МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРОПУЛЬСИВНОГО КОМПЛЕКСУ ЕЛЕМЕНТІВ ВАЛОВОЇ ЛІНІЇ ТАНКЕРУ

Шарко О.В.
Херсонська державна морська академія, Україна

При передачі крутного моменту від двигуна до судна лінія валопровода сприймає цілий комплекс розтягують і згинальних навантажень. Під час експлуатації валопроводов суднових енергетичних установок з огляду на неоднозначність навантажень можлива поява відмов. Неоднозначність впливу навантажень на експлуатаційні характеристики матеріалів знижує їх властивості міцності.

Як показує статистика запас міцності для проміжного вала становить 4,5, а для гребного валу 9,4. Однак на практиці внаслідок різноманітних навантажень навіть такий запас міцності гребного валу часом є недостатнім. Надмірний запас міцності призводить до невиправданого збільшення діаметра елементів валопровода.

Розробка призначалося для контролю елементів валової лінії танкера «SFC Amur» з дейдветом 47187 т. У пропульсивной установці використовується один малооборотних двигун 6S50-MC-C форми MAN BW Diesel.

Контроль стану елементів валової лінії значно пов’язан з контролем стану металу. Характеристики міцності залежать від одночасно протікаючих процесів руйнування і пластичного деформування структурних елементів матеріалу.Для діагностики міцністних властивостей матеріалу елементів валової лінії проводять руйнуючий і неруйнуючий контроль.

При руйнівному контролі проводяться хімічний аналіз металу, випробування на тривалу міцність, фазовий, карбідний аналіз. Металографічний аналіз при неруйнівному контролі використовують віброакустичний, ультразвуковий, електромагнітний, електроіндуктивний, рентгенівський, тензометричний та інші методи діагностики.

Всі вони призначені для дослідження одного виду деформації, в той час як в реальних умовах експлуатації конструкцій на матеріал впливають сили навантаження, які проявляються в комбінованих умовах деформації.

Безаварійна експлуатація металевих конструкцій залежить від якості моніторингу їх технічного стану і реалізації фізичних методів діагностики. Аналіз запобігання аварій на небезпечних виробничих об'єктах полягає в систематичному використанні всієї доступної інформації для ідентифікації небезпек і небажаних подій.

Серед неруйнівних способів технічної діагностики особливе місце відводиться акустичним методам і зокрема методам акустичної емісії. Важливою перевагою акустичної діагностики є можливість виявлення дефектів на дуже ранній стадії. Акустико емісійний метод технічної діагностики в даний час є найбільш перспективним методом моніторингу стану матеріалу деталей і вузлів устаткування.

Недоліками існуючих комплексів діагностики валопроводов є необхідність зупинки обладнання для проведення діагностичних робіт, необхідність врахування великої кількості різноманітних показників, обмеження в часі і в просторі, необхідність сканування і підготовки поверхні для контролю.

Для діагностування елементів валової лінії з використанням методу акустичної емісії було запропоновано проводити синхронні вимірювання на вигин і розтягнення, це надає можливість виконувати діагностику без демонтажу конструкції забезпечує можливість фіксації накопичення пошкоджень, бути для оцінки залишкового ресурсу безпечною в експлуатації.

Завдання визначення залишкового ресурсу передбачають спостереження за зміною механічних властивостей матеріалів при накопиченні пошкоджень. Залишковий ресурс обладнання - сумарне напрацювання обладнання від моменту проведення контролю до переходу в граничний стан.

Найважливішою характеристикою конструкцій, що експлуатується в умовах складних деформаційних впливів, є її несуча здатність, під якою розуміється сукупність деформацій, які призводять конструкцію до руйнування. При багатопараметричний навантаженні для визначення запасу міцності слід враховувати як змінюються деформації при зміні параметрів навантаження щодо граничного стану.

Умовою міцності є не вихід траєкторії навантаження за межі області працездатного стану. Такі ж залежності можуть бути отримані з заміною механічних випробувань на вигин і розтягнення результатами вимірювань, отриманими акустичними методами.

Використання уявлень і моделей механіки руйнування при створенні методик і критеріїв оцінки результатів акустико-емісійного діагностування та моніторингу дозволяє отримати важливу інформацію про технічний стан об'єктів. З'являється можливість кількісно оцінити можливість руйнування і відповідні збитки, які є ключовими параметрами ризиків безпеки.

Умовою міцності є не вихід траєкторії навантаження за межі області працездатного стану (рис.1).

