

УДК 621.433

Д.В. Соловьев (6 курс, каф. ДВС), Л.Е. Магидович, к.т.н., доц.

ОСОБЕННОСТИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ГАЗОДИЗЕЛЕЙ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Газодизельный процесс, являющийся одним из самых простых в конструктивном отношении способов перевода дизельных двигателей на более дешевое и экологически чистое газовое топливо, привлекает большое внимание инженеров и исследователей. Несмотря на то, что такие двигатели существуют уже десятилетия, некоторые особенности их рабочих процессов до сих пор мало изучены. В частности, представления о том, как происходит выгорание жидкотопливной и газовой компонент горючей смеси, практически не выходят за рамки более или менее обоснованных гипотез. Более надежные данные могут быть получены с помощью специально поставленных экспериментально-расчетных исследований. Сложность заключается в том, что уже на стадии подготовки эксперимента и методов обработки его результатов требуются определенные данные о протекании исследуемых процессов, некоторые из которых не известны заранее. Обратим внимание на специфику измерений при исследовании газодизелей.

1. *Определение исходного состава рабочего тела.* При исследованиях процессов в двигателях жидкого топлива, будь то бензиновый двигатель или дизель, исходный состав смеси определяется измерением расходов воздуха и топлива. Обработка этих измеренных величин дает величину коэффициента избытка воздуха, который, в свою очередь, определяет состав продуктов сгорания при известном количестве выгоревшего топлива. Кроме того, измеренная цикловая подача топлива определяет количество теплоты, подведенной в цикле. В газодизеле в состав горючей смеси входит, помимо воздуха и жидкого топлива, газ, причем соотношение между компонентами переменено в зависимости от режима работы. Следовательно, в число измерительных приборов должен быть включен расходомер для газового топлива. Для сжигания 1 моля метана (основной составляющей природного газа) требуется около 10 молей воздуха, то есть соотношение расходов даже при стехиометрической смеси составляет 1:10. Фактически в газодизелях в цилиндр подается обедненная газоздушная смесь, так что это соотношение еще больше. В то время как расходомерные шайбы и трубки для воздуха хорошо отработаны, измерение на порядок меньших расходов газа может вызвать затруднения.

2. *Оценка доли жидкого топлива, участвующего в первой фазе сгорания.* В дизелях в первой фазе сгорания участвует топливо, поданное в цилиндр за время задержки самовоспламенения. Нет оснований предполагать, что в газодизеле действуют иные закономерности. Однако для оценки этой доли топлива необходима точная фиксация начала и конца подачи жидкого топлива. Это означает, что при испытании газодизеля необходима запись текущих скоростей впрыскивания или, как минимум, перемещения иглы форсунки. Кроме того, если нет возможности непосредственно фиксировать начало сгорания (например, с помощью фотодатчиков), в программе обработки индикаторной диаграммы необходимо предусмотреть блок, определяющий начало видимого сгорания.

3. *Определение текущего состава и теплоемкости продуктов сгорания.* Наиболее достоверные сведения о протекании процесса сгорания дает расчет тепловыделения, то есть изменения доли теплоты, выделяющейся при сгорании к каждому моменту времени по отношению к общему количеству теплоты, подведенной в цикле. Точность этого расчета, который производится на основании уравнения первого закона термодинамики, существенно зависит от правильности определения текущей теплоемкости рабочего тела. Последняя зависит от температуры на данный момент времени, а также от текущего состава продуктов сгорания. Для однопаливных двигателей (бензиновых, дизельных, газовых) достаточную

точность дает гипотеза о равномерном распределении горючей смеси по цилиндру. Это позволяет оценивать долю воздуха, участвующего в сгорании, по соотношению воздуха и топлива до сгорания. При этом доля выгоревшего топлива приравнивается величине тепловыделения на рассматриваемый момент. В газодизеле сгорают 2 топлива – жидкое и газообразное, причем состав продуктов сгорания различен для каждого из них. Гипотеза о равномерном и одновременном выгорании всех компонентов горючей смеси в данном случае неприемлема. Разрешить проблему можно, предполагая, что в первой фазе горения участвует жидкое топливо, поданное за период задержки, и некоторая часть газа, находящаяся в пределах объема, занимаемого испарившимся жидким топливом к моменту воспламенения. Тогда для первой фазы можно считать, что соответствующие доли жидкого и газового топлива в первой фазе выгорают одновременно. Если задержка самовоспламенения больше продолжительности впрыска жидкого топлива, во второй фазе участвует только смесь газа с воздухом. В противном случае в сгорании участвует также оставшаяся часть дизельного топлива. В первом приближении для этого случая также можно применить гипотезу об одновременном выгорании. Основная проблема при этом заключается в оценке доли газа, заключенной в объеме топливного факела. Для этого можно использовать метод последовательных приближений. На первом этапе для расчета состава и теплостоемостей продуктов сгорания применяется гипотеза об одновременном выгорании. По полученной кривой тепловыделения оценивается доля теплоты, выделившейся в первой фазе горения, из нее вычитается доля теплоты, соответствующая горению жидкого топлива, поданного за период задержки. Остаток соответствует доле газа, выгорающего во второй фазе. Затем, исходя из приведенных выше представлений, производится уточненный расчет тепловыделения и, если требуется, вносятся коррективы в исходные данные. Расчет завершается, когда доля теплоты, выделившейся в первой фазе, оцененная по результатам двух последовательных расчетов диаграммы тепловыделения, совпадет.

На основе описанных физических представлений строится информационно-измерительный комплекс для исследования рабочих процессов в газодизеле.