

Владимир Золотницкий
Автомобильные газовые топливные системы



Владимир Алексеевич Золотницкий
Автомобильные газовые топливные системы

Предисловие

В мировой практике перевод автомобилей с бензинового или дизельного топлива на газовый энергоноситель – удел экономных людей, тех, кто активно эксплуатирует свой автотранспорт. Затраты на приобретение и на установку газового оборудования окупаются после 25–30 тыс. км пробега, если принимать в расчет только разницу цен на оба вида сжигаемого топлива. Но есть и другие, на первый взгляд незначительные, положительные моменты, которые «добавляют денежки в копилку» бережливого владельца автомобиля, оснащенного газобаллонным устройством.

Например:

- срок службы моторного масла увеличивается на 15–20 %;
- увеличивается межремонтный пробег двигателя;
- снижается токсичность выбросов до уровня стандартов Европейского Союза Евро 2 и даже Евро 3;
- значительно увеличивается срок службы нейтрализаторов выхлопных газов.

Есть выгода и в «мировом масштабе». Использование газового топлива позволяет значительно сократить потребление жидкого нефтяного топлива (бензина, солярки). Запасы нефти не бесконечны. Эксплуатация одного автомобиля, работающего на газовом топливе, обеспечивает высвобождение жидкого моторного топлива от 5 до 10 тонн в год (имеются в виду легковые и малотоннажные автомобили). Кроме того, если сравнивать с бензином, то в газовом варианте за один и тот же временной период работы, направленной на перемещение определенной массы из пункта А в пункт В, при равных сопутствующих условиях в атмосферу будет выброшено в 1,5 раза меньше токсичных веществ.

Существуют, конечно, отрицательные факторы использования газового топлива, но они ни в коей мере не перевешивают преимуществ.

Если вы желаете разобраться в этих вопросах подробнее, а разобравшись, выбрать для своего автомобиля соответствующее газобаллонное оборудование, прочтите эту книгу.

Виды газового топлива

О преимуществе газа, как топлива, перед бензином

Автомобильный парк нашей страны значительно вырос за последние годы и его увеличение продолжается.

Связанный с этим рост потребления жидкого топлива на транспорте сопровождается истощением хорошо освоенных и удобно расположенных нефтяных месторождений, вследствие чего приходится осваивать новые, расположенные в труднодоступных районах. Это, в свою очередь, приводит к удорожанию как сырой нефти, так и получаемых из нее нефтепродуктов.

Между тем страна располагает большими запасами высококачественного моторного топлива, не требующего для использования в двигателях никакой химической переработки. Речь идет о природном газе. Как моторное топливо, природный газ в натуральном виде превосходит нефтяное топливо. При использовании его обеспечиваются высокие технико-экономические показатели в ДВС, так как природный газ имеет хорошие антидетонационные качества, создает благоприятные условия смесеобразования и обладает широкими пределами воспламенения в смеси с воздухом. По-видимому, по этой причине первые ДВС делались для работы именно на газе.

В конце 40-х и начале 50-х годов в СССР было освоено производство газобаллонных автомобилей, использовавших сжатый природный газ. Несколько тысяч таких автомобилей в течение нескольких лет эксплуатировались в Украине и Поволжье – районах, достаточно обеспеченных в то время природным газом.

Однако начальный уровень газоснабжения и относительно малый в то время объем добычи газа не позволили расширить применение газобаллонных автомобилей, а возросшая потребность других отраслей промышленности (например, по производству удобрений), не обеспеченных приростом добычи, привела, в конечном итоге, к прекращению выпуска таких машин и изъятия их из эксплуатации.

В настоящее время положение в корне изменилось. Отдельные магистральные газопроводы давно объединены в Единую Систему Газоснабжения, которая густой сетью покрывает всю европейскую часть России, Среднюю Азию, Приморский край и остров Сахалин. И газификация продолжается бурными темпами.

Таким образом, имеется комплекс факторов – от высоких качеств природного газа, как моторного топлива, до эффективного уровня развития Единой Системы Газоснабжения – определяющих широкие перспективы применения газового топлива на транспорте.

Косвенным подтверждением целесообразности использования природного газа в качестве топлива для ДВС служит широкое использование его в Италии, США, Японии, ФРГ, Канаде, Нидерландах и т. д.

Горючие газы, применяемые в качестве моторного топлива для автомобилей, можно условно разделить на три основных вида по условиям специфики содержания, влияющей на возможность использования на разных классах автомобилей (легковых, грузовых, автобусов):

1. Сжиженные нефтяные газы (СНГ).
2. Компримированные (сжатые) природные газы (КПГ).
3. Сжиженные природные газы (СПГ).

Сжиженные нефтяные газы при нормальных температурах (в диапазоне от -20°C до $+20^{\circ}\text{C}$) и относительно небольших давлениях ($1,0...2,0$ МПа – $10...20$ кгс/см²) находятся в жидком состоянии. Их основные компоненты – этан, пропан, бутан и весьма близкие к ним непредельные углеводороды – этилен, пропилен, бутилен и их изомер. Эти газы получают при добыче и переработке нефти и поэтому их называют сжиженными нефтяными газами (СНГ). Комплект газового оборудования для СНГ вместе с баллоном весит от 40 до 60 кг и вполне

подходит для установки на легковых автомобилях. Объем баллона обеспечивает пробег около 300 км, что вполне соизмеримо с расчетным пробегом 400 км для автомобиля, работающего на бензине.

Компримированные (сжатые) природные газы (КПГ) при нормальных температурах и любых высоких давлениях находятся в газообразном состоянии. К таким газам относятся метан, водород и др. Наибольший интерес для использования в качестве горючего на автомобильном транспорте представляет метан. Он является основной частью добываемых природных газов и составной частью биогаза, получаемого в результате брожения различных канализационных отходов.

Главным недостатком природного газа, как моторного топлива, является очень низкая объемная концентрация энергии. Если теплота сгорания одного литра жидкого топлива равна, примерно, 31 426, то у природного газа при нормальных условиях она равна 33,52–35,62 кДж, т. е. почти в 1000 раз меньше. По этой причине для использования газа в качестве моторного топлива на транспортном средстве его надо предварительно сжать до высоких давлений 20–25 МПа и более и заполнить им специальные баллоны.

Для хранения газа под таким давлением выпускаются баллоны из углеродистых и легированных сталей на давление 15–32 МПа. Каждый баллон в незаполненном состоянии весит более 100 кг. Использование их на легковом автомобиле не рационально, так как их вес соизмерим с возможной полезной нагрузкой.

В связи с этим их используют на грузовых автомобилях и автобусах.

Однако, несмотря на то, что применяемые в современной практике баллоны пока тяжелы, они полностью обеспечивают среднесуточный пробег автомобиля и могут применяться повторно при списании автомобиля. В некоторых отраслях техники, применяются армированные пластмассовые сосуды, которые легче стальных в 4–4,5 раза. В этом случае массовый показатель хранения КПГ, хотя и остается ниже, чем у бензина, но отличается от него на величину, малосущественную в практике. Но они очень дороги.

Сжиженные природные газы (СПГ) имеют такое же происхождение и состав, как и компримированные природные газы. Они получают охлаждением метана до минус 162 °С. Хранятся в теплоизолированных емкостях.

Независимо от качества теплоизоляции газосодержащих емкостей (сосуды Дюара), температура в них повышается, а следовательно, этот способ содержания газового топлива может быть использован при интенсивной эксплуатации транспортного средства и его безгаражном хранении, так как периодически требуется сброс давления, т. е. выпуск порции газа.

При переводе автотранспорта на СПГ его низкую температуру возможно использовать для компенсации потерь мощности или кондиционирования воздуха в салоне автомобиля.

Переоборудование автомобиля для работы на СПГ заключается в установке специальной криогенной емкости, небольшого испарителя, использующего тепло выпускных газов, и монтаже газовой топливной аппаратуры, которая аналогична применяемой на газобаллонных автомобилях при работе на КПГ. Затраты на получение СПГ в 2–3 раза больше, чем на получение КПГ. Поэтому сжиженный природный газ целесообразно применять на автомобилях-рефрижераторах, где он может выполнять дополнительные функции хладагента для холодильников и кондиционеров.

Исходя из вышеизложенного и учитывая, что в книге рассматривается газовое оборудование для легковых и малотоннажных грузовых автомобилей, основное внимание мы уделим двум первым видам газового топлива и устройствам, обеспечивающим их работу на двигателях внутреннего сгорания (ДВС).

Что нам ожидать от газового топлива?

Для ответа на этот вопрос рассмотрим основные физико-химические показатели газовых топлив, а также их влияние на эксплуатационные качества двигателя в сравнении с аналогичными характеристиками бензина.

Познакомим с величинами, их характеризующими.

1 Низшая теплота сгорания (НН, МДж/кг или МДж/м³) характеризует энергетические свойства газа и показывает, какое наименьшее количество теплоты может выделиться при полном сгорании единицы массы или объема.

2 Стехиометрический (массовый или объемный) коэффициент (L₀ кг/кг или м³/м³) характеризует количество воздуха, теоретически необходимого для полного сгорания единицы массы или объема газа.

3 Низшая теплотворность горючей смеси (h_Н МДж/кг или МДж/м³) характеризует содержание тепловой энергии в единице массы и объема горючей смеси стехиометрического состава.

Названные показатели связаны между собой соотношением:

$$h_n = \frac{H_n}{1 + L_0}$$

4. Плотность (Р, кг/м³) представляет собой массу, заключенную в единице объема газа в жидкой или газообразной его фазе при определенных внешних условиях (температуре и давлении).

5. Октановое число (ОЧ) характеризует антидетонационные свойства газа и служит критерием для установления допустимой степени сжатия двигателя. ОЧ газовых топлив лежит в пределах 70-110. Чем выше ОЧ газа, тем он менее склонен к детонационному сгоранию и тем выше допустимая степень сжатия двигателя и, следовательно, его экономичность.

6. Цетановое число (ЦТ) характеризует воспламеняемость газа: чем оно ниже, тем хуже происходит воспламенение газа и, следовательно, ухудшаются пусковые свойства двигателя на этом газе.

Октановое и цетановое числа связаны между собой линейной зависимостью: чем выше ОЧ, тем ниже ЦТ.

7. Пределы воспламеняемости газа характеризуют граничные значения содержания газа (в процентах по объему) в воздухе, при которых еще возможно воспламенение горючей смеси. На воспламеняемость газовой смеси оказывают влияние температура, давление и ее турбулентность (завихрение газовых потоков). Переобедненные и переобогащенные газовые смеси не воспламеняются.

Знание этих пределов важно как для организации рабочего процесса и регулирования топливоподачи в двигателях, так и для определения взрыво- и пожаробезопасности концентраций и соответствующего обустройства помещений для хранения и технического обслуживания автомобилей.

8. Критическая температура (Т_{кр}) – температура, при которой плотности жидкости и ее насыщенного пара становятся равными и граница раздела между ними исчезает.

9. Давление насыщенных паров (Р_{кр}) при критической температуре называется критическим давлением.

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

Знание критической температуры очень важно для оценки газовых топлив и их классификации.

Рассмотрим таблицу с точки зрения сравнения физико-химических показателей газа и бензина как топлив для ДВС.

Таблица 1. Физико-химические показатели основных углеводородных газов, входящих в состав газовых топлив

Показатель	Метан	Состав СНГ				Бензин (для сравнения)
		Этан	Пропан	Бутан (норм.)	Пентан (норм.)	
Химическая формула	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	Смесь
Молекулярная масса, кг/моль	16,0	30,0	44,0	58,0	72,0	114,0
Плотность газовой фазы при нормальных условиях (0 °С, 760 мм рт. ст.), кг/м ³	0,717	1,356	2,019	2,703	3,22	–
Относительная плотность газовой фазы (по воздуху)	0,554	1,048	1,562	2,091	2,488	–
Плотность жидкости (при 15 °С, 760 мм рт. ст.), кг/м ³	–	446	509	582	625	720–740
Критическая температура, °С	–82,1	32,3	96,8	152,0	196,0	–
Низшая теплота сгорания: объемная, МДж/м ³ массовая, МДж/кг	33,7 48,7	60,0 47,0	85,5 45,7	111,5 45,4	137,5 45,1	– 43,9
Стехиометрический коэффициент, % объемный, м ³ /м ³ массовый, кг/кг	9,52 17,2	16,7 16,05	23,9 15,7	30,95 15,35	38,1 15,3	– 14,5
Низшая теплотворность газозоудшной смеси (α = 1,0), МДж/м ³	3,22	3,40	3,46	3,41	3,52	–
Октановое число (по моторному методу)	110	108	105	94	70	72–84
Цетановое число	10	–	16	25	30	–
Температура воспламенения (при нормальном атмосферном давлении), °С	640–680	508–605	510–580	475–550	475–510	270–330

Показатель	Метан	Состав СНГ				Бензин (для сравнения)
		Этан	Пропан	Бутан (норм.)	Пентан (норм.)	
Пределы воспламенения, %: нижний верхний	5,0 14,0	3,2 12,5	2,4 9,5	1,9 8,5	1,4 8,0	1,5 6,0
Коэффициент избытка воздуха (α), соответствующий нижнему ($b_{\max}$) и верхнему ($b_{\min}$) пределу воспламеняемости:						
$b_{\max}$	2,0	1,82	1,70	1,67	1,84	1,18
$b_{\min}$	0,65	0,42	0,40	0,35	0,30	0,29

* Расшифровка показателей и таблица 1 взяты из справочника «Газобаллонные автомобили», авторы А. И. Морев, В. Н. Ерохов, Б. А. Бекетов и др. – М.: «Транспорт», 1992.

Первый показатель в таблице – химическая формула. Метан и сжиженный нефтяной газ, в состав которого входят этан, пропан, бутан и пентан, ни в своем составе, ни в примесях не имеют свинца, что делает выхлоп при их сгорании экологически более чистым, чем у бензина.

Молекулярная масса у газов ниже, чем у бензина, следовательно, наполнение цилиндров горючей смесью, при прочих равных условиях, будет ниже, чем у бензина. Это минус, так как ведет к снижению мощности ДВС.

Относительная плотность газовой фазы по воздуху – величина, необходимая для расчета механизмов смесеобразования рабочего тела (газовоздушной смеси) и непосредственно не характеризует преимущества, или недостатки газового топлива перед бензином, но говорит о том, что при утечке метан будет уходить вверх, а СНГ будет скапливаться внизу.

Плотность жидкости – характеризует объем сосуда для хранения жидкой фазы топлива. Мы видим, что для одной и той же массы для бензина нужен объем меньше, чем для газа. Это – минус.

Критическая температура. Углеводородные газы, имеющие критическую температуру значительно выше обычных температур окружающей среды (например, у пропана 96,8 °С, а у бутана – 152,0 °С), легко сжижаются и хранятся в сжиженном состоянии при относительно небольшом давлении. Они хранятся в достаточно легких емкостях, позволяющих их использовать для питания двигателей легковых и малотоннажных грузовых автомобилей.

А метан, у которого критическая температура значительно ниже (минус 82,1 °С), будет при любом давлении в газообразном состоянии, и для его использования в качестве газового топлива его содержат в баллонах под давлением 20 МПа.

Низшая теплота сгорания у всех газов больше, чем у бензина. Это является преимуществом газового топлива и компенсирует пониженное наполнение цилиндров из-за малой относительной плотности газа.

Стехиометрический коэффициент у газов выше, чем у бензина.

Октановое число у газа значительно выше, чем у бензина. Это большое преимущество газа, позволяющее избавить двигатель от детонации, увеличить его мощность за счет увеличения степени сжатия и снизить расход топлива.

Температура воспламенения. Не в пользу газа. Это ухудшит пусковые качества двигателя.

Пределы воспламеняемости и коэффициент избытка воздуха в пользу газового топлива. Они говорят о том, что пределы регулирования ДВС на газовом топливе шире, чем

на бензиновом.

На основе рассмотренных физико-химических свойств газовых топлив можно утверждать, что они безусловно превосходят бензиновые по следующим параметрам:

- позволяют добиваться более высоких мощностных и топливно-экономических показателей, чем у аналогичных по способу организации рабочего процесса бензиновых двигателей. Специально сконструированные газовые двигатели по удельным показателям мощности превосходят бензиновые, а по топливной экономичности близки к дизельным;

- по экологическим показателям выхлопа значительно превосходят бензины.

Очень ярким доказательством преимущества применения газового топлива перед бензиновым является опыт работы в этом направлении в газовой промышленности. Вот как оценивают опыт применения газового топлива в книге «Природный газ как моторное топливо на транспорте» (издательство «Недра», 1986 год) авторы Ф. Г. Гайнуллин, А. И. Грищенко, Ю. Н. Васильев, Л. С. Золотаревский.

«Обобщение и анализ многолетнего опыта эксплуатации газовых двигателей на различных объектах газовой промышленности, выполненные ВНИИГАЗом, свидетельствуют о том, что при переходе с жидкого топлива на газообразное срок службы двигателя до капитального ремонта возрастает в 1,5 раза, а сроки смены масла увеличиваются в 2 раза...

Достаточно отметить, что коэффициент полезного действия газовых двигателей достигает 38–40 % в широком диапазоне режимов. Для сравнения укажем, что у бензинового двигателя составляет лишь 30–35 % и только на наиболее экономичных режимах работы...

Особенно усложнено приготовление смеси для бензиновых двигателей при низких температурах атмосферного воздуха вследствие того, что бензин в этих условиях плохо испаряется. При газовом топливе приготовление равномерной смеси не вызывает труда...

Отмечается, что токсичность выпускных газов при работе на природном газе на 90 % ниже токсичности выпускаемых газов бензиновых двигателей...

Перевод двигателей на КПП вместо бензина обеспечил снижение содержания в выпускных газах окиси углерода с 1,3 до 0,13 %, углеводородов с 221 до 88 млн. долей, а окислов и соединений азота с 1000 и более до 100–200 млн. долей. Помимо улучшения экологии использование КПП в автомобильных двигателях увеличивает срок службы свечей до 85 тыс. км... нет испарения топлива, не образуются паровоздушные пробки в топливоподающей системе, обеспечиваются: устойчивая работа на холостом ходу, хорошая приемистость и пожаробезопасность.

В настоящее время в всем мире эксплуатируется свыше 400 тыс. газобаллонных автомобилей, работающих на КПП. Самое большое число газобаллонных автомобилей на КПП, в основном легковых (270 тыс. шт.), эксплуатируется уже несколько десятков лет в Италии...

По данным фирмы «Ford» (США), мощность автомобильного двигателя, работающего на СПГ после 55 тыс. миль пробега, была на 10 % выше, чем аналогичного, работавшего на бензине (соответственно 74 и 66 кВт), а содержание окиси углерода в отработавших газах двигателей на СПГ было в 5 раз ниже (соответственно 0,21 и 1,2 %). Аналогичные результаты показывают также и другие фирмы...».

Естественно, сразу же возникает вопрос: «А почему же мы до сих пор не перешли все на газовое топливо для автомобилей?»

Это связано, в первую очередь, со сложностью создания резервов топлива. Как отмечалось выше, только сейчас размах газификации нашей страны принял такие размеры, которые могут позволить создать необходимую сеть газозаправочных станций для автомобилей.

Система хранения необходимых для бесперебойной работы транспорта запасов газа оказывается чрезвычайно громоздкой и требует значительных капитальных вложений. Достаточно сказать, что стоимость емкостей для хранения часового запаса сжатого газа в несколько раз превышает стоимость компрессора такой же часовой производительности.

Стоимость емкостей для длительного хранения сжиженного газа оказывается еще выше вследствие применения дорогостоящих материалов.

И сейчас при определении рентабельности, а то и смысла перехода на газовое оборудование, необходимо учитывать наличие газозаправочных станций в регионах использования автомобиля.

Применение двухтопливных двигателей, способных одинаково надежно работать как на газовом, так и на жидком топливе, частично решает эту проблему. Такие двигатели могут работать как на бензине, так и на газе, или на дизельном топливе и на газе. Но это накладывает свой отпечаток на использование свойств газа, как топлива для двигателей внутреннего сгорания, лишая возможности полной реализации его серьезных преимуществ, таких, как повышение мощности и улучшение топливной экономичности за счет увеличения степени сжатия.

Для полного использования преимуществ газового топлива перед бензинами необходимо конструировать двигатели специально под газовое топливо, что требует серьезной перестройки автомобильной промышленности.

Необходимо создать легкие, высокопрочные и дешевые баллоны для содержания газового топлива в количестве, которое обеспечивает межзаправочный пробег для автомобиля не менее 400 км при минимальных размере и весе.

Это – перспективы.

Сегодня многие регионы обладают достаточной сетью газовых заправок для нормальной эксплуатации автомобилей, использующих газовое топливо.

Созданы различные модели качественного оборудования для перевода двигателей автомобилей в двухтопливные и на практике доказан положительный эффект использования газового топлива для ДВС автомобилей, заключающийся в более полном сгорании газозоудшной смеси, благодаря чему улучшаются условия смазки трущейся пары гильза – поршневые кольца, так как газовое топливо не смывает масло со стеной гильзы. Поэтому же уменьшается нагарообразование в головке блока и на поршнях. Масло можно менять значительно реже, так как оно не разжижается и меньше загрязняется. Расход масла на угар при этом снижается до 15 %. Межремонтный пробег газового двигателя более продолжительный по сравнению с бензиновым. На газовом двигателе увеличивается срок службы свечей зажигания.

Применение газового топлива заметно снижает суммарную токсичность отработавших газов (выхлопа) – окиси углерода CO, двуокиси азота NO₂, углеводородов CH. Вредных соединений свинца в отработанном газовом топливе вовсе не существует.

Дымность выхлопа в режиме свободного ускорения при работе на газовом топливе в 3 раза ниже, чем при работе на бензине. При правильно выбранном режиме работы двигателя снижается и уровень шума, что особенно важно в условиях города. И, наконец, стоимость требуемого газового топлива ниже стоимости бензина на величину, позволяющую окупить затраты на приобретение и установку газового оборудования за 25–30 тыс. км пробега с учетом его большего расхода на единицу пути.

Опровержение доводов противников газового топлива

У многих автомобилистов, да и у некоторых работников государственного общественного транспорта бытует мнение, что выбрасываемый в воздух газ особо опасен для здоровья. Но опасаться этого не стоит. Паровая фаза сжиженного газа менее токсична, чем пары бензина, а специфический его запах – это результат одозорации (добавления небольшого количества газообразного вещества с сильным запахом – этилмеркаптана).

Существует также мнение, что велика вероятность взрыва газового баллона. Автомобилист, прежде чем решиться перевести свой автомобиль на газовое топливо, обычно задумывается: не грозит ли этот переход высокой пожаро- и взрывоопасностью?

Опыт эксплуатации газобаллонных автомобилей, как у нас, так и за рубежом, показывает, что автомобили, работающие на газе, менее пожаро- и взрывоопасны, чем бензиновые. В любом случае газ или пары бензина могут взорваться только в смеси с воздухом при определенной концентрации в единице объема, что исключено, в связи с невозможностью присутствия воздуха в газовом баллоне.

В среде транспортников-консерваторов сформировалась своеобразная установка на неприятие газа. Они все еще мыслят старыми категориями, не могут преодолеть психологического барьера, да и решительности подчас не хватает. Сознание автомобильных консерваторов, образно говоря, насквозь пропитано парами бензина.

Попробуем аргументированно опровергнуть доводы противников применения газовых установок.

1. Неприятный запах в салоне. В местах соединения трубопроводов часто происходит утечка газа. Ежедневная проверка герметичности системы отнимает много времени и практически произвести полную проверку оборудования методом омыления очень трудно.

Утечка газа возможна, если не уделять должного внимания установленной на автомобиле системе. Но ведь и прочие энергетические системы требуют внимания. И если такое случилось – запах газа в салоне, а автомобилист сам не может его устранить, то всегда можно обратиться за помощью в специализированный пункт проверки.

Что же касается современных газобаллонных систем, изготовленных из высококачественных материалов и по авиационным технологиям (например, отечественные системы «САГА-6» и «САГА-7»), то они обеспечивают достаточно высокую надежность.

Запах газа может ощущаться только при заправке автомобиля на газораздаточной станции, да и то в момент отключения наконечника заправочного шланга. В автомобиле взрывоопасная концентрация смеси возникнуть не может. Осторожность надо проявлять на стоянках. Бесспорно, газ опасен, но если водитель почувствовал специфичный запах, то он должен остановить машину, закрутить вентили на баллоне и спокойно продолжать путь на бензине, а по прибытии на место ремонта устранить неисправность.

Утечку же бензина можно не почувствовать. А причиной его возгорания может стать подтекающая канистра.

Газ же позволяет отказаться от перевозки канистр с бензином, и этот фактор также говорит в пользу газобаллонного оборудования.

А вот владельцы хэтчбеков и универсалов вместо «съедающей» площадь канистры с бензином могут воспользоваться газовым баллоном тороидальной формы, который без труда устанавливается на место запаски.

2. Процесс горения в двигателе затянута из-за неполного сгорания газа. Снижаются динамические характеристики автомобиля. В карбюраторе при работе на газе поплавков из-за отсутствия бензина ударяется о дно камеры, и в нем может образоваться трещина, через которую при смене топлива в него проникает бензин. Да и сам карбюратор повреждается.

Мнение о неполном сгорании газа в цилиндрах двигателя ошибочно. Газовые топлива, используемые в автомобильных двигателях, имеют меньшие, чем жидкие топлива, скорости сгорания, но более широкие пределы воспламеняемости, поэтому этот незначительный недостаток легко компенсируют увеличением угла опережения зажигания.

Теперь о поплавке. О возможности появления в нем трещины. Да, это нежелательное явление иногда встречается на автомобилях «Волга», но его возникновение можно легко предупредить, поместив на дно поплавковой камеры пластинку сепаратора от старого аккумулятора, вырезанную по его (дна) конфигурации. Поплавки же карбюраторов «Жигулей» и иномарок не разрушаются, и необходимость в подобной защите поплавка отпадает.

Случаи разрушения карбюратора крайне редки, о чем свидетельствует практика. Раз в месяц рекомендуется смазывать WD-40 в блоке дроссельных заслонок оси, так как при

работе на газе эти оси не омываются бензином. Если их не смазывать, то они быстрее изнашиваются. Сейчас на многих модификациях карбюраторов оси дроссельных заслонок устанавливают на подшипниках скольжения, которые не требуют смазки. Для промывки каналов карбюратора пускать и прогревать двигатель следует на бензине.

В общем, как сказал классик: «Есть многое на свете, друг Гораций, что и не снилось нашим мудрецам» При ремонте «газового» двигателя не бывает лопнувших поршневых колец и перемычек. Октановое число 95–110 дает возможность избежать детонации даже на двигателях со степенью сжатия 10–12. Однако двигатели отечественных машин имеют степень сжатия только 8,2–9,5, из-за чего температура сгорания газозооушной смеси ниже, чем бензозооушной. К тому же в двигателе, работающем на газе, не происходит дополнительного охлаждения деталей в камере сгорания от испарения капелек бензина. В результате повышается теплонапряженность выпускных клапанов и их седел. Отсюда следует, что некоторое увеличение (на 3–5°) угла опережения зажигания будет весьма оправдано, только придется чаще проверять его. Не лишним будет увеличить на 0,05–0,07 тепловые зазоры клапанов.

Расход газа, на 12 % превышающий расход бензина, – результат сгорания при низкой температуре и недостаточном наполнении цилиндров рабочей смесью. При этом мощность двигателя немного снижается, хотя скорость движения остается практически без изменений.

Но так ли уж важны вам высокие скорости? Ведь далеко не все дороги, избороздившие просторы нашей страны, дают возможность автомобилю разогнаться до больших скоростей. К сожалению, качество российских дорог все еще оставляет желать лучшего.

3. У автомобилей, оснащенных газобаллонным оборудованием, большой расход топлива. Сегодня много «прожорливых» автомобилей. Это особенно чувствуется сейчас, в условиях сильного роста цен на бензин. Ездить на автомобиле стало накладно. Но есть выход из положения – перевести автомобиль на газ. Даже при расходе, превышающем расход жидкого топлива на 12 %, финансовые затраты на использование газового топлива остаются меньше. Ниже приведен расчет затрат на топливо в городе при езде со скоростью 30–50 км/ч.

Расход топлива на 1 км	
Бензин	Газ
$Z_{г(б)} = 0,01 НЦ$, где: Z – затраты, руб. H – норматив на 100 км, $Ц^*$ – цена топлива, руб.	
$H = 9,1 \text{ л}$	$H = 12,6 \text{ л}$
$Ц = 17,30 \text{ руб.}$ $Z_б = 0,01 \times 9,1 \times 17,30$ $Z_б = 1,57 \text{ руб.}$	$Ц = 9,40 \text{ руб.}$ $Z_г = 0,01 \times 12,6 \times 9,40$ $Z_г = 1,18 \text{ руб.}$
* Цены приведены на февраль 2006 г.	

Экономия стоимости топлива $\mathcal{E}$ на 1 км пути:

$$\mathcal{E} = Z_б - Z_г = 1,57 - 1,18 = 0,39 \text{ руб.}$$

Сумма экономии на 100 км:

$$0,39 \times 100 = 39 \text{ руб.}$$

При годовом пробеге 17 000 км:

$$17\,000 : 100 \times 39 = 6630 \text{ руб.}$$

При таких показателях стоимость газового оборудования окупается в пределах 25–30 тыс. км пробега.

Этот ряд преимуществ использования сжиженного газа в качестве топлива можно продолжить, отметив, в частности, величайшую косвенную заслугу газа – он сберегает более дорогое жидкое топливо.

Вряд ли можно оспорить такой плюс газификации для общественного автотранспорта, как экономия жидкого топлива. Экономия бензина особенно существенна там, где велик его расход. У грузовиков и автобусов, например, расход жидкого топлива в несколько раз больше, чем у легковых автомобилей. А потому так важно в целях экономии перевести эти виды транспорта на газ.

4. Уровень СО в отработавших газах у автомобилей с газобаллонным оборудованием выше, чем у автомобилей, работающих на бензине.

В действительности же при работе автомобиля на газовом топливе содержание в отработавших газах продуктов сгорания (СО и СН) заметно уменьшается, и, благодаря более низкой температуре рабочего цикла, несколько уменьшается и содержание NOx.

Содержание вредных веществ в отработавших газах автомобиля, работающего на газовом топливе, меньше, чем на бензиновом: СО – в 2–4 раза, NOx в 1,2–2,0 раза и СН – в 1,1–1,4 раза.

Таким образом, использование на автомобилях газового топлива обеспечивает выполнение существующих и перспективных международных норм токсичности (Евро-2, Евро-3 и Евро-4).

Взвесив все «ЗА» и «ПРОТИВ», можно заключить, что улучшить создавшееся положение в определенной степени помогает перевод автомобиля на газовое топливо.

Основные свойства сжиженного нефтяного газа (СНГ)

Одним из наиболее важных свойств пропана и бутана, отличающих их от других видов автомобильного газового топлива, является наличие паровой фазы над зеркалом жидкой фазы. Это свойство позволяет поддерживать давление в баллоне. В процессе наполнения баллона первые порции сжиженного газа быстро испаряются и заполняют весь его объем.

В качестве примера рассмотрим рис. 1.

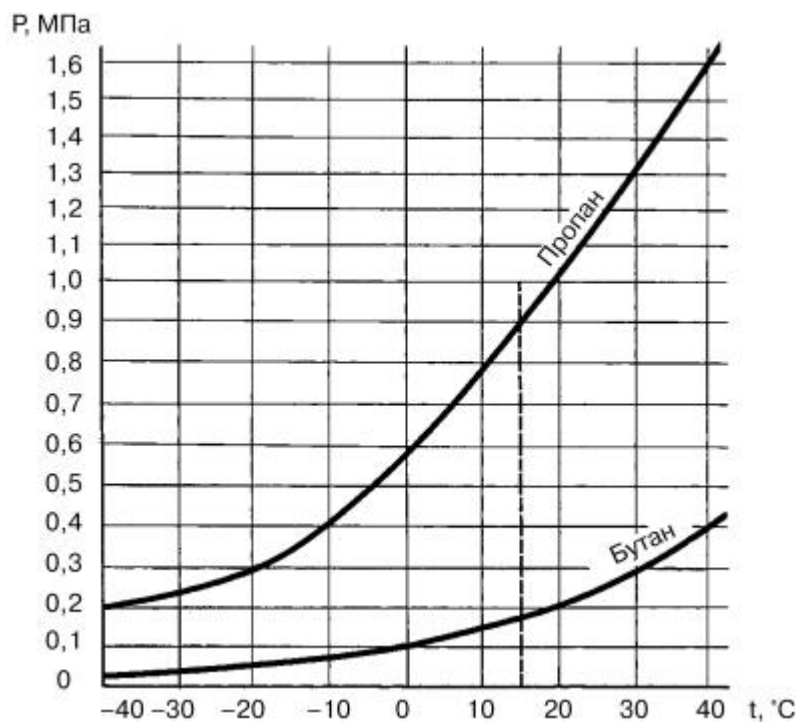


Рис. 1. Зависимость давления насыщенных паров пропана и бутана от температуры.

Давление насыщенного пара бутана составляет 0,1 МПа (1 кгс/см²) при 0 °C и 0,17 МПа (1,7 кгс/см²) при 15 °C, а давление насыщенного пара пропана при этой же температуре – соответственно 0,59 и 0,9 МПа. Это означает, что при изменении пропорции состава газа

давление последнего изменяется.

С увеличением температуры растет давление, что приводит к значительному изменению объема газа, находящегося в жидком состоянии. Следовательно, если сжиженный газ полностью заполняет баллон и температура продолжает увеличиваться, то внутреннее давление, быстро увеличиваясь, приводит к разрушению баллона.

Поэтому никогда не заполняйте баллон жидкой фазой сжиженного газа полностью. Обязательно оставляйте паровую подушку, объем которой должен составлять 15–20 % от геометрической емкости баллона.

Облегчает выполнение этого требования, о чем будет сказано ниже, многофункциональный прибор – мультиклапан, входящий в состав измерительной и предохранительной арматуры и установленный на обечайке баллона. Это устройство строго следит за заполнением баллона сжиженным газом. Он обязательно сработает при заправке на АЗС и автоматически отключит подачу газа в баллон, когда объем заправляемого сжиженного газа достигнет 80–85 % от общей емкости баллона, и обеспечит пространство (незаполненный объем) для компенсации теплового расширения жидкой фазы за счет объема насыщенного пара, давление которого зависит от температуры окружающей среды.

В условиях холодного климата (или зимы) в газовом топливе (смеси пропана и бутана) должен преобладать пропан для лучшей испаряемости смеси. Пропан перестает переходить в газовую фазу и остается в жидком состоянии при температуре ниже $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$, для бутана эта температура равна $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Изменение давления насыщенных паров P смеси пропана и бутана в зависимости от температуры в баллоне показано на рис. 2. Верхняя кривая на рисунке показывает процентное содержание пропана и бутана в общем объеме сжиженного газа, используемого в зимнее время года, нижняя – то же соотношение для летней поры.

