

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГОУ ВПО «ВЯТСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»
КАФЕДРА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

В. А. ЛИХАНОВ, Р. Р. ДЕВЕТЬЯРОВ

**ПРИМЕНЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ГАЗОБАЛЛОННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

КИРОВ 2006

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГОУ ВПО «ВЯТСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»
КАФЕДРА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

В. А. ЛИХАНОВ, Р. Р. ДЕВЕТЬЯРОВ

**ПРИМЕНЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ГАЗОБАЛЛОННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

Учебное пособие

КИРОВ 2006

УДК 631.372

Лиханов В.А., Деветьяров Р.Р. Применение и эксплуатация газобаллонного оборудования: Учебное пособие. – Киров: Вятская ГСХА, 2006. - 183 с.

Рецензенты: директор Чебоксарского института (филиала) Московского государственного открытого университета, профессор кафедры тракторов и автомобилей **А.П. Акимов** (Чебоксарский институт (филиал) МГОУ);
зав. кафедрой тракторов и автомобилей ФГОУ ВПО «Нижегородская ГСХА» профессор **Л.А. Жолобов** (ФГОУ ВПО «Нижегородская ГСХА»).

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к печати учебно-методической комиссией инженерного факультета Вятской ГСХА (протокол № 6 от 20 апреля 2006 г.).

Учебное пособие «Применение и эксплуатация газобаллонного оборудования» для дипломного проектирования студентов инженерного факультета по специальностям:

190601 - Автомобили и автомобильное хозяйство;

190603 - Сервис и техническая эксплуатация;

110301 - Механизация сельского хозяйства;

110304 - Технология обслуживания и ремонта машин в АПК всех форм обучения. Пособие разработано академиком Российской Академии транспорта, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой двигателей внутреннего сгорания **Лихановым В.А.** и старшим преподавателем кафедры двигателей внутреннего сгорания, кандидатом технических наук **Деветьяровым Р.Р.**

© Р.Р. Деветьяров, В.А. Лиханов, 2006

© Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2006

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	5
1. Общие сведения о газобаллонных автомобилях	6
2. Виды и свойства газообразных топлив, применяемых на автомобильном транспорте	10
3. Устройство газобаллонного оборудования	19
3.1. Принципиальные схемы газовых систем питания ГБА	19
3.2. Газодизельные системы питания	22
3.3. Агрегаты и узлы газобаллонного оборудования	28
3.3.1. Баллоны и запорная арматура	28
3.3.2. Клапаны и фильтры	38
3.3.3. Газовые редукторы	42
3.3.4. Газовые смесительные и дозирующие устройства	68
3.3.5. Трубопроводы и соединительные детали	77
3.3.6. Электрооборудование системы питания ГБА	80
3.4. Инжекторные системы подачи газового топлива	82
4. Оборудование газодизельных систем питания	87
4.1. Характеристика газодизельных систем питания	87
4.1.1. Характеристика газодизельных систем питания автомобилей КамАЗ	87
4.1.2. Дополнительное электрооборудование газодизелей	93
4.1.3. Дозатор и смеситель газа автомобиля КамАЗ	96
4.1.4. Подогреватель газа	98
4.1.5. Топливный насос высокого давления автомобиля КамАЗ	98
4.1.6. Привод управления регулятора и дозатора газа	104
4.2. Характеристика газодизельной системы питания трактора МТЗ-80/82	108
4.2.1. Система дозирования и регулирования подачи природного газа в цилиндры дизеля Д-240 трактора МТЗ-80/82	108
4.2.2. Макетный образец трактора МТЗ-80/82, работающий по газодизельному процессу	111

4.3. Особенности технического обслуживания системы питания газодизеля	115
5. Установка на автомобили газобаллонного оборудования	118
5.1. Общие положения о переоборудовании автомобиля	118
5.2. Технологический процесс установки ГБО на автомобили	120
5.3. Особенности переоборудования инжекторных бензиновых автомобилей	142
6. Испытания системы питания ГБА	147
6.1. Испытания системы питания автомобилей, работающих на сжатом природном газе	147
6.2. Правила техники безопасности при переоборудовании бензиновых автомобилей для работы на сжатом природном газе	152
7. Техническое обслуживание и ремонт ГБО	162
7.1. Виды, периодичность, нормативы и содержание технического обслуживания газовой аппаратуры	162
7.2. Техническое обслуживание газобаллонного оборудования	163
8. Требования техники безопасности	170
8.1. Техника безопасности при работе с газовым топливом	170
8.2. Требования техники безопасности к территориям, производственным помещениям и хранению автомобилей, работающих на КПП	171
8.3. Требования к газовым баллонам	173
8.4. Требования техники безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании ГБА	174
8.5. Требования техники безопасности при заправке газовым топливом	175
8.6. Требования техники безопасности для водителя ГБА	179
Литература	181

ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

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

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

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЯХ

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

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

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

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

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

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

К концу 1980-х годов число отечественных газобаллонных автомобилей достигало нескольких сотен тысяч. В эти годы была

заложена основа сети заправок компримированным природным и нефтяным сжиженным газами.

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

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

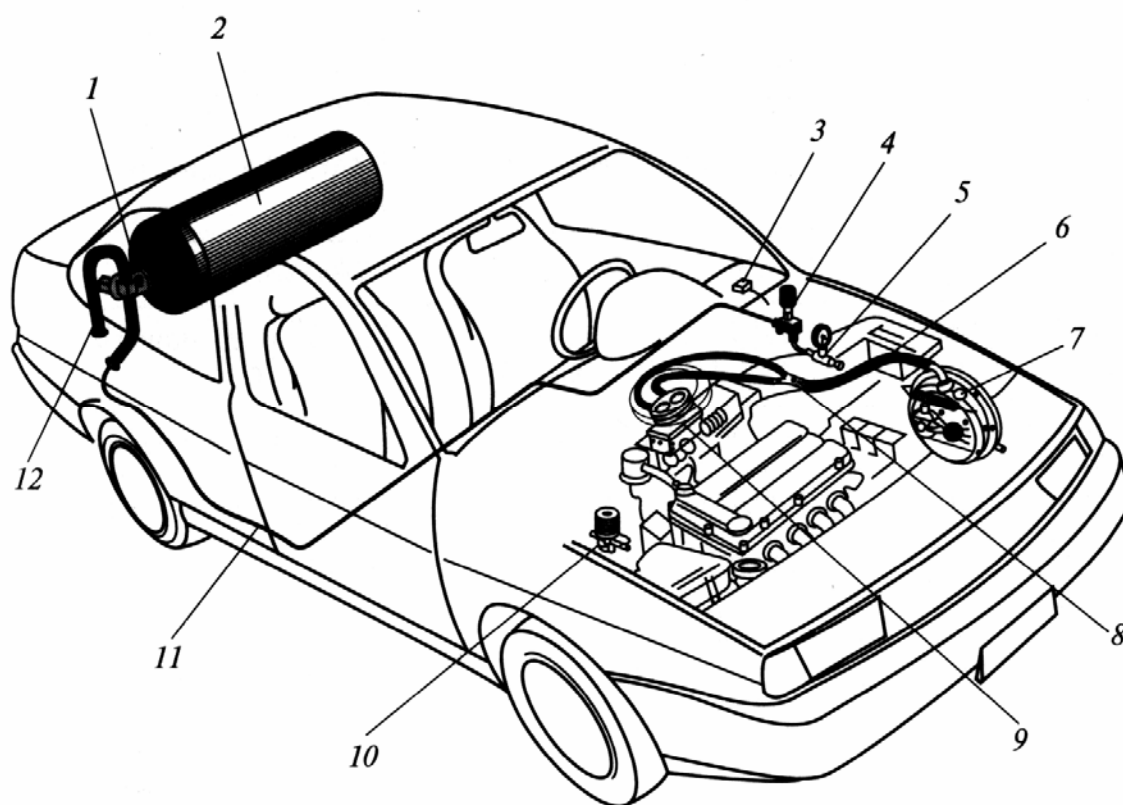


Рис. 1.1. Основные агрегаты и узлы газобаллонного автомобиля:
 1 - запорная арматура; 2 - газовый баллон; 3 - переключатель вида топлива; 4 - газовый клапан; 5 - контрольный манометр; 6 - патрубок подвода газа к смесителю; 7 - газовый редуктор; 8 - дозатор газа; 9 - газовый смеситель; 10 - бензиновый клапан; 11 - трубопровод; 12 - вентиляционный рукав

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

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

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

Таблица 1.1

Данные о выпускаемых комплектах ГБО

Автомобиль	Модель ГБО	Изготовитель
АЗЛК-2141 – 02	ГБА-211 Р-132	ЗАО «Автосистема» ОАО «РЗАА»
АЗЛК-2335	ГБА-212 Р-134	ЗАО «Автосистема» ОАО «РЗАА»
ВАЗ-2101...2107	ГБА-210	ЗАО «Автосистема»
ВАЗ-2121	ГБА-212	ЗАО «Автосистема»
ГАЗ-3221 «Газель» (8 мест) ГАЗ-322173 «Газель» (13 мест) ГАЗ-330210 «Газель» ГАЗ-330211 «Газель»	ГАЗ-310210 «Газель» «Сага-7» ИПФ «Газель» Р-131 ГАЗ-330210 «Газель» АКТШ-410.800 «Газель» ГБА-240	«Сага» ОАО «РЗАА» ЗиФ (Завод им. М.В.Фрунзе) ЗАО «Автосистема»
ГАЗ-3307	ГАЗ-3307 Р-117	ОАО «РЗАА»
ГАЗ-52-27 ГАЗ-52-28	ГАЗ-52, 53 ГБА-291	ЗАО «Автосистема»
ГАЗ-3307	ГАЗ-52, 53 ГБА-291	ЗАО «Автосистема»
ЗИЛ-431410 ЗИЛ-431510	ЗИЛ-130 АВСТР. 454400.290	ЗАО «Автосистема»
ЗИЛ-431610	ЗИЛ-4316 ГБА-290	ЗАО «Автосистема»
ЗИЛ-433100	ЗИЛ-4331 ГБА-292	ЗАО «Автосистема»
Икарус-250	Икарус-250, 260, 280, 283 Р-04462	ОАО «РЗАА»
Икарус-260	Икарус-250, 260.10, 280, 283 ГБА-601	ЗАО «Автосистема»

Продолжение табл. 1.1

КамАЗ-5320	ГБА-450	ЗАО «Автосистема»
ЛАЗ-42021	ГБА-500	ЗАО «Автосистема»
ЛАЗ-695Н ЛАЗ-699Р	ГБА-502	ЗАО «Автосистема»
ЛиАЗ-5256	ГБА-500	ЗАО «Автосистема»
ЛиАЗ-677М	ГБА-501	ЗАО «Автосистема»
ПАЗ-3205	ТШ-408.800	ЗиФ (Завод им. М.В.Фрунзе)
УАЗ-2206	УАЗ-469 А ТШ-402.800	ЗиФ (Завод им. М.В.Фрунзе)
УАЗ-3303	УАЗ-3303 А ТШ-359.800	ЗиФ (Завод им. М.В.Фрунзе)

2. ВИДЫ И СВОЙСТВА ГАЗООБРАЗНЫХ ТОПЛИВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 2.1

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

Параметр	Компоненты				Бензин
	Метан	Этан	Пропан	Бутан	
Молекулярная формула	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	-
Молекулярная масса, кг/моль	16	30	44	58	114,2
Плотность жидкой фазы при температуре кипения и давлении 100 кПа, кг/м ³	416	546	584	600	735
Плотность газовой фазы при нормальных условиях (15 °С, 760 мм. рт. ст.), кг/м ³	0,717	1,356	2,019	2,703	5,18
Относительная плот- ность газовой фазы (по воздуху)	0,554	1,048	1,562	2,091	3,78
Критическое давление (абсолютное), МПа	4,58	4,88	4,20	3,60	
Критическая темпера- тура кипения, °С	- 82,0	32,3	96,8	152,9	-
Температура кипения при давлении 100 кПа, °С	- 161,5	- 88,5	- 42,1	- 0,5	35 - 205
Теплота сгорания (низшая) удельная, МДж/кг	49,7	47,1	45,9	45,4	43,9
Теплота сгорания (низшая) объемная, МДж/м ³	33,8	59,9	85,6	111,6	213,1
Теоретически необхо- димое для сгорания топлива количество воздуха, кг/кг	17,2	16,8	15,8	15,6	14,9
Теплота сгорания го- рючей смеси при коэф- фициенте избытка воз- духа $\alpha = 1,0$ МДж/м ³	3,22	3,40	3,46	3,49	3,56

Продолжение табл. 2.1

Теоретически необходимое для сгорания топлива количество воздуха, м ³ /м ³	9,52	16,66	23,91	30,95	58,61
Температура воспламенения топлива в воздухе при атмосферном давлении, °С	680...750	508...605	510...580	475...550	470...530
Пределы воспламенения объемные, %:					
нижний	5,0	3,2	2,1	1,9	1,5
верхний	15,0	12,5	9,5	8,5	6,0
Октановое число (ОЧ) (по моторному методу)	110	108	105	94	80 - 90

Из табл. 2.1 следует, что все компоненты газообразных топлив при атмосферном давлении имеют температуру кипения ниже 0 °С. Однако если в емкости с газом повысить давление, то температура кипения газа существенно увеличится. Эти давления и температуры имеют пределы, называемые критическими. Очень низкие температуры кипения при атмосферном давлении (- 161,5 °С) и критическая температура (- 82 °С) метана делают технически сложными заправку и хранение метана в сжиженном состоянии, для чего используются изотермические баллоны с комплексной термоизоляцией. Поэтому в настоящее время большее распространение получил способ заправки и хранения метана на автомобилях в сжатом, или так называемом компримированном, состоянии под высоким давлением. На автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС) для заправки ГБА в странах СНГ рабочее давление - 20,0 МПа. Использование сжиженного метана получило в настоящее время распространение при доставке природного газа. В перспективе при освоении криогенных баллонов сжиженного природного газа для ГБА этот вид топлива может стать конкурентом дорогостоящим бензинам. Над этой проблемой работают в настоящее время ученые и конструкторы различных отраслей машиностроения.

При снижении давления метана в газовом редукторе высо-

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

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

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

Для метана доминирующим является давление заправки, которое по мере выработки газа из баллона уменьшается до пре-

дельного значения.

Для сжиженных газов давление в значительной степени зависит не от количества газа в баллоне, а от температуры (рис. 2.1). Так как каждый из компонентов имеет определенную температуру кипения, давление паровой фазы смеси сжиженных газов зависит как от температуры, так и от компонентного состава. Давление смеси газов можно определить по значению составляющих (парциальных) давлений углеводородных газов, входящих в состав смеси, пропорционально концентрациям. Свойства сжиженных газов определяются по параметрам отдельных углеводородов, входящих в смесь.

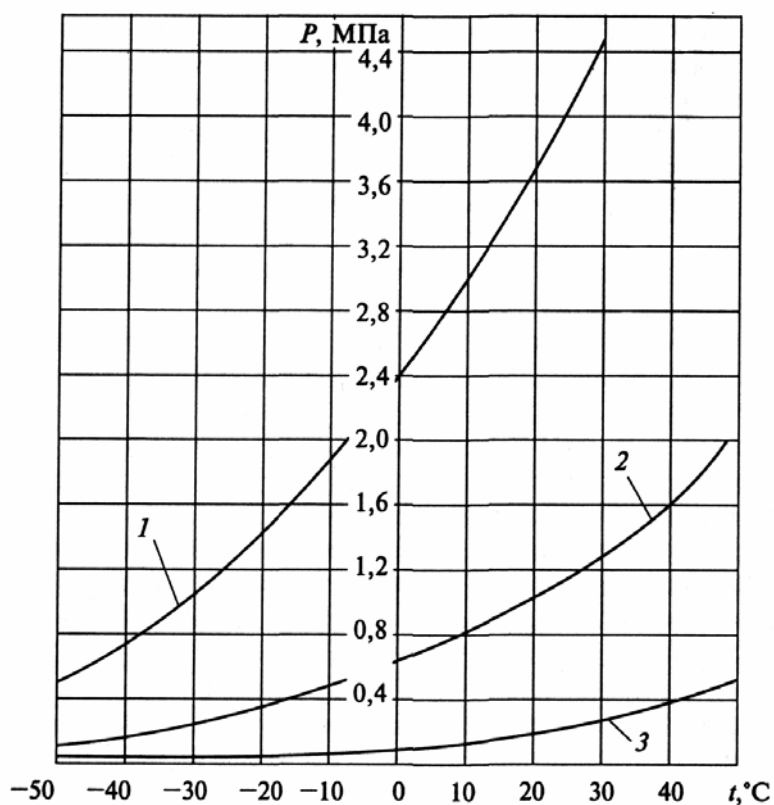


Рис. 2.1. Зависимость давления газовой фазы от температуры основных компонентов ГСН:

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

Компоненты ГСН в сжиженном виде имеют большой коэффициент объемного расширения, поэтому во избежание разрушения баллона запрещается заправлять его полностью. Для этого необходимо оставлять так называемую паровую «подушку» (фа-

зу). Степень заполнения (полезная емкость) автомобильных газовых баллонов должна быть в пределах 80...85 %. Арматура автомобильных газовых баллонов имеет специальное устройство, автоматически прекращающее заправку баллона при достижении предельного уровня топлива.

Основные компоненты ГСН - пропан, бутан и этан - имеют большие по сравнению с метаном показатели плотности и тяжелее воздуха (табл. 2.1). Таким образом, они, скапливаясь в каналах и на полу рабочих зон автотранспортных предприятий, представляют большую опасность по сравнению с метаном. Метан благодаря низкой плотности (почти в два раза легче воздуха) в случае утечки устремляется вверх в вентиляционные устройства.

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

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

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

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

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

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

Компонентный состав сжиженного нефтяного газа регламентируется ГОСТ 25578 - 87 «Газы сжиженные нефтяные. Топливо для газобаллонных автомобилей. Технические условия». Стандарт предусматривает две марки газа: зимнюю - ПА (пропан автомобильный) и летнюю - ПБА (пропан-бутановая смесь автомобильная). В марке ПА содержится 90 ± 10 % пропана, в марке ПБА – 50 ± 10 % пропана, остальное - бутан, не более 1 % непредельных углеводородов. В газе сжиженном нефтяном марки ПА давление насыщенных паров при температуре - 35 °С не менее 0,07 МПа (избыточное), в газе марки ПБА при температуре + 45 °С - не более 1,6 МПа, а при температуре - 20 °С - не менее 0,07 МПа. Давление газа в баллоне практически не зависит от его количества.

На автомобильные газонаполнительные станции часто поступает газ зимней и летней марок по ГОСТ 20448 - 90 «Газы углеводородные сжиженные для коммунально-бытового и промышленного потребления. Технические условия». Этот ГОСТ имеет более широкие допуски на содержание компонентов, в том числе вредных с точки зрения воздействия на двигатель и топливную аппаратуру (например, серу и ее соединения, непредельные углеводороды и др.). По этим техническим условиям поступают ГСН двух марок: смесь пропан-бутановая зимняя (СПБТЗ) и смесь пропан-бутановая летняя (СПБТЛ), показатели которых

представлены в табл. 2.2.

В ГСН, поставляемом для автомобильного транспорта, по техническим причинам может содержаться некоторое количество масла, поступающего из компрессоров и насосов. Примеси в ГСН масла, тяжелых остатков адсорбируются на резинотехнических изделиях газовой аппаратуры, что отрицательно сказывается на надежности ее работы.

Таблица 2.2

Показатели ГСН

Показатель	ГСН	
	СПБТЗ	СПБТЛ
Компонентный состав по массе, %:		
метан, этан, этилен, не более	4	6
пропан и пропилен, не более	75	34
бутаны и бутилен, не более	20	60
Жидкий остаток, %, при температуре + 20 °С, не более	1	2
Давление насыщенных паров (избыточное), МПа, при температуре:		
+ 45 °С, не более	1,6	1,6
- 20 °С, не менее	0,16	-
Содержание сероводорода, %, не более	5	5
Содержание общей серы, %, не более	0,015	0,015
Запах должен ощущаться при содержании газа, %	0,5	0,4

Запасы и объемы добычи природного газа значительно превышают эти показатели сжиженного газа.

Основным компонентом компримированного природного газа является метан (до 95 %). На АГНКС поступает КППГ в соответствии с ГОСТ 27577 - 2000, который определяет теплоту сгорания 31,8 МДж/м³, содержание механических примесей не более 1 мг/м³ и паров воды не более 9 мг/м³ и ряд других показателей.

В табл. 2.3 представлен состав природного газа в соответствии с ГОСТ 27577-2000.

Таблица 3.2

Состав природного газа в соответствии с ГОСТ 27577-2000

Объемная теплота сгорания, низшая, кДж/м ³	Не менее 31800	По ГОСТ 22667-82
Относительная плотность к воздуху	0,55...0,70	По ГОСТ 22667-82
Расчетное октановое число (по моторному методу)	Не менее 105	По ГОСТ 27577-85
Концентрация сероводорода, г/м ³	Не более 0,02	По ГОСТ 22387.2-97
Концентрация меркаптановой серы, г/м ³	Не более 0,036	По ГОСТ 22387.2-97
Масса механических примесей в 1 м ³ , мг	Не более 1,0	По ГОСТ 22387.4-77
Суммарная объемная доля негорючих компонентов, %	Не более 7,0	По ГОСТ 23781-87
Объемная доля кислорода, %	Не более 1,0	По ГОСТ 23781-87
Концентрация паров воды, мг/м ³	Не более 9,0	По ГОСТ 20060-83

3. УСТРОЙСТВО ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1. Принципиальные схемы газовых систем питания ГБА

В зависимости от применяемого газового топлива принципиальные схемы систем питания имеют свои специфические особенности и одновременно общие элементы.

