

УДК 621.436

А.В. Шашев, канд. техн. наук

ОСОБЕННОСТИ ТОПЛИВОПОДАЧИ И СГОРАНИЯ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА

Введение

Целесообразность применения рапсового масла в качестве топлива, особенно в аграрных регионах, обусловлена не только истощением мировых запасов нефти, но также и сложившейся ситуацией регулирования цен на нефтепродукты. Известно, что многие сельские хозяйства испытывают подчас серьезные трудности, связанные с высокой ценой на топливо. Одним из вариантов решения данной проблемы является использование в качестве топлива рапсового масла.

На кафедре ДВС АлтГТУ им. И. И. Ползунова проводятся исследования рабочего процесса дизеля на рапсовом масле, метиловом эфире рапсового масла и смесевом топливе. На основании экспериментальных данных сделан сравнительный анализ процесса топливоподачи и рабочего процесса дизеля на стандартном нефтяном дизтопливе и рапсовом масле.

Исследование параметров макросмесеобразования оптическим методом

Данный этап исследований проводился на моторном стенде с использованием системы VS-СТТ-285/Х/Е-2001/М, позволяющей производить съемку быстропротекающих импульсных процессов в атмосфере (рисунок 1). По результатам обработки данных было установлено, что топливная струя рапсового масла имеет значительно меньший угол раскрытия.

На рисунке 2 приведены графики изменения длины струи дизтоплива и рапсового масла по времени и графики изменения скорости фронтальной части струи.

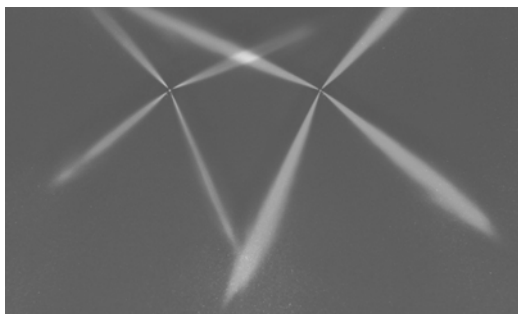


Рис. 1. Струи дизтоплива и рапсового масла на фазе активного впрыска

В ходе данного исследования было установлено, что процесс впрыска рапсового масла начинается на 3-3,5 градуса поворота коленчатого вала позже, несмотря на то, что подъем иглы форсунки, исходя из диаграммы подъема, начинается раньше.

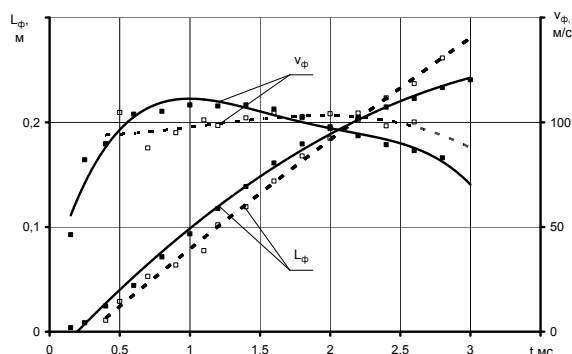


Рис. 2. Длина топливной струи L_ϕ и скорость распространения её фронта v_ϕ

Объясняется это тем, что из-за высокой вязкости, впрыск рапсового масла начинается при более высоких значениях суммарного проходного сечения распылителя, определяемого в начальные моменты впрыска открытием щели запорного конуса иглы форсунки.

Из анализа изменения скорости фронта струи следует вывод о более высокой дальнобойности струи рапсового масла по сравнению со струей дизтоплива, значит, с переходом на рапсовое масло следует ожидать увеличение доли топлива, попавшего на стенку и уменьшения объемной доли, что приведет к затягиванию процесса сгорания на линию расширения.

Исследование параметров рабочего процесса на основе анализа индикаторных диаграмм

В ходе проведения эксперимента получены данные, на основании которых сделан сравнительный анализ рабочего процесса двигателя с использованием двух видов топлива. На основании индикаторных диаграмм, полученных для разных режимов работы двигателя, были произведены расчеты периода задержки воспламенения и, связанной с ним жесткости рабочего процесса двигателя.

