

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ, ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ**

**Акимкин А.В.,**

**Научный руководитель к.т.н., доцент Блянкинштейн И.М.**

***Сибирский федеральный университет***

**Состояние вопроса.** Современные автомобильные двигатели с воспламенением топливно-воздушной смеси от сжатия работают в условиях с изменяющимися метеорологическими условиями, на топливах с различными физико-химическими характеристиками, в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимов [1].

С течением времени неизбежно ухудшается техническое состояние их основных элементов, к которым относятся: топливный насос высокого давления (ТНВД), цилиндропоршневая группа (ЦПГ), агрегаты наддува, выпускная система и т.д., что напрямую влияет на экологические и эксплуатационные характеристики двигателей. Для предупреждения и прогнозирования отказов элементов необходимо проведение своевременной диагностики. Суть диагностирования сводится к контролю энергетических показателей, сравнение полученных значений с эталонными, и при выходе измеренных значений за допустимые пределы – поиск неисправностей.

Сложность процессов, протекающих в элементах дизельного двигателя, обуславливает различные подходы к вопросу диагностирования технического состояния дизелей по параметрам рабочего процесса. Одним из таких подходов является диагностирование на основе анализа сигнала частоты вращения и ускорения коленчатого вала (КВ) двигателя на различных режимах. Сигнал датчика частоты вращения / положения коленчатого вала содержит большое количество информации о работе двигателя. В процессе работы каждый из цилиндров двигателя «подталкивает» коленчатый вал, за счёт чего коленчатый вал кратковременно ускоряется после прохождения верхней мертвой точки (ВМТ) каждого из цилиндров. Если топливо в цилиндре не воспламенилось – происходит уже не ускорение, а замедление частоты вращения коленчатого вала. Таким образом, об эффективности работы каждого из цилиндров можно судить по знаку и величине ускорения КВ после прохождения ВМТ соответствующего цилиндра.

Для диагностирования дизельных двигателей применяют различные средства, такие как универсальные мотор-тестеры, узкоспециализированные тестеры, сканеры и другие приспособления.

Мотор-тестеры представляют собой мультиметр и осциллограф, реализующие специальные тесты и использующие сигналы как встроенных, так и специально устанавливаемых внешних датчиков.

Узкоспециализированные тестеры предназначены для диагностирования определенного типа автомобилей и используют внешние датчики. Так, например, известно измерительное устройство ИМД-ЦМ (рис.1), предназначенное для технического диагностирования наиболее распространенных марок дизелей, находящихся в эксплуатации [2].

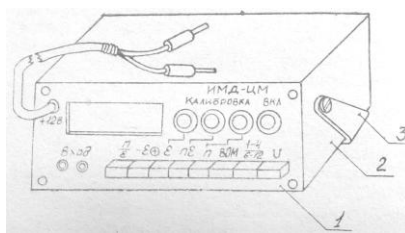


Рис. 1 – Общий вид устройства ИМД-ЦМ

Принцип работы ИМД-ЦМ основан на измерении и анализе частоты вращения и ускорения КВ на характерных режимах работы двигателя.

Устройство при техническом диагностировании двигателей, в совокупности с другими диагностическими средствами позволяет измерять широкий спектр параметров работы дизелей: частоту вращения КВ, ускорение – эффективную мощность двигателя; эффективную мощность двигателя при отключении части цилиндров; равномерность работы цилиндров; общее состояние кривошипно-шатунной группы; функционирование системы топливоподачи низкого давления; условную мощность механических потерь; крутящий момент в режиме номинальной мощности; условный механический КПД; условную индикаторную мощность по цилиндрам; коэффициент равномерности работы по цилиндрам; индикаторную мощность.

Устройство позволяет снять скоростную динамическую характеристику и по ней определить: частоту вращения, соответствующую максимальному значению крутящего момента; номинальный коэффициент запаса крутящего момента.

Сканеры - приборы, позволяющие считывать информацию в цифровом виде из памяти электронного блока управления. Диагностический сканер подключается к специальному диагностическому разъёму автомобиля, позволяет считывать из памяти коды ошибок, классифицировать их на текущие и сохраненные в памяти, расшифровывать коды неисправностей в текстовом виде, отображать текущие значения сигналов от датчиков и рассчитанные на их основе значения выходных эксплуатационных параметров, интерпретировать информацию с электронного блока управления, активировать некоторые исполнительные элементы системы управления двигателем в тестовых режимах [3].

