

Положительное влияние на показатели токсичности ОГ оказывает тот факт, что в состав РМ входит 10-12 % кислорода, участвующего в окислении углеводородов топлива.

В целом, проведенные исследования подтвердили, что применение смесового топлива на основе РМ позволяет обеспечить экономию нефтяного топлива и снизить вредное воздействие ОГ на окружающую среду при незначительном снижении эффективности работы дизеля.

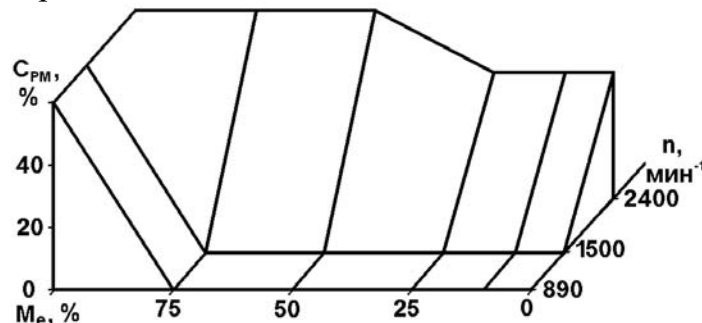


Рис.1. Распределение оптимальных составов смесового топлива в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки.

Литература:

1. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. - М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. - 311 с.
2. Шкаликова В.Н., Патрахальцев Н.Н. Применение нетрадиционных топлив в дизелях. - М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 1993. - 64 с.
3. Гайворонский А.И., Марков В.А., Илатовский Ю.В. Использование природного газа и других альтернативных топлив в дизельных двигателях. - М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2007. - 480 с.
4. Марков В.А., Коршунов Д.А., Девянин С.Н. Работа дизелей на растительных маслах // Грузовик &. - 2006. - № 7. - С. 33-46.
5. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. - М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2005. - 344 с.
6. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 376 с.
7. Чураков Е.П. Оптимальные и адаптивные системы. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 256 с.

РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЯ С ОБЪЕМНО-ПЛЕНОЧНЫМ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЕМ НА ЧИСТОМ РАПСОВОМ МАСЛЕ

Матиевский Д.Д., Кулманаков С.П., Шашев А.В. (АлтГТУ им. Ползунова И.И.).

В большинстве развитых стран мира активно ведутся работы в области получения и применения альтернативных топлив, получаемых из семян растений масличных культур, в частности рапсового масла. Установлено, что для стран с умеренным климатом именно рапс, является наиболее рентабельным.

Для России исследования в этой области являются также актуальными по следующим основным причинам: во-первых, запасы нефти ограничены, во-вторых, сельские хозяйства заинтересованы в снижении энергетической зависимости от поставщиков нефтепродуктов. Кроме того, использование топлив на основе рапсо-

вого масла способствует разрешению проблемы энергетического кризиса, в пределах соответствующих сельскохозяйственных регионов, и улучшению экологической ситуации.

В материале данной статьи представлены результаты исследований по изучению возможности эффективного использования чистого рапсового масла в качестве топлива для дизелей с объемно-пленочным смесеобразованием семейств Д-440 и Д-460, которые широко распространены в качестве силовых агрегатов различной сельхозтехники.

Данные материалы базируются на экспериментальных и расчетноэкспериментальных методах исследования в ходе, которых проводились стендовые испытания двигателя и применялись оптические методы изучения развития топливного факела. В качестве объекта исследования выбран двигатель УК-2, представляющий собой одноцилиндровый отсек двигателя серии Д-440 и Д-460 размерностью 130/140 производства ОАО «ПО АМЗ», который по деталям цилиндра-поршневой группы, распылителям форсунок и многим деталям механизма газораспределения унифицирован с автомобильными двигателями ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238.

