртрансгаз" у стадії погодження);

- Контроль технічного стану насосних штанг (у стадії розробки).

Впровадження вказаних технічних засобів і методик на бурових підприємствах і базах виробничого обслуговування підприємств нафтогазової галузі України дали змогу підвищити рівень експлуатаційної безпеки обладнання шляхом оцінки його фактичного технічного стану та продовження строку експлуатації, що призвело до зменшення кількості аварій, пов'язаних з відмовами та поломками [27, 28].

Однією з найважливіших складових неруйнівного контролю (НК) є кваліфікація персоналу, який його виконує, що значною мірою визначає достовірність та відтворюваність результатів контролю. Вимоги до кваліфікації фахівців з НК нафтогазопромислового та бурового обладнання й інструменту значно зросли у зв'язку з тим, що понад 60% обладнання та інструменту працює довготривалий час (понад амортизаційний термін). Вимоги до фахівців з НК зростають ще й через ускладнення технічних засобів і технологій контролю.

З метою підвищення ефективності системи атестації в нафтогазовій галузі в Україні з 1995 року було впроваджено централізовану підготовку і атестацію фахівців з НК. Зокрема, Українське товариство з НК створило при НВФ "Зонд" центр атестації фахівців з НК нафтогазового обладнання та інструменту. Були розроблені програми навчання та атестації фахівців, процедури проведення екзаменів. Атестація фахівців була наближеною до вимог Європейських норм EN 473 "Кваліфікація і сертифікація персоналу в галузі НК. Основні принципи". Цим документом передбачається атестація фахівців з НК за трьома рівнями (перший – найнижчий, третій – найвищий). На роль екзаменаторів були залучені фахівці третього рівня кваліфікації, які, у свою чергу, були атестовані Національним атестаційним комітетом з НК Українського товариства з НК та технічної діагностики. До складу комісії обов'язково входить і представник Держнаглядохоронпраці України.

З метою підвищення рівня професійної підготовки, атестації і сертифікації фахівців з НК, які виконують роботи на підконтрольних Держнаглядохо-

ронпраці об'єктах були розроблені "Правила атестації фахівців з неруйнівного контролю" (ДНАОП 0.00-1.27-97), які гармонізовані з вимогами EN 473 (ГОСТ 30489-97) та EN 45031 (ГОСТ 30488-97). На базі цих "Правил..." при асоціації незалежних експертів України "Укрексперт" створено незалежний Орган із сертифікації персоналу з НК (ОСП), який у 1990 році був акредитований у TGA (Німеччина). Головна функція ОСП – організація і проведення робіт із сертифікації фахівців з НК. У 1998 р. ОСП видав Атестаційному центру при НВФ "Зонд" дозвіл на право проведення підготовки і атестації фахівців з НК об'єктів нафтогазової галузі.

Атестація фахівців проводиться за результатами здавання ними трьох екзаменів: загального (знання фізичних основ методу контролю), спеціального (знання технологій контролю, апаратури, методик, техніки безпеки) і практичного. При успішному здаванні іспитів ОСП видає фахівцеві посвідчення і сертифікат відповідності, які дійсні протягом трьох років. Під час дії сертифіката ОСП здійснює контроль за роботою фахівця.

Одночасно, з метою підготовки інженерних кадрів у галузі НК нафтогазового обладнання й інструменту, в 1991 році в Івано-Франківському інституті нафти і газу була створена кафедра "Методи та прилади контролю якості". На кафедрі готуються фахівці за спеціальність 7.09.0903 – "Прилади та системи неруйнівного контролю". З 1993р. при НВФ "Зонд" створено філіал кафедри, де студенти одержують практичні навики, ознайомлюються з новими розробками, виконують курсові та дипломні роботи.

Виходячи зі сказаного вище, в Україні функціонує сучасна система підготовки, атестації та сертифікації фахівців з НК нафтогазового обладнання та інструменту. Система визнана на Європейському рівні. Таким чином, було сформульовано, поставлено й реалізовано задачу комплексного – наукового, технічного, технологічного, організаційного та кадрового - забезпечення якості неруйнівного контролю у нафтогазовій галузі України.

