
Перспектива развития СПГ технологии на автомобильном транспорте в СЗФО. Анализ состояния инфраструктуры, существующих заправок и заводов СПГ

УДК 629.33:005.52-021.272

М. А. Овсянников,
студент ЭТМКм-2
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
E-mail: oma199595@mail.ru

С. А. Воробьев,
канд. тех. наук, доцент
E-mail: svorobev@list.ru

M. A. Ovsyannikov,
st.OTMCM-2
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
E-mail: oma199595@mail.ru

S. A. Vorob'ev,
PhD in tech. Sci., Associate Professor
E-mail: svorobev@list.ru

Perspective of LNG development technologies in road transport in the NWFD.
Analysis of the condition of infrastructure, existing LNG fillings and plants

В статье изложена перспектива развития и внедрения технологии сжиженного природного газа в качестве моторного топлива на автомобильном транспорте в основных городах и основных магистралях северо-западного федерального округа. Проведен анализ состояния соответствующей инфраструктуры: газовых заправочных станций и заводов по производству сжиженного природного газа. Также приведены данные касательно себестоимости и окупаемости автомобилей на сжиженном природном газе и сравнительная характеристика баллонов для сжиженного и компримированного природного газа. На основе анализа сделаны выводы о мероприятиях, которые необходимо осуществить, для успешного функционирования всей инфраструктуры.

Ключевые слова: ГМТ — газомоторное топливо, АГНКС — автомобильная газовая наполнительная компрессорная станция, КПГ- компримированный природный газ, СПГ — сжиженный природный газ, СНГ — сжиженный нефтяной газ.

The article outlines the prospects for the development and implementation of liquefied natural gas technology as a motor fuel for road transport in major cities and major highways of the northwestern federal district. The analysis of the state of the relevant infrastructure: gas filling stations and plants for the production of liquefied natural gas. The data on the cost and return on vehicles using liquefied natural gas and the comparative characteristics of cylinders for liquefied and compressed natural gas are also given. Based on the analysis, conclusions were drawn on the measures to be taken for the successful functioning of the entire infrastructure.

Keywords : GMF — gas motor fuel, CNGS — Compressed Natural Gas Station, CNG — compressed natural gas, LNG — liquefied natural gas, LPG — liquefied petroleum gas.

На протяжении своей истории одной из важнейших проблем человечества было изыскание эффективных и доступных энергетических источников, которые бы обеспечивали жизнедеятельность общества. Не снята актуальность этой проблемы и сегодня. Она напрямую касается автомобильного транспорта, который является одним из основных потребителей энергии в мире.

Для перевода транспорта на альтернативные виды топлива потребуется немало времени и средств для производства новых моделей автомобилей. За это время основной задачей будет являться конвертация существующих автомобилей для работы на природном газе (как сжатом, так и сжиженном), а также возможности совмещения работы на традиционных нефтяных и альтернативных видах топлива.

Немаловажной задачей для обеспечения газомоторным топливом (ГМТ) существующих и будущих автомобилей является организация инфраструктуры автомобильных газовых наполнительных компрессорных станций (АГНКС) для заправки сжатым природным газом (СПГ) и криогенных автомобильных заправочных станций (КриоАЗС) для сжиженного природного газа (СЖГ).

Газообразное топливо — отличная альтернатива традиционному жидкому, нефтяному топливу. Его физико-химические и эксплуатационные свойства разительно отличаются как от бензинового, так и от дизельного топлива. Это оказывает влияние на конструктив газовой системы питания и ее эксплуатацию. Существенные особенности проявляются при техническом обслуживании, ремонте газового оборудования, переоборудовании, хранении транспортных средств с газобаллонным оборудованием (ГБО), их заправке, а также при подготовке обслуживающего и ремонтного персонала. К широко применяемым и имеющим большие перспективы на сегодняшний день газообразным углеводородам можно отнести:

- сжатый (сжатый) природный газ (СПГ);
- сжиженный природный газ (СЖГ) [1].

СПГ представляет из себя смесь различных углеводородов относящихся к метановому ряду, а также в нем содержатся некоторые компоненты, которые не относятся к углеводородам — сероводород, гелий, азот, углекислый газ и др. СПГ можно получить из природного газа непосредственно на газовом месторождении или из попутного газа при добыче нефти.

Основной компонент природного газа — метан (82-98%), также в нем содержится небольшое количество примесей: этан (до 6%); пропан (до 1,5%); бутан (до 1%). По разветвленной сети газопроводов природный газ подается к АГНКС.

