

Литература

1. Венцель, С.В. Применение смазочных материалов в двигателях внутреннего сгорания / С.В. Венцель. – Москва: Химия, 1979. – 240 с.
2. Ferreira, T. ImageJ user guide /Fiji 1.46 / T. Ferreira, W. Rasband. – 2012. – 198 p.
3. Schindelin, J. The ImageJ Ecosystem: An Open Platform for Biomedical Image Analysis / J. Schindelin, et al. // Molecular Reproduction & Development. – 2015. – Vol. 82. – P. 518–529.
4. Brocher, J. The BioVoxxel Toolbox for ImageJ/Fiji: Extended Particle Analyzer and Shape Descriptor Maps // BioVoxxel Toolbox – ImageJ Wiki. – URL: https://imagej.net/imagej-wiki-static/BioVoxxel_Toolbox (date of access: 06.07.2025).

УДК 621.11

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А.В. Михолап, студент ФТС, **М.В. Новиков**, студент ФТС,
Научный руководитель: В.Е. Тарасенко, канд. техн. наук, доцент
*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

В лаборатории технического сервиса топливной аппаратуры и агрегатов гидросистем БГАТУ выполнены исследования виброакустических характеристик форсунок CRIN2 (0445120141) с электромагнитным управлением.

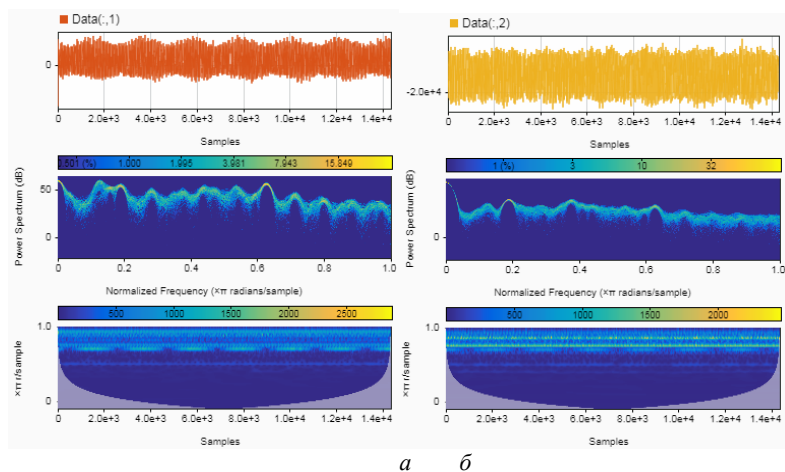
На рисунках 1-4 представлены результаты обработки проекций сигнала акселерометра.

В верхней части каждого из рисунков 1-4 представлена снятая проекция сигнала акселерометра относительно одной из осей *x*, *y*, *z*. В средней части – спектр, построенный для нормализованной частоты сигнала (спектр постоянства сигнала), в нижней части – скейлограмма сигнала.

Спектр постоянства сигнала (средняя часть графиков) является частотно-временным представлением сигнала и указывает на процент времени присутствия частоты в сигнале. Чем дольше частота по времени присутствует в сигнале, тем интенсивнее она отображается на спектре постоянства.

Исследования показали [1, 2], что для форсунки со следами изнашивания наиболее ответственных ее составляющих компонентов

(запорного клапана, иглы распылителя и др.) характерен менее выраженный спектр постоянства колебаний относительно оси y .



a б

Рисунок 1 – Результаты обработки проекций сигнала акселерометра на ось x (а) и ось y (б) на всем интервале измерений 0...14339 (верхний график), спектр, построенный для нормализованной частоты сигнала (график посередине) и скейлограмма сигнала (график снизу) для измерения новой форсунки акселерометром f_029.bin

