

## МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ «ЛАДА» ПОД ДВУХТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ

**Вагнер В.А., Маркин В.Б., Прохоров С.П.** (Алтайский государственный технический университет)

Во всем мире на газовом топливе работают свыше 3,2 млн. транспортных средств, в том числе в Аргентине – 1,2 млн., Бразилии – 600 тыс., Пакистане – 410 тыс., Италии – 401 тыс., США – 130 тыс. В Бразилии и Аргентине на газ переоборудуют по 7 – 8 тыс. автомобилей ежемесячно. А в Европе в настоящее время происходит настоящий газовый бум. Европейская Комиссия планирует до конца 2010 г. заместить природным газом до 10% потребления бензина и дизельного топлива, что соответствует переоборудованию на газ 23 млн. автомобилей. Российская Федерация обладает значительными запасами природного газа (метана). Метан имеет достаточно низкую себестоимость, его цена более привлекательна по отношению к традиционным видам топлива, а энергетическая эффективность в сравнении с бензином АИ95 соответствует значениям АИ140 ( одному литру бензина с октановым числом АИ92 соответствует примерно 0,8 м<sup>3</sup> сжатого газа с октановым числом АИ140). Следовательно, применение в качестве топлива природного сжатого газа позволяет решать несколько задач: повысить экологические характеристики отечественных автомобилей, резко от 3-х до 10 раз сократить расходы потребителей на топливо, в 1,5 — 1,8 раз увеличить ресурс двигателя. Для владельцев автотранспортных средств метан является наиболее выгодным топливом. Условная стоимость 100 км пробега для бензиновых двигателей составляет 240 руб., в то время как для двигателей, использующих метан — 64 руб. Такая разница существенно снижает срок окупаемости затрат на модификацию автомобиля.

На сайте организации ОАО «Алтай-Лада» был проведен мониторинг интереса потребителей автомобилей Лада к модернизации в условиях производства топливной системы и перевода её в двухтопливную систему «Природный газ – бензин». Результаты мониторинга показали, что 64% пользователей автомобилей Лада считают такую модернизацию необходимой (при этом около 10 % пользователей уже имеют газовое оборудование, установленное на базе зарубежных комплектующих), 25 % пользователей удовлетворяет имеющееся бензиновое топливное оборудование.

Поэтому была поставлена цель модернизировать автомобиль Лада на двухтопливную систему, использующую природный газ в сжиженном или сжатом состоянии и обычный бензин. Такая модернизация позволяет без крупных затрат расширить объем продаж отечественных автомобилей и вывести их на более высокий конкурентный уровень за счет новых потребительских качеств и выполнения ограничений по выбросам углекислого газа в атмосферу.

При выполнении этого проекта были выполнены следующие этапы НИОКР:

- исследование процессов, происходящих в двигателе внутреннего сгорания при переводе его на альтернативное топливо;
- исследование изменений параметров ДВС, ориентированных на традиционное топливо, при переходе на сжатый газ;
- конструктивные изменения в автомобиле при переводе двигателя на природный газ;
- технологические решения для выполнения конструктивных изменений;

– расчет и проектирование дополнительных конструкций газового оборудования;

– разработка и реализация технологии изготовления этих конструкций.

ОАО «Алтай Лада» в 2007-2009 годах совместно с АлтГТУ проводило научно-исследовательские работы по двум направлениям: исследование внутрицилиндровых процессов в двигателях внутреннего сгорания при использовании альтернативных видов топлива и разработка конструкции газодвигательного оборудования для автомобилей семейства «Лада». В результате этих исследований установлены условия оптимального управления системой подачи газа в бензиновый двигатель, а также проведена оценка конструктивных изменений в автомобиле для оптимального размещения газодвигательного оборудования.

Газовое оборудование, представляющее такую систему, должно содержать баллоны высокого давления для хранения сжатого газа. Традиционно такие баллоны имели металлическое исполнение (доля применения в газовых системах высокого давления составляет более 60 %). Разработка полимерных композиционных материалов с высокими прочностными характеристиками сделала возможным усиление металлических тонкостенных баллонов композитными слоями (металлокомпозитные баллоны давления). Доля их применения в газовых системах составляет около 30%. Появление новых армирующих волокон органического класса и полимерных связующих нового поколения позволило разработать и реализовать производство полностью композитных баллонов давления. Изготовление таких баллонов осуществляется методом непрерывной намотки армирующего волокна, совмещенного со связующим на тонкостенную герметизирующую полимерную оболочку (лейнер) с последующим отверждением связующего.

