УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ДИЗЕЛЯ

Базаров Бахтиёр Имамович

д-р. техн. наук, профессор,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: baxtbb@mail.ru

Магдиев Каримулла Иргашевич

ст. преподаватель,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: karimullamagdiev@rambler.ru

Сидиков Фахриддин Шамситдинович

ст. преподаватель, соискатель,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: 7537767@gmail.com

TEMPERATURE CONTROL OF A GAS ENGINE BASED ON A DIESEL ENGINE

Bakhtiyor Bazarov

Doctor of technical sciences,
Tashkent state transport university
Uzbekistan, Tashkent

Karimulla Magdiyev

Senior teacher,
Tashkent state transport university
Uzbekistan, Tashkent

Fakhriddin Sidikov

Senior teacher,
Tashkent state transport university
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследований системы жидкостного охлаждения газовых двигателей, созданных на базе выпускаемых дизелей. Модернизация базовой системы охлаждения дизеля при переходе на питание природным газом в основном связана с особенностью протекания процесса смесеобразования и сгорания газообразного топлива и, следовательно, перераспределением потоков тепловых потерь.

ABSTRACT

The article presents the results of studies of the liquid cooling system of gas engines created on the basis of manufactured diesel engines. Modernization of the basic diesel cooling system during the transition to natural gas supply is mainly associated with the peculiarity of the process of mixing and combustion of gaseous fuel and, consequently, the redistribution of heat loss flows.

Ключевые слова: газовые топлива, дизель, газовый двигатель, система охлаждения.

Keywords: gas fuels, diesel, gas engine, cooling system.

Введение

Широкое использование природного газа в сжатом (СПГ/CNG) или в сжиженном (СЖПГ/LNG) виде в качестве моторного топлива в различных транспортных средствах, особенно, для дизельных, является современным и доступным решением ряда энерго-экологических проблем.

Наибольшая ожидаемая энерго-экологическая эффективность получается при эксплуатации большегрузных дизельных автосамосвалов в случае их перевода на питание природным газом по однопаливной (монопаливной) системе питания. Отличительные особенности протекания рабочего процесса дизеля и газового двигателя, созданного на его основе вынуждают разработать научно-обоснованные конструктивно-технологические решения, включая систему охлаждения, направленные на повышение эксплуатационных свойств газобаллонных транспортных средств.

Цель и постановка задачи

Известно, что при переводе дизельных транспортных средств на питание сжатым природным газом (СПГ/CNG) по однопаливной системе питания двигатель с воспламенением горючей смеси от сжатия превращается в газовый двигатель с искровым зажиганием. Это в свою очередь требует принятия ряда научно обоснованных конструктивно-технологических решений по модернизации систем базового дизеля, включая систему охлаждения.

Таким образом, целью настоящей научной работы является совершенствование системы охлаждения газового двигателя, созданного на базе выпускаемых или эксплуатируемых дизелей.

Реализация указанной цели связана с решением следующих задач:

- анализ системы охлаждения дизельных транспортных средств;
- анализ системы охлаждения газовых двигателей;
- разработка научно обоснованных технических решений по совершенствованию системы охлаждения газового двигателя, созданного на базе дизеля;
- проведение сравнительных исследований двух систем охлаждения и разработка решений по эксплуатации газового двигателя с модернизированной системой охлаждения.

Анализ публикаций

По прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА) спрос энергоисточников до 2040 г. в основном будет покрываться за счет нефти и газа. При этом будет сделан повышенный акцент на низкоуглеродную технологию и возобновляемые источники энергии, а некоторые страны ЕС наметили планы по запрещению продажи бензиновых и дизельных автомобилей к 2040 году. По данным агентства Natural Gas Vehicle (NGV) Global количество автомобилей в мире, работающих на природном газе в настоящее время составляет около 22,5 млн. ед. или 2 % мирового автопарка [1-4].

В настоящее время в мировом масштабе наиболее широко используемым экологически чистым альтернативным моторным топливом является природный газ [5-7].

При этом лидерами – странами по использованию природного газа в качестве моторного топлива являются – Пакистан, Бразилия, Иран, Китай. Узбекистан же входит в первую десятку стран, которые наиболее динамично используют природный газ в качестве моторного топлива.

Анализ проводимых научных и практических работ по использованию природного газа в качестве моторного топлива в сжатом (СПГ/CNG) или сжиженном (СЖПГ/LNG) виде показывают, что перевод дизельных большегрузных автомобилей (бортовые, автосамосвалы, спецтехника) и автобусов на питание природным газом в основном выполняется по однопаливной (монопаливной) системе питания т.е., на базе существующих дизелей создаются газовые двигатели [8-11].

