

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИМЕТИЛОВОГО ЭФИРА ДЛЯ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ РАБОЧЕЙ МЕТАНОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В ЦИЛИНДРЕ ГАЗОДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ТРАНСПОРТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Гайворонский А.И., Лапушкин Н.А., Савенков А.М.

ООО «ВНИИГАЗ, г. Москва

Ужесточение экологических требований к поршневым двигателям транспортных средств вызывает необходимость проведения целого комплекса мероприятий по их выполнению: совершенствование рабочего процесса; применение альтернативных топлив; использование систем нейтрализации; применение установок с рекуперацией энергии и нетрадиционным приводом ведущих колес. Альтернативные топлива находят все большее применение на автотранспортных средствах, обеспечивая значительную экономию традиционных нефтяных топлив, а также снижение токсичных выбросов с выпускными газами.

Во ВНИИГАЗе для максимального использования компримированного природного газа и минимального внесения изменений в штатную дизельную топливную аппаратуру разработана оригинальная топливная система, использующая диметиловый эфир (ДМЭ) в качестве запального топлива для газодизельного двигателя, рисунок 1. Такие газодизели с воспламенением метановоздушной смеси запальной порцией диметилового эфира могут составить конкуренцию «чисто» газовым двигателям с искровым зажиганием. Система питания (рисунок 1) газодизельного двигателя 1 содержит бак 2 хранения дизельного топлива, используемого в качестве гидрожидкости, баллон 3 хранения ДМЭ, газовый баллон 4 с компримированным природным газом, топливный насос 5 высокого давления, электрический топливоподкачивающий насос 6 для подачи ДМЭ, дозатор 7 ДМЭ, газовый редуктор 8, трубопровод его подачи в смеситель, установленный на входе во впускной коллектор, а также газовый дозатор 9 и заслонку управления режимами работы двигателя.

Для воспламенения газозвушной смеси используется запальная доза диметилового эфира. Он поступает из баллона в подкачивающий насос, который создает гарантированное давление 1,5 МПа, предотвращающее появление паровых пробок. Из топливного насоса ДМЭ поступает в дозатор ДМЭ с гидроуправлением. Нагнетание ДМЭ в полость форсунки осуществляется поршнем, управляемым гидрожидкостью, в качестве которой используется дизельное топливо, поступающее от штатного топливного насоса высокого давления (ТНВД). Конкретная реализация разработанного технического решения применительно к ТНВД двигателя ЯМЗ-236НЕ показана на рисунке 2. Каждая секция ТНВД снабжена узлом подачи ДМЭ, встраиваемого в штуцер нагнетательного клапана штатного насоса. Основными деталями устройства являются: коллектор 1, специальный штуцер 2, седло клапана 3, упор клапана 4, плунжер 5, и втулка плунжера 6. Все детали описанного устройства размещены в штуцере 7. Процесс всасывания, нагнетания и подачи ДМЭ в форсунку понятен из