При организации рабочего процесса дизеля на чистом рапсовом масле следует учитывать существенные физико-химические отличия его от нефтяного дизтоплива: более высокие значения плотности (917 кг/м^3), вязкости ($80 \text{ мм}^2/\text{с}$ при 20°C), и поверхностного натяжения ($33,2 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$), более низкая теплотворная способность ($37,3 \text{ МДж/кг}$), обусловленная большим количеством атомарного кислорода в молекулах жирных кислот, составляющих рапсовое масло (массовая доля кислорода в рапсовом масле, $O = 0,11$).

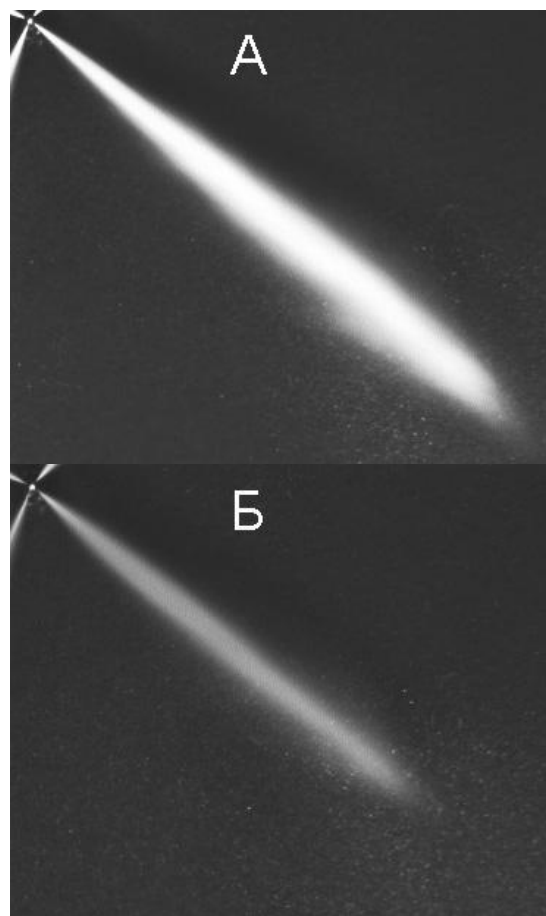


Рис. 1. Фотографии топливного факела на фазе активного впрыска, 1,6 мс.
А – дизтопливо, Б – рапсовое масло

Начальный этап исследований включал в себя сравнительную оценку показателей двигателя, при работе на рапсовом масле и стандартном нефтяном дизтопливе. На рисунках 1 и 2 представлены результаты оптического исследования развития топливного факела при впрыске в атмосферу на частоте вращения коленчатого вала двигателя 1750 мин^{-1} .

В ходе данного этапа исследований установлено, что при переходе с дизтоплива на рапсовое масло наблюдается следующее: впрыск начинается позже на $3\text{--}3,5$ град. п.к.в.; структура факела в поперечном сечении становится более неравномерной; угол раскрытия факела уменьшается; факел становится более дальнотбойным.

Исходя из результатов данного исследования сделано предположение о целесообразности использования распылителя с большим количеством отверстий меньшего диаметра.

По результатам стендовых испытаний двигателя на дизтопливе и чистом рапсовом масле, представленных на рисунках 3

и 4, установлено, что при переходе на чистое рапсовое масло без принятия мер по оптимизации рабочего процесса наблюдается: ухудшение экономичности (удельный индикаторный расход топлива увеличился на 20-30%, индикаторный КПД уменьшился на 15-20%); незначительное уменьшение выбросов оксидов азота; увеличение выбросов оксида углерода на режиме высоких нагрузок (на режиме средних и малых нагрузок существенного изменения не обнаружено); уменьшение максимального давления и температуры цикла при незначительном увеличении температуры отработавших газов; увеличение на 20-30% максимального давления подачи топлива.

Для оптимизации рабочего процесса дизеля на рапсовом масле было проведено исследование влияния угла опережения впрыска топлива, температуры топлива, давления начала впрыска топлива, эффективного проходного сечения распылителя форсунки. Кроме этого были проведены сравнительные испытания двигателя с использованием распылителей специальной конструкции: специальный распылитель №1 – распылитель производства ОАО «АЗПИ» и специальный распылитель №2 – распылитель с увеличенным количеством распыливающих отверстий.