Эти схемы устанавливаются параллельно штатным системам питания жидким топливом.

Рассмотрим принципиальную схему газовой системы питания ГБА, работающей на КПП (рис. 3.1).

Газ хранится в баллонах высокого давления (20,0 МПа) 20. Заправка баллонов КПП производится через заправочный узел 18, заправочный вентиль 17 и расходный вентиль 19.

Из баллонов КПП по трубопроводам высокого давления подается к электромагнитному газовому клапану 14, предварительно пройдя очистку от твердых примесей в фильтре этого клапана.

После открытия электромагнитного клапана 14 газ подается к редуктору высокого давления (РВД) 13, где происходит снижение давления газа до 1,0... 1,2 МПа за счет перемещения клапана 21 и действия пружины 12. Для предотвращения замерзания примесей влаги, происходящего по причине падения температуры газа при редуцировании в РВД, для подогрева подается жидкость от системы охлаждения двигателя по каналам 22.

Затем газ поступает по трубопроводу в редуктор низкого давления (РНД). В РНД в полостях 1-й (26) и 2-й (8) ступеней происходит последовательное снижение давления до близкого к атмосферному. Автоматическое регулирование давления в редукторе обеспечивается изменением положения клапанов 24 и 6, соединенных с мембранами 25 и 5.

Из РНД газ по рукаву подается к дозатору газа 4 и в смеситель газа 2, откуда газозоудшная смесь поступает в цилиндры двигателя.

Включение подачи газообразного топлива осуществляется при помощи переключателя в цепи электрической схемы, в которую включены обмотки клапанов 11 и 14. Блокировка подачи газа выполняется при помощи входного электромагнитного клапа-

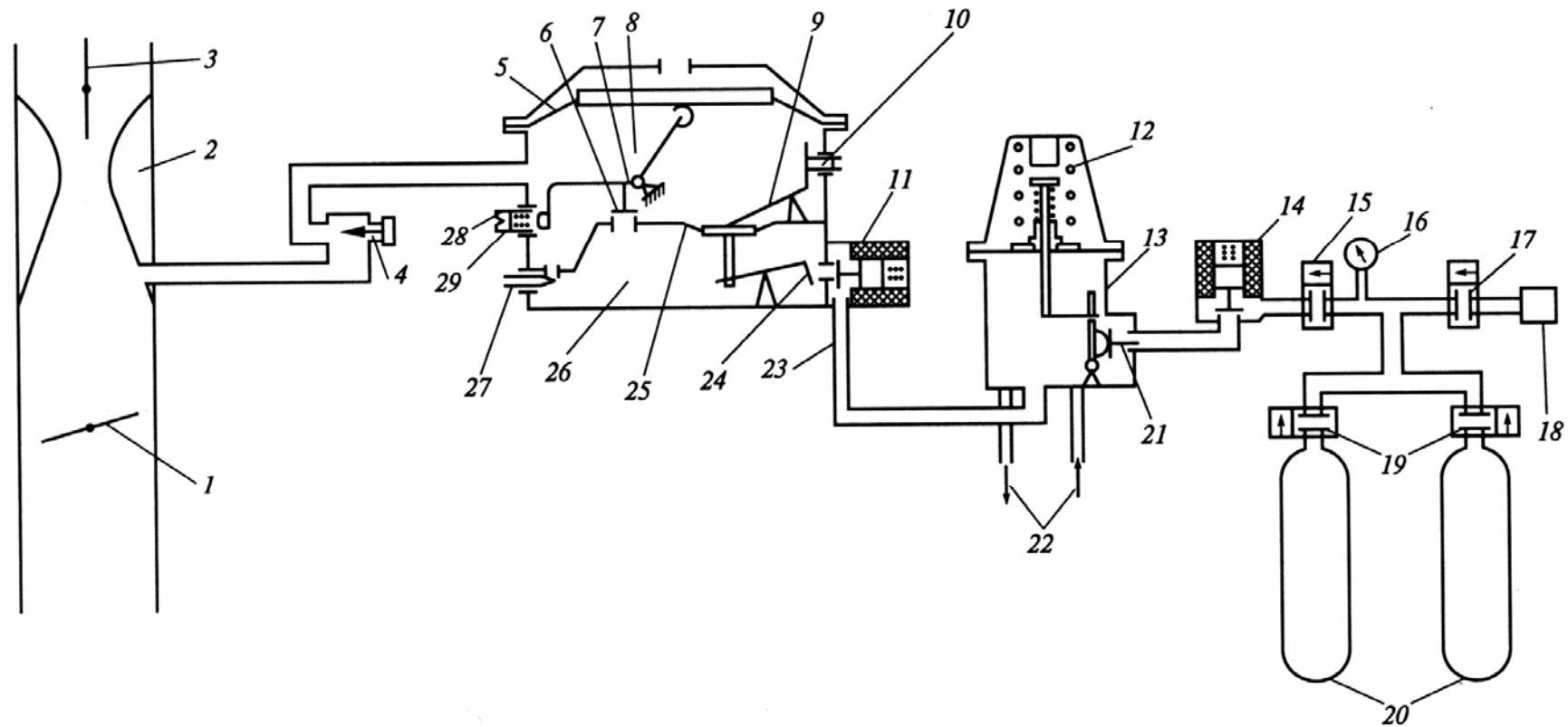
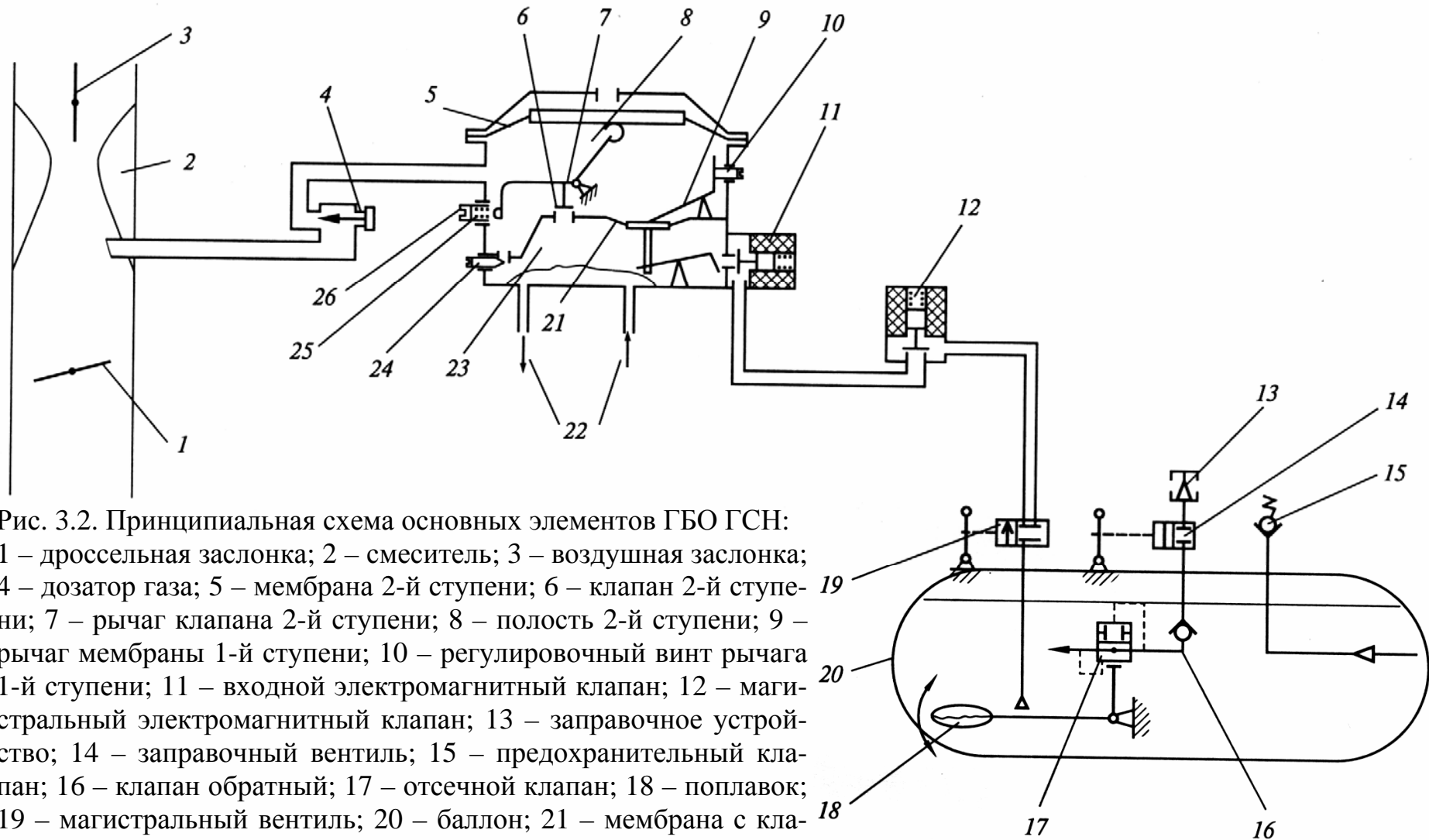


Рис. 3.1. Принципиальная схема основных элементов ГБО КПГ:

1 – дроссельная заслонка; 2 – смеситель; 3 – воздушная заслонка; 4 – дозатор газа; 5 – мембрана 2-й ступени; 6 – клапан 2-й ступени; 7 – рычаг клапана 2-й ступени; 8 – полость 2-й ступени; 9 – рычаг мембраны 1-й ступени; 10 – регулировочный винт рычага 1-й ступени; 11 – входной электромагнитный клапан; 12 – пружина РВД; 13 – РВД; 14 – магистральный электромагнитный клапан; 15 – магистральный вентиль; 16 – манометр; 17 – заправочный вентиль; 18 – заправочный узел; 19 – расходные вентили; 20 – баллоны; 21 – клапан РВД; 22 – каналы для охлаждающей жидкости; 23 – трубопровод от РВД; 24 – клапан 1-й ступени; 25 – мембрана 1-й ступени; 26 – полость 1-й ступени; 27 – винт регулировочный холостого хода; 28 – регулировочный винт клапана 2-й ступени; 29 – пружина



на 11, управляемого электронным блоком.

Принципиальная схема газовой системы питания ГБА, работающей на ГСН, представлена на рис. 3.2.

По сравнению с предыдущей схемой для КПП она имеет иной баллон для газа и запорную арматуру.

Сжиженный газ хранится в баллоне 20, который рассчитан на давление 1,6 МПа. ГСН поступает при заправке через запорный вентиль 14. Наполнение баллона прекращается автоматически при всплытии поплавка 18, который связан с отсечным клапаном 17. Из баллона газ поступает через магистральный вентиль 19 и по трубопроводам высокого давления подается к электромагнитному клапану 12, предварительно пройдя очистку от твердых примесей в фильтре этого клапана.

После открытия электромагнитного клапана 12 газ поступает по трубопроводу в редуктор низкого давления. В отличие от предыдущей схемы не требуется предварительного снижения давления в РВД. Принцип работы РНД аналогичен предыдущей схеме. В полостях 1-й (23) и 2-й (8) ступеней происходит последовательное снижение давления до близкого к атмосферному. Автоматическое регулирование давления в редукторе обеспечивается изменением положения клапанов, соединенных с мембранами 21 и 5. Для испарения жидкой фазы газа РНД подогревается жидкостью, поступающей из системы охлаждения двигателя по каналам 22.

Из РНД газ подается к дозатору газа 4 и в смеситель газа 2, откуда газовоздушная смесь поступает в цилиндры двигателя.

Как и в предыдущей схеме, включение подачи газа осуществляется при помощи переключателя в цепи электрической схемы, в которую включены обмотки клапанов 11 и 12. Блокировка подачи газа выполняется при помощи входного клапана 11, управляемого электронным блоком.

3.2. Газодизельные системы питания

Дизельные двигатели при переводе для работы на газовом топливе в отличие от бензиновых требуют дополнительных условий обеспечения воспламенения газа в камере сгорания.

Температура воспламенения метана (680°C) значительно превосходит температуру, при которой самостоятельно воспламеняется дизельное топливо в конце такта сжатия (280°C). Поэтому для работы дизельных двигателей на газе необходим дополнительный источник воспламенения. Рудольф Дизель еще в 1898 году запатентовал способ воспламенения газового топлива дозой запального жидкого топлива, однако применять этот способ стали только с 1930 года (для стационарных узкорегимных двигателей).

Газодизельным (ГД) процессом является такой способ сгорания дизельного топлива и природного газа одновременно, когда газозвудушная смесь воспламеняется принудительно от небольшой горячей дозы дизельного топлива. Газозвудушная смесь подается в цилиндры двигателя, где сжимается поршнем на такте сжатия, и в нужный момент топливный насос высокого давления (ТНВД) через форсунки впрыскивает запальную дозу дизельного топлива, которая самовоспламеняется и поджигает газозвудушную смесь.

В ГД - режиме двигатель работает на двойном топливе - дизельном топливе и природном газе. По основному признаку - способу воспламенения газозвудушной смеси - газодизель относится к двигателям с принудительным воспламенением. Газодизельный двигатель имеет две взаимосвязанные системы питания: дизельную и газовую. Общим для этих двух систем является оригинальное газодизельное оборудование.

При переоборудовании дизельных двигателей, имеющих высокую степень сжатия, мощность двигателя остается на уровне базового двигателя.

Основными целями переоборудования дизельных двигателей для работы по газодизельному циклу являются:

- экономия до 75...80 % дизельного топлива путем замещения его природным газом;
- увеличение суммарного запаса хода транспортного средства при использовании обоих видов топлива в 1,5... 1,7 раза;
- снижение дымности отработавших газов дизеля в 2...4 раза.

Минимальное количество запального жидкого топлива определяется энергией, необходимой для воспламенения и полного

сгорания газозвоздушной смеси. Однако из-за меняющихся во времени режимов работы автомобильных двигателей и необходимости охлаждения форсунок доза запального дизельного топлива превышает теоретически необходимые 5...7 %. Практически запальная доза составляет от 15 до 50 % от полной подачи дизельного топлива.

Подача дизельного топлива при работе в режиме газодизеля отличается от дизельного режима. Для запуска двигателя и работы на минимальных оборотах холостого хода в камеру сгорания поступает только дизельное топливо. При увеличении частоты вращения и нагрузки в камеру сгорания поступают газозвоздушная смесь и запальная доза дизельного топлива. С этого момента двигатель работает по газодизельному циклу.

Газодизельное оборудование предназначено для заправки, хранения, управления подачей и дозирования газа, образования газозвоздушной смеси, ограничения цикловой подачи дизельного топлива до уровня запальной дозы и защиты дизеля от внештатных режимов работы (рис. 3.3). При этом сохраняется возможность быстрого перехода с газодизельного режима на жидкое топливо и обратно.

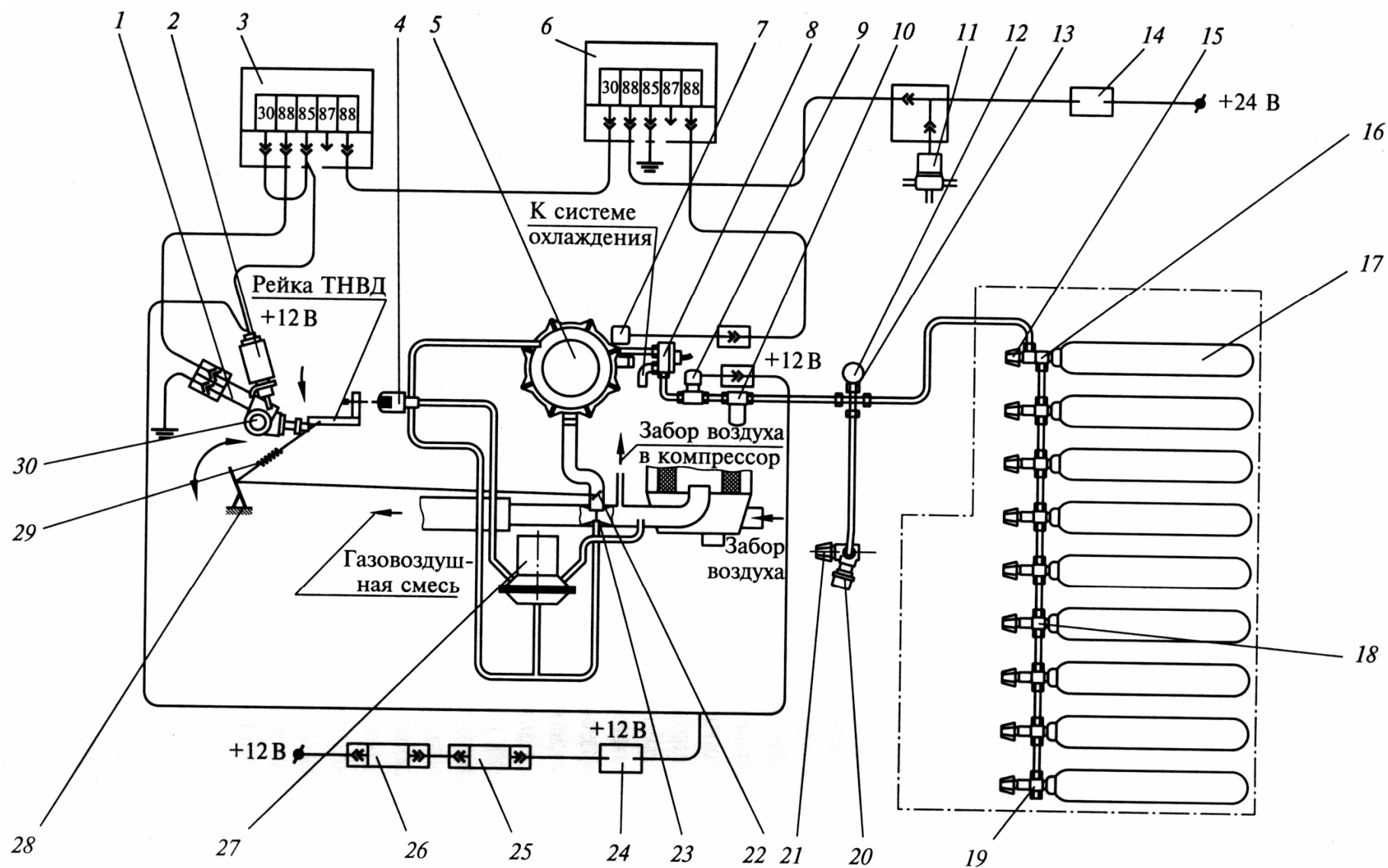
Система заправки, хранения газа и снижения его давления практически имеет одинаковый принцип работы и устройство с системой питания КППГ двухтопливных бензиновых ГБА.

Для заправки баллонов 17 служит узел заправочный 20, вентиль наполнительный 21 и баллонные вентили 19. На баллонах установлены тройники баллона 18, вентили. Крестовина 13 с манометром 12 установлены на кронштейне узла высокого давления. Из баллонов газ по трубопроводам высокого давления подается к электромагнитному клапану 9, предварительно пройдя очистку в фильтре 10.

После открытия электромагнитного клапана 9 газ подается к РВД 8 и затем к РНД 5. Для подогрева к РВД подается жидкость от системы охлаждения двигателя.

РНД 5 оборудован системой коррекции по загрязненности воздушного фильтра, предотвращающей самофорсировку двигателя.

В конструкцию системы питания обычного дизельного двигателя добавляются газовый смеситель 23, механизм установки



запальной дозы дизельного топлива (МУЗД) 30, дозатор газа 22 для управления топливным насосом высокого давления и подачей газа, а также электрооборудование 3, 6, 11, 14, 27, которое обеспечивает необходимую информативность и защиту дизеля от нештатных режимов работы.

Дизельная система питания состоит из штатных агрегатов, включая топливный насос высокого давления и форсунки. На ТНВД дополнительно имеется механизм ограничения подачи запальной дозы, который обеспечивает впрыск заданного количества дизельного топлива, необходимого для воспламенения газодизельной смеси в камере сгорания, а также переключение на работу в обычном дизельном режиме.

МУЗД 30 приводится в действие электромагнитом 2, а на рычаге управления рейкой ТНВД установлен дополнительный упор. Помимо этого на регуляторе максимальных оборотов ТНВД установлен клапан, отключающий подачу газа 4.

Блокировка одновременного включения полной подачи двух видов топлива осуществляется с помощью концевого выключателя 1 и реле 3 и 6.

В смесителе 23 газ смешивается с воздухом, который подается за счет разрежения, создаваемого во впускном трубопроводе двигателя.

Рис. 3.3. Принципиальная схема газодизельной аппаратуры
ЗАО «Автосистема»:

1 - концевой выключатель; 2 - электромагнит МУЗД; 3 - реле МУЗД; 4 - пневмомеханический клапан ограничения подачи газа; 5 - газовый РНД; 6 - реле клапана моторного тормоза; 7 - электромагнитный клапан РНД; 8 - РВД; 9 - электромагнитный клапан; 10 - фильтр газовый; 11 - трехходовой клапан моторного тормоза; 12 - манометр; 13 - крестовина; 14 - выключатель моторного тормоза; 15 - расходный вентиль; 16 - угольник; 17 - баллоны; 18 - тройник вентильный; 19 - баллонный вентиль; 20 - заправочный узел; 21 - наполнительный вентиль; 22 - дозатор газа; 23 - смеситель газа; 24 - тиристорный блок напряжения 12 В; 25 - переключатель режимов работы двигателя «Дизель» - «Газодизель»; 26 - предохранитель; 27 - пневмоконтактор отключения газа при неработающем двигателе; 28 - педаль привода рейки ТНВД; 29 - телескопическая тяга; 30 - механизм установки запальной дозы дизельного топлива

Заданный состав смеси газа с воздухом регулируется дозатором 22, соединенным с педалью привода рейки ТНВД телескопической тягой 29.

