

спроектировать газогенератор обращенного процесса газификации для низкосортных топлив с эффективным процессом горения и газификации на основе использования СВЧ- технологий. В настоящее время выпускается конструкторская документация газогенератора обращенного процесса для газификации низкосортных сортов торфа повышенной влажности.

Имеющийся научный и производственный задел, проведенные исследования и предыдущий опыт использования торфа как топлива для ЭУ с ГУ позволяет, по согласованию с Заказчиком, за короткий период создать опытный промышленный образец ЭУ на торфе для «малой энергетики» для различных регионов, имеющих запасы торфа (в том числе и местного значения) для тепло-энергоснабжения небольших предприятий, фермерских хозяйств и т.п. и привода средств малой механизации, в том числе для добычи торфа и проведении противопожарных мероприятий на торфопредприятиях.

РАСПЫЛИВАНИЕ ТОПЛИВА И СМЕСЕОБРАЗОВАНИЕ В ЦИЛИНДРЕ ДИЗЕЛЯ 2Ч10,5/12,0 ПРИ РАБОТЕ НА ЭТАНОЛЕ С ДВОЙНОЙ СИСТЕМОЙ ТОПЛИВОПОДАЧИ

Полевщиков А.С., Чувашев А.Н., Девятьяров Р.Р. (ФГОУ ВПО «Вятская ГСХА»)

Возможность применения альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания, в частности в дизелях, является весьма актуальной задачей в настоящее время. В ходе проводимой работы рассматривается возможность применения для дизеля воздушного охлаждения 2Ч 10,5/12,0 в качестве основного топлива этилового спирта. Из-за низкой способности этанола к самовоспламенению необходимо инициировать его воспламенение каким-либо образом, в данном случае с помощью запальной порции дизельного топлива (ДТ), т.е. применена двойная система топливоподачи (ДСТ). Указанный дизель имеет полусферическую камеру сгорания в поршне, смещенную относительно оси поршня на 5 мм. В двигателе имеет место объемно-пленочное смесеобразование. Основное преимущество данной полусферической камеры сгорания в том, что она обладает минимальным отношением площади ее поверхности к объему, что в свою очередь обуславливает минимальные потери тепла в стенки по сравнению с другими типами камер сгорания. Также данная форма камеры сгорания, по сравнению с другими, при одинаковом значении скорости циркуляции воздушного заряда в цилиндре в конце такта впуска обеспечивает получение наибольшей угловой частоты вращения заряда в камере в конце такта сжатия [1].

Штатные форсунки используются для подачи основного топлива – этилового спирта. Для подачи запальной порции ДТ используются дополнительно установленные форсунки ФД-22, имеющие распылители, изготовленные на ОАО «Ногинский завод топливной аппаратуры - НЗТА» по нашим чертежам. Данные распылители имеют измененную геометрию сопловых отверстий для того, чтобы этанол впрыскивался в горящий факел ДТ. Характеристики данных распылителей приведены в таблице 1. Графическое изображение пересечения факелов основного и запального топлива приведено на рисунке 1.

Таблица 1. Техническая характеристика опытных распылителей, применяемых при работе на этаноле с ДСТ [1, 2]

Параметр	Штатный распылитель				Опытный распылитель			
Количество сопловых отверстий	3				3			
Диаметр сопловых отверстий d_c , мм	0,30				0,30			
Эффективное проходное сечение μf , мм ²	0,162...0,182				0,160...0,170			
Углы сопловых отверстий, град.	α	30	150	270	α	40	152	275
	φ	81	81	37	φ	20	20	18
Ход иглы, мм	0,23...0,25				0,25...0,30			

