

УДК 662.767:656.13(476)

И. А. Васильев, студент (БГТУ)**О ТЕНДЕНЦИЯХ И СТРАТЕГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ БЕЛАРУСИ**

Статья посвящена возможности использования на территории Республики Беларусь альтернативных видов топлива – сжиженного природного газа (СПГ). Приводятся экономические и экологические преимущества использования СПГ в качестве моторного топлива на транспортных средствах. Описываются основные технические нюансы переоборудования транспортных средств хозяйствующих субъектов, необходимые для адаптации двигателей внутреннего сгорания (ДВС) к работе на СПГ.

The article is devoted to the possibility of using on the territory of the Republic of Belarus alternative fuels – liquefied natural gas (LNG). Provides economic and environmental benefits of using LNG as a fuel for vehicles. Describes the main technical details retrofitting vehicles businesses, needed to adapt the internal combustion engine (ICE) for work on LNG.

Введение. Постоянный рост цен на нефтяные виды топлива, такие как бензин и дизель, а также ухудшающаяся экологическая обстановка на земле заставляют нас искать более экономически выгодные и экологически чистые виды топлива. Одним из таких источников является природный газ. А именно одна из его агрегатных форм – сжиженный природный газ.

Основная часть. В последнее десятилетие за рубежом активно развивается использование СПГ в качестве моторного топлива. Широкое использование СПГ за границей обусловлено тем, что по ценам он дешевле традиционных жидких углеводородных топлив и при этом является экологически более чистым. С развитием технологических процессов производства СПГ происходит снижение себестоимости производства сжиженного природного газа, что увеличивает разницу в ценах между традиционными видами топлив (бензин, дизельное топливо – ДТ) и СПГ [1].

Существует множество преимуществ использования СПГ в качестве моторного топлива. Рассмотрим самые главные из них.

Высокая энергоемкость и большое октановое число; компактное хранение (уменьшается в объеме в 600 раз); экологически чистое топливо; уменьшается износ цилиндропоршневой группы; не образуется нагар; не разжижает моторное масло; не понижает эффективность работы двигателя; пробег автомобиля на СПГ в 3 раза больше, чем на компримированном природном газу (КПГ); [2]

В жидком состоянии СПГ негорюч, его температура составляет -160°C . В случае повышения температуры СПГ начинает газифицироваться, поэтому на автомобилях СПГ хранится в специальных криогенных топливных баках. Криогенный топливный бак, в зависимости от теплоизоляции, может обеспечивать бездренажное хранение от 4 до 22 сут [3].

Работа транспорта на СПГ может быть осуществлена двумя способами:

- газодизельный режим работы двигателя;
- газовый режим работы двигателя.

Первый метод заключается в том, что к стандартной дизельной топливной системе добавляется вторая – газовая. При этом дизельное топливо замещается от 70 до 85% и используется как запальная доза. Преимуществом газодизельного способа переоборудования является то, что транспортное средство может 100%-но работать на дизельном топливе.

Реализация данного способа эффективна на транспортных средствах, которые специализируются на междугородних перевозках (грузов, пассажиров и т. д.). В городских условиях степень замещения дизельного топлива газом составляет лишь 15–20%, что экономически нецелесообразно.

Второй метод является более трудо- и капиталоемким: на транспортном средстве демонтируется дизельная топливная система и на ее место устанавливается газовая топливная система. Наряду с топливной системой необходимо внести изменения в двигатель, так как степень сжатия, пресущая дизельному двигателю, слишком велика для газа. Ее необходимо понизить, иначе произойдет разрушение ДВС от детонации. В результате мы получаем транспортное средство, 100%-но работающее на СПГ, обладающее максимальными экологическими и экономическими показателями.

Добиться 100%-ной работы на СПГ можно также за счет установки нового газового двигателя, при этом важно, чтобы мощность двигателя и крутящий момент совпал с техническими характеристиками трансмиссии автомобиля [4].