За счет высокого содержания водорода в СПГ обеспечивается более полное сгорание этого энергоносителя относительно сжиженного нефтяного газа (СНГ) и бензина. Благодаря своим свойствам позволяет использовать его в качестве топлива в автомобильных двигателях без значительных технологических обработок. Но, как и любой вид топлива, он должен быть предварительно подготовлен как для хранения, так и для обеспечения эксплуатационных качеств автомобиля.

СПГ получают охлаждением природного газа до криогенных температур (около -161°C). При этом объем газа уменьшается в 600 раз. Процесс сжижения основан на эффекте охлаждения газа за счёт резкого понижения его давления: первоначально природный газ сжимается в компрессорных установках, затем предварительно охлаждается в холодильных машинах и на последней стадии дросселируется (происходит понижение давления). Полученный СПГ переливают в специальные криогенные емкости (термосы), где он может храниться длительное время.

Благодаря тому, что СПГ имеет высокий показатель энергоёмкости, его эффективно применять в двигателях большого объёма с высоким потреблением топлива. В качестве наиболее перспективных сегментов применения СПГ рассматривается магистральный, железнодорожный, водный транспорт, карьерная и сельскохозяйственная техника [2].

Другие газообразные топлива, такие как биогаз и водород — пока не нашли коммерческого применения и не имеют успеха.

СПГ технология обладает высокими технико-экономическими показателями по сравнению с традиционным дизельным топливом и КПГ. Эти показатели наглядно отображены в табл. 1, в которой сравниваются технические характеристики машин на традиционном топливе, машин подвергающихся переоборудованию на газовое топливо (как КПГ, так и СПГ) и машин в заводском исполнении предназначенных для использования СПГ.

Таблица 1

Затраты на приобретение и эксплуатацию транспортных средств с ГБО

Тип машины	Диз. топливо	Диз. переобор. в газодизель	КПГ переобор. в СПГ	СПГ
стоимость одной машины	6500000 руб.	6800000 руб.	9500000 руб.	11000000 руб.
расход топлива на 100 км	40 л	20 л + 20 м ³	42 м ³	42 м ³ (20кг)
стоимость 100 км пути в топливном эквиваленте	2000 руб.	1400 руб.	840 руб.	500 руб.

Из табл. 1 видно, что хоть автомобиль с системой СПГ стоит дороже, но будет окупаться быстрее за счет более низкой стоимости 100 км пробега в пересчете на стоимость топлива, в виду того, что СПГ технология позволяет сжигать газ и соответственно сильно уменьшать его в объеме по сравнению с КПГ. Следовательно, запас перевозимого горючего и пробег на одной заправке намного больше чем на КПГ. В общей сложности топливные расходы на 30-50 процентов ниже по сравнению с традиционными видами топлива.

Данные выводы подтверждаются следующими данными, представленными в табл. 2. В которой приведена информация касательно размеров, веса и емкости баллонов КПГ и криогенных емкостей СПГ, при использовании стандартной кассеты 4 баллона по 80л и аналогичной по габаритам емкости под СПГ.

Таблица 2

Сравнительная характеристика емкостей под КПГ и СПГ

Тип емкости	Вес емкости (кассеты)	Объем вмещаемого газа	Габаритные размеры
КПГ тип 1 (цельнометаллический) 4×80л	368 кг	68 м ³	д — 1.5 м ш — 1 м в — 1 м
КПГ тип 2 [(алюминий-стекловолокно (частично))] 4×80л	240 кг	68 м ³	д — 1.5 м ш — 1 м в — 1 м
КПГ тип 3 [(алюминий-стекловолокно (полностью))] 4×80л	128 кг	68 м ³	д — 1.5 м ш — 1 м в — 1 м

КПГ тип 4 (пластик-стекловолокно) 4×80л	176 кг	68 м ³	д — 1.5 м ш — 1 м в — 1 м
КПГ тип 4 (пластик-углеволокно) 4×80л	80 кг	68 м ³	д — 1.5 м ш — 1 м в — 1 м
СПГ	94 кг	240 л = 128 м ³	д — 1.5 м d — 0.5 м

Как видно из данной таблицы, СПГ емкости намного легче кассет из четырех баллонов КПГ и вмещают в 2 раза больше газа. Это позволяет в 2 раза увеличить пробег на 1 заправке автомобиля, к тому же позволяет перевозить больше полезного груза. Еще необходимо упомянуть, что криогенные емкости не боятся ультрафиолетового солнечного излучения, в отличие от некоторых типов легких композитных газовых баллонов для КПГ.