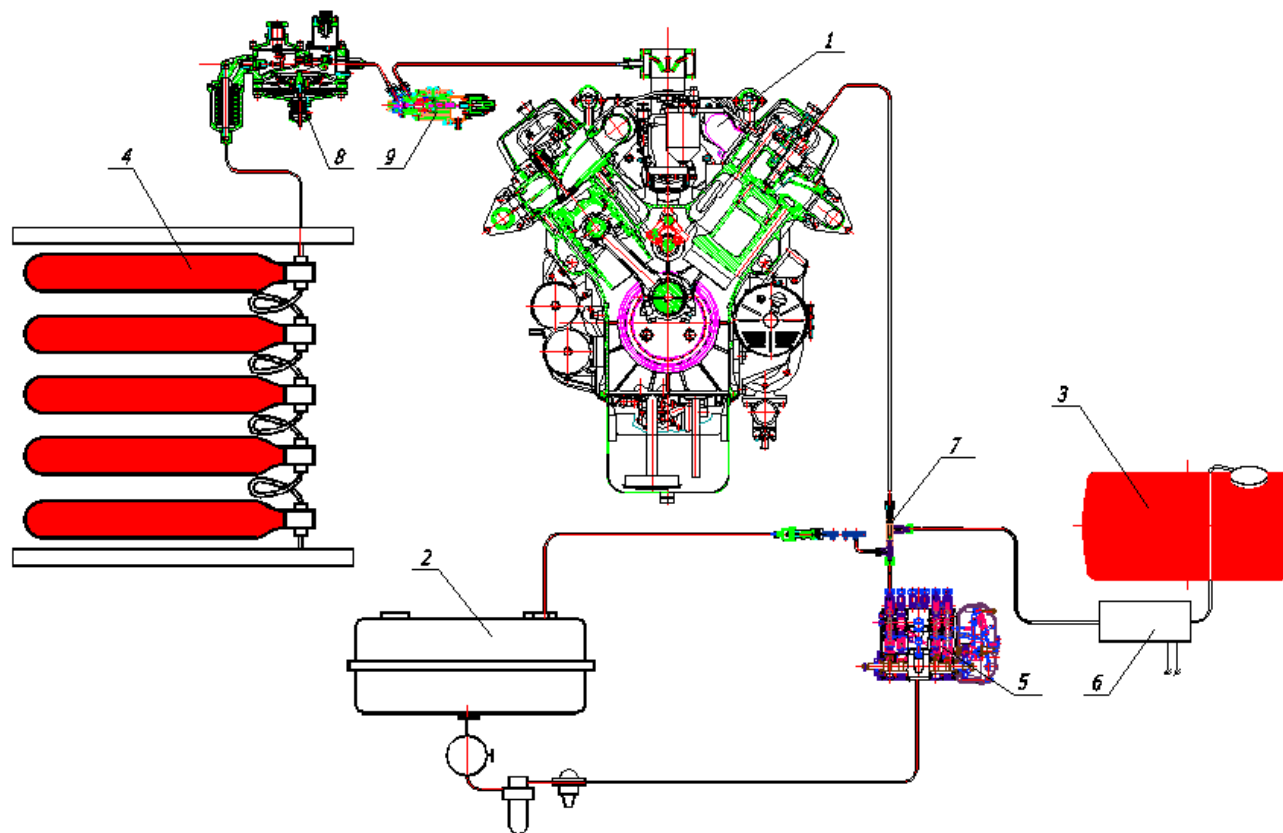


Рисунок 1 - Комбинированная система топливоподачи ВНИИГАЗа

1 – газодизельный двигатель ЯМЗ-236НЕ; 2 – бак дизельного топлива; 3 – баллон диметилового эфира; 4 – баллоны природного газа; 5 – топливный насос высокого давления; 6 – насос подачи ДМЭ; 7 – дозатор ДМЭ; 8 – газовый редуктор; 9 – газовый дозатор.

