

Отзыв
на автореферат диссертации
Лукшо Владислава Анатольевича
“КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ СЖАТИЯ И
УКОРОЧЕННЫМИ ТАКТАМИ ВПУСКА И ВЫПУСКА”
на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели.

В последние годы наблюдается устойчивый интерес к переводу двигателей внутреннего сгорания на газообразные виды топлив типа компримированного природного газа (КПГ). Эта тенденция связана с более низкой стоимостью КПГ в сравнении с жидкими видами топлив и меньшей эмиссией вредных выбросов двигателей. Однако, переход на новые виды топлив требует существенной переделки двигателей, работающих на жидких углеводородных топливах. В представленной к защите диссертации В.А. Лукшо эта проблема решается посредством перевода дизельных двигателей в вариант газовых двигателей.

Традиционный способ перевода двигателей основывается на изменении степени сжатия путём замены или доработки поршневой группы. При этом геометрическая степень сжатия принимается в диапазоне 10.5–13.0 единиц. Созданные таким способом газовые двигатели при их установке на транспортные средства имеют худшие показатели по эксплуатационным расходам газового топлива (до 30% в объёмных единицах) по сравнению с дизельным аналогом, где эффективность находится на уровне 43–45%.

Таким образом, задача конвертации дизельного двигателя в газовый вариант заключалась в поиске научных и инженерных решений, приводящих к незначительному снижению топливной эффективности относительно дизельного двигателя. Решение задачи определено целью работы, сформулированной автором диссертации, как разработка научно и экспериментально обоснованных методов повышения энергоэффективности газовых двигателей, методологии формирования требований к газовому двигателю и его системам, реализуемым в конструкции при проектировании с целью обеспечения наилучшей топливной экономичности при высоких мощностных показателях.

В результате анализа литературных данных было высказано предположение, что для целей конвертации дизельного двигателя в газовый может быть использована идея

укороченного такта впуска, как средства снижения эффективной степени сжатия, т.е. переход к использованию термодинамического цикла Миллера, реализуемого в бензиновых и стационарных газовых двигателях. При этом в базовом дизельном двигателе объем доработок не касается наиболее сложных деталей цилиндро-поршневой группы и сводится к минимальному объему. В последующих теоретических и натурных экспериментах это предположение было научно обосновано и экспериментально проверено в процессе стендовых моторных испытаний на реальных двигателях.

Очень важно, что результаты исследований не ограничились только теоретическими изысканиями, но и были доведены до простых инженерных рекомендаций. Покажем это на одном из примеров. Так показано, чтобы провести конвертацию дизеля со степенью сжатия 17.5–18.0 ед. в газовый двигатель в диапазоне 11–14 ед., необходимо установить распределительный вал с фазами, обеспечивающими величину числа Аткинсона в диапазоне 1.2–1.4. Для достижения эффективной степени сжатия до 11–14 ед. требуется закрыть впускной клапан в диапазоне углов поворота коленчатого вала (ПКВ) – 95–120°С от Верхней мертвой точки (ВМТ). В ходе расчетов по оптимизации профиля кулачка с учетом технологических ограничений получено, что максимально возможная величина угла открытого состояния впускного клапана составляет 135°–145° по углу ПКВ. При этом угол закрытия впускного клапана должен составлять не более 120° после ВМТ, что соответствует степени сжатия около 13.5–14 ед. Таким образом, решается основная задача проекта – обеспечение бездетонационного горения топливно-воздушной смеси при достижении максимально возможного среднего давления цикла с улучшенной топливной экономичностью без изменения геометрической степени сжатия базового двигателя.

На основании данных рекомендаций спроектировано несколько вариантов распределительных валов с различной стратегией реализации циклов с укороченным трактом впуска и с укороченным трактом выпуска. Для экспериментальных исследований были конвертированы для работы на газовом топливе шесть базовых дизельных двигателей для трех больших городских автобусов и трех грузовых автомобилей, которые прошли как стендовые моторные испытания, так и испытания по дорожному циклу на трассах Центра «Испытания» ФГУП «НАМИ» (г. Дмитров). Показано, что новый газовый двигатель практически не уступает дизельному двигателю по топливной экономичности (в массовых единицах измерения), чего никогда ранее не отмечалось при конвертации дизельных двигателей для работы на газовом топливе простым изменением степени сжатия.

Таким образом, разработаны теоретические основы конвертации дизельных

двигателей в газовые двигатели нового типа. Теоретические результаты подтверждены обширными экспериментальными исследованиями как на моторных стендах, так и на дорожных испытаниях и доведены до ясных и проверенных на практике инженерных решений. Результаты диссертации использованы в разработках ООО «Русские Автобусы – Группа ГАЗ», ОАО «Автодизель», ОАО «КАМАЗ», в опытном производстве ФГУП «НАМИ». В результате исследований установлено, что положительный экономический эффект, полученный только по статье затрат на топливо, за период эксплуатации составил 2.76 млн. руб.

Новизна данной научной работы заключается в том, что впервые теоретически и практически доказано, что при организации оптимального термодинамического цикла газового двигателя с использованием цикла Миллера возможно повышение энергетических и экономических показателей, сравнимых с показателями базового дизельного двигателя при сохранении и даже некотором улучшении его экологических показателей. Основным эффектом является то, что при использовании цикла Миллера для газовых двигателей с высокой геометрической степенью сжатия не только значительно снижаются насосные потери из-за меньшего дросселирования на частичных нагрузках, но и увеличивается термический КПД двигателя, что увеличивает, соответственно, и индикаторный КПД. При этом, чисто инженерный объем доработок базового дизельного двигателя является минимальным в сравнении с классической схемой конвертации дизеля для работы на газовом топливе.

Материалы диссертации изложены в 3 монографиях, 27 статьях в научных изданиях перечня ВАК, 2 статьях в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus, 8 докладах научных конференций, защищены 10 патентами.

Некоторые замечания по автореферату.

1. В представленном реферате недостаточно отражены материалы для сравнения в виде графиков или таблиц результатов математического моделирования показателей двигателя с результатами экспериментов. Надеемся, эти данные приведены в тексте диссертации.

2. Очень скромные выводы, которые не отражают в полной мере значимость результатов работы, а также личного вклада автора.

Указанные замечания не снижают уровня выполненной работы. Судя по автореферату, диссертация по актуальности темы, достигнутым теоретическим результатам, полученным экспериментальным данным, результатам практических приложений, несомненно, удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к

диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, и ее автор заслуживает присвоения искомой степени.

Гл. науч. сотр.

Института катализа СО РАН

Д-р техн. наук, проф.

Б.А. Кириллов

Подпись Б.А. Кириллова заверяю:

Ученый секретарь ИК СО РАН

Д-р. хим. наук

М.П.

Д.В. Козлов



Борисов

07.12.2015

Российское Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской Академии Наук (РФГБУН «ИК СО РАН»)
Федеральное агентство научных организаций (ФАНО).

630090 г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 5

Главный научный сотрудник, доктор технических наук, профессор Кириллов Валерий Александрович

Тел. 8(383)330-61-87, E-mail: V.A.Ririllov@catalysis.nsk.su