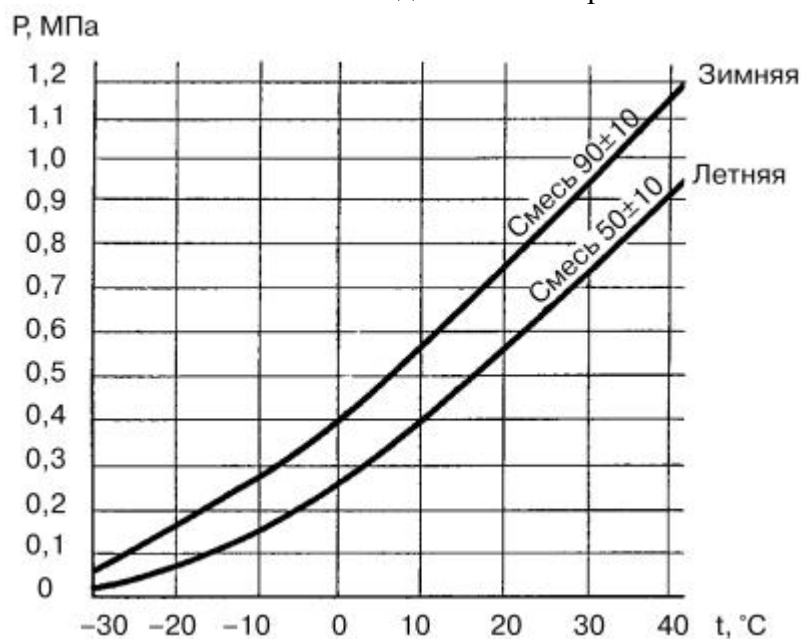


Рис. 2. Зависимость давления насыщенных паров смеси пропана и бутана от температуры.

Поскольку в двигатель сжиженный газ поступает в газообразном состоянии, то по сравнению с бензином несколько уменьшается наполнение им цилиндров. Таким образом, при работе двигателя на газе его мощность немного снижается. Если мощность двигателя, работающего на бензине, принять за 100 %, то мощность двигателя, работающего на газе, будет примерно равна 93 %, что приводит к снижению максимальной скорости примерно на 4 %. Однако ранней установкой угла опережения зажигания до ВМТ на $3\text{--}5^{\circ}$ этот недостаток частично устраняется. Большой разницы в условиях эксплуатации автомобиля, работающего на газе или на бензине, не ощущается.

Основные свойства природного газа – метана (КПГ)

Сжатый природный газ (метан) легче воздуха в 1,6 раза и при утечке моментально улетучивается, тогда как газ сжиженный нефтяной тяжелее воздуха в 1,5–2 раза и при утечке накапливается в помещениях, образуя с воздухом взрывоопасную смесь.

Нижний предел воспламенения сжатого природного газа в смеси с воздухом – 5 % от объема, в то время как у пропана он составляет 2,4 %, у бутана – 1,8 % (см. табл. 1). Таким образом, сжатый природный газ менее взрывоопасен: чтобы он «спровоцировал» взрыв, его должно накопиться в 2,5 раза больше, чем газа сжиженного нефтяного. В связи с этим предусмотрены соответствующие меры безопасности, исключающие возможность взрыва сжатого газа: разработана новая конструкция баллонов, в которых он содержится в автомобиле; баллоны эти более прочные и имеют резервную предохранительную мембрану (по температуре).

Еще одно преимущество: при работе на компримированном (сжатом) природном газе не нужно периодически сливать из редуктора маслянистый конденсат, имеющий крайне неприятный запах. Конденсат здесь просто не образуется. Кроме того, в отработавших газах автомобиля при применении сжатого природного газа содержание СН значительно уменьшается – на 25 % относительно отработавших газов сжиженного нефтяного топлива. Большую часть выбросов составляют безвредные водяные пары.

Комплектующие устройства газобаллонного оборудования

Газовую топливную аппаратуру можно устанавливать на любой модели легковых автомобилей отечественного и иностранного производства, оснащенных карбюраторными двигателями или двигателями с системой впрыска топлива и электронным управлением, если конструкция позволяет разместить в багажнике цилиндрический или тороидальный баллон с газом.

Конструктивные решения комплектующих устройств газобаллонной аппаратуры (ГБА) отличаются большим разнообразием в зависимости от типов двигателей, для которых они предназначены, и от заводов-изготовителей, их производящих.

Газовое оборудование автомобиля размещают в трех местах: в моторном отсеке, салоне и багажном отсеке.

В моторном отсеке автомобиля устанавливают:

- редуктор-испаритель газа;
- смеситель;
- электромагнитный газовый клапан;
- электромагнитный бензиновый клапан.

В салоне на приборной панели устанавливают:

- переключатель видов топлива «Газ – Бензин» с блоком индикации режимов «Газ – Бензин» и количества топлива в газовом баллоне;
- предохранитель.

В багажном отсеке устанавливают:

- газовый баллон с запорно-предохранительной арматурой;
- выносное заправочное устройство.

Примечание. На некоторых моделях систем газобаллонной аппаратуры устанавливают дозирующее устройство, предназначенное для подачи определенного количества газа, соответствующего режиму работы двигателя, кроме холостого хода, а также вилку-тройник с регулирующим винтом (или винтами).

ГАЗОВЫЙ БАЛЛОН – стальной резервуар, предназначенный для хранения

сжиженного нефтяного газа при температуре от -40° до $+45^{\circ}\text{C}$. На легковом автомобиле он крепится в багажном отделении или в нише для запасного колеса, а на малотоннажных автомобилях – на раме. Газовый баллон имеет цилиндрическую или тороидальную форму (рис. 3). Различные объемы и геометрические размеры позволяют выбрать оптимальный вариант размещения баллона в багажнике автомобиля. Баллон снабжен вентиляционной коробкой с герметически закрывающейся крышкой. Под крышкой расположены заправочный и расходный вентили, шкала со стрелкой, показывающей уровень газа в баллоне, заправочная чашка (в конструкции «САГА-6» предусмотрен только один расходно-наполнительный вентиль, который всегда находится в открытом положении, датчик дистанционного контроля, определяющий количество газа в баллоне и выносная заправочная горловина).



Рис. 3. Баллоны.

В некоторых конструкциях для заправки газового баллона необходимо:

- открыть крышку вентиляционной коробки;
- закрыть расходный вентиль;
- ввернуть в заправочную чашку переходник;
- подключить к переходнику заправочный пистолет;
- открыть заправочный вентиль на газовом баллоне;
- открыть кран заправочного пистолета.

После того, как баллон на 80–85 % заполнится газом (в баллоне срабатывает отсекающий клапан, при этом слышен характерный щелчок), указанные операции производятся в обратном порядке (закрыть кран пистолета; закрыть заправочный вентиль на баллоне; снять пистолет, выкрутить переходник; открыть расходный вентиль; закрыть крышку вентиляционной коробки).

В дальнейшем, если автомобиль хранится вне закрытых помещений (уличное хранение), расходный вентиль можно не закрывать.

БЛОК ЗАПОРНО-КОНТРОЛЬНОЙ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ (рис. 4) устанавливается на унифицированном фланце газового баллона с использованием прокладки, обеспечивающей герметичность соединения. Он является приемным устройством при заполнении баллона сжиженным нефтяным газом и обеспечивает подачу последнего в магистраль газопровода. Блок включает в себя входной штуцер и заправочный вентиль с обратным клапаном, расходный штуцер и расходные вентили жидкой и паровой фаз,

ограничительный механизм уровня заправки баллона (мультиклапан). Блок закрыт герметичным кожухом, надежно отделяющим его содержимое от внутреннего объема автомобиля. Вентиляция внутреннего пространства кожуха осуществляется через дренажную трубку, выведенную за пределы кузова автомобиля.

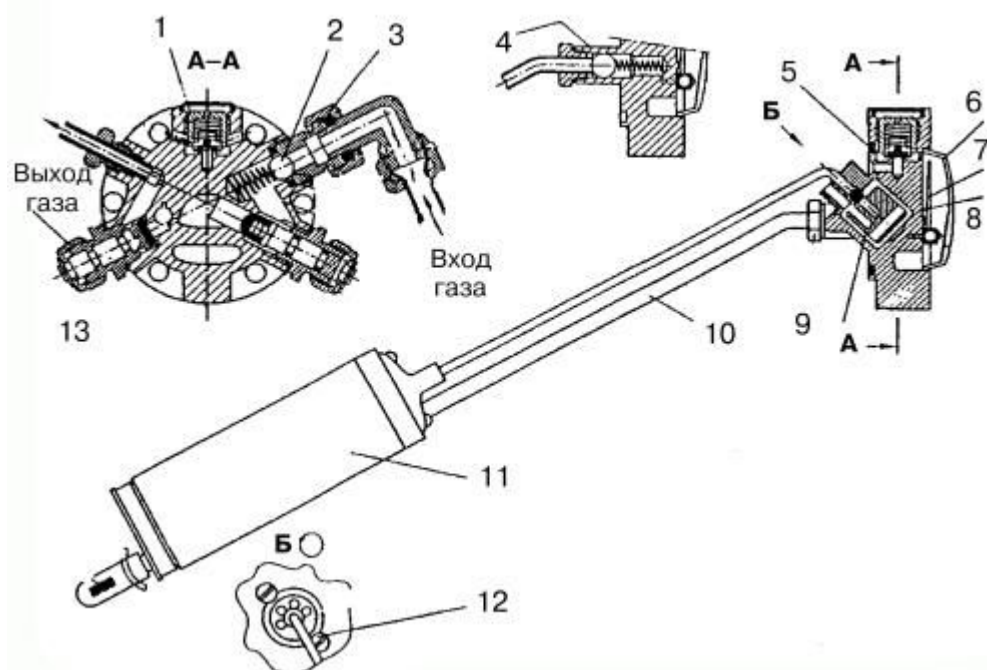


Рис. 4. Блок запорно-контрольной и предохранительной арматуры: 1 – предохранительный клапан; 2 – шарик; 3 – заправочный вентиль; 4 – скоростной клапан; 5 – прокладка; 6 – прозрачная крышка; 7 – контрольная стрелка; 8 – шкала; 9 – автоматический клапан; 10 – трубка забора газа; 11 – поплавок; 12 – регулировочный винт; 13 – расходный вентиль.

Сжиженным газом баллон заправляют через заправочный вентиль (3). Газ поступает в баллон, преодолевая усилия шарика (2), находящегося под действием пружины.

Баллон наполняется газом, и поплавок (11) поднимается. Автоматический клапан (9) отсекает поступление газа в баллон. Шарик (2) перекрывает обратный выход газа из баллона. Из баллона газ поступает в магистраль по трубке забора газа (10), отжимая шарик скоростного клапана (4) через расходный вентиль (13).

В обычных условиях работы расходный и заправочный вентили находятся в открытом положении. Их закрывают при постановке автомобиля на длительную стоянку, в случае утечки газа, а также при неисправностях, техническом обслуживании и ремонте газовой аппаратуры.

В случае нагрева баллона свыше 45 °С открывается предохранительный клапан (1), чтобы понизить давление газа. Контрольная стрелка (7) по шкале (8) указывает количество газа в баллоне. Указатель уровня топлива может выводиться на переключатель вида топлива в салон автомобиля. Стрелка приводится в действие магнитом, вмонтированным в мультиклапан (9). Она вместе со шкалой защищена прозрачной крышкой (6). Максимально допустимый объем заправляемого газа предварительно устанавливается винтами (12).

Оригинальные конструктивные решения блока запорно-контрольной и предохранительной арматуры, повышающие его надежность, применила научно-производственная фирма «САГА».

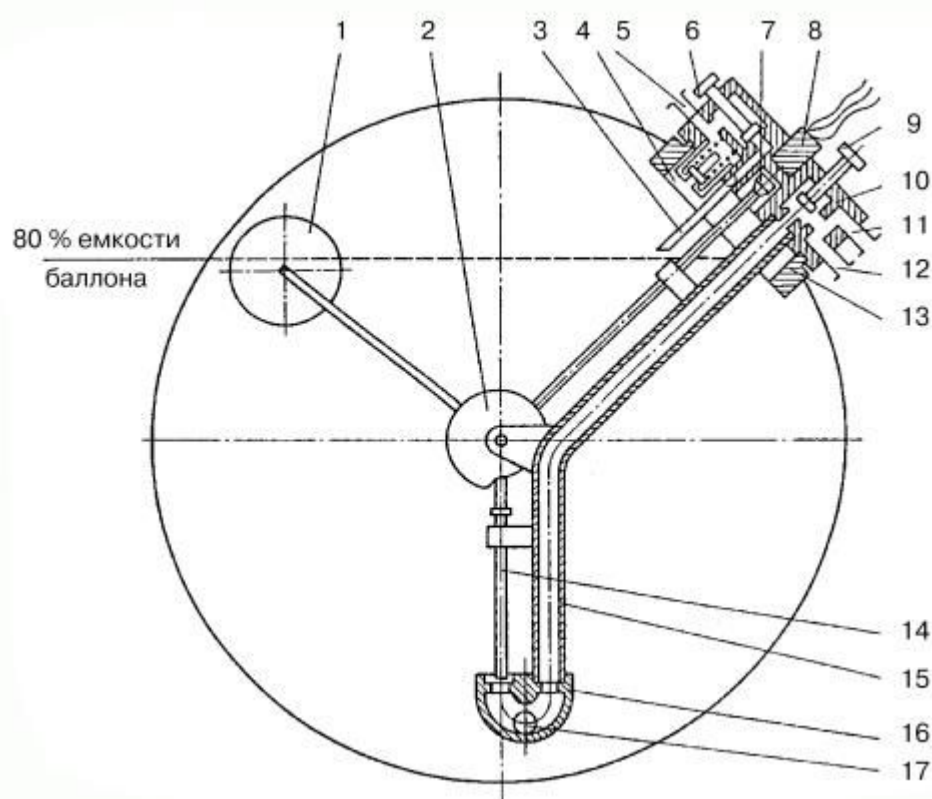


Рис. 5. Блок запорно-контрольной и предохранительной арматуры «САГА-6»: 1 – поплавок; 2 – кулачок; 3 – трубка; 4 – предохранительный клапан; 5 – дренажный штуцер; 6 – дренажный вентиль; 7 – шток с магнитом; 8 – датчик уровня газа; 9 – расходно-заправочный вентиль; 10 – корпус блока арматуры; 11 – заправочный штуцер; 12 – выходной штуцер; 13 – фланец газового баллона; 14 – шток рабочего клапана; 15 – трубопровод; 16 – корпус рабочего и ограничительного клапанов; 17 – шарик клапана.

Баллон оборудован унифицированной расходно-наполнительной и контрольно-предохранительной арматурой (рис. 5), которая включает в себя следующие элементы:

- заправочно-расходный блок с одним вентилем (9);
- датчик (8) уровня газа в баллоне;
- автоматическое устройство, ограничивающее наполнение баллона до 80 % его объема. Оно снабжено поплавком (1), штоком (14) рабочего клапана, кулачком (2). Запорный элемент устройства, находящийся в корпусе (16) рабочего и ограничительного клапанов, обеспечивает в закрытом состоянии скорость наполнения не выше 1 л/мин;
- устройство, позволяющее стравливать (выпускать) из баллона паровую фазу газа. Конец трубки (3) находится на уровне 80 % объема баллона. Газ выходит через дренажный штуцер (5) при открытии дренажного вентиля (6);
- предохранительный клапан (4), настроенный на давление 2,5 МПа и установленный в зоне, где часть топлива находится в газообразном состоянии;
- рабочий (запорный) и ограничительный клапаны в корпусе (16). Первый предназначен для прекращения заправки газом при достижении 80 % объема баллона, второй – для ограничения потока газа, проходящего через выходное или входное отверстия мультиклапана. Ограничительный клапан прекращает подачу газа из баллона, если его расход превышает максимальную величину (при обрыве магистрального трубопровода), которая определяется величиной перепада давлений не более 0,1 МПа.

Блок (10) арматуры выполнен с защитным газонепроницаемым вентилируемым кожухом. Он крепится на фланце (13) газового баллона.

Принципиальная особенность блока арматуры состоит в том, что, благодаря наличию в

нем дренажного вентиля (6), он позволяет производить дозаправку баллона сжиженным газом при пониженном давлении заправки на заправочных станциях, не имеющих компрессора. Для этого необходимо снять колпак с вентиляционного кожуха, надеть на дренажный штуцер (5) шланг и вывести его за борт автомобиля. Затем следует открыть дренажный (6) и расходно-заправочный (9) вентили и начать заправку баллона газом.

ВЫНОСНОЕ ЗАПРАВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО (рис. 6), предназначенное для заправки ГСН, крепится на кронштейне (7) гайкой (8) под задним бампером легкового автомобиля. Оно подсоединяется к заправочному трубопроводу через штуцер (10). Заправочный пистолет газовой колонки присоединяется к корпусу (3) с уплотняющей резиновой прокладкой (2). Газ, поступающий под давлением, открывает клапан (6) и заполняет газовый баллон. После окончания заправки клапан герметично закрывается.

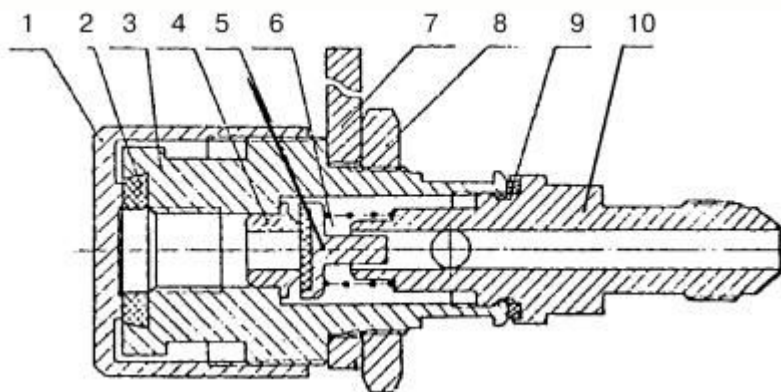


Рис. 6. Выносное заправочное устройство: 1 – пробка; 2 – прокладка резиновая; 3 – корпус; 4 – седло клапана; 5 – клапан; 6 – пружина; 7 – кронштейн; 8 – гайка; 9 – кольцо уплотнительное; 10 – штуцер выходной.

ГАЗОПРОВОД И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ. Газопровод проходит под полом автомобиля вдали от выхлопных труб. От соприкосновения с деталями кузова он защищен хлорвиниловыми или резиновыми трубками. Трубопроводы закрепляют на кузове автомобиля специальными скобами при помощи саморезов с интервалом не более 800 мм.

Газопровод высокого давления на всем протяжении от баллона до электромагнитного клапана газа и от него до редуктора-испарителя выполнен из меди или из нержавеющей стали с заводской развальцовкой (рис. 7). Если газопровод изготовлен из стали, то его присоединение к узлам аппаратуры осуществляется при помощи упорной накидной гайки. Такое соединение допускает многократную разборку, но при затяжке необходимо избегать чрезмерных усилий во избежание отрыва доннышка накидной гайки.



Рис. 7. Трубопроводы из нержавеющей стали.

На концах трубопровода предусматривают компенсационные кольца. Трубку изгибают с образованием кольца диаметром 50–80 мм, что предохраняет трубопровод от поломки под действием вибрации.

Герметичность газопровода высокого давления (рис. 8) обеспечивает ниппельное соединение типа конусная муфта. Такое соединение включает в себя трубопровод (3), конусную муфту (1), упорную гайку (2) и присоединяемую деталь (штуцер). Герметичность достигается за счет конусной муфты (1), изготавливаемой из латуни. Такое соединение допускает многократную разборку с заменой конусной муфты новой. Муфта должна плотно сидеть на трубке на расстоянии 2–3 мм от ее торца.

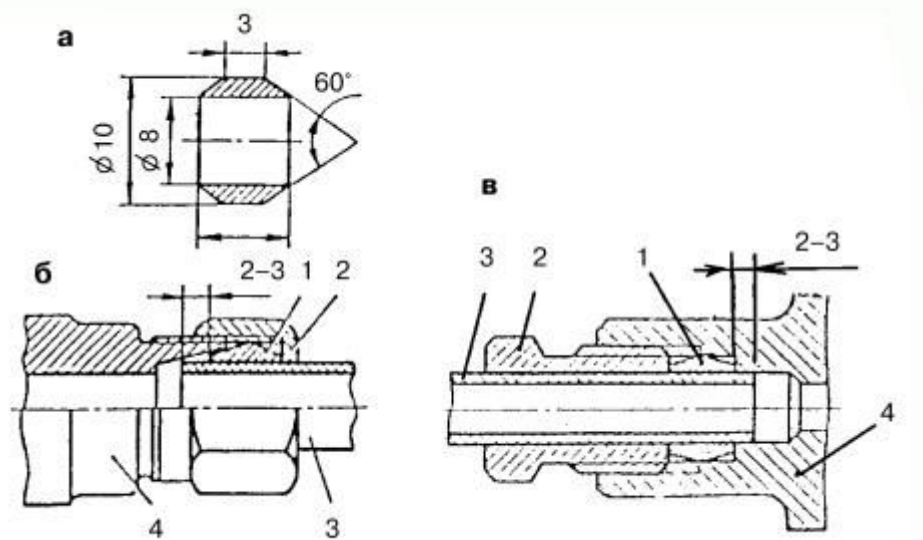


Рис. 8. Беспрокладочные соединения трубопроводов с помощью конусной муфты: а – конусная муфта; б, в – соединение трубопровода; 1 – конусная муфта (ниппель); 2 – гайка; 3 – трубка; 4 – присоединяемая деталь (штуцер).

В трубопроводах низкого давления для соединения газового редуктора со смесителем используют резиновые шланги из бензомаслостойкой резины. Шланговые соединения на штуцерах крепятся винтовыми хомутами типа «Норма».

КЛАПАНЫ БЕНЗИНОВЫЕ И ГАЗОВЫЕ (рис. 9, 10, 11) устанавливают с целью исполнения команд, которые управляют подачей бензина или газа в системах питания автомобилей, оборудованных газобаллонной аппаратурой. В отдельных случаях клапаны конструктивно объединяют с фильтрами, которые очищают поступающее в систему топливо.

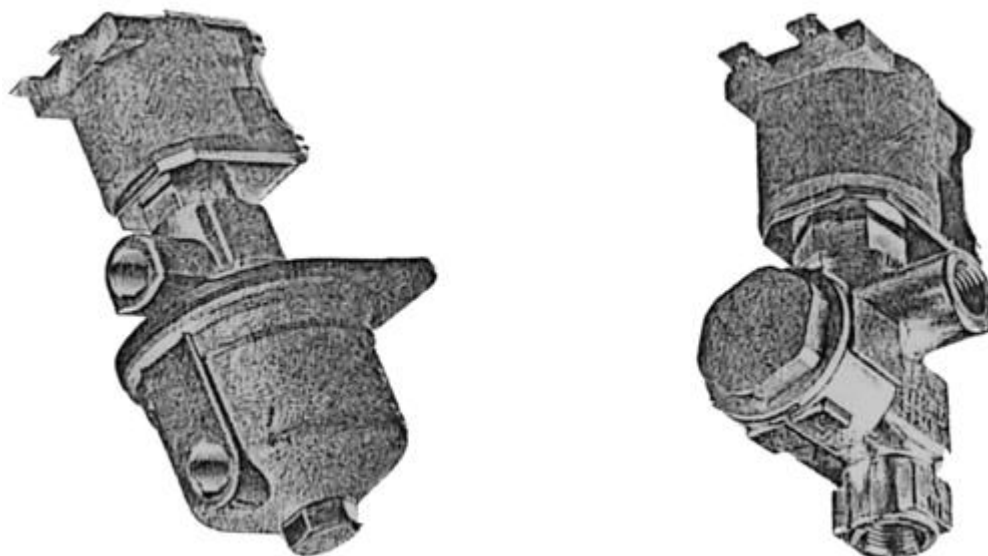


Рис. 9. Электромагнитные газовые клапаны. Внешний вид.

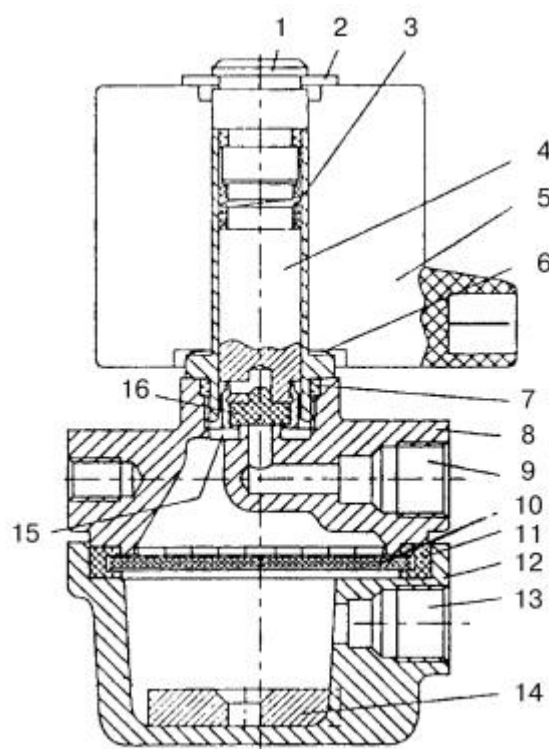


Рис. 10. Электромагнитный газовый клапан: 1 – направляющая втулка; 2, 6 – стопорное кольцо; 3 – пружина; 4 – якорь; 5 – катушка; 7 – уплотнитель; 8 – корпус; 9 – входной канал; 10 – металлическая обойма с фильтром; 11 – резиновое кольцо; 12 – отстойник; 13 – выходной канал; 14 – постоянный кольцевой магнит; 15 – кольцевая полость; 16 – уплотнитель.

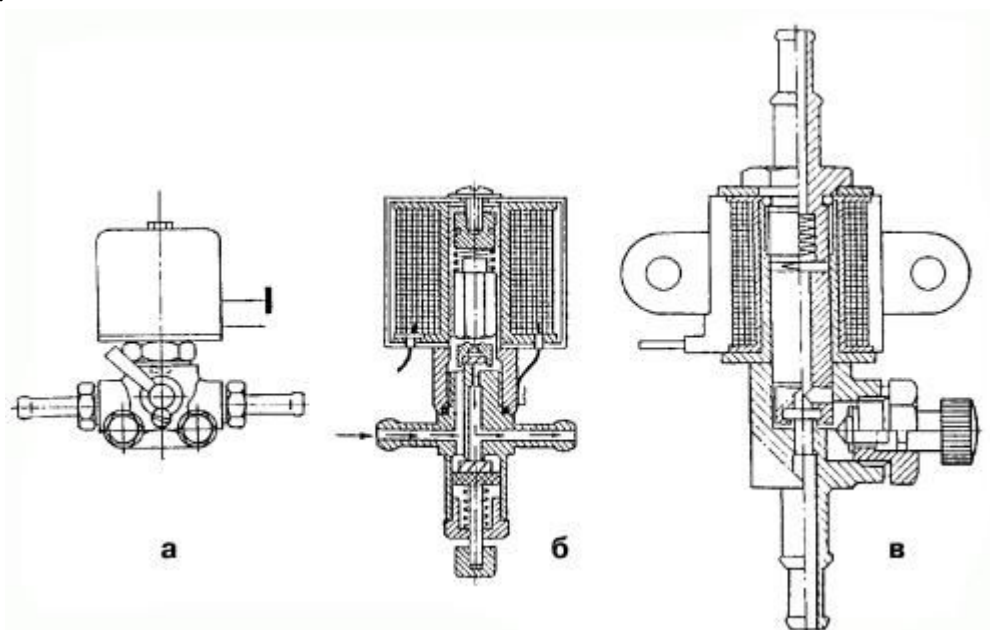


Рис. 11. Электромагнитные бензиновые клапаны: а – с ручкой; б – с нижним вентилем; в – с боковым вентилем.

Электромагнитный газовый клапан служит для открытия канала подачи газа в редуктор и его перекрытия при работе на бензине (управляется дистанционно из салона автомобиля посредством переключателя «Газ» – «Бензин»). Фильтры не требуют регулярного обслуживания: достаточно промывки или замены. В некоторых конструкциях очищать фильтры следует каждые 30 000 км пробега автомобиля.

При включенном зажигании и установке переключателя в положение «Газ» клапан

открывается, и газ по трубопроводу высокого давления поступает в редуктор-испаритель. При включенном зажигании клапан находится в положении «Закрыт».

Электромагнитный бензиновый клапан служит для открытия (закрытия) канала подачи бензина в карбюратор, одновременно перекрывается подача газа. В нижней части клапана предусмотрен винт (кран) для механического (ручного) открывания клапана. В случае выхода из строя электронного блока управления газовым оборудованием этот винт следует вернуть в клапан (или повернуть кран), чтобы можно было продолжить движение.

Электромагнитный бензиновый клапан «САГА-6» с фильтром устанавливают между бензонасосом и карбюратором.

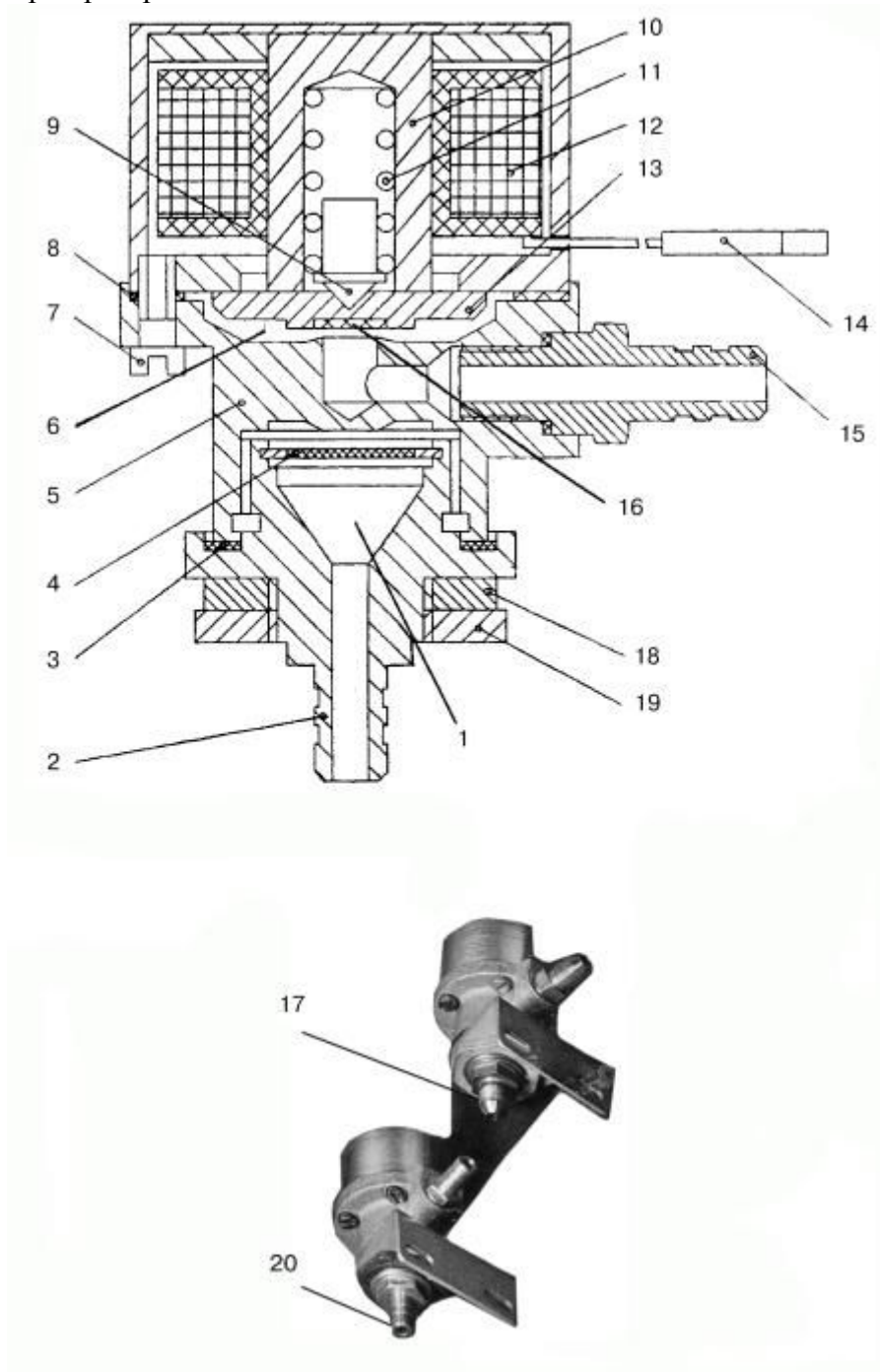


Рис. 12. Электромагнитный клапан «САГА-6»: 1 – входная полость; 2, 20 – штуцер; 3, 8 – уплотнительные прокладки; 4 – фильтр; 5 – корпус; 6 – выходная полость; 7 – винт крепления; 9 – центрирующий толкатель; 10 – корпус электромагнита; 11 – пружина; 12 – катушка электромагнита; 13 – запорная шайба; 14 – вывод обмотки катушки электромагнита; 15 – выходной штуцер; 16 – уплотнитель; 17 – газовый штуцер; 18 – кронштейн крепления;

19 – гайка.

Клапан (рис. 12) щелевого типа имеет корпус (5) с входной полостью (1), размещенной во входном штуцере (2), и выходной полостью (6) с седлом (16) и выходным штуцером (15). В корпусе (10) электромагнита находится катушка (12). Электрическая проводка (14) связывает катушку электромагнита клапана с электронной схемой управления газовой аппаратуры. Запорный якорь электромагнита образован запорной шайбой (13) с уплотнителем (16) и центрирующим толкателем (9), нагруженным пружиной (11). Корпус (5) герметично скреплен с корпусом (10) электромагнита с помощью винтов (7). Герметичность корпуса (5) со штуцером (2) и корпусом (10) обеспечивается с помощью уплотнителей (3) и (8) соответственно.

Входная и выходная полости (1) и (6) сообщаются через соединительные каналы.

Клапаны в газовой магистрали отличаются от клапанов, установленных в бензопроводе, только конструкцией входного и выходного штуцеров, предназначенных для присоединения металлических трубок подвода газа (см. поз. 3 и 8 на рис. 13).