Такие работы приобретают сейчас особую значимость в связи с уже окончательно сформировавшейся мировой тенденцией перевода автомобильного транспорта на газовое топливо [1, 3, 4].

В промышленности и машиностроении наиболее часто применяются баллоны высокого давления в связи с явным преимуществом – при одинаковом объеме самого резервуара полезная емкость баллона высокого давления в десятки, а то и в сотни раз выше полезной емкости баллона низкого давления. Этим фактом и объясняется применение высоких давлений с целью снижения объема вмещаемого газа [2].

Существенным недостатком баллонов высокого давления является высокая стоимость, которая обусловлена следующими факторами:

– применение особых материалов и технологических процессов при изготовлении;

– необходимость жесткого контроля качества, периодической сертификации и осмотра, обусловленные сохранением безопасности использования баллонов высокого давления (БВД).

Для хранения и транспортировки сжатого газа, используемого в качестве топлива для автомобилей, в настоящее время разработаны и используют следующие виды баллонов:

- а) цельнометаллический баллон (углеродистая сталь);
- б) цельнометаллический баллон (легированная сталь);
- в) композитный баллон (стальной лейнер + стекловолокно по цилиндрической поверхности лейнера);
- г) композитный баллон (алюминиевый лейнер + базальтовое волокно по цилиндрической поверхности лейнера);

д) композитный баллон (стальной лейнер + стекловолокно по всей поверхности лейнера);

е) композитный баллон (алюминиевый лейнер + базальтовое волокно по всей поверхности лейнера);

ж) состоящие из неметаллического лейнера, оболочки из композиционного материала на всей поверхности лейнера и металлических закладных элементов;

з) термопластовая оболочка, усиленная волокнистым материалом.

Композитные баллоны обладают безусловными преимуществами перед металлическими баллонами, так как обеспечивают:

- гарантийный срок эксплуатации более 10 лет;
- снижение массы в 2–7 раз;
- безопасность за счет безосколочного механизма разрушения баллонов, при котором при сверхпределных нагрузках он только теряет герметичность без разрыва оболочки и осколков;
- высокие коррозионная и химическая стойкость, термостойкость и огнестойкость баллонов;
- стойкость к механическим повреждениям и воздействию открытого пламени;
- максимально реализуются прочностные характеристики композитных материалов;
- обеспечение числа нагружений (зарядка-сброс) – более 15000 циклов;
- не требуется переосвидетельствование в течение срока службы;

В металлических баллонах и композитных баллонах с металлическим лейнером существует вероятность внутренней коррозии, так как в газе всегда содержится некоторое количество влаги. При использовании баллона с пластиковым лейнером такая вероятность полностью исключена.

Недостатками любого композитного баллона в сравнении с цельнометаллическим баллоном являются:

- меньшая стойкость к ударным нагрузкам;
- высокая себестоимость (дороговизна оборудования, сырья, трудоемкость технологического процесса);

Оригинальные конструкторско-технологические решения, положенные авторами проекта в основу создания герметичной полиэтиленовой оболочки, усиленной стекловолокном (или органоволокном), позволили снизить массу баллонов в 5 раз, повысить коррозионную стойкость, устойчивость к воздействию агрессивных сред, пожарную и взрывобезопасность и гарантировать безосколочность разрушения. Достигнута циклическая долговечность – до 70000 циклов нагружения, коэффициент запаса прочности после проведения циклических испытаний - не менее 2,6, рабочий интервал температур - от минус 40 °С до плюс 80 °С, срок службы - не менее 10 лет.

Выбрана технология изготовления композитных баллонов методом непрерывной намотки, использующая процессы наноструктурирования полимерных связующих, модифицированных наноразмерными материалами (ультрадисперсные и наноразмерные алмазы, нанотрубки, наносферы и др.), ориентированная на высокую автоматизацию и компьютеризацию технологического процесса.

Конструкторская проработка автомобилей Лада последних моделей (LADA «PRIORA») позволила решить ряд проблем по компоновке оригинального газового оборудования, производство и оснащение которого определяет её назначение. Система газового оборудования представленного следующими элементами:

- два композитных баллона высокого давления с вентилем в сборе;

- модуль редуктора высокого давления с кронштейном в сборе;
- газовая рампа в сборе;
- контроллер ЭСУД;
- устройство заправочное в сборе;
- шланги и трубопроводы;
- хомуты крепления баллонов;
- переключатель вида топлива.

