

Эксплуатационные свойства и применение газообразных топлив

В ДВС наряду с жидкими топливами применяют газообразные. Автомобильная промышленность на базе бензиновых автомобилей серийно выпускает газобаллонные, которые в основном используются в качестве городского транспорта.

Значительная часть автомобилей в крупных городах уже переведена на газообразное топливо, которое имеет существенные технико-экономические и санитарно-гигиенические преимущества перед другими автомобильными топливами.

К естественным газам относятся легкие углеводороды, улавливаемые при добыче нефти, и природные газы чисто газовых месторождений.

Искусственные газы получают при переработке твердых и жидких топлив.

В зависимости от физических свойств газы могут быть разделены на сжатые и сжиженные. Некоторые газы, обладающие низкой критической температурой, не переходят в жидкое состояние при обычной температуре даже под действием высокого давления. Так, метан до температуры - 82°C находится в газообразном состоянии. При температуре ниже - 82°C метан под воздействием небольшого избыточного давления превращается в жидкость, а при охлаждении до минус 161°C метан сжижается уже в условиях атмосферного давления.

Критическая температура представляет собой температуру, при которой плотности жидкости и ее насыщенного пара становятся равными и граница раздела между ними исчезает.

Давление насыщенных паров при критической температуре называется критическим давлением.

При температуре выше критической вещество может находиться только в газообразном состоянии независимо от внешнего давления.

Газы, которые имеют критическую температуру ниже обычной температуры их применения, используют в основном в сжатом виде (при давлении до 20 МПа), поэтому их называют *сжатыми* газами.

Сжиженные - это газы, критическая температура которых выше обычной температуры их применения. Такие газы используют в сжиженном виде при повышенном давлении (до 1,5...2,0 МПа).

Основными требованиями, предъявляемыми к газообразным топливам являются следующие:

- они должны обладать хорошей смешиваемостью с воздухом для образования однородной горючей смеси;
- высокой калорийностью горючей смеси;
- высокой детонационной стойкостью;
- содержать минимальное количество смолистых веществ и механических примесей, способствующих нагарообразованию и загрязняющих систему питания двигателя;
- содержать минимальное количество веществ, вызывающих коррозию поверхностей деталей, окисление и разжижение масла в картере двигателя;
- образовывать минимальное количество токсичных и канцерогенных

веществ в продуктах сгорания;

- сохранять стабильным состав и свойства по времени и в объеме.

В качестве газообразных топлив для автомобильных двигателей применяют:

- газ нефтяной сжиженный (ГНС) – пропан-бутановая смесь;
- компримированный (сжатый) природный газ (КПГ) – метан.

Применение сжиженных газов для автомобилей

В автомобильных двигателях используют сжиженные газы, получаемые в процессе перегонки нефти.

Основные компоненты сжиженного газа – пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} и их смеси.

Основные преимущества сжиженных газов: высокая теплота сгорания, транспортабельность, высокие технико-экономические и санитарно-гигиенические показатели. Сжиженные газы переходят из газообразного состояния в жидкое при температуре окружающего воздуха и относительно небольших давлениях.

Для автомобильного транспорта по ГОСТ 27578—87 выпускают сжиженный газ марок ПА — пропан автомобильный и ПБА – пропан-бутан автомобильный.

В систему питания двигателей, работающих на сжиженном газе, входят баллоны общей вместимостью 225 л, рассчитанные на давление 1,6 МПа.

Газ марки ПБА предназначен для всех климатических районов при температуре окружающего воздуха не ниже $-20^{\circ}C$, а марки ПА — в зимний период для тех климатических районов, где температура воздуха ниже $-20^{\circ}C$. Рекомендуемый температурный интервал применения газа марки ПА от -20 до $-35^{\circ}C$.

На организм человека токсичность компонентов сжиженных газов влияет косвенным образом. Эти газы не вызывают непосредственного отравления, однако при смешивании с воздухом уменьшают содержание в нем кислорода и тем самым обуславливают кислородное голодание человека.

Для ощущения присутствия газа в окружающем воздухе ему придают специфический запах, добавляя резко пахнущие вещества — одоранты. Из них наиболее широко применяют этилмеркаптан: 2,5 г на 100л сжиженного газа. При такой степени одоризации можно по запаху определить 0,4...0,5 % газа в воздухе. Данная концентрация газа в воздухе невзрывоопасна, так как составляет всего лишь 20 % нижнего предела воспламеняемости.

Применение сжатых газов для газобаллонных автомобилей

Для ДВС используют **природный топливный компримированный газ** (ГОСТ 27577—2000). Этот газ получают из горючего природного газа, транспортируемого по магистральным газопроводам или городским газовым

сетям. На газонаполнительной компрессорной станции проводят компримирование и удаление примесей по технологии, не предусматривающей изменения компонентного состава.