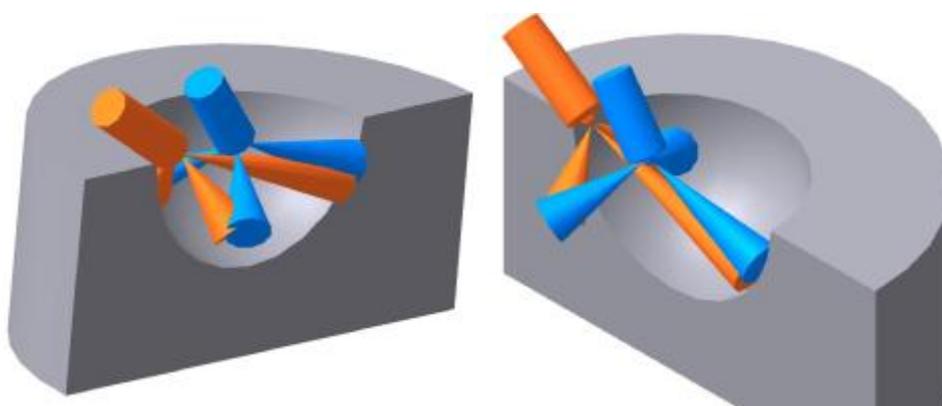


Рис. 1. Графическое изображение пересечения факелов основного и запального топлив в дизеле 2Ч 10,5/12,0

Процессы топливоподачи, смесеобразования, воспламенения и горения характеризуются крайней нестационарностью. Вследствие перемещения поршня, а также интенсивного выделения тепла после воспламенения непрерывно меняются давление и температура в цилиндре дизеля. Топливо впрыскивается при переменном давлении, а образующаяся неоднородная по структуре струя распыленного топлива взаимодействует с организованным в камере вихрем. Сложность процессов, как правило, усугубляется широким фракционным составом топлива. Все это приводит к значительной и температурной неоднородности горючей смеси, поразному изменяющейся во времени в отдельных зонах камеры сгорания. Характер взаимодействий указанных факторов зависит от конструктивных особенностей двигателя: размеров цилиндра, частоты вращения коленчатого вала, способа подачи топлива, принятого способа смесеобразования, режима работы двигателя.

Наиболее просто осуществить эффективное горение топлива в однородных и гомогенных смесях. В дизеле это неприемлемо, так как при $\alpha \approx 1$ вследствие многоочагового воспламенения из-за низкого октанового числа ДТ будет происходить взрывное горение с высокими скоростями тепловыделения, хотя, вследствие раздельной подачи топлива и воздуха в цилиндр, практически не удастся достигнуть даже допустимой, исходя из динамики горения, однородности смеси и в цилиндре дизеля всегда имеет место расслоение заряда [3]. Осуществление оптимально процесса тепловыделения определяет основные задачи, которые необходимо решить при организации процесса смесеобразования в быстроходном дизеле.

Во-первых, с целью обеспечения допустимой степени жесткости процесса сгорания необходимо, чтобы к моменту начала воспламенения в цилиндре дизеля на-

ходилось как можно меньше горючей смеси, соответствующей по своим концентрационно-температурным характеристикам условиям самовоспламенения. Допустимая минимальная доза смеси, способной к воспламенению, определяется условиями устойчивого протекания процесса и обеспечения оптимальной скорости тепловыделения.

Во-вторых, для осуществления эффективного горения следует, чтобы после воспламенения и окончания периода быстрого горения испарение топлива и смешивание его паров с воздухом происходили с максимально возможной скоростью. Процесс должен быть организован таким образом, чтобы к каждому элементу топлива было подведено необходимое количество воздуха, а продукты сгорания были удалены из зоны горения.

Нагрев и испарение топлива, взаимная диффузия и перемешивание паров топлива с воздухом осуществляется в результате взаимодействия двух процессов: распространения в пространстве камеры сгорания струй распыленного топлива (определяется конструкцией топливной системы и формой камеры сгорания) и движения воздушного заряда (определяется формой и газодинамическими характеристиками камеры сгорания и впускного тракта). После воспламенения топлива возникает мелкомасштабная турбулентность вследствие распространения волн давления от возникших очагов воспламенения. Таким образом, смесеобразование в цилиндре двигателя происходит в зависимости от характера взаимодействия указанных процессов.

