

Источник: Грехов Л.В. Методика и система диагностики состояния дизельной топливной аппаратуры // Проблемы проектирования, испытания и маркетинга автотракторной техники, ДВС строит.-дор. машин, трансп.-технол. комплексов и вездеходов: Матер. между. науч.-техн. конф. – Н.Новгород, 2000. - С.297-299.

УДК 621.436.038

Л.В.Грехов

Методика и система диагностики состояния дизельной топливной аппаратуры

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана
Москва

Работа направлена на создание автоматизированной системы безразборной диагностики состояния дизельной аппаратуры. Предложена методология диагностирования и ее аппаратная реализация. Ее отличие и основное достоинство - быстрота и дешевизна создания наиболее трудного и дорогостоящего компонента системы - диагностической модели.

Актуальность диагностики топливоподающей аппаратуры (ТПА) обусловлена необходимостью повышения производительности труда при регламентном контроле и поиске неисправностей. Предпосылками создания системы диагностики являются разрыв между уровнем ТПА в эксплуатации и современными экологическими и экономическими требованиями, а также значительная частота отказов ТПА от общих по дизелю и автомобилю, трудоемкость переборок и ремонта.

Структурный анализ топливной аппаратуры как объекта диагностирования проводится для конкретного образца ТПА. В данной работе это ТПА дизелей В-46, В-84 (12ЧН15/18), но описанная методология универсальна. Выявлено 20 типичных неисправностей - структурных параметров диагностирования. Этот список оптимизирован по величине и по достоверности диагностирования. В его составе: неплотность плунжерной пары; поломка пружины, заедание плунжера; неравномерность секций по цикловой подаче и по опережению; износ кулачков; неплотность по пояску клапана; его заедание, поломка пружины; снижение давления его открытия; негерметичность клапана по конусу; течь из штуцеров и трубопровода; негерметичность иглы распылителя; неплотность распылителя; снижение давления начала впрыска; закоксовывание, засорение сопел; поломка пружины, зависание иглы; снижение ее подвижности; увеличенный ход иглы; износ, эрозия сопел; разрегулировка регулятора по номинальной подаче и на холостом ходу.

Для более обоснованного назначения допустимых значений диагностических параметров, в число структурных введено еще 9 параметров технологической неустойчивости. Допуски структурных параметров определялись из конструкторской документации, ТУ на капитальный ремонт, ГОСТ на испытания ТПА.

Существо метода диагностирования. Среди популярных методов наиболее информативны и точны параметрические, в первую очередь, с измерением давления в трубопроводе. Возможности метода намного шире, чем сравнение получен-

ных кривых с эталонными. Существуют многочисленные трудности создания диагностических моделей, связанные с оценкой величины неисправности, ее выявлением при наличии допустимых отклонений и т.д. Это связано с обширными экспериментальными работами, накоплением статистики для каждой ТПА.

Использование математического моделирования подачи связано с меньшими материальными затратами, позволяет более точно и достоверно решить задачу благодаря детерминированному подходу. Становится возможным точный учет допустимых отклонений структурных параметров ТПА. Для расчетных работ использован программный комплекс Впрыск разработки МГТУ (см. Internet-сайт <http://www.bmstu.ru/facult/em/em2/inject/i11rus.htm>).

Диагностические параметры берутся с кривых давлений в датчике у форсунки - $P_{\text{лвд}}$ и в датчике-расходомере Bosch - $P_{\text{бош}}$ (в начале трубопровода, в который подается топливо из форсунки), а также из обработки этих кривых (рис.1).

Перед началом исследований проводилась идентификация математической модели для данной ТПА. Измерения нестационарных давлений производились пьезодатчиками с усилителями заряда AVL, крейта САМАС, ПЭВМ IBM [1]. Для управления экспериментом и получения диагноза использовалось программное обеспечение МГТУ. Общая погрешность измерения давлений - менее 1%.

Поля допусков диагностических параметров определялись в рамках численных факторных экспериментов при изменении в пределах допусков 29 структурных параметров. Экспериментальное исследование 30 неисправных образцов ТПА использовалось лишь как подтверждение результатов расчетов.

Создание диагностической модели и алгоритм распознавания. Для уверенного распознавания ряда неисправностей оказываются необходимыми несколько режимов работы (в данном случае - номинальный, пуск и холостой ход). Пример изменения диагностических кривых при наличии неисправности - рис.2.

После определения значений диагностических параметров на каждом диагностическом режиме по результатам численных и натуральных однофакторных опытов и сравнения их с допускаемыми отклонениями, сформированы таблицы неисправностей по типу представленной табл. Если отклонение диагностического параметра не выходит за пределы допускаемого, то он неинформативен (в таблице - "-"). Если отклонение выше допустимого, причем при увеличении значения структурного параметра приводит к увеличению диагностического, то в таблице записывается "↑", если зависимость обратная, то "↓".

Уникальный код каждой неисправности по трем таблицам позволяет однозначно ее идентифицировать. Результатом его использования является диагноз.