Сжатый природный газ не только может с успехом заменить жидкие моторные топлива, но и превосходит их по ряду параметров. Его основное преимущество состоит в том, что сжатый природный газ может использоваться на автомобильном транспорте без дорогостоящей технологической переработки.

Природные газы состоят из: метана CH_4 (82-98%), этана C_2H_6 (до 6%), пропана C_3H_8 до 1,5% и бутана C_4H_{10} до 1%.

Основной компонент - метан CH_4 характеризуется наивысшей критической температурой (-82°C), относится к простым углеводородам. Обладает высокой теплопроводностью, широким диапазоном воспламеняемости и низким содержанием токсичных составляющих. Ввиду высокого содержания водорода в сжатом газе происходит его более полное сгорание в цилиндрах двигателя, чем ГНС и бензина. При этом в процессе смесеобразования топливо не испаряется во впускном трубопроводе, вследствие чего оно равномернее распределяется по цилиндрам. Максимальная неравномерность распределения жидкого топлива в рабочей смеси достигает 35 % и более; при применении газообразного топлива она снижается до 20 %.

В газе для автомобилей крайне нежелательно присутствие циана CN . Соединяясь с водой, он образует синильную кислоту, под действием которой в стенках баллонов образуются мельчайшие трещины. Наличие в газе смолистых веществ и механических примесей приводит к образованию отложений и загрязнений на приборах газовой аппаратуры и на деталях двигателей.

На автомобилях наиболее часто устанавливают от пяти до восьми баллонов со сжатым газом. Масса батареи из восьми баллонов более 500 кг, поэтому грузоподъемность автомобиля уменьшается. Пробег такого автомобиля примерно в два раза меньше по сравнению с пробегом автомобилей, работающих на бензине или на сжиженном газе. Это препятствует широкому использованию сжатого газа при эксплуатации газобаллонных автомобилей.

Сжатые газы обладают повышенной испаряемостью, поэтому наблюдаются повышенные потери их. Кроме того, они имеют повышенную пожароопасность.

Особенности применения газообразных топлив

Использование газообразных топлив дает следующие преимущества: экономится нефть; снижается токсичность отработавших газов; улучшается топливная экономичность двигателя (работа на более бедной горючей смеси); снижается изнашивание цилиндропоршневой группы и увеличивается срок службы моторного масла (газовоздушная смесь не смывает масляную пленку с зеркала цилиндров и не разжижает масло в картере); высокая детонационная стойкость газообразных топлив позволяет повысить степень сжатия двигателя, а следовательно, его мощность и топливную экономичность; исключается необходимость подогрева впускного трубопровода, что увеличивает наполнение цилиндров и связанную с этим

мощность двигателя; улучшается равномерность распределения горючей смеси по цилиндрам; увеличивается моторесурс двигателя вследствие отсутствия нагара на деталях цилиндропоршневой группы.

Эксплуатационные качества автомобилей с газовыми двигателями, работающими на ГНС, (по сравнению с бензиновыми) оцениваются следующим образом:

пусковые качества до -5°C равноценны. Запуск холодного двигателя на ГНС при более низких температурах затруднен;

динамические качества ухудшаются на 5-8%;

перевод бензинового двигателя на питание ГНС при неизменной степени сжатия сопровождается снижением максимальной его мощности на 5-7%;

при правильной регулировке и нормальном оптимальном режиме работы системы подачи газового топлива существенно снижается токсичность отработавших газов: по окиси углерода - в 3-4 раза, по окислам азота в 1,2-2 раза, по углеводородам в 1,2-4 раза и более;

срок смены масла увеличивается в 1,5-2 раза. Исключается процесс испарения жидкого топлива. В камеру сгорания поступает газообразное топливо, которое к концу такта сжатия тщательно перемешивается с воздухом и равномерно распределяется по цилиндрам, смывание смазки с зеркала которых исключается. Масло меньше разжижается и загрязняется;

моторесурс и надежность работы двигателей увеличиваются.

Межремонтный пробег автомобилей на ГНС возрастает в 1,4-2 раза. Уменьшаются износы, улучшаются условия работы свечей зажигания, уменьшаются нагарообразование и износы деталей цилиндропоршневой группы;

хотя трудоемкость технического обслуживания и ремонта газобаллонных автомобилей возрастает на 3-5%, тем не менее эти затраты перекрываются увеличением пробега автомобилей между ремонтом двигателей.

Одним из преимуществ применения ГСН по сравнению с КПП - значительно большая концентрация тепловой энергии в единице объема; меньшее давление в баллонах хранения газа и, следовательно, меньшие масса и стоимость. (Один 50-литровый баллон, заправленный ГСН для автомобиля ВАЗ рассчитан на 500 км, а КПП - только на 100 км.)

