

***Катункина Евгения Владимировна***

доцент

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный  
университет экономики и управления «НИНХ»,  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный  
педагогический университет»

г. Новосибирск, Новосибирская область

***Вайгант Екатерина Александровна***

студент

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный  
университет экономики и управления «НИНХ»

г. Новосибирск, Новосибирская область

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАНА КАК АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА**

*Аннотация:* в статье проанализированы положительные и отрицательные эффекты, возникающие при переводе двигателей внутреннего сгорания автомобилей на метан. В работе также определены связанные с этим затраты.

*Ключевые слова:* компримированный газ, метан, природный газ, топливо.

Природный газ метан может использоваться в качестве альтернативного топлива в двигателях автомобилей. Большинство машин, использующих газ, являются двухтопливными – способными работать также и на бензине. Это позволяет переключиться с газового топлива на бензиновое, в случае выведения из строя газобаллонного оборудования, или при полном израсходовании метана

Газовый двигатель – двигатель внутреннего сгорания, в качестве топлива использующий сжиженный углеводородный газ или компримированный, или сжатый, природный газ. К первому относится пропан-бутановая смесь, ко второму – метан [3].

Компримированный газ получают в результате сжатия природного газа в специальных компрессорных установках. Такой газ хранится в баллонах-накопителях под давлением 200–220 атмосфер. Заправка автомобиля, работающего на метане, происходит на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях.

Для работы на природном газе переоборудуется обычный двигатель, работающий на бензине. В более развитых европейских странах для этой же цели научились переоборудовать дизельный двигатель, который имеет ряд особенностей, более подходящих для его последующей работы на метане, и способствует получению более высокого значения КПД.

Газовый двигатель функционирует по принципу Отто. Главное отличие такого двигателя от бензинового или дизельного – в более высокой степени сжатия.

Для работы автомобиля на метане устанавливается специальное газобаллонное оборудование. Оно включает в себя следующие детали: баллон, мультиклапан, газовая магистраль высокого давления, выносное заправочное устройство, газовый клапан, редуктор-испаритель, дозатор, смеситель воздуха и газа. В случае если автомобиль укомплектован для работы на двух видах топлива (бензин и метан), то устанавливаются также бензиновый клапан и переключатель двух видов топлива [6].

Баллоны в легковом автомобиле, обычно располагаются в багажнике, в грузовом – на раме или в кузове, в автобусе – на крыше или под полом салона. В немецких автомобилях с заводским оборудованием метановые баллоны находятся под рамой и, таким образом, не занимают полезное место. При эксплуатации газ в баллоне находится в сжатом состоянии при давлении 200 атмосфер.

Мультиклапан – не менее значимый элемент системы газобаллонного оборудования, обеспечивающий безопасность эксплуатации и предотвращающий утечку газа. Он устанавливается на баллоне и сочетает в себе функции устройств индикатора и заправки топлива. Мультиклапан включает указатель уровня газа в баллоне, обратный клапан, предотвращающий утечку газа через магистраль,

скоростной клапан, перекрывающий подачу газа при утечке и стопорный клапан, обеспечивающий наполнение баллона газом при заправке не более чем на 80–90%, чтобы избежать повышения давления при нагреве на солнце в жаркую погоду.

Мультиклапан также может содержать в себе предохранительный клапан, пробку из легкоплавкого сплава и дополнительный вентиль. Если баллонов в автомобиле несколько, у них имеется общий заправочный вентиль, и они все соединены в общую газовую магистраль.

По топливной магистрали сжатый газ поступает в клапан-фильтр, где проходит очистку от взвешенных частиц и смолы, далее газ направляется в редуктор, где его давление снижается до рабочего (1 атмосфера) и поддерживается в таком значении, после чего проходит через дозатор и подается в смеситель. Сейчас редуктор и испаритель совмещаются в едином устройстве, позволяющем прогревать сжатый газ до 75 градусов и снижать его давление. В смесителе происходит смешение двух газов, и за счет этого конструкция его проще, чем бензинового карбюратора, который имеет сложные системы для поддержания состава смеси двух разных фаз – жидкой (бензиновое топливо) и газообразной (воздух). Благодаря газообразному состоянию топлива, процесс его сгорания происходит более эффективно, а значит и детали изнашиваются меньше [6]

Как у каждого вида автомобильного топлива, у природного газа метана есть свои преимущества и недостатки. К плюсам в первую очередь нужно отнести экологический фактор.

