

УДК 620.179+004.032.26+681.2

ПРИЛАД ДЛЯ КОНТРОЛЮ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЕЙ ФМХ-1

© Кісіль І.С., Карпаш М.О., 2005

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

© Вацшиак І.Р., 2005

Науково-виробнича фірма "Зонд", м. Івано-Франківськ

Описаний прилад для визначення границі текучості та границі міцності матеріалу металоконструкцій тривалої експлуатації та принцип його роботи.

Визначення фактичних фізико-механічних характеристик матеріалу металоконструкцій тривалої експлуатації є важливою науково-технічною задачею, вирішення якої дасть змогу оцінювати їх фактичний технічний стан з метою продовження терміну експлуатації.

Найбільш економічно та технічно прийнятними для вирішення цієї задачі є методи неруйнівного контролю характеристик матеріалів.

Відомо, що існуючі методи контролю механічних характеристик сталей (границя текучості, границя міцності, ударна в'язкість, відносне видовження) – магнітний [1] та акустичний [2] - не мають достатньо розвинутої теоретичної бази. На даний момент не існує встановлених аналітичних взаємозалежностей між вимірюваними магнітними чи акустичними і механічними властивостями матеріалів.

Тому для вирішення задачі визначення фізико-механічних характеристик сталей раніше було запропоновано використовувати не один параметр, а кілька параметрів одразу [3]. В результаті теоретичних досліджень і моделювання [4] були вибрані наступні параметри – твердість, теплопровідність та питомий електричний опір. Останній параметр довелося виключити із переліку в силу неможливості його точного вимірювання в польових умовах для феромагнітних виробів. Теоретичне обґрунтування наявності зв'язку між механічними характеристиками і теплопровідністю було дано в [5]. Для підтвердження проведених теоретичних досліджень та розробленого методу визначення механічних характеристик сталей було розроблено та виготовлено експериментальний взірець приладу ФМХ-1.

Дана робота присвячена питанню аналізу будови, принципу роботи розробленого приладу та перспективам його застосування.

Отже, суть запропонованого методу контролю фізико-механічних характеристик сталей, який був реалізований в розробленому приладі, у комплексному врахуванні теплопровідності та твердості. За

умов недостатності вимірювальної інформації, не достатньої формалізованості задачі нелінійної апроксимації границі текучості як функції двох вибраних параметрів, було вирішено застосувати алгоритми штучних нейронних мереж [5].

Вимірювання твердості сталей здійснюється за допомогою серійного твердоміра динамічного ТДМ-1. Для вимірювання теплопровідності та обробки вимірювальної інформації згідно розробленого методу було розроблено прилад, структурна схема якого показана на рис. 1. Блок термодавачів призначений для зняття кривих теплопереносу з певної ділянки об'єкта контролю. Блок обробки інформації призначений для прийняття інформації з блоку термодавачів і твердоміра, її обробки за допомогою алгоритмів штучних нейронних мереж та видачі результатів як на власний рідкокристалічний індикатор (РКІ), так і на персональний комп'ютер (ПК). В якості блоку нагрівача використовується керамічний інфрачервоний нагрівач виробництва фірми Salamapet. Характерними особливостями використовуваного

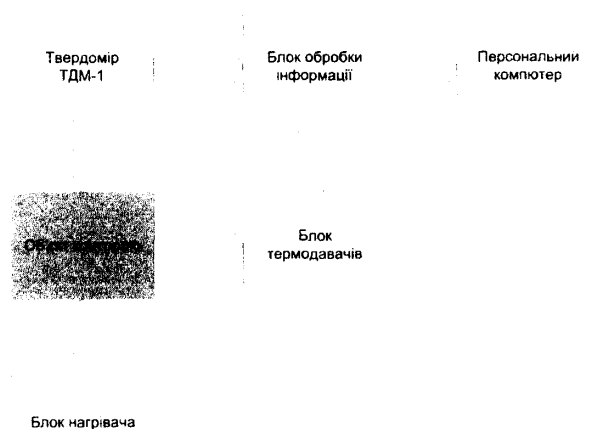


Рис. 1. Функціональна схема приладу ФМХ-1

нагрівача є високий коефіцієнт корисної дії (до 96%), потужність в 1 кВт, безконтактність нагріву, невеликі розміри (в корпусі – 280 x 110 x 120 мм), короткий час виходу на робочий режим (до 5 хвилин). Проте, відносно висока потужність джерела нагріву практично унеможливила роботу приладу від акумуляторних батарей.