Но прогресс не стоит на месте – совершенствуются как сами автомобили, так и способы диагностирования их исправностей. На подавляющем большинстве современных автомобилей установлены электронные системы управления, отвечающие за работу практически всех узлов и агрегатов. Электронный блок непрерывно обрабатывает информацию от различных датчиков и управляет системами, влияющими на экологические и эксплуатационные показатели автомобиля. Электронная система управления дизельным двигателем имеет следующее общее устройство: датчики; блок управления двигателем; исполнительные устройства систем дизеля.

Датчики фиксируют эксплуатационные параметры работы двигателя и преобразуют их в электрические сигналы. Количество и номенклатура датчиков различаются в зависимости от совершенства системы впрыска.

Электронный блок управления воспринимает сигналы датчиков, обрабатывает их в соответствии с заложенной программой и вырабатывает управляющие воздействия на исполнительные устройства.

**Проблема.** Современные диагностические сканеры позволяют считывать информацию со штатных датчиков и использовать ее для анализа технического состояния систем и агрегатов двигателя по конкретным, заложенным в них алгоритмам. Потенциально имеется возможность реализации более глубокого диагностирования

двигателей с использованием информации со штатных встроенных датчиков по методам, реализуемым в специализированных мотор-тестерах, например в ИМД-ЦМ [2], а также использовать эту информацию для исследовательских целей и реализации вновь разрабатываемых алгоритмов. Например, разработана инновационная методика измерения дымности отработавших газов дизелей на режиме свободного ускорения [4-6]. Однако для ее реализации нужен сигнал о темпе нажатия педали управления подачей топлива и изменении частоты вращения КВ на этом режиме. Существующие модификации сканеров и их опционные возможности не позволяют напрямую вывести названные сигналы в цифровом виде на персональный компьютер.

В качестве примера можно привести профессиональный дилерский диагностический сканер Intelligent Tester II [3], подключаемый к автомобилю посредством универсального диагностического разъема OBD II. Сигналы о положении акселератора и о частоте вращения КВ могут быть выведены на монитор (рис. 2) в графическом виде, но возможность передачи их в ПК удобном числовом формате, например EXCEL и использования их в дальнейшем – отсутствует.

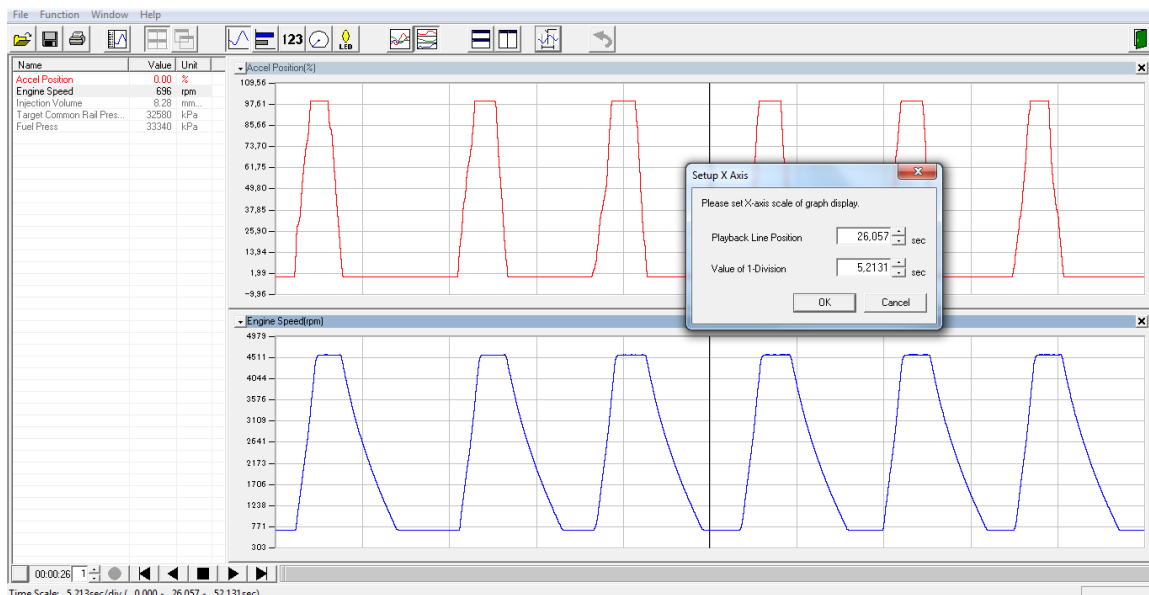


Рисунок 2 – Программа Intelligent Viewer

**Решение проблемы.** Для решения названной проблемы и вывода данных в удобном цифровом виде разработана программа Converter (рис. 3).

