

Литература

1. Князева Л.Г. К вопросу эффективности хранения сельскохозяйственной техники / Л.Г. Князева, А.И. Петрашев, В.Д. Прохоренков, В.В. Клепиков // Наука в центральной России. - 2017. - № 6 (30). - С. 37-49.
2. Клепиков В.В. Сравнительный анализ устройств для нанесения консервационных материалов / В сборнике: Актуальные вопросы энергетики в АПК. Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Благовещенск. - 2022. - С. 97-103.
3. Петрашев А.И., Клепиков В.В. Результаты исследования эжекторных пневмопистолетов для применения при консервации сельхозмашин / Наука в центральной России. - 2022. - № 5 (59). - С. 7-19.
4. [электронный ресурс] <https://moy-instrument.ru/masteru/kraskopult-elektricheskij-printsip-raboty.html?ysclid=m1kpr6fqck215625225> / Дата обращения 27.09.24

УДК 621.436:519.244

**ВИБРОДИАГНОСТИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
ТРАКТОРОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

Грунтович¹ Н.В., д.т.н., профессор, **Молочко² А.А.**, **Кирдишев³ Д.В.**

¹ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ», г. Минск,

²филиал «Торфобрикетный завод «Сергеевичское» УП «МИНГАЗ», пос. Правдинский,

³Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино

Как показывает статистика отказов, слабым звеном в тракторах является топливная аппаратура и подшипники качения. Износ топливной аппаратуры вызывает значительные потери дизельного топлива. Неисправность одной форсунки увеличивает потери топлива на 15-20%, износ плунжерных пар топливного насоса увеличивает потери топлива до 20% [1]. Таким образом, годовые потери топлива по трактору «Беларус 2522» могут достигать 12200 кг/год. Разрушение подшипников качения во время работы трактора приводит к повреждению коробки передач в тракторе.

Авторами получен патент РФ на способ определения технического состояния форсунок на работающем двигателе № 2667738 от 24 сентября 2018 г [2]. А наличие многоканального устройства с экспертной системой диагностирования позволит сервисным и ремонтным службам выполнять диагностическое обследование тракторов непосредственно в полевых условиях, а также контролировать качество ремонтных работ в мастерских. Это будет способствовать экономии дизельного топлива, сокращению объемов капитального ремонта, увеличения срока службы тракторов.

Произведено вибродиагностирование трех дизельных двигателей тракторов в полевых условиях. Вибродиагностирование выполнялось в режиме холостого хода каждого двигателя. Регистрировались и анализировались виброакустические характеристики форсунок, топливных насосов, цилиндро-поршневой группы и подшипников скольжения коленчатого вала. По результатам анализа виброакустических характеристик более 20 дизельных двигателей построены эталоны для диагностики технического состояния форсунок дизельного двигателя (рисунок 1)[3].

Уровень вибрации диагностируемой форсунки должен принимать среднее значение между минимальным и максимальным значениями на информативных частотах диагностической модели. Например, если уровень вибрации на частоте 137 Гц составит 55-56 дБ, то это свидетельствует о жесткости пружины, если 84-85 дБ, то пружина изношена. Если на частоте детонации 73-88 Гц уровень вибрации будет 88-89 дБ, то это возможно при большом количестве топлива в цилиндре.

