

$$K = \begin{bmatrix} K_1 & 0 \\ 0 & K_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_1^s & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & K_{12}^s \\ K_{12}^s & K \end{bmatrix}; \quad (26)$$

$$K_{12}^s = \begin{bmatrix} \varphi_1(a) \varphi_1(a) \cdots \varphi_N(a) \varphi_1(a) \\ \varphi_1(a) \varphi_N(a) \cdots \varphi_N(a) \varphi_N(a) \end{bmatrix}; \quad (27)$$

$$K_{12}^s = \begin{bmatrix} 0 & 0 \cdots & 0 & -k & \varphi_1(a) & 00 \\ 0 & 0 \cdots & \dots & -k & \varphi_2(a) & 00 \\ 0 & 0 \cdots & 0 & -k & \varphi_N(a) & 00 \end{bmatrix}. \quad (28)$$

Для електронних схем можливий поблочний розрахунок з наступним об'єднанням в загальну РС на основі законів електротехніки. Для вібраційних полів також відомий такий метод, однак, в цьому випадку задача значно ускладнюється внаслідок тривимірного характеру вібранапружень. Крім того, значні труднощі виникають при спробі розглянути поелементно конструкції, в яких власне вузли з'єднань не досить малогабаритні, щоб можна було вважати їх точковими. Наведені в [3, 4] види мод коливань, які застосовують при одержанні рівнянь динамічної рівноваги, часто не є незалежними для двох окремих елементів. Справді, їх важко розділити для елементів зі значною поверхнею контакту, наприклад, для колектора і фундаменту конструкції. Тут можливе розділення мод на внутрішні φ_i^s та граничні φ_j^s [1, 3, 4].

На сучасному рівні розробки програмних засобів домінуючим став об'єктно-орієнтований підхід. Він дає змогу маніпулювати не дрібними дозами інформації, а зразу її значними обсягами,

що тісно пов'язані з фізичними об'єктами, які вони моделюють. Запропонований у даній роботі спосіб побудови РС вібраційних полів у конструкції газоохолодника повністю можна реалізувати програмно на основі об'єктно-орієнтованого методу. Справді, параметри, що описують даний елемент конструкції можна розділити на дві групи: зовнішні λ_j^s і внутрішні λ_i^s . Очевидний зв'язок: $\varphi_i^s - \lambda_i^s$; $\varphi_j^s - \lambda_j^s$. Основний признак РС, що наведений в даній роботі - це ієрархічність. Тобто можливість уточнювати вібраційні поля в небезпечних зонах на основі побудови ієрархічних вкладених моделей. Цей же спосіб є характерним для методології об'єктно-орієнтованого програмування. Об'єкти можуть бути піделементами інших об'єктів.

Цей підхід реалізовано в програмному комплексі GACT. Комплекс є працездатним на найпоширеніших комп'ютерах РС АТ починаючи з 286 моделі. Конденсація на фізичному рівні параметрів моделі дали можливість уникнути обробки громіздких масивів як вхідної, так і проміжної інформації і включити блок оптимізації, пошуку оптимальної вібропоглинаючої системи.

1. Дружештский И.А. Механические цепи. Л., 1997. 2. Корейв Б.Г., Резников Л.М. Динамические гасители колебаний // Теория и технические приложения. М., 1988. 3. Benfield W.A., Hrufo R.F. Vibration Analysis of Structures by Component Mode Substitution // AIAA Jour. 1971. Vol. 9. No. 7. P.1155-1261. 4. Hurlt W.C. Dynamic Analysis of Struktural System Using Component Models // AIAA Jour. 1965. Vol. 3. No. 4. P.678-685.

НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ ТА ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА НАФТОГАЗОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНСТРУМЕНТУ

© 1997, О.М.Карпаш

НВФ "ЗОНД", м.Івано-Франківськ

Проаналізовано сучасний стан неруйнівного контролю та технічної діагностики нафтогазового обладнання та інструменту, зокрема його складових частин (організаційне, технічне, методичне та кадрове забезпечення). Визначено основні завдання по кожному напрямку та шляхи їх реалізації.