При нескольких неисправностях применим вероятностный подход. В этом случае ключевым соотношением для диагностической модели является обобщенная формула Байеса [2]. Однако, и в этом случае математическое моделирование при установлении корреляций структурных и диагностических параметров обеспечивает отмеченные достоинства детерминистического подхода. Возможность решения задачи в такой постановке определяется наличием дополнительной статистической информации о частоте возникновения каждой неисправности.

Наиболее простая и надежная диагностика проводится на топливном стенде. При испытаниях на дизеле применимы усеченные или измененные варианты (два датчика в нагнетательном трубопроводе или только один такой датчик). Тем не менее, как показали моторные испытания, возможности метода сохраняются.

Таким образом, математическое моделирование подачи обеспечивает скорейшее и точное получение диагностических моделей ТПА. Возможна автоматизация этой работы, получение моделей для большого числа топливных систем.

Таблица. Пример таблиц неисправностей на одном из режимов (давления - МПа)

Диагностический параметр ТПА	Допуск на диагностический параметр	Неисправность (номер структурного параметра)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$P_{\text{ЛВД 1}}$	1,5...6,7	-	-	-	↑	↓	-	-	-	-	↑	-	-	-	↓	-	↓	-	↓	-	-
$P_{\text{ЛВД 2}}$	29...43	-	↓	-	-	-	-	↑	-	-	-	↓	-	↑	-	-	↓	-	-	-	-
$P_{\text{ЛВД 3}}$	26,5...30,5	-	↓	-	-	-	↑	-	-	-	↓	↓	-	↑	-	-	↓	↓	-	-	-
...

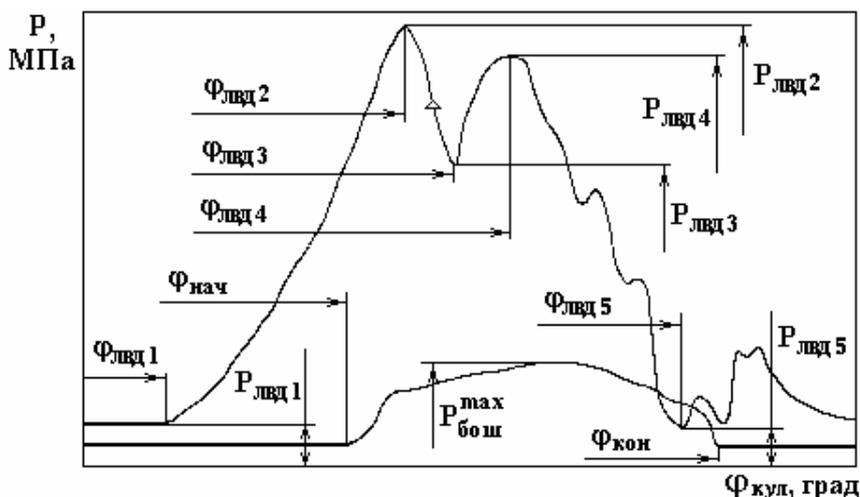


Рис.1. Диагностические параметры по результатам записи кривых давления перед форсункой (в ЛВД) и в датчике-расходомере Bosch

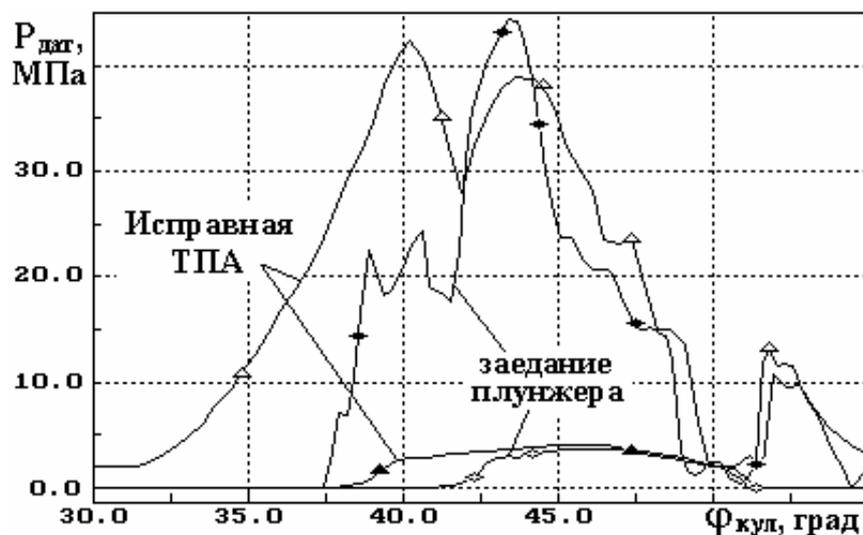


Рис.2. Давление в датчиках на номинальном режиме: исправная ТПА и с заеданием плунжера

Список использованной литературы

1. Автоматизированный комплекс для исследования и диагностирования топливных систем дизельных двигателей / Л.В.Грехов., В.А.Светлов, А.В.Сячинов и др. // Рабочие процессы дизелей: Учебное пособие. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 1995. - С. 154-160.
2. Биргер И.А. Техническая диагностика. - М.: Машиностроение, 1978. - 240 с.