Изучение движения воздушного заряда показало, что в процессе перетекания воздуха из надпоршневого пространства в камеру сгорания у верхней кромки образуется вихрь, который, взаимодействуя с топливом, существенно влияет на показатели двигателя [1]. Было установлено, что наилучшие показатели работы двигателя наблюдаются в том случае, когда топливо подается в нижнюю часть вихря, это обеспечивает лучшее смесеобразование и как следствие более полное сгорание топлива. На основании приведенных данных были сделаны необходимые расчеты для опытных распылителей с той целью, чтобы факел запального топлива, подаваемого в цилиндр дополнительной форсункой, не только пересекался с факелом основного топлива – этанола – подаваемого штатной форсункой, но и попадал в рекомендованные заводом-изготовителем зоны камеры сгорания для достижения оптимальных показателей работы.

Как отмечается в ряде работ [1, 3], мелкораспыленное топливо, находящееся на периферии факела, сносится интенсивно движущимся воздухом и перемешивается с ним в камере. Часть топлива, находящаяся в ядре факела и имеющая большую кинетическую энергию, достигает стенки камеры и растекается по ней в виде пленки. Данное утверждение в большей степени справедливо в отношении основного топлива - этанола. В отношении запального ДТ можно предположить, что оно, в связи с малыми цикловыми подачами, будет практически полностью перемешиваться с воздухом в камере сгорания, не достигая её стенок [3]. После начала впрыскивания, в течение периода задержки воспламенения, топливо испаряется и по схеме неразветвленной цепной реакции образуются продукты неполного окисления – альдегиды, в частности формальдегид, что сопровождается люминесцентным свечением всего заряда. Далее процесс развивается по схеме вырожденной цепной реакции с образованием перекисей и радикалов, которые дают вторичное холодное пламя, распространяющееся по объему заряда.

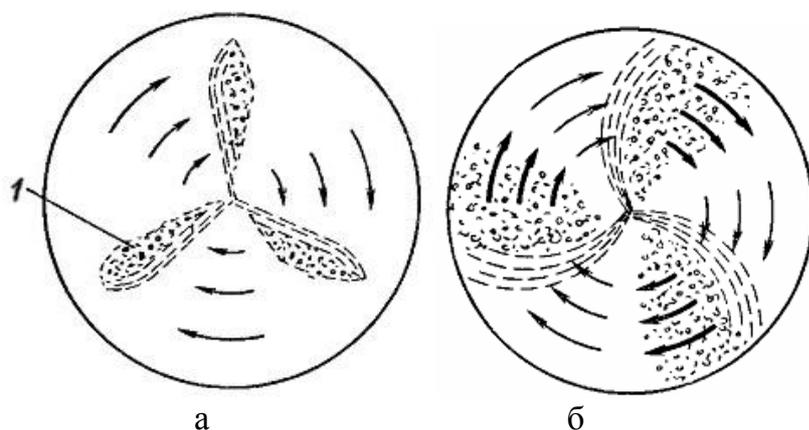


Рис. 2. Схема развития процесса сгорания при наличии тангенциального движения воздушного заряда в камере сгорания [4]: а – момент возникновения первичных очагов воспламенения в зонах 1; б – последующее развитие сгорания по мере испарения топливных струй.

В целях достижения удовлетворительного смесеобразования при малом числе топливных струй (которых по три в каждом из штатных и дополнительных распылителях дизеля 2Ч 10,5/12,0), что повышает надежность работы форсунок и способствует уменьшению значений dp/df , в данном дизеле с открытой полусферической камерой сгорания создается вращательное движение воздушного заряда за счет тангенциального направления патрубков впускных клапанов [1, 3]. Направленные радиально топливные струи пересекают вихрь, который уносит с собой пары и мелкие капли топлива, в результате чего наиболее подготовленная к самовоспламенению смесь оказывается сосредоточенной в наружных оболочках топливных струй со стороны, противоположной набегающему воздушному потоку, где и возникают первые очаги воспламенения, что схематически показано на рисунке 2, а. Затем пламя распространяется по поверхности топливных факелов также преимущественно с «подветренной» их стороны, там, где находится основная масса испарившегося топлива. Образующиеся продукты сгорания, в свою очередь, также сносятся воздушным потоком, т. е. около каждой из топливных струй возникают как бы фронты стационарного пламени, в которые с одной стороны, непрерывно поступает вновь образующаяся горючая смесь, а с другой выходят продукты сгорания (как показано стрелками на рисунке 2, б).