Забезпечення народного господарства паливно-енергетичною сировиною за рахунок збільшення обсягів видобутку нафти і газу - є однією із найважливіших економічних проблем України. Національна програма "Нафта і газ України до 2010 року" та "Державна програма розвитку робіт по видобутку нафти і газу в

українському шельфі Азовського та Чорного морів" передбачають значне збільшення обсягів та темпів спорудження нафтових і газових свердловин при їх оптимальній собівартості та виконанні вимог екологічної безпеки. Тільки в 1996 р. в Україні має бути пробурено 426 тисяч

метрів гірських порід та введено в експлуатацію 169 свердловин.

При виконанні вищенаведених робіт особливі вимоги поставлені до експлуатаційної надійності нафтогазового обладнання та інструменту, які тривалий час експлуатують у надзвичайно важких умовах (значні статичні та динамічні навантаження, агресивні середовища, суттєві перепади тисків та температур, тощо).

Одним із найефективніших способів забезпечення працездатності нафтогазового обладнання та інструменту є систематичний контроль їх технічного стану методами неруйнівного контролю та технічної діагностики. Окрім того, методи неруйнівного контролю дають можливість не тільки виявити уже наявні дефекти, але і оцінити технічний стан обладнання та інструменту протягом всього їх життєвого циклу, а також прогнозувати технічний стан об'єкта при експлуатації.

Аналіз аварійності, проведений різними дослідниками, показав, що кількість відмов з нафтогазовим обладнанням та інструментом, особливо трубами, є значною (відбраковується до 20 % навіть нових труб) і має тенденцію до збільшення.

Причинами такого стану є:

- неможливість підприємств через економічну скруту своєчасно поновлювати парк обладнання та інструменту;
- низька якість вітчизняного обладнання та інструменту;
- відсутність надійних технічних засобів та технологій неруйнівного контролю та технічної діагностики;
- низька ефективність від застосування наявних засобів неруйнівного контролю.

Надаючи виняткового значення забезпеченню безаварійної експлуатації устаткування, інструменту та технічного обладнання в нафтовій і газовій галузях та враховуючи науково-технічний потенціал науково-виробничої фірми "ЗОНД", Держнафтогазпром України своїми наказами № 125 від 12.X.1995 р. та № 153 від 09.IX.1996 р. призначив НВФ "ЗОНД" головною організацією Держнафтогазпрому України з розробки, виготовлення та впровадження технічних засобів і технологій неруйнівного контролю і технічної діагностики нафтогазового обладнання та інструменту. НВФ "ЗОНД" доручено вирішувати всі проблеми технічного та методичного забезпечення та підготовки і атестації дефектоскопістів.

Відповідно до вищенаведеного наказу була розроблена та затверджена галузева науково-

технічна програма "Створення, освоєння серійного випуску та впровадження у виробництво комплексу технічних засобів і технологій неруйнівного контролю та технічної діагностики (НКТД) трубних колон, бурового та нафтопромислового обладнання при розробці нафтогазових родовищ на суші і на морських акваторіях, а також забезпечення галузі відповідними кадрами".

Метою програми є інтенсифікація розроблення, прискорення впровадження та забезпечення ефективного використання комплексу спеціалізованих засобів і технологій неруйнівного контролю та технічної діагностики елементів бурильних, обсадних і насосно-компресорних колон, бурового та нафтогазпромислового обладнання при розробці свердловин на суші і в умовах морського буріння.

Пропонована програма передбачає не тільки оснащення галузі технічними засобами контролю нафтогазового обладнання та інструменту, але й вирішення всього комплексу завдань організаційного, методичного та кадрового забезпечення.

Проведений аналіз стану впровадження засобів НКТД на бурових на нафтогазодобувних підприємствах України свідчить про наступне.

Технічне забезпечення. Практично на всіх нафтогазодобувних та бурових підприємствах України функціонують служби дефектоскопії. Вони, переважно, оснащені пересувними дефектоскопічними лабораторіями типу ПЛНК і переносними дефектоскопічними установками типу "Зонд". Апаратура, що входить до складу цих засобів, дає змогу систематично проводити такі види контролю бурильного інструменту та бурового обладнання:

- 1) дефектоскопію різьбових з'єднань практично всіх типів трубних колон та обладнання на наявність дефектів експлуатаційного та заводського походження, переважно корозійно-втомних тріщин;
- 2) дефектоскопію гладкої частини труби і обладнання на наявність дефектів поперечної та поздовжньої орієнтації;
- 3) вимірювання товщини стінки трубних колон та обладнання.