Такой подход значительно сокращает капитальные затраты, связанные с разработкой и производством новых газовых двигателей. Однако, при этом следует учесть отличительные особенности протекания рабочего процесса – скорость и продолжительность процесса сгорания, температура цикла и др. дизеля и газового двигателя, созданного на его основе, которые влияют в целом на температурный режим двигателя [12-14].

Кроме этого следует отметить, что если степень нагружения дизеля ограничивается пределом дымления, то нагрузка газового двигателя определяется номинальным режимом его работы, который оказывает значительное влияние на температурный режим двигателя [15-18].

Таким образом, выполнение научно-исследовательских работ по модернизации системы охлаждения газового двигателя, созданного на основе выпускаемых или эксплуатируемых дизелей позволяет повысить эксплуатационные свойства автотранспортной техники, оснащенных газовыми двигателями, работающими по однопаливной (монопаливной) системе питания [19-21].

Основополагающие подходы

Разработка, модернизации и эксплуатация газовых двигателей на базе выпускаемых или эксплуатируемых дизелей охватывает множество взаимосвязанных и взаимообусловленных факторов, включая, особенности протекания процессов в системе охлаждения.

Следует учесть, что дизели в процессе эксплуатации работают в частично нагруженных режимах из-за ограничения предела дымления. Газовые двигатели же, созданные на их базе, как двигатели внутреннего сгорания с искровым зажиганием, работают в полных нагруженных режимах.

Эти обстоятельства, а также особенности протекания процесса сгорания газозвоздушной смеси вынуждают ученых и специалистов модернизировать систему охлаждения газовых двигателей, созданных на базе дизелей в целях исключения их перегрева.

Результаты исследований

Обычно основными причинами перегрева двигателя в условиях эксплуатации являются недостаток охлаждающей жидкости, отказ термостата, техническое состояние водяного насоса, вентилятора, радиатора, режимов работы, качество моторного топлива и др.

Однако, в процессе эксплуатации газового двигателя, особенно при эксплуатации сельскохозяйственной техники и большегрузных автомобилей, которые работают преимущественно под большой нагрузкой, наблюдается перегрев двигателя из-за особенности протекания рабочего процесса. Причем, в большей части перегрев двигателя наблюдается при работе двигателя на обедненных составах смеси.

Регулирование системы питания газового двигателя на более богатый состав горючей смеси практически устраняет данную проблему, но при этом резко увеличиваются эксплуатационный расход газового топлива и выбросы вредных веществ с отработавшими газами.

Примером такого похода является эксплуатация городского автобуса MAN A22 CNG в г. Ташкенте, который имеет эксплуатационный расход природного газа 74-76 м³/100 км, что эквивалентен примерно 67- 69 л/100 км расходу дизельного топлива.

Таким образом, модернизация системы охлаждения обусловлена увеличением тепловых нагрузок, вызванной процессом сгорания и экологических требований.

Модернизация системы охлаждения газового двигателя с учетом вышеуказанных вопросов можно реализовать использованием следующих подходов:

1. Интенсификация теплообмена охлаждающей жидкости в радиаторе. Использование радиатора;

- с другими техническими параметрами (объем, рядность труб, шаг пластин, высота волнистого;

- оребрения) вместо штатного, а также модернизация штатного вентилятора позволяют управлять;

- характером изменения абсолютного значения температуры деталей цилиндро-поршневой группы;

2. Увеличение кратности циркуляции теплоносителя. Данное техническое решение реализуется увеличением производительности жидкостного насоса. Это очень важно, когда возникает снижение коэффициента теплоотдачи в системе стенка-теплоноситель, что приводит к локальным перегревам многоцилиндрового рядного двигателя особенно последние – 5 и 6 цилиндры;

3. Использование сезонных и электронно управляемых термостатов;

4. Ввод системы охлаждения наддувочного воздуха, когда данная система отсутствует в базовом дизельном транспортном средстве;

5. Изменение свойства теплоносителя. Данный подход рассматривается с позиций расширения проводимых исследований, которые связаны с изменениями коэффициента теплопроводности используемых теплоносителей.

Интенсификация теплообмена охлаждающей жидкости в радиаторе и увеличение кратности циркуляции теплоносителя могут быть использованы, как дополнительные технические решения по повышению эффективности системы охлаждения газового двигателя.

Использование сезонных и электронно управляемых термостатов показали, что они являются действенными и обоснованными мерами по повышению эффективности системы охлаждения газового двигателя, созданного на базе эксплуатируемых дизелей.

