

Газовый двигатель на базе четырехтактного дизеля общего назначения

В настоящее время сложившаяся на рынке моторных топлив благоприятная ценовая ситуация стимулирует рост потребления сжатого природного и сжиженного нефтяного газов (СПГ и СНГ) и этим объясняется целесообразность возобновления конвертации дизелей малой и средней мощности в газовые двигатели. Кроме того, преимуществом использования СПГ и СНГ в двигателях внутреннего сгорания, является низкий уровень токсичности и дымности отработавших газов, снижение шумности, значительное увеличение сроков смены масел.

В. Н. Бганцев, к. т. н.
А. М. Левтеров, к. т. н.
В. П. Мараховский, н. с.

Приведенные в таблице усредненные результаты испытаний двигателей на различных топливах показывают, что уровень выбросов вредных веществ при работе на СПГ и СНГ значительно ниже.

Газовые модификации двигателей двигателестроительные заводы Украины не выпускают, хотя в каждой отрасли, где используются энергоустановки с дизелями, есть целесообразность перевода их, по различным мотивам, на газообразное топливо. Например, в Украине широкое применение получили тракторные самоходные шасси (ТСШ) с двигателями Д21А производства Владимирского тракторного завода. Эти транспортные средства используются на различных предприятиях, в сельском и комму-

нальном хозяйстве и т. д. Перевод ТСШ на газообразное топливо может значительно удешевить эксплуатационные расходы, повысить моторесурс

двигателя, снизить уровень загрязнения окружающей среды. Таким образом, создание доступной технологии конвертации дизельного двигателя ТСШ в газовый двигатель с искровым зажиганием, в котором используется

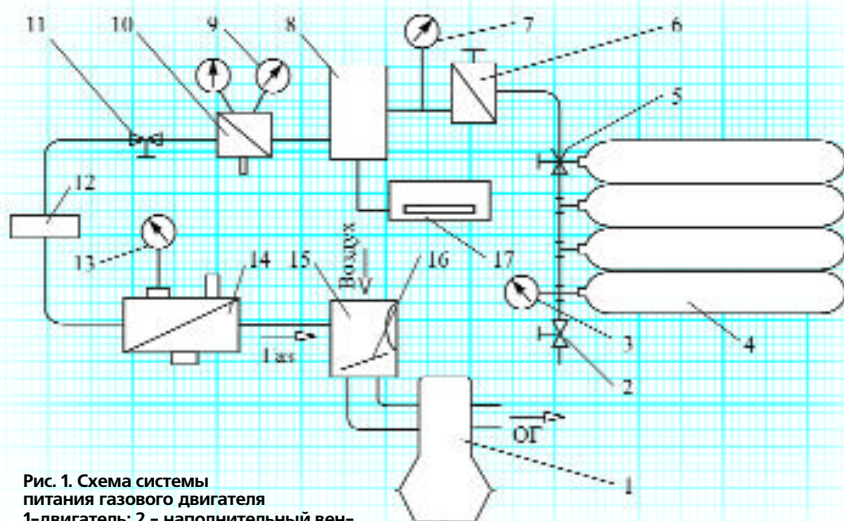


Рис. 1. Схема системы питания газового двигателя
1-двигатель; 2 - дополнительный вентиль; 3, 7, 9, 13 - манометры; 4 - секция баллонов; 5 - расходный вентиль; 6, 10 - редуктор высокого давления; 8 - газовый расходомер; 11 - магистральный вентиль; 12 - электромагнитный клапан; 14 - редуктор низкого давления; 15 - газовый смеситель; 16 - дроссельная заслонка; 17 - электронный секундомер.

СПГ или СНГ в качестве моторного топлива при полном замещении жидкого топлива, можно рассматривать как создание достаточно универсальной модели конвертации четырехтактных дизелей средней и малой мощности в газовые двигатели.