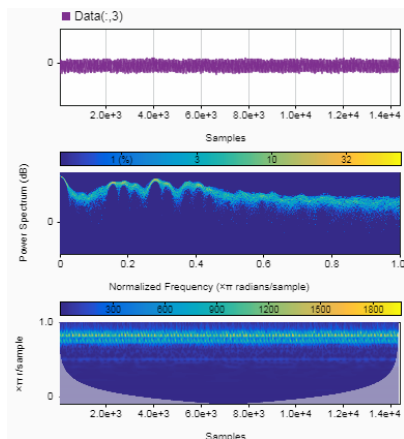
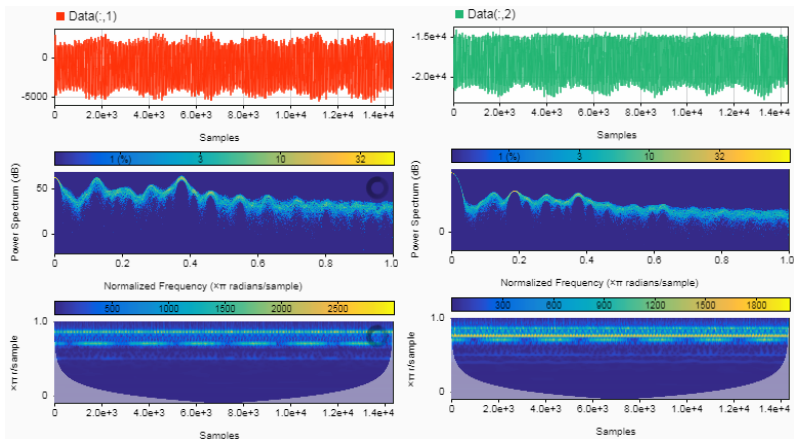


Рисунок 2 – Результаты обработки проекций сигнала акселерометра на ось z на всем интервале измерений 0...14339 (верхний график), спектр, построенный для нормализованной частоты сигнала (график посередине) и скейлограмма сигнала (график снизу) для измерения новой форсунки акселерометром f_029.bin



а б

Рисунок 3 – Результаты обработки проекций сигнала акселерометра на ось x (а) и ось y (б) на всем интервале измерений 0...14339 (верхний график), спектр, построенный для нормализованной частоты сигнала (график посередине) и скейлограмма сигнала (график снизу) для измерения изношенной форсунки акселерометром f_014.bin

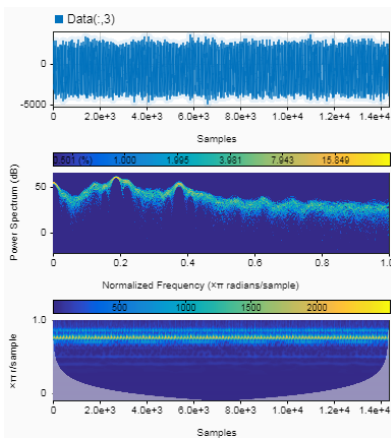


Рисунок 4 – Результаты обработки проекций сигнала акселерометра на ось z на всем интервале измерений 0...14339 (верхний график), спектр, построенный для нормализованной частоты сигнала (график посередине) и скейлограмма сигнала (график снизу) для измерения изношенной форсунки акселерометром f_014.bin

Скейлограмма – нижняя часть графиков, это абсолютные значения непрерывного вейвлет-преобразования сигнала. Данный вид обработки полезен при изучении сигналов с перемежающимися переходными

процессами, которые могут возникать при износе узлов двигателя. Из рисунков 1–4 видно, что для форсунки со следами изнашивания наиболее ответственных ее составляющих компонентов результаты обработки скейлограммы относительно оси y выражены сильнее, чем для новой.

Для определения частот, наиболее характерных для работы новой форсунки и форсунки со следами изнашивания наиболее ответственных ее составляющих компонентов проводили спектральный анализ полученных при испытаниях сигналов (графические построения в статье не отражены).

Комплекс выполненных в лаборатории исследовательских работ позволил установить фактическое отклонение от эталонного состояния (новая форсунка) элементов рассматриваемой форсунки, а также описать характерные виды изнашивания наиболее ответственных составляющих компонентов форсунки (запорного клапана и иглы распылителя).

Литература

1. Тарасенко, В.Е. Исследование вибрации форсунок с помощью многоканальной системы с гибкой структурой / В.Е. Тарасенко, А.А. Жешко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020. – Вып. 54. – С. 185–191.
2. Тарасенко, В.Е. Методика формирования теоретико-практической базы результатов анализа динамики спектральных, вейвлетных и статистических образов вибросигналов форсунок / В.Е. Тарасенко, О.Ч. Ролич, А.А. Жешко // Агропанограма. – 2025. – № 4(170). – С. 28–34.

УДК 621.11

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОРСУНОК

А.В. Михолап, студент ФТС, **М.В. Новиков**, студент ФТС,
Научный руководитель: В.Е. Тарасенко, канд. техн. наук, доцент
*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Посредством исследования виброакустических характеристик деталей и сборочных единиц (узлов и агрегатов) машин определяют-