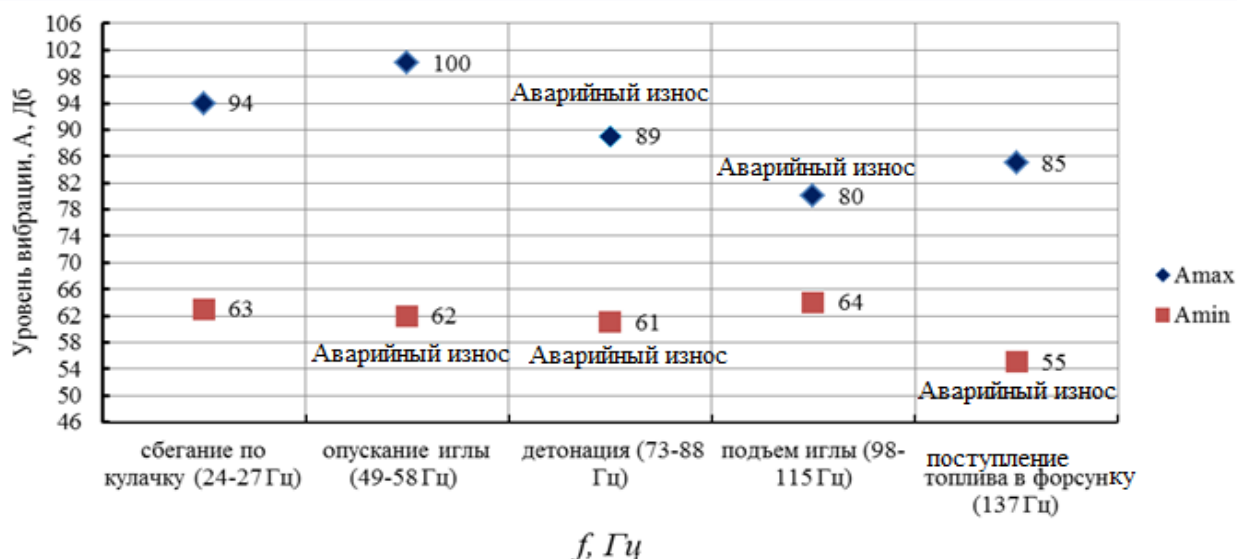


Рисунок 1 -Диагностическая модель форсунки

Оценка технического состояния топливных форсунок дизеля трактора №1 показала, что форсунки Ф1, Ф2, Ф4 имеют хорошее техническое состояние. Форсунки Ф3 и Ф6 изношены. В форсунке Ф5 слабая пружина. Техническое состояние плунжерного насоса следует признать вполне удовлетворительным. Самая максимальная вибрация 82 дБ у подшипника П2. Особенности ВАХ подшипника П2 свидетельствуют о срыве масляного клина из-за большого зазора (таблица 1).

Таблица 1 – Вибрации подшипников скольжения коленчатого вала дизельных двигателей (дБ)

№	Дизель	Наработка в часах	$f_{об}$, Гц	Уровень вибрации на $f_{об}$, дБ			$2f_{об}$, Гц	Уровень вибрации на $2f_{об}$, дБ			Вибрация на $f_{дет}$ детонации, дБ
				П1	П2	П3		П1	П2	П3	
1	5408	4800	15	54	58	47	30	83	84	84	81
2	5409	5067	11,66	62	60	63	23	64	57	57	91
3	7857	274	16,7	66	56	56	33,5	86	81	74	91
4	7858	161	16,7	67	64	62	33,5	87	81	78	80
5	3417	7217	11,6	58	76	62	23	57	82	54	88

Износ вкладышей подшипников скольжения определяется по уровню вибрации на второй оборотной частоте вала. В данном случае это частота 23 Гц и 33,5 Гц. Результаты анализа спектров вибации подшипников скольжения представлены в таблице 1. Как следует из таблицы 1, самая максимальная вибрация 87 дБ у подшипника П1.

Наработка дизеля трактора №2 составляет 5067 часов без ремонта. Установлено, что топливо в форсунки 1 и 4 поступает в одинаковом количестве. В результате вибрации на частоте детонации одинаковы. Пружина в форсунке Ф1–жесткая. В форсунки Ф2 и Ф3 топливо поступает в меньшем количестве. Жесткость пружин в форсунках Ф5 и Ф6 ослаблена. Форсунка Ф4 изношена. Уровень вибрации плунжеров достаточно высок и составляет 84 дБ. Вкладыши подшипников скольжения П1, П2, П3 имеют хорошее техническое состояние. По ЦПГ: максимальный акустический сигнал регистрируется на частоте 4500-5000 Гц (5ЦПГ, 4 ЦПГ) и на частоте 2500-3000 Гц (3ЦПГ).

