

Ю. В. ПАНОВ

УСТАНОВКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Допущено

*Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебного пособия для образовательных учреждений
начального профессионального образования*

5-е издание, стереотипное



Москва
Издательский центр «Академия»
2012

УДК 629.119(075.32)

ББК 39.3

П16

Рецензент —

директор Московского автомобильного колледжа при АМО «ЗИЛ»,
доцент, канд. техн. наук *А. Н. Бодров*

Панов Ю. В.

П16

Установка и эксплуатация газобаллонного оборудования автомобилей : учеб. пособие для нач. проф. образования / Ю. В. Панов. — 5-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 160 с.

ISBN 978-5-7695-9350-5

В учебном пособии рассмотрены вопросы, связанные с особенностями устройства автомобилей, работающих на газообразных топливах. Представлены сведения о принципах работы и устройстве узлов и агрегатов газобаллонного оборудования основных отечественных производителей. Изложена технология установки газобаллонного оборудования на автомобили. Даны основы технического обслуживания и ремонта и рекомендации по поиску характерных неисправностей газовых систем и их устранению.

Для учащихся учреждений начального профессионального образования.

УДК 629.119(075.32)

ББК 39.3

Учебное издание

Панов Юрий Владимирович

Установка и эксплуатация газобаллонного оборудования автомобилей

Учебное пособие

5-е издание, стереотипное

Редактор *Т. П. Топчий*. Технический редактор *Е. Ф. Коржуева*

Компьютерная верстка: *Е. П. Хазова*. Корректоры *О. А. Королева, С. Ю. Свиридова*

Разработка серийного оформления: *И. В. Соловьев*

Изд. № 105103621. Подписано в печать 21.06.2012. Формат 60×90/16. Гарнитура «Таймс».

Бумага офс. № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 10,0. Тираж 1 000 экз. Заказ №

ООО «Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru

125252, Москва, ул. Зорге, д. 15, корп. 1, пом. 26 б.

Адрес для корреспонденции: 129085, Москва, пр-т Мира, 101В, стр. 1, а/я 48.

Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение № РОСС RU. AE51. Н 16068 от 06.03.2012.

Отпечатано с электронных носителей издательства.

ОАО «Тверской полиграфический комбинат», 170024, г. Тверь, пр-т Ленина, 5.

Телефон: (4822) 44-52-03, 44-50-34. Телефон/факс: (4822) 44-42-15.

Home page - www.tverpk.ru Электронная почта (E-mail) - sales@tverpk.ru

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Панов Ю. В., 2006

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2011

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2011

ISBN 978-5-7695-9350-5

ПРЕДИСЛОВИЕ

Автомобильный транспорт является основным потребителем жидких топлив — бензина и дизельного топлива, при сгорании которых выделяются вредные для человека и окружающей среды вещества — отработавшие газы. Постоянный рост числа автомобилей приводит как к неуклонному сокращению запасов сырья для производства топлив — нефти, так и к накоплению в окружающей среде вредных веществ, поступающих с отработавшими газами.

Расширить сырьевую базу автомобильных топлив и одновременно уменьшить вредное воздействие на экологию можно за счет использования так называемых *нетрадиционных, или альтернативных, топлив*. Наибольшее распространение на автомобильном транспорте получили газообразные углеводородные топлива, которые относятся к чистым в экологическом отношении моторным топливам. Стоимость газообразного топлива в два-три раза ниже стоимости бензина и дизельного топлива, а запасы его сырья превосходят нефтяные. Эти факторы обусловили применение газа на автотранспорте. Во многих странах на государственном уровне приняты экологические программы и законы по снижению вредного влияния отработавших газов автомобильного транспорта за счет использования газового топлива. Наибольших успехов в решении этих задач наряду с Россией достигли Италия, Австралия, Аргентина, Австрия, Швеция, Канада, Новая Зеландия, США и Япония.

Для работы на газообразных топливах транспортные средства переоборудуются в газобаллонные автомобили (ГБА). На базе серийных бензиновых и дизельных автомобилей выпускают ГБА и комплекты газового оборудования для установки на них.

Но перевод автомобилей на газообразные топлива требует выполнения дополнительных работ по установке газовой системы питания, включая газовые баллоны, ее техническому обслуживанию и ремонту. Применение газа на автомобиле повышает требования пожарной безопасности при его эксплуатации.