Также использование СПГ как моторного топлива рациональнее с точки зрения безопасности: емкости для хранения СПГ строго обязательно оборудуются предохранительной арматурой (по два предохранительных клапана на каждой емкости). В КПГ баллонах предохранительных устройств нет, клапан высокого давления устанавливается в редукторе; сжиженный газ сам по себе не горюч; СПГ хранится при более низком чем КПГ давлении (10 кгс/см² против 250 кгс/см²), что обеспечивает большую взрывобезопасность; так-как газ хранится в жидком состоянии, то в случае ДТП, при повреждении резервуара, он просто вытечет наружу вместо взрывообразного разрушения баллона.

Кроме этого двигатели транспортных средств, работающих на СПГ, соответствует высочайшим экологическим стандартам Евро-5 и Евро-6. Объем вредных выбросов в атмосферу при использовании СПГ значительно меньше: в нём полностью отсутствуют твёрдые частицы и сернистые соединения (основные компоненты смога), до 65% снижаются выбросы угарного газа и тяжелых углеводородов, снижены выбросы оксидов азота [2].

Использование СПГ в качестве моторного топлива позволяет увеличить срок службы двигателя в 1,5 раза. Этому способствует чистый состав природного газа, который при сгорании не только не образует отложений в двигателе, но и не смывает масляную пленку со стенок цилиндров, тем самым снижая трение и износ двигателя. При работе двигателя не возникает детонация в цилиндрах, что существенно снижает нагрузку на элементы и узлы цилиндропоршневой группы [3].

Магистральный транспорт станет ключевым потребителем сжиженного природного газа в качестве моторного топлива. Использование СПГ положительно сказывается на металлоёмкости транспортных средств, повышении их грузоподъемности и запаса хода (относительно КПГ). Газодизельные седельные тягачи способны пройти на одной заправке более 1000 км [2].

На данный момент инфраструктура СЗФО для парка ТС с ГБО явно недостаточна. В СПб и Ленинградской области существует всего одна КриоАЗС совмещенная с АГНКС. В Новгородской области готовятся к строительству две КриоАЗС.

КПГ инфраструктура развита лучше. В СПб Ленинградской области действуют 5 АГНКС и еще 11 проектируются или строятся. В Новгородской области действует одна АГНКС и проектируется еще одна. В Псковской области готовится к строительству одна АГНКС. В Вологодской области функционирует одна АГНКС и одна проектируется. На рисунке 1 представлено расположение газовых заправок в Санкт-Петербурге.



Рис. 1. Газовые заправочные станции в Санкт-Петербурге

Условные обозначения:

- — проектируемая или строящаяся газовая заправочная станция;
- ▲ — существующая АГНКС;
- — АГНКС с возможностью заправки СПГ.

Что касается инфраструктуры по производству сжиженного газомоторного топлива (СПГ) в СЗФО существует всего 2 завода. Они располагаются в г. Высоцк и около поселка Усть-Луга, что отображено на рисунке 2.



Рис. 2. Заводы по производству СПГ в северо-западном федеральном округе

Условные обозначения:

- — завод по производству СПГ.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что для успешной организации и функционирования системы ТС на газомоторном топливе в СЗФО необходимо:

1. Создание нормативно правовой базы, регулирующей все сферы деятельности на рынке газомоторного топлива. Эксплуатацию и обслуживание АГНКС, КриоАЗС, ПАГЗ и КСПГ.

2. Создание новых АГНКС и КриоАЗС в СЗФО;

3. Создание заводов по производству СПГ. В том числе и малотоннажных комплексов по сжижению природного газа (КСПГ);

4. В местах, где невозможно размещение и функционирование газовых заправочных станций активно использовать ПАГЗ с возможностью регазификации, Чтобы обеспечить топливом как автомобили на КПГ, так и на СПГ.

Эти задачи являются первостепенными в данный момент времени, учитывая тенденции развития рынка газомоторного топлива и альтернативных видов топлива в целом.

Библиографический список

1. *Сергеев Н.В, Тарасьянц С.А, Шоколов В.П, Щилов В.Н.* Устройство, монтаж, техническое обслуживание и ремонт газобаллонного оборудования транспортно-технологических машин. *Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт (филиал) Федерального государственного бюджетного учреждения высшего профессионального образования «Донской государственной аграрный университет» в г.Зернограде, 2015. 347 с.*
2. Газпром газомоторное топливо[Электронный ресурс]//Сжиженный природный газ [сайт]. URL: <http://lng.gazprom-gmt.ru> (дата обращения: 10. 10. 2019).
3. Метановые автомобили — ближайшее будущее? [Электронный ресурс]//За рулем [сайт]. URL: <https://www.zr.ru/content/articles/588208-metanovye-avtomobili-blizhajshee-budushhee> (дата обращения: 10. 10. 2019).