

УСТРОЙСТВО ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Стариков Д.П., Рыбаков Е.А.

к.т.н. Громаков Е.И.

Томский политехнический университет
dstarikov@me.com

Введение

Промышленные предприятия, специализирующиеся на подготовке и транспортировке нефти в обязательном порядке сталкиваются с проблемой диагностики и контроля состояния насосных агрегатов. Как правило насосные агрегаты (НА) находятся в работе круглый год фактически без остановки, в силу этого к ним предъявляются высокие требования по надежности, ведь бесперебойная работа оборудования нефтегазотранспорта является важнейшим требованием, предъявляемым к системе автоматического управления (САУ). В настоящее время при поломке вместо исправного оборудования встает резервное и предприятие не терпит затрат связанных с остановом технологического процесса. Однако, ремонт и диагностика неисправностей – мероприятие дорогостоящее, т.к. НА – сложное оборудование со сложной геометрией, внушительными размерами и весом [3].

Типовым решением диагностики и сигнализации неисправного состояния объектов НГО, используются различные датчики вибрации и осевого смещения вала насоса (рис. 1). Но по этим параметрам неисправность определяется обычно не на самой ранней стадии, а в случае НА и КС, время обнаружения неисправности играет критическую роль, ведь стоимость ремонта измеряется сотнями тысяч рублей.

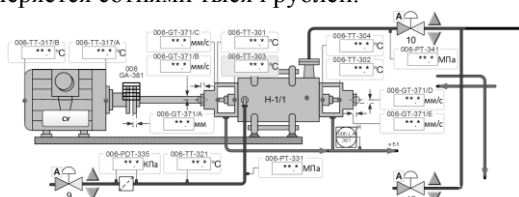


Рис. 1. Мнемокадр. Объем автоматизации НА

Также одной из основных проблем является локализация неисправности. Превышение допустимого уровня вибрации говорит о наличии неисправности, но для локализации причины – необходимо полностью демонтировать и разобрать оборудование. Из выше сказанного вытекает основная проблема – это обнаружение и точная локализация неисправности на ранней стадии. Создание и тестирование инструмента с экспертной системой помощи принятия решений, позволяющего решить задачу диагностики насосного оборудования в оперативном (т.е. без остановки технологического оборудования) режиме

непосредственно специалистом по обслуживанию насосных агрегатов – цель данной работы.

Описание прототипа устройства оперативной диагностики

В качестве устройства оперативной диагностики была разработана портативная акустическая камера (АК), специализированное ПО для персонального компьютера (ПК), алгоритмы контроллера камеры. Корпус был распечатан при помощи 3D принтера. Внешний вид устройства приведен на рис. 2.



Рис. 2. Внешний вид прототипа устройства

АК способна фокусироваться на конкретном агрегате и исследовать его в рамках зоны допущения, которая представляет из себя конус (рисунок 3), угол раствора которого составляет 90° , что обусловлена техническими возможностями, данный угол можно увеличить или уменьшить за счет расположения микрофонов относительно друг друга.

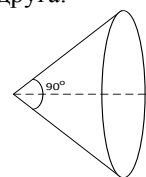


Рис. 3. Зона достоверности камеры

Описание ПО для ПК

Специально разработанное ПО имеет вид, представленный на рисунке 4.

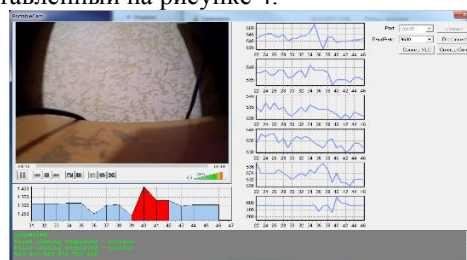


Рис. 4. Внешний вид окна ПО

В данном ПО отображаются тренды данных с микрофонов, данные от сенсоров в инженерных единицах, видеоискатель и график экспертной системы. Предполагается, что инженер, обслуживающий насосный агрегат будет видеть расширенную информацию о явлении вибрации насосного агрегата.