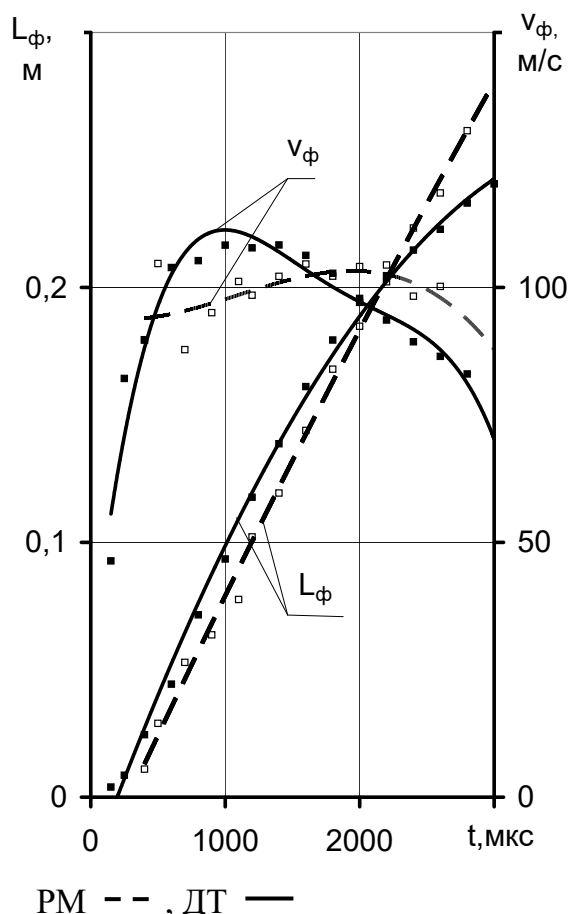


Рис. 2. Изменение длины факела и скорости фронта факела.

В ходе исследования снимались регулировочные и нагрузочные характеристики работы двигателя при частоте вращения коленчатого вала 1750 мин^{-1} .

Для оценки влияния угла опережения впрыска топлива снимались регулировочные характеристики, установлено, что оптимальным, с точки зрения экономичности и токсичности, является угол 30° до в.м.т. при установке в статике.

Влияние температуры на показатели двигателя оценивалось снятием нагрузочных характеристик с различной температурой топлива на входе в ТНВД, а также регулировочных характеристик по температуре топлива. Установлено, что с увеличением температуры топлива, ухудшаются показатели экономичности, концентрация СО остается без изменения, а NO_x незначительно уменьшается. Исходя из этого исследования установлено: для обеспечения работоспособности топливоподающей системы двигателя с

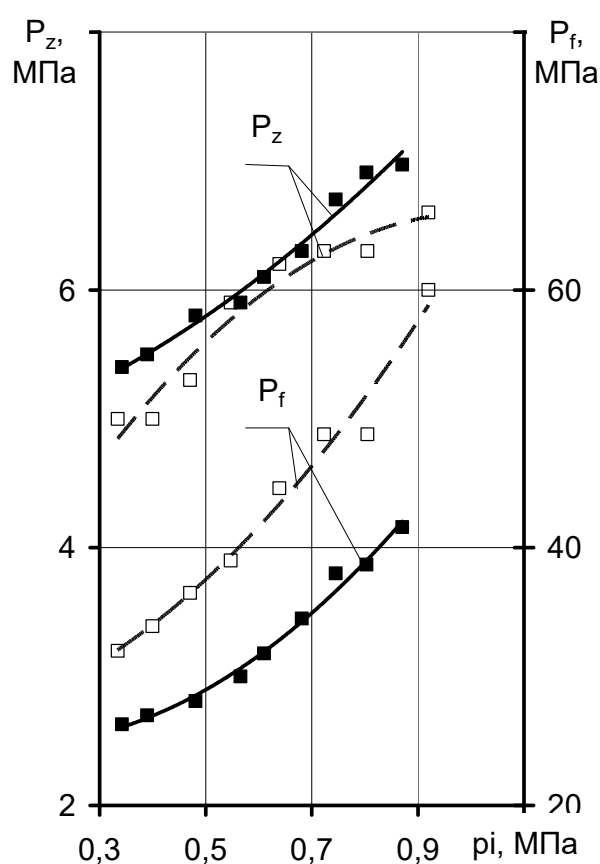
минимально возможным ухудшением его экономичности, температура на входе в систему питания должна быть в пределах $40\text{--}45^\circ\text{C}$.

