

К вопросу о диагностике и регулировке двигателей внутреннего сгорания

Беляев С.В.¹

Савин И.К.

Петрозаводский государственный университет

Рассматриваются термодинамические аспекты диагностики ДВС и система автоматизированного контроля, обработки, отображения и регулирования режимных параметров.

Ключевые слова: *двигатель внутреннего сгорания, система диагностики.*

Режим работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) зависит от многих факторов: технического состояния, условий эксплуатации, температуры окружающей среды и ряда других. В конечном итоге все они влияют на коэффициент полезного действия ДВС и на надежность его систем. Эффективный контроль технического состояния систем, выбор оптимального режима эксплуатации ДВС позволят не только уменьшить расход топлива, но и продлить срок службы двигателя и его систем. В настоящее время ресурс ДВС во многом определяется совершенствованием теплообменных процессов, протекающих при его работе.

Наличие большого количества факторов, влияющих на эффективность работы ДВС, ставит в прямую зависимость разработки мобильных диагностических устройств, позволяющих с достаточной точностью определять техническое состояние как в процессе работы, так и при проведении технического обслуживания. Наиболее эффективным методом является процесс контроля и управления параметрами рабочего процесса, который возможно разделить на два этапа:

- контроль температуры воздуха, охлаждающей жидкости (на входе и выходе), контроль температуры масла в картере;
- контроль и регулирование параметров состояния (давление, температура, состав и расход) горючей смеси на входе и выхлопных газов на выходе рабочего цилиндра.

Рассмотрим основные аспекты процессов в двигателе с целью определения основных параметров, влияющих на процесс работы и соответственно на техническое состояние и показатели ДВС.

В основе работы любого теплового двигателя лежит процесс преобразования внутренней энергии сгорания топлива в механическую работу. От условий реализации этих процессов в конечном итоге зависит эффективность работы всей системы в целом. Изменение давления (P) в цилиндре в зависимости от угла поворота коленчатого вала

(α) для карбюраторного (1,2) и дизельного (3,4) двигателей показано на рис.1 [1]. В случае отсутствия горения (кривые 1,3) максимум давления (P_c) и температуры (T_c) достигается в момент прихода поршня в верхнюю мертвую точку (α_c). При этом для карбюраторного двигателя $P_{ск} = 0,7 - 1,8$ МПа, $T_{ск} = 600 - 700$ К, дизельного двигателя $P_{сд} = 3,0 - 5,5$ МПа, $T_{сд} = 750 - 900$ К. В рабочем режиме процесс воспламенения осуществляется с углом опережения (примерно $10^\circ - 30^\circ$) точки α_c , а максимальное давление достигается при угле поворота у карбюраторного двигателя $\alpha_c + (10^\circ - 15^\circ)$, а дизеля $\alpha_c + (20^\circ - 30^\circ)$. Причем параметры рабочего тела для карбюраторного двигателя $P_{мк} = 3 - 5$ МПа, $T_{мк} = 2300 - 2800$ К, дизельного двигателя $P_{мд} = 6 - 10$ МПа, $T_{мд} = 1800 - 2200$ К.

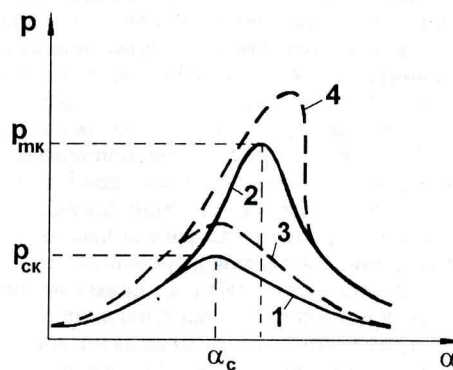


Рис.1. Изменение давления от угла поворота вала

Изменение состава смеси, условий сгорания, момента зажигания или воспламенения (для дизеля) и величины нагрузки существенно влияют на рабочие параметры: давление и температуру, которые в свою очередь определяют эффективность работы двигателя. Таким образом, контролируя их и угол поворота коленчатого вала, можно своевременно выявить нежелательные отклонения от оптимального режима работы и внести соответствующие коррективы, повышая коэффициент полезного действия, и снизить износ деталей (вследствие более рационального режима эксплуатации).

По достижении максимального давления в цилиндре наступает процесс расширения, в ходе которого внутренняя энергия рабочего тела преобразуется в механическую работу. В зависимости от термодинамических условий протекания этого процесса (изотермический, адиабатный или политропный) будет определяться величина полезной работы и соответственно коэффициент полезного действия. О характере процесса можно судить по начальным и конечным параметрам состояния, которые могут принимать значения: для карбюраторного двигателя $P_{вк} = 0,4 - 0,6$ МПа; $T_{вк} = 1300 - 1700$ К, и дизельного двигателя $P_{вд} = 0,3 - 0,5$ МПа; $T_{вд} = 1000 - 1200$ К.