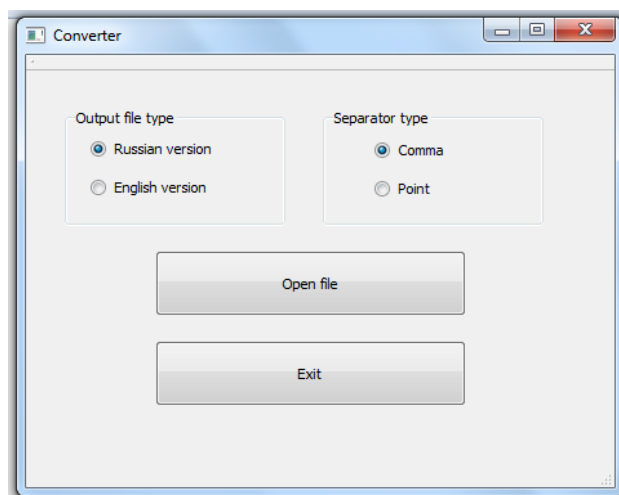


Рисунок 3 – Интерфейс программы Converter

Она позволяет сохранять данные в формате Microsoft Office Excel посредством перевода данных из формата диагностической программы \*.csv в \*.xlsm для дальнейшей обработки и диагностирования технического состояния элементов дизеля для предупреждения и прогнозирования внезапных отказов (рис. 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
4	0,1	20,31	748																					
5	0,15	24,6	882																					
6	0,2	28,51	1043																					
7	0,25	29,68	1184																					
8	0,3	31,64	1330																					
9	0,35	35,93	1475																					
10	0,4	39,45	1622																					
11	0,45	47,26	1733																					
12	0,5	53,9	1900																					
13	0,55	60,54	2042																					
14	0,6	63,67	2150																					
15	0,65	67,96	2296																					
16	0,7	72,65	2442																					
17	0,75	75,39	2575																					
18	0,8	77,34	2717																					
19	0,85	80,85	2876																					
20	0,9	87,5	3058																					
21	0,95	97,65	3256																					
22	1	99,6	3446																					
23	1,05	99,6	3626																					
24	1,1	99,6	3828																					
25	1,15	99,6	39,65																					
26	1,2	99,6	4168																					
27	1,25	99,6	4390																					
28	1,3	99,6	4456																					
29	1,35	99,6	4525																					
30	1,4	99,6	4556																					
31	1,45	99,6	4567																					
32	1,5	99,6	4572																					
33	1,55	99,6	4581																					
34	1,6	99,6	4575																					
35	1,65	99,6	4575																					

Рисунок 4 – Результаты конвертирования в программе Converter

**Заключение.** Приведенные результаты свидетельствуют, что современные диагностические сканеры позволяют снимать широкий спектр информации о параметрах работы автотранспортных средств, которая при незначительных трудозатратах может быть преобразована и передана в ПК в числовом виде, обеспечивающем возможность углубленного диагностирования автотранспортных средств и решения широкого класса исследовательских и практических задач в сфере диагностики.

Список использованной литературы:

1. Файнлейб Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей / Б.Н. Файнлейб // Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1990. – 352 с.: ил.
2. Техническое описание и инструкции по эксплуатации «Устройство измерительное ИМД-ЦМ», 2.781.802 ТО, 1988г.
3. Operator's Manual: «Diagnosis Tester Intelligent Tester II», Denso Corporation, Japan.
4. Блянкинштейн И.М. О природе нестабильности результатов измерения дымности отработавших газов дизелей / И.М. Блянкинштейн, Е.С. Воеводин, К.В. Данилов // Транспортные средства Сибири: межвуз. сб.науч. тр. с междунар. участием. Вып. 8 / под ред. С.П. Ереско. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. – С.240 – 248.
5. Блянкинштейн И.М. О необходимости совершенствования методики измерения дымности отработавших газов дизелей, свободной от недостатков ГОСТ Р 21393-2005 / И.М. Блянкинштейн, Е.С. Воеводин, К.В. Данилов // Транспортные средства Сибири: материалы Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – С.39 – 41.
6. Пат. 2215276 РФ, МПК G 01 M 15/00. Способ измерения дымности отработавших газов дизелей (варианты) / И.М. Блянкинштейн, Е.С. Воеводин; заявитель и патентообладатель Краснояр. гос. тех. ун-т - № 2002131431/06; заявл. 22.11.2002; опубл. 27.10.2003, Бюл. №30. – 9с.: ил.
7. ГОСТ Р 52160-2003, «Автотранспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов, нормы и методы контроля при оценке технического состояния» ИПК Издательство стандартов, 2004 г.