

шение затрат на ремонт, также способствует повышению эффективности эксплуатации электрооборудования.

Список литературы

1. Информационные системы: учебное пособие. [Электронный ресурс]// <http://window.edu.ru/resource/260/68260>
2. Информационные системы: учебник // К.В. Балдин, В.Б. Уткин. – М.: Дашков и К, 2015. – 789 с.
3. Информационный портал, посвященный вопросам технологии разработки информационных систем. [Электронный ресурс]// <http://www.osp.ru>

УДК 004

АКУСТИЧЕСКАЯ КАМЕРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Рыбаков Е.А., Стариков Д.П.

Научный руководитель: Малышенко А.М., профессор кафедры ИКСУ

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: evgrybakov@gmail.com

В статье рассматривается бесконтактный метод диагностики неисправностей насосных агрегатов с использованием разработанного авторами программно-аппаратного комплекса, названного акустической камерой. Информация с сенсоров акустической камеры поступает на программируемый микроконтроллер, обрабатывается и передаётся на персональный компьютер, где в разработанном авторами программном обеспечении она интерпретируется и обрабатывается для определения неисправностей оборудования.

The paper describes contactless pumping units troubleshooting method, pertaining to author, with implementation of the hardware and software system named acoustic camera. Data from the acoustic camera sensors is transmitted to a programmable microcontroller where it is processed and transported to computer. The software interprets it and brakes into arrays. Developed algorithms determine the equipment malfunctions by processing the arrays.

Ключевые слова: Акустическая камера, диагностика, насосный агрегат

Key words: Acoustic camera, diagnostic, main pump.

Введение

Насосные агрегаты на нефтеперекачивающих станциях находятся в работе фактически без остановки, в силу чего к ним предъявляются жесткие требования по эксплуатационной готовности, т. к. бесперебойная работа является важнейшим требованием, предъявляемым к оборудованию нефтегазотранспорта. Значительный разбор насоса с последующим выявлением неисправностей является дорогостоящим мероприятием в силу сложности оборудования, его размеров и веса.

Типовым решением ранней диагностики и сигнализации развития неисправности насосных агрегатов является регулярный мониторинг их состояния с использованием датчиков вибрации корпусных деталей и осевого смещения вала насоса.

Основная задача – это обнаружение и точная локализация неисправности на ранней стадии до этапа её активного проявления.

Описание и принцип работы акустической камеры

Для решения поставленных задач авторами разработан программно-аппаратный комплекс – «акустическая камера». Он представляет собой камеру, по контуру которой расположены чувствительные элементы (микрофоны). Схема установки имеет следующий вид (рис. 1).

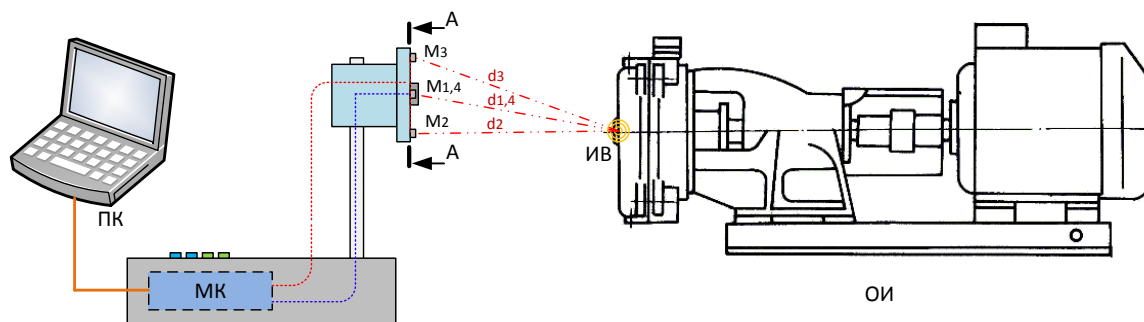


Рис. 1. Схема акустической камеры:

ПК – персональный компьютер; МК – микроконтроллер; ОИ – объект исследования (насосный агрегат); ИВ – источник вибрации; M_{1-4} – микрофоны; d_{1-4} – расстояния до источника вибрации