Такое положение сохраняется лишь до тех пор, пока перемещающиеся совместно с вихрем продукты сгорания не достигнут смежного топливного факела. Начиная с этого момента, продолжающие поступать из форсунки капли топлива будут встречать на своем пути уже не воздух, а горячие продукты сгорания, что приводит к резкому ухудшению полноты сгорания. Капли быстро испаряются, и пары топлива подвергаются термическому распаду в условиях сильного недостатка кислорода, сопровождающемуся обильным выделением сажи. Во избежание этого отношение угловой скорости вихря ω_v к угловой скорости коленчатого вала ω_{KB} – так называемое вихревое отношение, не должно превышать некоторого предела, определяемого в первом приближении следующей формулой:

$$\frac{\omega_v}{\omega_{KB}} < \frac{360^\circ}{i_c \Theta_{впр}},$$

где i_c – число топливных струй;

$\Theta_{впр}$ – длительность впрыска в градусах поворота коленчатого вала.

В действительности, оптимальное значение ω_v несколько меньше, так как нужно учитывать также и угловой раствор топливных струй.

Для достижения в быстроходном дизеле высокой полноты сгорания при низких значениях коэффициента избытка воздуха, необходима определенная органи-

зация впрыска, которая бы обеспечивала возможно более равномерное распределение топлива по всему объему воздушного заряда, которое достигается применением форсунок с несколькими распыливающими отверстиями. Но при этом неизбежно одновременное возникновение значительного числа начальных очагов воспламенения и бурное его развитие, что приводит к быстрому нарастанию давления и высоким максимальным его значениям.

Литература:

1. Эфрос В. В. и др. Дизели с воздушным охлаждением Владимирского тракторного завода. М.: Машиностроение, 1976. – 277 с.

2. Лиханов В. А., Чувашев А. Н. Исследование рабочего процесса дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи: Монография. – Киров: Вятская ГСХА, 2007. – 129 с.

3. Файнлейб Б. Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1990. – 352 с.

4. Воинов А.Н. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях. – М.: Машиностроение, 1977. – 278 с.

ОТСЕК 26/26 ДЛЯ ОТРАБОТКИ ГАЗОВОГО ПРОЦЕССА С ФОРКАМЕРНО-ФАКЕЛЬНЫМ ВОСПЛАМЕНЕНИЕМ

Шаповалов А.С. (ООО «Энергомашсервис», г. Коломна)

Руководство ООО «Энергомашсервис» в 2008 году приняло решение начать работы по конвертированию дизельного двигателя типа Д49 Коломенского теплового строительного завода (КТЗ) в газовый двигатель с уровнем цилиндровой мощности 100 кВт при 750 об/мин. На первоначальном этапе предполагалась отработка и реализация рабочего процесса с форкамерно-факельным зажиганием и качественным регулированием мощности при соответственно минимальных изменениях конструкции двигателя.

Для проведения научно-исследовательских работ необходимо было создать экспериментальную двигательную установку для отработки рабочего процесса, системы питания и пуска. Полученные на основе этих работ рекомендации должны были использоваться при создании развернутой машины.

Основой для экспериментальной установки стал двухцилиндровый отсек с гидротормозом, приобретенный в ЦНИДИ.

Отсек представляет собой двухцилиндровую моторную установку с углом развала 42°, диаметром цилиндра 260 мм, ходом поршня 260 мм. Цилиндропоршневой комплект, механизм привода клапанов, системы топливоподачи и смазки аналогичны конструктивным особенностям дизелей производства КТЗ типа Д49 вплоть до полной их взаимозаменяемости.

Для снижения сил инерции I порядка отсек оборудован специальным четырехвальным балансировочным механизмом в поддоне отсека, который также является маслосборником. Отличительной особенностью установки является распределительный вал, имеющий специальную конструкцию позволяющую изменять углы заклинивания кулачковых шайб с дискретностью до 1° п.к.в.

Нагрузочное устройство - гидравлический тормоз типа ГТ-350 лопаточного типа производства ЦНИДИ. Соединительная муфта пальцевого типа с резиновыми втулками.