Прилад працює наступним чином. Спочатку на попередньо підготовленому об'єкті контролю (очищеному від бруду, продуктів корозії, лакофарбових покриттів) вимірюється твердість. Результат осереднення по п'яти вимірюванням зберігається в пам'яті твердоміра з метою наступної передачі в блок обробки інформації. Далі на поверхню об'єкта встановлюється блок термодавачів та блок нагрівача. Відбувається нагрівання та одночасне вимірювання температурного поля об'єкта контролю. Блок обробки інформації за результатами вимірювань згідно розробленого алгоритму розраховує значення теплопровідності, яке в поєднанні із значенням твердості (передане з пам'яті твердоміра) використовується для визначення границі текучості.

Функціональна схема блоку обробки інформації наведена на рисунку 2. Блок термодавачів складається з давачів 1-6. Давач 7 використовується для усунення температурної похибки, що виникає внаслідок зміни температури зовнішнього середовища. Ключі 1-7 використовуються для почергового під'єднання давачів до блоку підсилювача сигналів первинних перетворювачів.

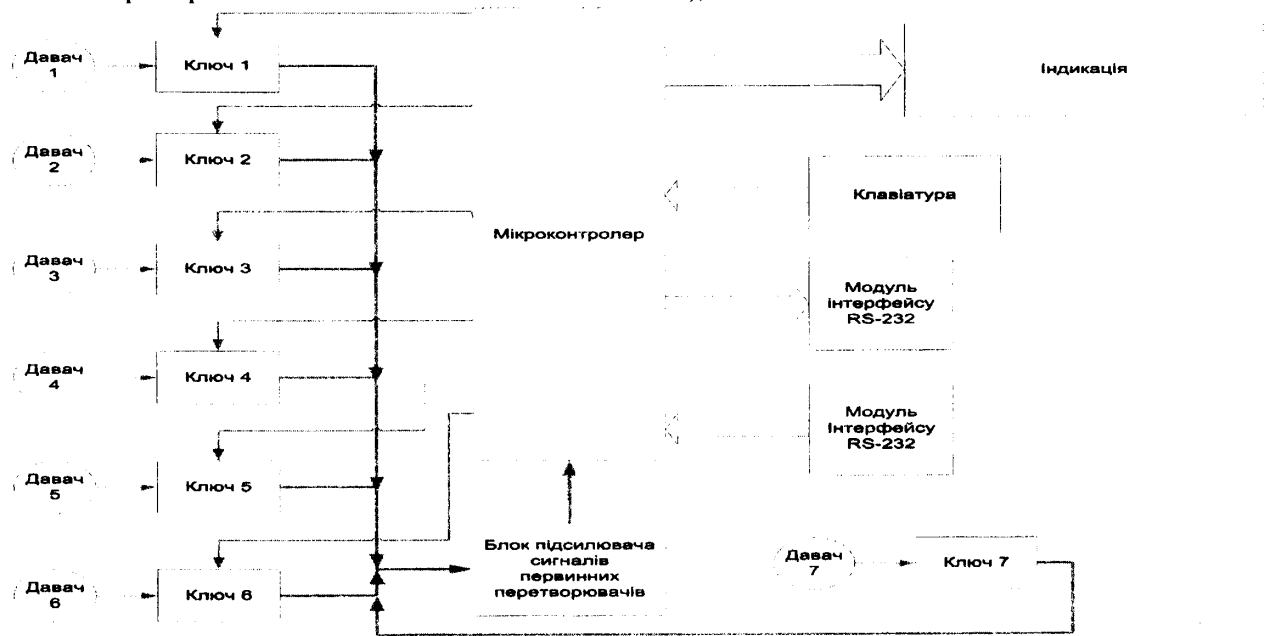


Рис. 2. Структурна схема блоку обробки інформації

Блок підсилювача сигналів первинних перетворювачів використовується для нормування сигналів від давачів і створення оптимального динамічного діапазону для подачі на аналого-цифровий перетворювач мікроконтролера.

Блок мікроконтролера приймає і обробляє інформацію від давачів, здійснює її обробку та виведення на блок індикації.

З блоку клавіатури подаються відповідні керуючі дії на блок мікроконтролера з метою запуску того чи іншого модуля програмного забезпечення.

Модулі інтерфейсу RS-232 використовуються для передачі даних з приладу в ПК та прийому їх від твердоміра динамічного ТДМ-1.

Вимірювання температури відбувається з дискретністю 1 с на протязі відрізків часу 5, 10 та 20 хвилин, залежно від товщини об'єкта контролю. Передбачена також корекція результатів вимірювання теплопровідності по товщині об'єкта контролю.

