

Глазунов Д.В.

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ
И СОСТАВА ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ НА СКОРОСТЬ ЕЕ ГОРЕНИЯ**

D.V. Glazunov

**ANALYSIS OF INFLUENCE OF INITIAL TEMPERATURE
AND THE AIR-FUEL MIXTURE AT THE RATE OF ITS BURNING**

УДК: 621.43.019.2

В статье проведен анализ процесса горения смеси в цилиндрах двигателя, влияние температуры горючей смеси на скорость ее горения а так же проанализированы скорости горения в зависимости от состава горючей смеси.

The article analyzes the combustion mixture in the engine cylinders, the effect of temperature on the rate of the combustible mixture and its combustion as analyzed combustion rate depending on the composition of the gas mixture

Обогащение смеси вызывает более резкое уменьшение нормальной скорости сгорания, чем обеднение. Недовыделение теплоты при недостатке воздуха вызывает более сильное уменьшение теплоты сгорания горючей смеси, чем разбавление ее излишним воздухом, поэтому температуры сгорания падают более резко при отклонении состава смеси от оптимального в сторону обогащения, чем в сторону обеднения. А характер протекания графиков нормальной скорости, так же как и графиков скорости химической реакции, определяется формой графиков температуры сгорания.

Разбавление горючей смеси отработавшими газами вызывает заметное уменьшение нормальной скорости сгорания: при $\gamma = 0$ и $\alpha = 0,83$ имеем $U_H = 3,44$ м/с, а при $\gamma = 0,1$ и том же коэффициента избытка воздуха величина U_H снижается до 2,85 м/с. При работе двигателя с малым использованием мощности коэффициент остаточных газов может возрасти до $\gamma = 0,25$, при этом нормальная скорость сгорания уменьшается до $U_H = 2,33$ м/с. Догорание топлива в глубине зоны горения характеризуется усилением влияния на протекание реакций окисления топлива конечных продуктов.

При этом нормальная скорость сгорания резко уменьшается. Так при $\gamma = 0,52$ получаем при $\alpha = 0,82$ величину нормальной скорости $U_H = 1,27$ м/с, а при $\alpha = 1,22$ - $U_H = 0,57$ м/с.

Такое сильное слияние продуктов сгорания на нормальную скорость сгорания известно из описанных в литературе результатов экспериментальных исследований. На рис. 1 представлены графики зависимостей нормальной скорости сгорания бензовоздушной смеси от коэффициента избытка воздуха при различных концентрациях в смеси продуктов сгорания, полученные В.А. Щукиным с помощью бунзеновской горелки. Максимальная скорость сгорания чистой бензовоздушной смеси получена при стехиометрическом составе

смеси и равна: 2,65 м/с при температуре начального подогрева 723 К, 3,25 м/с при 773 К.

По экспериментальным данным бензовоздушная смесь, содержащая 40% продуктов сгорания, имела максимум нормальной скорости сгорания всего лишь 48 м/с. Как и наши расчетные графики, экспериментальные кривые имеют более крутое падение в сторону обогащения смеси и более пологое в сторону обеднения.

Опыты В.А. Щукина по влиянию температуры начального подогрева смеси на нормальную скорость сгорания, подтверждающие степень влияния этой температуры.

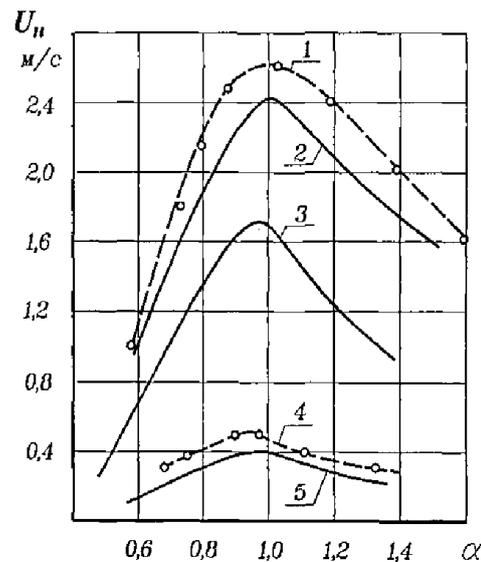


Рис. 1. Зависимость нормальной скорости сгорания от состава горючей смеси:

----- опытные графики В.А. Щукина и др.,
1 - чистая смесь; 4 - 40% продуктов сгорания;
----- расчеты по уравнению (2.256), 2 - $\gamma\tau = 0$; 3 - $\gamma\tau = 0,08$; 5 - $\gamma\tau = 0,35$

Пренебрежение влиянием потерь теплоты на диссоциацию приводит к существенному завышению расчетных значений нормальной скорости сгорания. Если при $\gamma = 0$ с учетом диссоциации максимальная скорость сгорания получилась $U_H = 3,44$ м/с, то без учета диссоциации она составила $U_H = 3,75$ м/с.