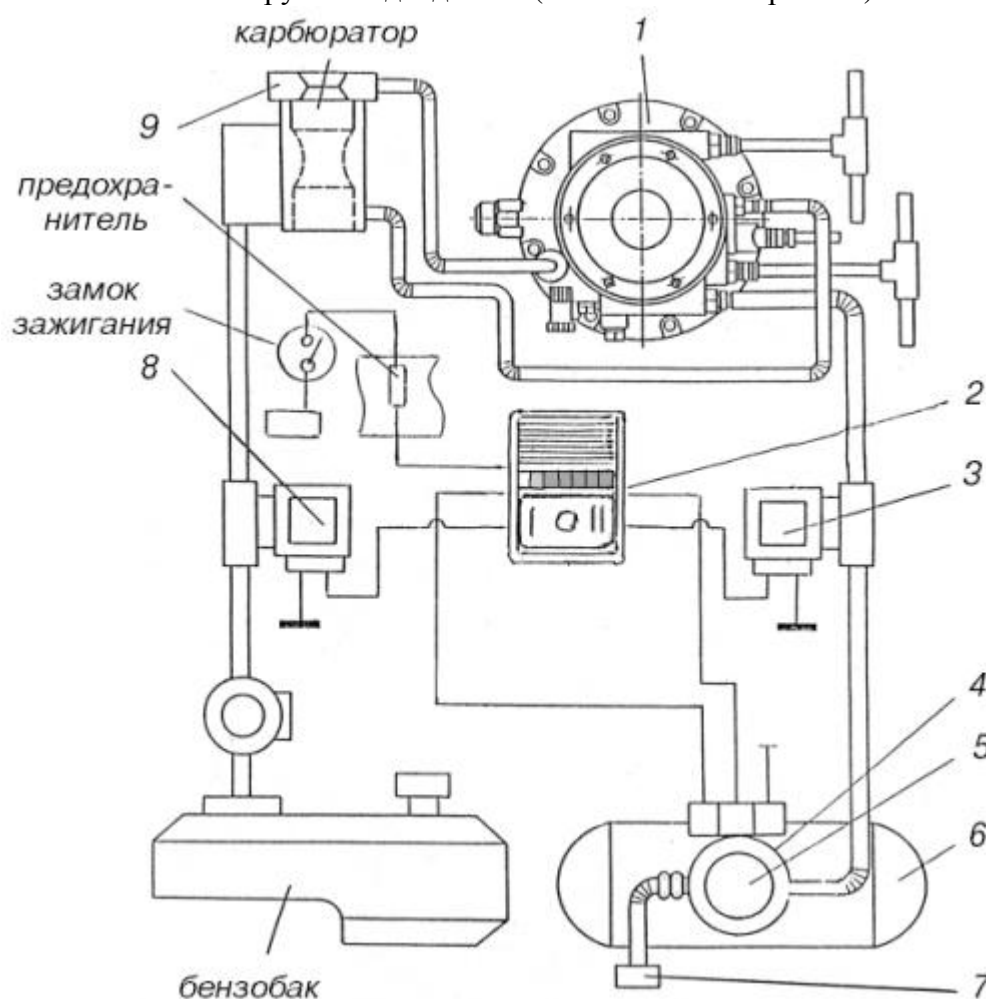


Рис. 13. Схема соединения газовой аппаратуры «САГА-6»: 1 – редуктор-испаритель; 2 – переключатель вида топлива и указатель уровня газа в баллоне; 3 – газовый электромагнитный клапан; 4 – газонепроницаемый кожух; 5 – блок запорно-предохранительной арматуры; 6 – газовый баллон; 7 – выносная заправочная горловина; 8 – бензиновый электромагнитный клапан; 9 – газосмесительное устройство.

Электромагнитный клапан прерывания или возобновления подачи газа или бензина имеет повышенную надежность, потребляет мало тока (не более 0,7 А) и срабатывает при низком напряжении, мощность катушки электромагнита составляет 4 Вт. Фильтр клапана не требует регулярного обслуживания (промывки или замены).

Газовым фильтром может служить постоянный магнит (рис. 10), установленный на входе в электромагнитный газовый клапан. Этот клапан имеет корпус (8) и отстойник (12). Внутри отстойника (15) расположен фильтрующий элемент из технической замши, заключенный в металлическую обойму (10), которая уплотнена резиновым кольцом (11). Постоянный кольцевой магнит (14) прикреплен к днищу отстойника. Фильтр имеет входной (13) и выходной (9) штуцеры. Уплотнитель выполнен из бензо-маслостойкой резины. Для очистки отстойника его снимают с основания (8) и чистят фильтрующий элемент. Клапан имеет уплотнитель (7), направляющую втулку (1) со стопорными кольцами (2) и (6), пружину (3), якорь (4) и катушку (5) с клеммой.

Сжиженный нефтяной газ через штуцер (13) подается в полость (15) отстойника, проходит фильтр (10), поступает в кольцевую полость (16) и через зазор между приподнятым уплотнителем и седлом поступает в выходной штуцер (9), а из клапана – непосредственно в редуктор-испаритель.

Газовые электромагнитные клапаны (рис. 9) с фильтром управляются от переключателя вида топлива. Они предназначены для перекрытия подачи газа при работе двигателя на бензине, перекрытия подачи газа при выключенном зажигании и для фильтрации газа.

Электромагнитный бензиновый клапан (рис. 11) отключает подачу бензина при работе двигателя на газе.

Устанавливать электромагнитный бензиновый клапан следует в таком месте, чтобы отрезок бензопровода между ним и бензонасосом был как можно короче. Дело в том, что при работе на бензине на этом участке сохраняется постоянный уровень бензина, поддерживаемый бензонасосом. Бензин может сильно нагреваться, вызывая нежелательное повышение давления в шланге. И чем он короче, тем более безопасен. По той же причине необходимо особое внимание уделять надежной герметизации соединений между бензонасосом и электромагнитным бензиновым клапаном.

Клапан всегда закрыт. Он служит для дистанционного управления подачи топлива. На корпусе клапана есть ручной привод в виде ручки или вентиля. Ручным управлением пользуются во время подкачки бензонасосом бензина в карбюратор: в холодное время года, после длительной стоянки автомобиля и в случае отказа электромагнита. При этом ручку или вентиль переводят в положение «Открыто». После подкачки бензина ручку или вентиль ставят в положение «Закрыто» – это их постоянное положение, а переключатель вида топлива в салоне в положение «Бензин». Если этого не сделать, то двигатель будет одновременно работать и на бензине, и на газе. В этом случае не поможет даже отключение дистанционного переключателя вида топлива, а это недопустимо!

РЕДУКТОР-ИСПАРИТЕЛЬ предназначен для превращения жидкой фазы газа в паровую и подачи паровой фазы в смеситель.

Обслуживание. Через каждые 1500–2000 км пробега (на горячем двигателе) следует отвернуть пробку (винт), находящуюся в нижней части редуктора, и слить конденсат (маслянистый отстой).

Редукторы-испарители играют важную роль в работе газобаллонного оборудования, поэтому им следует уделить особое внимание.

Общие сведения о газовых редукторах

Газовые редукторы, устанавливаемые на автомобилях как отечественного, так и зарубежного производства, имеют одинаковое назначение. Они служат для автоматического снижения давления газа в системе питания до заданного уровня при постоянно изменяющемся давлении газа, зависящем от его количества и температуры окружающей среды.

Газовый редуктор должен обеспечивать на выходе требуемые характеристики состояния газа в широком диапазоне температур, при переходе с одного режима работы

двигателя на другой. Он должен автоматически перекрывать подачу газа при выключенном двигателе. Конструкция газового редуктора должна быть компактной и удобной в обслуживании.

Принцип работы редуктора-испарителя

Рассмотрим более детально работу редукторов трех разных фирм – Новогрудского завода (Белоруссия), итальянских фирм «Bedini» и «Lowato» (рис. 14). Все они работают по одной принципиальной схеме, что и показано на рисунке. И если взять еще десяток редукторов разных фирм, то окажется, что в основе работы каждого из них лежит все тот же единый принцип.

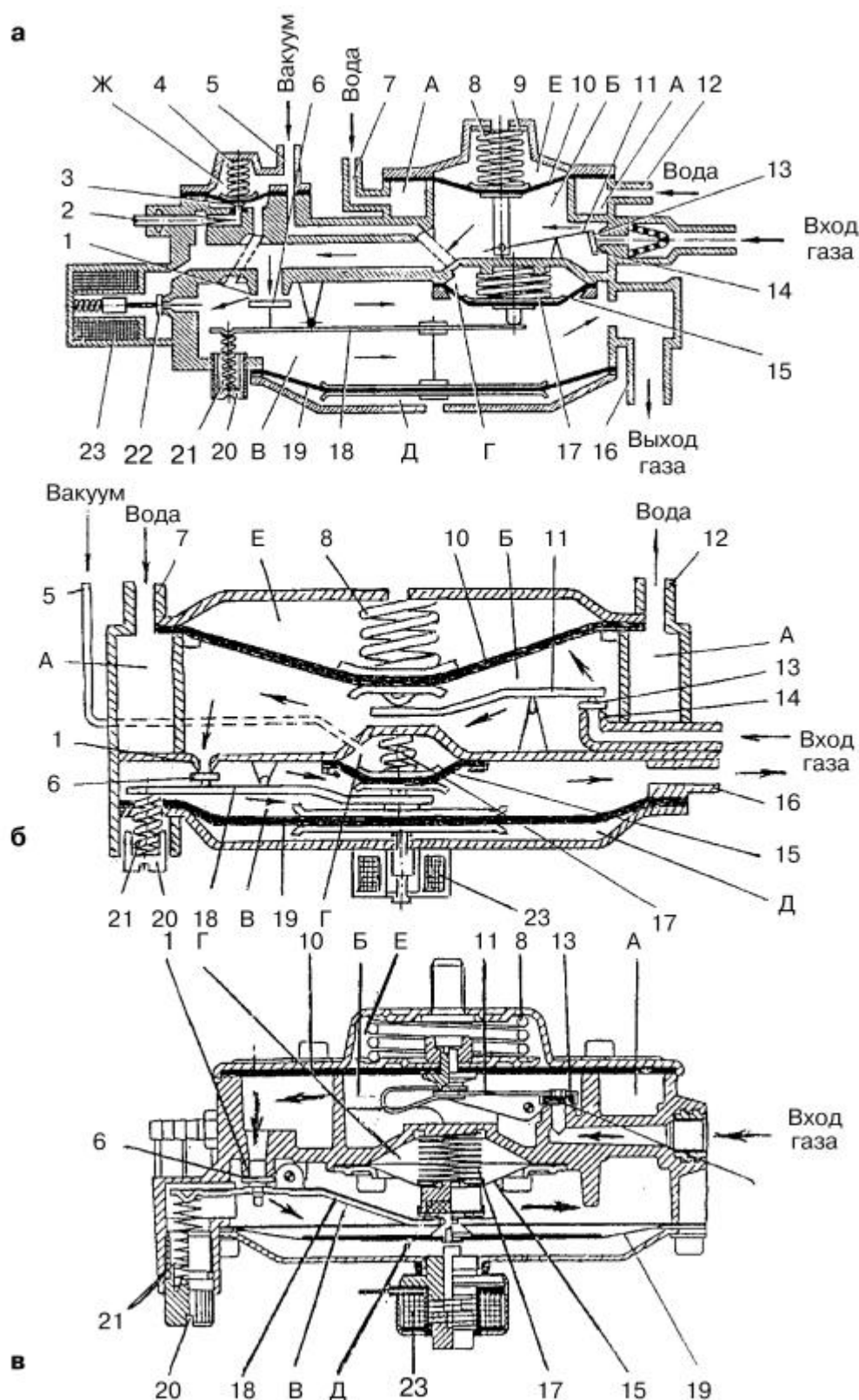


Рис. 14. Схемы редукторов НЗГА (а), «Bedini» (б) и «Lowato» (в): 1 – седло клапана второй ступени; 2 – регулировочный винт системы холостого хода; 3 – клапан холостого хода в сборе с диафрагмой; 4 – пружина клапана холостого хода; 5 – штуцер вакуумного канала; 6 – клапан второй ступени; 7, 12 – патрубки ввода и вывода охлаждающей жидкости; 8 – пружина первой ступени; 9 – регулировочная шайба; 10 – диафрагма первой ступени; 11 – рычаг клапана первой ступени; 13 – клапан первой ступени; 14 – седло клапана; 15 – диафрагма разгрузочного устройства; 16 – канал выхода газа; 17 – пружина разгрузочного устройства; 18 – рычаг клапана второй ступени; 19 – диафрагма второй ступени; 20 – винт

регулировки давления во второй ступени; 21 – регулировочная пружина второй ступени; 22 – клапан; 23 – электромагнитное пусковое устройство; А – полость для теплоносителя в испарителе; Б – полость первой ступени; В – полость второй ступени; Г – полость разгрузочного устройства; Д, Е – полости атмосферного давления.

Двигатель еще не работает, зажигание включено, электромагнитный клапан газа открыт.

Газ, поступающий в редуктор по магистрали через открытый клапан (13), заполняет полость (Б) первой ступени, в которой создается избыточное давление.

В результате перепада давлений в полостях (Б) и (Е) (полость (Е) всегда сообщается с атмосферой) на диафрагме (10) возникает усилие, уравнивающее усилие пружины (8) и давление газа, поступившего через клапан (13) со стороны магистрали.

Диафрагма (10) начинает перемещаться вверх, преодолевая усилие пружины (8), и закрывает связанный с ней через рычажную передачу клапан (13), герметично прижимая его к седлу. Герметичность обеспечивается кольцевым выступом седла и резиновым уплотнителем клапана. Дальнейшее поступление газа в полость (Б) прекращается. РНД в этом случае выполняет функцию автоматического вентиля.

При снижении давления в полости (Б) до определенного значения давление газа на диафрагму (10) становится недостаточным для удержания клапана (13) в закрытом положении. Под действием суммарного усилия от пружины (8) и давления газа во входной газовой магистрали клапан (13) открывается, и давление в полости (Б) возрастает. Вновь поднимается вверх диафрагма (10), преодолевая усилие сжимающейся пружины (8), и клапан (13) закрывается – в полости (Б) устанавливается постоянное избыточное давление.

Давление в первой ступени редуктора можно отрегулировать с помощью регулировочной прокладки (9), изменяющей усилие пружины (8).

Давление в полостях (Г) и (Ж) равно атмосферному, клапан холостого хода (3) под действием пружины (4) закрыт. Разгрузочное устройство удерживает клапан второй ступени (6) под действием пружины (17) в закрытом положении, и клапан оказывается плотно прижатым к седлу (1) дополнительной пружиной (21) регулировочного винта (20).

Перед пуском двигателя.

Пусковой клапан (22) открывается под действием электромагнитного пускового устройства (23), управляемого переключателем вида топлива. После этого газ поступает в полость В второй ступени и через выходной патрубок (16) подается в смеситель.

При пуске двигателя.

Во впускной системе двигателя увеличивается разрежение, которое передается через вакуумный штуцер (5). Диафрагма прогибается, преодолевая усилие пружины (4), и открывает клапан (3) системы холостого хода. Газ поступает в полость В второй ступени, что обеспечивает пуск двигателя (это относится только в редукторах с системой холостого хода; в более поздних моделях редукторов эта система отсутствует). Одновременно в полость (Г) разгрузочного устройства также передается разрежение. Увлекаемый упорным диском рычаг (18) приподнимается, частично открывая клапан (6) второй ступени, вследствие чего газ начинает понемногу поступать через полость В на выход к смесителю, встроенному в карбюратор.

Двигатель работает на холостом ходу.

При работе двигателя на холостом ходу клапан (13) первой ступени редуктора открыт. Газ выходит из полости (Б) редуктора в систему холостого хода через клапан (3) и отверстие регулировочного винта холостого хода (2). Минуя клапан (6), газ попадает в полость (В), несмотря на то, что этот клапан открывается частично. Разгрузочное устройство обеспечивает поддержание в полости (В) второй ступени небольшого избыточного давления

50 МПа (5,1 мм вод. ст.).

Через патрубок (16) отвода газа и тройник-дозатор, установленный за пределами редуктора, газ подается в смеситель, где формируется газовоздушная смесь, которая проходит через карбюратор в двигатель.

Двигатель работает с малой и средней нагрузкой.

По мере открытия дроссельной заслонки первой камеры карбюратора и при относительно небольшой частоте вращения коленчатого вала двигателя расход воздуха, поступающего через всасывающий коллектор и карбюратор, возрастает, разрежение в диффузоре карбюратора усиливается и, как следствие, в полости В понижается давление газа и увеличивается разрежение, которое воздействует на диафрагму (19). Диафрагма прогибается вверх и открывает клапан (6), увеличивая расход газа.

В то же время вследствие разрежения в полости (Г) происходит изгиб диафрагмы (15), поднятие рычага (18), а также открытие клапана (6) на величину, необходимую для впуска небольшого количества газа. Одновременно клапан (13) первой ступени все больше открывается под действием пружины (8), и через него пропускается необходимое количество газа.

Диафрагмы (19) и, частично, (15) автоматически регулируют подачу газа в соответствии с разрежением в диффузоре карбюратора. Из редуктора через патрубок (16) газ поступает в двигатель.

Двигатель работает при полной нагрузке.

Дроссельные заслонки карбюратора приближаются к положению полного открытия. Разрежение в полости (В) возрастает. Это увеличивает перепад давлений в полостях (В) и (Д), (В) и (Б), что в свою очередь приводит к возникновению дополнительных усилий, действующих на диафрагму (19) и клапан (6). По мере открытия клапана (6) увеличивается расход поступающего через него газа.

Разрежение в полости (Б) первой ступени редуктора также возрастает, растет перепад давлений в полостях (Б) и (Е). Под влиянием усилий, действующих на диафрагму (10), открывается клапан (13), через который устремляется газ. Чем больше становится нагрузка на двигатель, тем шире открываются клапаны (6) и (13), увеличивая подачу газа, что приводит к обогащению газовоздушной смеси, обеспечивая работу двигателя на полную мощность.

Ниже рассмотрены особенности конструкций редукторов-испарителей разных заводов-изготовителей.

Редуктор-испаритель низкого давления ОАО «Компрессор» Санкт-Петербургского завода (рис. 15) подходит для использования на автомобилях, как с карбюраторной, так и с инжекторной системой питания. Имеет небольшие габаритные размеры: диаметр – 160 мм, толщина 80 мм. Масса редуктора 1,5 кг.

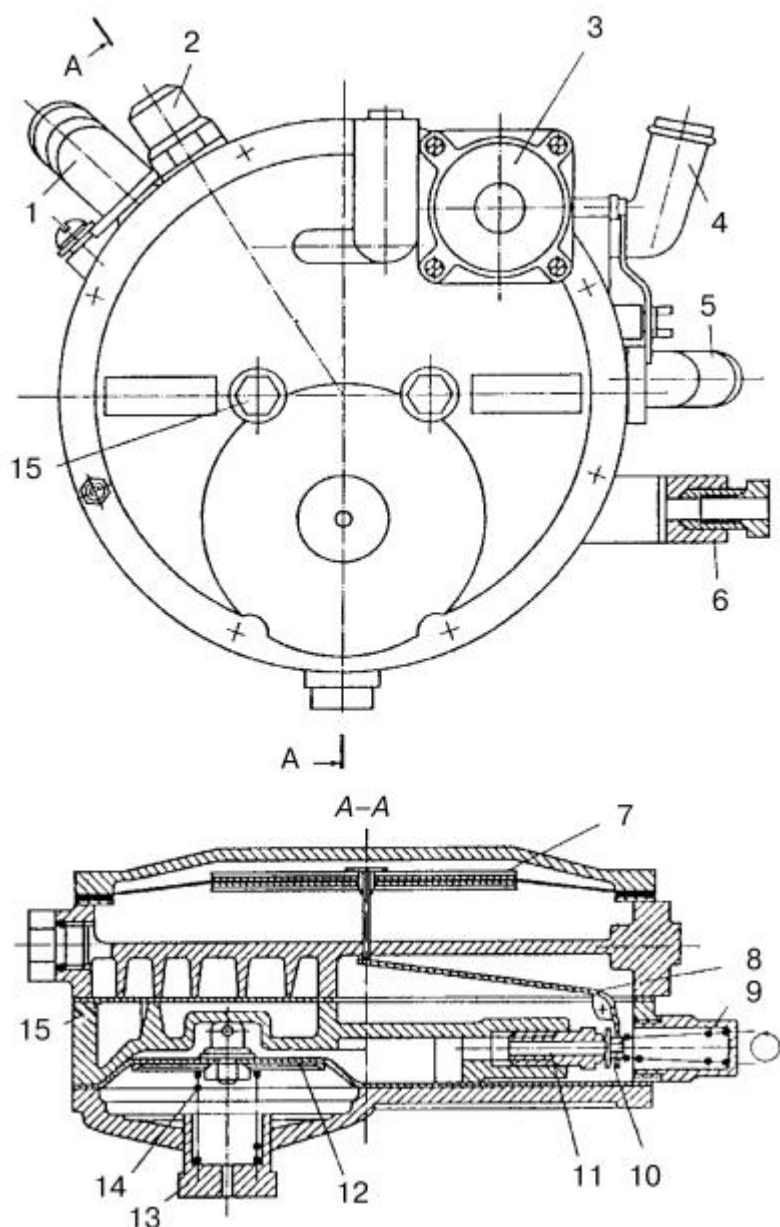


Рис. 15. Схема редуктора-испарителя низкого давления ОАО «Компрессор»: 1 – патрубок выхода газа; 2 – крышка пружины; 3 – пневматический клапан холостого хода; 4, 5 – штуцеры подвода и отвода теплоносителя; 6 – входной газовый штуцер; 7 – диафрагма второй ступени; 8 – рычаг клапана второй ступени; 9, 14 – пружины; 10 – клапан второй ступени; 11 – седло клапана второй ступени; 12 – диафрагма первой ступени; 13 – стакан – камера теплоносителя; 15 – болты.

Газ поступает в РНД через входной газовый штуцер (6) (с фильтрующим элементом для повышения надежности работы клапанов) в первую ступень, где проходит его испарение от теплоносителя в камере (15). Конструкция испарителя дает возможность поддерживать температуру газа на выходе из редуктора близкой к оптимальной на всех режимах работы двигателя. Теплоноситель из системы охлаждения подводится в редуктор через штуцеры (4) и (5). При запуске двигателя в режиме холостого хода клапан (10) закрыт усилием пружины (9). Газ поступает через канал холостого хода. Поступление газа происходит при открытии пускового пневматического клапана (3).

При открытии дроссельной заслонки результирующее усилие на клапан (10) и диафрагму (7) изменяется и открывает клапан. Газ поступает через канал в седле клапана второй ступени (11) и открытый клапан (10) в полость второй ступени, а затем выходит из редуктора через патрубок (1).

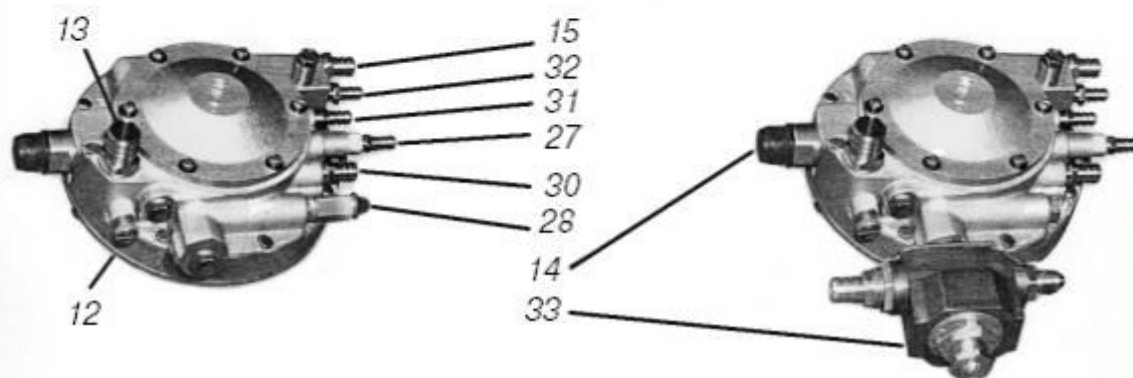
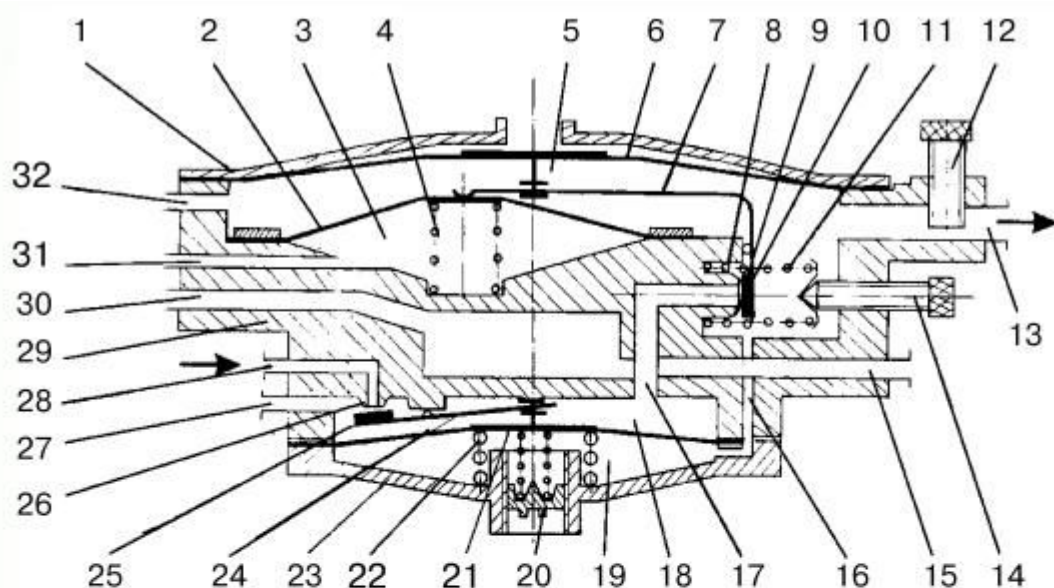
Редукторы-испарители «САГА»

Двухступенчатый редуктор модели «САГА-6» обеспечивает работу как впрыскowego, так и карбюраторного двигателя внутреннего сгорания на газе сжиженном нефтяном (ГСН) и компримированном природном газе (КПГ). Такая его универсальность является существенным достоинством по сравнению с редукторами других фирм, ориентированными в основном для работы на каком-то одном виде газового топлива.

На базе редуктора «САГА-6» для работы на компримированном природном газе создана модель «САГА-7».

В конструкцию редуктора-испарителя добавлен самостоятельный узел – редуктор высокого давления (РВД), непосредственно присоединенный к корпусу двухступенчатого редуктора низкого давления (РНД) и сообщающийся с его входом. Совмещение двухступенчатого РНД с РВД позволяет поддерживать на входе в РНД рабочее давление компримированного природного газа в пределах 0,5–1,2 МПа при максимальном входном давлении в РВД 20 МПа. Далее газобаллонная установка работает по традиционной схеме, также как для сжиженных газов. РВД обогревается посредством контактной теплопередачи от РНД. В корпусе РВД предусмотрен штуцер для подключения дренажного шланга отвода газа в атмосферу в случае его утечки в каком-либо соединении системы.

Внешний вид и рабочая схема унифицированных редукторов «САГА» приведены на рис. 16.



Модель «САГА-6»

Модель «САГА-7»

Рис. 16. Редукторы-испарители «САГА-6» и «САГА-7»: 1 – крышка второй ступени; 2 – диафрагма разгрузочного устройства; 3 – полость разгрузочного устройства; 4, 8, 11, 22 – пружины; 5 – полость второй ступени; 6 – диафрагма второй ступени; 7, 24 – рычаги; 9, 25 – клапаны; 10 – седло клапана второй ступени диаметром проходного сечения d_3 ; 12 – дозатор; 13 – канал выхода газа диаметром проходного сечения d_4 ; 14 – регулировочный винт холостого хода; 15, 30 – каналы соответственно подвода и отвода теплоносителя; 16 – канал обратной связи; 17 – канал, соединяющий полости высокого и низкого давления; 18 – полость первой ступени; 19 – подпружиненная полость первой ступени; 20 – винт регулировки давления первой ступени; 21 – диафрагма первой ступени; 23 – крышка первой ступени; 26 – седло клапана первой ступени с диаметром проходного сечения d_2 ; 27 – канал слива конденсата из полости первой ступени; 28 – канал подвода газа с диаметром проходного сечения d_1 ; 29 – корпус редуктора; 31 – канал для подсоединения к впускному трубопроводу двигателя или задрессельному пространству карбюратора; 32 – канал слива конденсата из полости второй ступени; 33 – редуктор высокого давления.

Обозначение редуктора «САГА-6»	d ₁ мм	d ₂ мм	d ₃ мм	d ₄ мм
9071.01.000	4	4	6	12
9071.01.000-01	4	4	7,4	16
9071.01.000-04	6	6	7,4	16

Для работы на газовом топливе переключатель вида топлива на панели приборов устанавливают в положение «Газ». При включенном зажигании газ под давлением 0,15–0,5 МПа поступает в полость (18) первой ступени редуктора-испарителя или непосредственно из баллона (при работе на ГСН), или из теплообменника (при работе на КПГ), или из редуктора высокого давления (33) (при работе на сжиженном природном газе).

Во время пуска двигателя стартером в его впускном трубопроводе создается разрежение, которое через шланг передается в полость (3) разгрузочного устройства. Под действием перепада давлений возникающая на диафрагме (2) разгрузочного устройства сила сжимает пружину (4), освобождая рычаг (7) клапана (9) второй ступени.

Разрежение воздействует на диафрагму (6) второй ступени. Газ из полостей (19) первой ступени поступает в полость (5) второй ступени, где его давление снижается до величины 0,04 МПа и поддерживается на этом уровне на всех режимах работы двигателя.

Применение обратной связи между полостями (5) и (19) позволяет обеспечить устойчивую и экономичную работу двигателя на переходных режимах, т. е. при резком открытии и закрытии дроссельных заслонок карбюратора.

В зависимости от мощности двигателя автомобиля подбирают редуктор, обеспечивающий соответствующую подачу. Для обеспечения постоянного оптимального давления в первой ступени редуктора фирма-разработчик «САГА» перед установкой на автомобиль регулирует его на специальном оборудовании. В полость первой ступени подается сжатый воздух. При помощи регулировочного винта (20) оптимальное давление в первой ступени устанавливается с достаточной точностью. После длительной эксплуатации редуктора эту регулировку рекомендуется повторить.

Примечание. Проходные сечения редукторов-испарителей «САГА-6» позволяют гарантированно обеспечивать работу двигателей рабочим объемом 4,2 л, 5,5 л и 7 л соответственно.

Все три редуктора имеют общую конструкцию и отличаются только проходными сечениями седел клапанов первой d₂ и второй d₃ ступеней и диаметрами входного канала, подводящего газ d₁, и канала выхода газа d₄ (см. таблицу на рис. 16).

ДОЗАТОР С ШАГОВЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ – изменяет проходное сечение отверстия подачи газа по команде ЭБУ газа, тем самым четко отслеживая количество последнего.

ВИЛКА-ТРОЙНИК находится на трубопроводе низкого давления, который соединяет редуктор и смеситель. Она предназначена для подачи газа к обеим камерам карбюратора. На вилке-тройнике предусматривают один или два винта (винт или винты регулировки мощности), которые служат для регулировки количества газа, поступающего в двигатель через смеситель. Для увеличения мощности винты следует вращать против часовой стрелки, для уменьшения мощности и сокращения расхода газа – по часовой стрелке.

Управление режимами работы двигателя производится с помощью переключателя «Газ-Бензин», расположенного в салоне автомобиля, в удобном для водителя месте, на приборной панели.

Прежде чем переключиться с бензина на газ, необходимо дождаться полного израсходования остатка бензина в поплавковой камере карбюратора. Для этого при работающем на бензине двигателе переключить клавишу «Газ-Бензин» из положения

«Бензин» в нейтральное положение и подождать 15–20 сек, пока двигатель не начнет работать с перебоями. Только после этого можно перейти в режим «Газ». Переключение с газа на бензин можно осуществлять, минуя нейтральное положение клавиши.

Вышеуказанные операции следует проводить только при работающем двигателе на месте или в движении.

На некоторых моделях отечественных газовых систем устанавливались переключатели с четырьмя фиксированными положениями. Четвертое положение отвечало за режим впрыска газа в карбюратор с целью обогащения смеси.

Этим режимом пользуются также для пуска холодного двигателя сразу на газовом топливе или после длительной стоянки, если двигатель не пускается с первого раза. Продолжительность нажатия на кнопку 1–2 сек, число нажатий перед пуском 2–3 раза.

Внимание! Переключать двигатель в режим «Газ» в холодное время года (при температуре воздуха от -5°C и ниже) допускается только после прогрева двигателя на бензине до $40\text{--}50^{\circ}\text{C}$.

В холодное время года перед продолжительной парковкой автомобиля за 150–200 м до остановки следует переключать двигатель на бензин.

СМЕСИТЕЛЬ – это устройство, обеспечивающее приготовление газовойздушной смеси в соотношении примерно 1:14 (газ: воздух). Смесители различаются по конструкции и по принципу работы. Поэтому для определенной марки двигателя следует выбирать соответствующий смеситель.

Наиболее простым типом смесителей является газовый штуцер (рис. 17) в сочетании с карбюраторами типа «Солекс» и «Вебер» производства Дмитровградского автоагрегатного завода.

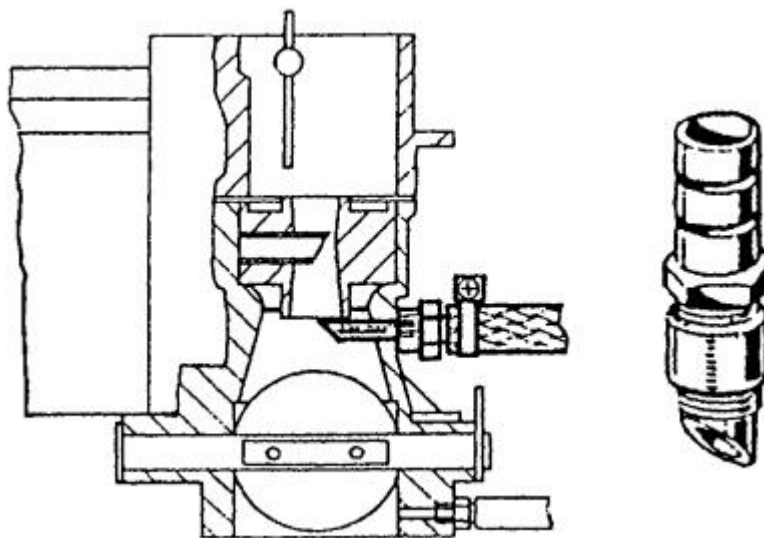


Рис. 17. Газовый штуцер и его установка в карбюраторе.

При монтаже штуцеров в стенках и диффузорах первой и второй камер карбюраторов просверливают два отверстия диаметром 8 мм в местах наибольшей скорости истечения газов, т. е. в самых узких местах диффузоров. Далее нарезают резьбу М10 и ввинчивают штуцеры до центра диффузоров так, чтобы их конусы были направлены вниз, как показано на рисунке. На штуцерах крепят хомутами газоподводящие патрубки. Такой карбюратор-смеситель обеспечивает относительную стабильность регулировочных характеристик холостого хода двигателя.

В автомобилях, оборудованных системой впрыска топлива, используют специально сконструированные смесители кольцевого типа, устанавливаемые в воздушном канале перед дроссельной заслонкой (рис. 18).

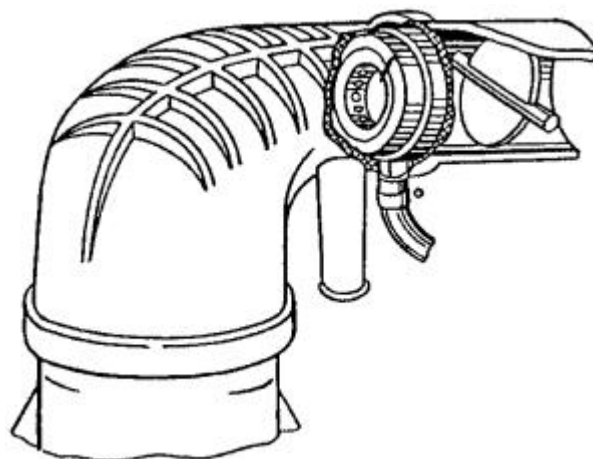


Рис. 18. Установка смесителя для двигателей с системой впрыска топлива.