В данном учебном пособии рассмотрены основные принципы установки газобаллонного оборудования (ГБО) на автомобиль, его работы, устройства, обслуживания и ремонта.

Автор выражает признательность за предоставленные материалы ведущим специалистам по производству и эксплуатации отечественного ГБО: зав. отделом «Газовые двигатели» ГНЦ НАМИ канд. техн. наук В.А. Лукшо, главному конструктору НПФ «САГА» В.А. Щербинину и канд. техн. наук А. И. Мореву.

Глава 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЯХ

Для обеспечения работы двигателей на газе на базовый автомобиль устанавливается дополнительное оборудование, позволяющее хранить и подавать в ДВС газообразное топливо.

Для повышения эффективности применения газообразного топлива, существенно отличающегося по свойствам от жидких топлив, может изменяться конструкция двигателя и отдельных его систем (рис. 1.1).

Баллон для хранения газообразного топлива 2 обычно располагается в свободном и доступном месте автомобиля. Из баллона газ поступает к двигателю через запорную арматуру 1 по трубопроводу 11.

Для включения подачи газа в кабине водителя имеется переключатель вида топлив 3 и управляемые газовый 4 и бензиновый 10 клапаны. Снижение давления газа и управление его расходом выполняет редуктор 7. Для образования и подачи в двигатель топливовоздушной смеси устанавливают газовый смеситель 9.

В зависимости от вида применяемых газообразных топлив и типа двигателей автомобили производятся или переоборудуются в газобаллонные автомобили: однотопливные, двухтопливные с независимым питанием двигателя одним из топлив и двухтопливные с одновременной подачей двух топлив (газодизели). Наибольшее распространение нашли двухтопливные ГБА, так как вторая система питания (бензиновая или дизельная) всегда может быть включена для питания двигателя в случае выхода из строя газовой системы или невозможности заправки газом.

Первые ГБА были выпущены в начале XX века за рубежом. Достаточно широкое распространение в СССР ГБА получили в 1940-е годы, когда был острый дефицит жидких топлив. Наиболее активно работы по переводу автотранспорта на газ были начаты в начале 1980-х годов (после топливного кризиса 1970-х годов).

К концу 1980-х годов число отечественных газобаллонных автомобилей достигало нескольких сот тысяч. В эти годы была заложена основа сети заправок сжиженным природным газом и нефтяным газом.

В последние годы интерес к применению газообразных топлив снова резко возрос. Основными причинами этого стали возрастающие требования к защите окружающей среды, рост цен на бензин и дизельное топливо и его дефицит в регионах.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются комплекты газобаллонного оборудования для переоборудования автомобилей марок ЗИЛ, ГАЗ, МАЗ, КамАЗ, ВАЗ, АЗЛК, ряда автобусов и многих автомобилей иностранного производства.

В табл. 1.1 представлены данные об основных выпускаемых комплектах ГБО.

Благодаря существенной разнице в стоимости газа и жидких топлив применение газомоторного топлива экономически оправдано при годовом пробеге более 20 тыс. км.

Ресурс двигателя, работающего на газе, увеличивается на треть по сравнению с ресурсом двигателя, работающего на бензине.