Начало подачи газа в двигатель осуществляется синхронно с началом нажатия педали привода рейки ТНВД 28 водителем. В этот момент цикловая подача дизельного топлива в цилиндры двигателя равна запальной дозе. Изменение числа оборотов, крутящего момента и мощности двигателя осуществляется преимущественно изменением количества газа, подаваемого в двигатель. При работе двигателя запальная доза дизельного топлива изменяется, незначительно увеличиваясь с повышением частоты вращения кулачкового вала ТНВД.

При снятии ноги водителя с педали 28 прекращается подача газа в двигатель, и одновременно цикловая подача дизельного топлива уменьшается с величины запальной дозы до величины подачи холостого хода.

Двигатель запускается и прогревается только в дизельном режиме на дизельном топливе. Перевод двигателя с дизельного режима в ГД - режим и обратно возможен как во время остановки, так и при движении автомобиля. Для этого необходимо отпустить педаль привода рейки и переключить клавишу 25 выбора режима работы «Дизель» - «Газодизель», расположенную на щитке приборов в кабине водителя.

Отключение подачи газа при пользовании моторным тормозом происходит с помощью реле 6 и электромагнитного клапана 7, установленного на входе в РНД. Ограничение подачи газа при достижении двигателем максимальной частоты вращения осуществляется пневмомеханическим клапаном 4.

Для преобразования напряжения в бортовой сети дизеля в рабочее напряжение 12 В используется тиристорный блок 24. Отключение подачи газа при неработающем двигателе осуществляется пневмоконтактором 27. Для предотвращения попадания газа в пневмосистему патрубок отбора воздуха из впускного коллектора перенесен на корпус смесителя газа 23, а на впускном коллекторе - заглушен. Газодизельные системы питания устанавливаются на двигатели, оснащенные ТНВД с двухрежимным регулятором. При наличии на ТНВД всережимного регулятора необходимо заменить его двухрежимным.

3.3. Агрегаты и узлы газобаллонного оборудования

3.3.1. Баллоны и запорная арматура

Баллоны для хранения ГСН (табл. 3.1) на борту ГБА рассчитаны на рабочее давление 1,6 МПа. Они представляют собой сварную конструкцию из углеродистой стали толщиной 5...3 мм. К центральной части в виде цилиндрической обечайки с обеих сторон приварены полусферические днища. Изготавливают три типа баллонов для ГСН: с отдельно расположенными на баллоне вентилями, с вентилями, конструктивно объединенными в один узел - мультиклапан, и торроидальные баллоны (в виде тора) (рис. 3.4). Последний вид баллонов удобен тем, что может устанавливаться в углублении для запасного колеса.

Отдельно вентили для заправки, расхода жидкой и газообразной фаз, контроля уровня, а также предохранительный клапан аварийного сброса давления могут располагаться на баллонах большой вместимости (более 100 л).

В нижней точке цилиндрической части баллона может иметься отверстие с пробкой для слива конденсата. В табл. 3.1 представлены основные характеристики ряда выпускаемых в настоящее время баллонов.

Блок запорно-предохранительной арматуры (мультиклапан) предназначен для установки на баллоне ГСН (рис. 3.5). Он служит для автоматического контроля уровня и прекращения заправки и подачи ГСН в магистраль. Мультиклапан также обеспечивает герметичность баллона в случае аварийного обрыва подсоединенных к баллону трубок. При повышении давления в баллоне выше рабочего (1,6 МПа) вследствие нагрева или пожара мультиклапан стравливает газ, предотвращая взрыв баллона.

Корпус мультиклапана крепится винтами к фланцу баллона. Герметичность соединения обеспечивается прокладкой 8. Во время заправки газ поступает в баллон через входной штуцер 3, преодолевая усилие пружиненного шарика 2. По мере наполнения баллона газом поднимается поплавок 18.

В момент, когда уровень газа достигнет 80 % от объема баллона, автоматический клапан 13 (отсекатель) перекроет поступление газа и заправка газом прекратится. Шарик 2 перекроет обратный выход газа из баллона.

Таблица 3.1

Характеристики автомобильных баллонов для ГСН

Параметр	Модели автомобилей						
	ЗИЛ-431810	ГАЗ-52-08, ГАЗ-53-07	ГАЗ-31, УАЗ-33032	ГАЗ-31, АЗЛК-2141	ВАЗ-2101 -07; -08; -09; -10; -11; -12	ВАЗ-2101 -07, -08; -09; -10; -11; -12	ВАЗ-2104; -08; -09; -10; -11; -12
	Модели баллонов						
	11.4401011	111.4401011	9365	9414	9230	АГ-50	143 (тор)
Длина, мм:							
с арматурой	1200	1257	—	—	—	—	—
без арматуры	1120	1150	1120	1050	831	790	580
Диаметр							
наружный, мм	575	490	408	325	306	300	225
Толщина стенок							
обечайки, мм	5	4,5	4	4	3	3	3
Полный объем, л	257,7	190,4	129	78	53	50	45
Объем							
полезный, л	232	171	103	66	45	42	38
Масса без газа,							
кг	96	75,5	53,5	40	24	23	26

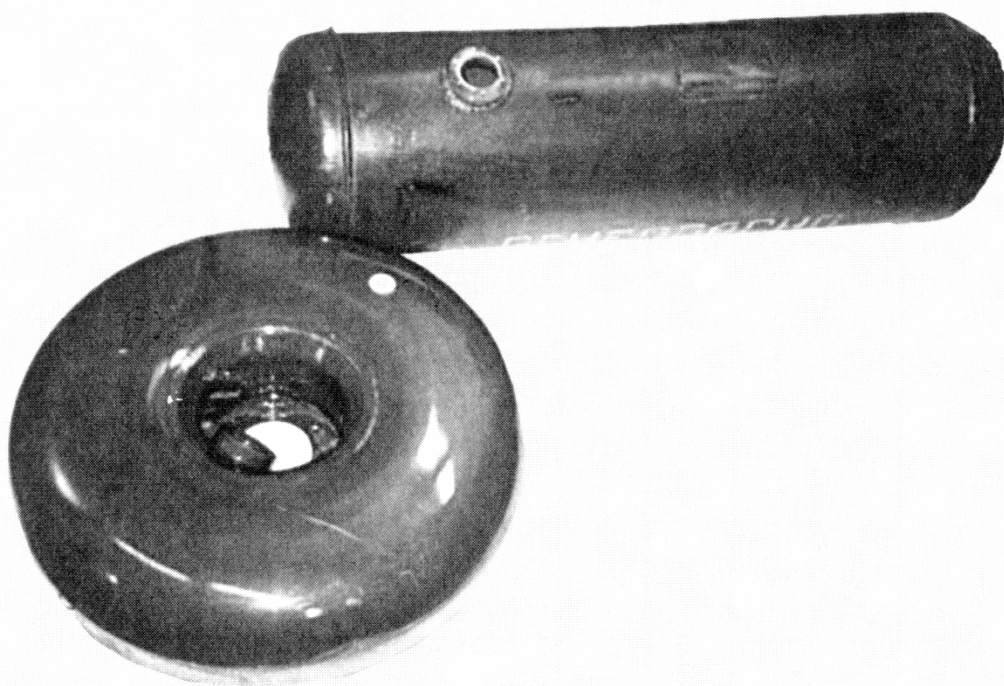


Рис. 3.4. Баллоны для ГСН:
цилиндрический и тороидальный

Газ из баллона поступает в магистраль по трубке забора газа 15, отжимая шарик скоростного клапана 6 через расходный вентиль 27. Во время хранения автомобиля на стоянке расходный 27 и заправочный 23 вентили надежно перекрывают баллон.

В случае нагрева баллона свыше 45°C или пожара открывается предохранительный клапан 1, стравливая избыточное давление газа. Количество газа в баллоне контролируется магнитной стрелкой 10 по шкале 11. Стрелка перемещается вмонтированным в автоматический клапан 13 магнитом и защищена прозрачным корпусом 9.

Максимально допустимый объем заправляемого газа предварительно регулируется винтами 16.

Для обеспечения естественной циркуляции воздуха для вентилях мультиклапана в случае утечки газа его устанавливают в вентиляционной коробке, которая имеет патрубки для циркуляции воздуха.

Газовые баллоны для КППГ. Баллоны для КППГ (рис. 3.6) предназначены для хранения на борту автомобиля газа при температуре от -60 до $+50^{\circ}\text{C}$ при максимальном рабочем давлении

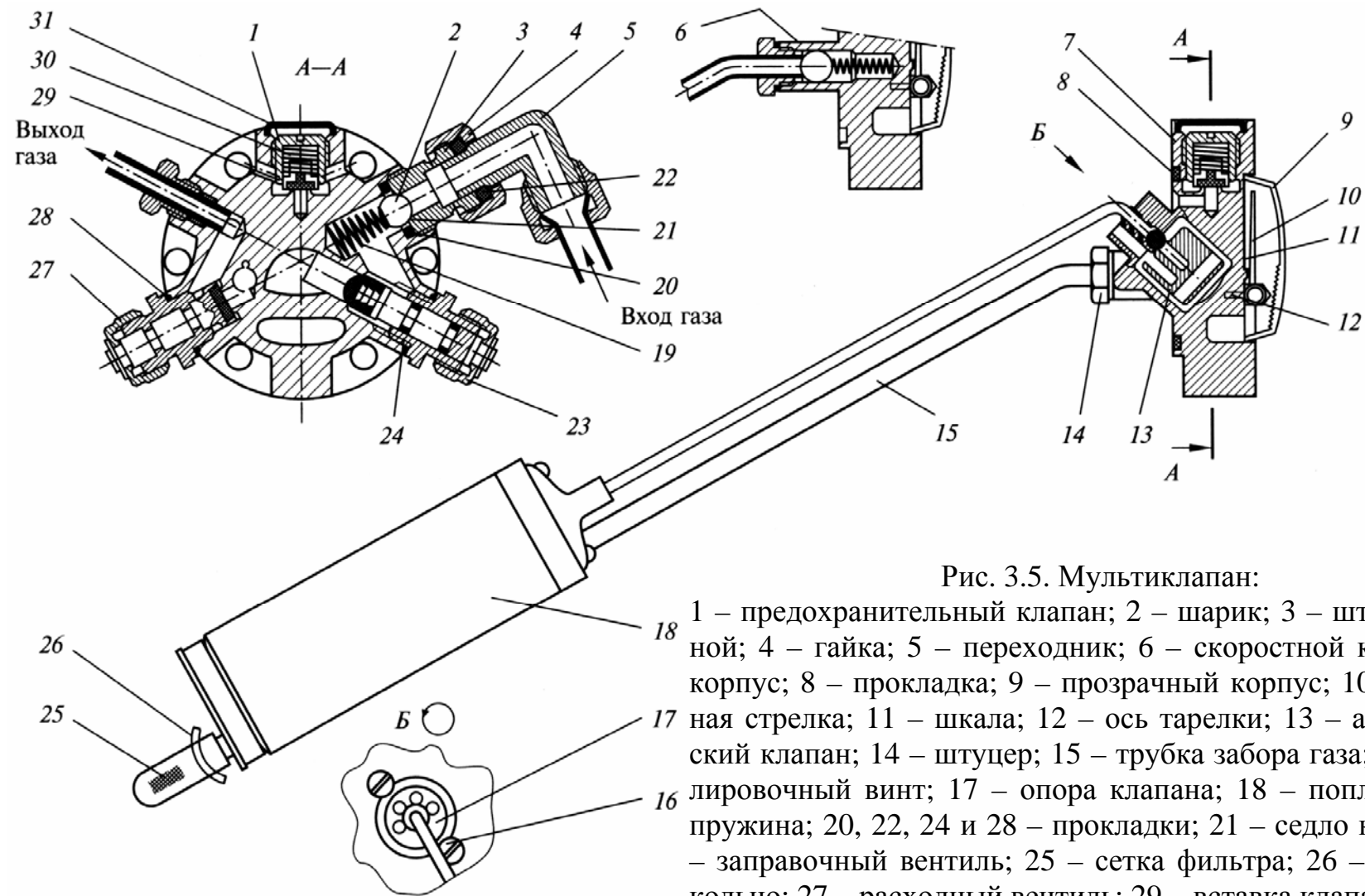


Рис. 3.5. Мультиклапан:

1 – предохранительный клапан; 2 – шарик; 3 – штуцер входной; 4 – гайка; 5 – переходник; 6 – скоростной клапан; 7 – корпус; 8 – прокладка; 9 – прозрачный корпус; 10 – магнитная стрелка; 11 – шкала; 12 – ось тарелки; 13 – автоматический клапан; 14 – штуцер; 15 – трубка забора газа; 16 – регулировочный винт; 17 – опора клапана; 18 – поплавок; 19 – пружина; 20, 22, 24 и 28 – прокладки; 21 – седло клапана; 23 – заправочный вентиль; 25 – сетка фильтра; 26 – стопорное кольцо; 27 – расходный вентиль; 29 – вставка клапана; 30 – пружина; 31 – пломба

20,0 МПа. Отечественная промышленность выпускает автомобильные баллоны для КПП объемом от 34 до 400 л. Их изготавливают из стальных бесшовных труб или листовых заготовок, а также из композитных материалов.

Автомобильные баллоны для компримированного природного газа изготавливают по ГОСТ 949 - 73 из углеродистой или легированной стали и подвергают специальной обработке (из углеродистой стали - нормализации, а из легированной - закалке с отпуском), обеспечивающей однородную структуру металла и безосколочность при разрушении. Баллон представляет собой бесшовный сосуд цилиндрической формы со сферическими днищами. В горловине баллона имеется резьба для ввинчивания вентиля.

Для уменьшения массы баллонов применяются композитные материалы, выпускаемые по ТУ 45591-001-29416612 - 94 «Баллоны автомобильные газовые облегченные» (для баллонов с металлическим корпусом, армированным пропитанной смолой жгутовой нитью, намотанной в виде обруча).

Характеристики баллонов для КПП, выпускаемых в России, представлены в табл. 3.2.

Наружная и внутренняя поверхности баллонов должны быть без раковин, закатов и трещин.

На все газовые баллоны КПП и ГСН, предназначенные для установки на ГБА, распространяются «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Автомобильные газовые баллоны, являющиеся сосудами, работающими под давлением, должны подвергаться техническому освидетельствованию (периодическому в процессе эксплуатации и в необходимых случаях - внеочередному). Автомобильные газовые баллоны не подлежат регистрации в органах Госгортехнадзора.

Баллоны для ГСН должны проходить испытания (освидетельствование) один раз в два года. Стальные баллоны для КПП из углеродистой стали освидетельствуются один раз в три года, из легированной стали и композитных материалов - один раз в пять лет. На каждом баллоне должны быть нанесены следующие данные (рис. 3.7):

- товарный знак или наименование завода-изготовителя;

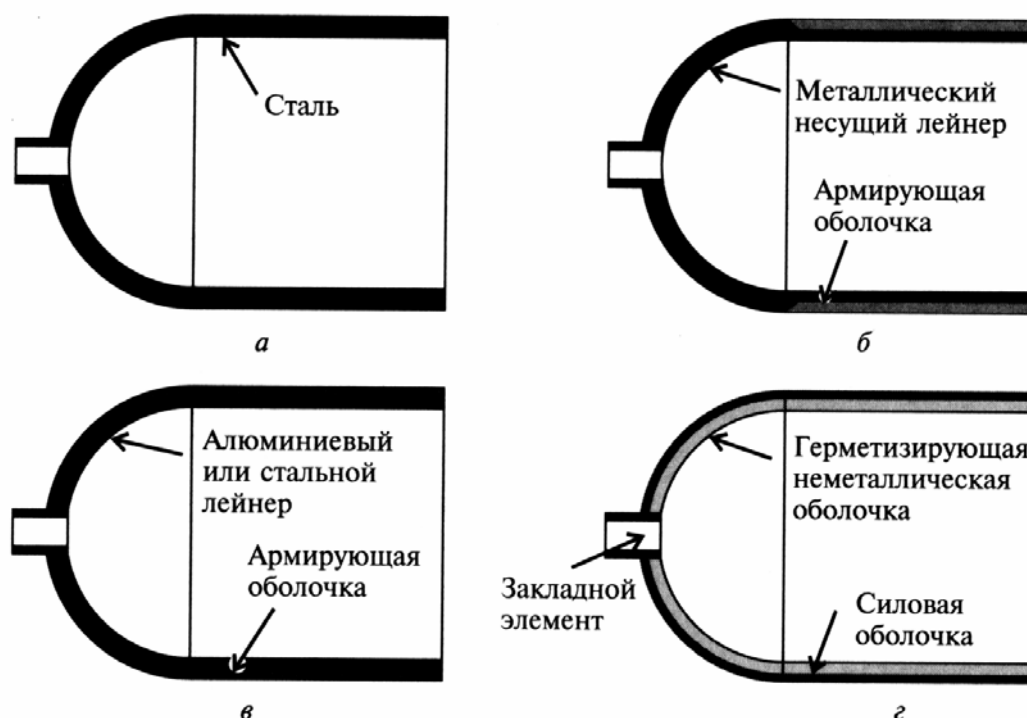


Рис. 3.6. Баллоны для КПГ:
а – тип 1; б – тип 2; в – тип 3; г – тип 4

- порядковый номер баллона;
- месяц и год изготовления и год следующего испытания;
- рабочее давление P и пробное гидравлическое давление Π ;
- объем баллона (в л) с точностью $\pm 0,2$ л;
- масса баллона (в кг) с точностью $\pm 0,2$ кг;
- клеймо ОТК завода-изготовителя;
- ГОСТ, по которому изготовлен газовый баллон.

На баллонах, изготовленных из композитных материалов, маркировка наносится на цилиндрической части краской.

Запорная арматура для КПГ устанавливается на баллонах, а также в магистрали высокого давления. Она состоит из вентиля различного назначения, заправочных устройств, шаровых кранов и клапанов.

Запорная арматура устанавливается для управления поступлением газа из газовых баллонов, для связи баллонов и участков газовой магистрали, а также для заправки и подсоединения выносного заправочного узла. Вентили позволяют обеспечить безопасность и удобство обслуживания газобаллонного оборудования. Они рассчитаны на давление не более 25,0 МПа.

Таблица 3.2

Характеристики газовых баллонов для КПП

Изготовитель	Конструкция	Рабочее давление, МПа	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг	Объем, л	Отношение массы к объему, кг/л	Примечание
«Первоуральский новотрубный завод»	Бесшовный баллон из углеродистой стали (тип 1)	19,6	219	1755	93	50	1,86	Серийное производство. Сертифицирован
«Мариупольский металлургический комбинат»	Бесшовный баллон из легированной стали (тип 1)	19,6	219	1650	56	50	1,12	Сертифицирован
«Орский машиностроительный завод»	Металлопластиковый баллон с бесшовным стальным лейнером (тип 2)	19,6	254 254 322	882 1102 1470	23,7 28,9 63,8	34,2 44,1 97	0,69 0,66 0,66	Серийное производство. Сертифицирован
НПФ «Шторм»	Металлопластиковый баллон с бесшовным алюминиевым лейнером (тип 3)	19,6	320	2000	73	120	0,61	То же
Казанское ОКБ «Союз»	Композитный стеклопластиковый баллон (тип 4)	19,6	219 514 514 525	2700 1400 2290 2660	52 155 260 350	84 200 350 400	0,62 0,78 0,74 0,87	-
ДАО «Оргэнергогаз»	Композитный стеклопластиковый баллон (тип 4)	19,6	335	200	68	120	0,57	Сертификационные испытания

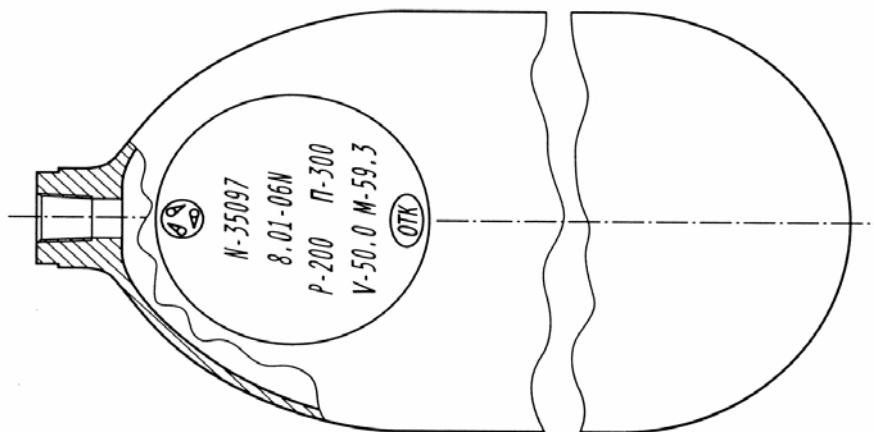


Рис. 3.7. Маркировка баллона КПП

На рис. 3.8 показан баллонный вентиль.

На рис. 3.9 представлен вентиль для дренажной схемы. Вентиль имеет дренажные каналы 10 и 13. В случае утечки газа из внутренних полостей вентилля газ поступит по этим каналам в вентиляционные кожухи (по аналогии с вентиляционной системой баллона ГСН). Также данный вентиль оснащен скоростным клапаном 12. Этот клапан перекроет канал входа-выхода газа 7 в случае аварийного обрыва трубопроводов, подсоединенных к штуцеру 9.