Застосування цих засобів дало змогу суттєво зменшити (з 60 до 18 %) кількість відказів з бурильними трубами по основній причині їх поломки - корозійно-втомному руйнуванню їх різьбових з'єднань. Переважно ці відкази трапляються внаслідок організаційних помилок. Тут простежуються дві основні причини: брак кваліфікації операторів-дефектоскопістів і

неспроможність адміністраторів вчасно організувати чергову перевірку інструменту та обладнання.

Аналіз відказів трубних колон, які застосовують при бурінні, кріпленні та експлуатації нафтових і газових свердловин, проведений останнім часом, показує, що основною причиною їх виходу з ладу є низька надійність різьбових з'єднань через втрату ними герметичності та міцності цих з'єднань.

Все це висуває нові завдання як перед спеціалістами, які проводять розробку та удосконалення труб нафтового сортаменту, а саме створення нових конструкцій різьбових з'єднань підвищеної міцності і герметичності, так і перед розробниками засобів неруйнівного контролю зі створення засобів контролю якості збирання різьбових з'єднань.

Не менш важливим параметром, що характеризує міцнісні властивості трубних колон, є така узагальнена їх характеристика, як група міцності труб. Її достовірне визначення особливо суттєве при компоновці колони з труб, що вже були в експлуатації. З цією метою в нашій організації розроблено серію приладів типу "Сігма" для сортування труб за групами міцності і виміру границі текучості матеріалу труб.

Отже, для технічного забезпечення необхідно:

- оснастити всі служби неруйнівного контролю повним комплексом спеціалізованих технічних засобів;

- атестувати ці служби у відповідних органах на можливість проведення ними необхідних видів контролю.

Методичне забезпечення. Якість проведення неруйнівного контролю в різних організаціях суттєво відрізняється. Основною причиною такого стану є відсутність єдиного методичного підходу для проведення контролю труб нафтового сортаменту. На теперішній час НВФ "ЗОНД" разом з іншими організаціями за завданням Держнафтогазпрому проводить розробку такого нормативно-технічного документу. У цьому документі будуть визначені:

- браковочні критерії по кожному об'єкту контролю;

- методи і обладнання для контролю;

- методики контролю;

- методи ідентифікації проконтрольованих виробів;

- алгоритм дії операторів-дефектоскопістів при оформленні результатів контролю.

При цьому, точне виконання вимог нормативного документу, як прийнято в світовій практиці, буде основним критерієм оцінки якості цього контролю.

Кадрове забезпечення. В основному всі служби неруйнівного контролю галузі укомплектовані операторами-дефектоскопістами. З введенням в Україні Міжнародної системи атестації спеціалістів з неруйнівного контролю всім спеціалістам галузі необхідно пройти атестацію в Національному атестаційному центрі (НАК) України (при інституті електрозварювання ім. Є.О.Патона).

Щодо операторів-дефектоскопістів нафтового комплексу, то вони повинні проходити атестацію в атестаційному центрі, який створений НАК при НВФ "ЗОНД" (м.Івано-Франківськ) - головній організації Держнафтогазпрому України з розробки, серійного виготовлення і експлуатації засобів та технологій неруйнівного контролю нафтогазового інструменту та обладнання.

Отже, для вирішення проблеми підвищення довговічності та експлуатаційної надійності труб нафтового сортаменту та бурового обладнання шляхом їх неруйнівного контролю необхідно покращити технічне, методичне та кадрове забезпечення в сфері неруйнівного контролю.

Для цього в Україні є значний науковий потенціал, матеріальна база і великий досвід. З метою усунення суб'єктивних чинників при проведенні неруйнівного контролю виникає проблема в створенні незалежних від підприємств служб неруйнівного контролю, в розпорядженні яких повинні бути новітні технології, засоби НК та атестовані за міжнародними правилами спеціалісти.