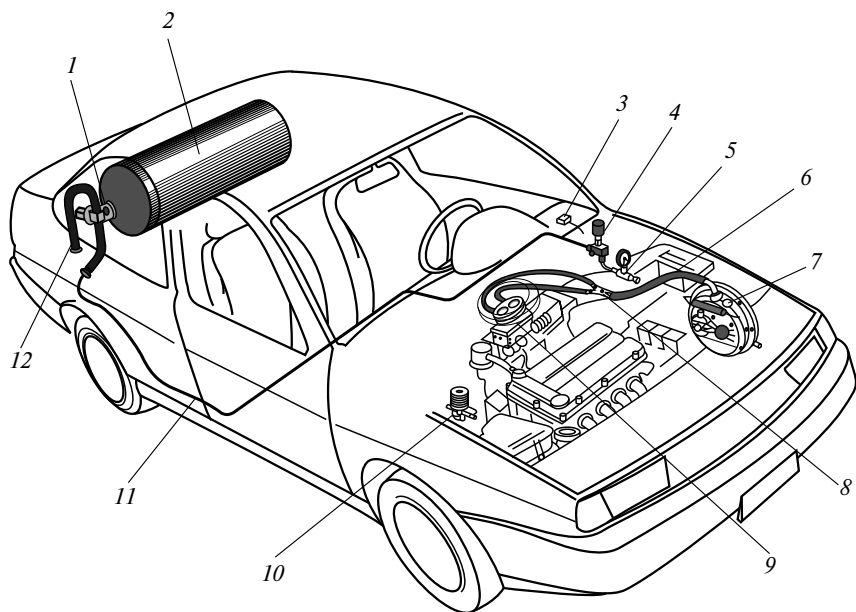


Рис. 1.1. Основные агрегаты и узлы газобаллонного автомобиля:

1 — запорная арматура; 2 — газовый баллон; 3 — переключатель вида топлив;
4 — газовый клапан; 5 — контрольный манометр; 6 — патрубок подвода газа к смесителю; 7 — газовый редуктор; 8 — дозатор газа; 9 — газовый смеситель;
10 — бензиновый клапан; 11 — трубопровод; 12 — вентиляционный рукав

Таблица 1.1

Данные о выпускаемых комплектах ГБО

Автомобиль	Комплект ГБО	Изготовитель
<i>Используемое топливо — сжатый природный газ</i>		
ВАЗ-2110, -2111, -2112	ГБА-210	ЗАО «Автосистема»
	152.4400000	ОАО «РЗАА»
	АГТС «САГА-7»	ОАО ПАО «Инкар»
ВАЗ-21213	ГБА-212	ЗАО «Автосистема»
ВАЗ-2108, -2109	ГБА-216	ЗАО «Автосистема»
	152.4400000	ОАО «РЗАА»
	АГТС «САГА-7»	ОАО ПАО «Инкар»
ГАЗ-3102, -3110	15.4400000	ОАО «РЗАА»
	ГБА-214	ЗАО «Автосистема»
ГАЗ-3221, -32213, -32132, -32214, -32217, -322173 (микроавтобусы «Газель»)	ГБА-513	ЗАО «Автосистема»
	15.4400000	ОАО «РЗАА»
	АГТС «САГА-7»	ОАО ПАО «Инкар»
	ЕМ 654 ER ELPIGAZ	ELPIGAZ Sp.z o.o
ГАЗ-3302/ГАЗ-2705	ГБА-240/ГБА-242	ЗАО «Автосистема»
	151.4400000	ОАО «РЗАА»
	АГТС «САГА-7» Г	ОАО ПАО «Инкар»
	НЗ 131.00.00/НЗ 219.00.00	ОАО «НЗГА»
ГАЗ-52, -53, -3307	ГБА-291	ЗАО «Автосистема»
	117.4400000	ОАО «РЗАА»
	НЗ 135.00.00	ОАО «НЗГА»
	АГТС «САГА-7»	ОАО ПАО «Инкар»
ЗИЛ-431410, -433360	ГБА-290	ЗАО «Автосистема»
	0306-4400.201	ОАО «НЗГА»
	116.4400000	ОАО «РЗАА»
	АГТС «САГА-7» ЗИЛ	ОАО ПАО «Инкар»
ЗИЛ-5301 («Бычок»)	ГБА-470	ЗАО «Автосистема»
КамАЗ-5320, -53212	ГБО КамАЗ-5320	ООО «Фирма «Мобильгаз»