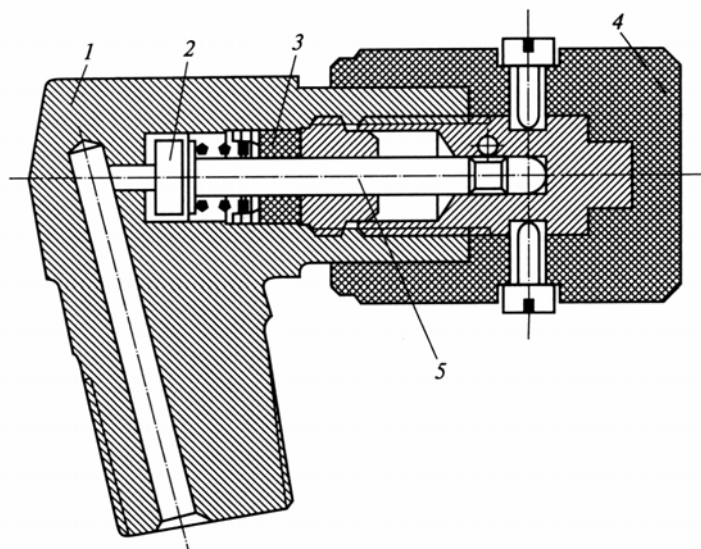


Рис. 3.8. Вентиль:

1 – корпус; 2 – клапан; 3 – вставка уплотнительная; 4 – маховик;
5 – шпindelь

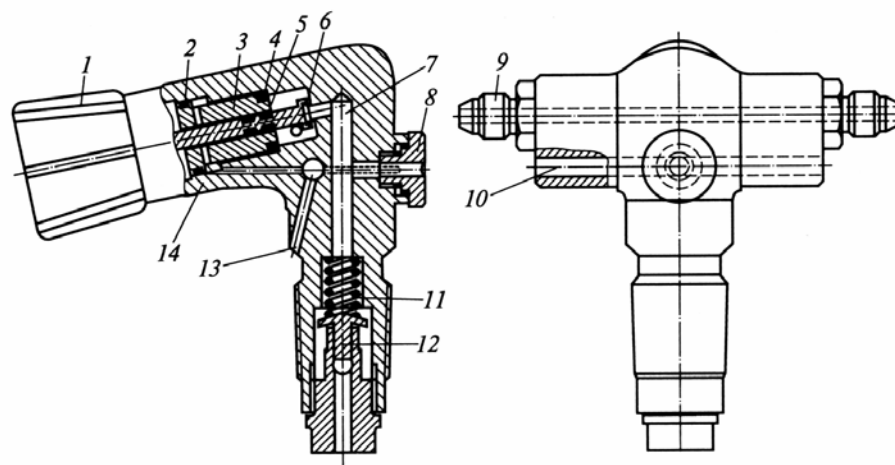


Рис. 3.9. Вентиль баллонный для дренажной схемы подключения:
 1 - ручка вентиля; 2 - уплотнения дренажа; 3 - втулка резьбовая; 4 и 5 - основные уплотнения; 6 - запорный шток с вставкой уплотнительной; 7 - канал входа-выхода газа; 8 - предохранительный температурный клапан; 9 - штуцер; 10 и 13 - дренажные каналы; 11 – пружина; 12 - скоростной клапан; 14 – корпус

Для наполнения газовых баллонов служат устройства, расположенные в удобных и безопасных для заправки и эксплуатации автомобиля местах.

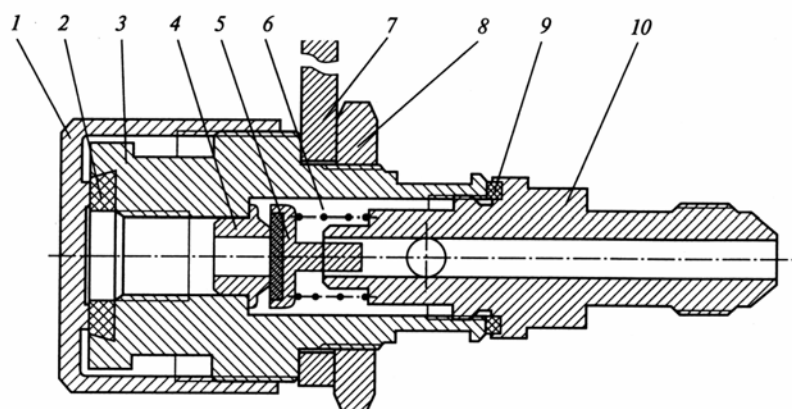


Рис. 3.10. Выносное заправочное устройство:
 1 – заглушка; 2 – резиновая прокладка; 3 – корпус; 4 – седло клапана; 5 – клапан; 6 – пружина; 7 – кронштейн; 8 – гайка; 9 – кольцо уплотнительное; 10 – выходной штуцер

Выносная заправочная горловина (рис. 3.10) предназначена для подключения и заправки ГСН. Она подсоединяется к заправочному трубопроводу через выходной штуцер 10. Заправочная

струбцина шланга газовой колонки подсоединяется к фланцу корпуса 3.

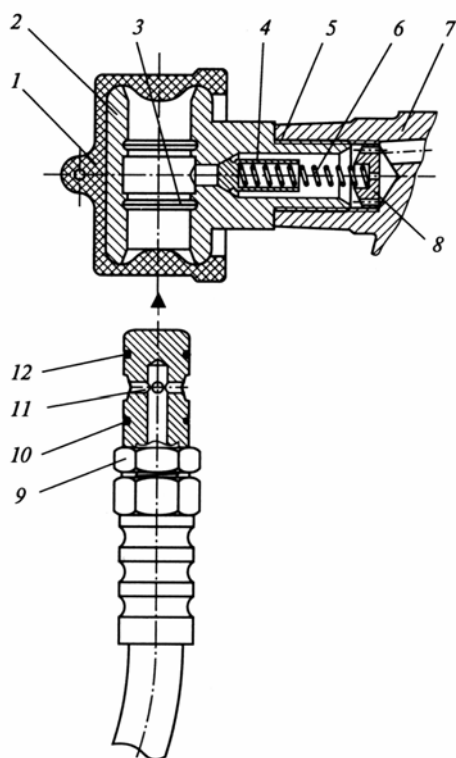


Рис. 3.11. Выносной заправочный узел:

1 - защитный колпачок; 2 - штуцер заправочный; 3 - кольцевая канавка; 4 - обратный клапан; 5 - кольцо уплотнительное; 6 - пружина; 7 - корпус вентиля; 8 - упорный элемент; 9 - наконечник заправочного шланга; 10 и 12 - кольца распорные уплотнительные; 11 - канал подачи газа

Для уплотнения этого соединения служит резиновая прокладка 2. Во время поступления газа под давлением клапан 5 находится в открытом состоянии. По окончании заправки он автоматически перекроет заправочный трубопровод. Выносная заправочная горловина крепится к кузову автомобиля при помощи кронштейна 7, который прижимается гайкой 8.

Выносной заправочный узел (рис. 3.11) предназначен для подсоединения системы питания КППГ к наконечнику заправочного шланга 9 при заправке баллонов газом.

Фиксация и герметизация соединения штуцера 2 заправочного узла производится при помощи двух кольцевых канавок в штуцере и распорных колец 10 и 12 на наконечнике 9. Они также препятствуют отсоединению заправочного шланга до окончания заправки. Во время заправки обратный клапан 4 открыт под действием давления.

Обратный клапан 4 и пружина 6 препятствуют выбросу газа из системы при отсоединении заправочного устройства газонаполнительной станции. На заправочный штуцер 2 надевается защитный колпачок 1.

3.3.2. Клапаны и фильтры

Для управления подачей газа и бензина в системе питания ГБА устанавливаются газовые и бензиновые клапаны.

Клапаны достаточно часто объединены конструктивно с фильтрами для очистки поступающего топлива. В основном клапаны и фильтры различаются по пропускной способности. Если не учитывать это условие, то при замене штатных узлов на другие возможно резкое ухудшение характеристик двигателя и ГБА из-за снижения пропускной способности клапана и фильтра.

На рис. 3.12, 3.13 представлены электромагнитные фильтры-клапаны (ЭМК) РЗАА (изготовитель - Рязанский завод автомобильной аппаратуры) различной пропускной способности.

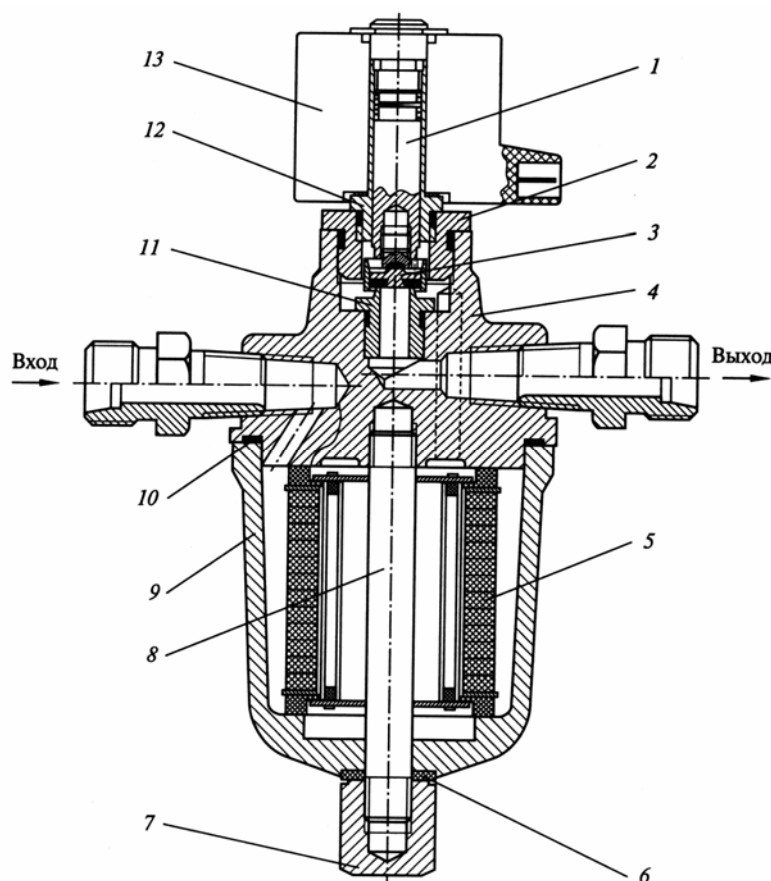


Рис. 3.12. Электромагнитный клапан с фильтром газа:

1 - цилиндр; 2 - переходник; 3 - клапан дифференциальный; 4 - корпус; 5 - фильтрующий элемент; 6 - шайба; 7 - гайка колпака; 8 - шпилька; 9 - колпак фильтра; 10 - кольцо уплотнительное; 11 - седло клапана; 12 - гильза; 13 – катушка

ЭМК для грузовых автомобилей и автобусов (рис. 3.12) состоит из корпуса 4, к которому крепится при помощи гайки 7 колпак фильтра 9. В колпаке находится войлочный фильтрующий элемент 5.

В верхней части электромагнитного клапана расположен дифференциальный клапан 3, который перекрывает подачу газа под действием подпружиненного цилиндра 1. При подаче питания в цепь катушки 13 цилиндр перемещается вверх и открывается клапан 3.

Электромагнитный клапан-фильтр меньшей пропускной способности устанавливается на легковых автомобилях (рис. 3.13).

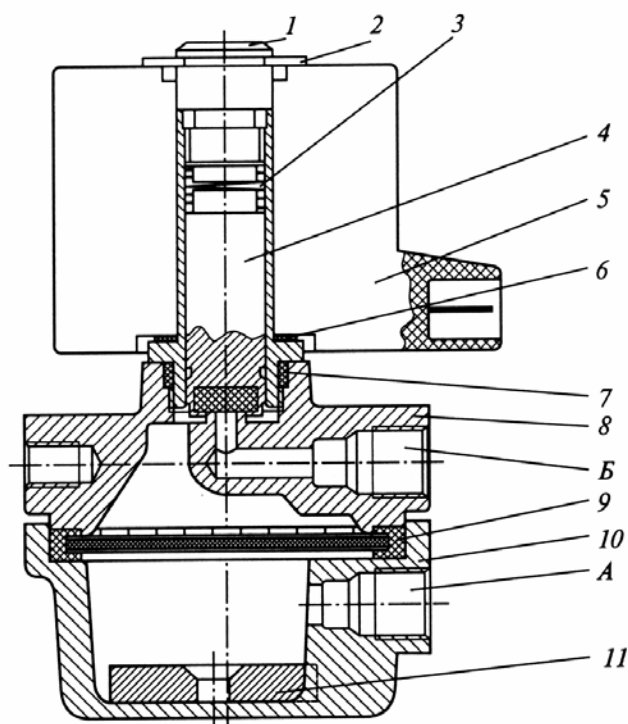


Рис. 3.13. Электромагнитный газовый клапан:

1 - втулка направляющая; 2 - стопорная шайба; 3 - пружина; 4 - якорь; 5 - катушка; 6 - кольцо пружинное; 7 - кольцо уплотнительное; 8 - корпус; 9 - фильтр; 10 - отстойник; 11 - магнит; А - вход газа; Б - выход газа

Он состоит из корпуса 8, к которому крепится при помощи четырех винтов (на рисунке не показаны) отстойник 10. В верхней части ЭМК расположена направляющая втулка 1, которая ввинчивается в его корпус. Внутри втулки перемещается под-

пружиненный якорь 4 с клапаном, который перекрывает подачу газа. На втулке при помощи стопорной шайбы 2 закреплена катушка 5. При подаче питания в цепь катушки открывается якорь и газ поступает в корпус. Затем газ очищается, проходя через фильтр 9.

На дне отстойника помещен постоянный магнит 11 для сбора металлических загрязнений, поступающих с окалиной из баллонов.

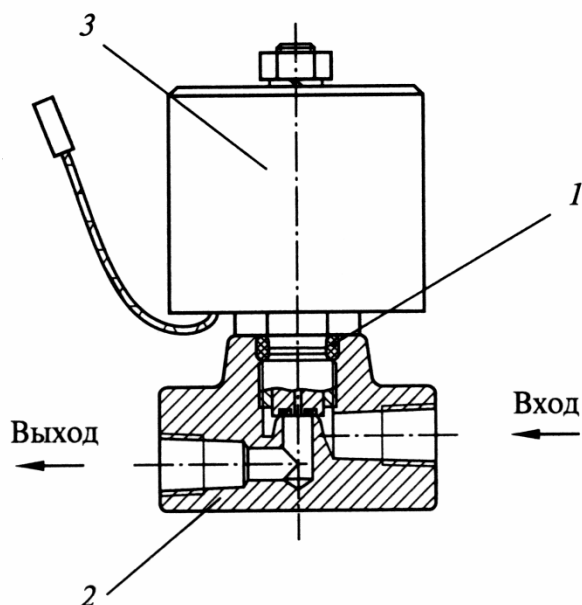


Рис. 3.14. Электромагнитный газовый клапан

ЗАО «Автосистема»:

1 - уплотнительная прокладка; 2 - корпус; 3 - электромагнит с клапаном

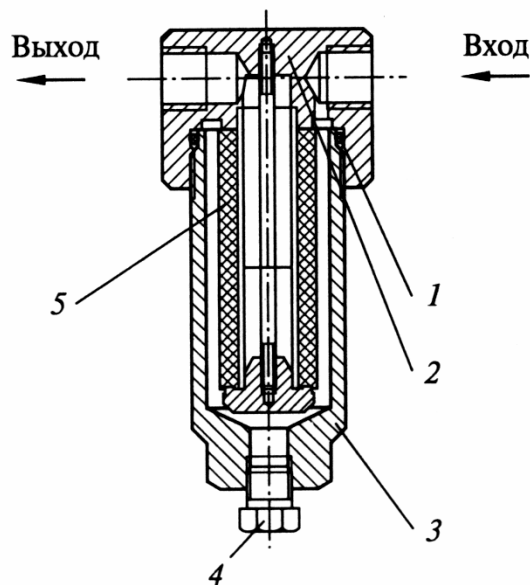


Рис. 3.15. Газовый фильтр
ЗАО «Автосистема»:

1 - уплотнительная прокладка;
2 - корпус; 3 - стакан; 4 - заглушка для слива конденсата;
5 - фильтрующий элемент

Для перекрытия подачи давления газа (20,0 МПа) используются специальные клапаны высокого давления. Такой клапан производства ЗАО «Автосистема» представлен на рис. 3.14. Клапан электромагнитный газовый ($P = 20,0$ МПа) состоит из корпуса 2 и электромагнита 3 с клапаном. Герметичность соединения корпуса 7 с электромагнитом 3, внутри которого перемещается клапан, обеспечивается уплотнительной прокладкой 1. Работа клапана аналогична представленным выше ЭМК.

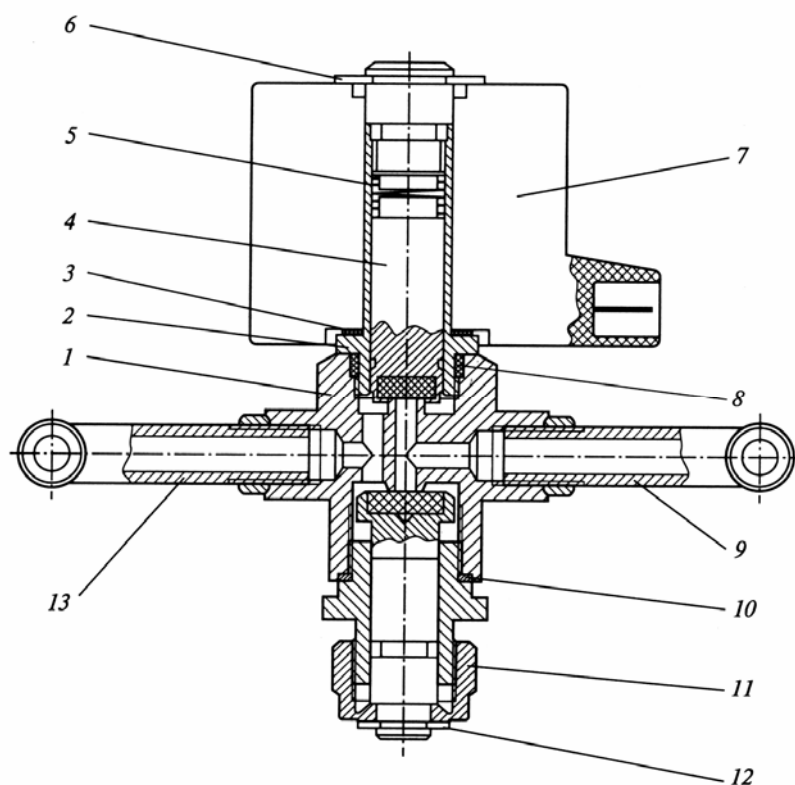


Рис. 3.16. Электромагнитный бензиновый клапан РЗАА:

1 - корпус; 2 - направляющая втулка; 3 - кольцо пружинное; 4 - якорь; 5 - пружина якоря; 6 - шайба стопорная; 7 - катушка ЭМК; 8 - уплотнительное кольцо; 9 - патрубок входа бензина; 10 - шайба уплотнительная; 11 - механический аварийный клапан; 12 - шайба стопорная; 13 - патрубок выхода бензина

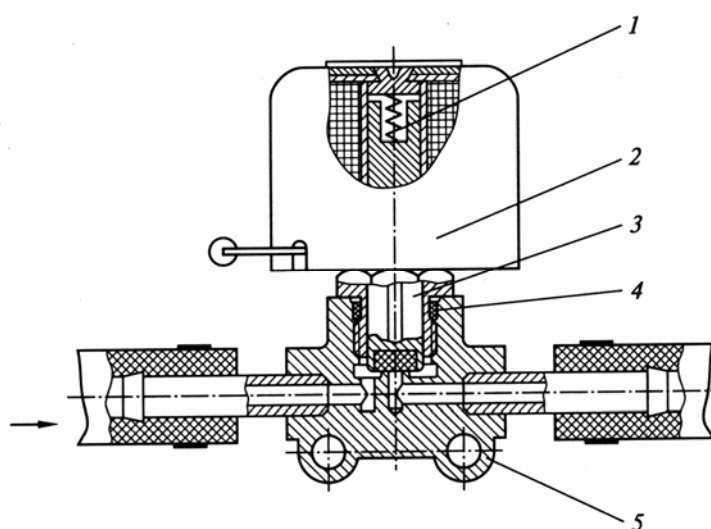


Рис. 3.17. Электромагнитный бензиновый клапан НЗГА:

1 - пружина; 2 - катушка; 3 - якорь; 4 - кольцо уплотнительное; 5 – корпус

Для очистки газа в магистралях высокого давления применяются газовые фильтры (рис. 3.15).

Бензиновые электромагнитные клапаны устанавливают в разрыв топливной магистрали. Большинство клапанов имеют устройство для ручного открытия бензомагистрали. Бензоклапан РЗАА (рис. 3.16) состоит из корпуса 1, в который запрессованы патрубки входа 9 и выхода 13 бензина. В корпус ввинчена направляющая втулка 2, которая уплотняется с использованием уплотнительного кольца 8. Внутри втулки перемещается подпружиненный якорь 4, на торце которого запрессован клапан. При подаче питания на обмотку катушки 7 якорь поднимается и открывает клапан. С противоположной стороны в корпус 7 ввинчен механический аварийный клапан 11. Вращением его маховичка можно открыть поступление бензина при отключенном питании на катушке 7.

Бензоклапан НЗГА (рис. 3.17) также имеет якорь 3 с клапаном на торце, который поднимается при помощи обмотки в катушке 2. Для аварийного открытия бензоклапана имеется рычажок (на рисунке не показан).

3.3.3. Газовые редукторы

Общие принципы устройства и работы редукторов. Автоматическое снижение и поддержание на выходе заданного давления газообразного топлива на всех режимах работы двигателя обеспечивают редукторы для автомобильных двигателей. Редукторы являются важнейшей, наиболее сложной и дорогостоящей (не считая баллонов для КПП) составляющей ГБО, непосредственно влияющей на показатели работы двигателя и автомобиля.