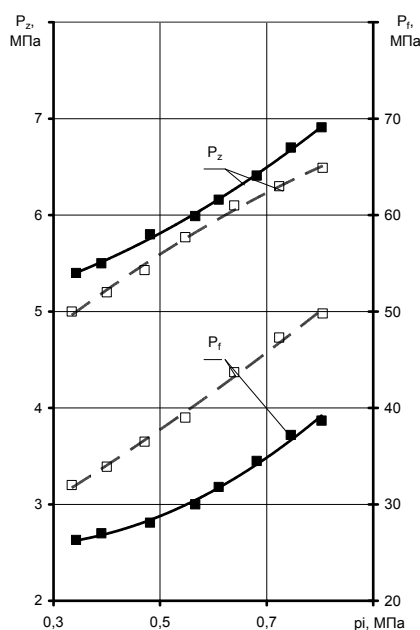


Рис. 3. Нагрузочная характеристика, максимальное давление газов в цилиндре и максимальное давление топлива на выходе из топливного насоса

На рисунке 3 приведены графики изменения максимальных давлений газа в цилиндре двигателя и топлива в трубопроводе высокого давления. Следует отметить существенное увеличение максимального давления в трубопроводе при работе двигателя на рапсовом масле по сравнению с работой на дизтопливе:

- на 22% на режиме малых нагрузок;
- на 30% на режиме средних нагрузок;
- на 40% на номинальном режиме.

Это связано с повышенной вязкостью и плотностью рапсового масла. Известно, что плотность рапсового масла на 6,6 % выше, чем у дизтоплива, а вязкость при 40°C выше в 14 раз [1,2]. С увеличением нагрузки увеличивается и разница в соотношении давлений, т.е. максимальное давление в трубопроводе при использовании рапсового масла растет интенсивней. Факт увеличения максимального давления топливоподачи является негативным, так как приводит к увеличению механических напряжений в деталях топливной аппаратуры дизеля.

При организации рабочего процесса дизеля стремятся, чтобы максимальные давления сгорания не выходили за пределы 7-8,8 МПа для безнаддувных двигателей и 10,5-16 МПа для двигателей с наддувом [3]. В случае использования рапсового масла наблюдается снижение максимального дав-

ления сгорания на 6-7,5% во всем диапазоне нагрузок, что является положительным.

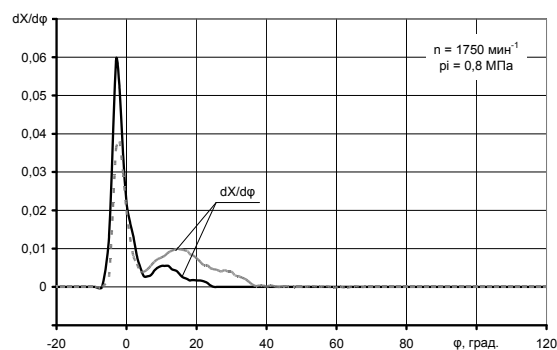


Рис. 4. Диаграмма изменения скорости тепловыделения при работе на дизтопливе и рапсовом масле

На рисунке 4 приведены результаты обработки индикаторных диаграмм на тепловыделение. При переходе с дизтоплива на рапсовое масло наблюдалось незначительное увеличение периода задержки воспламенения на 0,5-1 градус п.к.в. Объясняется это тем, что склонность к воспламенению рапсового масла и дизтоплива несущественно отличаются (цетановое число рапсового масла 40, а дизтоплива 45 единиц). Кроме этого струя рапсового масла, по данным оптического метода исследований, несмотря на высокую неравномерность структуры, содержит достаточное количество мелкодисперсной фазы в периферийной зоне. Наличие в объеме камеры сгорания поверхностей с более высокой температурой, при работе на рапсовом масле, из-за затягивания процесса сгорания на линию расширения, так же способствует сокращению периода задержки воспламенения. Из приведенных данных видно, что процесс сгорания двигателя на рапсовом масле, в начальной фазе, протекает с меньшими скоростями, чем и определяется меньшая жесткость процесса. При проведении испытаний было отмечено, что при работе на рапсовом масле двигатель работает менее шумно, максимальная скорость нарастания давления не превышала 0,6 МПа/град. п.к.в.

