

частини якого співпадають з його декартовими проекціями; в) метод обертальних компонентів, що ґрунтується на заміні вектора комплексним числом і представленні векторних часових рядів суперпозицією колових коливань з правою і лівою поляризаціями; г) векторно-алгебраїчний метод, коли імовірнісні характеристики випадкового процесу вводяться за допомогою операцій, які прийняті в алгебрі евклідових векторів [1].

Дефекти обертових механізмів проявляються у вібросигналах як у генеруванні нових гармонічних складових, так і в їх модуляціях. Імовірнісні характеристики ВПКВП є носіями інформації про такі зміни, тому вони можуть використовуватися для діагностики і бути основою для формування нових діагностичних ознак, що дозволяють виявляти дефекти на ранніх стадіях розвитку [2]. Важливою задачею при дослідженні стану механічних систем на основі аналізу векторних сигналів вібрацій є встановлення зв'язку між характеристиками цих сигналів і параметрами дефектів. Вона може бути успішно розв'язана за умови аналізу кожного з елементів конструкцій як окремої векторної коливної системи.

Ключові слова: векторний періодично корельований випадковий процес, діагностика, математична модель, вібраційний сигнал.

Література

- [1] В.Х. Герман, А.С. Цвезинский, *Спектральный анализ векторных временных рядов скоростей морских течений*, Метеорология, 12, 1977, с. 43–49.
- [2] І.М. Яворський, *Математичні моделі та аналіз стохастичних коливань*. Львів, Україна: Фіз.-мех. ін-т НАН України, 2013.

УДК 622.691.4

ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ОЦІНКИ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МЕТАЛУ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВІДІВ

Лютак І.З.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
Івано-Франківськ Україна
E-mail: ihorlt@gmail.com*

Одним із ключових завдань забезпечення надійної експлуатації магістральних газопроводів є своєчасне виявлення змін у напружено-деформованому стані металу трубопроводів під дією зовнішніх і внутрішніх навантажень. Особливо актуальною ця проблема є для гірських регіонів, де постійно змінюються гідрогеологічні умови та фіксуються зсувні процеси.

На сьогодні ультразвукові методи контролю залишаються одним із найефективніших засобів оцінювання стану металевих конструкцій. Використання ультразвукового луно-імпульсного методу із застосуванням поперечних хвиль дає можливість точно вимірювати швидкості поширення

хвиль у різних напрямках та на основі цих даних визначати механічні напруження.

Удосконалення діагностичних процедур досягнуто завдяки застосуванню скінченно-елементного моделювання, яке дозволяє враховувати складну геометрію трубопроводів та неоднорідність навантажень. Моделювання напружено-деформованого стану в поєднанні з даними експериментальних вимірювань ультразвукових характеристик дає змогу підвищити достовірність діагностики. Процедура передбачає побудову тривимірної моделі ділянки трубопроводу із врахуванням реальних геометричних розмірів, характеристик матеріалу та граничних умов експлуатації. Далі, на основі вимірюваних за допомогою ультразвукового приладу швидкостей поздовжніх і поперечних хвиль, проводиться калібрування моделі для врахування фактичного стану металу. Це дозволяє врахувати існуючі дефекти структури та залишкові напруження, які неможливо виявити лише візуальним оглядом. На наступному етапі реалізується чисельне визначення зон підвищених механічних напружень, що виникають під впливом експлуатаційних і природних факторів. Аналіз напружено-деформованого стану у цих зонах дозволяє прогнозувати подальший розвиток пошкоджень та своєчасно планувати ремонтно-відновлювальні роботи. Такий підхід комплексної оцінки технічного стану трубопроводів значно підвищує безпеку експлуатації та знижує ризик аварійних ситуацій. В Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу розроблено спеціалізований вимірювальний прилад "Сігма", який забезпечує високу точність визначення швидкості поздовжніх і поперечних ультразвукових хвиль у металі. Застосування даного приладу у комплексі з чисельним моделюванням дозволяє надійно оцінювати напружено-деформований стан газопроводів та своєчасно запобігати можливим аваріям.

Ключові слова: достовірність, газопровод, напружено-деформований стан.

УДК 681.586, 620.179.16

ОПРАЦЮВАННЯ СИГНАЛІВ В ІМПУЛЬСНОМУ ВСНК

¹⁾Лисенко Ю.Ю., ²⁾Алексієв О., ¹⁾Куц Ю.В.

¹⁾Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна,

²⁾Інститут Механіки Болгарської Академії Наук, Софія, Болгарія

E-mail: j.lysenko@kpi.ua

Вихрострумний неруйнівний контроль (ВТНК) широко застосовується для виявлення поверхневих і підповерхневих дефектів у провідних матеріалах. Класичний ВТНК, що використовує синусоїдальне збудження фіксованої частоти, має певні обмеження щодо глибини контролю та чутливості до дефектів, які розташовані під шарами матеріалу або покриттями [1]. Імпульсний ВТНК є сучасною модифікацією методу, яка розширює діагностичні можливості за

Секція 7. НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ,

341

ТЕХНІЧНА ТА МЕДИЧНА ДІАГНОСТИКА, ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ ГАЛУЗІ