1. Про один з підходів до контролю якості скручування різьбових з'єднань у трубах нафтового сортаменту // Карпаш О.М., Бажалук Я.М., Зінчак Я.М., Подільчук Ю.Н., Рубцов Ю.К. Збірн. "Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ" – Львів, 1992, № 29, с. 73-77. 2. Карпаш О.М., Криничний П.Я., Даниляк Я.Б., Козоріз А.В. / Контроль зусилля затяжки обважнених бурильних труб // Техническая диагностика и неразрушающий контроль, 1999, № 2, с.71-74. 3. Карпаш О.М., Рубцов Ю.К. Уточненный анализ отражения пучков высокочастотных упругих волн при поперечном распостранении в цилиндрических волноводах //Межд. научн. журнал «Прикладная механика», т. 30/40, № 3, март 1994. 4. Карпаш О.М., Кийко Л.М., Даниляк Я.Б., Молодецкий И.А. / Об одном из подходов к контролю качества резьбового соединения труб нефтяного сортамента // Техническая диагностика и неразрушающий контроль, 1996, № 4, с. 26-29. 5. Карпаш О.М., Молодецький І.А. Вдосконалення методології визначення групи міцності та ідентифікації марки сталі нафтогазового обладнання та інструменту // Методи та прилади контролю якості. – 1999, № 3, с. 12-13. 6. Криничний П.Я., Молодецький І.А. Прилад для контролю фізико-механічних характеристик труб нафтогазового сортаменту СІГМА – 5Т // Методи та прилади контролю якості. – 1998, № 2, с. 9-10. 7. Молодецький І.А., Карпаш О.М. Бучма І.М. До питання про підвищення точності вихрострумового методу контролю границі текучості нафтогазового інструменту та обладнання // Методи та прилади контролю якості. – 1999, № 3, с. 14-17. 8. Карпаш О.М., Луценко Г.Г., Галаненко Д.В. Дослідження просторової структури поля випромінення п'єзоелектричної пластини довільної форми. //Методи та прилади контролю якості. – 2003, № 11, с.3-9. 9. Карпаш О.М., Луценко Г.Г., Галаненко В.Б. Діаграми спрямованості п'єзоелектричних перетворювачів довільної форми. // Методи та прилади контролю якості. – 2005, № 13, с. 25-28. 10.Карпаш О.М., Криничний П.Я., Козоріз А.В. Контроль екстремальних значень товщини стінки труб нафтового сортаменту // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 200, № 4, с. 47-49. 11. Карпаш О.М., Зінчак Я.М., Криничний П.Я., Векерик В.В. Оцінка технічного стану обсадних колон // Збірник наукових праць. Серія Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів, випуск 7, Неруйнівний контроль конструкційних та функціональних матеріалів. – Львів, 2002, с.27-30. 12. Степура О.І., Карпаш О.М., Молодецький І.А. Поліпшення оцінки амплітуди сигналів в ультразвуковій дефектоскопії //Технічна діагностика і неруйнівний контроль. – 1997, № 4, с.19-21. 13. Карпаш О.М., Степура О.І., Вісков О.В. До питання підвищення точності вимірювань у процесі ультразвукової дефектоскопії // збірник наукових праць "Фізичні методи та засоби контролю середовища, матеріалів та виробів" (Леотест 2000). –Київ-Львів. –2000, с.25-27. 14. Степура А.И., Карпаш О.М., Висков А.В. Идентификация параметров дефектов с применением специальных зондирующих сигналов //Материалы П Междун. Конф. "Компьютерные методы и обратные задачи в неразрушающем контроле и диагностике", -Минск: - 1998, с.315-317. 15. Кононенко М.А., Карпаш О.М. Розрахунок параметрів гармонійних пружних хвиль, розповсюджених у багатошарових структурах