Автомобиль	Комплект ГБО	Изготовитель
ПАЗ-3205	ГБА-504, -505	ЗАО «Автосистема»
	153.4400000	ОАО «РЗАА»
<i>Используемое топливо — газ сжиженный нефтяной</i>		
ВАЗ-2108, -2109	0305-4400.008	ОАО «НЗГА»
	ГБА-008	ЗАО «Автосистема»
	133.4400000	ОАО «РЗАА»
	АГТС «САГА-6» ВМ	ОАО ПАО «Инкар»
	ЕМ 6540 ELPIGAZ	ELPIGAZ Sp.z o.o
ВАЗ-2110, -2111, -2112	НЗ 210.00.00	ОАО «НЗГА»
	133.4400000	ОАО «РЗАА»
	МЯНИ451115.007	ОАО «КОМПРЕССОР»
	АГТС «САГА-6» ВМ	ОАО ПАО «Инкар»
ГАЗ-3102, -3110	НЗ 196.00.00	ОАО «НЗГА»
	АГТС «САГА-6» Г	ОАО ПАО «Инкар»
	ГБА-024	ЗАО «Автосистема»
	13.4400000	ОАО «РЗАА»
	SWEX/SWSX ELISA-STELLA	ELPIGAZ Sp. z o.o
ГАЗ-3221, -32213, -32132, -32214, -32217, -322173 (микроавтобусы «Газель»)	НЗ 211.00.00	ОАО «НЗГА»
	13.4400000	ОАО «РЗАА»
	ГБА-09-01	ООО «Завод «КАЛИНИНГРАД-ГАЗАВТОМАТИКА»
	ГБО-051	ЗАО «Автосистема»
	АГТС «САГА-6» ГАЗ	ОАО ПАО «Инкар»
ГАЗ-2705, -3302	НЗ 163.00.00	ОАО «НЗГА»
	13.4400000	ОАО «РЗАА»
	ГБА-09-01	ООО «Завод «КАЛИНИНГРАД-ГАЗАВТОМАТИКА»
	ГБА-041	ЗАО «Автосистема»
	АГТС «САГА-6» ГАЗ	ОАО ПАО «Инкар»
ЗИЛ-431410	ГБА-071, -072	ЗАО «Автосистема»
	141.4400000	ОАО «РЗАА»

Глава 2

ВИДЫ И СВОЙСТВА ГАЗООБРАЗНЫХ ТОПЛИВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Газообразные топлива являются альтернативным видом энергоносителей по отношению к традиционным жидким топливам, получаемым из нефти.

Физико-химические и эксплуатационные свойства газообразных топлив существенно отличаются от бензинов и дизельных топлив, что влияет на конструкцию газовых систем питания и их эксплуатацию. Техническое обслуживание и ремонт газового оборудования, переоборудование, хранение ГБА и их заправка, подготовка ремонтных рабочих имеют существенные особенности.

К газообразным углеводородным топливам, которые достаточно широко применяются в настоящее время и имеют перспективы расширения их использования, относятся:

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

Другие виды газообразных топлив — сжиженный природный газ (метан), биогаз (метан и другие составляющие), диметилэфир, водород — пока не нашли коммерческого применения.

Основными компонентами газообразных углеводородных топлив являются углеводородные газы — метан, пропан, бутан и ряд других. Эти газы могут храниться на автомобиле в сжиженном или газообразном агрегатном состоянии. Агрегатное состояние газа зависит от физико-химических свойств его компонентов, температуры и давления в баллоне. Основные физико-химические свойства компонентов газообразных углеводородных топлив, влияющих на конструкцию и эксплуатацию ГБА, и бензина представлены в табл. 2.1.

От агрегатного состояния компонентов газообразного топлива зависят способы заправки и его хранения, существенно влияющие на конструкцию и эксплуатацию ГБА.

Из табл. 2.1 следует, что все компоненты газообразных топлив при атмосферном давлении имеют температуру кипения ниже 0 °С. Однако если в емкости с газом повысить давление, то температура кипения газа существенно увеличится. Эти давления и температу-

ры имеют пределы, называемые *критическими*. Очень низкие температуры кипения при атмосферном давлении ($-161,5^{\circ}\text{C}$) и критическая температура (-82°C) метана делают технически сложным заправку и хранение метана в сжиженном состоянии, для чего используются изотермические баллоны с комплексной термоизоляцией. Поэтому в настоящее время большое распространение получил способ заправки и хранения метана на автомобилях в сжатом, или так называемом компримированном, состоянии под высоким давлением. На автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС) для заправки ГБА в странах СНГ рабочее давление — 20,0 МПа. Использование сжиженного метана получило в настоящее время распространение при доставке природного газа. В перспективе при освоении криогенных баллонов сжиженного природного газа для ГБА этот вид топлива может стать конкурентом дорогостоящим бензинам. Над этой проблемой работают в настоящее время ученые и конструкторы различных отраслей машиностроения.

