

УДК 620.17

ПРЕИМУЩЕСТВА ВИБРОДИАГНОСТИКИ ПЕРЕД ДРУГИМИ МЕТОДАМИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Анцупов Н.А., студент гр. ПТ-1-20, IV курс
Научный руководитель: Кондратьев А.Е., к.т.н., доцент
Казанский государственный энергетический университет
г. Казань

Вибрационная диагностика – это метод, основанный на анализе и измерении параметров колебаний объектов для определения их технического состояния. Данный метод позволяет своевременно обнаруживать скрытые дефекты и повреждения, которые трудно определить невооруженным глазом или другими методами контроля. Такой подход позволяет предотвратить возможные аварии или поломки и своевременно проводить ремонтные работы, тем самым продлевая срок службы трубопроводов.

Кроме того, вибрационная диагностика обладает повышенной чувствительностью к ухудшению в работе объекта. Благодаря этому можно выявлять начальные стадии различных дефектов или отклонений от нормы ещё до появления явных признаков неисправности. Это позволяет проводить профилактический ремонт или замену деталей, экономя время и средства на своевременной починке.

Вибродиагностика применима в широком спектре отраслей, начиная от энергетики и заканчивая аэрокосмической отраслью. Благодаря своей универсальности, данный метод может быть использован для контроля различных объектов – от больших электрических генераторов до небольших подшипников. Важно отметить, что вибрационная диагностика является безопасным методом контроля, что позволяет его использовать без опасений для целостности объекта [1].

Одним из преимуществ данного метода является его способность обнаруживать дефекты, которые не могут быть выявлены с помощью других методов неразрушающего контроля. Например, ультразвуковая дефектоскопия может быть более эффективна в обнаружении поверхностных дефектов, но не всегда способна распознавать скрытые дефекты, такие как трещины внутри материала. Вибродиагностика же позволяет выявлять такие дефекты, основываясь на изменениях вибрационных характеристик объекта.

Определение скрытых дефектов с помощью вибродиагностики основывается на анализе спектра частот вибрационных колебаний и выявлении аномальных изменений в нем. К примеру, при наличии трещины внутри материала объекта, характер его вибраций может измениться в результате изменения его жесткости и структуры. Эти изменения будут отображены в спектре вибрационных частот, и специалист сможет их идентифицировать [2].

Другим положительным фактором является приспособленность такого вида диагностики работать в режиме реального времени. В отличие от некоторых других методов, которые требуют остановки работы объекта и разборки его частей для проведения контроля, вибродиагностика позволяет анализировать вибрационные характеристики объекта во время его работы. Это позволяет определить дефекты на ранней стадии и предотвратить серьезные повреждения оборудования.

В целом, вибродиагностика предлагает ряд преимуществ перед другими методами неразрушающего контроля, особенно при обнаружении скрытых дефектов. Благодаря своей способности анализировать вибрационные характеристики объекта и обнаруживать изменения в них, этот метод позволяет специалистам предотвращать повреждения оборудования и улучшать эффективность его работы [3].

Кроме того, данный метод является достаточно недорогостоящим. Для его проведения требуются специальные датчики и программа обработки данных, которые обычно стоят значительно дешевле, чем оборудование в других методах контроля, например, магнитопорошковая или ультразвуковая дефектоскопия [4].

Таким образом, применение вибродиагностики в промышленности принесет существенные экономические выгоды. Она позволяет выявить проблемы и дефекты на самой ранней стадии, что предотвращает необходимость в дорогостоящих ремонтах или замене. Более того, это относительно недорогой метод контроля, что делает его доступным для широкого круга предприятий. Все это в совокупности повышает эффективность контроля, минимизирует потери функциональности и приводит к экономии средств.

В последние десятилетия вибродиагностика, как метод неразрушающего контроля, заняла достойное место среди других технологий диагностирования и контроля различных технических систем. Ее преимущества перед другими методами стали очевидными и нахождение новых областей применения этой технологии стало одной из главных задач в области научных исследований.