Экологичность СПГ как вида моторного топлива состоит в следующем: при его сжигании выделяется в 5–10 раз меньше загрязняющих

веществ, некоторые загрязняющие вещества, присущие нефтяным видам топлива, не выделяются вовсе. Также положительным фактором является шумовое загрязнение: двигатели, работающие на СПГ, тише своих нефтяных аналогов на 5Дб. Газовое топливо не содержит веществ, являющихся каталитическими ядами для нейтрализаторов (сера, свинец и пр.). Так, Институтом автомобильного транспорта Минтранс России получены сравнительные данные по массовым выбросам загрязняющих веществ с отработавшими газами двигателей транспортных средств в условиях повседневной эксплуатации (табл. 1).

Таблица 1
Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания, кг/т сгоревшего топлива[5]

Компонент, Топливо	CO	CH	NOx	Сажа	SOx
Автобус					
ДТ	100	30,8	20,3	14,5	20
СПГ	65	20	13,2	0	0
Грузовик					
ДТ	149,6	48,3	31,9	16,5	20
СПГ	97,2	31,4	16,6	0	0
Плотность ДТ = 0,89 г/см ³ , следовательно, 1 т ДТ = 1124 л					
Плотность СПГ = 0,45 г/см ³ , следовательно, 1 т СПГ = 2500 л					

Расчет эколого-экономических показателей производится на основании [6]:

- ставок экологического налога;
- предотвращенного ущерба

В основе первого метода лежат экологические ставки за выброс загрязняющих веществ, которые зависят от класса опасности загрязняемого вещества. Для расчетов необходимы данные о годовых выбросах загрязняющих веществ от источника.

Годовые выбросы загрязняющих веществ автобусом и грузовым автомобилем представлены в табл. 2.

Таблица 2
Годовые выбросы загрязняющих веществ, т

Автобус		Грузовой автомобиль	
ДТ	СПГ	ДТ	СПГ
CO = 4,55	CO = 2,54	CO = 5,06	CO = 2,66
CH = 1,4	CH = 0,78	CH = 1,63	CH = 0,86
NOx = 0,92	NOx = 0,52	NOx = 1,08	NOx = 0,45
Сажа = 0,66	Сажа = 0	Сажа = 0,56	Сажа = 0
SOx = 0,91	SOx = 0	SOx = 0,68	SOx = 0

В соответствии с Налоговым кодексом Республики Беларусь [7], в табл. 3 представлены ставки экологического налога по различным загрязняющим веществам.

Таблица 3
Ставки экологического налога за выброс загрязняющих веществ

Компонент	Класс опасности	Ставка экологического налога за тонну выбросов (ЗВ)
CO	4	623 712
CH	4	623 712
NOx (по диоксиду азота)	2	3 796 968
Сажа	3	1 255 225
SOx (по диоксиду серы)	3	1 255 225

Для того чтобы рассчитать годовые выбросы, используется следующая формула:

$$\text{Годовые выбросы} = M_i \cdot P_{T_{\text{год}}}$$

M_i – масса i -го вида загрязняющего вещества, выделяющегося при сжигании топлива, т;
 $P_{T_{\text{год}}}$ – годовой расход топлива.

Годовой расход топлива для автобуса: ДТ – 45,5 т/т; СПГ – 39 т/т. Годовой расход топлива грузового автомобиля: ДТ – 33,8 т/т; СПГ – 27,4 т/т; при годовом пробеге автобуса 119 000 км, грузового автомобиля 100 000 км. Цифры о пробеге и расходе топлива грузового автомобиля получены от ЧТУП «ОстЗюдТранс», автобуса – на сайте автобусного парка № 6 в городе Минске.

Таблица 4
Стоимостная оценка экономического вреда, наносимого окружающей среде

Показатель воздействия за год	Размер платежей на основе ставок экологического налога, бел. руб.	Эффект
1 автобус на ДТ	9 175 000	5 167 275
1 автобус на СПГ	4 007 725	
1 грузовой автомобиль на ДТ	9 829 838	5 925 736
1 грузовой автомобиль на СПГ	3 904 102	

Расчеты приведены с учетом работы двигателя в газовом режиме. Ежегодные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу сокращаются от 2,3 до 2,5 раза с единицы техники. Тем самым СПГ подтверждает статус экологически чистого вида топлива.

