

УДК 621.433

М.Ю. Новичков (асп., каф. ДВС), Ю.В. Галышев, к.т.н., доц.,  
Л.Е. Магидович, к.т.н. доц.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ГАЗОДИЗЕЛЯ

Потребление жидких нефтяных топлив в больших количествах, наряду с ограниченностью ресурсов нефтяных месторождений, ставит серьезную задачу расширения топливной базы ДВС. С точки зрения экологии, двигатели внутреннего сгорания являются основными источниками загрязнения окружающей среды.

Широкое использование газовых топлив позволяет расширить топливные ресурсы, снизить их себестоимость, частично решить экологические проблемы, а также увеличить ресурс работы двигателей.

На кафедре ДВС СПбГТУ в течение последних лет проводилась работа, целью которой было построение математической модели, позволяющей наиболее точно производить расчет параметров рабочих циклов газодизельных двигателей.

Достижение этой цели потребовало:

1. Выбора методики расчета динамики тепловыделения в цилиндре.
2. Модификации зависимости, позволяющей рассчитывать значение угла  $\varphi_2$  – максимальной скорости выгорания газозвоздушной смеси.
3. Получения полуэмпирической зависимости, позволяющей рассчитывать значения угла  $\varphi_2$  в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и действительного коэффициента избытка воздуха.

Вид зависимости для суммарной скорости тепловыделения и обоснование ее выбора подробно описаны в [1].

В представленной работе построение зависимости для угла достижения максимальной скорости тепловыделения  $\varphi_2$  производилось на основе экспериментальных характеристик по двум газодизельным двигателям Д-6 [2] и ЯМЗ-236.

В процессе выполнения работы были произведены расчеты топливной аппаратуры, в дизельном и газодизельном режиме работы, на основе которых была произведена оценка численных значений параметра  $L$  – максимального расстояния от факела до стенки камеры сгорания.

По известным из расчетов рабочего процесса и дальнобойности топливных факелов значениям угла  $\varphi_2$  и  $L$  был произведен расчет скорости  $W$ . В данном случае было принято, что скорость распространения пламени в камере сгорания газодизельного двигателя соответствует турбулентной скорости сгорания.

Для выполнения последующих расчетов были составлены безразмерные величины  $U'$ , представляющие собой отношение турбулентной скорости к ламинарной, и относительной частоты вращения  $n' = n/n_{\text{ном}}$ . При сравнении полученных значений безразмерных величин, было обнаружено несовпадение значений  $U'$  для двигателей Д-6 и ЯМЗ-236 при одинаковых значениях  $n'$ . Обнаруженное несовпадение исключает универсальность аппроксимации при выводе ее в данном виде. Для повышения универсальности выводимой зависимости предложен безразмерный комплекс, учитывающий влияние коэффициента избытка воздуха. Данный безразмерный комплекс имеет следующий вид:

$$K'(U', \alpha) = \left[ \exp(\alpha^{-2,7}) \right] (\ln U')$$

В результате пересчета экспериментальных данных по зависимости, приведенной в [1] был получен ряд численных значений комплекса  $K'$  для двигателей Д-6 и ЯМЗ–236 в зависимости от относительной частоты вращения коленчатого вала двигателя. Далее была произведена аппроксимация комплекса  $K'$  в зависимости от относительной частоты вращения полиномом шестой степени для газодизельного двигателя Д–6:

$$K'(n') = 93,03 - 479,3 \cdot (n') + 849,9 \cdot (n')^2 - 370 \cdot (n')^3 - 590,2 \cdot (n')^4 + 736,2 \cdot (n')^5 - 238,4 \cdot (n')^6$$

На основе полученной аппроксимации была произведена проверка данной зависимости для двигателя ЯМЗ–236 с пересчетом, полученного в результате аппроксимации комплекса, в турбулентную скорость.

Проверка показала допустимый уровень соответствия расчетных и экспериментальных данных для обоих двигателей. Построенные аппроксимационные зависимости представлены в виде графиков на рис. 1.