Анализ конструкции дизеля, используемого в составе ТСШ, показывает, что он вполне подходит для конвертации в газовый двигатель. Для минимизации затрат на конвертацию дизеля Д21А в газовый двигатель было выбрано внешнее смесеобразование с искровым зажиганием, которое предполагало снижение степени сжатия. Степень сжатия снижали для осуществления гарантированного искрообразования и организации рабочего процесса с приемлемыми температурами отработавших газов и давлениями цикла под нагрузкой.

Выбранная геометрическая степень сжатия $\epsilon = 9,5$ достигнута дообработкой поршней без ущерба для их нормального функционирования.

Система питания двигателя СПГ максимально ориентирована на се-

Результаты испытаний ДВС на различных топливах				
Топливо	CO, г/км	CH, г/км	NOx, г/км	Твердые частицы, г/км
Дизельное	8,4	0,77	19,7	0,76
Метанол	6,7	4,92	9,9	0,42
СПГ	0,012	-	1,8	0,022
СПГ	0,016	1,6	7,5	0,015

рийновыпускаемое газовое оборудование и состоит из 4-х баллонов высокого давления емкостью 50 л, одноступенчатого газового редуктора высокого давления диафрагменного типа, двухступенчатого газового редуктора с дозирующим экономайзерным устройством, электромагнитного клапана соленоидного типа с сетчато-войлочным фильтром, манометров и трубопроводов. Для приготовления газоздушной смеси использовался газовый смеситель. Все устройства системы питания унифицированные и серийновыпускаемые, кроме газового смесителя. Схема системы питания двигателя СПГ приведена на рис. 1. В качестве газового смесителя использован дроссельный узел автомобильного двигателя, дополненный диффузором.

Газовый смеситель согласован с двухступенчатым газовым редуктором и расходными характеристиками выбранного двигателя. Указанные устройства обеспечивают оптимальный состав и однородность горючей смеси во всем диапазоне режимов работы двигателя, максимальную мощность при полной нагрузке, надежный пуск, приемистость и устойчивую работу двигателя на режиме холостого хода.

Конструкция газового смесителя показана на рис. 2. Для воспламенения газоздушной смеси в цилиндрах двигателя использовалась серийная система зажигания высокой энергии от автомобиля ВАЗ 2108. Бесконтактная система зажигания, в

состав которой входит катушка зажигания, датчик-распределитель, свечи зажигания ВКР6Е фирмы NGK и провода высокого напряжения, дополнена электронным октан-корректором для изменения начального угла опережения зажигания без остановки двигателя. Питание системы зажигания в ходе испытаний осуществлялось от электрического блока постоянного тока с напряжением 13,5 В.

Для установки свечей зажигания в головках цилиндров дообработаны форсуночные отверстия под резьбу М14 1,25. На место снятого с двигателя топливного насоса высокого давления был установлен датчик-распределитель зажигания, дополненный изготовленным приводным валиком.

Конвертированный двигатель был установлен на испытательный стенд фирмы VSETIN с моторгенератором IDP 942-4 и динамометром

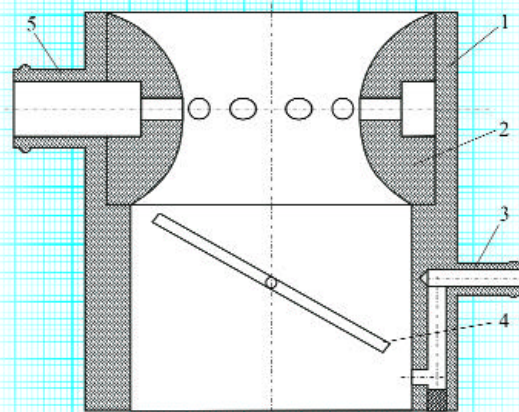


Рис. 2. Схема газового смесителя
1 - корпус; 2 - диффузор; 3 - штуцер подвода газа холостого хода; 4 - дроссельная заслонка; 5 - штуцер основного подвода газа.