Таким образом, установленный диапазон изменения основных параметров, влияющий на условия работы двигателя, позволяет осуществить выбор

¹ Авторы, соответственно, доцент и профессор кафедры тяговых машин

необходимых датчиков давления и температур. Контролируя давление и температуру рабочего тела на входе и выходе из каждого цилиндра можно не только следить за режимами его работы, но и выявлять неравномерность работы цилиндров, устранять обнаруженные отклонения в работе, снижать износ наиболее нагруженных деталей на ранней стадии. Использование микропроцессорной техники (МП) [2] позволяет осуществлять сбор всей информации с датчиков, ее обработку, выбор оптимальных режимов в зависимости от характера и условий работы, существенно облегчить управление режимами работы ДВС. Функциональная схема такого диагностического устройства представлена на рис.2.

Сигналы с датчиков, преобразующих изменения физических параметров в электрический сигнал, поступают на вход коммутатора, последовательно подключающего их ко входу измерительного прибора. В случае недостаточности уровня первичного сигнала между датчиком и коммутатором могут быть установлены усилители сигналов (на схеме не показаны). После масштабного и аналого-цифрового преобразования входной сигнал поступает на обработку и контроль микропроцессора. Одновременно на МП поступает код номера канала, предел и категория измеряемой величины (с измерительного прибора). Обработанная информация отображается видеоконтрольным устройством или индикатором (ВКУ), а также формируется сигнал обратной связи, поступающий в блок управления (БУ), который вырабатывает сигналы для исполнительных устройств (ИУ), изменяющих условия режимов работы ДВС, обеспечивая оптимальные условия эксплуатации. В случае невозможности достижения заданных параметров или критического состояния систем ДВС микропроцессор вырабатывает сигнал тревоги. Синхронизация работы систем диагностического устройства осуществляется также МП.

Алгоритм сбора датчиков и обработки полученных результатов задается программированием микропроцессором и может корректироваться оператором. Кроме анализа теплового состояния двигателя и величины термодинамических параметров из полученных данных можно выделить традиционную информацию, например, частоту вращения вала по импульсам давления цилиндров. Поступающая информация на МП позволяет осуществлять постоянный контроль мощности каждого цилиндра, его коэффициент полезного действия, неравномерность работы цилиндров, автоматически управлять режимами работы двигателя и выдавать индикацию технического состояния и мощностных характеристик ДВС.

Дальнейшим развитием микропроцессорных систем зажигания являются системы с обратной связью по границе детонаций. Известно, что минимальные расходы топлива соответствуют оптимальным углам опережения зажигания, которые ограничены возникновением детонационного сгорания. Кроме того граница детонации смещается в зависимости от температуры, сорта и износа двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Железко Б.Е. и др. Термодинамика, теплопередача и двигатели внутреннего сгорания. Минск: Вышейш. шк., 1985.
2. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент / Под общ. ред. В.А.Григорьева. М.: Энергоатомиздат, 1988.

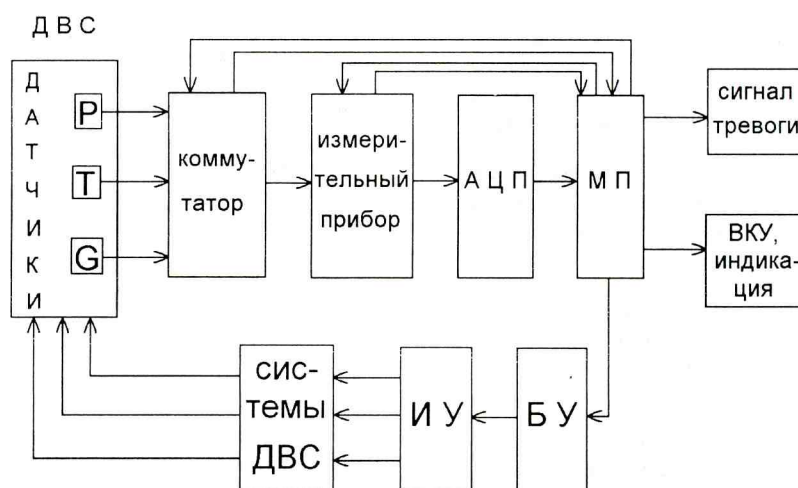


Рис.2. Функциональная схема системы диагностики