

**МЕТОДИКА ТЕХНИЧЕСКОГО
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ
ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
ПО ВИБРОАКУСТИЧЕСКИМ СПЕКТРАМ**

д.т.н., проф. Н.В. Грунтович
(Гомельский ГТУ имени П.О. Сухого, Гомель, Беларусь),
Д.В. Кирдищев
(ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянск, Россия)

Ключевые слова: методика, диагностирование, вибрация, дизельная форсунка, топливная аппаратура.

В статье предложена методика технического диагностирования топливной аппаратуры дизельных двигателей по результатам виброакустических экспериментов.

**THE METHOD OF TECHNICAL DIAGNOSING
OF THE FUEL EQUIPMENT OF DIESEL ENGINES
FOR THE VIBRO-ACOUSTIC SPECTR**

Doctor of Technical Science, Professor T.M. Gruntowych
(Sukhoi State Technical University of Gomel, Gomel, Belarus),
D.V. Kirdishchev
(FSBEI HE Bryansk SAU, Bryansk, Russia)

Key words: methodology, diagnostics, vibration, diesel nozzle, fuel equipment.

The article offers a technique for technical diagnostics of diesel engine fuel equipment based on the results of vibroacoustic experiments.

Последние 10 лет учеными России уделяется большое внимание экономическому росту и модернизации производства в сельском хозяйстве [1]. Рассматривая экономические показатели отмечается, что энергоёмкость в России превышает энергоёмкость Японии в 3,5 раза, а Германии в 3 раза. Совокупные энергетические затраты на производство 1 т условной зерновой единицы в

России по сравнению с США выше более чем в пять раз. К 2000 г. темпы роста цен от продажи сельскохозяйственной продукции в 7,5 раз отставали от темпов роста цен на приобретаемые товары и услуги. В 2012 г при покупке одного трактора сельхозорганизации отдали почти в три раза больше зерна, за один центнер минеральных удобрений больше в 6,7 раз, чем в 2000 г. Все это значительно усложнило проблему модернизации техники в сельскохозяйственных организациях.

Значительное сокращение количества машин, резкое снижение их безотказности, уменьшение готовности машинно-тракторного парка привело к тому, что уровень механизации трудоемких процессов в растениеводстве не превышает 40%, а в животноводстве и того меньше [2, 3]. Это привело к значительному снижению производительности сельскохозяйственной техники, уменьшению площади сельскохозяйственных угодий в России на 18 млн. га. Объем валовой продукции сельского хозяйства сократился на 28,2%, в том числе растениеводства – на 15,2%, животноводства – почти на 40% [4].

Основные объемы ремонтных работ в течение последних 20 лет хозяйства выполняют собственными силами, используя в основном детали списанных машин. Однако этот резерв себя уже исчерпал, о чем свидетельствует уменьшение числа таких машин, стабилизация и повышение объемов ремонтных работ с использованием покупных запасных частей, агрегатов и ремкомплектов. Чтобы улучшить качество ремонта в мастерских, необходимо внедрить новое универсальное контрольно-диагностическое оборудование, новые методики проведения диагностирования и одновременно обучить персонал и повысить его квалификацию [4].

В результате экспериментов, проведенных авторами, было обследовано более 10 дизельных двигателей Д-240 и Д-246 с разными ресурсами от нового трактора до трактора с временем наработки более 8000 часов. Обследования проводились как на работающих двигателях, так и на диагностических стендах в ремонтных мастерских. Кроме того, выполнялось вибродиагностирование топливной аппаратуры дизельных двигателей «Detroit Diesel», «Deutz», «Volvo».