Совершенным на сегодняшний день видом термостата является термостат с электронным управлением. Температурный гистерезис этого термостата в таком случае является регулируемым (с возможностью изменения), что позволяет регулировать открытием и закрытием клапана и тем самым достичь разные температурные режимы функционирования двигателя. Данный подход обеспечивает индивидуальный подбор температурных режимов газового двигателя в зависимости от конкретных условий эксплуатации и тем самым сохранить оптимальные энерго-экологические показатели транспортного средства (рис.1).

Рисунок 1. Диаграмма открытия и закрытия термостата при использовании сезонных термостатов с различными температурными диапазонами (Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 – температурные диапазоны открытия/закрытия термостата, $t_{\text{но}}$, $t_{\text{пз}}$ – температура начала открытия и полного закрытия термостата)

Заключение

Использование термостата с маленьким температурным гистерезисом или термостата с электронным управлением позволяет управлять рациональным

температурным режимом газового двигателя, созданного на базе дизелей и тем самым улучшать его энерго-экологические свойства в процессе эксплуатации.

Список литературы:

1. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. Альтернативные моторные топлива. – Ташкент: SHAMS ASA, 2014. – 189 с.
2. Базаров Б.И. Экологическая безопасность автотракторных средств. – Ташкент: Chinot ENK, 2012. – 216 с.
3. Базаров Б.И., Магдиев К.И., Сидиков Ф.Ш., Одилов О.З. Современные тенденции в использовании альтернативных моторных топлив.
4. Безюков О.К., Жуков В.А., Николаенко Е.Н. Совершенствование системы жидкостного охлаждения транспортных ДВС. // Двигатели внутреннего сгорания, 2013, №1. – с.61-65.
5. Ерохов В.И. Токсичность современных автомобилей. Методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу. – М.: ФОРУМ ИНФРА-М, 2013. – 448 с.
6. Ярмухамедов Х.Х., Усманов И.И., Сидиков Ф.Ш., Алимов Ш.И. Совершенствование системы оценки воздействий автотранспорта на окружающую среду // Экологический вестник, №11, 2016. – С. 31-32
7. ГОСТ Р 56267-2014/TR 14069 Газы парниковые. Определение количества выбросов парниковых газов в организациях и отчетность.
8. ГОСТ Р 53832-2010 Автомобильные транспортные средства. Теплообменники и термостаты. Технические требования и методы испытаний.
9. Чекишев Е.М., Анисимов И.А. Исследование автомобилей, работающих на природном газе и бензине к фактическим температурам воздуха. // Газовая промышленность. 2014, №2, - с.82–85.
10. Якубович А.И., Кухаренок Г.М., Тарасенко В.Е. Системы охлаждения двигателей тракторов и автомобилей. Исследование, параметры и показатели. – Минск, БНТУ, 2014. – 300 с.
11. Жуков В.А. Перспективы совершенствования системы охлаждения судовых дизелей. // Вестник Государственного университета морского и речного транспорта им. Адмирала Макарова, 9 (32), 2015. – с.131-137.
12. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК, 2006. – 36 с.

13. Abedin M.J., Masjuki H.H, Kalam M.A., Ahmed Sanjid. Energy balance of internal combustion engines using alternative fuels.// Renewable and Sustainable Energy Review, 2013, 26(15).-p. 20-33.
14. Ben Daley. Air transport and the environment. ASHGATE, 2010. – 27 p.
15. Ian J. Laurenzi et al. Life cycle greenhouse gas emissions and freshwater consumption associated with Bakken tight oil // PNAS, 14. – 2016. E7672-E7680.
16. Leonardo Fonseca, Pablo Olmeda, Ricardo Novella, Ramon Molina Valle. Internal Combustion Engine Heat Transfer and Wall Temperature Modeling: An Overview.// Archives of Computational Methods in Engineering, 2020, vol. 27,-p.1661–1679.
17. Li Yingjian, Qiu Qi, He Xiangzhu, Li Jiezhi. Energy balance and efficiency analysis for power generation in internal combustion engine sets using biogas.// Sustainable Energy Technologies and Assessments, Vol. 6, 2014. -p 25-33
18. Manzanera M. Alternative fuel. In Tech, 2011. – 346 p.
19. Sunggyu Lee, James G et al. Handbook of alternative fuel technologies. – London: CRC Press, 2015. – 523 p.
20. Timothy T. Maxwell, Sesse C. Sones. Alternative fuels: emissions, economics and performance. SAE, 1994. – 143 p.
21. World wide fuel charter.Sixth Edition. ACEA, 2019. -105 p.