Таким образом, уравнение нормальной скорости сгорания, полученное из тепловой теории распространения ламинарного пламени, достаточно хорошо отражает действительный закон влияния состава горючей смеси и параметров ее состояния на

величину нормальной скорости. Оно учитывает также влияния на нормальную скорость сгорания степени разбавления горючей смеси инертными продуктами сгорания.

На рис. 2 представлены расчетные графики величин T_z и U_H , рассчитанные для режима:

$n = 3500 \text{ мин}^{-1}$, полная нагрузка, угол опережения зажигания $\theta = 35 \text{ ПКВ}$.

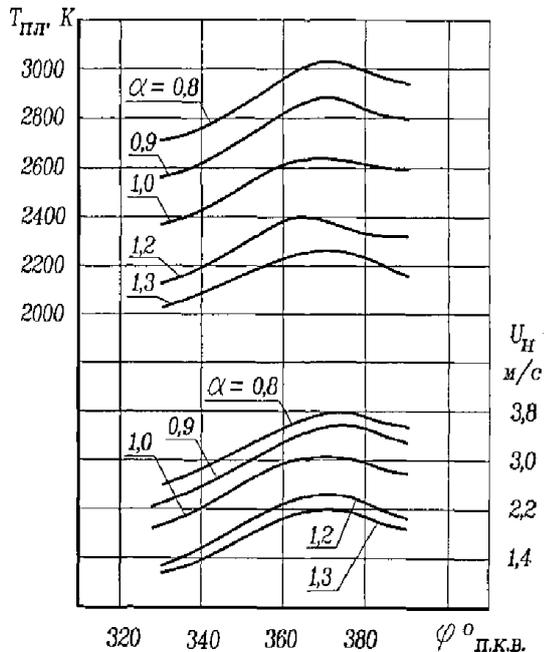


Рис. 2. Расчетные графики температуры пламени и нормальной скорости сгорания при разных составах смеси

На участке от начала сгорания до $10 - 15^\circ$ после ВМТ происходит увеличение температуры пламени и нормальной скорости сгорания. Дело в том, что на этом участке происходит повышение давления в цилиндре и горючая смесь перед фронтом пламени адиабатически сжимается.

Повышение температуры пламени вызывает соответствующее увеличение нормальной скорости сгорания.

Например, если при $\alpha = 0,92$ в начале сгорания температура пламени была 2550 K , а нормальная скорость сгорания $1,84 \text{ м/с}$, то в конце сгорания они становятся: $T_{пл} = 3030 \text{ K}$ и $U_H = 3,35 \text{ м/с}$.

Если сгорание затягивается по ходу расширения, то вследствие падения давления происходит снижение температуры сгорания и нормальной скорости сгорания.

Рассмотрим турбулентное распространение пламени.

В камере сгорания двигателя с искровым зажиганием имеет место широкий спектр масштабов турбулентных пульсаций газа. В начальной и конечной фазах процесса сгорания скорость протекания горения определяется мелкомасштабными турбулентными пульсациями, а в основной фазе - крупномасштабными.

Общая теория горения в турбулентном потоке изложена в работе К.И. Генкина. По этой теории скорость пламени в мелкомасштабном турбулентном потоке равна

$$U_{Т.М.} = U_H \sqrt{1 + \frac{W'^2}{\chi_M}}, \quad (1)$$

где: W' - коэффициент турбулентного обмена произведение средней скорости турбулентных пульсаций на масштаб турбулентности;

χ_M - коэффициент теплопроводности.

Для скорости пламени в крупномасштабном турбулентном потоке он получил такую формулу:

$$U_{Т.К.} = U_H * \sqrt{1 + B * K^2 \frac{W'^2}{U_H^2}}, \quad (2)$$

где K - относительная пульсационная скорость $K = \frac{W'}{U_H}$.

Исходи из этого можно сделать вывод, что для сильной турбулентности, когда $W' \gg U_H$ это выражение переходит в $U_{Т.К.} \sim W'$, то есть в этих условиях турбулентная скорость определяется только величиной пульсационной скорости.

Литература:

1. Глазунов В.И., Глазунов Д.В. Влияние повышенных температур окружающего воздуха на показатели работы автомобильного карбюраторного двигателя // Известия Кыргызского Государственного технического университета им. И.Раззакова. -2004. - №6. -с.29-32.
2. Глазунов Д.В., Глазунов В.И. Исследование влияния повышенных температур воздуха и топлива на смесеобразование // Наука и новые технологии.-2003.-№3.-с.105-109.
3. Семенов Н.Н., Соколик А.С., Исследование турбулентности в цилиндре поршневого двигателя. Известия АН СССР, №8, 1988.
4. Соколик А.С., Воинов А.Н., Свиридов Ю.Б., Влияние химических и турбулентных факторов на процесс сгорания в двигателях. М., АН СССР.
5. Соколик А.С., Карпов В.П., О турбулентном горении газов. Физика горения и взрыва. 1967.
6. Воинов А.Н., Термодинамический анализ особенностей рабочего процесса бензинового двигателя с расслоенном зарядом. М., 1971.

Рецензент: д.ф-м.н., профессор Рудаев Я.И.