Существуют следующие разновидности автомобильных газовых редукторов:

- одноступенчатые высокого давления;
- двухступенчатые низкого давления;
- трехступенчатые комбинированные высокого и низкого давления;
- одноступенчатые низкого давления для впрыска.

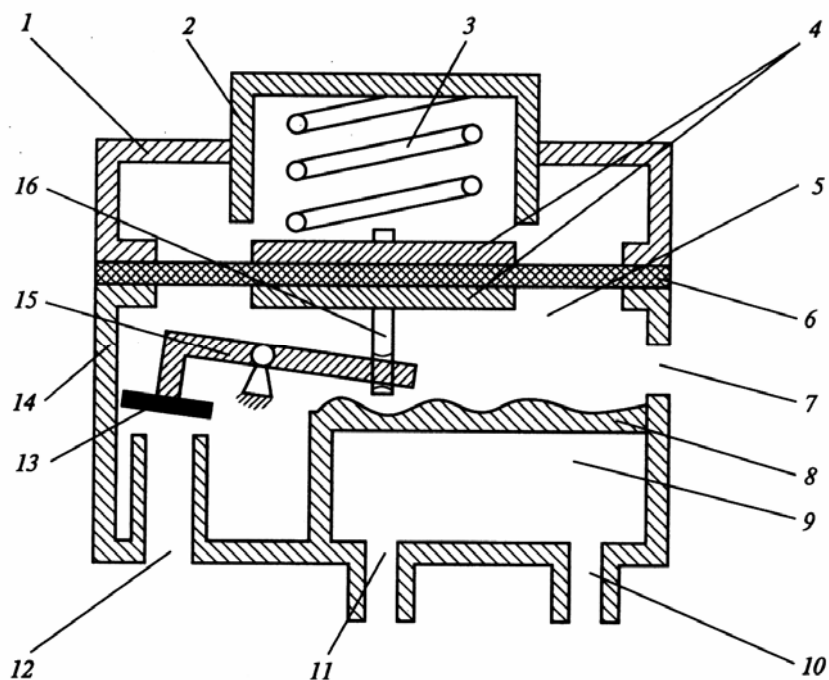


Рис. 3.18. Принципиальная схема одноступенчатого редуктора:

1 - крышка; 2 - крышка пружины; 3 - пружина; 4 - шайбы мембраны; 5- полость 1-й ступени; 6- мембрана 1-й ступени; 7- канал выхода газа; 8 - корпус полости подогрева; 9 - полость подогрева; 10 - канал выхода охлаждающей жидкости; 11 - канал входа охлаждающей жидкости; 12 - канал входа газа; 13 - клапан; 14 - корпус редуктора; 15 - рычаг; 16 – поводок

Редукторы должны отвечать требованиям, перечисленным ниже:

- автоматически снижать давление газа в системе питания до заданного уровня при постоянно изменяющихся давлении и количестве газа в баллонах и изменяющихся режимах работы двигателя;

- обеспечивать подачу газа в широком диапазоне температур окружающего воздуха;

- автоматически прекращать подачу газа в двигатель автомобиля при любой его остановке, в том числе не контролируемой водителем;

- иметь небольшие размеры и стоимость, окупаемую применением газа.

Для решения этих сложных задач применяют системы последовательного ступенчатого снижения давления (многоступенчатые редукторы). Для понижения давления компримированного

природного газа с 20,0 МПа применяют трехступенчатые системы, а для газа сжиженного нефтяного с 1,6 МПа - двухступенчатые системы.

Принципиальная схема простейшего одноступенчатого газового редуктора мембранно-рычажного типа представлена на рис. 3.18. Редуктор состоит из корпуса 14 с крышкой 1, между которыми зажата эластичная мембрана 6, герметично разделяющая редуктор. В центре мембрана зажата шайбами 4, через которые проходит поводок 16, и на одну из них опирается пружина 3. Усилие этой пружины регулируется положением крышки пружины 2. Мембрана 6 поводком 16 соединяется с рычагом 15, на котором крепится клапан 13. Рычаг поворачивается на оси, опора которой крепится на корпусе 14.

Газ поступает во входной канал 12 редуктора через открытый усилием пружины 3 клапан 13. Равновесие сил, регулирующих положение клапана 13 и соответственно давление в камере (ступени) редуктора, поддерживается давлением газа на мембрану 6 и усилием пружины 3.

Для подогрева редуктора служит герметичная полость 9, которая соединена с системой охлаждения двигателя.

В редукторе для ГСН подогрев необходим для интенсивного испарения сжиженного газа. Если редуктор понижает высокое давление компримированного природного газа, подогрев необходим для предотвращения замерзания влаги, присутствующей в газе.

Многоступенчатые редукторы имеют дополнительные камеры для дальнейшего снижения и регулировки давления газа.

В следующей ступени редуктора происходит дальнейшее снижение давления (рис. 3.19).

Последняя ступень редуктора состоит из корпуса 12 с крышкой 1, между которыми зажата эластичная мембрана 2, герметично разделяющая редуктор. В центре мембрана зажата шайбами 4, через которые проходит поводок 3, соединенный с рычагом клапана. Рычаг поворачивается на оси, опора которой крепится на корпусе 12.

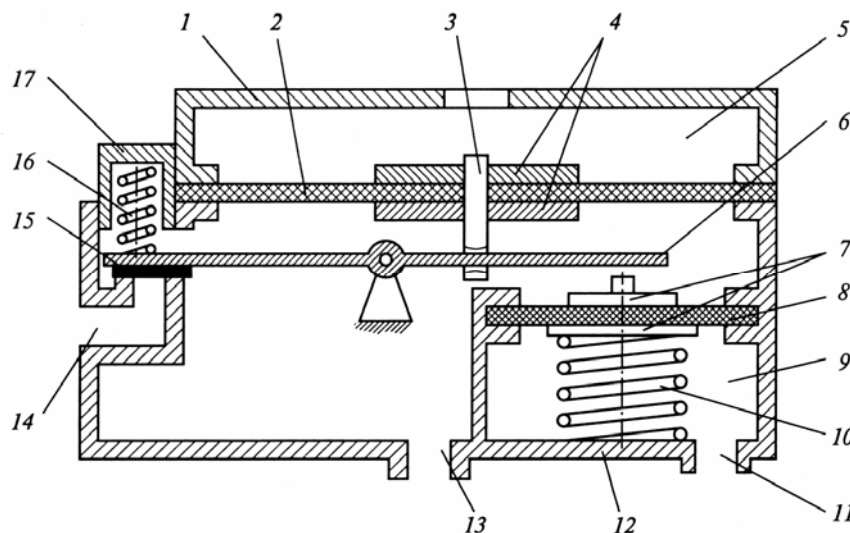


Рис. 3.19. Принципиальная схема 2-й ступени редуктора:

1 - крышка 2-й ступени; 2 - мембрана 2-й ступени; 3 - поводок мембраны 2-й ступени; 4 и 7 - шайбы мембраны; 5 - атмосферная полость; 6 - рычаг клапана 2-й ступени; 8 - мембрана разгрузочного устройства; 9 - полость разгрузочного устройства; 10 и 16 - пружины; 11 - патрубок; 12 - корпус редуктора; 13 - канал выхода газа; 14 - канал входа газа; 15 - клапан; 17 – крышка пружины

Положение клапана регулируется усилием пружины 16 с помощью крышки 17.

Давление газа в камере зависит от усилия пружины 16, с одной стороны, и от давления газа, поступающего в канал 14, - с другой. Поступлению газа из выходного канала 13 способствует разрежение, которое образуется в диффузоре смесителя и карбюратора двигателя. При эксплуатации автомобиля может возникнуть не контролируемая водителем ситуация, когда зажигание остается включенным, а двигатель не работает или заглох. Если отсутствует устройство блокировки, то при включенном зажигании газ под давлением через открытый магистральный электромагнитный клапан будет продолжать поступать через редуктор в двигатель и затем, не сгорая в нем, в подкапотное пространство и другие полости. При наличии специального устройства этого не произойдет - клапан 15 будет герметично закрыт.

Такие пневматические устройства называются разгрузочными устройствами. Разгрузочное устройство образует в редукторе дополнительную изолированную полость, соединенную с

впускным коллектором. Если двигатель не работает, пружина, расположенная в разгрузочном устройстве, через мембрану упирается в рычаг клапана ступени и закрывает таким образом поступление газа в полость этой ступени.

Разгрузочное устройство состоит из пружины 10, упирающейся в рычаг 6 через упорные шайбы 7, закрепленные на мембране 8. Мембрана 8 образует герметичную полость, соединенную через патрубок 11 с впускным коллектором.

При запуске двигателя разрежение из впускного коллектора передается в полость 9 разгрузочного устройства, мгновенно вытягивая мембрану и сжимая пружину 10. Упор 7 опускается и освобождает (разгружает) перемещение рычага 6.

Редукторы могут оснащаться дополнительными (байпасными) каналами, выполняющими функции пусковой системы и системы холостого хода.

Система холостого хода позволяет обеспечивать поступление малого количества газа и производить регулировку токсичности на холостом ходу.

Для блокировки подачи газа при неработающем двигателе не обязательно использовать разгрузочное устройство. На входе в редуктор или систему холостого хода достаточно установить дополнительный электромагнитный клапан. Клапан открывается специальным электронным блоком как только на него поступит сигнал о запуске двигателя.

Длина и расположение рычагов клапанов, их форма и размер, диаметр мембран, усилие пружин существенно отличаются в различных редукторах и соответственно влияют на характеристики работы редукторов и их систем питания.

Редукторы высокого давления. Редукторы высокого давления устанавливаются в системах питания КПП и предназначены для снижения высокого давления газа (20,0 МПа), поступающего из баллонов, до 1,0 МПа, а также для подогрева газа перед снижением давления. Во время редуцирования температура газа и всех деталей РИД резко снижается (эффект Джоуля - Томпсона) до - 40 °С, и содержащиеся в газе примеси воды могут образовать кристаллы льда на фильтрующем элементе и в каналах редуктора и стать препятствием при подаче газа в двигатель. Таким образом, при эксплуатации ГБА необходим эффективный подогрев

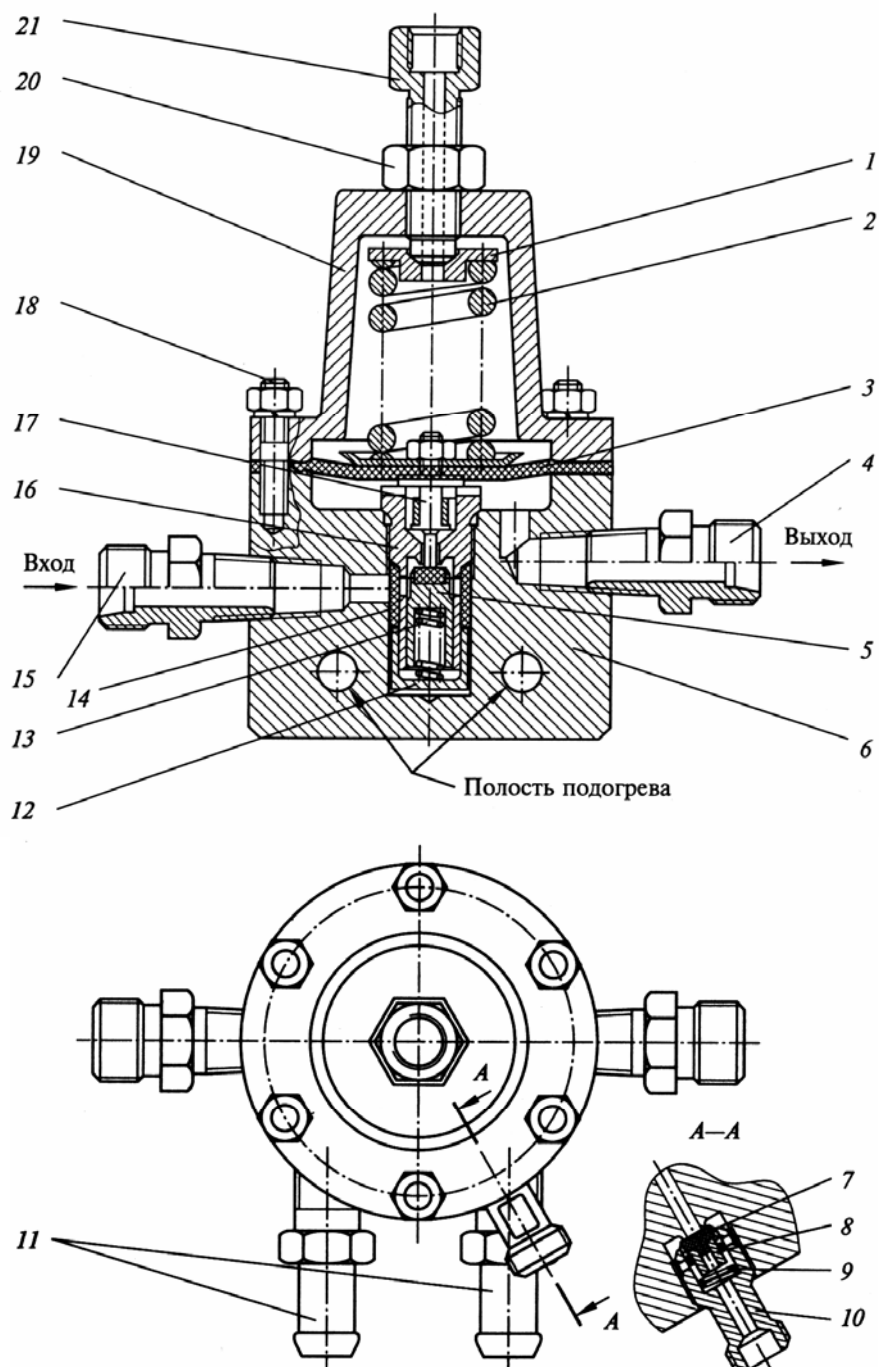


Рис. 3.20. Редуктор высокого давления РЗАА:

1 - упор пружины; 2 - пружина; 3 - мембрана; 4 - выходной штуцер; 5 - клапан высокого давления; 6 - корпус редуктора; 7 - вставка предохранительного клапана; 8 - предохранительный клапан; 9 - пружина предохранительного клапана; 10 - корпус предохранительного клапана; 11 - штуцеры для теплоносителя; 12 - упор клапана высокого давления; 13 - пружина клапана высокого давления; 14 - фильтрующий элемент; 15 - штуцер входной; 16 - корпус клапана высокого давления; 17 - шток мембраны; 18 - шпилька; 19 - колпак; 20 - контргайка; 21 - болт регулировочный

газа перед снижением давления в редукторе, особенно в зимний период эксплуатации.

По принципу работы РВД близки к простейшему редуктору. Рассмотрим редуктор высокого давления РЗАА рычажно-мембранного типа (рис. 3.20), состоящий из следующих основных элементов: корпуса блока редуктора 6, корпуса клапана высокого давления 16 с расположенным в нем клапаном 5, мембраны 3 со штоком 17, пружины 2 мембраны, упора 12, болта регулировочного 21, колпака 19. Колпак крепится к корпусу блока шпильками 18 с гайками. В корпус блока редуктора 6 ввинчен также предохранительный клапан 8, сообщающий полость низкого давления редуктора с атмосферой при повышении давления газа в этой полости более 1,6 МПа. Для подогрева газа в корпусе блока редуктора предусмотрены два штуцера 11 для подвода и отвода охлаждающей жидкости двигателя.

Понижение давления газа в РВД происходит за счет его дросселирования при прохождении через зазор между седлом корпуса 16 и клапаном 5 и последующего расширения при попадании в камеру низкого давления (полость между мембраной 3 и корпусом блока).

При изменении режима работы двигателя и, соответственно, расхода газа происходит изменение проходного сечения РВД, которое образовано положением торца клапана 5 относительно седла корпуса 16. Клапан 5 перемещается вдоль оси корпуса 16.

В момент начала поступления газа в редуктор через входной штуцер 15 клапан 5 открыт под действием усилия пружины 2, которое передается на шток 17. Когда давление газа под мембраной 3 достигнет 1,0 МПа и уравнивает усилие пружины 2, клапан 5 закроется под действием пружины 13. В этом положении клапан 5 будет находиться, если открыт расходный вентиль на неработающем двигателе при давлении выше 1,0 МПа. Таким образом перекрывается подача газа в полость низкого давления.

При работе двигателя на различных режимах количество газа, проходящего через РВД, изменяется при сохранении постоянного давления (1,0... 1,2 МПа) в полости низкого давления благодаря автоматическому поддержанию необходимого зазора между клапаном 5 и седлом корпуса 16. При увеличении расхода газа (при увеличении нагрузки на двигатель) усилие на мембрану 3

уменьшается, пружина 2 воздействует на шток 17, и клапан 5 опускается вниз. Зазор между клапаном 5 и седлом корпуса 16 увеличивается. При уменьшении расхода газа происходит обратный процесс изменения зазора между седлом и клапаном.

Регулировка давления в полости низкого давления осуществляется изменением усилия пружины 2 путем изменения положения упора пружины вращением регулировочного болта 21.

На входе в РВД установлен манометр высокого давления (до 25,0 МПа) и датчик давления ММ124Д, замыкающийся на «массу» при падении давления в рабочей полости редуктора до 0,45 МПа (на рисунке не показаны).

Предохранительный клапан 8 обеспечивает аварийный сброс газа в атмосферу. При увеличении давления в редукторе выше 1,6 МПа усилие давления газа в полости низкого давления преодолевает усилие пружины 9, клапан 8 открывается, и газ через дренажное отверстие выходит из редуктора, предотвращая прорыв мембраны 3.

Для подогрева газа в редукторе охлаждающая жидкость из системы охлаждения циркулирует через штуцеры 11 в полости для подогрева.

Другой вариант конструкции РВД представлен ЗАО «Авто-система» (рис. 3.21).

Газ под давлением 20 МПа поступает в полость редуктора через входной канал 7 в открытое сечение между корпусом клапана 14 и его седлом 2. Поступая в полость под мембраной 9, газ расширяется и оказывает на нее давление. Мембрана перемещается вверх вместе с мембранным механизмом 10, который перемещает влево рычаг 11 клапана 14 и прижимает клапан к седлу. При достижении давления 1,0 МПа на неработающем двигателе клапан перекрывает подачу газа.

При постоянной подаче газа через РВД клапан 14 обеспечивает при давлении 1,0 МПа требуемый расход газа.

Регулировка давления осуществляется только заменой пружин 7 при разборке РВД.

Предохранительный клапан 8 обеспечивает аварийный сброс газа через дренажное отверстие 5 в атмосферу. Газ при повышении давления выше 1,6 МПа в полости под мембраной 9 преодолевает усилие внутренней пружины 7 и поступает в по-

лость, сообщающуюся с атмосферой.

Регулировку давления срабатывания предохранительного клапана выполняют, изменяя усилие внутренней пружины 7 через дренажное отверстие 5.

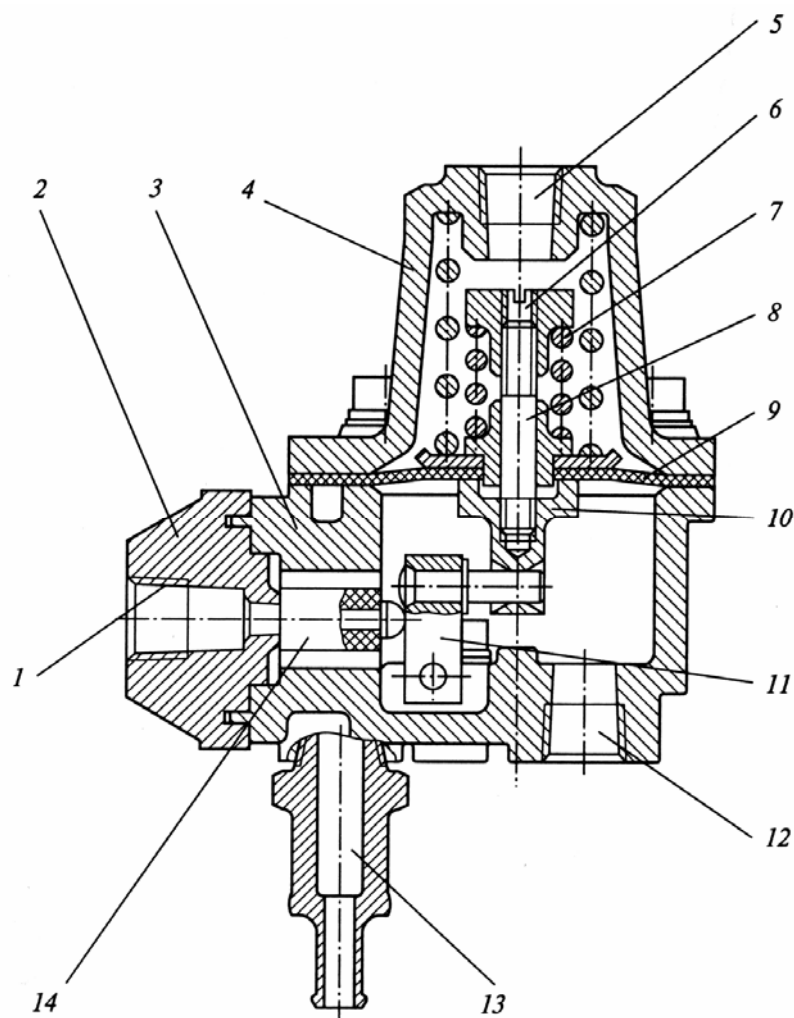


Рис. 3.21. Редуктор высокого давления ЗАО «Автосистема»:

1 - входной канал; 2 - корпус седла клапана; 3 - корпус клапана; 4 - крышка редуктора; 5 - дренажное отверстие; 6 - регулировочный винт; 7 - пружина; 8 - предохранительный клапан; 9 - мембрана; 10 - мембранный механизм клапана; 11 - рычаг клапана; 12 - выходной канал; 13 - штуцер подвода теплоносителя; 14 - клапан

Для подогрева газа в корпусе редуктора предусмотрены два штуцера 13 для подвода и отвода охлаждающей жидкости двигателя. Жидкость из системы охлаждения поступает через штуцер в полость для подогрева и затем выходит через другой штуцер (на рисунке он закрыт штуцером 13).