Понимание принципов динамического поведения системы является ключевым фактором для развития вибродиагностики. Современные методы моделирования и анализа динамического поведения, такие как конечно-элементный анализ и моделирование нелинейных эффектов, позволяют более точно предсказывать состояние и поведение системы на основе данных вибрационного анализа. Исследования в этой области направлены не только на разработку новых методов моделирования, но и на улучшение точности и скорости их применения.

Говоря о преимуществе вибрационной диагностики, нельзя не остановиться на способах обработки информационных вибрационных сигналов. В настоящее время известно несколько алгоритмов преобразования аналогового сигнала в цифровой, такие как быстрое преобразование Фурье, вейвлет-преобразование и другие [5]. Также немаловажным вопросом

является и способы сравнения спектрограмм, наиболее приемлемыми из которых являются статистические способы. Однако в последнее время с учетом развития вычислительных способностей компьютеров развитие получили энтропийные методы обработки сигнала [6].

Одним из направлений развития вибродиагностики является применение искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения для анализа и интерпретации данных. Значительное количество параметров, получаемых в результате вибродиагностики, требует эффективных алгоритмов преобразования и структурирования. Искусственный интеллект и машинное обучение позволяют автоматизировать процесс анализа данных и выявлять скрытые закономерности и причинно-следственные связи, что значительно улучшает эффективность вибродиагностики и повышает точность прогнозирования состояния оборудования [7].

В заключение, можно отметить, что вибродиагностика является важным и перспективным методом неразрушающего контроля. Преимущества этой технологии перед другими методами, такими как высокая чувствительность, возможность контроля в режиме реального времени и применение современных методов моделирования и анализа данных, делают ее неотъемлемой частью современной промышленности. Развитие этого метода будет продолжаться, и новые научные исследования помогут еще более эффективно применять эту технологию для обеспечения надежности и безопасности различных технических систем и защиты окружающей среды.

Список литературы:

1. Shakurova, R. Z. On the issue of inertial excitation of diagnostic low-frequency vibrations in pipelines of housing and communal services / R. Z. Shakurova, S. O. Gaponenko, A. E. Kondratiev // E3S Web of Conferences, Kazan, 21–26 сентября 2020 года. Vol. 216. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 01079. – DOI 10.1051/e3sconf/202021601079. – EDN IIQKZA.
2. Гапоненко, С. О. Построение математической модели распространения волн Лэмба в стальном трубопроводе с защитным наружным покрытием / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев, Г. Р. Мустафина // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24, № 4. – С. 3-15. – DOI 10.30724/1998-9903-2022-24-4-3-15. – EDN FGMCOZ.
3. Editorial: Fiber-reinforced composites: design, characterization, analysis, and application / L. Li, A. Kondratiev, Zh. Zhang, Zh. Chen // Frontiers in Materials. – 2023. – Vol. 10. – DOI 10.3389/fmats.2023.1267153. – EDN CKDDJO.
4. Установка для калибровки пьезоэлектрических датчиков / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев, Е. Е. Костылева, А. Р. Загреддинов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2016. – № 7-8. – С. 79-86. – EDN XHXWOP.
5. Логунов, Г. И. Численное исследование возможности применения вейвлет-функций при диагностике линий электропередачи локационными

методами / Г. И. Логунов, Л. Н. Федотова, А. Е. Кондратьев // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2010. – № 3. – С. 52-54. – EDN LAEDLF.

6. Гапоненко, С. О. Анализ результатов численного моделирования колебательных процессов в бездефектных и дефектных трубопроводах / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев, Ш. У. Уल्याбаева // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2022. – Т. 14, № 3(55). – С. 38-47. – EDN AXSMRA.

7. Gaponenko, S. O. Device for Calibration of Piezoelectric Sensors / S. O. Gaponenko, A. E. Kondratiev // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017, Saint-Petersburg, 16–19 мая 2017 года. – Saint-Petersburg, 2017. – P. 146-150. – DOI 10.1016/j.proeng.2017.10.451. – EDN XNXDGR.