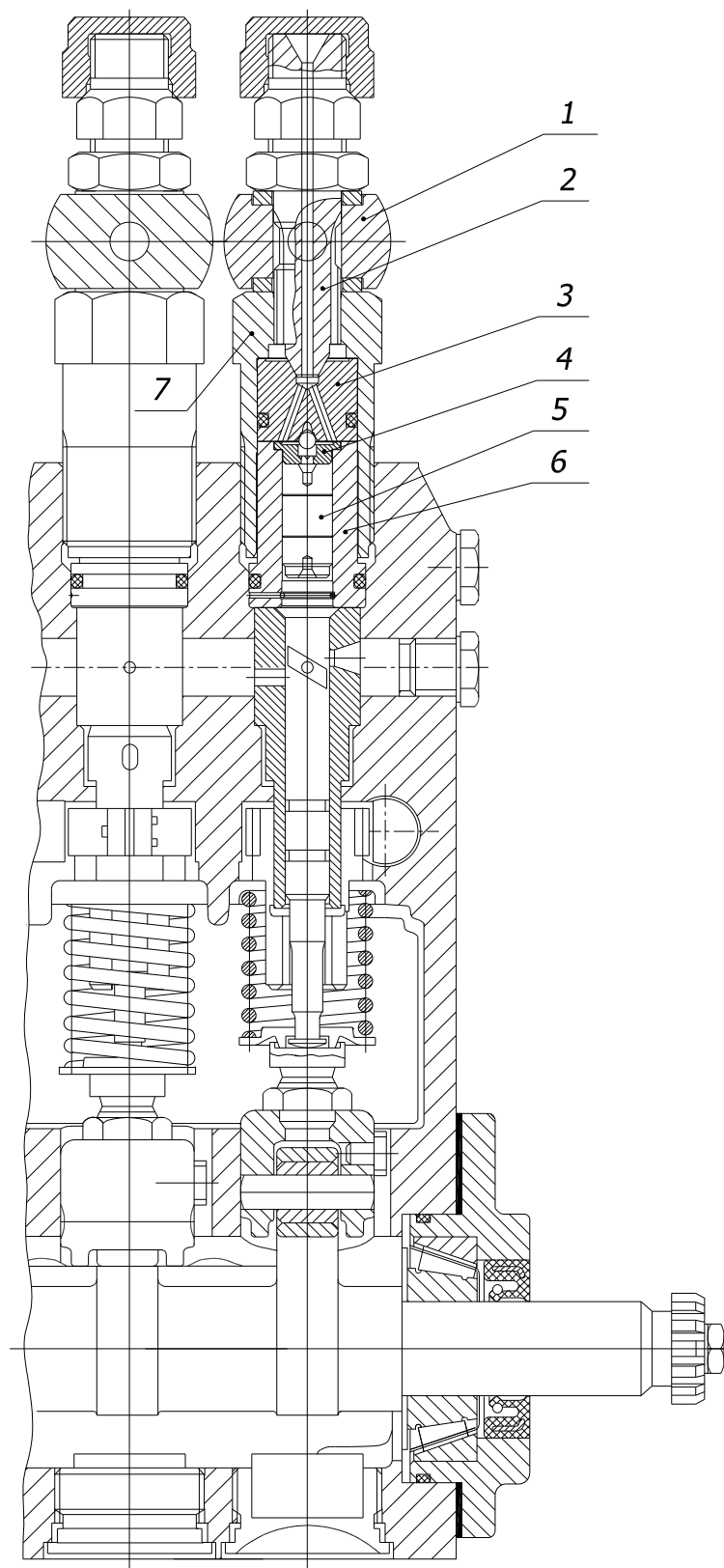


Рисунок 2. Секция подачи диметилового эфира

рисунка. Преимуществом разработанного узла подачи ДМЭ является его простота и обеспечение работоспособности за счет конструктивных мероприятий (без применения противозадирных присадок типа «Лубризол»).

Проведены стендовые испытания двигателя ЯМЗ-236НЕ с тремя системами топливоподачи: дизельной, газодизельной с воспламенением газовойоздушной смеси запальной порцией дизельного топлива, газодизельной с воспламенением газовойоздушной смеси запальной порцией диметилового эфира.

При работе газодизеля с воспламенением газовойоздушной смеси запальной порцией диметилового эфира по внешней скоростной характеристике (рисунок 3) обеспечивается получение тех же величин мощности и крутящего момента. Потребление газа по всей внешней характеристике при воспламенении запальной порцией ДМЭ меньше, чем в газодизельном двигателе с запальной дозой дизельного топлива.

Анализ протекания показателей токсичных выбросов в газодизеле при воспламенении дизельным топливом и ДМЭ показывает, что выделение NO_x в газодизеле с ДМЭ при совпадении на высоких частотах вращения значительно меньше на низких частотах вращения. Выделение CH и CO_2 практически совпадает по всей внешней характеристике. Выделение CO в газодизеле с ДМЭ на высоких частотах вращения немного превышает выделение CO в газодизеле с запальной дозой дизельного топлива. В газодизеле на ДМЭ отсутствует выделение сажи.

На рисунке 4 показаны нагрузочные характеристики газодизеля при воспламенении газовойоздушной смеси дизельным топливом и ДМЭ, снятые на частоте вращения 2100 мин^{-1} и 1300 мин^{-1} .

Мощность и крутящий момент имеют те же величины, что и при работе газодизеля с воспламенением газовойоздушной смеси запальной порцией дизельного топлива. На высоких частотах вращения потребление газа, несколько меньше, чем в газодизельном двигателе с запальной дозой дизельного топлива. Максимальный расход газа составляет $24,8 \text{ кг/час}$. Максимальный расход диметилового эфира – $21,9 \text{ кг/час}$, что составляет 38% от величины введенной теплоты с дизельным топливом на номинальном режиме.