Фаза диффузионного сгорания характеризуется низкой скоростью нарастания давления и достижением в цикле максимальной температуры. По графику, приведенному на рисунке 4, можно видеть границу между фазой быстрого и медленного сгорания, соответствующей точке перегиба. Видно, что процесс быстрого сгорания в случае использования рапсового масла завершается раньше на 2-3 градуса п.к.в., чем при использовании дизтоплива

нефтяного происхождения. Скорость тепловыделения во второй фазе сгорания при работе на рапсовом масле выше, чем при работе на дизтопливе.

При организации рабочего процесса дизельного двигателя стремятся к сокращению продолжительности ввода тепла в цикл, так как от этого зависит экономичность осуществления процесса преобразования тепла, выделившегося в процессе сгорания топлива в работу газов. Поэтому, чем быстрее протекает процесс сгорания, тем экономичнее работает двигатель.

Из представленных на рисунке 5 графиков видно, что рабочий процесс на рапсовом масле уступает по экономичности рабочему процессу на дизельном топливе. Из сопоставления графиков изменения индикаторного КПД процессов видно, что рабочий процесс на рапсовом масле на 10 - 16% уступает рабочему процессу на дизтопливе во всем диапазоне изменения нагрузки, более высокие отличия относятся к режиму номинальной мощности. Причина этого в отличии характера подвода тепла. Процесс сгорания рапсового масла отличается более высокой продолжительностью по сравнению с процессом сгорания дизтоплива. Это связано, **во-первых**, с высокой температурой испарения, повышенной вязкостью и т.д., а **во-вторых**, с увеличением продолжительности топливоподачи связанным с тем, что при работе на рапсовом масле необходимо увеличить цикловую порцию, чтобы получить те же значения мощности, что и при работе на дизтопливе.

Удельный индикаторный расход характеризует качество процесса подвода тепла и теплотворную способность топлива. Низшая теплота сгорания рапсового масла 37 МДж/кг, а дизтоплива 42,5 МДж/кг, разница составляет 13%. Поэтому на фоне удельного индикаторного расхода топлива наблюдается еще большее отличие между рапсовым маслом и дизтопливом. Во всем диапазоне нагрузок ухудшение данного параметра составляет 25 – 35%. На режиме малых нагрузок меньшие, а на режиме номинальной мощности большие отличия.

В связи с отличиями в протекании рабочего процесса на рапсовом масле и дизтопливе необходимо увеличивать подачу топлива для достижения одинакового уровня мощности [4], что приводит к обогащению состава топливовоздушной смеси. При использовании рапсового масла двигатель работает с более низким коэффициентом избытка

воздуха, разница составляет 8,5-15% в диапазоне рабочих нагрузок.

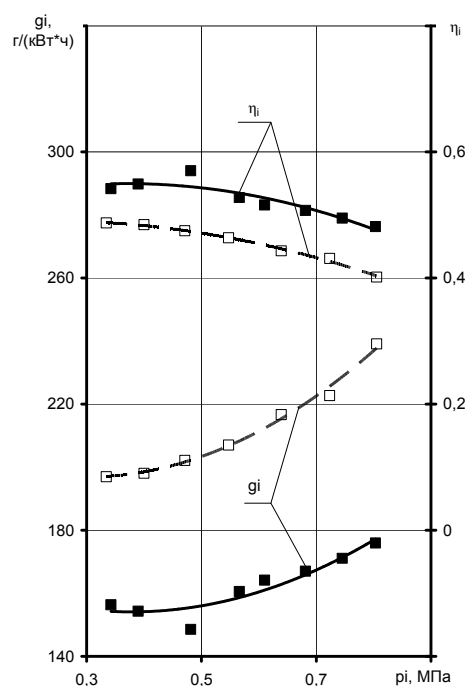


Рис. 5. Нагрузочная характеристика, параметры экономичности работы двигателя

С переходом на рапсовое масло, на примере содержания твердых частиц в отработавших газах, наблюдается следующее:

- в области малых нагрузок отличия не существенны;
- в области средних нагрузок максимальная разница до 100%;
- в области номинальной мощности разница сокращается до 20%.

По оксиду углерода:

- на режиме малых нагрузок содержание данного компонента одинаково;
- на режиме средних нагрузок отмечается несколько лучшая картина для рапсового масла, содержание оксида углерода на 20-25% меньше чем при работе на дизтопливе;
- на номинальном режиме и режимах близких к нему содержание СО при работе на рапсовом масле на 100-120% больше, чем при работе на дизтопливе.