Редукторы низкого давления. Редукторы низкого давления применяются как в системах питания КПП, так и в системах питания ГСН.

Редукторы мембранно-рычажного типа имеют две ступени, конструктивно объединенные в один узел.

В первой ступени происходит предварительное снижение давления (от 0,15 до 0,04 МПа).

Если редуктор работает на сжиженном нефтяном газе, в нем одновременно со снижением давления газа происходит его испарение за счет теплоты, подводимой в герметичную полость, подсоединенную к системе охлаждения двигателя. При использовании РНД в системе питания КПП нет необходимости подключать эту полость редуктора к системе охлаждения двигателя, так как газ во всей системе находится в газообразном состоянии. Затем газ поступает во 2-ю ступень редуктора, где происходит снижение давления до значений, близких к атмосферному. Редуктор поддерживает эти величины давления при различных режимах работы двигателя. Для обеспечения работы в режиме холостого хода могут использоваться системы холостого хода, выполненные как отдельные каналы подачи газа параллельно второй ступени. Управление подачей газа осуществляется за счет эжекции (всасывания) газа во впускной коллектор из выходного патрубка РНД, которая изменяется при открытии или закрытии дроссельной заслонки карбюратора. Конструктивных отличий при использовании компримированного и сжиженного нефтяного газов практически нет. Встречаются конструкции, в которых редуктор высокого давления объединен с редуктором низкого давления в трехступенчатые редукторы, которые используются в системах питания КПП.

Все автомобильные редукторы низкого давления имеют устройства для автоматического прекращения поступления газа при остановке двигателя. Это обеспечивает надежное перекрытие подачи газа, даже если двигатель прекратит работу, и пожарную безопасность ГБО.

Редуктор низкого давления производства РЗАА - двухступенчатый мембранно-рычажного типа. Крышка 1, корпус разгрузочного устройства 3, корпус редуктора 7, крышка корпуса экономайзера 23 и верхняя крышка корпуса редуктора 39 образуют

внутренние полости 1-й и 2-й ступеней и разгрузочное устройство (рис. 3.22). Каждая ступень имеет свой клапан (44, 30), мембрану (42, 55), рычаг привода клапана (33, 8), пружину (24, 62). Разгрузочное устройство образовано его корпусом 3, крышкой 5 и мембраной 53. Пружина 54 внутри разгрузочного устройства воздействует на упор, соединенный с мембраной 2-й ступени 55 и далее с рычагом 8 клапана. Таким образом, на неработающем двигателе вход газа во 2-ю ступень закрыт.

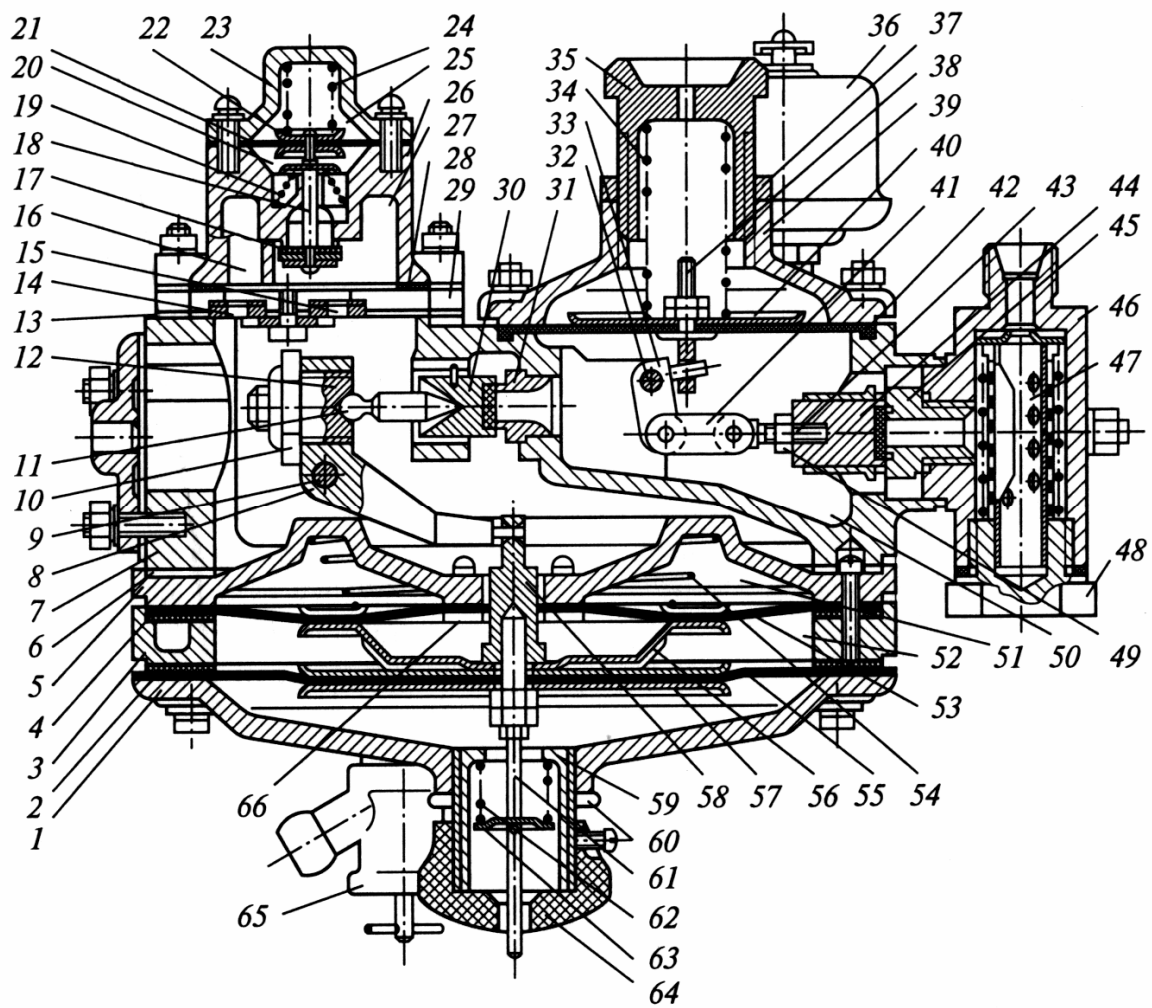
Между корпусом экономайзера 26 и корпусом редуктора крепится пластина 29, имеющая два дозирующих отверстия 14 и 15, через которые газ поступает в экономайзер и затем по патрубку 72 в карбюратор-смеситель.

В корпусе экономайзера 26 находится клапан 17, перекрывающий канал подвода газа 16. Этот клапан удерживает в закрытом состоянии пружина 19. Вакуумная полость экономайзера 25, образуемая крышкой корпуса 23 и мембраной 21, служит для открытия клапана 17.

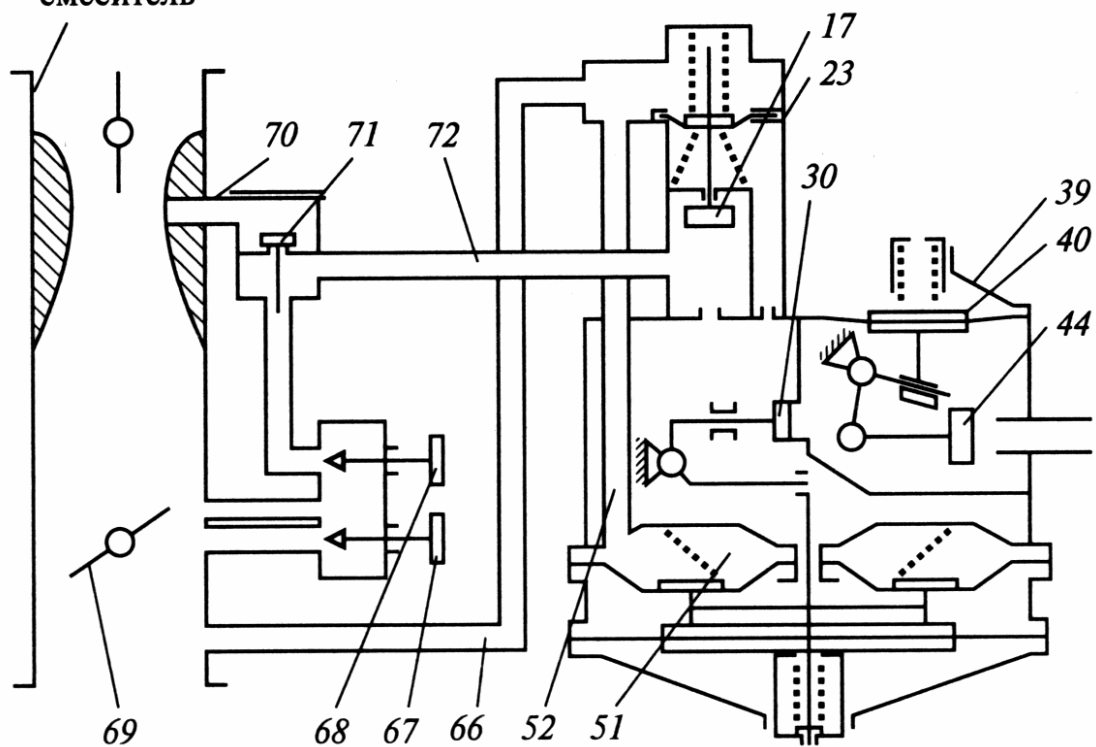
При неработающем двигателе давление в полости 50 1-й ступени равно атмосферному и клапан 44 открыт под действием пружины 34.

При запуске двигателя газ поступает в 1-ю ступень через фильтр 47. Под действием давления в 1-й ступени перемещаются мембрана 42 и рычаг 33 вместе с клапаном 44. В результате образовавшегося разрежения мембрана 53 перемещается вверх, освобождая ход упорной пластины 56 и соединенного с ним штока 58, рычага 8 и клапана 30.

Под действием давления газа в 1-й ступени открывается клапан 30 и газ поступает в полость 2-й ступени, оказывая давление на мембрану 55. Газ поступает через отверстие 15 в полость экономайзера и далее по патрубку подвода газа - в карбюратор-смеситель. В режиме минимальных оборотов холостого хода обратный клапан 17 закрыт, и газ поступает по каналам, регулируемым винтами 67 и 68. При увеличении нагрузки на двигатель дроссельная заслонка 69 открывается. Расход газа, поступающего через клапан 30, возрастает. Разрежение в вакуумной полости экономайзера 25 уменьшается, клапан 17 отрывает канал 16, и газ поступает через отверстие 14. Поток газа открывает обратный клапан 71, устремляясь в карбюратор-смеситель.



Карбюратор-
смеситель



Регулировка давления в 1-й ступени выполняется изменением усилия пружины 34 при вращении регулировочной гайки 35. Регулировка давления во 2-й ступени выполняется изменением усилия пружины 62 при вращении регулировочного ниппеля 59. Ход штока 61 и соответственно клапана 30 регулируется винтом 12. Для контроля давления в 1-й ступени служит датчик 36. Указатель этого давления находится в кабине водителя.

Рис. 3.22. Редуктор низкого давления РЗАА:

а - конструкция; б - принципиальная схема работы с карбюратором-смесителем; 1 - крышка корпуса редуктора; 2, 4, 6, 13 и 28 - прокладки; 3 - корпус разгрузочного устройства; 5 - крышка корпуса разгрузочного устройства; 7- корпус редуктора; 8- рычаг клапана 2-й ступени; 9 и 32- оси рычагов; 10, 37, 49 и 60- контргайки; 11 - толкатель клапана 2-й ступени; 12 - регулировочный винт клапана 2-й ступени; 14 - отверстие мощностной регулировки; 15 - отверстие экономичной регулировки; 16 - канал подвода газа к клапану экономайзера; 17 - клапан; 18 - толкатель; 19 и 24 - пружины; 20 - замочная шайба; 21 - мембрана; 22 - диск мембраны; 23 - крышка экономайзера; 25 - вакуумная полость экономайзера; 26 - корпус экономайзера; 27 - газовая полость экономайзера; 29 - пластина с дозирующими отверстиями; 30- клапан 2-й ступени; 31 - седло клапана 2-й ступени; 33 - рычаг клапана 1-й ступени; 34- пружина мембраны 1-й ступени; 35- регулировочная гайка; 36 - датчик давления 1-й ступени; 38 - шток мембраны 1-й ступени; 39 - верхняя крышка корпуса редуктора; 40 - диск мембраны 1-й ступени; 41 - соединительная тяга; 42 - мембрана 1-й ступени; 43 - регулировочный винт клапана 1-й ступени; 44 - клапан 1-й ступени; 45 - седло клапана 1-й ступени; 46 - корпус газового фильтра; 47 - фильтрующий элемент; 48 - пробка; 50 - полость 1-й ступени; 57 - полость разгрузочного устройства; 52- полость 2-й ступени; 53 - мембрана разгрузочного устройства; 54 - пружина разгрузочного устройства; 55 - мембрана 2-й ступени; 56 - упорные пластины мембраны 2-й ступени; 57- диск мембраны 2-й ступени; 58- шток мембраны 2-й ступени; 59- регулировочный ниппель мембраны 2-й ступени; 61 - стержень штока мембраны 2-й ступени; 62- пружина; 63- опорная шайба; 64- колпачок; 65- кран слива конденсата; 66 - патрубок подвода разрежения; 67 и 68 - винты регулировки холостого хода; 69 - дроссельная заслонка; 70 - канал основной подачи газа; 71 - обратный клапан; 72 -патрубок подвода газа

Испарение ГСН происходит вне редуктора в специальном испарителе.

Более простым по принципу работы и конструкции является редуктор-испаритель низкого давления, выпускаемый ЗАО «Автосистема». Несмотря на свою простоту и малые габаритные размеры, редукторы могут работать на легковых и грузовых автомобилях, а также на автобусах. Редуктор двухступенчатый, без разгрузочного устройства (рис. 3.23).

К корпусу редуктора с обеих сторон винтами и шпильками крепятся крышки и мембраны, образуя таким образом пространство для камер 8 и 14 1-й и 2-й ступеней редуктора и полости теплоносителя 6.

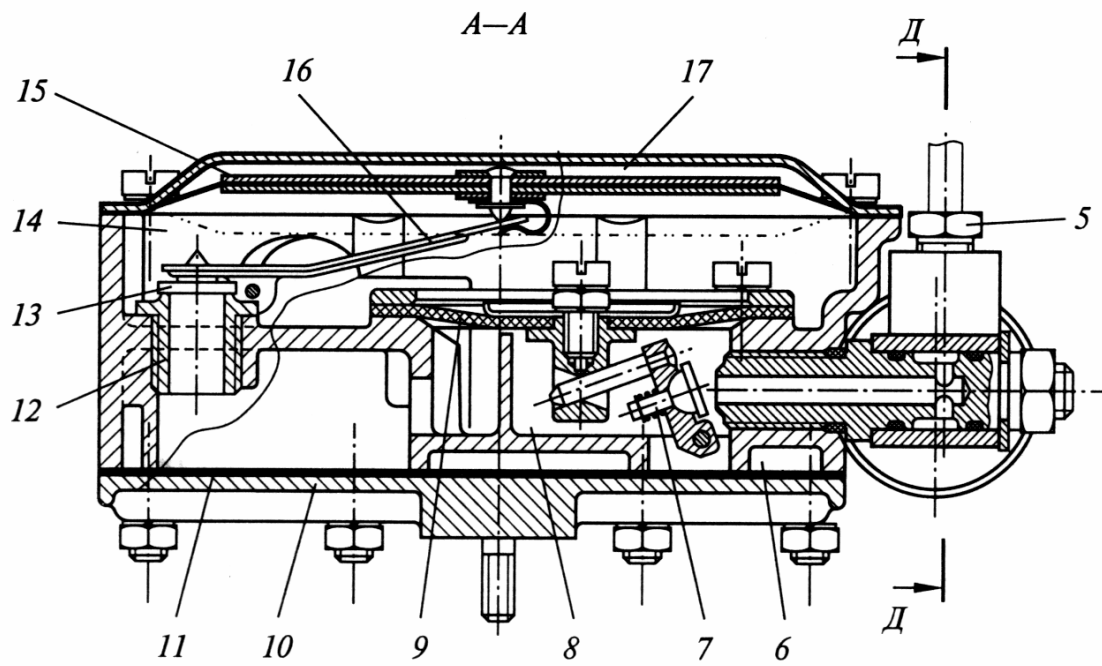
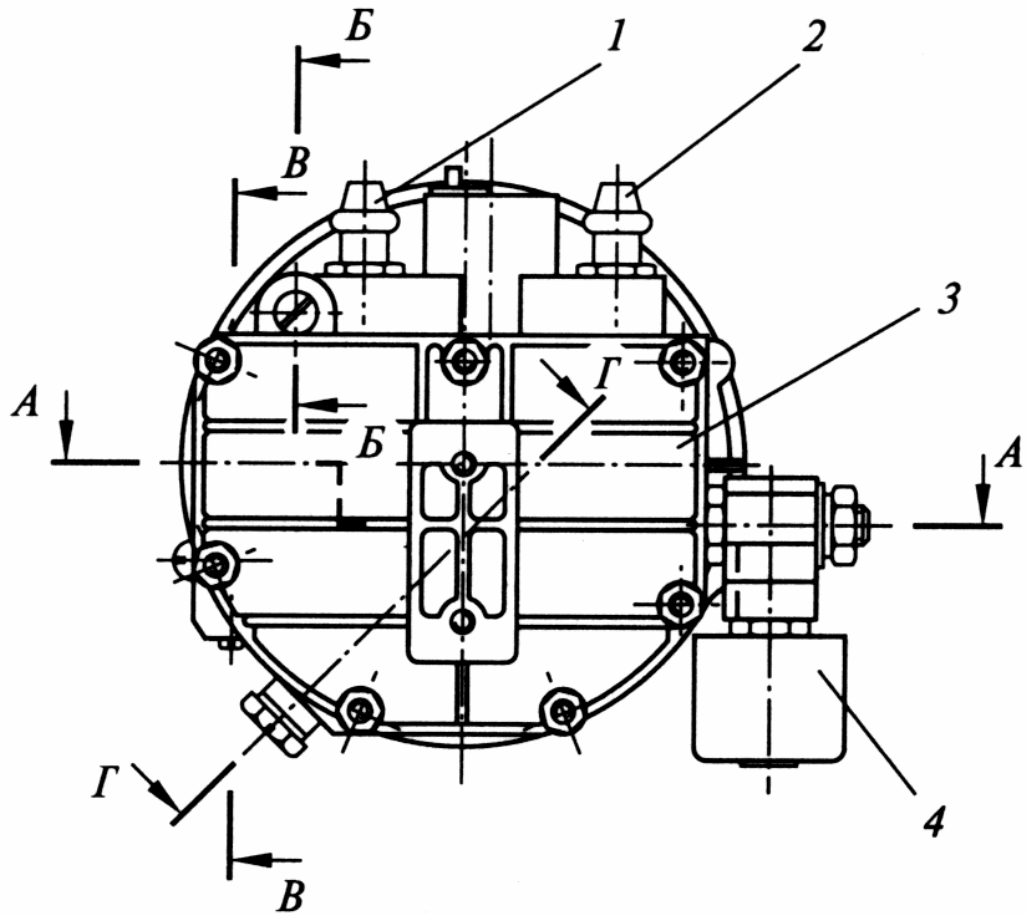
В 1-й ступени установлен клапан 7, соединенный с мембраной 9. Для уравнивания давления газа, поступающего в 1-ю ступень, с наружной стороны на мембране установлена торсионная пружина 19, усилие которой регулируется винтом 18.

Во 2-й ступени на оси крепится рычаг 16 клапана 13, соединенный с мембраной 15 этой ступени. В рычаг клапана с другой стороны упирается пружина 26, регулируемая винтом 25. Редуктор имеет канал холостого хода 20 с регулировочным винтом 21.

Для подогрева сжиженного нефтяного газа служит камера теплоносителя 6, соединенная с системой охлаждения штуцерами 7 и 2.

Включение и отключение подачи газа на входе в редуктор выполняет электромагнитный клапан 4 по сигналу, поступающему от электронного блока.

При подаче напряжения на катушку электромагнитного клапана 4 (рис. 3.24) клапан открывается и газ поступает в камеру 1-й ступени. Сжиженный газ поступает через входной штуцер в камеру 1-й ступени снижения давления. Здесь происходит практически мгновенное его испарение за счет теплоты охлаждающей жидкости, циркулирующей в полости 3, поступающей в редуктор по входным штуцерам 6. Автоматическое регулирование давления в этой камере осуществляется перемещением клапана 7 за счет результирующей силы давления газа и жесткости торсионной пружины 7, воздействующих на мембрану 8. Давление в 1-й ступени регулируется затяжкой торсионной пружины с помощью регулировочного винта 2.