Проведенные исследования показали, что уровень вибрации на определенных частотах или диапазонах характеризует:

– частота 137 Гц это техническое состояние топливного насоса. Высокая вибрация на этой частоте соответствует неисправности узла «роликовый толкатель – кулачок» (рисунок 1, позиция а);

– диапазон от 98 до 115 Гц упругость пружины форсунки, при перемещении иглы вверх (рисунок 1, позиция b);

– диапазон от 73 до 88 Гц характеризует состояние системы впрыска топлива в камеру сгорания, детонацию. Снижение вибрации на этой частоте свидетельствует о закоксовывании сопловых отверстий, подтеканию из распылителя после посадки иглы в седло, ухудшению качества распыливания. Что в свою очередь является следствием значительного снижения давления впрыскивания топлива (рисунок 1, позиция с);

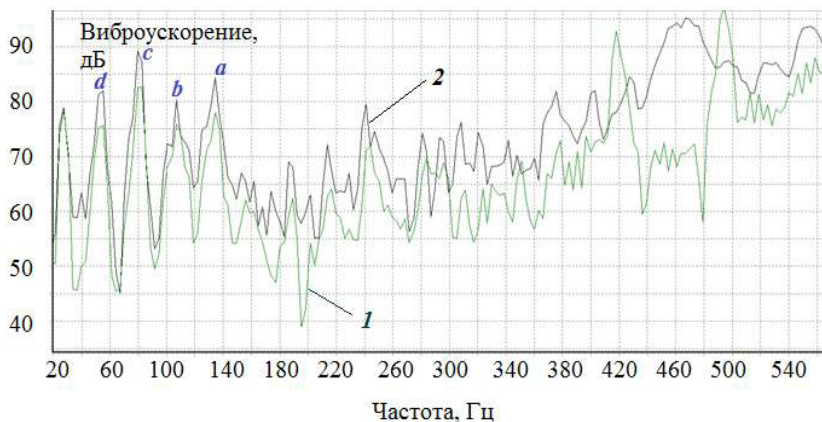


Рисунок 1 – Спектр вибрации дизельных форсунок Д-240 на 700 об/мин 300 моточасов (1 кривая – вторая форсунка; 2 кривая – четвертая форсунка). Амплитуды вибрации форсунок: а – поступление топлива в полость форсунки; b – подъем иглы; с – впрыск топлива в камеру сгорания, детонация; d – опускание иглы

– диапазон от 49-58 Гц характеризует упругость пружины, а также износ посадочного конуса иглы. При снижении давления затяжки пружины форсунки и чрезмерно большой разгрузке топливопроводов высокого давления (особенно при работе на малой подаче) может привести к более низкому давлению топлива в форсунке по сравнению с давлением газов в камере сгорания. По этой причине

газы, имеющие высокую температуру, проникают в полость распылителя и нагревают находящееся там топливо. Вместе с газами во внутреннюю полость распылителя заносятся частички нагара. На рабочих поверхностях иглы и корпуса распылителя образуются лаковые пленки и налет нагара, которые снижают теплопроводность металла. Поэтому происходит дальнейшее повышение температуры распылителя, вследствие чего лаковая пленка и нагар превращаются в твердые отложения кокса (рисунок 1, позиция d).

Диагностику топливной аппаратуры дизельного двигателя по виброакустическим характеристикам рекомендуется проводить в следующей последовательности:

1. Производится внешний осмотр двигателя и определяется степень доступности ТА для крепления диагностических датчиков.

2. Прогрев двигателя. Непрерывная работа двигателя до выхода на рабочую температуру.

3. Установка и настройка диагностического комплекса, который представляет собой многофункциональный сборщик данных МСД-2010 с вибродатчиком ускорения (тип АР-1040 с диапазоном измерения 5-5000Гц или 5-20000 Гц), персональный компьютер с программой обработки данных [5] (рисунок 2).



Рисунок 2 – Вибродиагностирование дизельного двигателя с использованием диагностического комплекса проводит инженер Д. Кирдищев

3. Производится подключение датчиков к точкам сбора информации. Вибродатчик с помощью магнита крепится на место измерения виброакустического сигнала. В том случае, когда из-за плохого доступа закрепить магнит нельзя, к вибродатчику крепится стальной штырь длиной 10–20 см. В этом случае штырь с датчиком прижимается рукой к месту измерения сигнала вибрации.