Таблица 2.1

Физико-химические свойства компонентов газообразных топлив и бензина, влияющих на конструкцию и эксплуатацию ГБА

Параметр	Компоненты				Бензин
	Метан	Этан	Пропан	Нормальный бутан	
Молекулярная формула	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	—
Молекулярная масса, кг/моль	16	30	44	58	114,2
Плотность жидкой фазы при температуре кипения и давлении 100 кПа, кг/м ³	416	546	584	600	735
Плотность газовой фазы при нормальных условиях (15°C , 760 мм рт. ст.), кг/м ³	0,717	1,356	2,019	2,703	5,18
Относительная плотность газовой фазы (по воздуху)	0,554	1,048	1,562	2,091	3,78
Критическое давление (абсолютное), МПа	4,58	4,88	4,20	3,60	—

Параметр	Компоненты				Бензин
	Метан	Этан	Пропан	Нормальный бутан	
Критическая температура кипения, °C	−82,0	32,3	96,8	152,9	—
Температура кипения при давлении 100 кПа, °C	−161,5	−88,5	−42,1	−0,5	35—205
Теплота сгорания (низшая) удельная, МДж/кг	49,7	47,1	45,9	45,4	43,9
Теплота сгорания (низшая) объемная, МДж/м³	33,8	59,9	85,6	111,6	213,1
Теоретически необходимое для сгорания топлива количество воздуха, кг/кг	17,2	16,8	15,8	15,6	14,9
Теплота сгорания горючей смеси при коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 1,0$, МДж/м³	3,22	3,40	3,46	3,49	3,56
Теоретически необходимое для сгорания топлива количество воздуха, м³/м³	9,52	16,66	23,91	30,95	58,61
Температура воспламенения топлива в воздухе при атмосферном давлении, °C	680 ... 750	508 ... 605	510 ... 580	475 ... 550	470 ... 530
Пределы воспламенения объемные, %:					
нижний	5,0	3,2	2,1	1,9	1,5
верхний	15,0	12,5	9,5	8,5	6,0
Октановое число (ОЧ) (по моторному методу)	110	108	105	94	80—90

При снижении давления метана в газовом редукторе высокого давления температура резко снижается (эффект Джоуля—Томпсона). Например, при снижении давления с 10,0 до 1,0 МПа падение температуры газа составит около 30 °С. Даже в летний период влага, содержащаяся в газе, может образовать кристаллы льда и стать препятствием при подаче газа в двигатель. Таким образом, важными мероприятиями для эксплуатации ГБА являются: очистка (осушение) газа от воды при заправке на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях; своевременная замена фильтров в системе питания автомобиля; эффективный подогрев газа перед снижением давления в редукторе, особенно в зимний период эксплуатации.

Пропан и бутан — основные компоненты ГСН — по сравнению с метаном имеют значительно более высокие температуры кипения при атмосферном давлении (–42,5 и –0,5 °С соответственно) и критические температуры (+96,8 и +152,9 °С соответственно). Такие свойства позволяют хранить пропан и бутан в сжиженном состоянии в диапазоне эксплуатационных температур от –40 до +45 °С при относительно низком давлении (до 1,6 МПа). Основными преимуществами газов, находящихся в сжиженном состоянии, по сравнению с сжиженным газом являются: большая концентрация тепловой энергии в единице объема, значительно меньшее рабочее давление в баллонах и соответственно меньшие прочность и толщина стенок баллона и запорной арматуры, их меньшие масса и стоимость. Например, один 50-литровый баллон, заправленный ГСН, для автомобиля ВАЗ рассчитан на 500 км пробега, а КПП — только на 100 км.

Давление насыщенных паров оказывает большое влияние на конструкцию и работу газобаллонного оборудования. По максимальному давлению газа рассчитывают прочность баллона. Газы поступают из баллона в редуцирующие устройства двигателя ГБА в отличие от бензина под действием избыточного давления в баллоне для преодоления сопротивления редуцирующего устройства. Это свойство особенно актуально при эксплуатации ГБА в условиях низких температур, когда компоненты ГСН переходят в жидкое состояние и, следовательно, их избыточное давление приближается к нулю.

Для метана доминирующим является давление заправки, которое по мере выработки газа из баллона уменьшается до предельного значения.

