

К.Е. СТАРОДЕТКО, Ч.Б. ДРОБЫШЕВСКИЙ, Г.Г. МАНЬШИН

Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

При гомогенном сгорании необходимо за период впрыска обеспечить в районе струй топлива $\alpha < 1$, а в остальном объеме камеры сгорания однородный состав топливовоздушной смеси с учетом начавшегося за $6-8^\circ$ поворот коленчатого вала (П.К.В.) после верхней мертвой точки сгорания. При этом впрыск должен быть не в виде струй топлива, а в виде тумана – необходимо обеспечить дробление топлива, вплоть до молекул. Вместо отдельных факелов топлива должен быть сплошной конус распыла в виде тумана. В этом случае при большой скорости топлива в распыливающем отверстии дальность будет низкой и топливо не достигнет стенок камеры сгорания.

Давление сгорания за весь цикл сгорания предполагается постоянным. Для плавного перехода от линии сжатия до линии сгорания должен быть осуществлен предварительный впрыск малой дозы топлива (предвпрыск). Часть цикловой подачи $15-20\%$ можно подавать во впускные патрубки головки цилиндров. Гомогенное сгорание обуславливает $\alpha \approx 1$, но в зоне воспламенения коэффициент избытка воздуха должен быть ниже единицы, т.е. $\alpha < 1$. Таким образом, процесс смесеобразования и сгорания приближается к процессу сгорания бензиновых двигателей с зажиганием от искры.

При распыле дизельного топлива в виде тумана, вплоть до молекулярного уровня, и его, практически мгновенного испарения (как у бензиновых двигателей) период задержки воспламенения должен значительно сократиться и тогда предвпрыск может не потребоваться. Если учесть, что объем камеры в поршне составляет не более 80% от объема камеры сжатия и основной процесс тепловыделения происходит в камере, то оставшиеся 20% воздуха просто разбавляют продукты сгорания. Тогда суммарный коэффициент избытка воздуха составит $1,2$ ($\alpha = 1,2$), а рабочий цикл дизеля, при прочих равных условиях, будет уступать циклу Отто по удельной мощности на 20% . Сразу возникает проблема регулирования подачи воздуха на частичных нагрузках с целью сохранения $\alpha = 1$. Таким образом, возникает задача регулирования фаз газораспределения и хода клапанов.

Возможен вариант обеспечения гомогенного сгорания на режимах полной мощности ($M_{кр. max}$) и близких к ним режимах, а на остальных коэффициент избытка воздуха будет больше единицы ($\alpha > 1$). Тогда можно исключить регулируемые фазы газораспределения.

Если продолжительность топливоподачи 24° П.К.В., а период задержки воспламенения $2-4^\circ$ П.К.В., то конусный факел топлива должен пронизывать

вращающийся тор сжатого воздуха и таким образом создавать новую дозу горючей смеси с $\alpha \approx 1$. Для камеры конструкции ММЗ вихревое отношение $\Omega = 24$, это значит, что за угол подачи $24-4 = 20^\circ$ П.К.В. вихрь в камере повернется на угол 480° , то есть весь объем воздуха в камере сгорания будет пронизан факелом. Схема топливного факела в виде полого конуса и вращающегося тора воздуха в камере сгорания, с точки зрения равномерного распределения топлива в объеме воздуха, является предпочтительной.

Для организации гомогенного сгорания наиболее предпочтительной является камера сгорания ММЗ. Но при форсировке дизеля Д-245 до 136 л.с. на кромках камеры сгорания при длительной эксплуатации возникают трещины. Поэтому предлагается поршень с заливаемой вставкой из легированной стали с коэффициентом объемного расширения, как и у алюминиевого сплава. Кроме того, предлагается новая схема охлаждения поршня. Второй вариант – это составной поршень с головкой из легированной стали и направляющей частью из алюминиевого сплава.

Использована клапанная форсунка с круговым распылом в виде полого конуса с углом раскрытия $120-150^\circ$. Опытные образцы такой форсунки испытаны. При давлении распыла 100 МПа, ходе иглы 0,02–0,03 мм и впрыске в окружающую среду (без противодействия) факел топлива описывается как белый туманообразный конус. Распыл в виде тумана происходит за счет дросселирования и возможного многократного открытия и закрытия клапана. Согласно расчету модели клапанной форсунки наименьшая собственная частота продольных колебаний стержня клапана составит $\omega = 106200 \text{ с}^{-1}$. Если частота вращения коленчатого вала равна 2200 мин^{-1} , а продолжительность впрыска 24° П.К.В., то за время впрыска клапан совершит 180 колебаний, а скорость топлива в щели между седлом и клапаном при подъеме 0,02 мм и давлении 200 МПа может достичь 700 м/с.

Были изготовлены макетные образцы форсунок и проведены испытания с визуальной оценкой качества распыла топлива по полноте конуса распыла и характеру туманообразного облака. Испытания показали принципиальную возможность создания таких форсунок с круговым распылом, очень мелкой дисперсностью и невысокой дальностью. При ходе клапана 0,02–0,03 мм обеспечивается возможность впрыска 180 мм^3 топлива при давлении 200 МПа. Недостатком форсунки является необходимость увеличения диаметра носка распылителя с 9 мм до 12–14 мм.

В настоящее время многие ведущие фирмы проводят интенсивные исследования в этом направлении. Поэтому для создания предпосылок успешной разработки дизельного двигателя нового поколения необходимо начать исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке гомогенного смесеобразования и сгорания.