Внутрішнє програмне забезпечення блоку обробки інформації знаходиться в пам'яті мікроконтролера, що входить до його складу, і синхронізоване з програмним забезпеченням, що встановлюється на ПК для роботи під керуванням ПК і призначене для:

- зчитування даних про твердість з блоку вимірювання твердості,
- налаштування приладу (вибір часу вимірювання теплопровідності та товщини об'єкта контролю),

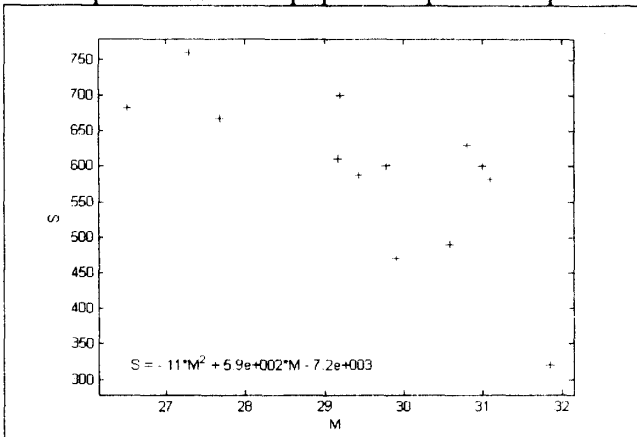
- виконання усіх розрахунків, що передбачені алгоритмом роботи приладу,
- передачі результатів вимірювань на ПК.

За умов роботи установки під керування ПК відбувається вимірювання, кодування, передача і графічне відображення отриманих значень вимірювань у режимі реального часу. За допомогою даного програмного забезпечення можна деталізувати зображення графіків теплопереносу та здійснити розрахунки фізико-механічних характеристик, зберігати та переглядати результати вимірювань та розрахунків.

Робота програми можлива в середовищі WINDOWS 95, 98, WINDOWS 2000/XP.

З метою перевірки відповідності приладу ФМХ-1 функціональному призначенню були проведені його лабораторні випробування на зразках насосно-компресорних труб з метою визначення їх границі. Відібрано було набір 13 зразків насосно-компресорних труб із попередньо визначеними в заводських лабораторіях фізико-механічними характеристиками згідно ГОСТ 10006-80. Діапазон вказаних значень границі текучості відібраних зразків – 320-760 МПа. Товщина стінки усіх зразків – 5,5 мм, діаметр – 73 мм.

Також в ході попередніх досліджень виділено інформативний параметр, залежність границі текучості зразків від якого графічно зображена на рис. 3.



† - дані вимірювань; — - квадратична апроксимація

Рис.3. Залежність границі текучості S (МПа) від інформативного параметра теплопровідності M (ум.од.)

З рис. 3 видно, що залежність вимірюваної теплопровідності та границі текучості нелінійна. Коефіцієнт кореляції границі текучості S та інформативного параметру теплопровідності M – 0,721. Коефіцієнт кореляції твердості та границі текучості – 0,857, а залежність між цими параметрами практично лінійна. При тестуванні приладу ФМХ-1 на двох нових зразках насосно-компресорних труб абсолютна похибка визначення границі текучості склала 11,6 МПа, або приведена до діапазону границі текучості відносна похибка – 2,6%.

Далі в ході лабораторних досліджень роботи приладу були проведені багатократні вимірювання теплопровідності на зразках сталі марки 17ГС, вилучених із магістральних трубопроводів діаметром 1020 мм, один із яких перебував в експлуатації на протязі не менше 10 років, інший – вилучений і труби, що не перебувала в експлуатації.

Згідно вимірних значень теплопровідності виявилось можливим розрізнити зразки із різними термінами експлуатації, що вказує на можливість контролю змін структури сталі, яка має місце в процесі тривалої експлуатації виготовлених із неї металоконструкцій. Припущення про таку можливість було висунуте в [3].

Загальний вигляд експериментального взірця приладу ФМХ-1 виготовленого у переносному виконанні показаний на рис. 4.



1 - блок обробки інформації; 2 - твердомір ТДМ-1; 3 - блок термодавачів; 4 - блок нагрівача; 5 - об'єкт контролю (взірець насосно-компресорної труби)

Рис. 4. Комплект установки ФМХ-1

Проведений аналіз будови, принципу роботи та функціонування приладу ФМХ-1, а також результатів його лабораторних випробувань вказує на те, що:

1) прилад ФМХ-1 відповідає своєму функціональному призначенню (визначення фактичних фізико-механічних характеристик), проте має ряд недоліків в своїй конструкції: неможливість роботи від акумуляторних батарей, громіздкість блоку обробки інформації;

2) час вимірювання теплопровідності рівний 10-20 хв. є занадто великим для умов роботи в польових умовах і може спричинитись до падіння продуктивності контролю;

3) прилад потребує окремих налаштувань на визначений сортамент сталей, а отже не є універсальним.