При проектировании смесителей принимают в расчет диаметр воздушного канала перед дроссельной заслонкой, объем двигателя и конструкцию датчика расходомера воздуха.



Рис. 19. Газовые смесители для двигателей с системой впрыска топлива.

Использование смесителей кольцевого типа (рис. 19) облегчает подбор смесителя индивидуально для каждого впрыскowego двигателя. В настоящее время изготавливаются

разнообразные смесители для более, чем трех десятков типов автомобилей отечественного и иностранного производства. Смесители обеспечивают эксплуатационные и динамические характеристики автомобилей, работающих на газе, минимально отличающиеся от тех же характеристик при работе двигателя на бензине.

ФОРСУНКИ – применяются для подачи газа в цилиндры двигателя, выполнены в виде трубок с определенным внутренним сечением, зависящим от литража двигателя. Они устанавливаются при переоборудовании под газовое топливо двигателей с распределенным впрыском. Их располагают в непосредственной близости с бензиновыми форсунками.

Типовая схема установки газобаллонного оборудования для легкового автомобиля с карбюраторным двигателем

В состав оборудования, устанавливаемого на автомобиль, для работы двигателя на сжиженном нефтяном газе (ГСН), входят следующие элементы (рис. 20): баллон (1), фланец (2), к которому прикреплен блок запорно-предохранительной арматуры (3).

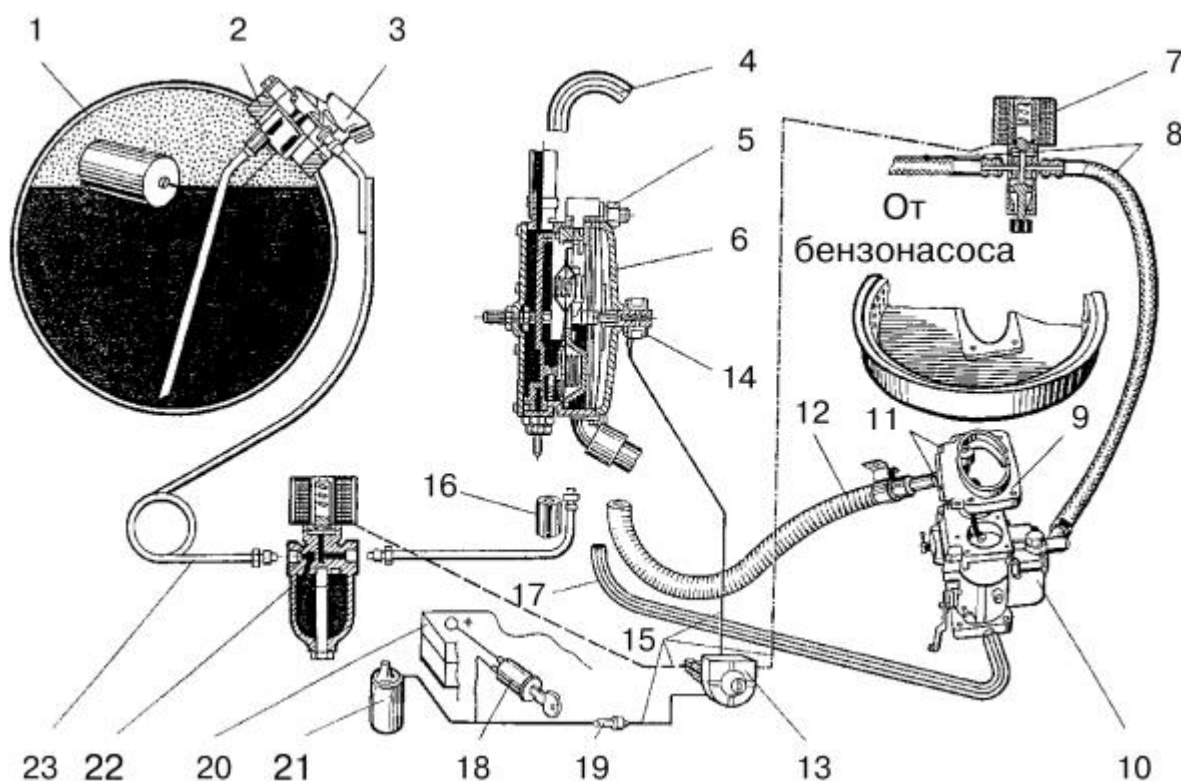


Рис. 20. Схема газобаллонной установки для работы на газе сжиженном нефтяном: 1 – баллон для ГСН; 2 – фланец; 3 – блок запорно-предохранительной арматуры с заправочным устройством и вентиляцией; 4 – шланг к штуцеру водяного насоса; 5 – винт регулировки давления во второй ступени редуктора; 6 – редуктор-испаритель низкого давления; 7 – электромагнитный бензиновый клапан; 8 – шланг подачи бензина; 9 – смеситель; 10 – карбюратор; 11 – винты регулировки; 12 – шланг газовый низкого давления; 13 – переключатель вида топлива; 14 – электромагнитный клапан; 15 – электрическая цепь; 16 – шланг подачи теплой воды от отопителя салона; 17 – вакуумный шланг; 18 – замок зажигания; 19 – предохранитель; 20 – аккумулятор; 21 – катушка зажигания; 22 – электромагнитный газовый клапан с фильтром; 23 – газопровод высокого давления.

Из баллона по гибкому медному (или стальному) газопроводу (23) высокого давления (диаметром 6х1 мм) газ поступает в электромагнитный газовый клапан с фильтром (22).

Газопровод от баллона до моторного отделения укладывают под днищем автомобиля параллельно бензопроводу и фиксируют крепежными скобами с помощью саморезов. Перед подключением к электромагнитному газовому клапану (22) трубопровод снабжают компенсационным устройством (виток трубки диаметром 80 мм), предохраняющим трубопровод от поломок.

Электромагнитный газовый клапан, редуктор-испаритель, смеситель и электромагнитный бензиновый клапан устанавливают в подкапотном пространстве. От электромагнитного газового клапана трубопровод проводят у месту входа газа в редуктор (6). В местах, особо подверженных трению или удару, газопровод высокого давления облицовывают хлорвиниловым или резиновым шлангом.

Соединение редуктора со смесителем (9), устанавливаемого на карбюраторе, производят посредством гибкого армированного шланга (12).

Редуктор монтируют как можно ближе к смесителю и соединяют со смесителем без резких изменений направления соединительного шланга.

Резиновым вакуумным шлангом (17) соединяют патрубок холостого хода редуктора с патрубком карбюратора (или впускным трубопроводом).

Связь бензонасос – карбюратор осуществляется армированным, бензостойким шлангом (8), проходящим от бензонасоса до электромагнитного бензинового клапана (7), и далее – к карбюратору (10).

Для подогрева газа в редукторе разрезают шланг, соединяющий отопитель салона с насосом системы охлаждения двигателя, и подводят к нижнему патрубку редуктора, так как теплая вода должна поступать в редуктор снизу. Верхний патрубок отвода воды из редуктора соединяют шлангом (4) с водяным насосом.

При пуске двигателя газ из редуктора под воздействием разрежения, возникающего во всасывающем тракте двигателя, по шлангу, соединяющему редуктор с дозатором газа (6) рис. 21, обеспечивающим автоматическое регулирование количества газа, подается в карбюраторно-смесительную проставку (5) (в зависимости от режима работы двигателя – холостой ход, частичные нагрузки и полная мощность), что обеспечивает экономичное протекание рабочего процесса.

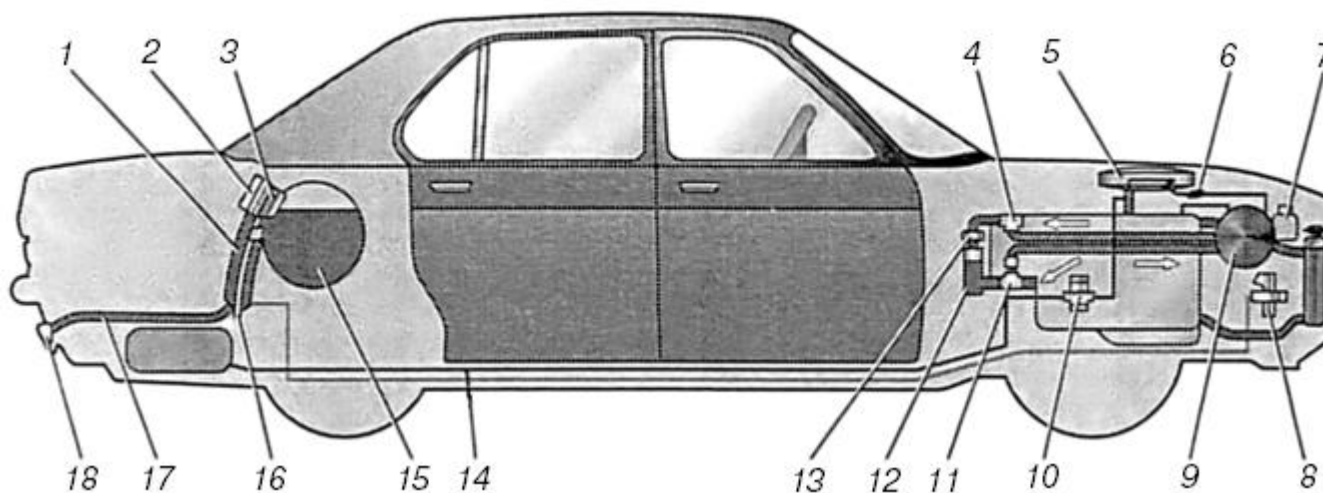


Рис. 21. Схема размещения газового оборудования на автомобиле: 1 – гофрированные вентиляционные трубки; 2 – герметичная коробка; 3 – запорно-контрольная и предохранительная арматура; 4, 11 – тройники; 5 – смесительная проставка; 6 – дозатор газа; 7 – блок управления; 8 – электромагнитный газовый клапан с фильтром; 9 – редуктор-испаритель; 10 – электромагнитный клапан бензина; 12 – отопитель салона; 13 – кран отопителя салона; 14 – трубопровод высокого давления; 15 – дюралюминиевый баллон; 16 – эжекторы; 17 – переходная трубка; 18 – заправочное устройство.

Далее по шлангу, соединяющему дозатор с карбюраторно-смесительной проставкой, газ смешивается с воздухом, поступающим из воздушного фильтра. Образованная

газовоздушная смесь через карбюратор направляется во впускной трубопровод и цилиндры двигателя.

В салоне в удобном месте устанавливают переключатель вида топлива (13) (рис. 20), присоединяя его к источнику напряжения (20) (аккумулятору) через клемму замка зажигания (18) и предохранитель (19). По схеме осуществляют монтаж электрической цепи (15) дополнительного электрооборудования автомобиля, переоборудованного на газ сжиженный нефтяной.

Переоборудование бензиновых впрысковых двигателей на газ

Для повышения топливной экономичности, улучшения динамики и особенно для снижения вредных выбросов выхлопных газов двигателей кандидат технических наук, профессор Московского автомобильно-дорожного института Ю. В. Панов в результате научных исследований и многолетнего опыта работы с газобаллонной аппаратурой предлагает перевод впрысковых автомобилей на газ сжиженный нефтяной.

Впрысковая бензиновая система питания (рис. 22) существенно отличается от карбюраторных и механических впрысковых.

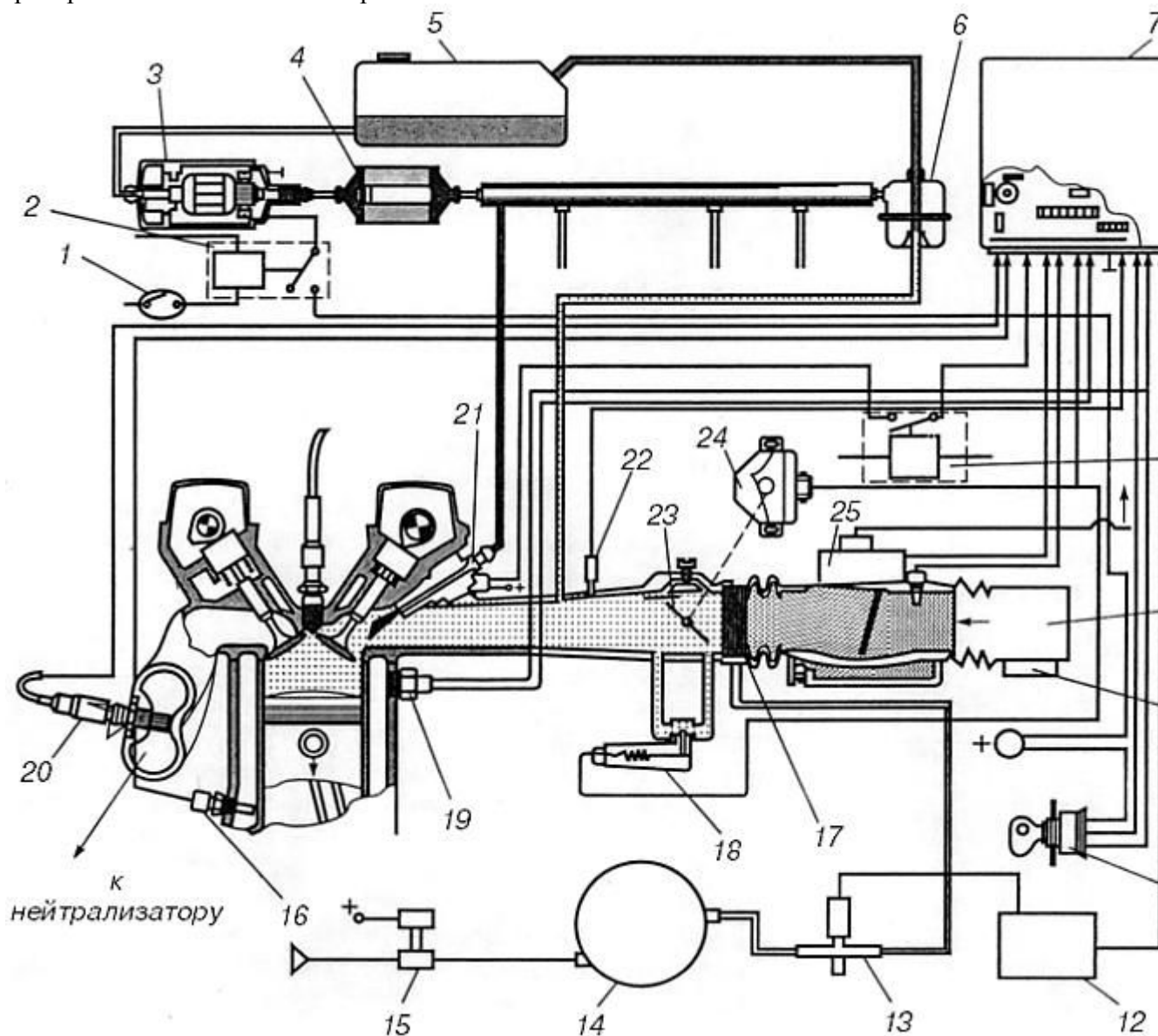


Рис. 22. Система многоточечного впрыска: 1 – переключатель «Бензин-Газ»; 2 – реле включения бензонасоса; 3 – бензонасос; 4 – топливный фильтр; 5 – бензобак; 6 – регулятор

давления; 7 – ЭБУ; 8 – дополнительное реле выключения инжекторов; 9 – корпус воздушного фильтра; 10 – предохранительный клапан; 11 – замок зажигания; 12 – согласующий электронный блок; 13 – газовый дозатор; 14 – редуктор низкого давления (газовый); 15 – электромагнитный клапан-фильтр; 16 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 17 – газовый смеситель; 18 – клапан холостого хода; 19 – датчик детонации; 20 – лямбда-зонд; 21 – бензиновый инжектор; 22 – датчик положения дроссельной заслонки; 23 – дроссельная заслонка; 24 – шаговый электродвигатель; 25 – расходомер воздуха.

Подготовкой смеси и подачей топлива в инжекторной системе управляет бортовой компьютер.

Количество впрыскиваемого инжектором (форсункой) (21) топлива определяется сигналами, поступающими на бортовой компьютер, называемый электронным блоком управления (ЭБУ) (7). Топливо из бензобака (5) подается бензонасосом (3) и поступает далее через фильтр (4) во впускной трубопровод. Напряжение на бензонасос подается от замка зажигания через переключатель (1) и реле (2).

Топливо дозируется и впрыскивается во впускной трубопровод находящимися в нем форсунками (21), электрическая цепь которых соединена с ЭБУ. Таким образом, по сигналу ЭБУ изменяется количество топлива в камере сгорания двигателя.

Водитель управляет режимом работы двигателя, изменяя положение дроссельной заслонки (23), установленной перед впускным коллектором.

Для управления подачей воздуха при закрытой воздушной заслонке служит клапан холостого хода (18), включаемый ЭБУ по сигналу датчика положения дроссельной заслонки. Информация о количестве воздуха, поступающего в двигатель, и другие необходимые данные (положение коленчатого и распределительных валов, температура двигателя, детонация) поступают от соответствующих датчиков (16, 19, 20, 22, 24 и 25) в ЭБУ.

Важнейшим сигналом, обеспечивающим экологическую эффективность применения таких сравнительно дорогостоящих систем питания, является информация датчика кислорода. Этот датчик служит для косвенного определения и коррекции ЭБУ коэффициента избытка воздуха (λ) в отработавших газах.

Устанавливаемый в выпускном тракте каталитический нейтрализатор (в обиходе катализатор) уменьшает сразу все основные компоненты вредных выбросов CO, CH, NOx, если выдерживается соотношение между топливом и воздухом для бензина 1:14,7; пропан-бутана 1:16,1; сжатого природного газа 1:17,2. Эти соотношения соответствуют $\lambda=1$. Кислородный датчик называют также лямбда-зондом. Он постоянно определяет содержание неиспользованного в камере сгорания кислорода – косвенного показателя λ . Эта информация позволяет ЭБУ путем изменения времени открытия форсунок (21) поддерживать λ в узких пределах. Форсунка впрыскивает топливо в необходимых количествах для образования в камере сгорания смеси, для которой коэффициент λ меньше единицы или близок к ней, и обеспечивает таким образом эффективную работу каталитического нейтрализатора.

Существует множество вариантов принципиальных и конструктивных схем впрысковых систем питания.

На рисунке 22 представлена схема распределенного или многоточечного впрыска. Существуют схемы центрального впрыска с одной или двумя форсунками на все цилиндры. Системы зажигания могут отличаться друг от друга, но все они управляются ЭБУ.

При переводе на газ впрысковых систем необходимо учитывать, что вмешательство в такие сложные системы может повлиять на их работоспособность и процесс подготовки смеси, начало подачи газа и его воспламенения. Если не учитывать этого, то при работе на газе могут возникнуть такие негативные явления, как хлопки в воздушном фильтре, впускном коллекторе двигателя, выход из строя бензиновых форсунок. Искрообразование происходит одновременно в двух цилиндрах двигателя, а также при большом угле одновременного открытия впускных и выпускных клапанов («перекрытие»). Из-за перебоев

в искрообразованием несгоревшая газовоздушная смесь воспламеняется на такте выпуска. При этом система может перестать работать на бензине.

Прежде чем приступить к переоборудованию топливной системы автомобиля, следует проконсультироваться о предстоящих работах с представителем завода-изготовителя и, разумеется, совершенно необходимо хорошо знать бензиновую систему питания.

На впрысковые автомобили могут устанавливаться системы питания компримированного природного газа и газа сжиженного нефтяного.

Рассмотрим особенности перевода на газ на примере схемы распределенного впрыска.

Для работы на газовом топливе необходимо прежде всего отключить подачу бензина.

Существует два способа отключения подачи бензина.

Первый способ предусматривает полное отключение подачи топлива. Для этого в цепь управления штатным реле бензонасоса (3) устанавливают выключатель. Также в цепь управления форсунками (21) устанавливают реле выключения (8). Таким образом, при переключении на газ одновременно отключаются бензиновые инжекторы и топливный бензонасос.

Второй способ не предусматривает отключение бензонасоса, так как должно поддерживаться соответствующее давление бензина, чтобы без помех перейти с газа на бензин, а также избежать усыхания резинотехнических изделий системы питания. При этом сохраняется режим охлаждения инжекторов циркулирующим по основной и сливной магистралям топливом.

Для подачи газа используется газовая система питания, отличающаяся от устанавливаемых на карбюраторные автомобили тем, что в ней дополнительно установлены смеситель (17), дозатор (13) и согласующий электронный блок (12). В газовой системе могут устанавливаться блокировки подачи газа при запуске холодного двигателя и затрудненном запуске на газе.

Газовый смеситель (17) устанавливают между воздухопроводом и корпусом дроссельной заслонки. Необходимое соотношение газовоздушной смеси обеспечивает дозатор газа (13). Это устройство оснащено шаговым электродвигателем, который по команде блока (12) изменяет проходное сечение трубки дозатора.

В ЭБУ заложена программа для работы на бензине, т. е. для обеспечения соотношения 1:14,7, и это необходимо учитывать при переоборудовании впрысковых автомобилей на газ. Для обеспечения коэффициента $\lambda > 1$ должны соблюдаться соотношения между воздухом и газом 1:16,1 (для пропан-бутана) или 1:17,2 (для компримированного природного газа). Чтобы не выполнять дорогостоящего перепрограммирования, для работы на газе применяют дополнительные согласующие электронные блоки (12). В случае отключения форсунок бензина и ряда датчиков, вместо них подключают эмуляторы – электронные устройства, имитирующие работу бензиновых форсунок при переводе двигателя на газовое топливо (они «обманывают» ЭБУ, выдавая ему сигналы, что эти отключенные приборы работают нормально).

Опыт переоборудования инжекторных двигателей показывает, что для достижения цели достаточно отключить подачу бензина, установить смеситель и обычный дозатор газобензиновых систем. Однако такой кажущийся простым способ может привести к негативным последствиям. Так, при работе на газе инжекторных систем повышается вероятность обратного распространения пламени во впускной трубопровод, расходомер и воздушный фильтр из-за внезапного обеднения смеси $\lambda > 1$ на переходных режимах. Возможны хлопки, которые могут разрушить корпус воздушного фильтра и повредить дорогостоящий расходомер воздуха, выполненный из платиновой проволоки толщиной 70 мкм. Для предотвращения этих явлений устанавливается дозатор, управляемый ЭБУ через согласующий блок. В корпусе воздушного фильтра устанавливают обратный предохранительный клапан («хлопушку») 1 – устройство, сбрасывающее излишнее давление во впускной трубе в момент хлопка газовоздушной смеси.

Установка остальных элементов газобаллонного оборудования аналогична

переоборудованию карбюраторного автомобиля по традиционной схеме для газа.

Газобаллонные установки ЗАО «Автосистема»

Принципиальная схема оригинального газового оборудования, имеющего то же название, что и фирма-изготовитель – «Автосистема», показана на рис. 23.

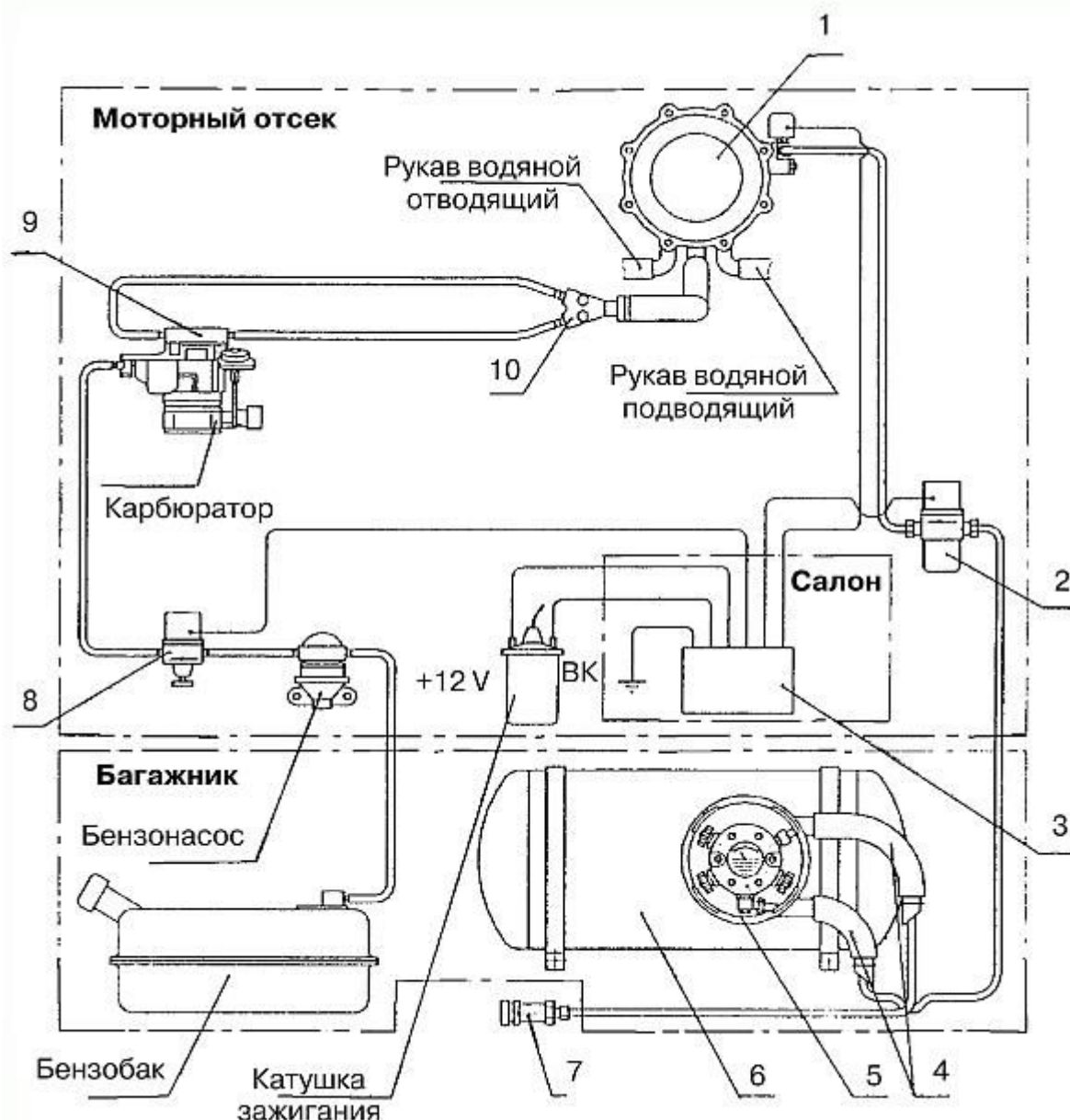


Рис. 23. Схема соединения и питания газовой аппаратуры «Автосистема»: 1 – редуктор-испаритель; 2 – электромагнитный газовый клапан с фильтром; 3 – электронный блок управления; 4 – патрубки системы вентиляции блока запорно-предохранительной арматуры; 5 – блок запорно-предохранительной арматуры; 6 – баллон для ГСН; 7 – выносное заправочное устройство; 8 – электромагнитный бензиновый клапан; 9 – смеситель; 10 – тройник-дозатор.

Сжиженный нефтяной газ хранится в газовом баллоне (6), рассчитанном на рабочее давление 1,6 МПа.

Баллон заправляют газом через выносное заправочное устройство (7) с установленным в нем обратным клапаном, предотвращающим выброс газа из баллона. Блок (5)

запорно-предохранительной арматуры включает в себя заправочный вентиль, предохранительный клапан, расходный вентиль жидкой фазы, устройство ограничения максимально допустимого уровня заправки газом. Система вентиляции состоит из прочного корпуса и прозрачной пластмассовой крышки, гибких вентиляционных шлангов (4) и двух фланцев. При закрытой крышке система полностью исключает попадание газа в салон автомобиля при нарушении герметичности элементов блока арматуры. Блок арматуры с системой вентиляции крепится к фланцу, расположенному на обечайке баллона.

От блока арматуры газ поступает по газопроводу в подкапотное пространство к электромагнитному газовому клапану-фильтру (2) и затем по газопроводу к редуктору-испарителю (1). Из редуктора через тройник-дозатор (10) газ идет в смеситель (9). Для прерывания подачи бензина при работе на газовом топливе между бензонасосом и карбюратором установлен электромагнитный бензиновый клапан (8).

Для подогрева и испарения газа редуктор-испаритель подключен шлангами к системе охлаждения двигателя.

Управление электромагнитными клапанами и другими электрическими элементами, являющимися составной частью ГБА, осуществляет электронный блок управления (3). Этот блок выпускают в нескольких модификациях, различающихся набором функций. Наиболее полная модификация имеет переключатели видов топлива, систему управления газовыми и бензиновыми клапанами в процессе пуска двигателя и систему управления углом опережения зажигания. При переходе с одного топлива на другое угол опережения зажигания автоматически меняется, при этом мощность искрового разряда при переходе на газ увеличивается на 35–40 %.

В блоке предусмотрена функция управления клапаном паровой фазы блока арматуры, что обеспечивает автоматическое включение и выключение клапана при достижении определенной температуры теплоносителя, обогревающего редуктор-испаритель. Блок снабжен индикатором, показывающим уровень газа в баллоне.

Переход с бензина на газ и с газа на бензин осуществляет водитель со своего места без остановки автомобиля.

Особенности конструкции газовой аппаратуры «Автосистема»:

- унификация соединительных элементов по моделям автомобилей (легковые, грузовые и автобусы);
- взаимозаменяемость основных агрегатов на подобные других производителей;
- высокие эксплуатационные качества (устойчивый пуск холодного двигателя, простота обслуживания и ремонта);
- модульная компоновка основных агрегатов;
- выполнение резинотехнических изделий из материалов нового поколения, практически не требующих замены в течение 5–7 лет.

Одна из особенностей оборудования «Автосистемы» – это модульная компоновка. В стремлении более полно удовлетворить запросы автомобилистов, специалисты из множества вариантов блоков составляют нужную потребителю комплектацию. Однако этот подход имеет существенный недостаток – множится число регулировок: на редукторе два винта холостого хода, на экономайзере или дозаторе по два винта регулировки расхода топлива и т. д. Среднестатистический автомобилист не привык к такому обилию винтов. Обычно он обходится двумя винтами на карбюраторе. К тому же нельзя не отметить, что увеличение числа диафрагм и электроконтактов не повышает надежности системы.

Вариант схемы основных элементов ГБО, работающих на КПП, представлен ЗАО «Автосистема» (рис. 24).

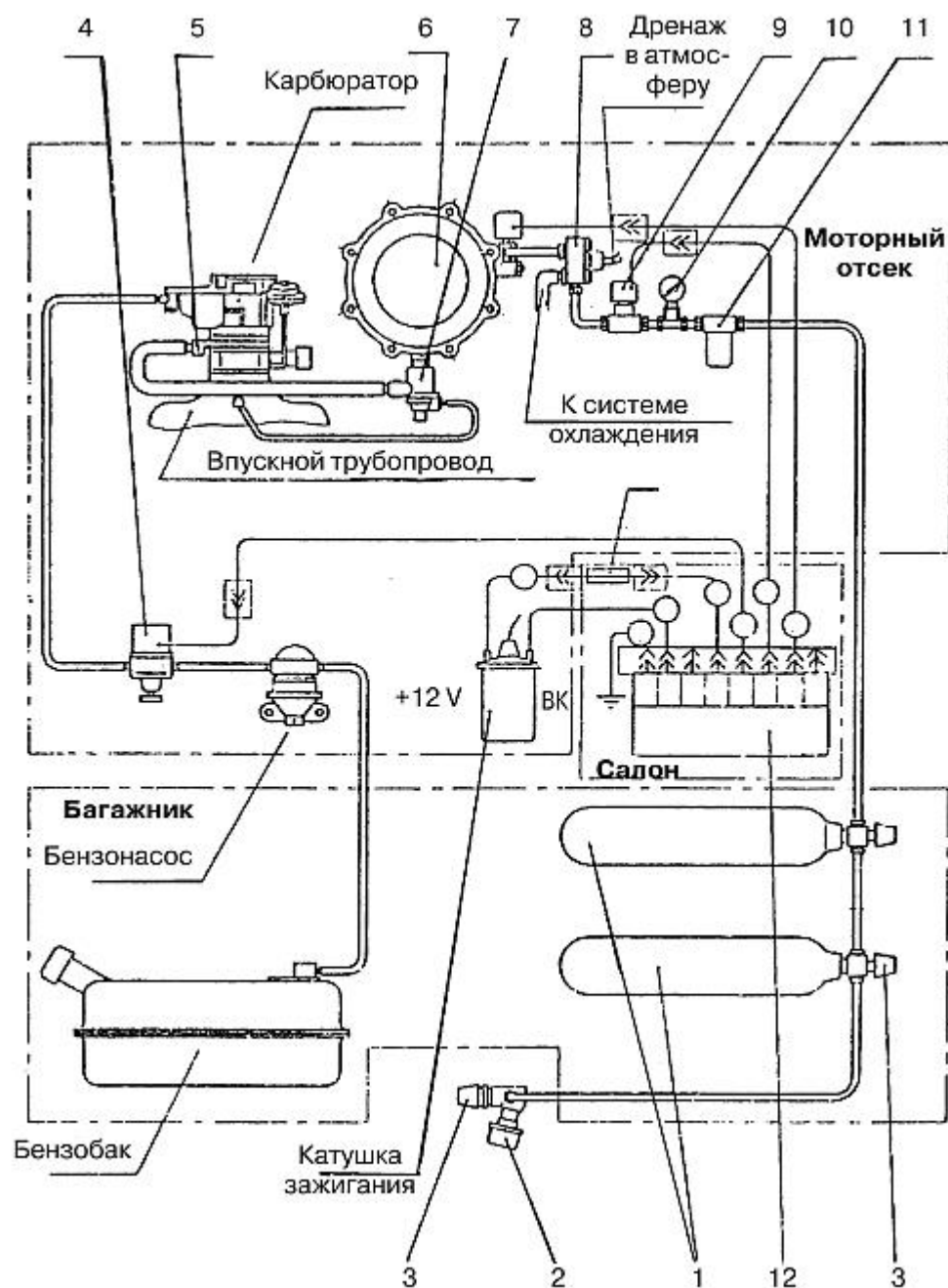


Рис. 24. Схема основных элементов ГБО, работающих на КПГ: 1 – баллоны газовые облегченные; 2 – узел заправочный выносной; 3 – вентиль; 4 – электромагнитный бензиновый клапан; 5 – смеситель газа; 6 – редуктор низкого давления; 7 – экономайзер; 8 – редуктор высокого давления; 9 – клапан электромагнитный газовый; 10 – манометр; 11 – газовый фильтр; 12 – электронный блок; 13 – предохранитель.

Компримированный природный газ (КПГ) хранится в двух баллонах (1), установленных в багажнике автомобиля. Они стянуты стальными хомутами и закреплены на кронштейнах. Баллоны поставляются в комплекте с вентилями.

Заправка баллонов КПГ производится на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС) под рабочим давлением 20 МПа.