Для оценки влияния давления начала впрыска топлива на показатели рабочего процесса двигателя проводилось снятие нагрузочных характеристик на режиме 1750 мин^{-1} при регулировках форсунки на различное давление (в диапазоне $15\text{--}22,5 \text{ МПа}$). Нормальным для данного двигателя принято давление $17,5 \text{ МПа}$. В результате проведенного исследования установлено, что при уменьшении давления нача-

ла впрыска топлива показатели экономичности и токсичности существенно ухудшаются, а при увеличении давления наблюдается незначительное улучшение данных параметров. Следовательно, при переводе дизеля на чистое рапсовое масло желательно увеличить давление начала впрыска топлива на 5-10%.

Для исследования влияния эффективного проходного сечения распылителя форсунки на показатели работы двигателя проводилось снятие нагрузочных характеристик с использованием распылителей с различным суммарным эффективным проходным сечением ($0,313$ и $0,237 \text{ мм}^2$). В ходе исследования установлено, что распылители с большим эффективным проходным сечением обеспечивают лучшие показатели экономичности и токсичности работы двигателя. Обусловлено это тем, что уменьшение гидравлического сопротивления системы ведет к уменьшению сжимаемости топлива, сокращению периода топливоподачи, и, следовательно, обеспечивает оптимальный подвод тепла к рабочему телу.

специальной конструкции наблюдается улучшение параметров экономичности



РМ - - , ДТ —

Рис. 3. Максимальное давление сгорания и максимальное давление на выходе ТНВД.

Заключительным этапом исследования были сравнительные испытания двигателя с использованием штатного распылителя, предназначенного для работы на нефтяном дизтопливе и специальных распылителей двух видов, спроектированных для работы на чистом рапсовом масле. Данные распылители отличаются от штатного количеством, расположением и диаметром распыливающих отверстий. В рамках данного исследования проводилось снятие нагрузочных характеристик на режиме 1750 мин^{-1} .

Исходя из результатов данного исследования, рисунок 4, видно, что при использовании распылителей при