Экспертная система в данном ПО, используя уже наработанную базу знаний, позволит в кратчайшие сроки определить место потенциальной неисправности.

Тестирование прототипа

Для получения более точных данных и подтверждения применимости устройства при оперативной диагностике насосных агрегатов было произведено тестирование на модельном электродвигателе (рисунок 5).



Рис. 5. Внешний вид модельного электродвигателя

Тестирование проводилось с целью выявления зависимости скорости и точности локализации неисправности от наличия данных в экспертной системе.

В правой части ЭД создана искусственная неисправность - помещен кусок жести 2x2 м, который провоцирует «плохой» звук. На рисунке 6 приведен фотоснимок так называемого процесса «набора» данных в ЭС.

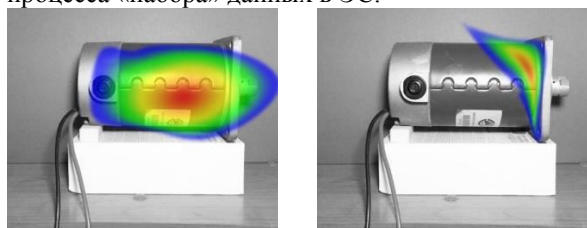


Рис. 6 Этап анализа без экспертной системы

При наличии заполненной системы софт обрабатывает задачу примерно в 3 раза быстрее. Видеокадры приведены на рисунке 7.

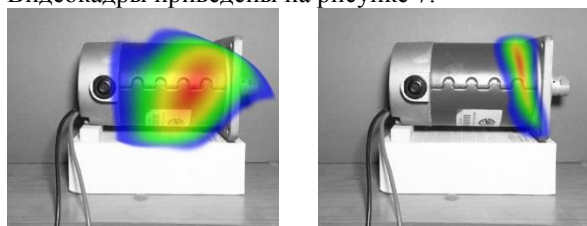


Рис. 7 Этап анализа с экспертной системой

При тестировании звук, исходящий от электродвигателя изменился с монотонного на прерывистый со скрипом. На тренде (рис. 8) отчетливо видны всплески (отклонения от номинального режима работы), проанализировав их, АК выдала выходные изображения, предоставленные на рис. 7.

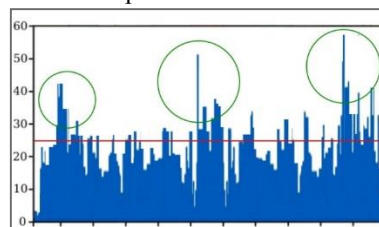


Рис. 7. Тренд изменения данных тестирования

Заключение

В процессе тестирования была сделана оценка точности и скорости устройства оперативной диагностики насосных агрегатов в зависимости от наполнения БД экспертной системы. Графически зависимость выглядит как на рисунке 8.

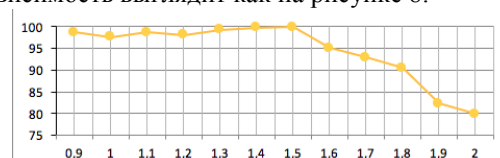


Рис. 8. Зависимость времени получения результата тестирования от количества записей в БД экспертной системы

Таким образом, при наличии в ЭС 100 записей время получения результата диагностики находится в промежутке от 0,9 до 1,5 секунд. Такой промежуток связан с техническими ограничениями оборудования. Также из графика видно, что при уменьшении количества записей до 80 (на 5 %) время возрастает почти в 2 раза.

Список использованной литературы

- [1] S. Nandi, S. Detection of Rotor Slot and Other Eccentricity-Related Harmonics in a Three-Phase Induction Motor with Different Rotor Cages // IEEE Power Engineering Review, vol. 21, no. 9/ Ahmed, H. Toliyat.- 2001.- pp. 62-66.
- [2] X. Huang Real-time algorithm for acoustic imaging with a microphone array // The Journal of the Acoustical Society of America, vol. 125, no. 5.- 2009.-pp 150-155.
- [3] 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.