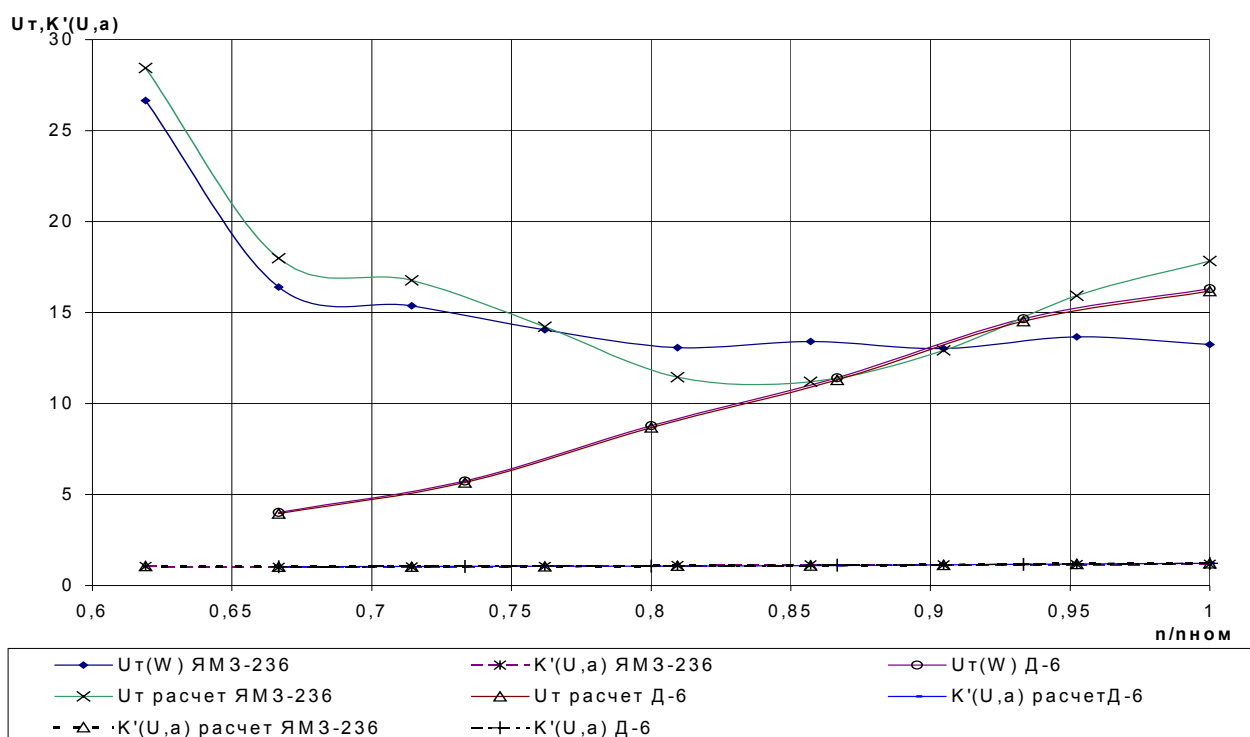


Рис. 1. Расчетные и экспериментальные значения для двигателей Д-6 и ЯМЗ–236

По результатам работы можно сделать следующие *выводы*:

1. Разработана методика расчета рабочего процесса газодизельного двигателя, учитывающая реальную турбулентную скорость пламени.
2. Получена полуэмпирическая зависимость для вычисления угла достижения максимальной скорости сгорания  $\varphi_2$ , соответствующего выгоранию газозвоздушной смеси.
3. Достоверность полученных результатов доказывает сравнение расчетных и экспериментальных данных для двух газодизельных двигателей ЯМЗ–236 и Д-6.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Новичков М.Ю., Магидович Л.Е. Кадхем Н. Тезисы доклада на межвузовской научной конференции XXVIII Неделя науки СПбГТУ. С-Пб: изд-во СПбГТУ, 2000.
2. Гальшев Ю.В. и др. The Development And Improvement Of Dual Fuel Engines For Low Sized Motorship. 26<sup>th</sup> International Scientific Conference On Combustion Engines Kones 2000. September 10 – 13, Nateczow, Poland 2000.