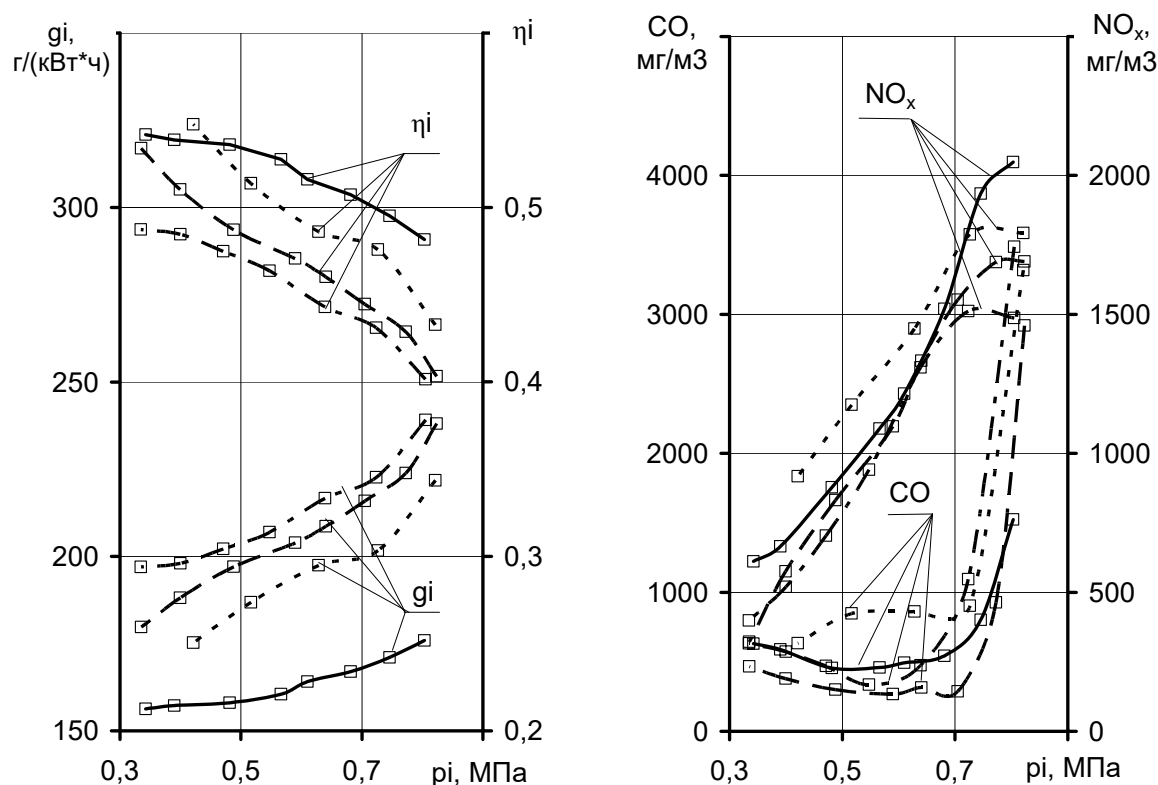
незначительном изменении показателей токсичности.

Так в случае применения специального распылителя №1 (производства АЗПИ) можно отметить уменьшение удельного индикаторного расхода топлива на 5-7% и увеличение индикаторного КПД на 1-3%. В случае применения специального распылителя №2, удельный индикаторный расход топлива уменьшился на 10-15%, а индикаторный КПД увеличился на 3-5%.

Использование распылителей специальной конструкции направлено на уменьшение количества топлива, попадающего на стенку камеры сгорания, и увеличение объемной составляющей цикловой порции за счет увеличения мелкости дробления капель топлива и снижения дальнобойности топливного факела.

В результате проделанной работы обозначен путь повышения эффективности двигателя, работающего на чистом рапсовом масле: необходимо провести ком-

плекс мер, способствующих интенсификации процессов смесеобразования и сгорания, через воздействие на параметры топливоподачи. Кроме этого выдвинуто предположение о целесообразности применения теплового аккумулятора в виде жаропрочной вставки в поршне.



Штатный распылитель (дизтопливо)
Штатный распылитель (рапсовое масло)
Спецраспылитель №1 (рапсовое масло)
Спецраспылитель №2 (рапсовое масло)

Рис. 4. Показатели экономичности и токсичности при работе двигателя на различных распылителях.

В заключении отметим, что для эффективного использования чистого рапсового масла в качестве топлива для дизелей с объемно-пленочным смесеобразованием необходимо провести комплекс мероприятий:

- обеспечить температуру топлива в системе питания дизеля 40-45° С;
- увеличить энергию впрыска топлива;
- применять распылители специальной конструкции;
- провести регулировки, обеспечивающие оптимизацию работы двигателя.

РАБОТА ДИЗЕЛЯ НА МЕТИЛОВОМ ЭФИРЕ РАПСОВОГО МАСЛА

Марков В.А., Зенин А.А., (МГТУ им. Н.Э. Баумана),
Девянин С.Н. (МГАУ им. В.П. Горячкина),
Гайворонский А.И. (ЗАО «Севморнефтегаз»),
Черных В.Н. (ЗАО «Маслопродукт»)

В соответствии с принятой в 2003 г. Директивой 2003/30/ЕС Европейского Парламента и Союза «О содействии использованию биогорючего и других видов горючего на транспорте» ставится задача расширения использования биотоплив и