Для сжиженных газов давление в значительной степени зависит не от количества газа в баллоне, а от температуры (рис. 2.1). Так как каждый из компонентов имеет определенную температуру кипения, давление паровой фазы смеси сжиженных газов зависит как от температуры, так и от компонентного состава. Давление смеси газов можно определить по значению составляющих (пар-

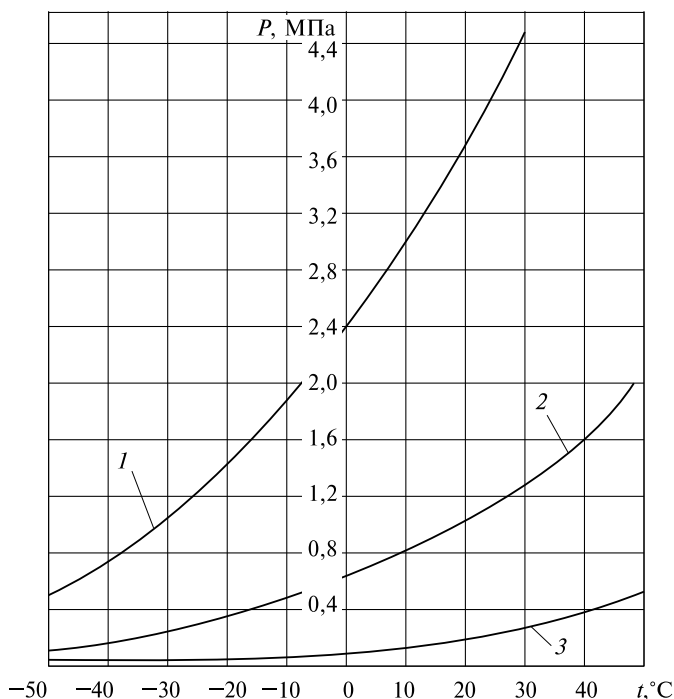


Рис. 2.1. Зависимость давления газовой фазы от температуры основных компонентов ГСН:

1 — этан; 2 — пропан; 3 — нормальный бутан

циальных) давлений углеводородных газов, входящих в состав смеси, пропорционально концентрациям. Свойства сжиженных газов определяются по параметрам отдельных углеводородов, входящих в смесь.

Компоненты ГСН в сжиженном виде имеют большой коэффициент объемного расширения, поэтому во избежание разрушения баллона запрещается заправлять его полностью. Для этого необходимо оставлять так называемую паровую «подушку» (фазу). Степень заполнения (полезная емкость) автомобильных газовых баллонов должна быть в пределах 80...85 %. Арматура автомобильных газовых баллонов имеет специальное устройство, автоматически прекращающее заправку баллона при достижении предельного уровня топлива.

Основные компоненты ГСН — пропан, бутан и этан — имеют большие по сравнению с метаном показатели плотности и тяжелее воздуха (см. табл. 2.1). Таким образом, они, скапливаясь в канавах и на полу рабочих зон автотранспортных предприятий, представляют большую опасность по сравнению с метаном. Метан благода-

ря низкой плотности почти в два раза легче воздуха и в случае утечки устремляется вверх в вентиляционные устройства.

Плотность паровой фазы газа оказывает влияние на массовый заряд газовой среды, поступающей в цилиндры двигателя, а следовательно, и на мощность и топливную экономичность. В зимнее время, когда плотность газовой смеси достигает максимальных значений, двигатель ГБА имеет наилучшие эксплуатационные показатели. Ряд зарубежных конструкций двигателей имеют отключение подогрева впускного коллектора для увеличения плотности заряда.

Все компоненты газообразных топлив первоначально не имеют цвета и запаха, поэтому для обнаружения утечек и обеспечения безопасности при использовании этих видов топлива на автомобилях их одорируют, т.е. придают особый запах.