льним, що особливо актуально для металоконструкцій тривалої експлуатації. Ця проблема частково (в перспективі може бути вирішена повністю) завдяки застосуванню алгоритмів штучних нейронних мереж, що дозволяють проводити налаштування за умов мінімальної кількості (від 10) зразків із наперед визначеними механічними характеристиками;

4) однією із перспектив застосування приладу ФМХ-1 є контроль змін структури сталі. У зв'язку з цим також доцільно розглянути можливість проведення досліджень щодо визначення інших механічних характеристик, наприклад ударної в'язкості, відносного видовження;

5) потребує уваги питання метрологічного аналізу приладу з метою визначення похибки вимірювань границі текучості.

1. М.Н. Михеев, Э.С. Горкунов. Связь магнитных свойств со структурным состоянием вещества – физическая основа магнитного структурного ана-

лиза //Дефектоскопия. – 1981. – № 8. – С. 8-21. 2. А.В. Шарко. Современное состояние и перспективы развития акустических методов контроля прочностных свойств конструкционных материалов (обзор) //Дефектоскопия. – 1983. – № 5. – С. 72-87. 3. О.М. Карпаш, И.А. Молодецкий, М.О. Карпаш. Общий обзор методов оценки физико-механических характеристик металлов // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2004. – № 2. 4. Карпаш О.М., Молодецкий И.А., Кисиль И.С., Карпаш М.О. Новый подход до визначення фізико-механічних параметрів сталей неруйнівними методами //Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів: Зб. наук. праць. – 2004. – Вип. 9. – С. 80-86. 5. Карпаш М.О. Обґрунтування комплексного підходу до визначення фізико-механічних характеристик матеріалу металоконструкцій // Методи та прилади контролю якості. – 2004. – № 12. – С. 30-33.

УДК 620.193/197+620.179

КОНТРОЛЬ КОРОЗІЙНИХ ВТРАТ МЕТАЛУ НЕРУЙНІВНИМИ МЕТОДАМИ

© Рибіцький І.В., 2005

Науково-виробнича фірма "Зонд", м. Івано-Франківськ

Проаналізовані можливості контролю корозійних пошкоджень об'єктів довготривалої експлуатації. Розглянуті ультразвуковий, магнітний та радіографічний методи контролю корозійного зносу металоконструкцій.

В останні роки в Україні суттєво загострилась проблема нормативного забезпечення різних напрямків діяльності. Значною перешкодою на шляху її вирішення є, перш за все, відсутність єдиної україномовної термінологічної бази. Крім того, далось взнаки загальноприйняте використання російської мови для висвітлення технічних питань. Але якщо мовні бар'єри поволі долаються, то інша причина загострення проблеми – складність розроблення якісних нормативних документів – продовжує залишатись актуальною. Це обумовлено рядом причин [1].

Актуальність проблеми визначення залишкового ресурсу обладнання та металоконструкцій у нафтогазовій промисловості зумовлена значним терміном експлуатації та низьким рівнем поновлення існуючих фондів. Україна після розпаду СРСР отримала у спадщину розгалужену мережу металоконструкцій різноманітного призначення і на сьогоднішній день володіє найбільшою в Європі газотранспортною системою. Ця система включає 37 000 км газо-

проводів, 121 компресорну станцію з 800 газоперекручувальними агрегатами загальною потужністю 5,5 млн. кВт, 1324 газорозподільні станції, 13 підземних газосховищ з активною ємністю 43 млрд. м³ [1]. Більша частина цих споруд відпрацювала свій плановий ресурс на 60-70 % [2].

За статистичними даними, в Україні щорічні втрати металу, спричинені корозією (рис. 1), складають 12% від загальної маси металофонду, що відповідає втраті до 30% щорічного виробництва металу [3].

Старіння промислових металоконструкцій ускладнюється недостатнім рівнем їх поновлення і абсолютно невідповідним об'ємом заходів, що на даний час вживаються для їх реконструкції та ремонту. З аналізу ситуації, що склалася, випливає логічний висновок: необхідні ефективні заходи для визначення залишкового ресурсу наявного обладнання та продовження терміну його експлуатації при одночасному забезпеченні надійності.