4. На прогревом двигателе поддерживаются устойчивые обороты коленчатого вала (700 об/мин). Производится сбор диагностической информации форсунок при работающем двигателе на номинальной частоте. Сбор диагностической информации ТНВД при работающем двигателе на номинальной частоте.

5. Получение и обработка спектров вибрации. Сигнал с вибродатчика ускорения через усилитель заряда сборщика поступает на соответствующий порт компьютера. В компьютере имеется две программы. С помощью первой программы измеренный сигнал записывается в соответствующий файл. Вторая программа после обработки способом Фурье позволяет измеренный сигнал представить в частотном диапазоне от 2 до 5000 Гц. Это дает возможность оценить уровень белого шума и выделить дискретные частоты вибрации с определением уровня вибрации на соответствующих частотах [6].

6. Выделение информативных частот по полученным спектрам. Исходя из физики работы опытным путем было установлено частота 137 Гц соответствует поступлению топлива в полость форсунки; диапазон частоты от 98 до 115 Гц – соответствует подъему иглы; диапазон частоты от 73 до 88 Гц – впрыску топлива в камеру сгорания, детонации; диапазон от 49 до 58 Гц – опусканию иглы.

7. Определение технического состояния форсунок и ТНВД. При помощи диагностической модели производится определение степени износа форсунки путем сравнения амплитуд реперных частот полученных при диагностировании с составленной экспериментальным способом диагностической моделью.

8. Составление рекомендаций по ремонту топливной аппаратуры. Описание элементов форсунки и ТНВД со степенью износа и рекомендаций по их ремонту или замене.

Выводы

1. Проведенные исследования в лабораториях, ремонтных мастерских и полевых условиях показали эффективность вибродиагностирования дизельных двигателей.

2. Вибродиагностирование топливной аппаратуры дизелей во время работы позволят выявить типовые дефекты топливной аппаратуры без ее разборки.

Литература

1. Панин, А.В. Экономический рост в сельском хозяйстве на основе модернизации производства: монография [Текст] / А.В. Панин. – М.: Издательство Проспект, 2016. – 240 с.

2. Семейкин, В.А. Оценка уровня механизации в сельском хозяйстве [Текст] / В.А. Семейкин // Сельский механизатор. – 2010. – № 2. – С. 12–13.

3. Кирдищев, Д.В. Техническое диагностирование топливных форсунок на стендах в ремонтных мастерских [Текст] / Д.В. Кирдищев, В.И. Лавров // Вестник Брянской ГСХА. – 2016. – № 5 (57). – С. 65–69.

4. Горячев, С.А. Востребованность современной техники [Текст] / С.А. Горячев, З.В. Волкова. // Сельский механизатор. – 2013. – № 11. – С. 38–40.

5. Грунтович, Н.В. Техническое диагностирование дизельных двигателей по спектрам вибрации корпуса для обеспечения долговечности, безотказности и экономичности [Текст] / Н.В. Грунтович, Д.В. Кирдищев // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: материалы Международной научно-практической конференции «Белагро-2018» (Минск, 7–8 июня 2018 г.). – Минск: БГАТУ, 2018. – 452 с.

6. Грунтович, Н.В. Техническое диагностирование форсунок дизелей во время их работы [Текст] / Н.В. Грунтович, Д.В. Кирдищев // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции (Минск, 22–24 ноября 2017 г.). – Минск: БГАТУ, 2017. – 660 с.

7. Грунтович Н.В. Вибродиагностирование топливных форсунок на работающем двигателе [Текст] / Н.В. Грунтович, Д.В. Кирдищев // Агротехника и энергообеспечение. – 2016. – № 4 (13), Т. 2. – С. 47–55.