Модернизация предусматривает определенный объем изменений по конструкции автомобиля. На первом этапе внедрения двухтопливной системы при норме токсичности ЕВРО-4 предполагаются следующие конструктивные изменения:

- изменение ниши запасного колеса;
- изменение рамки лючка наливной горловины;
- изменение арки наружной;
- изменение геометрии наливной трубы;
- изменение трубы и кронштейнов подвески основного глушителя;
- изменение коврика багажника;
- изменения по жгутам проводов;
- калибровочные работы ЭСУД по газовой составляющей.

На втором этапе при внедрении нормы токсичности ЕВРО-5 предполагаются освоение бензобака емкостью 15 л и калибровочные работы ЭСУД по газовой составляющей.

**Таблица 1.** Техничко-экономические характеристики автомобиля LADA «PRIORA»

Параметр	21703/21713/21723 бензиновый	21709/21719 двухтопливный
Объем бензобака, л/запас хода на одной заправке, км	42/585	42/585
Объем газовых баллонов, л/запас хода на одной заправке, км	0	90/300
Суммарный запас хода на одной заправке, км	585	885
Объем багажника, л/уменьшение в %	430/0	385/11%
Увеличение массы автомобиля, кг	0	60
Двигатель	ВАЗ-21126, 1,6 л, 16 кл.? Е-газ	
- тип топлива	Бензин	Природный газ
- мощность, кВт/об/мин	72/5600	68/5200
- крутящий момент, Нм при об/мин	145/4000	130/3600
Максимальная скорость, км/ч	183	175
Время разгона до 100 км/ч, с	11,5	12,5

Примерная стоимость модификации автомобиля типа LADA PRIORA, определяющая доплату потребителя, составляет 39 тыс.руб. Экономия на 100 км пробега при использовании в качестве топлива метана составляет 176 руб.

**Таблица 2.** Соотношение разницы в ценах на природный газ высокого давления и другие виды топлива

<b>Расчетный показатель</b>	<b>Бензин л</b>	<b>Метан, м<sup>3</sup></b>	<b>Пропан-бутан (летняя смесь), л</b>	<b>Пропан-бутан (зимняя смесь), л</b>
Бензин, 1л	-	0,83	1,19	1,25
Расход на 100 км, л	10	8	11-12	13-14
Цена топлива (средняя), руб. (на апрель 2010 г)	24	8	12	12
Условная стоимость 100 км пробега, руб.	240	64	132	130

Значительное снижение массы газового оборудования за счет применения композитных баллонов высокого давления при использовании отечественного органического армирующего волокна Армос, эпоксифенольного связующего, модифицированного наноразмерными структурирующими агентами, снижает условную стоимость 100 км пробега, а, следовательно, срок окупаемости затрат потребителя.

#### **Литература:**

1. Газобаллонное оборудование для транспортных средств, использующих газ в качестве моторного топлива. Стандарт отрасли : ОСТ37-001-653-99 - Введ. 1991-30 -12. - М.: Изд-во стандартов, 2000. - IV, 16 с.: ил.

2. Баллоны стальные бесшовные большого объема для газов на давление меньше 25 МПа. Технические условия : ГОСТ 9731-79 - Введ. 1981-01 -01. - М.: Изд-во стандартов, 1981. - IV, 16 с.: ил.

3. Баллоны высокого давления для сжатого природного газа, используемого в качестве моторного топлива на автомобильных транспортных средствах. Общие технические условия: ГОСТ Р 51753-2001- Введ. 2001-29-05. - М.: Изд-во стандартов, 2001. - III, 20 с.: ил.

4. Рубан А.Г. Анализ характеристик баллонов высокого давления для сжатых газов] / А. Г. Рубан // Технические газы. -2009. -№ 2. -А. 1-15.

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ВПРЫСК ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ**

**Грехов Л.В., Кулешов А.С., Фадеев Ю.М., Кулешов А.А.** (Московский государственный университет им. Н.Э.Баумана)

ПК Впрыск описывает процесс подачи жидких топлив в напорных топливных системах и является инструментом исследования, проектирования, оптимизации топливных систем (ТС).

Разработка появилась в 1984 г., была написана на языке Фортран-4 и ориентирована на основные в то время ЭВМ типа ЕС (IBM), производимые в странах СЭВ. Эксплуатировалась при подаче в приемник пакета перфокарт, а затем и с формированием задания с удаленного монитора, связанного с ЭВМ высокочастотным кабелем. Для анализа систем уже в первой же версии предусматривалась организация численного эксперимента.

С 1986 г. программа была переведена на язык Фортран-77 и эксплуатировалась в диалоговом режиме на ЭВМ Электроника, СМ. Результаты представлялись псевдографике. С 1990 г. она использовалась при выполнении курсового проекта по Системам питания студентами 6 курса.