Через выносной заправочный узел (2), вентили (3) газ поступает в баллоны по трубопроводам высокого давления. Затем он поступает к электромагнитному газовому клапану (9), рассчитанному на 20 МПа, предварительно пройдя очистку от твердых примесей в газовом фильтре (11). Манометр давления (10), установленный за газовым фильтром, осуществляет контроль наличия газа в баллонах. После открытия электромагнитного

газового клапана газ подается к редуктору высокого давления (8), где давление газа снижается до 0,6–1,1 МПа. Затем по трубопроводу газ попадает в редуктор низкого давления (РНД) (6). При редуцировании (снижение давления) в редукторе высокого давления температура газа падает. К редуктору высокого давления по водяному рукаву подается теплоноситель от системы охлаждения двигателя. В РНД давление газа продолжает снижаться до величины, близкой к атмосферному давлению. РНД оборудован экономайзером (7), обеспечивающим обогащение газозоудной смеси при полностью открытой дроссельной заслонке карбюратора.

По газовому рукаву газ поступает в смеситель (5), где он дозируется и смешивается с воздухом, после чего газозоудная смесь подается в цилиндры двигателя. Чтобы перекрыть подачу бензина на время работы двигателя на газовом топливе, в бензопроводе между бензонасосом и карбюратором устанавливают электромагнитный бензиновый клапан.

Электромагнитными клапанами управляет электронный блок (12). Электрические схемы подключают к аккумуляторной батарее с помощью электропроводов через плавкий предохранитель (13), предназначенный для защиты всей системы от короткого замыкания и рассчитанный на ток в 3 А.

Автомобильные газовые топливные системы (АГТС) «САГА»

На базе научно-производственной фирмы «САГА» и пермского агрегатного объединения «Инкар» создана аппаратура, позволяющая перевести на газовое топливо, сжиженное нефтяное (СНГ) или компримированное (метан), все классы автомобилей и автобусов, оснащенных карбюраторными, дизельными или впрысковыми двигателями внутреннего сгорания.

Эту аппаратуру можно устанавливать на легковые и грузовые автомобили, а также автобусы отечественного и иностранного производства.

Данная система позволяет формировать оптимальный состав газозоудной смеси на всех режимах работы двигателя благодаря высокой точности редуцирования и регулирования давления газа на выходе из редуктора-испарителя. Это обеспечивает стабильность работы двигателя, высокую топливную экономичность и снижение токсичности отработавших газов.

Конструктивные особенности системы и высокое качество ее изготовления в производственных условиях авиационного предприятия гарантируют высокую надежность, безопасность и простоту эксплуатации. Технический уровень системы соответствует международным требованиям ЕЭК ООН.

Все механические устройства указанного назначения, которые выпускались ранее, да и сейчас выпускаются многими фирмами, были сконструированы по карбюраторному принципу. Они включают в себя системы пуска, холостого хода, экономайзер, дозатор и предназначены, прежде всего, для установки на автомобилях с карбюраторными двигателями.

При разработке систем «САГА» учитывали, что главным параметром газа в отличие от бензина является давление. Поэтому была разработана конструкция редуктора-испарителя с единой системой подачи топлива, не зависящей от остальных систем, которыми оснащен карбюратор. Редуктор поддерживает на выходе постоянное давление независимо от частоты вращения коленчатого вала двигателя и нагрузки.

Это оказалось вполне достаточно для устойчивой работы двигателя в любом режиме. Отсутствие дополнительных систем позволяет повысить надежность конструкции и устанавливать ее на карбюраторных и впрысковых двигателях.

Газобаллонное оборудование «САГА-6»

Рассмотрим вариант газовой аппаратуры «САГА-6» для работы на автомобиле с карбюраторным двигателем.

В комплект газовой аппаратуры «САГА-6» входят редуктор-испаритель (1) (рис. 25) и электромагнитные клапаны отключения газа (3) и бензина (8), отличающиеся от аналогичных элементов других систем повышенной надежностью, меньшим значением тока и напряжения срабатывания. Фильтры клапанов рассчитаны на длительный срок эксплуатации без какого-либо обслуживания или замены.

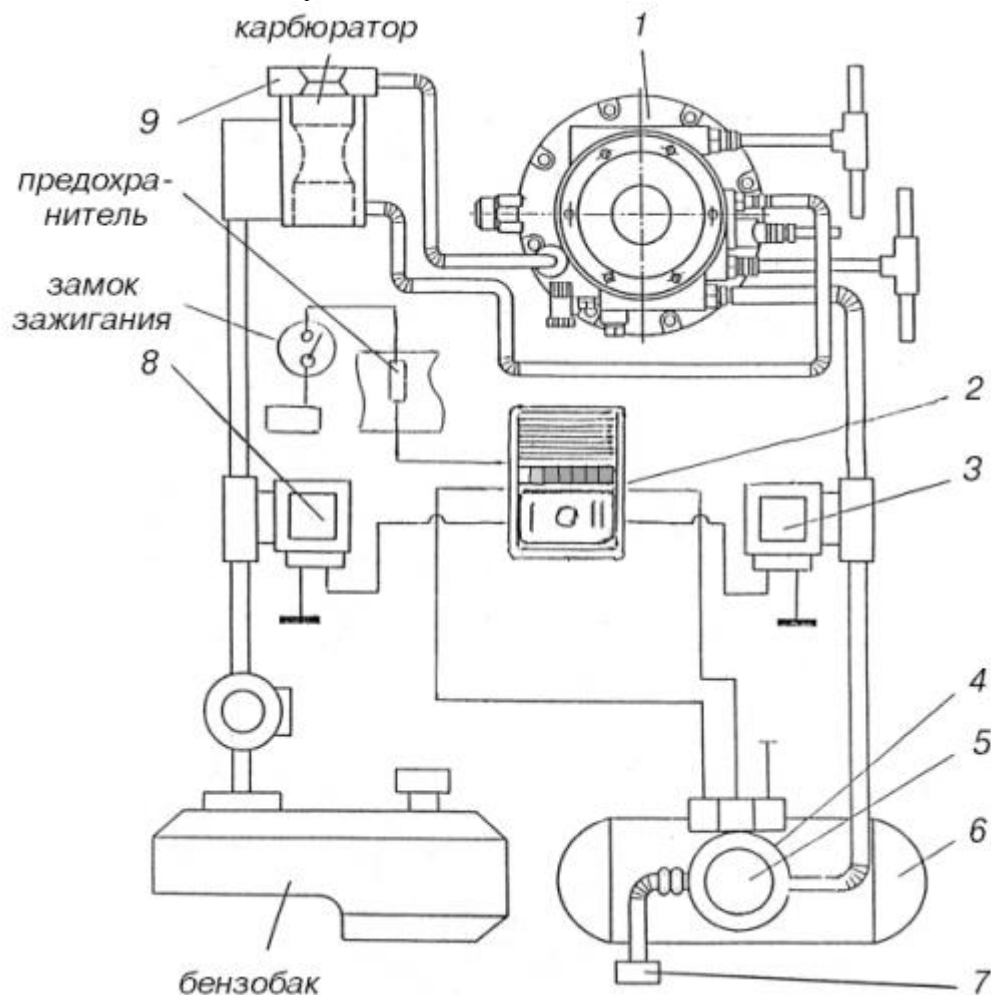


Рис. 25. Схема соединения газовой аппаратуры «САГА-6»: 1 – редуктор-испаритель; 2 – переключатель вида топлива и указатель уровня газа в баллоне; 3 – газовый электромагнитный клапан; 4 – газонепроницаемый кожух; 5 – блок запорно-предохранительной арматуры; 6 – газовый баллон; 7 – выносная заправочная горловина; 8 – бензиновый электромагнитный клапан; 9 – газосмесительное устройство.

Трехпозиционным переключателем (2) (газ – нейтральное положение – бензин) при включенном зажигании выбирают необходимый вид топлива. Обычно переключатель встраивают в панель приборов автомобиля. Переключатель снабжен индикатором, который двумя светодиодами показывает выбранный вид топлива, а пятью светодиодами – уровень газа в баллоне. По мере расходования газа светодиоды по порядку, один за другим гаснут. Таким образом, водитель всегда может определить количество газа в баллоне.

Газовый баллон (6) с установленным на нем блоком запорно-предохранительной арматуры (5) закрыт герметичным кожухом (4), который надежно изолирует оборудование от внутреннего объема автомобиля. В состав блока запорно-предохранительной арматуры входит мультиклапан – ограничительный механизм, который отсекает подачу газа при заполнении баллона на 80 % от общего объема. Один из расходно-наполнительных вентилей

всегда находится в открытом положении. Заполняют баллон, не открывая крышку багажного отделения, через выносную заправочную горловину (7), обеспечивающую ускоренную (за 2–3 мин) заправку газом. Вентиль для соединения паровой фазы газа в баллоне с атмосферой позволяет заполнить баллон на 80 % даже при отсутствии компрессора на заправочной станции.

Смесительное устройство (9) (в обиходе просто смеситель) устанавливают над карбюратором в полости воздушного фильтра или между карбюратором и впускным трубопроводом. Смеситель вместе с редуктором-испарителем 1 формируют оптимальный состав газозвушной смеси. Форма и размеры смесителя подобраны так, чтобы он не влиял на показатели двигателя при его работе на бензине. Для разных марок карбюраторов и двигателей разработаны соответствующие модели смесителей.

В комплект оборудования входят также газопроводы, выполненные из нержавеющей стали, шланги из специальной резины и крепежные детали.

Система «САГА-6» исключает попадание газа в салон автомобиля. Для этой цели конструкторы заменили традиционные резиновые кольца латунными, обеспечивающими герметичность на весь эксплуатационный период. В системе применены усовершенствованные диафрагмы редуктора-испарителя, разработанные и произведенные совместно с фирмой EFFBE (Франция). Трубки газовой магистрали выполнены из нержавеющей стали с заводской развальцовкой. Соединительные элементы газовой магистрали выполнены по авиационной технологии. Предусмотрено надежное разгрузочное устройство с вакуумным управлением для предотвращения выхода газа в подкапотное пространство после остановки двигателя. При повреждении диафрагмы первой ступени редуктора-испарителя газ также не поступает в подкапотное пространство. И, наконец, исключено попадание газа в систему охлаждения двигателя.

По конструкции аппаратура «САГА-6» не повторяет ни одну из существующих зарубежных или отечественных систем. Она прошла испытание временем и завоевала признание.

Для автомобилей, оборудованных системами впрыска топлива, созданы разнообразные газосмесительные устройства, облегчающие их индивидуальный подбор для любой модели двигателя отечественного и иностранного производства.

Сочетание редуктора «САГА-6» и специально подобранного смесителя (трубка Вентури) обеспечивает подачу газозвушной смеси, состав которой близок к оптимальному на всех режимах работы двигателя.

«САГА-6» легко поддается электронной коррекции и может работать с учетом сигналов лямбда-зонда при установке на автомобиль каталитического нейтрализатора отработавших газов. При использовании системы «САГА» выбросы вредных веществ соответствуют не только требованиям Евро-2, но и перспективным нормам Евро-3.

Фирма «САГА» и ПО «Инкар» разработали комплектующие изделия и инструкцию по дооборудованию автомобильной газовой системы «САГА-6» для применения на автомобилях с впрысковыми двигателями, в которой указаны порядок и способы выполнения операций по демонтажно-монтажным и регулировочным работам при установке ГБО на конкретные автомобили.

Дооборудование автомобилей газовой топливной системой и получение российских сертификатов соответствия ГБО конкретным автомобилям следует проводить в соответствии с техническими условиями, установленными Министерством транспорта РФ-ТУ 152-12-008-99 «Переоборудование грузовых, легковых автомобилей и автобусов в газобаллонные для работы на сжиженных нефтяных газах. Приемка на переоборудование и выпуск после переоборудования. Испытание газобаллонных систем». Работы по переоборудованию следует выполнять только в специализированных мастерских.

Газобаллонное оборудование «САГА-7»

Научно-производственная фирма «САГА» и пермское авиационное объединение «ИНКАР» разработали, внедрили в производство и наладили выпуск автомобильной газовой топливной системы «САГА-7» для использования компримированного природного газа – метана. Эту систему можно устанавливать на любые модели легковых автомобилей отечественного и иностранного производства (при рабочем объеме двигателя до 4,5 л). Она исключительно проста в эксплуатации, безопасна, высоконадежна и экономична.

В зависимости от марки автомобиля, конфигурации и массы баллонов на автомобиль устанавливают от одного до трех баллонов. На рис. 26 показана работающая на компримированном газе газобаллонная установка, содержащая три баллона (1) высокого давления. Каждый баллон представляет собой металлический корпус, покрытый армированным слоем стеклопластика, что повышает его прочность и уменьшает массу. Внутренняя поверхность баллонов имеет антикоррозионное покрытие. Баллоны крепятся с помощью кронштейнов и хомутов, предохраняющих их от перемещения и повреждений. Запас газа в трех баллонах рассчитан на пробег около 250 км.

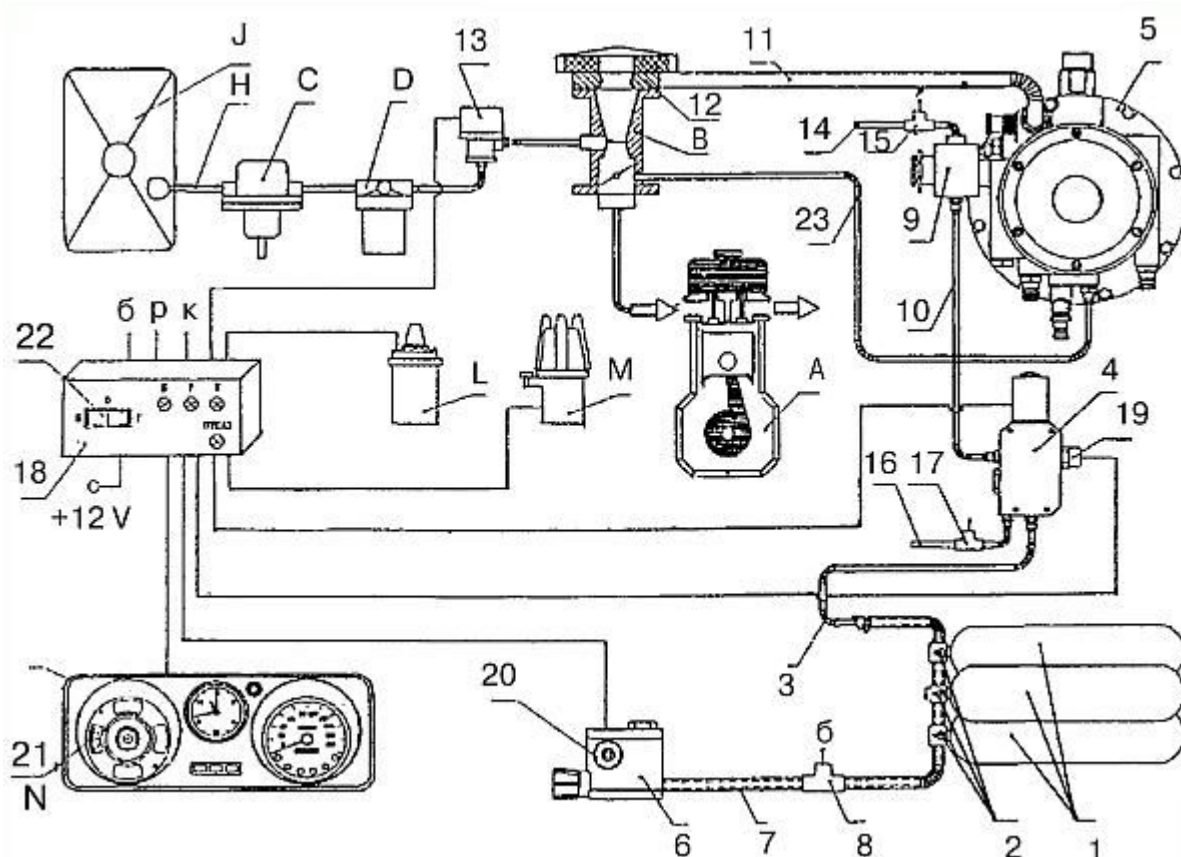


Рис. 26. Принципиальная схема автомобильной газовой топливной системы «САГА-7».

Обозначение составных частей «САГА-7»: 1 – баллоны; 2 – вентили баллонов; 3, 10 – трубопроводы высокого давления; 4 – газовый электромагнитный клапан; 5 – двухступенчатый редуктор-подогреватель низкого давления; 6 – заправочное устройство; 7 – дренажный гофрированный шланг; 8, 15, 17 – датчики протечки газа (б – в багажном отделении, р – в редукторе высокого давления, к – в клапане газовом электромагнитном); 9 – редуктор высокого давления; 11 – трубопровод низкого давления; 12 – газовый смеситель; 13 – бензиновый электромагнитный клапан; 14 – дренажный шланг редуктора высокого давления; 16 – дренажный шланг газового электромагнитного клапана; 18 – электронное устройство; 19 – датчик давления газа; 20 – датчик блокировки запуска двигателя; 21 – указатель количества бензина в баке и давления (количества) газа в баллонах; 22 – трехпозиционный переключатель вида топлива «бензино-газ»; 23 – вакуумный шланг.

Каждый баллон снабжен собственным вентилем (2), который содержит скоростной клапан и разрывную предохранительную мембрану (по температуре). Это предотвращает возможность разрыва баллона. Вентиль имеет дренажные каналы, по которым газ в случае утечки выводится через гибкие дренажные гофрированные шланги (7) за пределы автомобиля. В шланг вмонтирован датчик (8), сигнализирующий об утечке газа.

Баллоны заправляют одновременно через заправочное устройство (6), в котором также имеются дренажные каналы для отвода газа в случае его утечки. В корпусе заправочного устройства размещены фильтр, выдерживающий давление 20 МПа, заправочный вентиль и датчик блокировки пуска (20) двигателя в случае, если заправочный шланг АГНКС не отсоединен от заправочного устройства системы.

Баллоны соединены между собой трубопроводом высокого давления (3), переходящим в газовую магистраль. Трубопровод наружным диаметром 6 мм и внутренним 4 мм выполнен из нержавеющей стали с заводской развальцовкой и рассчитан на рабочее давление 20 МПа. Гайки и ниппели – «авиационной» конструкции.

На автомобиле установлен двухступенчатый редуктор-подогреватель низкого давления (РНД) (5) из комплекта «САГА-6», применяемый на газобаллонных автомобилях при использовании газа сжиженного нефтяного. Для работы двигателя на сжатом газе в него устанавливается выполненный с высокой точностью дополнительный узел-редуктор высокого давления (РВД) (9), изготовленный из латуни. Он понижает давление с 20 до 0,5–1,2 МПа и обладает высокой надежностью и малыми размерами. Обогрев РВД осуществляется путем теплопередачи от РНД. Входной штуцер РВД снабжен фильтром, а на его корпусе размещен датчик (15), фиксирующий утечку газа, со штуцером для подключения дренажного гибкого шланга (14), по которому газ в случае утечки выводится за пределы автомобиля.

Шланг (11) соединяет выходной штуцер РНД с газовым смесителем (12), закрепленным на карбюраторе и предназначенным для приготовления газозооушной смеси.

Газовая система питания также включает в себя электромагнитный газовый клапан (ЭМК) 4, рассчитанный на давление 29 МПа, фильтр, датчик (17), определяющий утечку газа, со штуцером для подключения гибкого дренажного шланга (16), датчик давления (количества газа (19), показывающий на приборном щитке автомобиля К количество оставшегося газа в баллонах.

Бензиновая система питания при установке систем для использования КПП содержит традиционные элементы: карбюратор, бензиновый электромагнитный клапан (13), фильтр тонкой очистки (D), бензонасос (C), бензопровод (H) и бензобак (J).

Штатный указатель (21) уровня бензина при работе на этом топливе показывает его количество в бензобаке, а при работе на газе – количество (давление) газа в баллонах.

Газобаллонную установку рассматриваемой конструкции отличает от других наличие электронного устройства (18), включающего в себя корректор угла опережения зажигания. Оно позволяет мгновенно переходить с бензина на газ и подстраиваться под частоту вращения коленчатого вала. При низкой частоте вращения коленчатого вала электрическое устройство увеличивает угол опережения зажигания для газа, при высокой частоте – снижает по сравнению с работой двигателя на бензине.

Автоматическое электронное устройство (18), представляющее собой блок обработки сигналов, поступающих от датчиков импульсов, обеспечивает:

- звуковую и световую сигнализацию в салоне водителя об утечке газа и о том, где именно произошла утечка: в багажном отделении, редукторе высокого давления, или в электромагнитном газовом клапане;

- согласование датчика давления газа в баллонах с указателем уровня бензина в комбинации приборов автомобиля;

- выключение электромагнитного газового клапана при остановке двигателя;

- блокировку пуска двигателя, если заправочный шланг газонаполнительной станции не отключен от заправочного устройства системы;

- переключение на другой вид топлива;
- автоматический встроенный контроль исправности электронного устройства.

При работе газобаллонной установки компримированный (сжатый) природный газ из баллонов (1) высокого давления через вентили (2) попадает в трубопровод высокого давления (3), а затем в электромагнитный клапан (4) с фильтром. Здесь газ очищается от механических примесей и поступает в прогретый теплоносителем редуктор высокого давления (9), где давление газа понижается до 0,5–1,2 МПа. Далее вся работа газобаллонной установки идет по традиционной схеме, как и для сжиженного газа.

Переоборудование дизельного автомобиля ЗИЛ-5301 «Бычок» На компримированный газ

АГТС «САГА-7Б» разработана совместно с ООО НПФ «САГА», Автокомбинатом № 44, г. Москва и ООО «ВНИИГАЗ». Изготовитель: ОАО ПАО «ИНКАР».

Автомобильная газовая топливная система «АГТС САГА-7б» предназначена для установки на автомобиль ЗИЛ-5301 и его модификации. Это оборудование позволяет использовать в качестве топлива компримированный природный газ (КПГ) после конвертации дизельного двигателя.

Технические данные системы

Технические показатели автомобилей, работающих как на газовом, так и на дизельном топливе, почти совпадают, отличаясь не более чем на 15 %.

Масса АГТС (без баллонов) – не более 20 кг.

Объем КПГ при заправке – 300/80 (шесть баллонов по 50 л), л/м3.

Контрольный расход топлива – 20 м3/100 км.

Топливо, используемое для работы – компримированный природный газ (ГОСТ 27577-87).

Давление газа на выходе из редуктора высокого давления – 0,55–0,6 МПа.

Давление газа в первой ступени редуктора-подогревателя 0,052–0,055 МПа.

Интервал температур при эксплуатации – от –40 до +45 °С.

Напряжение питания – 12 В.

Устройство системы АГТС «САГА-7Б»

Рассмотрим устройство и принцип работы оборудования этой системы, принципиальная схема которой представлена на рис. 27, схема системы зажигания на рис. 28, а электрическая схема – на рис. 29.

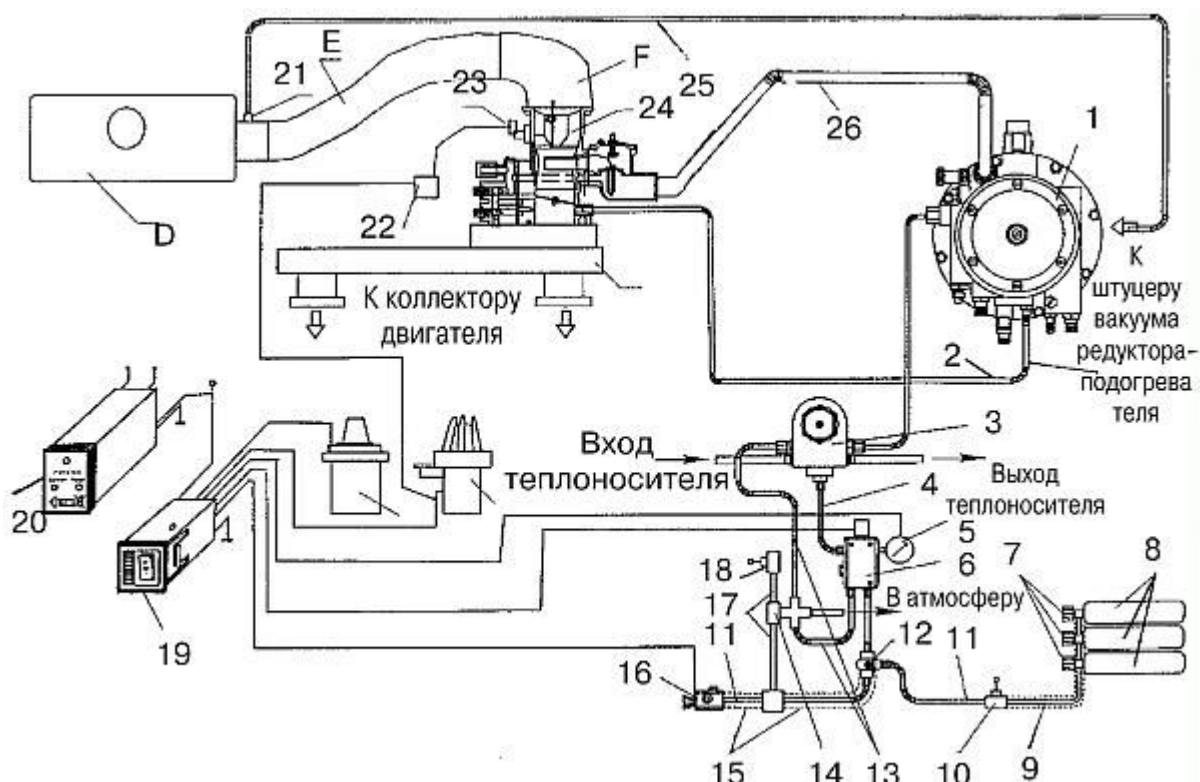


Рис. 27. Принципиальная схема работы АГТС «САГА-7Б»: 1 – редуктор-испаритель низкого давления; 2 – вакуумный шланг; 3 – редуктор высокого давления; 4, 11 – трубопроводы высокого давления; 5 – датчик высокого давления с манометром; 6 – газовый электромагнитный клапан высокого давления; 7 – баллонные вентили; 8 – газовые баллоны; 9, 15 – гофрированные шланги; 10, 18 – датчики утечки газа (Б – багажник, К – капот); 12 – магистральный вентиль; 13, 17 – дренажные шланги; 14 – штуцер с пятью выходами; 16 – заправочное устройство; 19 – переключатель вида топлива с указателем давления газа; 20 – сигнализатор утечки газа (клемма Б и соответствующая сигнальная лампа – утечка в багажнике, клемма К и соответствующая сигнальная лампа – утечка под капотом); 21 – штуцер вакуумного канала; 22 – электронный блок ограничителя частоты вращения; 23 – электромагнитный клапан ограничения частоты вращения; 24 – смеситель газа с дроссельной заслонкой; 25 – вакуумный шланг; 26 – шланг низкого давления; А – впускной трубопровод; D – воздушный фильтр; E – патрубок подачи воздуха; F – подводящий уголок; В – катушка зажигания; С – датчик-распределитель зажигания.

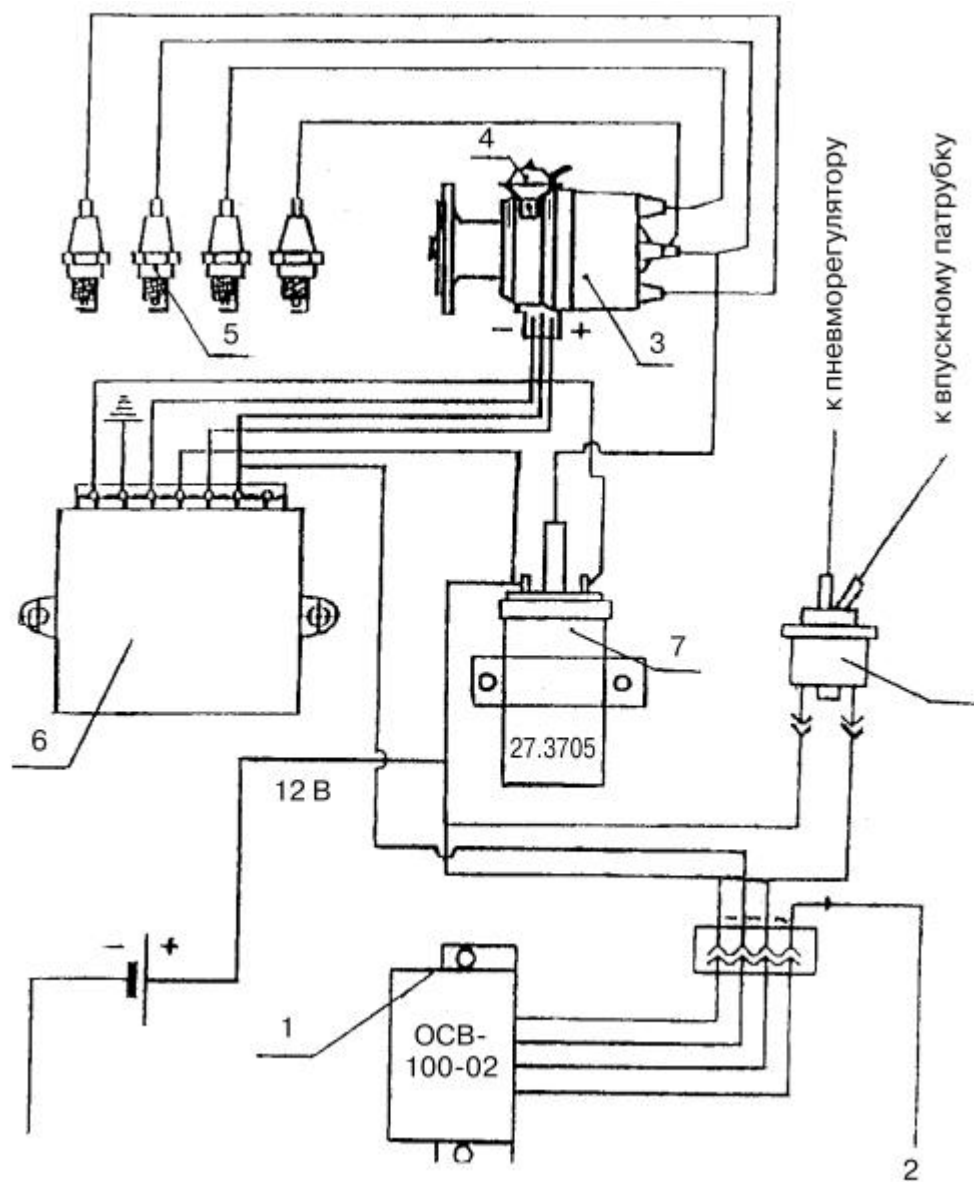


Рис. 28. Схема системы зажигания: 1 – электронный блок системы ограничения частоты вращения; 2 – клапан; 3 – датчик-распределитель; 4 – вакуумный регулятор; 5 – свечи зажигания; 6 –одноканальный коммутатор; 7 – катушка зажигания.

Датчики утечки газа (10) и (18) подключены к блоку индикации утечки (20), установленному на панели приборов кабины. В случае утечки газа, в зависимости от места утечки, на лицевой панели индикатора загораются красные мигающие светодиоды под надписями «Баллон» или «Капот», и подается прерывистый звуковой сигнал, оповещающий водителя об утечке газа.

Манометр-датчик (5), рассчитанный на давление газа 25 МПа, соединен с индикаторным указателем давления газа, смонтированным в переключателе вида топлива (19), который установлен в кабине на панели приборов.

В корпусе заправочного устройства (16) установлен датчик блокировки пуска двигателя, который соединен с коммутатором переключателя вида топлива. При вынутой заглушке заправочного устройства пуск двигателя невозможен.

Газовый электромагнитный клапан (6) посредством штуцера (14) с пятью выходами соединен с датчиком утечки газа (18) через дренажные шланги (17) и (13). В случае утечки из-под основных уплотнений газового клапана газ по дренажному шлангу выводится за пределы отсека двигателя.

По шлангу (2) к редуктору-испарителю (1) из дроссельного пространства передается управляющее разрежение.

При разработке системы «САГА-7Б» для автомобиля ЗИЛ-5301 и его модификаций предприняты все меры, обеспечивающие герметичность системы на весь срок эксплуатации. В газовой магистрали применены трубопроводы, изготовленные из нержавеющей стали, с заводской развальцовкой концов. Гайки и ниппели «авиационной» конструкции выдерживают многократный демонтаж и сборку.

Если повреждена диафрагма первой ступени редуктора-испарителя, газ не попадет в отсек двигателя. Поступление газа в систему охлаждения двигателя также исключено. Если возникает утечка газа в каком-либо соединении, газ не попадает в подкапотное пространство, а отводится наружу по дренажным шлангам (13) и (17). Когда утечка происходит в магистральном вентиле (12), электромагнитном клапане (6) или редукторе высокого давления (3), газ проходит через датчик утечки (18), и на блоке индикации утечки (20) загорается светодиод под надписью «Капот». В случае утечки в соединениях баллонных вентилей (7) и в трубопроводе высокого давления (11) газ пройдет через датчик (10) и загорится светодиод под надписью «Баллон». В обоих случаях прозвучит прерывистый предупреждающий звуковой сигнал.

В дизельной системе питания задействованы следующие штатные элементы: воздушный фильтр (D), выпускной трубопровод (E), подводящий угловой патрубок (F). Дополнительно устанавливаются: катушка зажигания (B), датчик-распределитель зажигания (C), а также электронный блок, ограничителя частоты вращения (22), электромагнитный клапан ограничения частоты вращения (23), штуцер вакуума (21) и вакуумный шланг (25).

При работе газобаллонной установки газ из баллонов (8) через вентиль (7) по трубопроводу (11) и магистральному вентилю (12) поступает в газовый электромагнитный клапан (6) с фильтром. Здесь газ очищается от механических примесей и поступает в редуктор высокого давления (3), прогретый теплоносителем системы охлаждения двигателя. В редукторе (3) давление газа понижается до величины, необходимой для нормальной работы редуктора-испарителя (1). Далее установка работает по той же схеме, что и системы для сжиженного нефтяного газа.

Доработка деталей и узлов двигателя

Доработка деталей и узлов двигателя ММЗ-245.12, а также изготовление оригинальных деталей для его переоборудования в газовый двигатель с зажиганием от искры осуществляются по чертежам ООО «ВНИИГАЗ».

Отверстия под распылитель в головке цилиндров дорабатываются с целью установки искровых свечей зажигания. В доработанные каналы заворачиваются свечи зажигания с

резьбой M12x1,25, длиной резьбовой части 19 мм и размером шестигранника под ключ 16 мм.

Дорабатывается камера сгорания (поршень) с целью увеличения ее объема для снижения степени сжатия. Объем камеры выбран из условия получения заданной степени сжатия. С учетом объема в надпоршневом пространстве, образованном прокладкой головки цилиндров, объемов в выточках под клапаны и кармане свечи в головке, степень сжатия в двигателе составляет $S=12$.