Перевод транспорта на природный газ, как на экологически чистое топливо, не нуждающееся в промышленной доработке, позволяет сократить выбросы в окружающую среду оксида углерода в 2–3 раза, окисла азота в 2 раза, углеводорода – в 3 раза. К тому же, задымленность, свойственная работе автомобилей на бензиновом топливе, уменьшается в 9 раз, а такой компонент, как сажа (дизельные двигатели), не вырабатывается. У природного газа низкое содержание серы, поэтому ее примесей в дымовых газах достаточно мало [2].

Экологический фактор – один из наиболее важных, так как именно на долю автотранспорта приходится 90% загрязнения атмосферы. Это актуальная проблема, особенно в крупных городах с большим количеством машин, так как население страдает от загрязненного воздуха: ухудшается здоровье людей, возрастает количество экологических заболеваний, что создает дополнительную нагрузку на медицинскую сферу.

Использование метана даже исключительно на автобусах и грузовом транспорте позволит уменьшить количество выхлопных газов, так как метановое топливо отнесено к стандарту Евро-5 – на данный момент, это наиболее чистое и эффективное в экологическом плане автомобильное топливо [7].

Еще один положительный фактор – экономический. Во-первых, стоимость метана регулируется законодательством и не может превышать 50% от цены на топливо А-80. Это связано с тем, что Россия имеет большие запасы данного ресурса [4]. Расход же 1 м<sup>3</sup> метана по энергетическим показателям примерно равен 1 л бензинового топлива. Исходя из этого, совершенно очевидна экономия на топливе при эксплуатации автомобиля на газе. Во-вторых, пониженный износ некоторых деталей предполагает более редкую их замену. После установки газобаллонного оборудования окупаемость происходит примерно через 30000 км пробега.

Говоря о плюсах, стоит упомянуть и безопасность метанового топлива. Компримированный природный газ признан наиболее безопасным видом топлива и, согласно «Классификации горючих веществ по степени чувствительности» имеет 4 класс опасности. Метан опасен лишь в определенном диапазоне концентрации от 5 до 15%, и при контакте с воздухом он улетучивается и не способен привести к взрыву. Самовоспламенение метана происходит при температуре 650 градусов. Проводимые тесты автомобилей, в которых установлено газобаллонное оборудование, показали целостность баллона с газом при столкновениях, ударах и поджогах и тем самым доказали безопасность его использования [3].

Конечно, немаловажен и технический фактор. Как было уже упомянуто выше, именно из-за газообразного состояния сжигание метана происходит эффективней, чем сжигание бензина (воздушно-газовую смесь равномерно наполняет цилиндры двигателя). К тому же, сгорание природного газа не приводит к образованию золы и твердых частиц, а именно они способствуют износу поршней и цилиндров в двигателе. Также метан не образует отложений в топливной системе и, в целом, повышает ресурс двигателя и увеличивает срок его службы в 1,5–2 раза.

Однако у природного газа метана есть также несколько недостатков.

Во-первых, топливный баллон с газом требует дополнительного места для размещения. В современных заводских немецких автомобилях такая проблема отсутствует, так как баллоны размещают под рамой, но в российских автомобилях это сделать невозможно, поскольку под газ переоборудуют готовый бензиновый двигатель, и, следовательно, размещение баллона предполагается только в багажнике. Один баллон с метаном вмещает около 12,5 м<sup>3</sup> газа, так что для максимально долгого пробега с одной заправкой понадобится минимум 3 баллона. Учитывая их огромное внутреннее давление, они производятся исключительно цилиндрической формы, так что, говоря о легковом автомобиле, стоит упомянуть о таком недостатке, как потеря места в багажнике, а в случае с грузовым транспортом – увеличение полезной нагрузки автомобиля.

Данная проблема частично может решиться с помощью уменьшения бензинового топливного бака на 10–20 л, что позволит разместить газовые баллоны при переоборудовании более рационально.

Во-вторых, установка газобаллонного оборудования и последующая эксплуатация автомобиля предполагает потерю мощности двигателя на 20%. Это обусловлено тем, что октановое число метана достигает 120. Снижение динамики разгона достаточно несущественно в городской среде, но при передвижении, например, на скоростных участках дороги, по трассе, может быть заметно. Однако более медленное сгорание топлива способствует более мягкой и тихой работе двигателя, а это означает снижение шумовых характеристик на 3–8 дБ.