//Методи та прилади контролю якості. – 1997, № 1, с.40-45. 16. Карпаш О.М., Криничний П.Я., Молчанов М.О. /Пересувна установка для комплексного НК нафтогазового інструменту та обладнання. – Зб. наук. праць «Фізичні методи та засоби контролю середовища матеріалів», вип. 5, Київ-Львів, 2000, с.28-31. 17. Карпаш О.М., Даниляк Я.В., Молодецький І.А., Молчанов М.О. / Стаціонарна установка "Сот-1" для автоматизованого НК стану обсадних труб. –МНТЖ "Техническая диагностика", № 4, 1999, с.80-83. 18. Карпаш О.М., Криничний П.Я., Козоріз А.В. / Автоматизований комплекс неруйнівного контролю бурового інструменту АКНК-1. – НТЖ "Методи та прилади контролю якості" № 6, 2000, с.15-18. 19. Карпаш О.М., Криничний П.Я, Молчанов М.О., Вісков О.В. / Мобільні засоби комплексного контролю якості труби. - 6 Міжнародної конференції "Нафта і газ 2000", м. Івано-Франківськ, с. 206-208. 20. Карпаш О.М., Ильницкий Й.В., Степура А.И. /Ультразвуковое устройство для измерения контактных давлений. –А.с. № 1746297 БИ №25,1992 г. 21. Карпаш О.М., Бажалук Я.М., Молчанов Н.О., Смерека А.С. / Способ ультразвукового контроля контактных напряжений. – А.с. № 1719980, БИ №14, 1992 г. 22. Молодецький І.А. Визначення фізико-механічних характеристик нафтогазового інструменту // Методи та прилади контролю якості. – 1997. – №1. – С.65-66. 23. Карпаш О.М. , Криничний П.Я. / Прилади для безперервного вимірювання товщини стінки металоконструкції . - Матеріали Н-Т конференції "Сучасні прилади, методи і технології неруйнівного контролю" Івано-Франківськ, 1996р., с. 59-60. 24. Карпаш О.М., Ковалив Б.И. / Устройство неразрушающего контроля цилиндрических изделий. – А.с. № 1783417, БИ №47, 1992 г. 25. Карпаш О.М. / Способ ультразвукового контроля качества сборки соединений с натягом. – А.с. № 1728782 БИ №23, 1992 г. 26. Карпаш О.М., Футерко Л.Б., Молчанов Н.А., Зинчак Я.М. / Устройство для ультразвукового контроля труб с внутренней стороны. – А.с. № 1610367 /СССР/ БИ №44, 1990. 27. Карпаш О.М., Крыжанивский Е.И., Молодецкий И.А. / Неразрушающий контроль и техническая диагностика бурового и нефтепромыслового оборудования. - XII International scientific - technical conference, Cracow. 21-22 June, vol. 1, 2001 - С.205-208. 28. Карпаш О.М., Зінчак Я.М., Даниляк Я.Б., Кийко Л.Н. / Способ разборки замковых соединений бурильных труб. – Патент України № 2362, патент РФ . – Патент-аналог Российской Федерации № 2039201.

УДК 620.179

ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПТУАЛЬНИХ ПІДХОДІВ ДО НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

© Кісіль І.С., Карпаш О.М., Зінчак Я.М., 2005
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

© Даниляк Я.Б., Цюцяк І.І., 2005
Науково-виробнича фірма „Зонд", м. Івано-Франківськ

Показаний практичний досвід впровадження комплексного підходу якості неруйнівного контролю в нафтогазовій галузі України, який передбачає організаційне, науково-технічне, технологічне, методичне та кадрове забезпечення.

21 листопада 2005 р. науково-виробнича фірма (НВФ) „Зонд" (м. Івано-Франківськ) відзначає 15-ту річницю від дня свого заснування. Вона утворена на базі відділу неруйнівного контролю Івано-Франківського інституту (зараз – національний технічний університет) нафти і газу і всі ці роки цілеспрямовано і комплексно працює в напрямку забезпечення експлуатаційної надійності об'єктів довготривалої експлуатації: розробляє сучасні технічні засоби, технології, стандарти різних рівнів (національні, галузеві, стандарти об'єднань підприємств – ВАТ „Укрнафта", ДК „Укртрансгаз", ДК „Укргазвидобування" та ін.), а також надає послуги з технічного діагностування об'єктів нафтогазового комплексу, з сертифікації продукції, з підготовки й атестації фахівців з неруйнівного контролю.