Бесконтактно-транзисторная система зажигания, схема которой приведена на рис. 28, применяется на двигателе, переоборудованном под газовое топливо в комплектации со следующими элементами. Электронный блок ограничения частоты вращения (1); электромагнитный клапан (2); доработанный датчик-распределитель (3) (40.3706) с вакуумным регулятором (4); искровые свечи зажигания (5) (BOSCH Y6DC); одноканальный коммутатор (6) (76.3734); одновыводная маслонаполненная катушка зажигания (7) (27.3705); жгут низковольтных проводов с клеммными колодками для соединения датчика-распределителя, коммутатора и катушки зажигания; жгут из пяти проводов высокого напряжения (центральный провод и четыре провода на свечи зажигания).

Общий вид расположения оборудования на автомобиле показан на рис. 30.

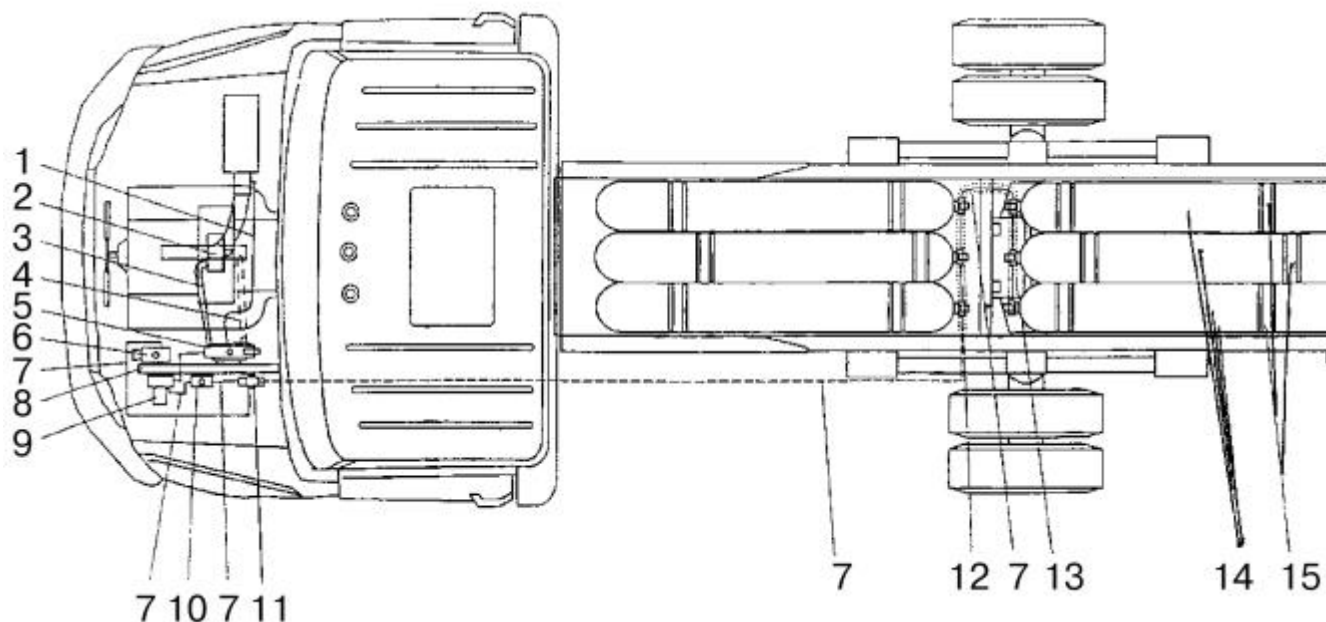


Рис. 30. Принципиальная схема монтажа АГТС «САГА-7Б» на автомобиль ЗИЛ-5301 «Бычок»: 1, 3, 4, 13 – рукава; 2 – смеситель газа с дроссельной заслонкой; 5 – редуктор-подогреватель; 6 – вентиль магистральный; 7 – трубопроводы; 8 – кронштейн крепления агрегатов в моторном отсеке; 9 – редуктор высокого давления; 10 – клапан электромагнитный газовый высокого давления; 11 – заправочное устройство; 12 – вентили баллонов; 14 – баллоны; 15 – хомуты.

Установка для работы на сжиженном природном газе (СПГ) метане «Гелий – САГА»

Реализация новых технологических решений, направленных на использование сжиженного природного газа – метана (СПГ) в качестве моторного топлива, позволяет получить значительный экономический эффект благодаря уменьшению эксплуатационных затрат (обычная «Газель» при заправке газовым топливом проезжает не 200 км, как принято считать, а 450), а также создать энергетический мост в экологически благополучное общество.

Главная особенность в конструкции автомобильной установки для работы на СПГ – наличие бака криогенного топливного (БКТ) с высокими вакуумно-теплоизоляционными свойствами для хранения газа. Охлажденный до температуры $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ метан переходит в жидкое состояние уже при атмосферном давлении и значительно уменьшается в объеме.

Научно-производственная фирма «САГА» совместно с НПО «ГЕЛИЙМАШ» разработала газотопливное оборудование, предназначенное для содержания и подачи СПГ в БКТ и в двигатель автомобиля «Газель».

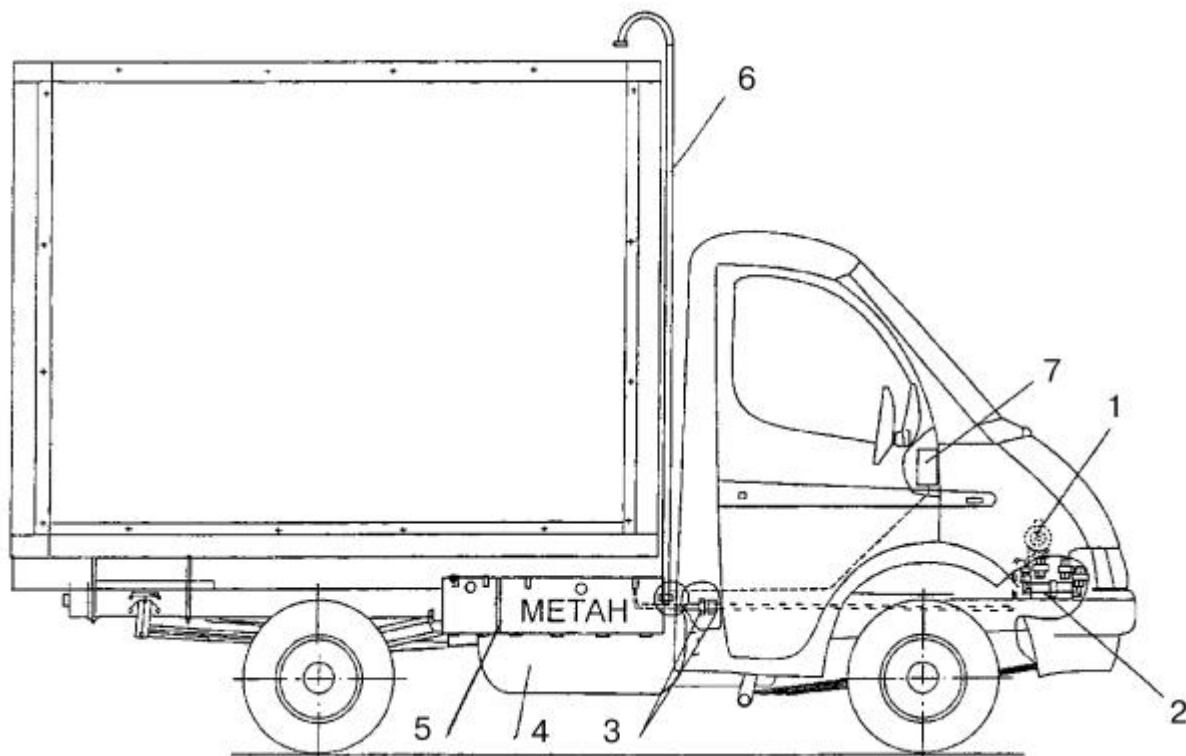


Рис. 31. Схема размещения АГТС «Гелий-САГА» на автомобиле «Газель»: 1 – редуктор-испаритель; 2 – теплообменник; 3 – трубопроводы подачи газа к теплообменнику; 4 – бак криогенный топливный; 5 – арматурный шкаф; 6 – дренажный трубопровод; 7 – панель приборов.

Схема размещения автомобильной газовой топливной системы (АГТС) «Гелий-САГА» на «Газели» приведена на рис. 31. Криогенный топливный бак (4) закреплен при помощи двух кронштейнов на правом лонжероне рамы автомобиля за кабиной водителя. Заправочное устройство контрольно-измерительные приборы установлены в арматурном шкафу (5), размещенном на БКТ. Дренажный трубопровод (6) предназначен для отвода в атмосферу парообразного газа, вышедшего из-под предохранительных клапанов, расположенных в арматурном шкафу, а также для аварийного сброса газа при повреждении арматуры. Дренажный трубопровод выведен над тентом бортового кузова и прикреплен к кузову хомутами. Аварийный сброс газа из БКТ осуществляется через скоростной клапан, также находящийся в арматурном шкафу.

Панель приборов (7), расположенная в кабине водителя, обеспечивает управление газовой аппаратурой и контроль ее работы.

На арматурном шкафу БКТ, окрашенном в красный цвет, белой краской сделана надпись «МЕТАН».



Рис. 32. Бак криогенный топливный.

Криогенный топливный бак представляет собой двойной/ цилиндрический резервуар (рис. 32), изготовленный из нержавеющей стали. Внутренний сосуд рассчитан на избыточное давление, равное рабочему давлению 0,5 МПа. Для поддержания требуемого разрежения в изолирующем пространстве между сосудом внутренним и кожухом для обеспечения термоизоляции наружная поверхность внутреннего сосуда покрыта высокоэффективной вакуумно-многослойной изоляцией (экранно-вакуумная теплоизоляция). Внутренний сосуд закреплен в кожухе двумя цилиндрическими опорными втулками из стеклопластика (на рисунке не показаны).

Вместимость газового сосуда 100 л. Количество СПГ, заливаемого в бак, 90 л (эквивалентный объем газа в нормальных условиях 60 м³).

Запас газа в баке обеспечивает примерно такой же пробег автомобиля, как и на бензине.

В баке газ хранится без потерь в течение пяти суток – так называемое бездренажное хранение. Тепло окружающей атмосферы нагревает бак, и примерно через 120 час давление в нем может увеличиться. При этом срабатывают предохранительные клапаны, и паровая фаза газа выбрасывается в окружающую среду через дренажный трубопровод. Сбросить газ бака для понижения давления можно также через шаровые краны (см. ниже) в дренажный трубопровод.

При заправке уровень СПГ в баке контролируют по манометру в арматурном шкафу, а при движении – по указателю уровня газа, который находится в кабине водителя.

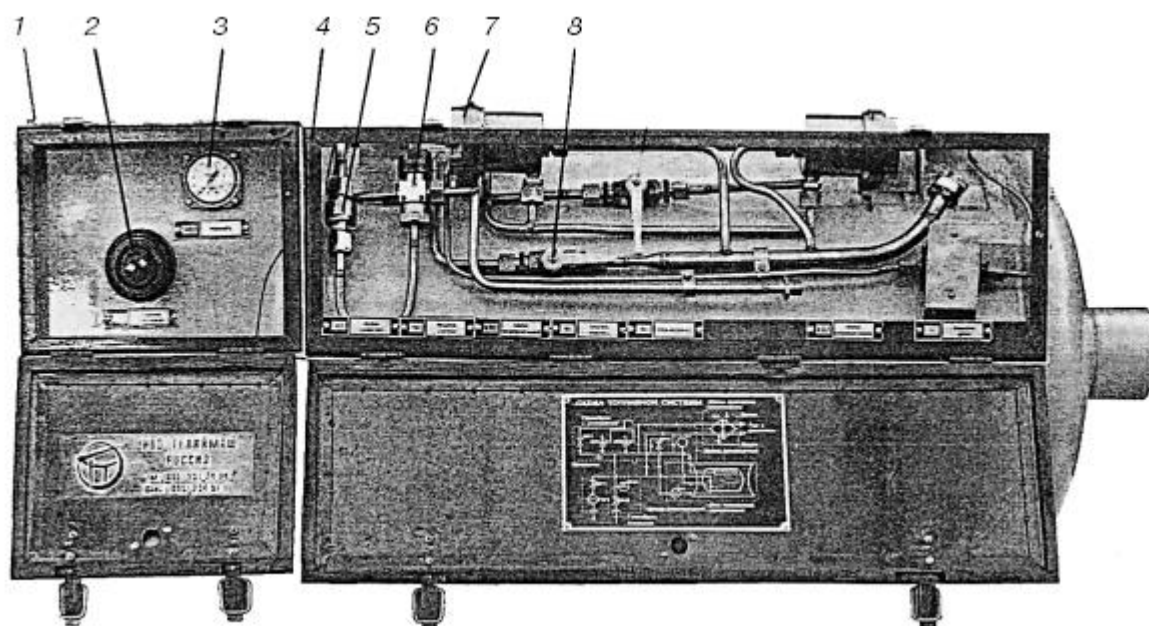


Рис. 33. Арматурный шкаф: 1 – заправочный отсек; 2 – заправочная горловина; 3 – манометр; 4 – функциональный отсек; 5 – скоростной клапан; 6 – клапан переключения фаз;

7 – предохранительный клапан; 8 – шаровые краны.

Арматурный шкаф (рис. 33) смонтирован непосредственно на баке. Он состоит из двух отсеков: заправочного (1) и функционального (4). Каждый из отсеков снабжен самостоятельно открывающейся крышкой с замком. В заправочном отсеке на специальной панели размещены манометр (3) и заправочная горловина (2). В заправочной горловине объединены две линии – заправки и газосброса. В функциональном отсеке находятся предохранительные клапаны (7), скоростной клапан (5), клапан (6) переключения фаз и шаровые краны (8). Предохранительные клапаны настроены на рабочее давление 0,5 МПа.

При увеличении рабочего давления от 0,54 до 0,57 МПа клапаны открываются, и происходит сброс паров метана в дренажный трубопровод.

Скоростной клапан служит для отключения бака и прекращения подачи газа в случае повреждения или обрыва магистрального трубопровода.

Клапан переключения фаз выполняет две функции в зависимости от значения давления газа в баке. При давлении до 0,4 МПа в теплообменник (2) (см. рис. 31) подается жидкая фаза, если давление превышает 0,4 МПа – подается паровая фаза.

Теплообменник предназначен для испарения жидкой фазы и подогрева СПГ, поступающего в двигатель.

Трубопроводы системы изготовлены из нержавеющей стали с проходным сечением 8 мм и имеют тонкие стенки, так как вся система работает под небольшим давлением от 0,15 до 0,55 МПа.

АГТС «Гелий-САГА» работает следующим образом. Газ в жидком виде подается по магистрали в теплообменник, где подогревается жидкостью из системы охлаждения двигателя. В парообразном виде газ поступает непосредственно в газовую систему «САГА-6». Далее дозировка газа осуществляется по традиционной схеме редуктором-испарителем «САГА-6», где его давление снижается до значения, близкого к атмосферному. Затем под действием разрежения во впускном трубопроводе двигателя газ поступает в смеситель, в котором смешивается с воздухом, и газовоздушная смесь через карбюратор направляется во впускной трубопровод и далее в цилиндры двигателя.

Автомобильная криогенная заправочная станция (КриоАЗС), предназначенная для сжижения природного газа, его накопления и заправки сжиженным природным газом (СПГ) автомобилей. КриоАЗС подключена к газопроводу низкого давления 0,2–0,6 МПа и установлена в непосредственной близости от места расположения автопредприятия. Подобным образом КриоАЗС установлена на автокомбинате № 41 (г. Москва), эксплуатирующем 12–15 малотоннажных грузовых автомобилей «Газель» (рис. 34).

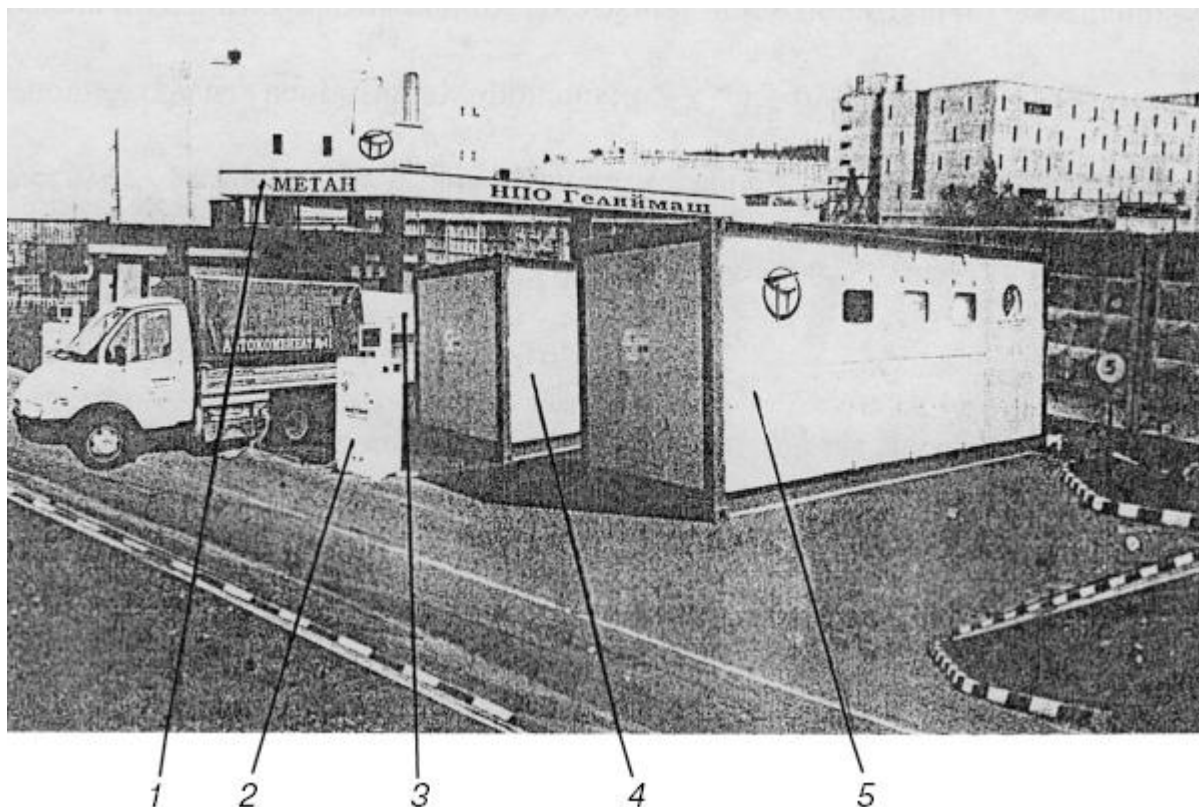


Рис. 34. Автомобильная криогенная заправочная станция: 1 – операторская с блоком управления; 2 – заправочная колонка СПГ; 3 – криогенная емкость для накопления и хранения СПГ; 4 – технологический блок; 5 – компрессорный блок.

Природный газ по трубопроводу от газораспределительного пункта поступает под давлением 0,25 МПа в компрессорное отделение (5), где сжимается до давления 20 МПа, очищается от масла и капельной влаги и подается в технологическое отделение (4). Здесь газ очищается от двуокиси углерода и паров воды, сжижается и при давлении 0,3 МПа по трубопроводу с вакуумно-многослойной изоляцией подается в криогенную емкость (3) для накопления и хранения СПГ. Из операторской, оснащенной блоком управления (1), по команде оператора сжиженный газ под давлением 0,25 МПа подается по раздаточному трубопроводу, оснащенный вакуумно-многослойной теплоизоляцией, к заправочной колонке (2), а от нее – в газовый баллон автомобиля «Газель».

Со своего поста оператор при помощи системы автоматического управления контролирует работу компрессорного и технологического отделений, криогенной емкости и заправочной колонки. Заправку автомобилей «Газель» оператор осуществляет при помощи пульта управления, расположенного на заправочной колонке. Максимальный заправочный объем – 90 л сжиженного природного газа. Время заправки – не более 15 мин.

Система «Nicolaus» (Италия)

Московская фирма «Эльпигаз» предлагает систему управления подачей газа «Nicolaus» итальянского производства, которую устанавливают в основном на недорогих поддержанных иномарках или на отечественных автомобилях. Стоимость газовой системы, включая ее установку, не превышает 5 % от реальной стоимости автомобиля.

Первоначально эта система предназначалась для автомобилей с впрысковыми двигателями, оснащенными простыми системами управления впрыском. Использование системы «Nicolaus» на современных двигателях с распределенным впрыском вызывает некоторые трудности, связанные с возникновением обратных хлопков при работе на газе.

Однако противохлопковый клапан, совмещенный со смесителем, который расположен перед дроссельной заслонкой, вполне справляется с этой задачей.

В состав системы входят также традиционные элементы, используемые в механических устройствах с электронным управлением: редуктор-испаритель с электромагнитным клапаном и смеситель газа, совмещенный с противохлопковым клапаном.

Газовоздушную смесь заданного состава формирует электрический дозатор с шаговым электродвигателем. В состав системы входят эмуляторы, подающие в базовый бензиновый электронный блок управления (ЭБУ) сигналы, имитирующие работу бензиновых форсунок, лямбда-зонда и других элементов.

Большинство функций системы управления «Nicolaus» сведено в один блок (рис. 35), что позволяет эффективнее, автоматически контролировать состав газовой смеси во время работы двигателя на газе сжиженном нефтяном.

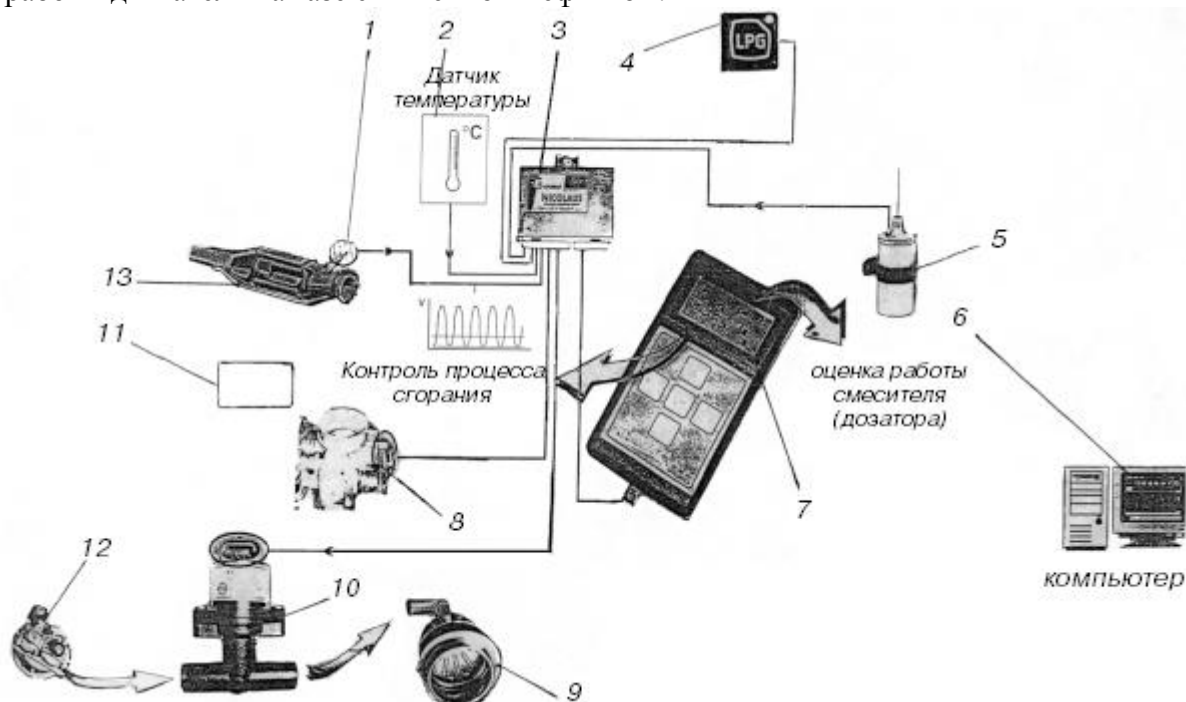


Рис. 35. Схема подключения системы «Nicolaus»: 1 – лямбда-зонд; 2 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 3 – блок системы управления БСУ «Nicolaus»; 4 – интегрированный переключатель; 5 – бабина; 6 – персональный компьютер; 7 – тестер программатор АУ215; 8 – датчик положения дроссельной заслонки; 9 – смеситель с противохлопковым клапаном; 10 – дозатор (актуатор); 11 – штатный электронный блок управления; 12 – редуктор-испаритель; 13 – каталитический нейтрализатор.

При работе на этом топливе в управлении двигателем одновременно участвуют базовый бензиновый ЭБУ (11) и блок системы управления БСУ (3), который представляет собой самостоятельный многофункциональный микропроцессор. Он обрабатывает сигналы, поступающие от датчика кислорода (лямбда-зонда) (1), датчика числа оборотов двигателя RPM5 с катушкой зажигания или с тахометром, датчика положения дроссельной заслонки TRS8 и датчика температуры на редукторе (12).

БСУ – универсален и может устанавливаться практически на любую модель автомобиля при наличии программного обеспечения.

Программное обеспечение этого блока корректируется в зависимости от модели двигателя, дозатора газа, типа смесителя и выполняется непосредственно установщиком газового оборудования с помощью тестера-программатора «Эльпигаз» AE215, который может поставляться отдельно. Возможно также подключение блока системы управления через интерфейс (код AE 171) к переносному компьютеру 6 с соответствующим программным обеспечением.

При подключении этого прибора к блоку системы управления можно предварительно произвести тестирование основных элементов бензиновой системы и получить визуальное отображение цифровой и графической информации о работе системы управления двигателем на дисплее (7). Все это дает возможность существенно упростить, сделать доступной настройку газовой системы питания и обеспечить надежность ее последующей эксплуатации.

Система управления, на основании анализа полученных сигналов и сравнения их в блоке микропроцессора с заданными значениями подает главный проставляющий сигнал на дозатор с шаговым электродвигателем (аттуатор) (10).

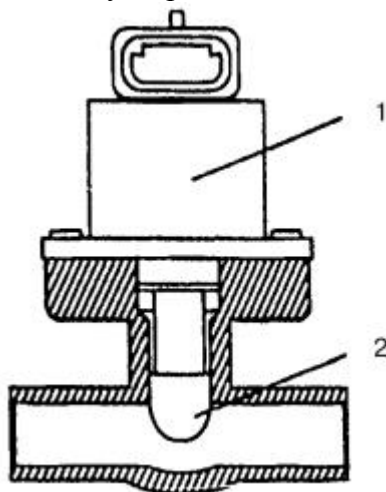


Рис. 36. Дозатор (аттуатор): 1 – шаговый двигатель; 2 – шток.

Аттуатор (рис. 36) – это регулятор, устанавливаемый между редуктором-испарителем (12) и смесителем (9). Аттуатор изменяет поток газа во время работы двигателя по сигналам БСУ, которое использует сигнал от лямбда-зонда таким образом, чтобы газоздушная смесь, поступающая в двигатель, имела состав, близкий к стехиометрическому (коэффициент избытка воздуха около 1). Это обеспечивает оптимальную и долговременную работу каталитического нейтрализатора (13) и гарантирует выполнение требований к выбросу отработавших газов на уровне, более низком, чем при работе данного двигателя на бензине.

Система позволяет предварительно выбрать смеситель для оптимальной работы с аттуатором.

Опыт эксплуатации систем, оснащенных управляемыми аттуаторами, показывает, что при работе в режиме холостого хода может возникнуть нестабильность. Система «Nicolaus», благодаря возможности точно устанавливать оптимальное начальное проходное сечение аттуатора и проверять этот показатель по отображению на дисплее программатора AE215, позволяет практически исключить этот недостаток.

Система «Nicolaus» посредством БСУ генератора сигналов может стимулировать действие лямбда-зонда во время работы двигателя на газе без использования дополнительных адаптеров и эмуляторов. Сигнал лямбда-зонда поступает в БСУ для формирования сигнала управления аттуатором (10) и затем поступает в ЭБУ, моделируя работу на бензине. Исключение составляют системы питания, оснащенные системами бортовой диагностики ЕОВД (European On Board Diagnostic). Отечественные бензиновые впрысковые двигатели пока не оснащаются ЕОВД, хотя их внедрение в автомобильную практику было бы очень полезно. В Европе эти системы устанавливаются с 2001 г.

В БСУ встроены реле для управления электромагнитами, которые используются для отключения цепи бензиновых форсунок (если двигатель не требует эмуляции форсунок) и стирания содержимого памяти ЭБУ в случае, если в процессе работы двигателя на газе блок управления бензиновым впрыском запоминает правильные показания датчиков.

БСУ также соединен с датчиком температуры (2), установленным на

редукторе-испарителе (рис. 35). Благодаря этому обеспечивается автоматическое переключение двигателя с бензина на газ – по достижении редуктором-испарителем заданной температуры. Таким образом, газ поступает в двигатель в газообразном состоянии с минимальной задержкой. Водитель может не контролировать степень нагрева двигателя перед подключением на газ. При этом исключается подача в двигатель газа в жидком состоянии.

Интегрированный переключатель (4), входящий в систему, сигнализирует, каков резервный уровень газа в баллоне, переключает работу двигателя с бензина на газ и контролирует заданный режим питания (рис. 35).

Если запуск двигателя на бензине невозможен, можно запустить двигатель в аварийном режиме непосредственно на газе.

Предусмотрена цепь для автоматического управления электромагнитными клапанами для подачи газа на редуктор-испаритель и газовый фильтр.

Система подключена к датчику количества газа в баллоне, которое отображается индикаторами, расположенными на блоке переключателя «бензин – газ».

Таким образом, представленная система «Nicolau» имеет широкий диапазон функциональных возможностей, обеспечивающих взаимодействие с любыми датчиками, установленными на автомобиле (лямбда-зонд, TRS, RPS), и возможности выбора оптимального режима работы дозатора для получения высоких показателей динамики движения и экономичности автомобиля.

Система «Elisa» (Италия)

В современных двигателях с распределенным впрыском бензина и электронным управлением количество топлива, подаваемое в камеру сгорания, а стало быть, и весь процесс подготовки и сжигания смеси, зависит от сигналов, поступающих с датчиков:

- расходомера, определяющего объем проходящего воздуха;
- датчика, посылающего сигнал о частоте вращения коленчатого вала двигателя;
- датчика, определяющего положение дроссельной заслонки (TPS);
- лямбда-зонда, сигнализирующего о количестве кислорода в выхлопных газах;
- датчика детонации;
- датчика, посылающего сигнал о температуре двигателя.

Компьютер, управляющий впрыском бензина, – бортовой электронный блок управления (ЭБУ) на основании полученных с датчиков сигналов определяет время открытия бензиновой форсунки для каждого цилиндра, обеспечивая при этом подачу оптимального количества бензина на каждом цикле «всасывание» работы цилиндров двигателя.

Современные европейские автомобили снабжают системой бортовой диагностики ЕОВД (Европейская Бортовая Диагностика), контролирующей работу двигателя при подготовке и сгорании топливной смеси. Автомобили, оснащенные этой системой, отвечают самым жестким требованиям, соответствующим новым стандартам по токсичности отработавших газов.

При установке на автомобиль газовых систем требуется оборудование, которое действует на принципах, совместимых с принципами работы системы впрыска бензина. Это системы последовательного или распределенного впрыска газа.

При использовании «Elisa» существенно улучшаются эксплуатационные и экологические характеристики двигателя.

Суть и условия работы двигателя, использующего эту систему, в следующем:

- дозирование газа выполняется на основе исходного сигнала для срабатывания бензинового инжектора;
- место подачи газового топлива максимально приближено к месту подачи бензина –

перед впускным клапаном;

- впрыск газа производится в той же фазе цикла и в тот же цилиндр, что и впрыск бензина;

- сигналы электронного блока управления газовым топливом обеспечивают полную совместимость с ЕОВД.

Рассмотрим принцип работы системы «Elisa» фирмы «Эльпигаз» на основе схематичного изображения системы управления подачи газа (рис. 37).

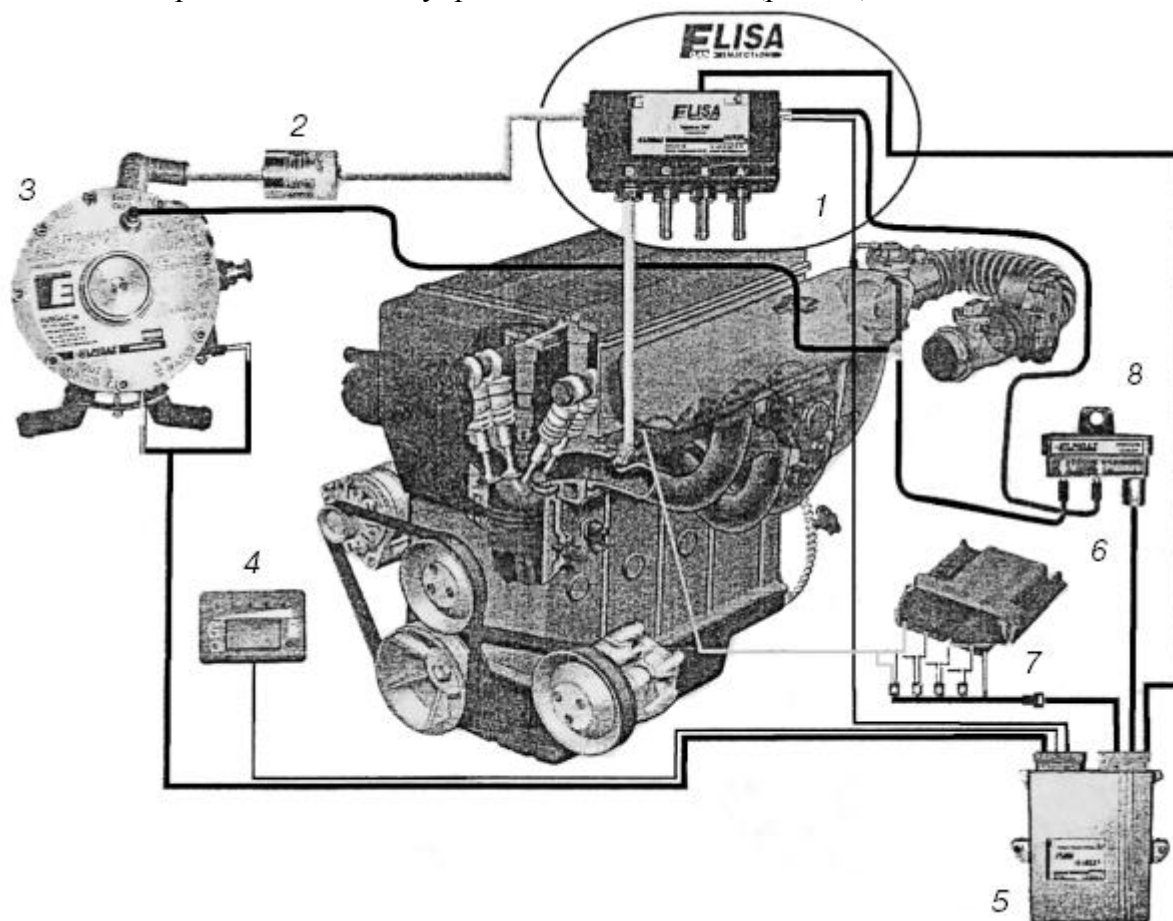


Рис. 37. Схема соединений системы «Elisa»: 1 – блок форсунок четырехсекционный; 2 – газовый фильтр; 3 – редуктор-испаритель; 4 – переключатель вида топлива с указателем уровня газа в баллоне; 5 – ЭБУ газовый; 6 – ЭБУ бензиновый; 7 – бензиновые форсунки; 8 – датчик давления и разрежения.