Минимизировать потерю мощности можно с помощью специальной прошивки двигателя или вариатора опережения зажигания [1].

Отрицательным фактором также является снижение давления в газовом баллоне при низких температурах воздуха (в зимний период) и невозможность завести двигатель. Рекомендованное специалистами пороговое значение составляет -10 градусов. Работа холодного двигателя на газе способствует его значительным перегрузкам, поэтому в таких случаях необходимо заводить машину на бензиновом топливе и прогревать мотор до температуры 40 градусов, после чего переключаться на газ. Для российского рынка осуществляется выпуск автомобилей с двумя топливными системами – для бензина и газа, но с переоборудованными машинами такой проблемы также не возникает. Они имеют ручной переключатель бензин-газ, а само переключение осуществляется в нейтральном положении. В современных заводских автомобилях отсутствует ручной переключатель видов топлива, так как они автоматически переключаются на газ при прогреве двигателя до нужной температуры и обратно на бензин, если газ неожиданно закончился.

Одним из существенных недостатков использования сжатого газа в качестве топлива является малое количество автомобильных газонаполнительных станций, что уменьшает удобство эксплуатации машины, работающей на метане. Данный факт обусловлен низким количеством подобных автомобилей и, соответственно, низким уровнем предложения метана на рынке топлива.

Сопоставив все достоинства и недостатки сжатого природного газа, можно сказать, что метан является эффективным и экологически чистым видом топлива и способен составить конкуренцию традиционному бензину, однако при эксплуатации газобаллонного оборудования стоит помнить о некоторых изменениях в динамике, утяжеления автомобиля и особенностях включения двигателя в холодную погоду, что имеет большое значение в российских климатических условиях.

Газобаллонное оборудование устанавливают в специальных сервисных центрах. Каждой модели двигателя соответствует своя модель газобаллонного оборудования. Установка его проходит в несколько этапов:

- размещение заправочного баллона с клапаном в определенной нише (например, багажник);
- подсоединение выносного заправочного устройства, выведение его на внешнюю сторону кузова;
- установка на двигателе клапанов против утечки газа и для перекрытия бензина при работе на газе;
- расположение в салоне автомобиля ручного переключателя бензин-газ.

Стоимость газобаллонной установки колеблется в диапазоне от 34 до 66 тысяч рублей и зависит от марки газового оборудования и от типа двигателя (количество цилиндров). В эту стоимость не входят топливные баллоны.

Метановые баллоны также бывают нескольких типов, их цена начинается с 220 руб./л и заканчивается 1080 руб./л. Форма баллонов исключительно цилиндрической формы, так как они должны выдерживать не только рабочее давление в 200 атмосфер, но и превышающее его в 1,5 раза. В связи с этим устанавливаются повышенные требования к прочности, поэтому баллоны для метана не должны иметь сварочных швов. Обычные баллоны для автомобилей изготавливаются из листового металла, трубы или цельнометаллической заготовки. Тип таких баллонов – цельнометаллический, из легированной углеродистой стали (CNG-1). Срок переосвидетельствования баллона – от 3 до 5 лет (зависит от завода изготовителя) [5].

Для среднего легкового автомобиля подходят баллоны объемом 25 л, которые вмещают около 6 м<sup>3</sup> газа в нормальных условиях. При высокой или низкой температуре окружающей среды или высокой температуре самого наполняемого газа, количество его в баллоне может несущественно измениться из-за изменения давления. В автомобиль устанавливается около трех баллонов по 25 л, запас топлива в таком случае будет равен 18 м<sup>3</sup> (не учитывается дополнительный объем бензина в переоборудованном автомобиле).

Окупаемость установленного ГБО в автомобиле достигается в период от 6 месяцев до 4 лет. Это зависит от многих факторов: категории транспорта, расхода топлива на 100 км, типа двигателя и примерных показателей пробега в год. Окупаемость происходит только за счет экономии на топливе приблизительно в 2 раза.

Показатели расхода топлива и окупаемости установки газобаллонного оборудования приведены в таблице.