Акустическая камера (АК) направляется на геометрически сложный, массивный объект, каким является насосный агрегат (рис. 1). Звуковая волна до каждого из микрофонов доходит за разное время, что обусловлено разными расстояниями от источника вибрации (ИВ) до каждого из чувствительных элементов. Каждый из четырех микрофонов фиксирует одновременно поступающие звуковые волны и при резком изменении частоты, не соответствующей технологическому процессу (стук, треск и т. п.), акустическая камера фиксирует это и рассчитывает точное расположение в плоскости «некорректного» звука путем наложения вычисленных координат на изображение, полученное с камеры, с учётом расстояний от источника вибрации до микрофонов [1].

Расчет производится с использованием уравнений окружности с центрами в месте расположения микрофонов, где единственная неизвестная переменная – интервал времени прохождения звуковой волны от источника шума до ближайшего микрофона.

Затем из системы уравнений определяется искомый интервал времени, после чего из каждого центра строится окружность, и находится общая точка пересечения с координатами области, которая характеризуется «некорректным» звуком [2].

Микроконтроллер обрабатывает сигналы с аналоговых датчиков (микрофонов), преобразует их в цифровой вид и передает массивы данных на персональный компьютер, где производятся все описанные выше расчеты.

Разработанное программное обеспечение, названное авторами «А-сам», на основе анализа входных массивов создает на видеокadre вероятностный градиент локализации данного «некорректного» звука и масштабирует результат под формат окна камеры (рис. 2) [3].

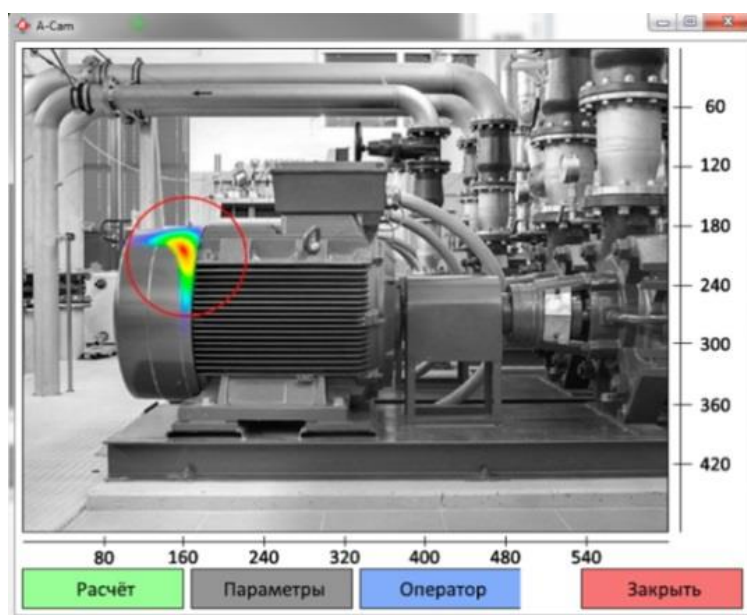


Рис. 2. Окно наблюдения состояния контролируемого агрегата

Заключение и выводы

Достоинства предложенного авторами комплекса выражаются в экономическом и технологическом эффектах. Основным экономическим эффектом является уменьшение затрат на ремонт оборудования за счет увеличения срока службы агрегата. Основными технологическими преимуществами являются диагностика неисправностей на ранней стадии, за счет анализа программной системой трендов эксплуатационного шума агрегата и точная локализация выявленной неисправности в визуальной плоскости насосного агрегата, перпендикулярно которой направлена акустическая камера.

Список литературы

1. Рыбаков Е.А., Стариков Д.П., Громаков Е.И., Акустическая камера для проведения экспресс-диагностики насосных агрегатов и компрессорных станций // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов II Международной конференции, Томск, 19–22 Мая 2015. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Т. 2 – С. 61–63.
2. Rybakov E.A., Starikov D.P., Berchuk D.Y., Ultrasonic detection apparatus for scanning 3D objects // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – pp. 738–739.
3. X. Huang Real-time algorithm for acoustic imaging with a microphone array // The Journal of the Acoustical Society of America. – 2009. – Vol. 125. – № 5. – pp. 150–155.