

УДК 338.43.631.371

ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЕЙ ВО ВРЕМЯ ИХ РАБОТЫ

Н.В. Грунтович¹, д.т.н., профессор, Д.В. Кирдишев²

¹Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь,

²Брянский государственный аграрный университет, г. Брянск, Российская Федерация

Введение

За последние годы количество техники сельскохозяйственных предприятий сократилось в среднем на 35%. Из-за длительного срока эксплуатации дизельных двигателей увеличился расход топлива. Как считают авторы [1], в зависимости от типа дизеля, годовые потери топлива могут составить: неисправность одной форсунки – 2000÷6000 кг; износ обратного клапана топливного насоса – 3900÷10800 кг; износ плунжерных пар топливного насоса – 2000÷6110 кг.

Основная часть

В отдельных дизельных двигателях вращение коленчатого вала через шестеренки передается топливному насосу при соотношении $\frac{n_6}{n_n} \approx 1,4$. Топливный насос высокого давления создает давление 150-170 кг/см². Топливо под давлением через штуцер сетки по каналу проходит в кольцевую канавку распылителя и по трем каналам поступает в полость форсунки. Форсунка испытывает первый гидроудар (рисунок 1, амплитуда "а"). Топливо снизу давит на коническую поверхность иглы, а когда усилие от давления превышает силу затяжки пружины игла поднимается. Высота подъема иглы составляет 0,4-0,5 мм и ограничивается тем, что заплечико иглы ударяет в торец корпуса форсунки (рисунок 1, амплитуда "b"). Топливо через сопловое отверстие под давлением 15 МПа впрыскивается в камеру сгорания. Топливо, поступая через кольцевой зазор между штифтом и стенками соплового отверстия, ударяется о корпус и образует факел (рисунок 1, амплитуда "с"). После поступления топлива в камеру сгорания игла под действием пружины возвращается в

исходное состояние (рисунок 1, амплитуда "d"). Все эти удары в корпусе форсунки фиксируются в спектре вибрации (рисунок 1).

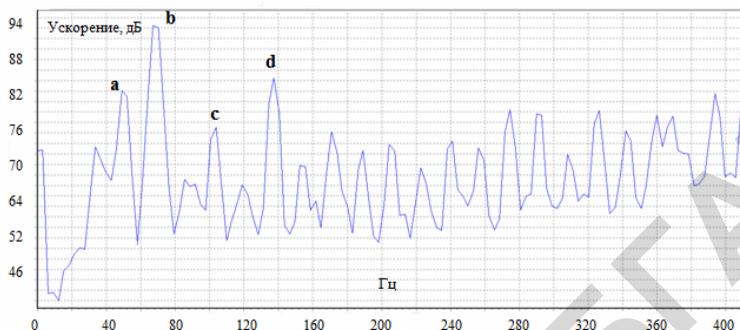


Рисунок 1 – Спектр вибрации форсунок на 2000 об/мин 8425 моточасов (a-48Гц; b-67Гц; c-103Гц; d-137Гц)

Следовательно, частота импульсов в спектре вибрации форсунки, время между импульсами, амплитуда импульсов являются информативными диагностическими параметрами, которые характеризуют техническое состояние форсунки и частично топливного насоса.

Проведя исследования форсунок на стенде ESP-100 показали, что физика работы форсунок на стенде и на работающем двигателе совершенно разная (рисунки 1-3). Это обусловлено разным законом подачи топлива в форсунку. Чтобы на стенде создать необходимое давление топлива в форсунке нужно несколько раз нажать на ручку насоса. На работающем двигателе топливо в форсунку подается топливным насосом высокого давления за доли секунды.

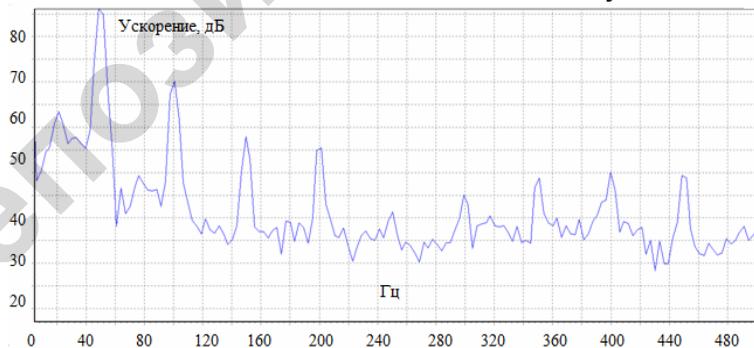


Рисунок 2 – Спектр вибрации дизельной форсунки, распыление отсутствовало, была капельная течь (0-500 Гц)