Газ к форсункам подается под давлением 0,095 МПа оригинальным одноступенчатым газовым редуктором-испарителем (3). В каждый цилиндр газ поступает от соответствующей форсунки. Все форсунки конструктивно выполнены в форме единого блока (1), состоящего из четырех электромагнитных форсунок. Этот вариант дешевле, чем набор отдельных форсунок.

При работе на газовом топливе блок форсунок впрыскивает топливо во впускной трубопровод около впускных клапанов. Управляет открытием и закрытием этих форсунок установленный электронный блок управления газовой системы «Elisa» (5), который соединен с штатным электронным блоком управления (6) впрыскового двигателя; электропроводами, используемыми для управления бензиновыми форсунками.

В этом блоке электрическая цепь управления бензиновыми форсунками (7) размыкается. Таким образом, «газовый» ЭБУ «перехватывает» сигнал управления бензиновыми форсунками и производит корректировку этого сигнала, что необходимо в связи с особенностями работы двигателя на газе.

При корректировке бензинового сигнала придерживаются следующего принципа:

количество дозируемого газового топлива, которое определяется временем открытия газовой форсунки, должно быть энергетически эквивалентно количественной потребности в бензине в данный момент, определяемый базовым ЭБУ (обеспечивается временем открытия).

Следует учесть, что увеличение времени открытия газовой форсунки ограничено. Чтобы избежать чрезмерного увеличения времени открытия газовой форсунки, необходимо увеличить ее пропускную способность путем подбора рабочего сечения штуцеров на выходе из форсунок.

Система «Elisa» позволяет, и в этом ее особенность, варьировать в конструкции газовых форсунок их рабочее сечение, чтобы подобрать требуемое.

Газовая форсунка представляет собой электромагнитный клапан, в который на выходе вставлен калиброванный штуцер (рис. 38). В каждый цилиндр газ подается своей форсункой. Газ от штуцера форсунки поступает в штуцер на впускном коллекторе (рис. 39) по резиновому трубопроводу. При этом используется сигнал, предназначенный для бензиновой форсунки того же цилиндра, что позволяет сохранить синхронизированный впрыск и при газовом режиме.

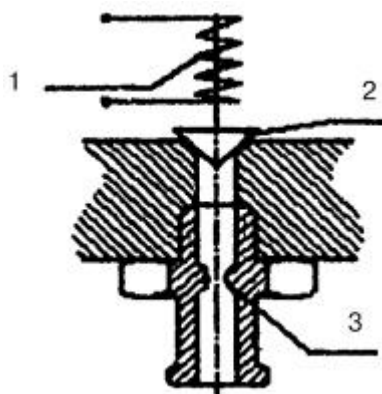


Рис. 38. Схема газовой форсунки: 1 – обмотка катушки соленоида; 2 – клапан; 3 – калиброванный штуцер.



Рис. 39. Коллектор с газовыми жиклерами.

При подборе калиброванных штуцеров необходимо учесть факторы, определяющие выбор диаметра их отверстия (рабочего сечения): мощность двигателя, количество цилиндров (см. табл. 2).

Во время работы на газовом топливе ЭБУ (5) (рис. 37) получает информацию о давлении и температуре газа, поступающего на форсунки, и о разрежении во впускном коллекторе.

Датчик давления и разрежения (8) отслеживает все изменения в газовой магистрали блока форсунок (1) впускного трубопровода, преобразовывает их и передает на ЭБУ газовой системы.

Разница P_r между давлением газа P_r , поступающего из редуктора-испарителя, и

разрежением P_v впускного трубопровода есть абсолютное давление, которое и используется газовым ЭБУ для корректировки времени открытия газовой форсунки: $\#P = P_r - P_v$.

Таблица 2. Параметры для выбора калиброванных штуцеров 4-цилиндрового двигателя

Марка штуцера	Диаметр сечения, мм	Мощность двигателя, КВт
SWX 3018	1,8	37
SWX 3021	2,1	58
SWX 3023	2,3	79
SWX 3024	2,4	96
SWX 3027	2,7	111

Датчик температуры газа, расположенный на блоке форсунок, также подает на ЭБУ газовой системы корректирующий сигнал. Таким образом, происходит измерение и учет величины абсолютного давления и температуры газа, которые постоянно меняются с изменением режимов работы двигателя и других внешних условий. Этим в значительной степени обеспечивается хорошая приемистость автомобиля, особенно на переходных режимах движения.

Оригинальный программный продукт ЭБУ газовой системы «Elisa» позволяет провести индивидуальный подбор, контроль и корректировку параметров впрыска газа. Настройка системы достаточно проста для выполнения благодаря тому, что все процедуры наглядно отображаются в среде Windows на экране персонального компьютера, подключенного через диагностический разъем к ЭБУ газовой системы. Это позволяет установить и настроить систему «Elisa» в мастерской.

Далее делается анализ выхлопных газов, и проверяются параметры во время дорожного теста. Предусмотрена также возможность ввода файла с программой для определенного типа автомобиля.

ЭБУ газовой системы одновременно выполняет задачу эмуляторов, без которых раньше не обходилось переоборудование впрысковых двигателей. Когда ЭБУ газовой системы получает сигнал управления бензиновыми форсунками, он одновременно посылает в базовый ЭБУ имитирующий сигнал нормальной работы электрической цепи этих устройств.

В системе «Elisa» не требуется проведение эмуляции сигнала лямбда-зонда.

Важнейшим достоинством системы «Elisa» является стопроцентное отсутствие «хлопков» во впускном трубопроводе.

Система управления подачей газа успешно эксплуатируется на большинстве известных зарубежных моделей легковых автомобилей (Daewoo, Ford, Renault, Peugeot, Opel, BMW и др.) и на отечественных (Волга, Жигули и др.).

У нас система «Elisa» была установлена на автомобиле ГАЗ-3110 с инжекторным двигателем (рис. 40). Пробег автомобиля с данным оборудованием был успешен. Уже пройдено 40 000 км, включая полный цикл зимней эксплуатации в условиях Москвы. Как показали испытания, эта система работает безотказно.



Рис. 40. Инжекторный двигатель ГАЗ-3110: 1 – датчик давления газа; 2 – электромагнитный газовый клапан; 3 – редуктор-испаритель; 4 – ЭБУ газа.

Система «Tartarini» (Италия)

Фирма «РАВУЛЬТРАГАЗ» предлагает систему подачи газа для любого автомобиля с впрысковым двигателем, т. е. систему распределенного впрыска, газа сжиженного нефтяного или природного газа (метан). Эта система прошла сертификацию в соответствии с нормами безопасности для автомобилей с бензиновыми двигателями рабочим объемом от 1,3 до 6 л.

Система управляется электронным блоком (ЭБУ), который контролирует время впрыска газа, подаваемого с помощью рампы с форсунками непосредственно во впускные каналы. Таким образом, достигается особенно точная дозировка топлива, что необходимо для оптимизации процесса сгорания. Время впрыска газа рассчитывается на основе времени впрыска бензина, задаваемого бензиновым ЭБУ.

Преимущества системы «Tartarini» заключается: в возможности ее установки на автомобили, отвечающие новым стандартам ЕОВД (Европейская Бортовая Диагностика); в оптимизации расхода топлива; в оптимизации характеристик двигателя и динамики автомобиля; в простоте установки; в предрасположенности к адаптации, когда для ЭБУ газовой системы используют сигналы, сформированные ЭБУ для бензинового топлива.

Принципиальная схема газового оборудования показана на рис. 41.

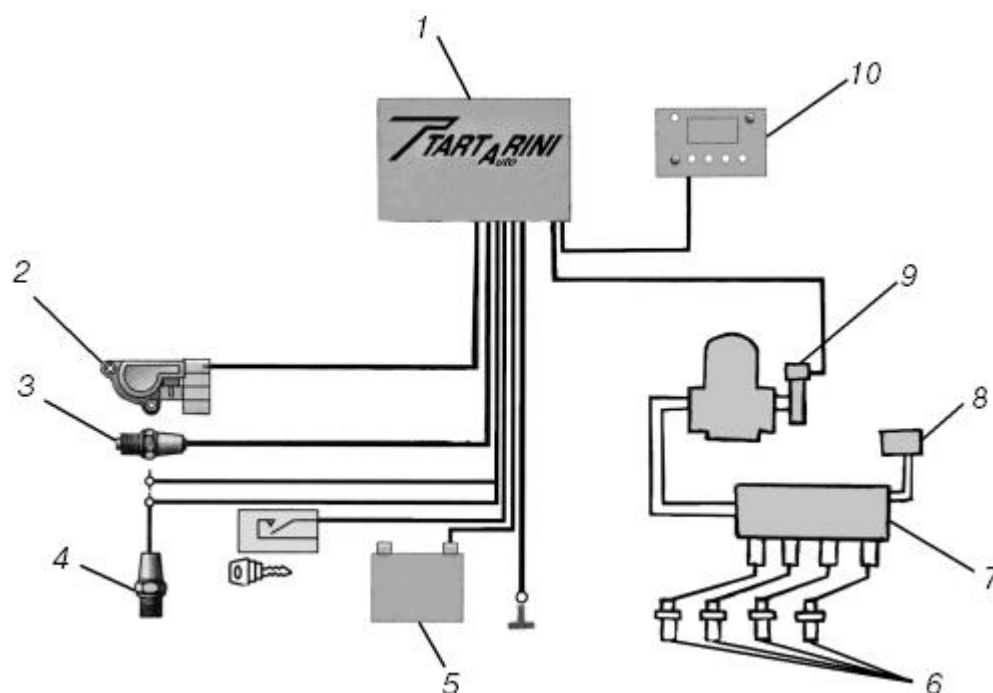


Рис. 41. Принципиальная схема газового оборудования «Tartarini»: 1 – электронный блок управления; 2 – датчик положения дроссельной заслонки; 3 – датчик частоты вращения коленчатого вала; 4 – лямбда-зонд; 5 – аккумуляторная батарея; 6 – штуцера во впускной трубопровод; 7 – рампа с форсунками газа; 8 – датчик разряжения во впускном трубопроводе; 9 – редуктор-испаритель повышенного давления с газовым клапаном отсечки; 10 – переключатель вида топлива с индексацией уровня газа в баллоне.

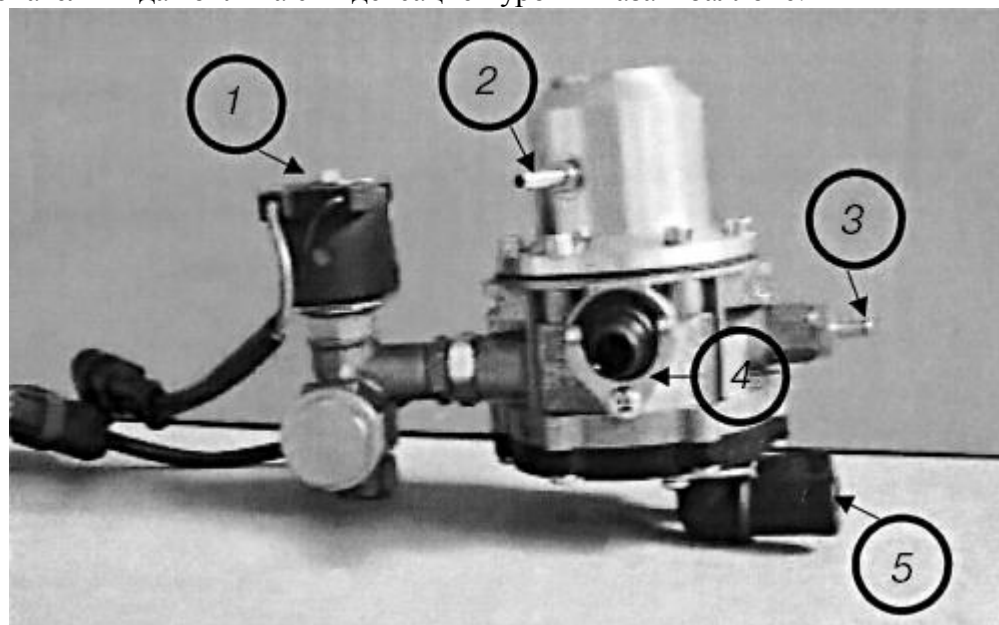


Рис. 42. Редуктор повышенного давления: 1 – электромагнитный клапан отсечки газа с фильтром; 2 – штуцер подсоединения вакуумного шланга; 3 – предохранительный клапан; 4 – патрубок выхода газа; 5 – патрубки входа и выхода теплоносителя.

Редуктор-испаритель двухступенчатый повышенного давления, работающий на ГСН, показан на рис. 42. Редуктор вакуумного типа с разгрузочным устройством. В его конструкции применен электромагнитный клапан отсечки газа, который запирает канал поступления газа. Благодаря этому обеспечивается предварительная подача газа до пуска двигателя, что позволяет использовать редуктор на автомобилях с инжекторными двигателями. Редуктор предназначен для перехода газа из жидкого состояния в газообразное

и подачи его под постоянным давлением 0,05–0,1 МПа в магистраль форсунок.

Рампа газовых форсунок (рис. 43) – устройство, управляемое ЭБУ газовой системы, предназначенное для подачи необходимого количества топлива в каждый цилиндр двигателя в отдельности. Устанавливать рампу рекомендуется возможно ближе к штуцерам впрыска газа.

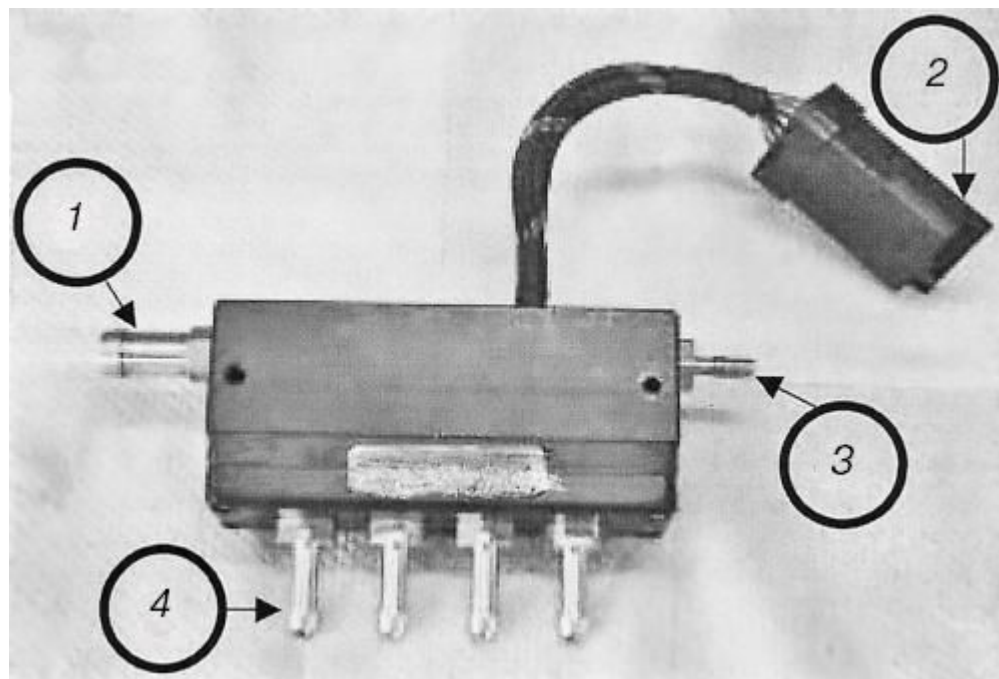


Рис. 43. Рампа газовых форсунок: 1 – вход газа; 2 – электрический разъем; 3 – штуцер подключения измерителя давления; 4 – калиброванные штуцеры для подачи газа во впускной трубопровод.

Калиброванные штуцеры для ГСН используются двух размеров: в автомобилях с объемом двигателя от 1 до 1,3 л – диаметром 1,8 мм; в автомобилях с объемом двигателя от 1,3 до 6 л – диаметром 4 мм.

Блок ЭБУ, имея относительно небольшие размеры, работает как полноценный бортовой процессор. В его задачу входит не только имитация сигналов для штатного «бензинового» ЭБУ, но и прием поступающих сигналов, их обработка и передача команд на все исполнительные узлы, находящиеся в подкапотном отсеке автомобиля. Он обрабатывает сигналы от лямбда-зонда, датчика положения дроссельной заслонки, датчика частоты вращения коленчатого вала, модуля зажигания.

Газовый процессор повторяет всю работу штатного процессора автомобиля.

Наличие газовых форсунок позволяет полностью исключить эффект обратного хлопка, который характерен для традиционных установок более раннего производства с подготовкой газозоудной смеси в смесителе.

Система «Landi Renzo» (Италия)

Эти газобаллонные системы хорошо работают на автомобилях «Жигули» и «Волга» с впрысковыми двигателями. В Москве их представляет компания АВТ («Эй-Би-Ти»).

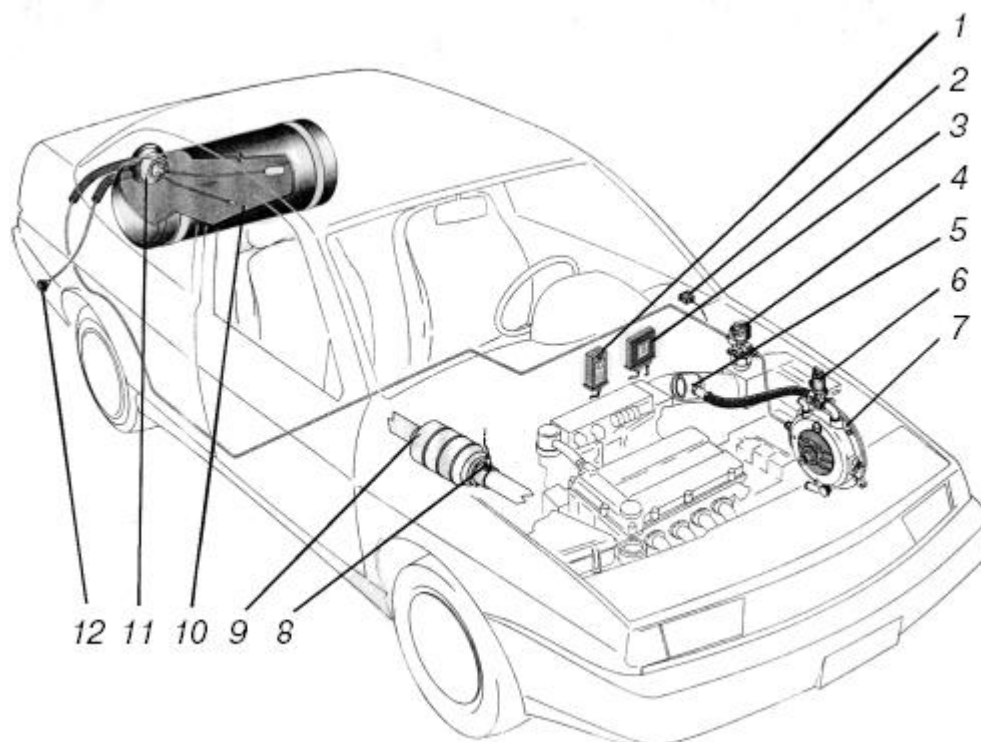


Рис. 44. Схема установки на автомобиль газовой аппаратуры «Landi Renzo»: 1 – эмулятор форсунок; 2 – переключатель вида топлива; 3 – электронный блок управления; 4 – электромагнитный газовый клапан; 5 – газосмесительное устройство; 6 – электрический дозатор газа; 7 – редуктор-испаритель; 8 – лямбда-зонд; 9 – нейтрализатор; 10 – газовый баллон; 11 – запорно-предохранительная арматура; 12 – выносное заправочное устройство.

Газ, заправленный в баллон (10) (рис. 44), через выносное заправочное устройство (12) выходит из баллона в жидком состоянии через блок запорно-предохранительной арматуры. По магистральному трубопроводу газ поступает к газовому электромагнитному клапану (4), который находится в отсеке двигателя. Этот клапан пропускает газ в редуктор-испаритель (7) только при включенном зажигании и только тогда, когда переключатель вида топлива (2) находится в положении «Газ». Клапан снабжен фильтром, очищающим газ от посторонних взвесей и загрязнений.

Далее очищенный сжиженный газ при ступенчатом падении давления и подогрева в редукторе-испарителе переходит в газообразное состояние. Из редуктора паровая фаза газа поступает в газосмесительное устройство (5) (смеситель), расположенное в воздуховоде перед дроссельной заслонкой, где образуется газозвушная смесь.

Количество газа, подаваемого в смеситель, изменяется в зависимости от режима работы двигателя с помощью дозатора газа (6), установленного на выходе редуктора-испарителя. Управляет дозатором электронный блок (3), получающий информацию о составе отработавших газов и режиме работы двигателя от лямбда-зонда (8), датчиков положения дроссельной заслонки и частоты вращения коленчатого вала. На основании этих данных блок управления подает газ строго в количестве, необходимом для поддержания наилучшей динамики автомобиля, минимального расхода топлива и наименьшего выброса вредных веществ с отработавшими газами.

Во время работы двигателя на газе эмулятор (1) отключает форсунки, одновременно генерируя для блока управления двигателем сигнал, имитирующий их работу. Это сделано, для того чтобы блок управления не отключил систему зажигания, ошибочно предположив, что в цепи питания форсунок появилась неисправность.

Внешний вид элементов системы «Landi Renzo» показан на рис. 45.



Рис. 45. Основные элементы системы «Landi Renzo»: 1 – электронный блок управления LCS – A/1; 2 – электрический дозатор газа; 3 – двухпозиционный переключатель вида топлива с указанием уровня газа в баллоне; 4 – эмулятор форсунок с соединительным кабелем; 5 – газовый электромагнитный клапан; 6 – газосмесительное устройство для приготовления топливоздушнoй смеси.

Электронный блок управления (1) обрабатывает сигналы от лямбда-зонда системы зажигания, датчика положения дроссельной заслонки и хранит в памяти значения напряжения на лямбда-зонде, соответствующие стехиометрическому составу смеси, который должен обеспечиваться при любом режиме работы двигателя. Лямбда-зонд (8) рис. 44 контролирует состав отработавших газов в выпускном трубопроводе и постоянно посылает электронному блоку управления сигнал в виде переменного напряжения. Блок проверяет правильность состава смеси, сравнивая полученный сигнал со значениями, хранящимися в его памяти. Если есть различие, блок с помощью шагового электродвигателя изменяет проходное сечение в дозаторе газа (б) рис. 44, (2) рис. 45 до тех пор, пока состав смеси не вернется к стехиометрическому значению ($\lambda=1$).

Дополнительная функция блока управления – эмуляция лямбда-зонда, т. е. имитация в режиме работы на газе нормального сигнала этого датчика, предназначенного для работы на бензине.

Блок управления выполняет также функцию диагностики системы и может быть перепрограммирован. Эта операция осуществляется с помощью специального тестера-программатора, поставляемого фирмой в систему профессионального сервиса.

Кроме того, электронный блок управления обеспечивает пуск двигателя только на бензине, автоматически отключая подачу газа, а также с помощью переключателя (2) позволяет в любой момент перейти на желаемый вид топлива без остановки двигателя.

Двухпозиционный переключатель (3) рис. 45 со светодиодной индикацией показывает

используемый вид топлива и уровень сжиженного газа в баллоне.

Эмулятор (4) рис. 45 во время работы двигателя на газе перекрывает подачу бензина и имитирует для основного блока управления двигателем работу форсунок. Он подключается к системе специальным кабелем.

Модуль эмулятора для каждого автомобиля подбирают в зависимости от установленной на нем системы впрыска.

Газовый электромагнитный клапан (5), расположенный между баллоном и редуктором-испарителем, – это устройство, перекрывающее подачу газа при работе на бензине и при выключении зажигания. Он совмещен с газовым фильтром.

Газосмесители (6) – это устройства, в которых используется эффект трубки Вентури. Они обеспечивают пропорциональное смешивание воздуха с газом на всех режимах работы двигателя. Для каждого конкретного двигателя разработан свой смеситель таким образом, чтобы вместе с редуктором и электронным блоком управления он был оптимален для работы на газе и не оказывал заметного влияния при работе на бензине.

Особенности системы «Landi Renzo» «OMEGAS»

Итальянская фирма «Landi Renzo» «OMEGAS» приняла новую стратегическую программу по снижению расхода топлива и выпуску экологически чистых транспортных средств, двигатели которых работают и на бензине, и на газе. В разработанной фирмой новой системе (рис. 46), чтобы переключить двигатель с бензинового режима на газовый, пользуются, как обычно, переключателем вида топлива. Газовые форсунки, расположенные над каждым цилиндром, способны реагировать на команды ЭБУ за миллисекунды.

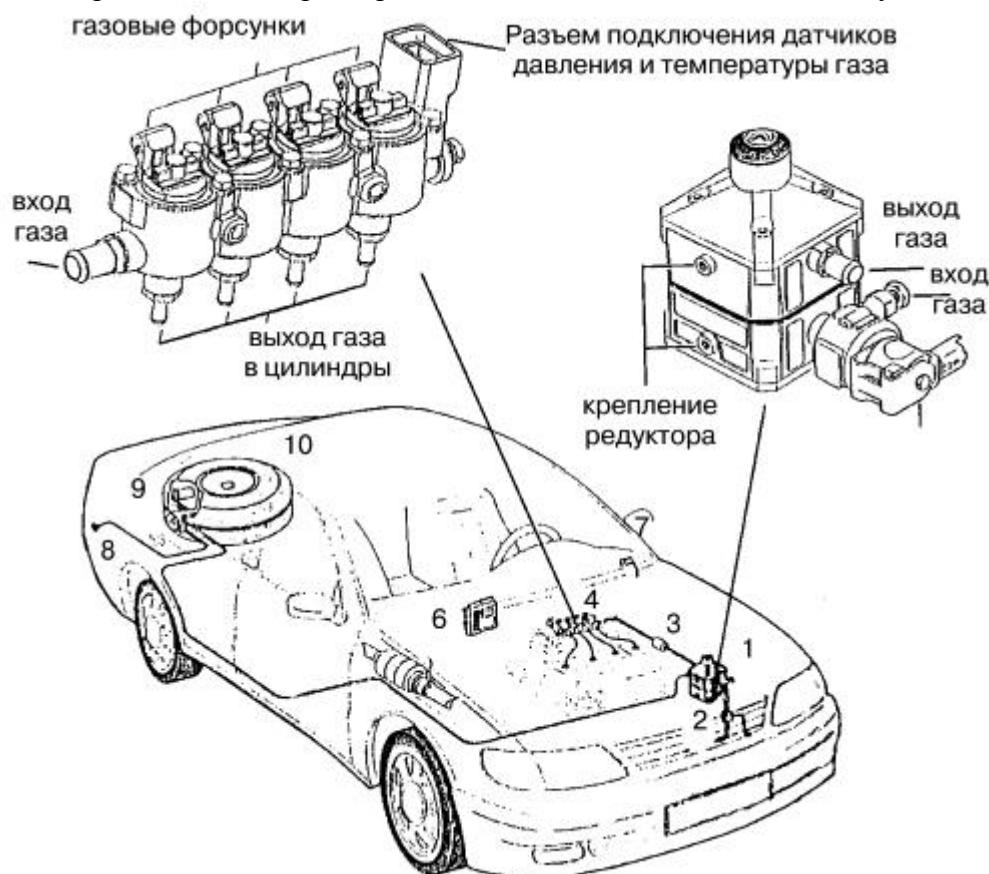


Рис. 46. Схема установки на автомобиль системы «OMEGAS»: 1 – редуктор-испаритель; 2 – датчик температуры охлаждающей жидкости; 3 – фильтр паровой фазы газа; 4 – газовые форсунки; 5 – ЭБУ подачи газа; 6 – переключатель вида топлива с указанием уровня газа в баллоне; 7 – выносное заправочное устройство; 8 – запорно-предохранительная арматура; 9 – тороидальный баллон; 10 – редуктор с газовым

клапаном.

Ниже изложен принцип работы системы.

Газ поступает в редуктор (1) (рис. 46) через блок с газовым клапаном (10) (жидкая фаза). На выходе из редуктора (1) испаренный газ под давлением, примерно равным атмосферному, поступает в блок газовых форсунок (4) через фильтр (3).

Все сигналы от датчиков двигателя и бензиновых форсунок попадают на ЭБУ. Отсюда на газовые форсунки подается сигнал – «провести впрыск газа в цилиндры».

В момент, когда должна происходить подача бензина в определенный цилиндр, именно в этот цилиндр подается газ.

Следует заметить, что данная система может быть смонтирована только на профессиональной сервисной станции, так как электронный блок программируется под конкретную марку автомобиля.

Официальный представитель и поставщик оборудования «OMEGAS» – компания АВТ (Эй-Би-Ти).

Система «Lowato»

Московская фирма «ГАЗПАРТ» предлагает оборудование для перевода любого автомобиля с впрысковым двигателем на газовое топливо – систему «Lowato», производства итальянской компании «Officine Lowato».

В типовой комплект газобаллонной аппаратуры, предназначенный для установки на автомобиле российского и зарубежного производства с каталитическим нейтрализатором и лямбда-зондом, входят: газовый редуктор-испаритель с электромагнитным клапаном, электронный блок управления (ЭБУ); дозатор с шаговым электродвигателем, коммутатор, смеситель, совмещенный с предохранительным обратным клапаном («хлопушкой»), и другие необходимые детали.

Функциональную связь всех перечисленных элементов на автомобиле можно проследить на принципиальной схеме (рис. 47) подключения газового оборудования к ЭБУ, оснащенной системой управления с обратной связью (от отработавших газов – к составу смеси), при которой лямбда-зонд определяет состав отработавших газов, и, на основании полученных данных, ЭБУ поддерживает оптимальный стехиометрический состав горючей смеси, поступающей в двигатель.

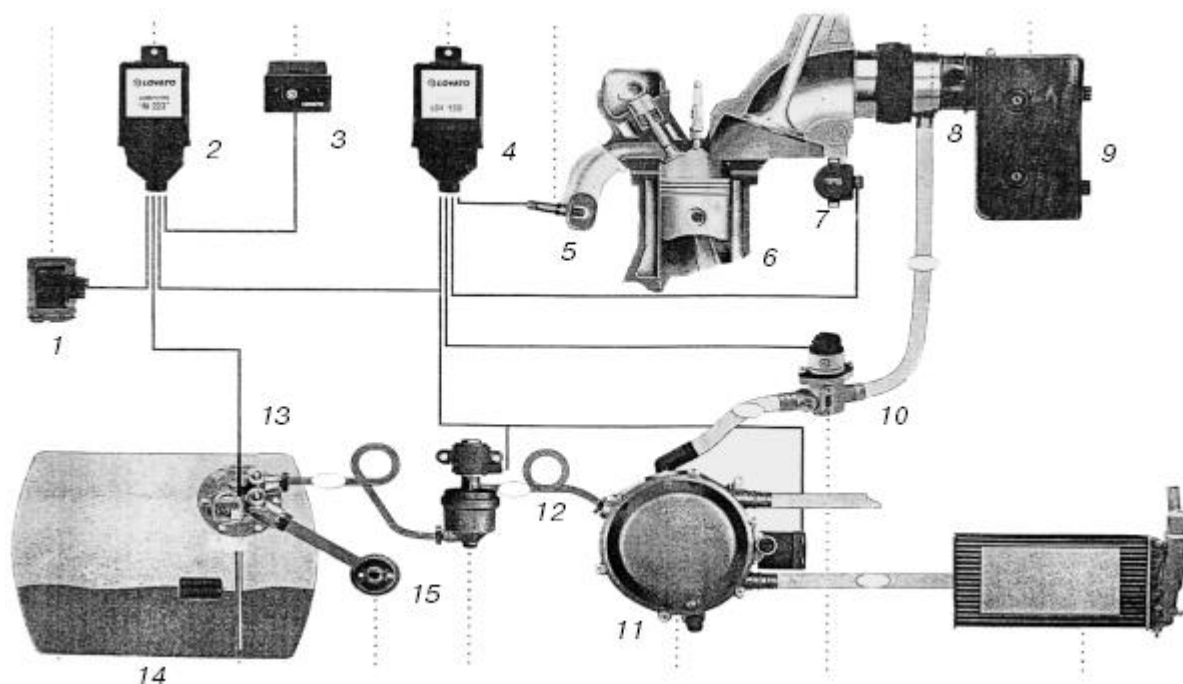


Рис. 47. Комбинированная общая схема соединений «Lowato»: 1 – катушка зажигания; 2 – коммутатор; 3 – переключатель вида топлива (работает автоматически и вручную); 4 – ЭБУ; 5 – лямбда-зонд; 6 – двигатель; 7 – датчик положения дроссельной заслонки TPS; 8 – смеситель, совмещенный с системой безопасности – «хлопушкой»; 9 – воздушный фильтр штатный; 10 – дозатор газа с шаговым электродвигателем; 11 – редуктор-испаритель двухступенчатый с электромагнитным клапаном и двумя регулировочными винтами; 12 – электромагнитный газовый клапан; 13 – запорно-предохранительная арматура; 14 – баллон; 15 – выносное заправочное устройство.

ЭБУ (4) рис. 47 регулирует подачу газа и его количество согласно данным лямбда-зонда (5), датчика положения дроссельной заслонки TPS.

Дозатор с шаговым электродвигателем (10), управляемый ЭБУ, обеспечивает подачу газа во впускной трубопровод двигателя. По сигналам ЭБУ шаговый электродвигатель дозатора соответствующим образом изменяет проходное сечение его канала.

Количество впрыскиваемого газового топлива согласуется с объемом проходящего воздуха, определяемого в данной системе по положению дроссельной заслонки ЭБУ.

Газовая система питания не исключает работу автомобиля на бензине.

Сначала вся работа газобаллонной установки идет по традиционной схеме. Газ сжиженный нефтяной под давлением 1,6 МПа из баллона по газопроводу высокого давления поступает в электромагнитный газовый клапан с фильтром, затем подается в двухступенчатый редуктор-испаритель для снижения давления газа до необходимого значения и преобразования его жидкой фазы в газообразную. Надежное испарение обеспечивается обогревом редуктора-испарителя жидкостью из системы охлаждения двигателя. Далее традиционная схема меняется.

Газ поступает в дозирующий узел, который по сигналу ЭБУ мгновенно выдает необходимое для двигателя количество газа, поступает к смесителю, где образуется газоздушная смесь, которая через впускной трубопровод подается в цилиндры двигателя.

В ЭБУ встроена диагностическая система. Для каждой неисправности существует свой код, который выдается в виде различных световых комбинаций, на переключатель вида топлива, совмещенный с коммутатором, установленным на приборной панели автомобиля.

Система «ЭЛГАРО»

Фирма «Метринч» предлагает новейшую отечественную систему распределенного фазированного впрыска газа «ЭЛГАРО».

Газовая система «ЭЛГАРО» является универсальной и предназначена для установки на современные автомобили с инжекторными двигателями. Автомобиль, дооборудованный системой впрыска газа, сохраняет мощностные, экономические и экологические характеристики базового автомобиля. Уровень токсичности отработавших газов на газовом топливе зависит от параметров электронной системы управления двигателем на бензине.

