ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО

Вспомним, как работает автомобильный двигатель внутреннего сгорания. В цилиндр двигателя засасывается смесь паров бензина с воздухом, смесь сжимается поршнем. При этом температура в цилиндре автомобильного двигателя повышается до 250 — 3000С, а давление достигает 1,0 — 1,5 МПа. По мере сжатия объем уменьшается, и соотношение начального и конечного объемов — так называемая степень сжатия — является важнейшим показателем работы двигателя, определяющим и требования к качеству топлива, и коэффициент полезного действия двигателя. Не случайно в характеристиках двигателей обычно указывается степень сжатия.

Увеличить степень сжатия выше этого уровня не позволяет топливо. Больший КПД дизельных двигателей определяется возможностью повышения степени сжатия до 14 — 17 МПа, так как в этих двигателях сжимают воздух, а не смесь его с парами топлива.

Бензиново-воздушная смесь поджигается электрической запальной свечой, в результате чего в смеси со скоростью 10 — 30 м/с пробегает фронт пламени. В течение сотых долей секунды бензин сгорает, температура в камере сгорания увеличивается до 20000С, а давление до 3,5 — 4,0 МПа.

Почему же нельзя увеличить степень сжатия в карбюраторном двигателе, почему качество топлива и КПД двигателя так тесно связаны? Дело в том, что химические процессы взаимодействия компонентов бензина с воздухом начинают развиваться задолго до зажигания. Смесь сжимается, повышается её температура, и в бензине происходит окисление углеводородов, образуются кислородсодержащие вещества — сначала главным образом гидропероксиды углеводородов.

Из гидропероксидов образуются спирты, эфиры, кислоты, которые сгорают, образуя воду и оксид углерода (IV). Однако разложение гидропероксидов может пойти и не таким спокойным путем. Если в смеси паров бензина с воздухом содержание гидропероксидов велико, они могут разложиться со взрывом. Обычно в этом случае в верхней части камеры идѐт спокойное горение, но когда движущийся со скоростью 10 — 30 м/с фронт горения проходит большую ее часть, в не успевшей сгореть рабочей смеси возникает взрывоподобный процесс, называемый детонацией. Особенностью такого детонационного горения оказывается резкое увеличение скорости распространения химического процесса — до 1500 — 2000 м/с, то есть в 60 — 80 раз быстрее по сравнению с обычным горением. Возникает ударная волна, горение становится неравномерным. Двигатель начинает работать жестко и неустойчиво. Слышен резкий металлический стук, появляется дымный выхлоп. Детонация вредна, поскольку вызываемое ею резкое повышение давления в цилиндрах может быть причиной повреждения подшипников коленчатого вала, поршней и других деталей двигателя. Кроме того, при детонации топливо сгорает не полностью, вследствие чего падает мощность и ухудшается экономичность двигателя.

Бензин — это смесь углеводородов, имеющих в молекуле от пяти до девяти атомов углерода и кипящих в пределах 60 — 1700С. В состав бензинов входят предельные углеводороды (алканы с прямыми и разветвленными углеродными цепями), непредельные углеводороды (алкены, пяти- и шестичленные циклоалканы) и ароматические углеводороды — бензол и его гомологи.

Легче всего образуют гидропероксиды алканы с длинными неразветвленными цепями. Бензин, в котором много таких углеводородов, представляет наибольшую детонационную опасность. Если углеродный скелет парафина разветвлен, то детонационная опасность уменьшается. Такой же эффект достигается, если в молекуле имеются двойные связи. Меньше вероятность детонации, если цепь замкнута в кольцо. Наиболее велика устойчивость к детонации, если в бензине много ароматических углеводородов. Гидропероксиды у них образуются с трудом, а образовавшиеся легко распадаются.

Для количественной характеристики стабильности к детонации бензинов выработана октановая шкала. Каждый сорт бензина характеризуется октановым числом. Для того чтобы определить октановое число бензина, в специальных двигателях сравнивают поведение испытуемого бензина и эталонных смесей двух углеводородов: изооктана (2,2,4-триметилпентан) и нормального гептана. Октановое число изооктана, обладающего высокой детонационной стойкостью, принято за 100. Октановое число н-гептана, чрезвычайно легко детонирующего, принято за 0. Смеси н-гептана и изооктана имеют октановые числа, равные содержанию (в процентах) изооктана в них. Пользуясь такой шкалой, определяют октановые числа бензинов. Если говорят, что бензин имеет октановое число 76, то это значит, что он допускает такое же сжатие в цилиндре без детонации, как смесь, состоящая из 76% изооктана и 24% нгептана. Чем выше октановое число, тем сильнее можно сжать бензин в цилиндре двигателя, тем больше может быть его КПД и меньше расход бензина на единицу мощности двигателя.