Поэтому на стенде не всегда можно в полном объеме выполнить регулировку форсунки. Был проведен большой объем исследований вибрации форсунок на работающем двигателе с разным ресурсом: 300 часов и 8425 часов. Кроме того, проводились измерения вибрации форсунок до ремонта и после ремонта форсунок, причем эффект от ремонта форсунок бывает совершенно противоположным.

На рисунках 2-3 представлены спектры вибрации форсунок на диагностическом стенде ESP 100

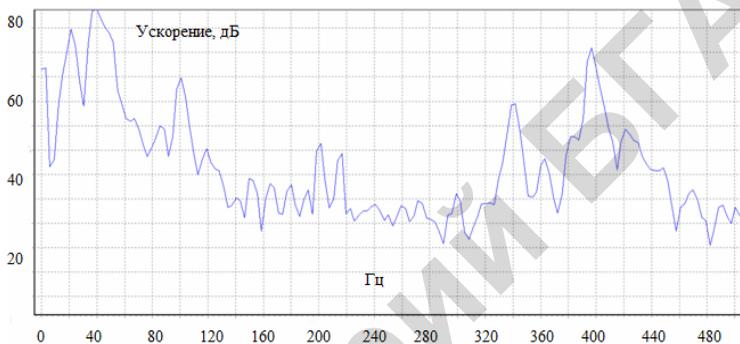


Рисунок 3 – Спектр вибрации дизельной форсунки с дробящим распылением (0-500 Гц)

Таблица 1 – Вибрация форсунок на информативных частотах при 700 об/мин.

Время наработки 300 моточасов				
1	2	3	4	5
f, Гц	27	48	88	115
A _{Ф1} , дБ	86	69	74	70
A _{Ф2} , дБ	78	76	83	76
A _{Ф3} , дБ	88	73	68	71
A _{Ф4} , дБ	78	82	89	80
Время наработки 8425 моточасов				
f, Гц	27	48	88	115
A _{Ф1} , дБ	63	82	70	65
A _{Ф2} , дБ	73	87	78	69
A _{Ф3} , дБ	78	88	75	68
A _{Ф4} , дБ	82	82	72	64

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
Время наработки 2638 моточасов				
f, Гц	27	54	82	109
A _{Ф1} , дБ	85	77	81	72
A _{Ф2} , дБ	86	71	76	70
A _{Ф3} , дБ	86	76	72	64
A _{Ф4} , дБ	84	76	78	71

Таблица 2 – Вибрация форсунок на информативных частотах при 2000 об/мин.

Время наработки 300 моточасов						
1	2	3	4	5	6	7
f, Гц	48	67	85	100	115	131
A _{Ф1} , дБ	86	89	63	75	83	90
A _{Ф2} , дБ	68	87	61	71	83	94
A _{Ф3} , дБ	73	94	68	73	90	98
A _{Ф4} , дБ	77	85	64	68	90	100
Время наработки 8425 моточасов						
f, Гц	48	67	85	103	115	131
A _{Ф1} , дБ	82	92	71	69	67	84
A _{Ф2} , дБ	88	97	77	78	74	90
A _{Ф3} , дБ	88	97	77	81	74	87
A _{Ф4} , дБ	82	94	65	75	64	85

В таблицах 1-2 представлены результаты измерения вибрации форсунок.

Заключение

Проведенные экспериментальные исследования показали, что по спектрам вибрации в диапазоне 5-2000 Гц можно выявлять дефекты форсунок как на стенде, так и на работающем дизеле.

Литература

1. Диагностика и техническое обслуживание машин : учебник /А.В. Новиков [и др.]; под ред. А.В. Новикова. — Минск: ИВЦ Минфина, 2013. — 340 с.

2. Н.В. Грунтович. Техническое диагностирование дизелей сельскохозяйственной техники. Материалы VIII НТК «Проблемы энергообеспечения, информатизации и автоматизации, безопасности и природопользования в АПК», Брянская сельскохозяйственная академия, г. Брянск, 2014 г. с. 85-88.