Наработка дизеля трактора №3 составляет 4800 часов. Установлено ослабление жесткости пружин форсунок Ф2 –Ф4. Повышение уровня вибрации плунжеров на частоте 176 Гц свидетельствует о наличии износа в кулачковом механизме. Повышение вибрации до 84 дБ вкладышей подшипников скольжения из-за их износа.. Из-за износа ЦПГ: в 3ЦПГ повышенная вибрация в диапазоне частот 4000-5000 Гц; в 5ЦПГ повышена вибрация в частотном диапазоне 3000-4500 Гц; в 4ЦПГ повышена вибрация в частотном диапазоне 4000-4500 Гц. Наибольший износ в 5ЦПГ.

Как показали измерения вибрации, техническое состояние форсунок в одном дизеле может быть разным (рисунок 2).

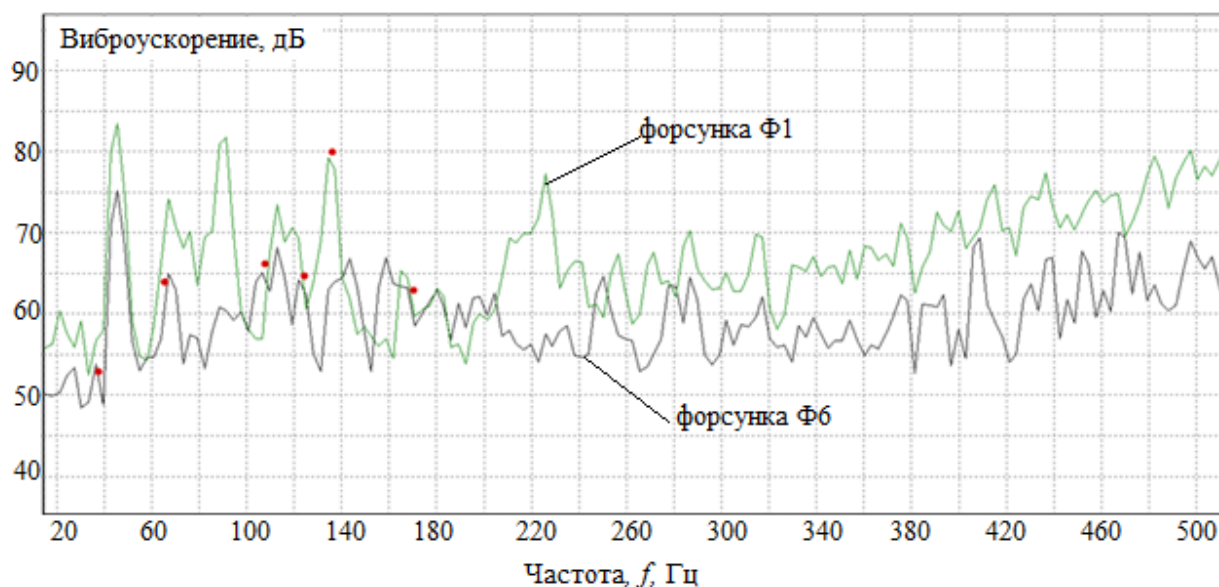


Рисунок 2 – Трактор №3 форсунка Ф1 (зеленая) и Ф6 (черный)

Литература

1. Новиков А.В. Диагностика и техническое обслуживание машин.: Практикум [Текст]: учебное пособие для студентов вузов по специальностям "Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве", "Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства", "Проектирование и производство сельскохозяйственной техники" /Новиков А.В., Шило И.Н., Кецко В.Н.// -Минск: Минсельхозпрод РБ, УО БГАТУ ; под ред. А. В. Новикова. - Минск : БГАТУ, 2010. - 344 с.
2. Способ определения технического состояния форсунок на работающем двигателе. Грунтович Н.В., Грунтович Н.В., Кирдищев Д.В. Патент на изобретение RU 2667738 С2, 24.09.2018. Заявка № 2017108026 от 10.03.2017.
3. Грунтович Н.В. Разработка диагностической модели дизельных форсунок по результатам вибродиагностирования. / Грунтович Н.В., Кирдищев Д.В., Попов В.Б. // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. 2017. № 2 (69). С. 18-24.