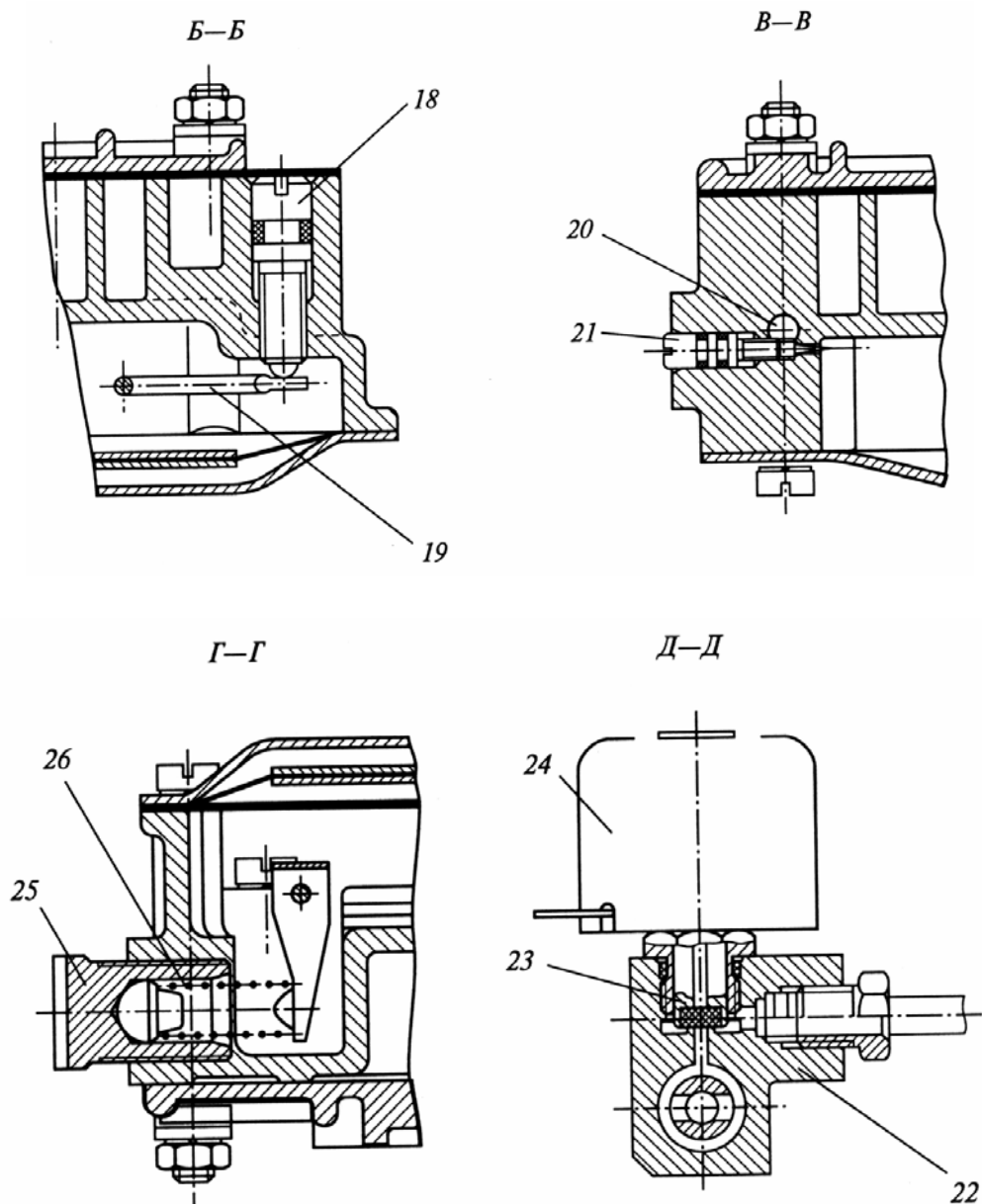


Рис. 3.23. Конструкция редуктора-испарителя низкого давления
ЗАО «Автосистема»:

1 и 2 - штуцеры подвода теплоносителя; 3 и 10 - крышки камеры подогрева; 4 и 24 - электромагниты; 5 - входной штуцер; 6 - полость для теплоносителя; 7 - клапан 1-й ступени; 8 - камера 1-й ступени; 9 - мембрана 1-й ступени; 11 - прокладка; 12 - седло клапана 2-й ступени; 13 - клапан 2-й ступени; 14 - камера 2-й ступени; 15 - мембрана 2-й ступени; 16 - рычаг клапана 2-й ступени; 17 - камера атмосферного давления; 18 - винт регулировки давления; 19 - торсионная пружина; 20 - канал холостого хода; 21 - винт регулировки холостого хода; 22 - корпус электромагнитного клапана; 23 - шток электромагнитного входного клапана; 25 - регулировочный винт 2-й ступени; 26 - регулировочная пружина

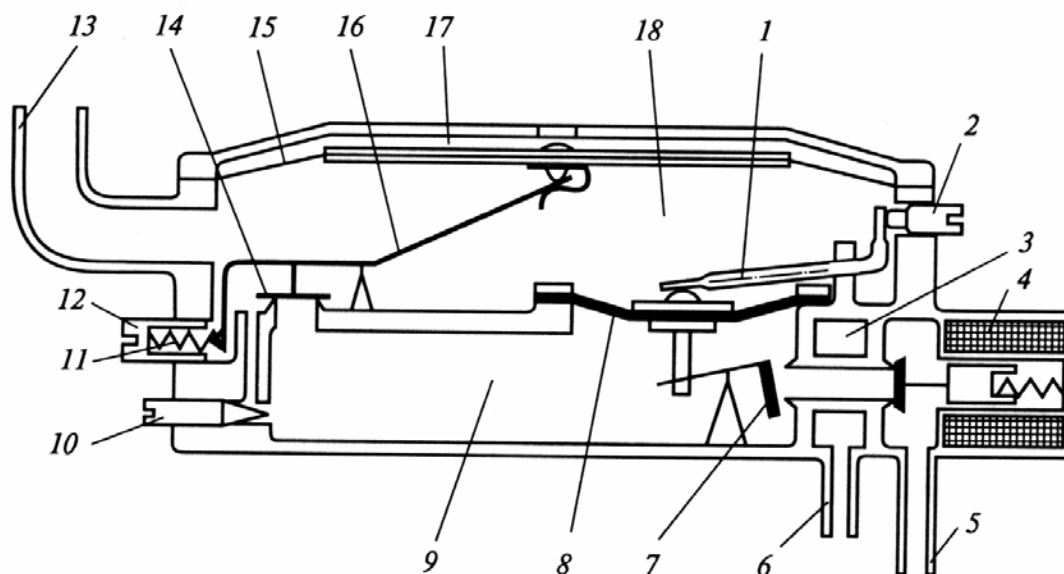


Рис. 3.24. Схема редуктора-испарителя низкого давления
ЗАО «Автосистема»:

1 - торсионная пружина; 2 - винт регулировки давления 1-й ступени; 3 - полость для теплоносителя; 4 - катушка электромагнитного клапана; 5 - вход газа; 6 - входной штуцер для подвода охлаждающей жидкости; 7 - клапан 1-й ступени; 8 - мембрана 1-й ступени; 9 - камера 1-й ступени; 10 - винт регулировки холостого хода; 11 - пружина; 12 - регулировочный винт 2-й ступени; 13 - выходной патрубок; 14 - клапан 2-й ступени; 15 - мембрана 2-й ступени; 16 - рычаг клапана 2-й ступени; 17 - камера атмосферного давления; 18 - камера 2-й ступени

Испаренный газ поступает в камеру 2-й ступени 18 через клапан 14. Автоматическое регулирование необходимого давления в камере 2-й ступени осуществляется перемещением клапана 14, расположенным на рычаге 16, при воздействии на него мембраны 2-й ступени 15. Рычаг клапана 16 одновременно с мембраной 15 изменяют свое положение за счет результирующей силы с одной стороны пружины 11 и разрежения, образующегося при поступлении газа в двигатель с другой. По мере открытия дроссельной заслонки карбюратора увеличивается расход воздуха через карбюратор и соответственно увеличивается разрежение в диффузорах карбюратора смесителя. Мембрана 15 втягивается внутрь редуктора, оказывая на рычаг 16 усилие, достаточное для преодоления усилия пружины 11, которая удерживает клапан 14. Таким образом, клапан 14 открывается и обеспечивает необходимое поступление газа с давлением, близким к атмосферному

($\pm 5 \dots 10$ мм вод. ст.).

Газ выходит из редуктора через патрубок 13. Оптимальный расход газа через клапан и его давление во 2-й ступени устанавливаются подбором усилия, воздействующего на пружину 11, с помощью регулировочного винта 12.

В режиме холостого хода клапан 2-й ступени 14 закрыт, и газ поступает из полости 1-й ступени 9 во 2-ю через канал холостого хода, сечение которого регулируется винтом 10. Этот канал остается постоянно открытым и при открытии клапана 2-й ступени.

Благодаря торсионной пружине 7 редуктор имеет относительно малую толщину. Редукторы этого типа имеют большую пропускную способность, обеспечивая работу двигателей с рабочим объемом камеры сгорания до 10 л. Эксплуатация этих редукторов показала их высокую ремонтпригодность, возможность быстро проводить ремонт большинства элементов без снятия редуктора с автомобиля.

Для двигателей автомобилей грузоподъемностью до 3,5 т используют редуктор-испаритель низкого давления (рис. 3.25) Новогрудского завода газового оборудования (НЗГА).

Газ поступает в редуктор через входной штуцер 17 в камеру 1-й ступени 13. Здесь же происходит испарение сжиженного газа за счет теплоты охлаждающей жидкости, поступающей по каналам штуцеров 8, 15 и циркулирующей в полостях 9 и 14.

Автоматическое снижение и регулирование давления в камере осуществляются перемещением рычага клапана 16 за счет результирующей силы давления газа и жесткости пружины 11, воздействующих на мембрану 12.

Из 1-й ступени газ поступает в камеру 2-й ступени 26 через отверстие, перекрываемое клапаном 7, который закреплен на рычаге 25.

Автоматическое регулирование необходимого давления в камере 2-й ступени осуществляется перемещением рычага 25 и клапана 7. Рычаг перемещается поводком 23, соединенным с мембраной 27, которая перемещается под действием результирующих сил. С одной стороны на нее действуют атмосферное давление воздуха, поступающего через отверстие в крышке 28,

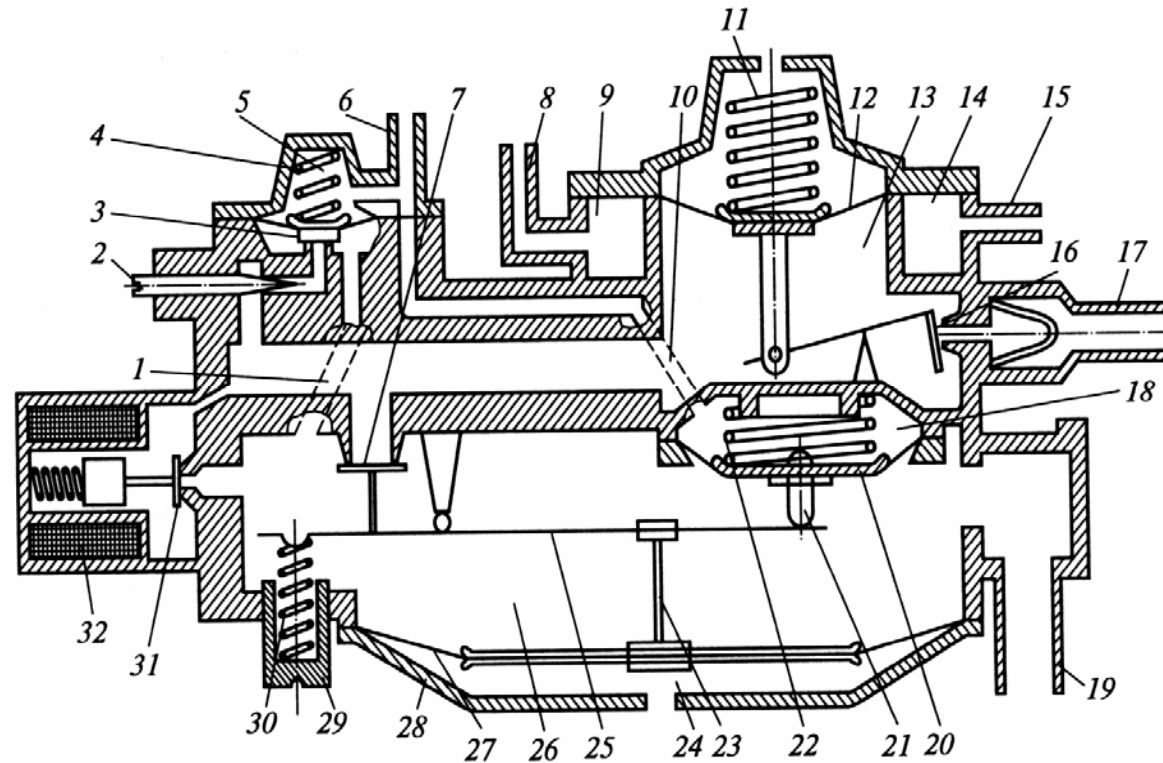


Рис. 3.25. Схема редуктора-испарителя низкого давления НЗГА:

1 – канал холостого хода; 2 – винт регулировки холостого хода; 3 – клапан холостого хода с мембраной; 4, 22 и 30 – пружины; 5 – вакуумная полость; 6 – штуцер подвода разряжения; 7 – клапан 2-й ступени; 8 – штуцер подвода охлаждающей жидкости; 9 и 14 – полости для теплоносителя; 10 – канал подвода разряжения; 11 – пружина; 12 – мембрана 1-й ступени; 13 – камера 1-й ступени; 15 – штуцер отвода охлаждающей жидкости; 16 – клапан 1-й ступени; 17 – входной штуцер; 18 – полость разгрузочного устройства; 19 – выходной патрубок; 20 – мембрана разгрузочного устройства; 21 – упор; 23 – поводок; 24 – камера атмосферного давления; 25 – рычаг клапана 2-й ступени; 26 – камера 2-й ступени; 27 – мембрана 2-й ступени; 28 – крышка; 29 – регулировочный винт 2-й ступени; 31 – пусковой клапан; 32 – катушка пускового клапана

разрежение, образуемое в результате эжекции, и давление газа, поступающего из 1-й ступени. С другой стороны на мембрану воздействует усилие пружины 30.

Для предотвращения поступления газа в неработающий двигатель служит разгрузочное устройство, образуемое полостью 18 с мембраной 20 и пружиной 22. При неработающем двигателе пружина 22 через мембрану 20 и упор 21 воздействует на рычаг 25, запирая таким образом клапан 7. Во время запуска двигателя и его работы в полость разгрузочного устройства 18 из впускного коллектора двигателя по каналу 10 поступает разрежение, достаточное для сжатия пружины 22. Таким образом, рычаг 25 разгружается и переходит в рабочее состояние, регулируя поступление газа на различных режимах. При остановке двигателя в полости давление мгновенно сравнивается с атмосферным и пружина 22 «запрет» рычаг 25 клапана 7 и прекратит поступление газа в двигатель.

Для запуска холодного двигателя имеется пусковой клапан 31, позволяющий газу поступать прямо во 2-ю ступень.

Система холостого хода состоит из клапана с мембраной 3 и винта регулировки холостого хода 2. Клапан 3 открывается, когда соединенная с ним мембрана преодолевает усилие пружины 4 за счет разрежения, поступающего из впускного коллектора по каналу штуцера 6.

В режиме холостого хода разрежения, создаваемого двигателем, недостаточно для открытия клапана 7. При этом газ, минуя закрытый канал 2-й ступени, поступает во 2-ю ступень через открытый клапан 3 и канал 1.

При открытии дроссельной заслонки за счет увеличивающейся эжекции всасываемого газа из патрубка 19 мембрана 27 вытягивается и поводок 23, перемещая рычаг, открывает клапан 7, и в работу включается основная система подачи газа.

При открытии дроссельной заслонки карбюратора на режимах холостого хода и движения при различных нагрузках этот клапан меняет свое положение в зависимости от требуемого расхода газа. При этом давление близко к атмосферному (± 8 мм вод. ст.).

Во 2-й ступени имеется канал для слива конденсата (на рисунке не показан).

Регулировка холостого хода и токсичности отработанных газов выполняется вращением винта регулировки холостого хода 2 на 1/4 оборота. Регулировка давления 2-й ступени в момент открытия клапана 7 выполняется вращением регулировочного винта 2-й ступени 29.

Редуктор-испаритель низкого давления НПФ «САГА» имеет много общего с предыдущим (рис. 3.26). Особенности данного редуктора являются отсутствие в конструкции системы холостого хода, а также наличие между 1-й и 2-й ступенями обратной отрицательной пневматической связи (канал 16).

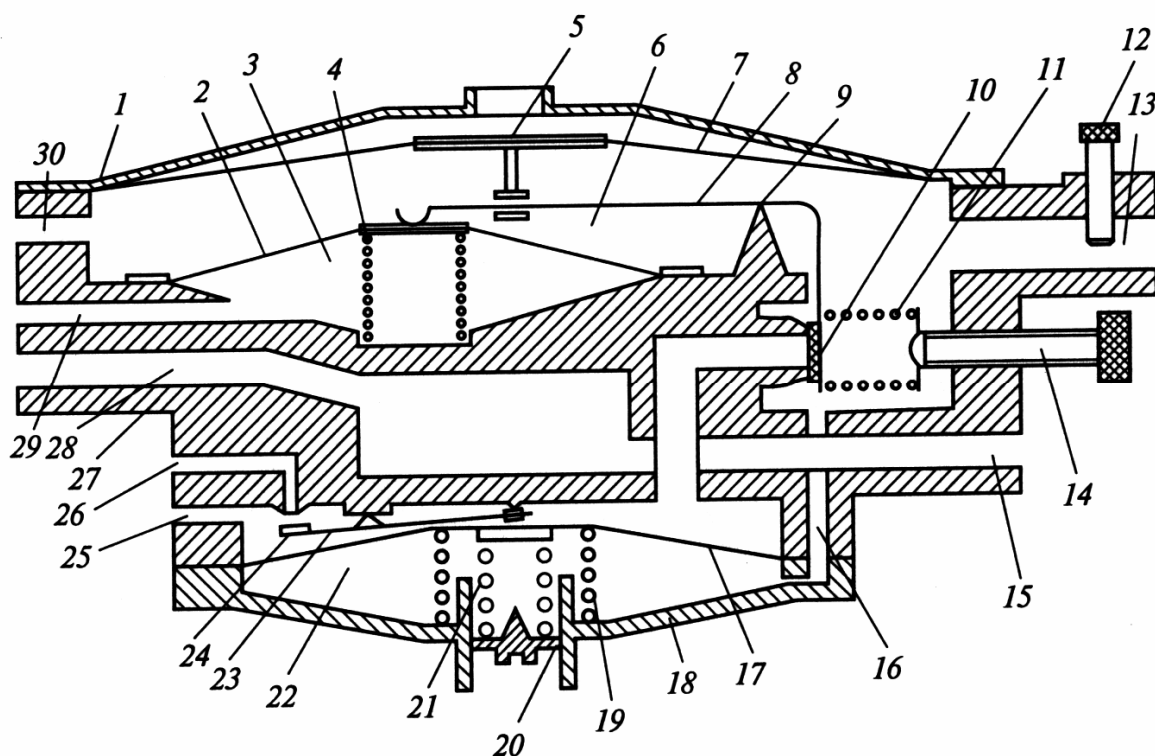


Рис. 3.26. Схема редуктора-испарителя низкого давления НПФ «САГА»:

1 - крышка; 2 и 7 - мембраны; 3 - полость разгрузочного устройства; 4, 11 и 19 - пружины; 5 - поводок; 6 - полость 2-й ступени; 8 - рычаг; 9 - ось рычага; 10 - клапан; 12 - дозатор; 13 - выход газа; 14 - регулировочный винт; 15 - канал полости теплоносителя; 16 - канал обратной отрицательной связи; 17 - мембрана 1-й ступени; 18 - крышка; 20 - регулировочный упор пружины; 21 - пружина регулировочная; 22 - полость за мембраной 1-й ступени; 23 - рычаг клапана 1-й ступени; 24 - клапан 1-й ступени; 25 и 30 - каналы слива конденсата; 26 - входной канал; 27 - корпус редуктора; 28 - полость теплоносителя; 29 - канал разгрузочного устройства

Газ поступает через входной канал 26 в полости 1-й ступени снижения давления. Здесь происходит испарение сжиженного газа за счет тепла охлаждающей жидкости, поступающей по каналам 15 и циркулирующей в полости 28.

Автоматическое регулирование давления в камере 1-й ступени до 0,04 МПа осуществляется перемещением клапана 24 за счет результирующей силы давления газа и жесткости пружин 19 и 21, а также сил, воздействующих на мембрану 17.

Испаренный газ из полости 1-й ступени поступает в полость 2-й ступени 6.

Автоматическое регулирование необходимого давления в камере 2-й ступени осуществляется перемещением клапана 10, расположенного на рычаге 8. Рычаг перемещается поводком 5, закрепленным на мембране 2, которая перемещается под действием сил атмосферного давления воздуха, поступающего через отверстие в крышке 1, пружины 11, разрежения за счет эжекции двигателя и давления газа, поступающего из 1-й ступени. Регулировка усилия пружины 11 выполняется винтом 14.

Для предотвращения поступления газа в неработающий двигатель служит разгрузочное устройство. Во время запуска двигателя и при его работе в полости разгрузочного устройства 3 образуется разрежение, достаточное для сжатия пружины 4. Таким образом, рычаг 8 разгружается и переходит в рабочее состояние, регулируя 1 поступление газа на различных режимах.

Как отмечалось выше, в редукторе введен канал 16 обратной отрицательной связи между полостями над мембранами 1-й и 2-й ступеней. Эта связь позволяет избежать резонансных колебаний клапанов обеих ступеней, возникающих на определенных режимах и неожиданно резко снижающих пропускную способность редуктора.