Таблица 1

### Окупаемость ГБО

Объем двигателя	Расход бензина л/100 км	Расход газа м <sup>3</sup> /100 км	Окупаемость ч/з км
до 1,2	8	9,6	76000
1,2–1,6	10	12	55000
1,6–2,0	12,5	15	48000
2,0–2,5	14,3	17,2	39000
2,5–3,0	16,5	19,8	33000
3,0–4,0	18,3	22	34000

Таким образом, у автомобилей с большим расходом топлива или с большим пробегом окупаемость наступает в два раза быстрее, чем у тех, чей расход топлива меньше 10 л/100 км или низкие значения пробега за год. Средний период окупаемости ГБО для легкового автомобиля – 2 года, для автобуса или грузового транспорта – 6 месяцев.

Эксплуатация автомобиля, работающего на метане, не сильно отличается от эксплуатации на бензине, но обладает некоторыми особенностями. Наиболее важная особенность заключается в том, что перед каждой поездкой необходимо удостовериться в отсутствии утечки газа и его своеобразного запаха. На современных автомобилях во время переоборудования устанавливают специальные автоматических датчики утечки газа. Обязательно наличие мультиклапана, так как именно он отвечает за подачу топлива в баллон. В случае чрезвычайной ситуации мультиклапан прекращает подачу газа в двигатель. Время от времени также нужно проверять, хорошо ли закреплен сам топливный баллон.



Для технически безопасной эксплуатации автомобиля на метане рекомендовано менять свечи каждые 10 тысяч км, а воздушные фильтры – каждые 7 тысяч км. Работа двигателя на газе негативно воздействует на головку блока и клапаны, вследствие чего, они требуют ремонта или замены. Но это происходит не менее, чем через 200–300 тысяч км пробега, и к тому времени экономия на топливе позволит легко окупить все затраты на ремонт.

Обслуживание автомобилей на газе осуществляется в специализированных сервисных центрах. Раз в 3–5 лет (в зависимости от производителя) необходимо проходить освидетельствование топливного баллона. Эксплуатация автомобиля с истекшим сроком освидетельствования может грозить опасными последствиями.

В качестве положительного опыта эффективного использования метана в качестве топлива можно привести опыт Украины. В домах, уже подключенных к системе газоснабжения, установили домашние метановые заправки. В этом случае объединение заинтересованных жильцов дает хорошую экономию на установке данного оборудования, чем индивидуальное его использование. Впоследствии, благодаря наличию домашней заправки, стоимость метана опускается до 4–5 рублей за 1 м<sup>3</sup>.

Сейчас существует большой выбор заводских автомобилей с готовым встроенным оборудованием и автоматическими переключателями топлива. Некоторые из них при сборке производят с уменьшенным топливным бензобаком, а освободившееся место используют для размещения газовых баллонов, что освобождает место в багажном отделении. Такие модели автомобилей, конечно, дороже обычных на 150–200 тысяч рублей, но, тем не менее, они не требуют дополнительного оборудования и расходов, а также ожидания окупаемости. Существует только одна отрицательная сторона: она заключается в том, что подобные автомобили в новом состоянии более распространены в зарубежных европейских странах, где и производятся, а в России гораздо более распространены подержанные «газовые» автомобили.

Использование метана особенно выгодно на коммерческом транспорте, автобусах, газелях и грузовых автомобилях.

Говоря о легковых машинах, можно сказать, что более выгодна экономия владельцам мощных автомобилей с большим расходом топлива или тех, у которых большой пробег (такси, внедорожники, служебные автомобили и т. д.), однако окупаемость происходит у всех автомобилей, перешедших на сжатый газ, раньше или позже.

### *Список литературы*

1. Батгалханов А. Метан на транспорте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rumvi.com/products/ebook/метан-на-транспорте-проблемы-задачи-и-перспективы-развития-рынков-сжатого-природного-газа/163696b6-a6bc-4ea7-b343-78c7c2d80f4a/preview/preview.html>
2. Метан – экологически чистое топливо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://antresol.info/articles/eco-toplivo.php>
3. Метан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.niikm.ru/articles/element\\_articles/methane](http://www.niikm.ru/articles/element_articles/methane)
4. Распоряжение Правительства РФ от 13.05.2013 №767-р «О регулировании отношений в сфере использования газового моторного топлива, в том числе природного газа в качестве моторного топлива» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70276264/>
5. Резонанс ГБО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rezauto.ru>
6. Устройство двигателя автомобиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/222293/ustroystvo-dvigatelya-avtomobilya-opisanie-printsip-raboty>
7. Экологические стандарты Евро [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.stroyteh.ru/wiki/Экологические%20стандарты%20Евро>