Проведенные испытания газодизельного двигателя по 13-ти ступенчатому циклу показывают, что двигатель с воспламенением смеси запальной дозой ДМЭ по выбросам вредных веществ укладывается в нормы Евро-2 без нейтрализатора, за исключением выделений CO .

Резюмируя вышесказанное можно отметить, что при работе на ДМЭ:

имеется потенциальная возможность создания газодизеля с высокой степенью экологической чистоты, который будет соответствовать требованиям международного стандарта (ЕВРО-3) по выбросам NO_x , CO , CH с нейтрализатором;

учитывая высокую стоимость диметилового эфира экономически оправдано на переходный период осуществлять конвертацию автотранспорта на базе газодизельного процесса с использованием диметилового эфира в качестве запального топлива.

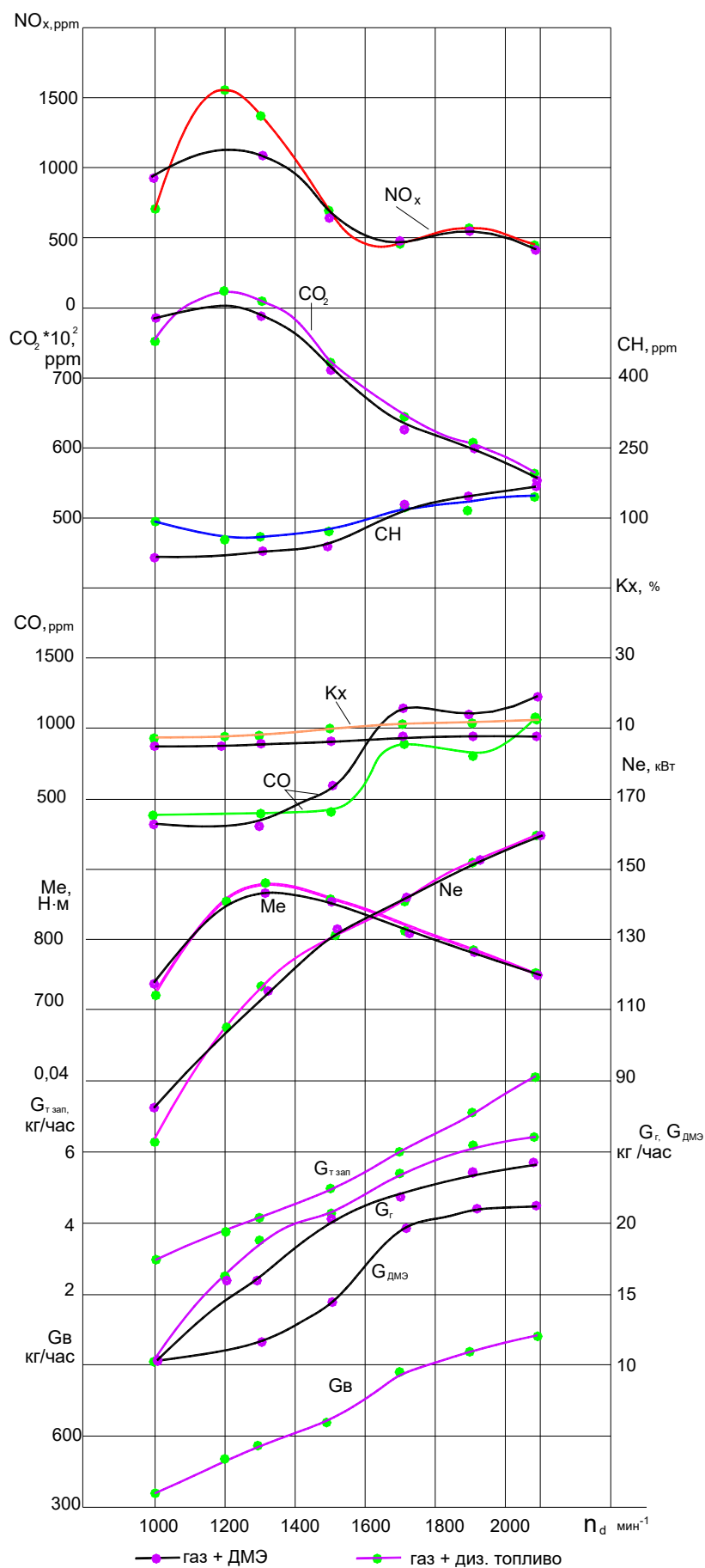


Рисунок 3. Скоростные характеристики газодизеля ЯМЗ-236НЕ

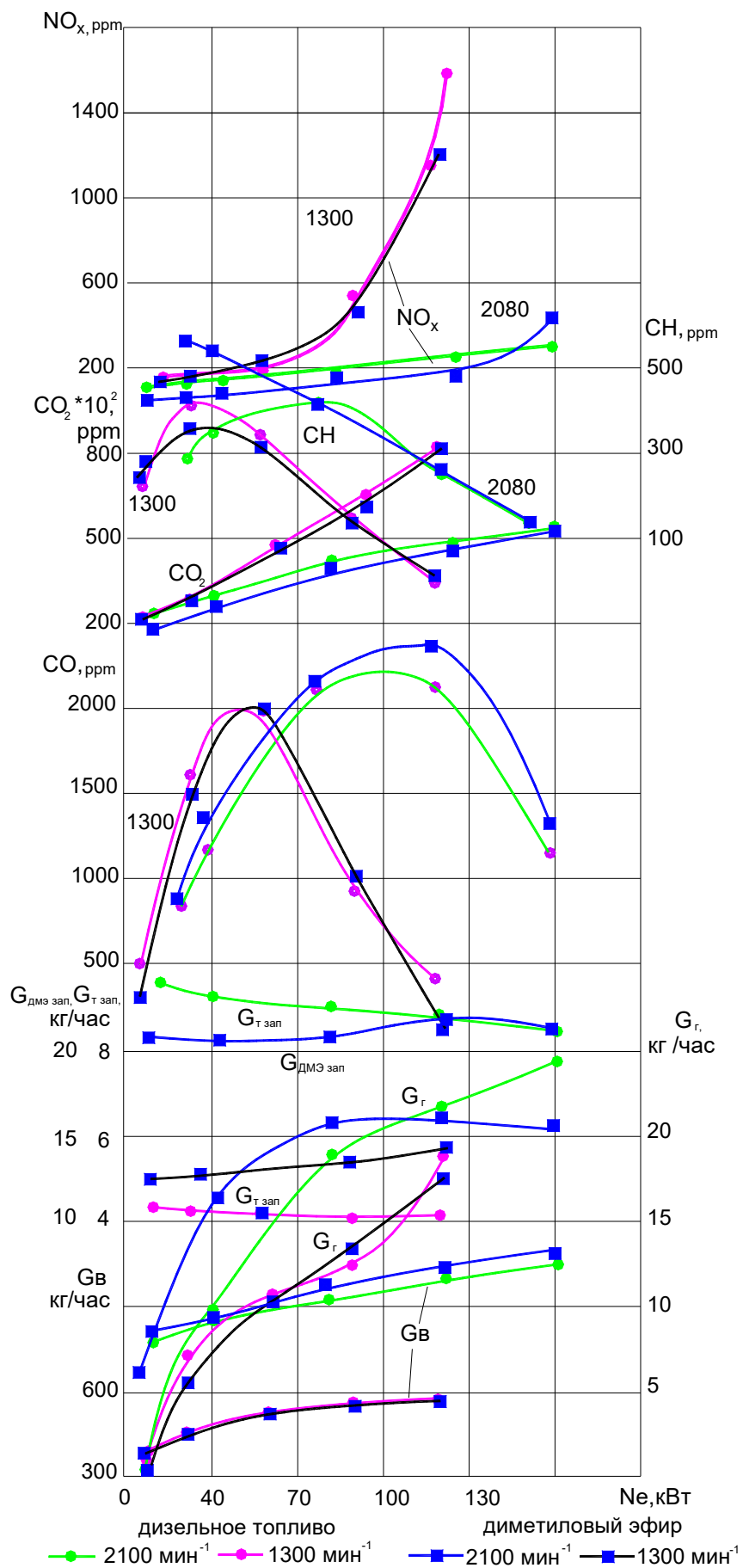


Рисунок 4. Показатели газодизеля ЯМЗ-236НЕ по нагрузочной характеристике