К положительным факторам применения КПП можно отнести следующие:

повышается срок службы моторного масла в 1,5-2,0 раза из-за отсутствия его разжижения и уменьшения загрязнения; в результате расход масла уменьшается на 30-40% по сравнению с бензиновыми двигателями;

увеличивается в среднем на 35-40% моторесурс двигателя вследствие отсутствия нагара на деталях цилиндропоршневой группы;

увеличивается на 40% срок службы свечей зажигания;

увеличивается в 1,5 раза межремонтный пробег двигателя;

значительно снижается (до 90%) выброс с отработавшими газами вредных веществ, особенно СО.

Двигатели газобаллонных автомобилей, работающих на КПП, если газ израсходован, могут быстро перейти на работу на бензине. Сейчас это важно еще и потому, что сеть АГНКС развита недостаточно.

Как отмечалось, газовое топливо имеет высокую детонационную стойкость, что обеспечивает эффективную работу газодизельных двигателей

при неизменной степени сжатия. Номинальная мощность двигателя, например КамАЗ-7409, одинакова при работе в газодизельном и дизельном режимах. Отсюда практически неизменные тягово-скоростные качества автомобиля при использовании КПП.

При работе на газодизельной смеси дымность ОГ двигателя в режиме свободного ускорения в 2-4 раза ниже, чем при работе на дизельном топливе.

Наряду с преимуществами можно отметить следующие недостатки:

трудоемкость ТО и ТР увеличивается на 7-8%, а цена автомобиля возрастает в среднем на 27% из-за наличия дополнительной газобаллонной аппаратуры;

мощность двигателя снижается на 18-20%. Ухудшаются тягово-динамические и эксплуатационные характеристики автомобилей: время разгона увеличивается на 24—30%; максимальная скорость уменьшается на 5-6%; предельные углы преодолеваемых подъемов уменьшаются на 30- 40%; эксплуатация автомобиля с прицепом затрудняется; дальность ездки на одной заправке газом уменьшается (не превышает 200-250 км);

грузоподъемность автомобиля снижается на 9-14% в связи с применением стальных баллонов высокого давления (их количество и вес могут быть разными);

коэффициент использования пробега газобаллонных автомобилей снижается на 8-13% по сравнению с бензиновыми;

годовая производительность при работе на городских перевозках уменьшается на 14—16% по сравнению с бензиновыми.

Газы входящие в состав ГСН (газ нефтяной сжиженный) и КПП (компримированный природный газ) обладают взрыво- и пожароопасными свойствами. Находясь в баллонах под давлением и, в том случае, когда происходит разгерметизация любого элемента ГБО, происходит утечка газов. Газообразные топлива могут образовывать пожаро-взрывоопасную смесь с воздухом в подкапотном пространстве, салоне, кузове, в помещении, где хранятся, и обслуживаются газобаллонные автомобили и на заправке.

Так как КПП (метан) обладает плотностью в два раза меньшей плотности воздуха, то при утечке его из ГБА он поднимается вверх помещения, а ГНС (пропан-бутан), опускается вниз, так как имеет плотность большую плотности воздуха.

На организм человека токсичность компонентов сжиженных газов влияет косвенным образом. Эти газы не вызывают непосредственного отравления, однако при смешивании с воздухом уменьшают содержание в нем кислорода и тем самым обуславливают кислородное голодание человека.

Для ощущения присутствия газа в окружающем воздухе ему придают специфический запах, добавляя резко пахнущие вещества — одоранты. Из них наиболее широко применяют этилмеркаптан: 2,5 г на 100л сжиженного газа. При такой степени одоризации можно по запаху определить 0,4...0,5 % газа в воздухе. Данная концентрация газа в воздухе невзрывоопасна, так как составляет всего лишь 20 % нижнего предела воспламеняемости.

При попадании сжиженного газа на кожу человека может вызвать обморожение - ожог кожного покрова.

При попадании струи КПП (при внезапной разгерметизации или открытии вентилей) на человека может оказать травмирующее воздействие, поэтому

необходимо соблюдать меры предосторожности.

Конструкция ГБА и вся инфраструктура, связанная с их заправкой, эксплуатацией, техническим обслуживанием, ремонтом и их хранением, должны отвечать повышенным требованиям техники безопасности.

Необходимо регулярно проводить техническое обслуживание газобаллонного оборудования; проводить проверку герметичности газовой аппаратуры с устранением причин обнаруженных утечек газа. Окрасочные, сварочные работы, а также работы с дрелью и другими инструментами, дающими искрение, производятся на ГБА с дегазированными баллонами.

На предприятии, где эксплуатируются газобаллонное оборудование, должны быть разработаны инструкции по технике безопасности, с учетом специфики работы, устройства, хранения газобаллонного оборудования, вида применяемого газа, устройства ремонтного оборудования и состояния производственно-технической базы, для водителей, ремонтных рабочих, дежурных по хранению ГБА, которые должны строго соблюдаться.