Разработано контрольно-регулирующее оборудование для проведения технического обслуживания системы впрыска газа.

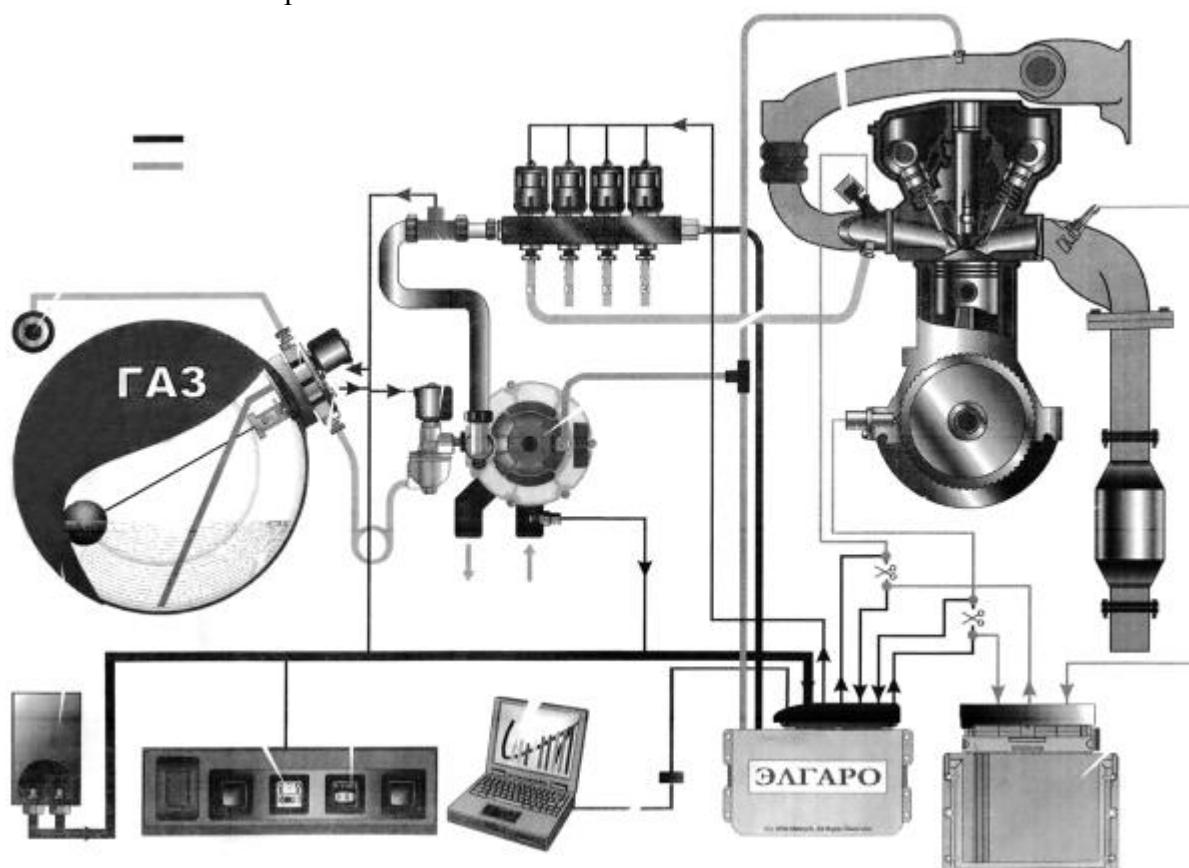


Рис. 48. Система фазированного распределенного впрыска газа «ЭЛГАРО» для автомобилей с инжекторными двигателями.

В базовый комплект поставки (рис. 48) системы впрыска «ЭЛГАРО» входит:

- 1) контроллер газовой системы питания с пучком проводов и переключателем вида топлива с индикацией уровня газа;
- 2) рампа с газовыми форсунками, штуцерами и шлангами подачи газа во впускной коллектор;
- 3) дифференциальный редуктор-испаритель с электромагнитным клапаном газа и фильтром;
- 4) датчик давления дифференциальный;
- 5) датчики температуры газа, уровня газа, утечки газа, температуры охлаждающей жидкости, положения коленвала, кислорода.

Дополнительная комплектация включает:

- 1) сигнализатор утечки газа;
- 2) датчик индикации уровня газа в баллоне;
- 3) монтажный пакет, шланги и трубку.

Преимущества новой системы распределенного фазированного впрыска газа в

минимальной потере мощности двигателя на газовом топливе (1–2 %), в минимальном расходе топлива, в отсутствии «хлопков» двигателя.

Кроме того, система соответствует нормативам токсичности ЕВРО-2 и выше.

Благодаря совместимости с бортовой самодиагностикой ЕОВД (European On Board Diagnostic) не требует дополнительных эмуляторов.

Стоимость системы сопоставима со стоимостью устаревшей газовой системы с лямбда-контроллером.

Минимизация трудоемкости установки и ошибок монтажа позволила все электрические соединения выполнить в виде разъёмов.

Советы по безопасной эксплуатации автомобилей, оснащенных газобаллонным оборудованием

Анализ особенностей газобаллонной аппаратуры позволяет утверждать, что ее конструкция проста и надежна в работе, полностью обеспечивает пожаро- и взрывобезопасность. Газовое топливо может использоваться наравне с бензиновым топливом при строгом соблюдении мер предосторожности и правил технического обслуживания.

Однако, выбрав газовое оборудование для своего автомобиля, внимательно ознакомьтесь с инструкцией по его эксплуатации, усвойте ее и следуйте ее требованиям.

Из многолетнего собственного опыта эксплуатации автомобиля с газовым оборудованием позволю дать несколько советов, относящихся, видимо, к эксплуатации всех систем, созданных для перевода автомобилей на газ.

Перед пуском двигателя после длительной стоянки необходимо на несколько минут поднять капот, чтобы проветрить отсек двигателя, проверить состояние установленной на двигателе газовой аппаратуры и ее соединений.

Проверьте, пользуясь мыльным раствором, стыки и соединения в газовом оборудовании, чтобы убедиться в отсутствии утечки газа.

Пускать двигатель можно на топливе только одного вида: газе или бензине. При температуре ниже -10°C пуск и прогрев двигателя проводятся на бензине с последующим переходом на газовое топливо. Запрещается работа двигателя на смеси двух топлив: бензина и газа.

Для устранения ледяных образований и пробок в газовой системе можно использовать горячую воду или пар. Запрещается пользоваться средствами подогрева с открытым пламенем.

При появлении запаха газа во время движения автомобиля остановитесь, выявите неисправность и примите меры для ее устранения. Прежде чем применять ремонтные воздействия, закройте расходный вентиль подачи газа на баллоне, дождитесь, когда исчезнет запах газа, и приступайте к устранению неисправности. Если утечку газа устранить невозможно, закройте расходный вентиль подачи газа на баллоне и временно перейдите в режим «Бензин». Позже, убедившись в правильности поставленного вами диагноза, устраните неисправность.

Статистика свидетельствует, что случаев возгорания газобаллонных автомобилей несколько меньше, чем автомобилей, работающих на бензине. Тем не менее, продолжим знакомить водителя с возможными неполадками в газовом оборудовании, которые могут привести к крупным неприятностям, и расскажем, как их предупредить.

Соединения с элементами системы питания оснащены крепежными хомутами, которые, если на них не обращать внимания, ослабевают, теряют свою «хватку». Обеспечьте автомобиль надежными многоразовыми хомутами различного диаметра.

«Тщательно проверяй состояние топливных трубопроводов, штуцеров и особенно хомутов крепления!» – первая заповедь для водителей, собирающихся в путь.

Если вы, читатель, считаете все это необязательным, то вам и вашему автомобилю

могут грозить непредсказуемые, подчас тяжелые последствия.

Неприятности при отсутствии ухода за топливной аппаратурой могут возникнуть с автомобилями, работающими как на газе, так и на бензине. Поэтому тщательным образом проверяйте топливную систему своего автомобиля, чтобы не произошло, например, происшествие, случившееся с автомобилем ВАЗ-21099, на котором накануне была установлена газовая топливная аппаратура.

Водитель завел двигатель, используя бензиновое топливо. Прогрев двигатель, он перевел его в режим «Газ» и отправился в путь. В дороге газ кончился, и водитель переключателем вида топлива при движении автомобиля вернулся к режиму «Бензин». Двигатель стал дергаться, водитель сбавил скорость, остановился на обочине, и в этот момент произошла вспышка бензина с выбросом пламени.

Большого пожара, благодаря принятым мерам, удалось избежать, но моторный отсек изрядно обгорел.

То, что произошло с машиной, досадное недоразумение, неблагоприятное стечение обстоятельств или непредвиденная случайность? А может быть, это просто небрежная работа специалистов предприятия, установивших газобаллонную аппаратуру?

Все дело в том, что при установке электромагнитного бензинового клапана отрезок бензопровода между ним и бензонасосом должен быть предельно коротким. При работе на газе именно на этом участке сохраняется постоянный уровень бензина, поддерживаемый бензонасосом. Но в описываемом случае по неизвестным причинам вместо короткого шланга был поставлен длинный. В длинном шланге бензин находится под повышенным избыточным давлением, плотность паров бензина увеличивается уже не от бензонасоса с его нормальным давлением 0,25–0,30 кг/см², а от горячего двигателя.

Этот злополучный длинный бензиновый шланг, как главный виновник происшествия, был присоединен к правому штуцеру клапана змеевиком (витком) и плотно закреплен винтовым хомутом типа «Норма». А вот для присоединения шланга к левому штуцеру клапана для соединения с карбюратором был выбран, совершенно непонятно почему, ленточный хомут, который затягивается винтом с гайкой. При монтаже эту гайку легко потерять, что, к несчастью, и случилось.

Что же произошло в описываемом случае?

В длинном соединительном шланге произошел перегрев бензина и повысилось давления. При переходе с газового топлива на бензин давление еще более увеличилось, и шланг сорвало с левого штуцера. Бензин попал на горячие детали двигателя или искрящие щетки генератора. В результате – воспламенение топлива и пожар под капотом. Однако газовое оборудование не пострадало. Неукоснительное правило: перед поездкой автомобилист должен непременно заглянуть в моторный отсек и убедиться, что там все в порядке. Автомобиль имеет не так уж много точек возможной утечки топлива, а потому каждый водитель в состоянии их контролировать.

Хочу рассказать об еще одном ДТП, случившемся в августе 2004 г. в Республике Татарстан. Водитель иномарки, превысив скорость и потеряв управление, выехал на полосу встречного движения и врезался в автомобиль ГАЗ-322132 (автобус). Автобус осуществлял пассажирские перевозки по маршруту Ульяновск – Казань – Ульяновск. Автобус был оснащен газовым оборудованием. Правомерность установки на автобусе оборудования для работы на сжиженном нефтяном газе была подтверждена соответствующим документом.

При столкновении легковой автомобиль разломился на две части, а автобус получил деформацию передней и боковой частей кузова, крыши, отрыв передней балки кузова и деформацию рамы. В результате ДТП произошло возгорание, и автобус полностью сгорел. При этом взрыва газового оборудования не произошло.

Особенности ремонта и технического обслуживания автомобиля, оборудованного газобаллонной установкой

1. Особенности общего ремонта и обслуживания автомобиля, оборудованного газобаллонной установкой, заключаются в следующем:

– в случае необходимости применения теплового воздействия на автомобиль, его узлы и агрегаты, даже не относящиеся к самому газовому оборудованию (например, применение открытого огня в виде сварки, паяльной лампы, нагрева в сушильной камере при окраске и т. д.), следует:

- 1) слить или выпустить из баллонов газ;
- 2) выработать на заведенном двигателе остатки газа, находящегося в газовой аппаратуре;
- 3) продуть баллоны нейтральным газом (например, азотом, углекислотой...);
- 4) закрыть все краны;
- 5) после окончания всех видов ремонта произвести полную проверку газовой аппаратуры.

– в случае ремонта электрооборудования автомобиля следует:

- 1) закрыть все краны на баллоне;
- 2) выработать на заведенном двигателе остатки газового топлива;
- 3) открыть капот и крышку багажника и проветрить до исчезновения запаха газа.

В остальном ремонт производится общим порядком, как на стандартном автомобиле.

2. Диагностика и устранения неисправностей газобаллонного оборудования.

Симптомы, причины и способы устранения сведены в таблице 3.

Следует заметить, что регулировку, техническое обслуживание и ремонт газового оборудования, особенно включающего в себя элементы электроники, следует производить в специализированных центрах, имеющих специальное оборудование для их настройки.

Таблица 3. Возможные неисправности газобаллонной аппаратуры и методы их устранения

Причина неисправности	Метод устранения
<i>Двигатель не запускается или глохнет при движении</i>	
Закрит расходный вентиль на мультиклапане.	Открыть вентиль.
Прекратилась подача газа в смеситель.	При температуре окружающей среды ниже +5 °С запускать двигатель на бензине и только после его прогрева до + 14 °С переходить на газ. Двигатель с впрыском газа прогревается на бензине, и как только запрограммированная температура будет достигнута, ЭБУ переводит двигатель на питание газом.
В системе подогрева редуктора-испарителя образовалась воздушная пробка, из-за снижения уровня охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя.	Следить за уровнем охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя, не допуская ее снижения.
Не открывается электромагнитный клапан газового фильтра или пусковой электромагнитный запорный клапан редуктора-испарителя.	Проверить открытие клапанов по характерному щелчку при включении зажигания. При отсутствии щелчка проверить и восстановить контакт проводов на клеммах клапанов. Неисправные клапаны снять, отремонтировать или заменить.
<i>Появление запаха газа в салоне, багажном отделении, в подкапотном пространстве</i>	
Нарушилась герметичность газовой системы в местах соединения газопроводов, клапана второй ступени редуктора-испарителя или блока арматуры.	Значительные утечки газа обнаруживаются визуально (по обмерзшим местам), незначительные – после нанесения мыльной эмульсии (по пузырькам газа). Включить зажигание. Внимательно осмотреть трубопроводы и приборы газовой системы питания. Выключить

Причина неисправности	Метод устранения
	чить зажигание. Закрыть расходный вентиль баллона и подтянуть накидные гайки газовой магистрали. Если невозможно устранить утечку подтяжкой, заменить ниппель (конусную муфту). Выпустить паровую фазу газа из баллона, соблюдая меры предосторожности. Снять и отремонтировать блок арматуры или заменить его. Уплотнитель блока арматуры перевернуть рабочей стороной или заменить. При утечке газа через штуцеры вентилей посадить их на свинцовый сурик.
<i>Повышенный расход топлива при работе двигателя на бензине после выработки газа</i>	
Увеличение сопротивления подаче воздуха через смеситель из-за несоответствия типа смесителя рабочему объему двигателя.	Заменить смеситель.
<i>При работе двигателя на газе наблюдается расход бензина</i>	
Нарушение герметичности электромагнитного бензинового клапана.	Устранить неисправность бензинового клапана или заменить его.
<i>Ухудшение работы двигателя после пробега около 50 тыс. км (примерно 3 года эксплуатации)</i>	
Износ резинотехнических деталей редуктора-испарителя.	Разобрать редуктор-испаритель, удалить смолистые отложения, отремонтировать или заменить вышедшие из строя детали.
<i>«Провалы» в работе двигателя при резком открытии дроссельных заслонок</i>	
Уменьшение проходного сечения в канале дозатора (бедная горючая смесь).	Отрегулировать дозатор на всех режимах работы двигателя.

Причина неисправности	Метод устранения
<i>Снижение мощности двигателя, пониженная максимальная скорость автомобиля и рывки при его движении</i>	
Засорение фильтра электромагнитного газового клапана.	Снять фильтрующий элемент, промыть в растворителе и продуть сжатым воздухом.
Расходный вентиль на баллоне полностью не открыт.	Открыть вентиль для нормального поступления газа в редуктор.
Диафрагмы редуктора повреждены или потеряли эластичность.	Частично или полностью разобрать редуктор. Если невозможно исправить поврежденные диафрагмы, заменить их.
<i>Затрудненный пуск прогретого двигателя или его неустойчивая работа в режиме холостого хода</i>	
Самопроизвольное изменение положения регулировочного винта холостого хода на редукторе-испарителе.	Отрегулировать винтом-регулятором на редукторе (давление второй ступени) холостой ход.
Давление во второй ступени редуктора-испарителя значительно выше или ниже нормы.	Повернуть регулировочный винт второй ступени редуктора-испарителя против часовой стрелки для увеличения подачи газа и, следовательно, частоты вращения коленчатого вала двигателя и, наоборот, по часовой стрелке – для уменьшения подачи газа.
Пропуск газа через клапан второй ступени редуктора-испарителя или засорение клапана.	Очистить или заменить клапан Отрегулировать регулировочным винтом холостого хода давление второй ступени редуктора-испарителя.
<i>Повышенный расход газа (при этом наблюдается затрудненный пуск двигателя и неустойчивая работа его в режиме холостого хода)</i>	
Недостаточно разрежение в вакуумном разгрузочном устройстве редуктора-испарителя: негерметичен вакуумный шланг;	Восстановить герметичность присоединения вакуумного шланга или за-

Причина неисправности	Метод устранения
негерметична диафрагма разгрузочного устройства.	менить его; отсоединить от впускного коллектора двигателя вакуумный шланг и засосать через него воздух. Если разрежение не ощущается, снять крышку второй ступени редуктора и разгрузочное устройство. Восстановить герметичность диафрагмы приклеиванием куска капроновой ткани или заменить ее.
Засорение воздушного фильтра.	Заменить фильтр.
<i>На бензине двигатель работает нормально, но при переключении на газ глохнет</i>	
Неполное открытие расходного вентиля на баллоне.	Полностью открыть расходный вентиль.
Засорение фильтров электромагнитного газового клапана и пускового штуцера редуктора-испарителя.	Очистить фильтры от смолистых отложений и промыть их растворителем.
Неисправен электронный блок управления.	Заменить блок управления.
Засорение магистрального газопровода.	Закрыть расходный вентиль на баллоне, отсоединить газопровод от блока арматуры и газового электромагнитного клапана и продуть газопровод сжатым воздухом. В случае сильного засорения прочистить газопровод проволокой.
<i>Поступление газа в смеситель при включении зажигания</i>	
Неисправен электронный блок управления или электромагнитный газовый клапан.	Заменить неисправные устройства.
Нарушена герметичность клапана второй ступени редуктора-испарителя.	Восстановить герметичность клапана подрезкой и шлифовкой торца седла клапана или заменить его резиновый уплотнитель.

Причина неисправности	Метод устранения
<i>При полностью исправной системе питания автомобилей ВАЗ мод. 2101–2106 и ГАЗ с двигателем 402 двигателя глохнут во время движения автомобиля при переключении рычага управления коробкой передач в нейтральное положение</i>	
Прямой (инерционный) наддув воздуха в воздушный фильтр.	На автомобилях ВАЗ – переключить регулятор температуры подаваемого в воздушный фильтр воздуха в зимнее положение или переставить патрубков при отсутствии регулятора. На автомобилях ГАЗ – корпус воздушного фильтра развернуть на 30° влево.

Краткий словарь терминов

Лямбда-зонд – датчик содержания несгоревшего кислорода в отработавших газах. Устанавливается в системе выпуска перед каталитическим нейтрализатором (обычно в приемной трубе глушителя). По информации от лямбда-зонда блок управления (ЭБУ) двигателем поддерживает стехиометрический состав горючей смеси.

Окисляющий каталитический нейтрализатор (в обиходе пользуются не совсем правильным названием «катализатор») – устройство, предназначенное для конечного окисления (дожигания) продуктов неполного сгорания топлива. Обычно используется на автомобилях с двигателями, работающими на обедненной горючей смеси.

Предохранительный обратный клапан («хлопушка») – устройство, сбрасывающее излишнее давление во впускном трубопроводе в момент «хлопка» газовойоздушной смеси.

Регулировка впрыскового двигателя – имеет ряд специфических особенностей. Изменения в настройку газовой аппаратуры должен вносить только специалист.

Стехиометрическое соотношение – это количественное соотношение воздух – топливо, при котором коэффициент концентрации кислорода в отработавших газах $\lambda=1$ (такая смесь называется нормальной). Если $\lambda < 1$ (недостаток воздуха), смесь называют богатой; при $\lambda > 1$ (избыток воздуха) смесь называют бедной. Нормальный стехиометрический состав смеси ($\lambda=1$) достигается при соотношении поданных в двигатель 16 частей воздуха и 1 части сжиженного нефтяного газа (16:1) или 17 частей воздуха и 1 части компримированного природного газа (17:1).

Трехкомпонентный каталитический нейтрализатор представляет собой химический реактор с катализатором, содержащим благородные металлы (платина, палладий, радий). Нейтрализатор окисляет (дожигает) продукты неполного сгорания топлива – углеводороды (СН) и окись углерода (СО) и восстанавливает чрезвычайно токсичные оксиды азота (NOx), разлагая их на безвредные исходные составляющие. Каталитические нейтрализаторы, в которых одновременно идут обе химические реакции, называют **бифункциональными**. Полноценная работа бифункционального каталитического нейтрализатора возможна только при строго стехиометрическом составе горючей смеси. Трехкомпонентный нейтрализатор обычно работает в системе с обратной связью, контролируемой лямбда-зондом (датчиком кислорода), но иногда используется и в системах без обратной связи.

Управление без обратной связи – принцип управления системой, осуществляемый механически, без принятия ответных мер по конечному результату процесса сгорания, по

составу отработавших газов.

Управление с обратной связью – принцип управления системой (отработавшие газы – состав смеси), когда кислородный датчик определяет состав отработавших газов. На основании полученных от датчика данных ЭБУ поддерживает нормальный ($\lambda=1$) стехиометрический состав горючей смеси, поступающей в двигатель.

Электрический дозатор газа (АТТУАТОР) – устройство, работающее по принципу шагового электродвигателя. Смещение его поршня по сигналам, поступающим от ЭБУ, обеспечивает оптимальный состав газозоудушной смеси, подаваемой в цилиндры двигателя.

Электронный блок управления (ЭБУ) – многофункциональное электронное устройство, управляющее подачей газа на автомобилях, которые оборудованы лямбда-зондом и каталитическим нейтрализатором. Обеспечивает стехиометрический состав смеси во всех режимах работы двигателя. ЭБУ автоматически закрывает запорные клапаны в случае аварийного повреждения газовой магистрали или при остановке двигателя.

Эмулятор – электронное устройство, имитирующее работу бензиновых форсунок при переключении двигателя из режима «Бензин» в режим «Газ».

Эффект хлопка – воспламенение рабочей смеси во впускном трубопроводе двигателя или в корпусе воздушного фильтра. Хлопок может возникнуть при неисправности системы зажигания или при чрезмерном обеднении горючей смеси на переходных режимах работы двигателя или при неправильной настройке газотопливной системы.

Приложения

Приложение 1

Предприятия г. Москвы, продающие, устанавливающие и обслуживающие газобаллонную аппаратуру¹

¹ Цены на установку газового оборудования на легковой автомобиль с карбюраторными двигателями – от 7000 до 78 000 руб., с системой впрыска топлива и электронным управлением – от 10 000 до 11 500 руб. (в зависимости от марки автомобиля). Точные сведения о стоимости установки можно получить по указанным телефонам.

«Интергазсервис» ул. Сельскохозяйственная, 70 ул. Мытная, 13	790-7002 995-3121	Газобаллонное оборудование (ГБО) на любые авто. Профессиональная установка, ремонт, продажа оборудования.
«ELPIGAZ» ул. Горбунова, 8, стр. 1	447-4612 507-7855	Установка ГБО на отечественные и зарубежные автомобили.
«Метринч» Дмитровское ш., 102 А	484-9790 103-7136	Продажа ГБО итальянского производства. Широкий выбор баллонов. Электронные редукторы.
Научно-производственная фирма «САГА» ул. Автомоторная, 2	456-3121	Ремонт и установка ГБО «САГА».
Ревультрагаз Каширское ш., 45	411-0679	ГБО «Тартарини».
ЗАО «ОС Газоаппаратура» Б. Семеновская ул., 38	369-9662	Итальянское ГБО.
ООО «Эй-БИ-ТИ» 2-ой Силикатный проезд, 22	991-6539 946-6941	Итальянское и голландское ГБО.
«ГАЗПАРТ» Ильменский пр., 7 а	488-0088	ГБО ведущих фирм Италии. Имеются тороидальные баллоны.
РезолАвтоГАЗ Харьковский пр., 2	383-3549	Установка, ремонт ГБО производства Италии.
«Комплекс ГАЗ Сервис» ул. Расплетина, 5	198-7069 198-6398	ГБО производства Италии.
Экология Центр Автогаз Промышленный проезд, 3	788-0796	ГБО производства Италии и Голландии.
Освидетельствование газовых баллонов Г. Москва, 5-я Кабельная, 12	273-1508	

Приложение 2

Пункты заправки автомобилей сжиженным нефтяным газом (АГСН) и метаном (АГНКС) в Москве

АГСН № 1 – Электролитный пр., 7 (т. 317-7627).

АГСН № 2 – 3-й Силикатный пр., 6 (т. 191-5583).

АГСН № 3 – Тюменский пр., 4 (т. 966-1016).

АГСН № 4 – ул. Добролюбова, 1а (т. 218-4297).
 АГСН № 6 – Дмитровское ш., 53а (т. 480-9655).
 АГСН № 7 – ул. Карьер, 4 (т. 126-9209).
 АГСН № 8 – Новозаводская ул. 2а (т. 148-7035).
 АГСН № 10 – Платформа «Трикотажная», 5 (т. 491-2043).
 АГСН № 11 – М. Купавинский пр., 4 (МКАД, 6-й км) (т. 308-3146).
 АГСН № 12 – Полбина ул., 37 (т. 354-1853).
 АГСН № 13 – Ярославское ш., 1 (т. 183-8538).
 АГСН № 14 – 2-я Кусковская ул., 9 г (т. 368-8643).
 АГСН № 15 – Лобачевского ул., 120.
 Новоясеневский пр-т (рынок рядом со ст. метро «Теплый Стан».)
 Нагатинская наб. (правая набережная по течению реки, между мостами Окружной железной дороги и Нагатинским метромостом).
 АГНКС № 1 – МКАД, 23-й км, начало Каширского ш. (т. 355-9568).
 АГНКС № 2 – МКАД, 72-й км, начало Путиловского ш. (т. 948-1541).
 АГНКС № 3 – МКАД, 91-й км, начало Осташковской ул. (т. 476-9972).
 АГНКС № 4 – МКАД, 95-й км, начало Ярославского ш. (т. 582-9588).
 АГНКС № 5 – МКАД, 15-й км, Капотня мкрн (т. 355-8778).
 АГНКС № 6 – МКАД, 47-й км, Говорово дер. (т. 439-2891).
 АГНКС № 7 – МКАД, 16-й км (т. 551-4065).
 АГНКС № 8 – МКАД, 76-й км, ст. «Левобережная» (т. 570-2022).
 АГНКС № 10 – МКАД, 43-й км.
 АГНКС № 12 – МКАД, 64-й км, начало Новорижского ш. (т. 758-0509).
 ООО «Лоран» – МКАД, 47-й км (т. 439-8643).

Приложение 3

Станции заправки автомобилей газовым топливом на основных трассах России и СНГ

М1 (Москва – Минск): г. Одинцово, дер. Акулово, г. Голицыно, дер. Алабино, г. Кубинка, г. Вязьма, пос. Сафонове, г. Ярцево, г. Смоленск (две АГСН: ул. Лавочкина, 1а; Красинское ш.), г. Рославль, г. Орша, г. Бобруйск, г. Могилев (Чаусское ш.; пл. Гагарина), г. Минск (три АГСН: Могилевское шоссе – около 3 км от кольцевой автодороги в сторону Могилева; Староборисовский тракт – в районе Академгородка; ул. Матусевича – в районе пересечения с ул. Лещинского).

М2 (Москва – Симферополь): г. Подольск (четыре АГСН), г. Чехов, г. Серпухов, г. Алексин, г. Тула (три АГСН: объездная дорога; конец скоростной трассы по правой стороне при движении из Москвы; Рязанское шоссе), 189-й км (перекресток Белов-Тула), г. Щекино (две АГСН), г. Мценск, г. Орел, г. Курск (две АГСН), г. Белгород (восемь АГСН), г. Харьков (две АГСН), г. Мерефа, пос. Высокий (не доезжая Мерефы), г. Днепропетровск (три АГСН), г. Днепродзержинск, г. Запорожье (семь АГСН), г. Васильевка, г. Мелитополь (две АГСН), Крым (г. Раздольное, г. Саки, г. Евпатория – две АГСН, г. Джанкой, г. Симферополь – две АГСН, г. Феодосия, г. Алушта, г. Ялта).

М3 (Москва – Киев): г. Апрелевка, пос. Селятино (две АГСН), г. Наро-Фоминск, г. Балабаново, г. Обнинск (две АГСН), д. Белоусово, г. Калуга (две АГСН), г. Брянск (две АГСН), поворот на Клинцы, г. Чернигов, г. Киев (четыре АГСН).

М4, М27 (Москва – Ростов-на-Дону – Сочи): г. Видное (две АГСН), пос. Авиагородок (две АГСН), г. Узловая, г. Становое, г. Елец, г. Воронеж (три АГСН), г. Богучар, г. Миллерово, пос. Тарасовский, г. Каменец-Шахтинский (две АГСН), после развилки с М21 (22, 109, 120, 165-й км), после развилки на г. Шахты (10 км пос. Рассвет, через 8 км после

пос. Рассвет), 1003-й км, 1050-й км (АЗС «Русь», г. Ростов (четыре АГСН), станция Кущевская, г. Ейск, г. Усть-Лабинск (М29), г. Кропоткин (М29), г. Армавир (М29), г. Невинномыск (М29), г. Краснодар (четыре АГСН), пос. Энем, пос. Ахтырский (83 км от Краснодара), пос. Горячий Ключ, г. Анапа (М25), г. Новороссийск, г. Туапсе, пос. Лазаревское (две АГСН), г. Сочи (семь АГСН).

М5 (Москва – Челябинск): г. Люберцы, пос. Красково, г. Лыткарино, г. Воскресенск (две АГСН), г. Коломна, г. Луховицы (100-й км), г. Рязань (две АГСН), г. Шилово, г. Пенза (пять АГСН), г. Саратов (А396 – четыре АГСН), г. Энгельс (А409), пос. Городище, г. Кузнецк, пос. Новоспасское, г. Жигулевск (две АГСН), г. Тольятти (две АГСН), пос. Прибрежный, г. Самара (четыре АГСН), г. Кинель, пос. Суходол, г. Октябрьский, г. Уфа (две АГСН), г. Челябинск (восемь АГСН), г. Екатеринбург (М36 – три АГСН), г. Омск, г. Красноярск (восемь АГСН).

М6 (Москва – Астрахань): г. Михайлов (261-й км), г. Чаплыгин, пос. Изосимово, г. Мичуринск, г. Тамбов (три АГСН), г. Рассказово (А404), г. Кирсанов, 477-й км, г. Новоанненский (933-й км), пос. Разгуляевка, г. Волгоград (три АГСН), г. Камышин, г. Ахтубинск, пос. Харабали, г. Волжский, г. Астрахань (две АГСН).

М7 (Москва – Казань): г. Балашиха, г. Железнодорожный, г. Ногинск, г. Петушки, г. Юрьево (две АГСН), г. Владимир (две АГСН), г. Вязники (две АГСН), дер. Золино, г. Нижний Новгород (шесть АГСН), г. Чебоксары (три АГСН), г. Йошкар-Ола (восемь АГСН), г. Зеленодольск, г. Казань (десять АГСН), г. Ижевск.

М8 (Москва – Архангельск): пос. Тарасовка, г. Пушкино, пос. Софрино, г. Хотьково, г. Александров, г. Переславль-Залесский, г. Ярославль (три АГСН), г. Вологда (две АГСН), г. Шексна (А114), г. Череповец (А114), г. Вельск, г. Архангельск (четыре АГСН).

М9 (Москва – Рига): 1 км от МКАД, г. Дедовск, г. Истра, г. Волоколамск, пос. Шаховская, г. Ржев, г. Нелидово, г. Великие Луки, г. Опочка (М20), г. Остров (М20).

М10 (Москва – Санкт-Петербург): 10 км от МКАД, г. Зеленоград (две АГСН), г. Солнечногорск, г. Клин (две АГСН), г. Тверь (две АГСН), г. Осташков (368-й км), пос. Едрово (390-й, 394-й км), г. Боровичи, г. Валдай (три АГСН), пос. Крестцы, г. Новгород (две АГСН), г. Ушаки, г. Тосно (две АГСН), г. Санкт-Петербург (семь АГСН), г. Сестрорецк, г. Выборг (две АГСН), г. Тихвин (А114).

Код	Наименование региона		
		46	Курская область
		47	Ленинградская область
01	Республика Адыгея	48	Липецкая область
02	Республика Башкортостан	49	Магаданская область
	(Башкирия)	50, 90,	Московская область
03	Республика Бурятия	150	
04	Республика Горный Алтай	51	Мурманская область
05	Республика Дагестан	52	Нижегородская область
06	Ингушская Республика	53	Новгородская область
07	Кабардино-Балкарская Республика	54	Новосибирская область
		55	Омская область
08	Республика Калмыкия	56	Оренбургская область
09	Карачаево-Черкесская Республика	57	Орловская область
		58	Пензенская область
10	Республика Карелия	59	Пермская область
11	Республика Коми	60	Псковская область
12	Республика Марий Эл	61	Ростовская область
13	Мордовская Республика	62	Рязанская область
14	Республика Саха (Якутия)	63	Самарская область
15	Северо-Осетинская Республика	64	Саратовская область
		65	Сахалинская область
16	Республика Татарстан	66	Свердловская область
17	Республика Тува	67	Смоленская область
18	Удмуртская Республика	68	Тамбовская область
19	Республика Хакасия	69	Тверская область
20, 95	Чеченская Республика	70	Томская область
21	Чувашская Республика	71	Тульская область
22	Алтайский край	72	Тюменская область
23	Краснодарский край	73	Ульяновская область
24	Красноярский край	74	Челябинская область
25	Приморский край	75	Читинская область
26	Ставропольский край	76	Ярославская область
27	Хабаровский край	77, 99,	г. Москва
28	Амурская область	97, 177	
29	Архангельская область	78, 98	г. Санкт-Петербург
30	Астраханская область	79	Еврейская авт. область
31	Белгородская область	80	Агинский Бурятский
32	Брянская область		авт. округ
33	Владимирская область	81	Коми-Пермяцкий
34	Волгоградская область		авт. округ
35	Вологодская область	82	Корякский авт. округ
36	Воронежская область	83	Ненецкий авт. округ
37	Ивановская область	84	Таймырский авт. округ
38	Иркутская область	85	Усть-Ордынский
39	Калининградская область		Бурятский авт. округ
40	Калужская область	86	Ханты-Мансийский
41	Камчатская область		авт. округ
42	Кемеровская область	87	Чукотский авт. округ
43	Кировская область	88	Эвенкийский авт. округ
44	Костромская область	89	Ямало-Ненецкий авт. округ
45	Курганская область	91-98	Резерв МВД России