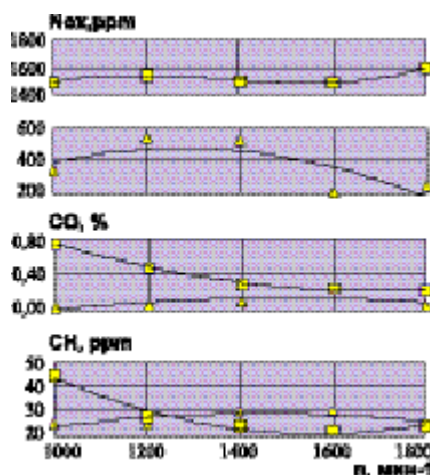


Рис. 4. Характеристики токсичности.
□ - дизель; Δ - газовый двигатель

DS 742 N мощностью 71 кВт, $n = 3000/5000$ мин⁻¹. Стенд оборудован устройствами для измерения расходов воздуха и газа, температуры газа, воздуха, отработавших газов и масла двигателя, давления масла, природного газа высокого и низкого давления, разрежения воздуха на впуске, противодавления на выпуске и приборами измерения концентрации оксидов азота (NOx), оксидов углерода (CO), несгоревших углеводородов (CH) и дымности отработавших газов двигателя.

Испытания газового двигателя проводили по нагрузочной и внешней характеристикам в диапазоне $n = 1000 \dots 1800$ мин⁻¹ с начальным углом опережения зажигания 270 до в. м. т., которые сравнивали с характеристиками базового дизеля.

Как видно из рис. 3, на котором приведены внешние характеристики

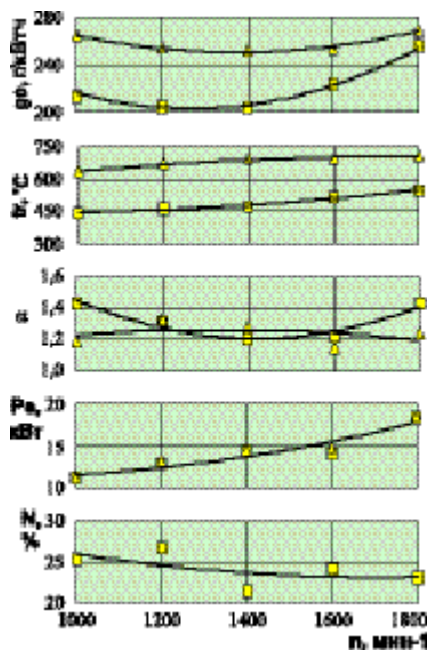


Рис. 3. Внешние характеристики.
□ - дизель; Δ - газовый двигатель

Кoeffициент избытка воздуха при работе на СПГ и полном открытии дроссельной заслонки изменяется в узких пределах от 1,1 до 1,3, что достигнуто геометрией диффузора и регулируемой двухступенчатого редуктора низкого давления для наиболее экономичного режима работы двигателя.

Температура отработавших газов газового двигателя повысилась по сравнению с дизельным вариантом по всей внешней характеристике, но вполне допустима для надежной работы деталей камеры сгорания, дымность отработавших газов (N) при работе двигателя на СПГ отсутствует.

На рис. 4 показаны сравнительные характеристики токсичности дизеля и газового двигателя, из которых следует, что содержание оксидов азота и углерода (NOx и CO) в отработавших газах при работе на СПГ уменьшилось в среднем в 2...5 раз, а углеводородов (CH) увеличилось незначительно.

Опыт, полученный при конвертации дизеля Д21А в газовый двигатель, и анализ конструктивных особенностей выпускаемых в Украине дизелей средней и малой мощности, в частности, семейства СМД и др., подтверждает реальность и целесообразность использования разработанной технологии для решения проблем экономии жидкого топлива и моторного масла, снижения уровня токсичности отработавших газов и увеличения ресурса двигателей, работающих в составе энергоустановок различного назначения.