По оксидам азота:

- на режиме низких нагрузок на 20-30%;
- на режиме средних нагрузок на 5-10%;
- на режиме номинальной нагрузки на 25%.

Уменьшение концентрации оксидов азота при переходе с дизтоплива на рапсовое масло происхо-

дит по причине снижения максимальной температуры цикла.

Заключение

Исходя из вышесказанного, следует, что при организации рабочего процесса дизеля на рапсовом масле необходимо: обеспечить улучшение мелкости распыливания и равномерности распределения топлива по объему камеры сгорания; интенсифицировать процесс сгорания топлива с целью сокращения его продолжительности и улучшения экономичности работы двигателя.

В качестве мероприятий по оптимизации были предложены: изменение угла опережения впрыска топлива, повышение температуры топлива, увеличение давления начала впрыска топлива, увеличение эффективного проходного сечения распылителя и изменение конструкции распылителя. В соответствии с последним был изготовлен специальный распылитель для рапсового масла с увеличенным количеством сопловых отверстий. Прове-

дение данных мероприятий дало возможность улучшить показатели экономичности работы двигателя на рапсовом масле на 5% - по индикаторному кпд и на 15 г/кВт·ч по удельному индикаторному расходу топлива.

Список литературы:

1. Марченко А. П. Сравнительная оценка эффективности применения растительных топлив в дизельном двигателе / А.П. Марченко, А.А. Прохоренко, А.А. Осетров, В. Смайлис, В. Сенчила // Двигатели внутреннего сгорания. – 2004. – № 1. – С. 46-51.
2. Lebedevas S. The change of operational characteristics of diesel engines running on RME Biodiesel. Parameters of thrust and fuel economy / S. Lebedevas, A. Vaicekauskas, G. Lebedeva, S. Kulmanakov, A. Shashev // Proceedings of 10th International Conference. Transport Means. – 2006. – p. 229 – 233.
3. Бурячко В. Р. Автомобильные двигатели: Рабочие циклы. Показатели и характеристики. Методы повышения эффективности энергопреобразования / В. Р. Бурячко, А. В. Гук. – СПб.: НППИКЦ, 2005. – 292 с.: ил.

УДК 621.43.056

М.І. Міщенко, д-р техн. наук, В.Г. Заренбін, д-р техн. наук, Т.М. Колеснікова, інж., Ю.В. Юрченко, асп., О.В. Савенко, студ.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ЦИКЛУ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА. ЧАСТИНА 1. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ

Вступ

У цей час до автомобільних бензинових двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) усе більше пред'являються підвищені вимоги до їхньої паливної економічності. Постійне вдосконалювання таких ДВЗ здійснюється як експериментальним шляхом, так і теоретичними дослідженнями. Вибір оптимальних параметрів робочого процесу двигуна і його конструктивних елементів при дослідно - конструкторських роботах надзвичайно важкий. Тому багато провідних автомобільних фірм і наукові організації застосовують метод математичного моделювання дійсного робочого циклу двигуна і його систем, що дозволяє відмовитися від виготовлення дослідних зразків ДВЗ і їхнього доведення методом проб і помилок.

Протягом останніх 10...20 років накопичений певний досвід розробки математичних моделей і програм для розрахунку процесів у циліндрі, а також у впускному й випускному трубопроводах двигуна [1 - 17]. Як показує практика, розроблені мо-

делі підтвержені експериментально, вони дозволяють розробити заходи щодо поліпшення конструкції систем впуску й випуску, вибору раціональних параметрів робочого циклу й поліпшення паливної економічності двигуна.

Останнім часом в АДІ ДонНТУ проводяться дослідження зі створення перспективних бензинових ДВЗ для легкового автомобіля, а саме: зі змінним ступенем стиску, регулюванням навантаження різними способами, з безшатунним силовим механізмом. При теоретичних дослідженнях використовується метод математичного моделювання, розроблена розрахункова програма, що забезпечує можливість оптимізації параметрів дійсного циклу двигуна і його систем впуску й випуску, а також одержання даних, які неможливо або важко одержати в умовах реального експерименту.

Метод розрахунку параметрів процесу впуску в бензиновому двигуні при різних умовах регулювання навантаження й зміні ступеня стиску на часткових режимах, розроблений при участі авторів