Для газодизельного режима показатели сокращения ежегодного экологического воздействия на окружающую среду варьируются от 1,92 до 2,05 раза.

По второму методу экономический ущерб окружающей среде рассчитывается по формулам временно типовой методики определения экономической эффективности [8].

Таблица 5
Значения показателя относительной агрессивности загрязняющего вещества

Компонент	Значение показателя A_i
CO	1,0
CH	41,1
NOx (по диоксиду азота)	41,1
Сажа	41,5
SOx (по диоксиду серы)	16,5

Таблица 6
Стоимостная оценка экономического ущерба, наносимого окружающей среде

Показатель воздействия за год	Расчет платежей на основании предотвращенного ущерба, бел. руб.	Эффект
1 автобус на ДТ	14 384 822	8 726 927
1 автобус на СПГ	5 657 895	
1 грузовой автомобиль на ДТ	9 158 573	5 731 690
1 грузовой автомобиль на СПГ	3 426 883	

Данный метод учитывает вредное воздействие не только на окружающую среду, но и на здоровье населения. Расчеты приведены с учетом работы двигателя в газовом режиме. Ежегодные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу сокращаются от 2,5 до 2,7 раза с единицы техники.

Для газодизельного режима показатели сокращения ежегодного ущерба варьируются от 2,06 до 2,14 раза. Эколого-экономический эффект от использования СПГ на транспортных средствах в качестве моторного топлива составляет 46–47%

Экономическая составляющая СПГ заключается в том, что данный вид топлива в 2–3 раза дешевле нефтяных. При использовании СПГ в качестве моторного топлива на грузовых автомобилях (седельные тягачи) стоимость 1 км пути снижается, в газовом режиме работы двигателя, от 14 до 16%. В газодизельном режиме работы от 11 до 13%. Общие инвестиции в переоборудование ТС составляют от 16 000 до 29 000 дол. (приблизительно). Объем инвестиций зависит от способа переоборудования транспортных средств и от характеристик оборудования. Приблизительная

окупаемость проекта варьируется от 11,5 до 20 месяцев и зависит от способа переоборудования ТС и цен на топливо – СПГ.

При использовании СПГ в качестве моторного топлива на автобусах годовая экономия составляет: в газовом режиме работы двигателя от 145 до 164 млн. руб; в газодизельном режиме работы, при условии междугородних перевозок, от 123 до 139 млн. руб.

Заключение. СПГ как моторное топливо обладает и экономическими, и экологическими преимуществами перед нефтяными видами топлива. Сжиженный природный газ станет новым мировым видом топлива – это лишь вопрос времени.

Литература

1. Н. Г. Кириллов, А. Н. Лазарев Экология и автотранспорт: о необходимости перехода на природный газ как перспективное моторное топливо // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – М., 2010. – № 4.
2. ЗАО «Крионорд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.cryonord.ru/spg_technology.html#pspg. – Дата доступа: 16.03.2012.
3. ЗАО «Криогаз» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.cryogas.ru/production-gas-properties.html. – Дата доступа: 16.03.2012.
4. Natural Gas for Vehicles – LNG, LNG conversions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rasoenterprises.com/index.php/alternative-fuels/ngv/78-lng>. – Дата доступа: 15.03.2012.
5. Национальная газомоторная ассоциация. Экологические характеристики моторных топлив [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ngvrus.ru/story_08.shtml. – Дата доступа: 16.03.2012.
6. Неверов, А. В. Экономика природопользования: программа, методические указания и контрольные задания для студентов специальности 1-57 01 01 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» заочной формы обучения / А. В. Неверов. – Минск, 2007.
7. Налоговый кодекс Республики Беларусь – особенная часть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 17.03.2012.
8. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды: одобр. Постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР, Президиума АН СССР от 21 окт. 1983 г. № 254/284/134. – М.: Экономика 1986.

Поступила 12.03.2012