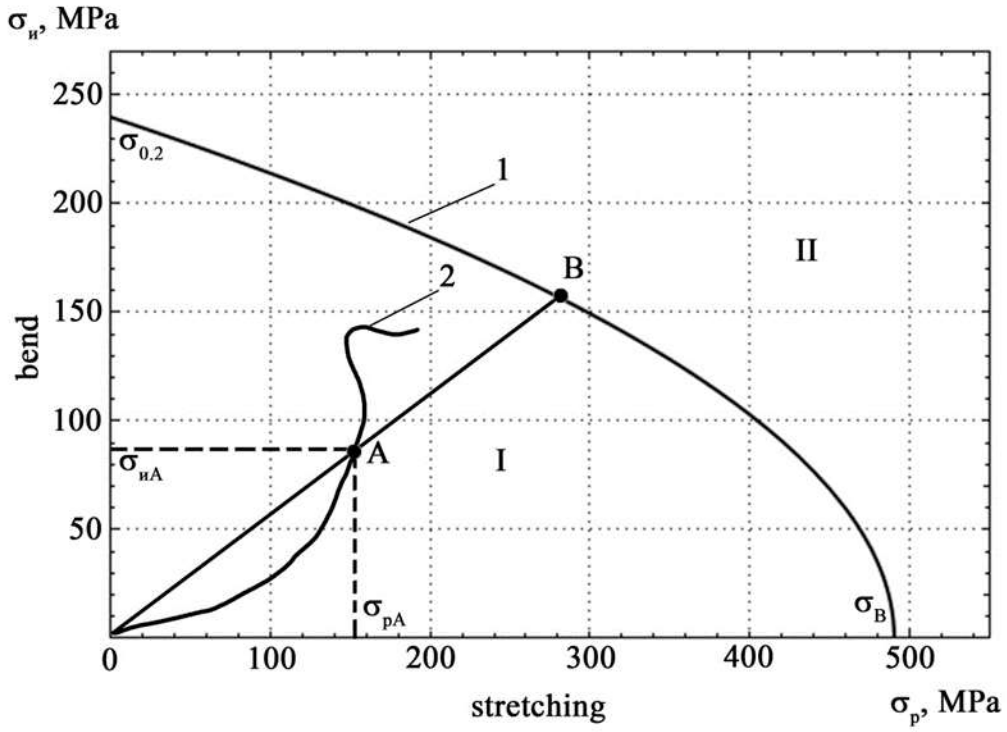
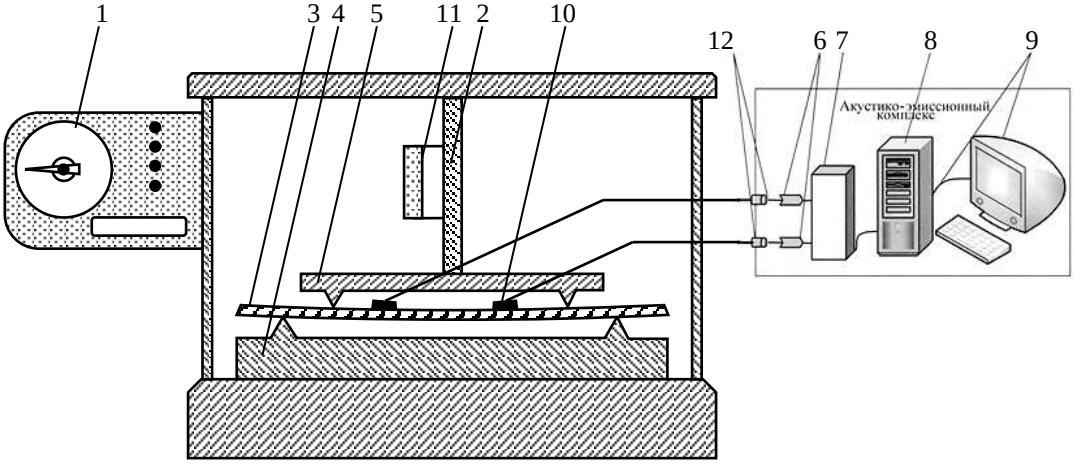


Рисунок 1 – Графічна інтерпретація запасу міцності в координатах механічної напруги: 1 - гранична крива 2 - траєкторія навантаження

Такі ж залежності можуть бути отримані з заміною механічних випробувань на вигин і розтягнення результатами вимірювань, отриманими акустичними методами. Для здійснення такого контролю необхідно знати кореляційні зв'язки між механічними і деформаційними характеристиками металів і параметрами АЕ в різних умовах випробувань.

Якщо для побудови кривої визначення запасу міцності акустичними методами можуть бути використані вимірювання отримані на розривних машинах, то для того щоб виконувати необхідні акустичні вимірювання параметрів міцності при випробуваннях на вигин було

необхідно створення відповідної експериментальної установки. Оскільки серійні апаратури для проведення акустично вимірювань міцності властивостей матеріалів без руйнувань немає, була зібрана установка, принципова схема якої представлено на рис.2.



1. механизм силовимірювача
2. механізм деформування
3. контрольований зразок
4. опора
7. аналого-цифровий перетворювач
8. блок накопичення та обробки інформації
9. реєструючий пристрій
10. п’єзоелектричний датчик

Рисунок 2 – Схема установки для випробувань на чотириточковий вигин

Запропонована модель визначення залишкового ресурсу металевих зразків в умовах комбінованої деформації за даними акустико-емісійних вимірювань на відміну від відомих аналогів дозволяє отримати деформаційні і міцнісні характеристики матеріалів конструкції не залежно від форми і виду навантаження з урахуванням сумарного дії напружено-деформованого стану аж до моменту руйнування без спрощують гіпотез силового і кінематичного характеру.

Висока інформативність і точність отримання деформаційних і міцнісних характеристик матеріалів за результатами АЕ вимірювань дозволяє підвищити рівень вірогідності стану і ресурсних параметрів матеріалу елементів конструкції при експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Louda P, Sharko A, Stepanchikov D. An Acoustic Emission Method for Assessing the Degree of Degradation of Mechanical Properties and Residual Life of Metal Structures under Complex Dynamic Deformation Stresses. Materials. 2021; 14(9):2090. DOI: 10.3390/ma14092090

2. Алексенко В.Л. Идентификация структурных особенностей механизмов деформирования при изгибе методом акустической эмиссии / В.Л. Алексенко, А.А. Шарко, А.В. Шарко, Д.М. Степанчиков, К.Ю. Юренин // Техн. диагностика и неразруш. контроль – 2019. – №1. – С. 32-39.DOI: 10.15407/tdnk2019.01.04