

ресурс узлов и формируются рекомендации по планированию обслуживания, что позволяет переходить от регламентного к обслуживанию по фактическому состоянию.

Блок интерфейса пользователя реализуется на двух уровнях. Встроенный веб-интерфейс на ESP32 обеспечивает локальный доступ к текущим значениям параметров и базовым настройкам модуля при подключении со смартфона или ноутбука. Облачный интерфейс предоставляет расширенные возможности: визуализацию исторических данных, просмотр прогнозов и уведомлений, сравнительный анализ состояния нескольких станков. Предлагаемый встраиваемый модуль оценки состояния станков на базе ESP32 может использоваться как при модернизации существующего оборудования, так и при создании новых станков, поддерживающих концепцию промышленного интернета вещей.

Список использованных источников

1. Kolok P. et al. Low-Cost IoT-Based Predictive Maintenance Using Vibration //Sensors. – 2025. – Т. 25. – №. 21. – С. 6610.
2. Swati T., Rao K. R. Industrial process monitoring system using Esp32 //International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). – 2019. – Т. 7. – №. 6S4.

Доценко Лидия Анатольевна, студ. гр. 6131-110403D, docenko.lida03@gmail.com.
Шестаков Дмитрий Александрович, аспирант, гр. А4_01.03.02, shestakov.da@ssau.ru.

УДК 531.781

БЕСПРОВОДНОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАНИЙ ЛОПАТОК ТУРБОАГРЕГАТА

М.А. Толкунов, А.А. Грецов, У.В. Бояркина, С.А. Данилин
«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королева», г. Самара

Параметры колебаний лопаток турбоагрегата являются важным показателем его технического состояния как при доводке, так и в процессе эксплуатации. Измерение параметров колебаний лопаток и контроль превышения допустимых значений позволяет изменить режим эксплуатации турбоагрегата, с целью предотвращения поломки лопаток, которая может привести к повреждению компрессора и двигателя в целом.

Для решения данной задачи широкое применение нашли бесконтактные преобразователи параметров колебаний лопаток. Преимуществами таких преобразователей является возможность их применения в условиях высоких температур, вибрации, повышенных аэродинамических нагрузок и высокая надежность по сравнению с контактными преобразователями, позволяющая их использовать в процессе эксплуатации турбоагрегата [1]. Однако применение бесконтактных

преобразователей, как и контактных, осложняется необходимостью использования кабельной линии связи для питания и обмена данными с системой автоматизированного управления турбоагрегатом.

Решением данной проблемы является применение беспроводных преобразователей параметров колебаний лопаток, к которым предъявляются следующие требования:

1. Применения батарейного или аккумуляторного питания преобразователя;

2. Низкое энергопотребление электроники преобразователя для обеспечения возможности батарейного или аккумуляторного питания;

3. Применение современных беспроводных технологий для связи с системой автоматизированного управления турбоагрегатом.

Для монтажа преобразователей параметров колебаний лопаток в корпусе турбоагрегата используются технологические отверстия, соответственно корпус преобразователя должен иметь цилиндрическую форму под которую лучше всего подходят аккумуляторы в цилиндрическом форм-факторе, например 18650 ёмкостью 2200–3500мА.

Для передачи информации о параметрах колебаний лопаток в систему автоматизированного управления турбоагрегатом могут быть использованы беспроводные технологии, такие как Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave, LoRa или доступные к свободной работе радиочастоты [2,3]. Беспроводные технологии сотовых сетей такие как 3G/4G/5G мало применимы ввиду задержки сигнала при пиковых нагрузках сетей.

Выбор беспроводной технологии для передачи данных в первую очередь обусловлен диапазоном рабочих частот первичного преобразователя, так как модуль беспроводной передачи данных может наводить помехи на измерительные цепи. Особенно этому подвержены электромагнитные и радиоволновые преобразователи. Диапазоны рабочих частот радиоволновых преобразователей могут пересекаться с рабочими частотами беспроводных технологий, таких как Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa. По этой причине лучше всего для реализации беспроводного преобразователя подходят оптоэлектронные преобразователи, так как частоты оптического излучателя и приемника сильно удалены от рабочей частоты модулей беспроводной передачи данных.

Также стоит сказать об особенностях применения каждой беспроводной технологии.

Технология Wi-Fi хорошо отработана для реализации беспроводных устройств, однако отличается высоким энергопотреблением на фоне остальных технологий.

Технология LoRa хорошо применима при передаче данных на большие расстояния, однако применение данной технологии в рамках корпуса турбоагрегата не позволяет раскрыть её сильные стороны.

Технологии Zigbee и Z-Wave позволяют создать mesh-сеть, поэтому они хорошо применимы при совместной работе нескольких преобразователей.

Технология Bluetooth обладает низким энергопотреблением и позволяет достигнуть высокого уровня миниатюризации первичного преобразователя.

Стоит отметить, что поскольку электроника беспроводного первичного преобразователя окружена металлическим корпусом турбоагрегата необходимо обеспечить наличие у беспроводного преобразователя выносной антенны, обеспечивающей надежный обмен данными с системой автоматизированного управления турбоагрегатом.

Список использованных источников

1. Данилин, А.И. Бесконтактные измерения деформационных параметров лопаток в системах контроля и управления турбоагрегатами: научная монография / А.И. Данилин. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2008. – 218 с.

2. Аникин, А.П. Радиомодемы компании One RF Technology для диапазонов 434/868 МГц: основные режимы работы / А.П. Аникин // Беспроводные технологии. 2008. № 1. – С. 19-24.

3. Аникин, А.П. Обзор современных технологий беспроводной передачи данных в частотных диапазонах ISM (Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi) и 434/868 МГц / А.П. Аникин // Беспроводные технологии. 2011. № 4. – С. 6-12.

Толкунов Максим Алексеевич, студ. гр. 6401-110301D, maziko0978@gmail.com
Грецков Андрей Александрович, к.т.н., доцент каф. РЭС greckov.aa@ssau.ru.
Бояркина Ульяна Викторовна, к.т.н., доцент каф. РЭС, boyarkina.uv@ssau.ru.
Данилин Сергей Александрович, к.т.н., доцент каф. РЭС, danilin.sa@ssau.ru.

УДК 531.781

ПРИМЕНЕНИЕ КODOVЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАНИЙ ВАЛА ТУРБОАГРЕГАТА

П.Д. Бурухин, А.А. Грецков, У.В. Бояркина, С.А. Данилин
«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королева», г. Самара

Вал ротора турбоагрегата является одним из крупногабаритных и высоконагруженных элементов, требующих пристального внимания к своему техническому состоянию в режиме реального времени. Оценка технического состояния вала турбоагрегата может быть выполнена по величине параметров его колебаний, при превышении которых возможно повреждение изделия и возникновение аварийных ситуаций. По этой причине актуальной задачей является разработка эффективных методов и средств контроля параметров колебаний вала турбоагрегата [1].

Одним из самых эффективных методов контроля параметров колебаний