Анализ теплотехнических свойств топлива и его горючей смеси (теплота сгорания газа и теплотворность горючей смеси) показывает, что все газы превосходят бензин по теплотворной способности, однако в смеси с воздухом их энергетические показатели снижаются и это является одной из причин уменьшения мощности газобаллонных автомобилей на ГСН до 7 % и на КПП до 20 %. Вместе с тем высокие октановые числа газообразных топлив позволяют увеличить степень сжатия газовых двигателей за счет изменения конструкции и поднять показатель мощности. Высокие октановые числа требуют увеличения угла опережения зажигания. Раннее зажигание может привести к перегреву деталей двигателя. В практике эксплуатации наблюдаются случаи прогорания днищ поршня и клапанов при слишком раннем зажигании и работе одновременно на бедных смесях.

Компоненты газового топлива имеют пределы воспламенения, значительно смещенные в сторону бедных смесей, что дает дополнительные возможности повышения топливной экономичности.

Газообразные углеводородные топлива относятся к наиболее чистым в экологическом отношении моторным топливам. Выбросы токсичных веществ с отработавшими газами газобаллонных автомобилей по сравнению с бензиновыми значительно ниже.

Газ сжиженный нефтяной в качестве топлива для автомобилей представляет собой смесь пропана, нормального бутана, изобутана, пропилена, этана, этилена и других углеводородов. Его получают как продукт переработки нефти на нефтеперерабатывающих заводах или при добыче нефти и природного газа в виде отдельной жидкой фракции.

Компонентный состав сжиженного нефтяного газа регламентируется ГОСТ Р 52087—2003 «Газы углеводородные сжиженные топливные».

В качестве автомобильного топлива могут использоваться все марки сжиженного газа (табл. 2.2), кроме технического бутана.

Таблица 2.2

Физико-химические и эксплуатационные показатели сжиженных газов

Наименование показателя	Норма для марки			
	Пропан техниче- ский (ПТ)	Пропан автомо- бильный (ПА)	Пропан- бутан автомо- бильный (ПБА)	Пропан- бутан техниче- ский (ПБТ)
1. Рекомендуемый период года	Зимний (с 01 октября до 01 апреля)		Летний (с 01 апреля до 01 октября)	
2. Климатический район	Умеренный			
3. Массовая доля компонентов, %:	Не нормируется			
сумма метана, этана и эти- лена	75	—	—	Не нор- мируется
сумма пропана и пропилен- на, не менее	—	85±10	50±10	—
в том числе пропана	Не нормируется			
сумма бутанов и бутиленов:	—	—	—	60
не более	—	—	—	—
не менее	—	6	6	—
сумма непредельных угле- водородов, не более	0,7	0,7	1,6	1,6
4. Объемная доля жидкого ос- татка при 20 °С, %, не более	1,6			
5. Давление насыщенных паров, избыточное, МПа, при температуре:	0,16	—	0,07	—
+40 °С, не более	—	0,07	—	—
–20 °С, не менее	0,003			
–30 °С, не менее	0,013	0,01	0,01	0,013
6. Массовая доля сероводо- рода и меркаптановой серы, %, не более	0,003			
в том числе сероводорода, не более	Отсутствие			
7. Содержание свободной воды и щелочи	3			
8. Интенсивность запаха, баллы, не менее				

Примеси в ГСН масла, тяжелых остатков адсорбируются на резинотехнических изделиях газовой аппаратуры, что отрицательно сказывается на надежности ее работы.

Природный топливный компримированный газ получают из природного газа. Запасы природного газа в России значительно превышают запасы нефти и ГСН и составляют около 35 % разведанных мировых запасов.

В настоящее время постановлением правительства регламентировано, что стоимость КППГ не должна превышать 50 % стоимости бензина. Газ поступает на АГНКС по магистральным газопроводам или трубопроводам.

Основные физико-химические свойства газа после очистки и сжатия до давления 20 МПа на АГНКС должны соответствовать ГОСТ 27577–2000 «Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания».

Основные физико-химические свойства КППГ представлены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Физико-химические свойства КППГ

Наименование показателя	Значение
Объемная теплота сгорания низшая, кДж/м ³ , не менее	31800
Относительная плотность по воздуху	0,55 ... 0,70
Расчетное октановое число (по моторному методу), не менее	105
Концентрация сероводорода, г/м ³ , не более	0,02
Масса механических примесей в 1 м ³ , мг, не более	1,0
Суммарная объемная доля негорючих компонентов, %, не более	7,0
Объемная доля кислорода, %, не более	1,0
Концентрация паров воды, мг/м ³ , не более	9,0