Если на мембрану 7 воздействует результирующая сила, достаточная для преодоления усилия пружины 11, которая удерживает клапан 10, то этот клапан открывается, меняя свое положение в зависимости от требуемого расхода газа. В режиме минимальных оборотов холостого хода клапан 10 открыт минимально. При этом давление близко к атмосферному (± 8 мм вод. ст.). Количество газа на выходе регулируется винтом 14.

При нажатии на педаль дроссельной заслонки карбюратора

и режиме движения при различных нагрузках результирующее усилие на клапан 10 уменьшается и он занимает положение, соответствующее требуемому расходу газа. Винт 14 позволяет производить регулировку результирующей силы. Давление в 1-й ступени регулируется упором пружины 20.

Устройство и принцип работы редуктора-испарителя РЗАА имеет ряд существенных отличий и сложнее предыдущих (рис. 3.27).

Этот редуктор-испаритель не имеет разгрузочного устройства. Вместо него в редукторе установлен пусковой электромагнитный клапан 26. Главной особенностью этого редуктора является наличие дополнительной чувствительной мембраны 21 и эжекционной вакуумной полости 22. Чувствительная мембрана 21 защищена крышкой 25 со штуцером, который соединен с полостью воздушного фильтра автомобиля для коррекции подачи газа в двигатель в зависимости от степени загрязненности фильтра.

Газ поступает через входной штуцер 1 с сетчатым фильтром в полость 1 - й ступени снижения давления 31. Здесь происходит его испарение за счет тепла охлаждающей жидкости, циркулирующей в полости 2 и поступающей в редуктор по штуцерам (на рисунке не показаны).

Автоматическое регулирование давления в этой камере осуществляется перемещением клапана 30 за счет результирующей силы давления газа с одной стороны и жесткости пружины 28 с другой стороны, воздействующих на мембрану 29.

В момент запуска двигателя газ поступает из 1-й ступени через открытый пусковым клапаном 26 жиклер 23 и, проходя через открытый пусковой клапан, делится на две части. Первая часть регулируется винтом 16 и поступает в полость 18 2-й ступени. Другая часть проходит в эжекционное сопло 20 и выходит из него в камеру 18, создавая значительное разрежение в полости 22. При этом клапан 2-й ступени 12 и отверстия 24 закрыты.

Автоматическое регулирование необходимого давления в камере 2-й ступени осуществляется перемещением клапана 12, расположенного на рычаге 10. При перемещении штока 7 при воздействии на него мембраны 6 клапан 12 одновременно с мембраной 6 изменяют свое положение за счет результирующей силы

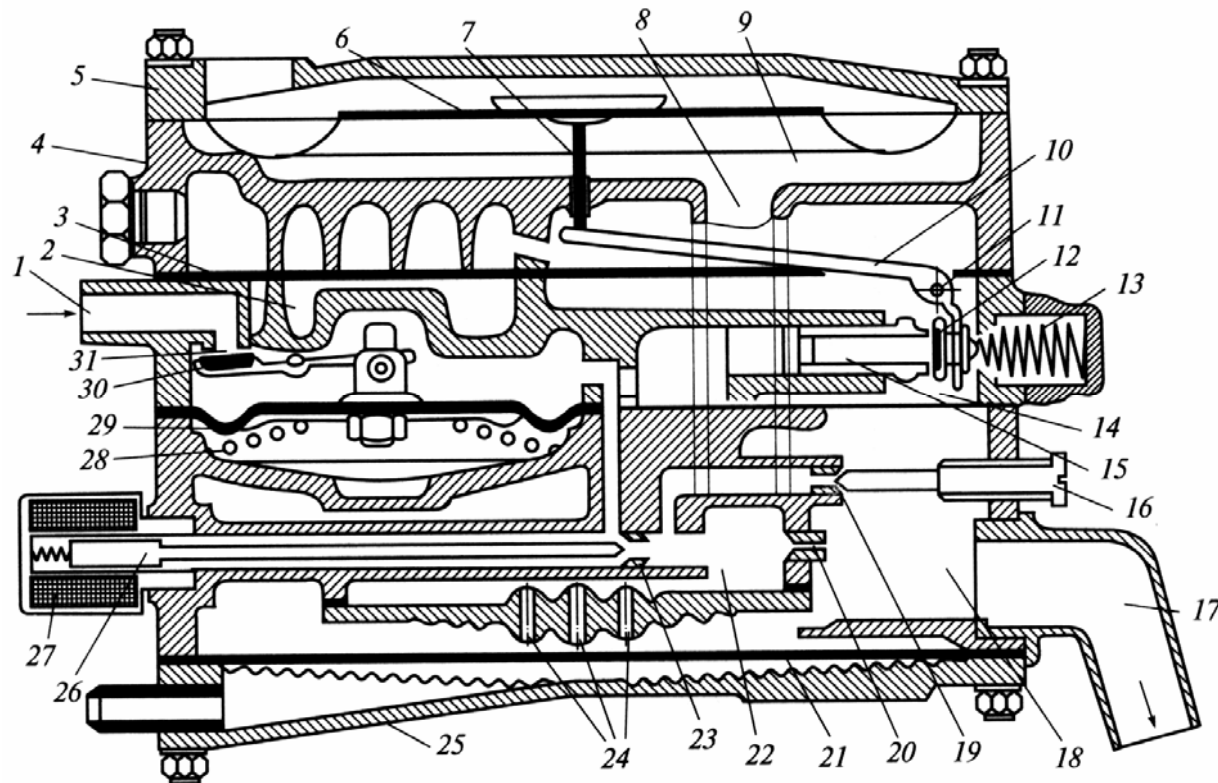


Рис. 3.27. Схема редуктора низкого давления РЗЗА:

1 – входной штуцер; 2 – полость теплоносителя; 3 – прокладка; 4 – корпус 2-й ступени; 5 – задняя крышка; 6 – мембрана 2-й ступени; 7 – шток; 8 – канал, связывающий полости 9 и 22; 9 – подмембранная полость; 10 – рычаг клапана 2-й ступени; 11 – ось клапана 2-й ступени; 12 – клапан 2-й ступени с уплотнителем; 13 – пружина; 14 – полость 2-й ступени; 15 – седло клапана 2-й ступени; 16 – винт регулировки холостого хода; 17 – патрубок выхода газа; 18 – полость чувствительной мембраны; 19 – канал холостого хода; 20 – эжекционное сопло; 21 – чувствительная мембрана; 22 – эжекционная вакуумная полость; 23 – жиклер пускового клапана; 24 – отверстия; 25 – крышка передняя со штуцером; 26 – клапан пусковой (условно удлинен); 27 – соленоид пускового клапана; 28 – пружина 1-й ступени; 29 – мембрана 1-й ступени; 30 – клапан 1-й ступени; 31 – полость 1-й ступени

с одной стороны пружины 13 и с другой - усилий давления газа на поверхность клапана атмосферного давления и разрежения, воздействующего на мембрану 6 за счет эжекции.

При открытии дроссельной заслонки карбюратора в режимах холостого хода и движения при различных нагрузках результирующее усилие на клапан 12 и мембрану 6 изменяется и клапан открывается. Газ устремляется в полость 18. Затем газ, давление которого близко к атмосферному, выходит через патрубок 17 из редуктора. Под действием разрежения, создаваемого благодаря специальной форме эжекционного сопла 20, мембрана 6 перемещается.

Количество газа, проходящего через отверстия 24, зависит от зазора между плоскостью с отверстиями 24 и мембраной чувствительности 21. Оно изменяется в зависимости от положения мембраны 21, которое зависит от перепада давлений по обе ее стороны, т.е. от расхода газа из 2-й ступени редуктора и от разрежения за воздушным фильтром. Баланс расхода воздуха и расхода газа заставляет мембрану 21 занять оптимальное положение. Таким образом, на любом режиме движения и расходе газа чувствительная мембрана находит свое положение (зазор) относительно плоскости отверстий, сравнивая давление выхода газа с давлением воздуха по другую сторону мембраны.

Система холостого хода состоит из электромагнитного пускового клапана 26, который включается соленоидом 27 по сигналу электронного блока управления при пуске двигателя и находится в открытом состоянии постоянно при работающем двигателе. Этот клапан также выполняет защитную функцию, закрывая по сигналу электронного блока подачу газа на неработающем двигателе несмотря на включенное зажигание. Необходимо отметить, что пружина 13 надежно закрывает клапан 2-й ступени 12 при неработающем двигателе, так как максимальное давление газа в полости 31 1-й ступени в этом случае не превышает 0,045 МПа, а клапан 12, нагруженный пружиной 13, выдерживает давление со стороны 1-й ступени 12 МПа.

Благодаря мембране чувствительности работа двигателя с данными редукторами имеет хорошую эластичность. Вместе с тем редукторы такого типа имеют наибольшие размеры, металлоемкость и достаточно высокую стоимость.

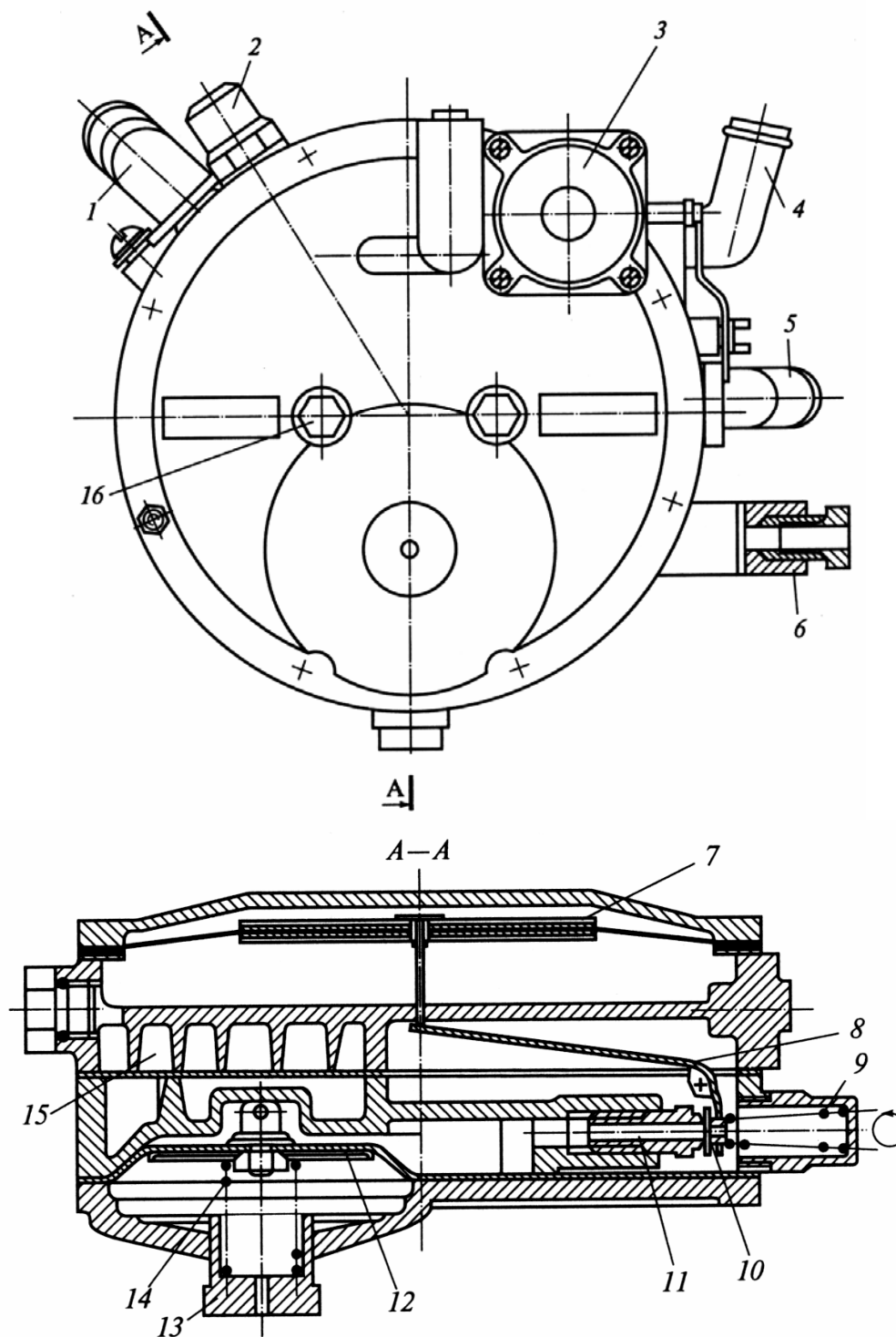


Рис. 3.28. Схема редуктора-испарителя низкого давления
ОАО «Компрессор»:

1 - патрубок выхода газа; 2 - крышка пружины; 3 - пневматический клапан холостого хода; 4 и 5 - штуцеры подвода теплоносителя; 6 - входной газовый штуцер; 7 - мембрана 2-й ступени; 8 - рычаг клапана 2-й ступени; 9 и 14 - пружины; 10 - клапан 2-й ступени; 11 - седло клапана 2-й ступени; 12 - мембрана 1-й ступени; 13 - стакан; 15 - камера теплоносителя; 16 - болты

Редуктор-испаритель низкого давления ОАО «Компрессор» представляет собой упрощенный вариант рассмотренного РНД РЗАА. В редукторе исключена секция мембраны чувствительности (рис. 3.28). Такое изменение конструкции открывает доступ к 1-й ступени и позволяет выполнять регулировку давления 1-й ступени, изменяя усилие пружины 14.

Газ поступает в РНД через входной газовый штуцер 6 в 1-ю ступень, где происходит его испарение от теплоносителя, протекающего в камере 15. Теплоноситель из системы охлаждения подводится через штуцеры 4 и 5. При запуске двигателя и в режиме холостого хода клапан 10 закрыт усилием пружины 9. Газ поступает через канал холостого хода по аналогии с редуктором РЗАА. Поступление газа происходит при открытии пускового пневматического клапана 3, привод которого аналогичен дозатору (рис. 3.35).

При открытии дроссельной заслонки карбюратора результирующее усилие на клапан 10 и мембрану 7 изменяется и открывает его. Газ поступает через канал в седле клапана 2-й ступени 11 и открытый клапан 10 в полость 2-й ступени и затем выходит из редуктора через патрубок 1.

3.3.4. Газовые смесительные и дозирующие устройства

Из редуктора газ поступает в двигатель, предварительно смешиваясь с воздухом. Для этого используются газовые смесители. Дополнительно перед смесителем могут устанавливаться дозирующие устройства для корректировки количества поступающего газа в зависимости от режима работы двигателя и нагрузки.

Для подачи газа могут использоваться серийно выпускаемые газовые смесители, универсальные (газобензиновые) карбюраторы или устройства, устанавливаемые на бензиновые карбюраторы (насадки, штуцеры, проставки). Для инжекторных бензиновых систем также могут использоваться насадки.

Для ГБА, оснащенных двигателями, работающими только на газе с большим рабочим объемом, и газовых автобусов используются смесители типа СГ-250 (для запуска и прогрева дви-

гателя одновременно могут использоваться простейшие вспомогательные карбюраторы).

Смеситель СГ-250 (рис. 3.29) имеет два диффузора с воздушными 4 и дроссельными 11 заслонками, которые открываются в обеих камерах одновременно. Для подачи газа используются патрубки главной системы 1 и систем переходных режимов и холостого хода 6. Регулировка частоты вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу, переходных режимах и токсичности выполняется винтами 7 и 8.

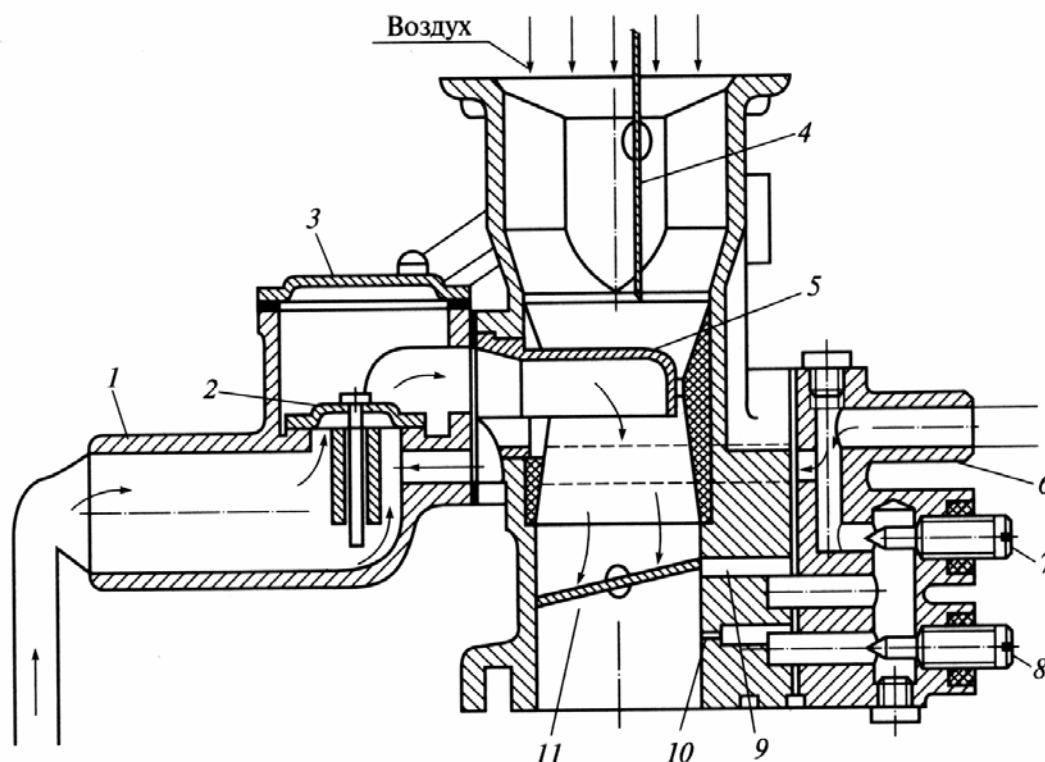


Рис. 3.29. Смеситель СГ-250:

1 и 6 - патрубки подвода газа; 2 - обратный клапан; 3 - крышка; 4 - воздушная заслонка; 5- газонаполнительное устройство; 7- регулировочный винт переходных режимов; 8 - регулировочный винт системы холостого хода; 9 - канал холостого хода; 10 - канал переходного режима; 11 – дроссельная заслонка

В режиме запуска и прогрева двигателя воздушные и дроссельные заслонки закрыты, и обогащенная газозвушная смесь образуется при поступлении газа через канал 10. В режиме холостого хода воздушная заслонка открыта, а дроссельная закрыта, и газ поступает через канал 10 и канал холостого хода 9. Обратный

тарельчатый клапан 2 при этом препятствует поступлению газа из главной системы. На переходных режимах, режимах частичной и полной нагрузки дроссельная заслонка находится в различных открытых положениях и газ поступает через клапан 2 и каналы холостого хода и переходного режима 9.

При переоборудовании автомобиля установка такого смесителя или универсального газобензинового карбюратора требует дополнительных затрат. Значительно снизить стоимость переоборудования можно, устанавливая смесительные устройства на штатных бензиновых карбюраторах. Этот способ подачи газа нашел наибольшее распространение как наиболее доступный, простой и дешевый.

Существует три основных варианта подачи газа с помощью установки газовых смесителей. Наиболее простым является установка смесителя на верхнюю часть карбюратора (рис. 3.30). Такие смесители называют насадкой. Насадка 2 устанавливается в корпус воздушного фильтра 1.

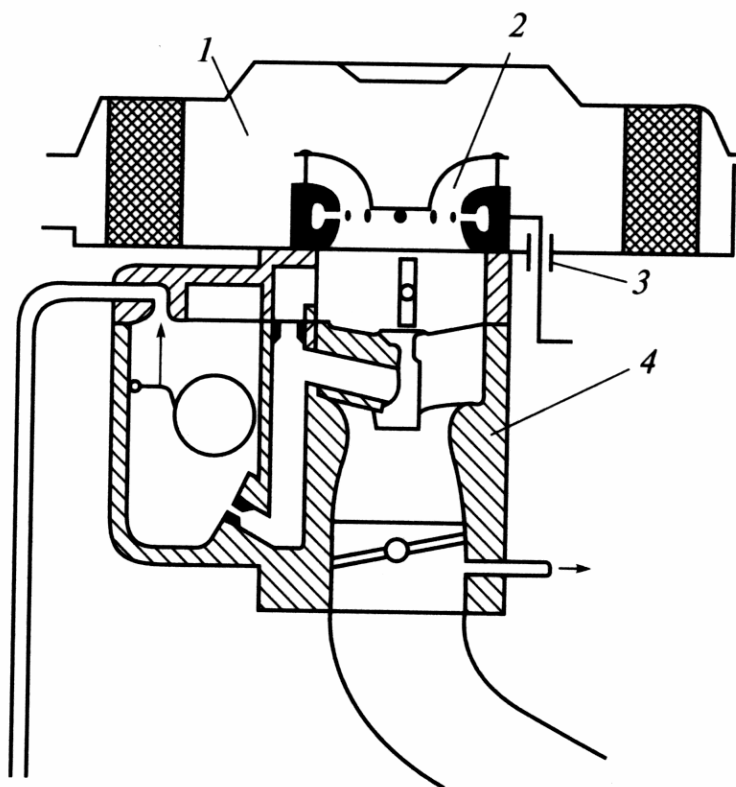


Рис. 3.30. Схема подачи газа над карбюратором:
1 - воздушный фильтр; 2 - смеситель-насадка; 3 - отверстие для подвода газа; 4 - корпус карбюратора

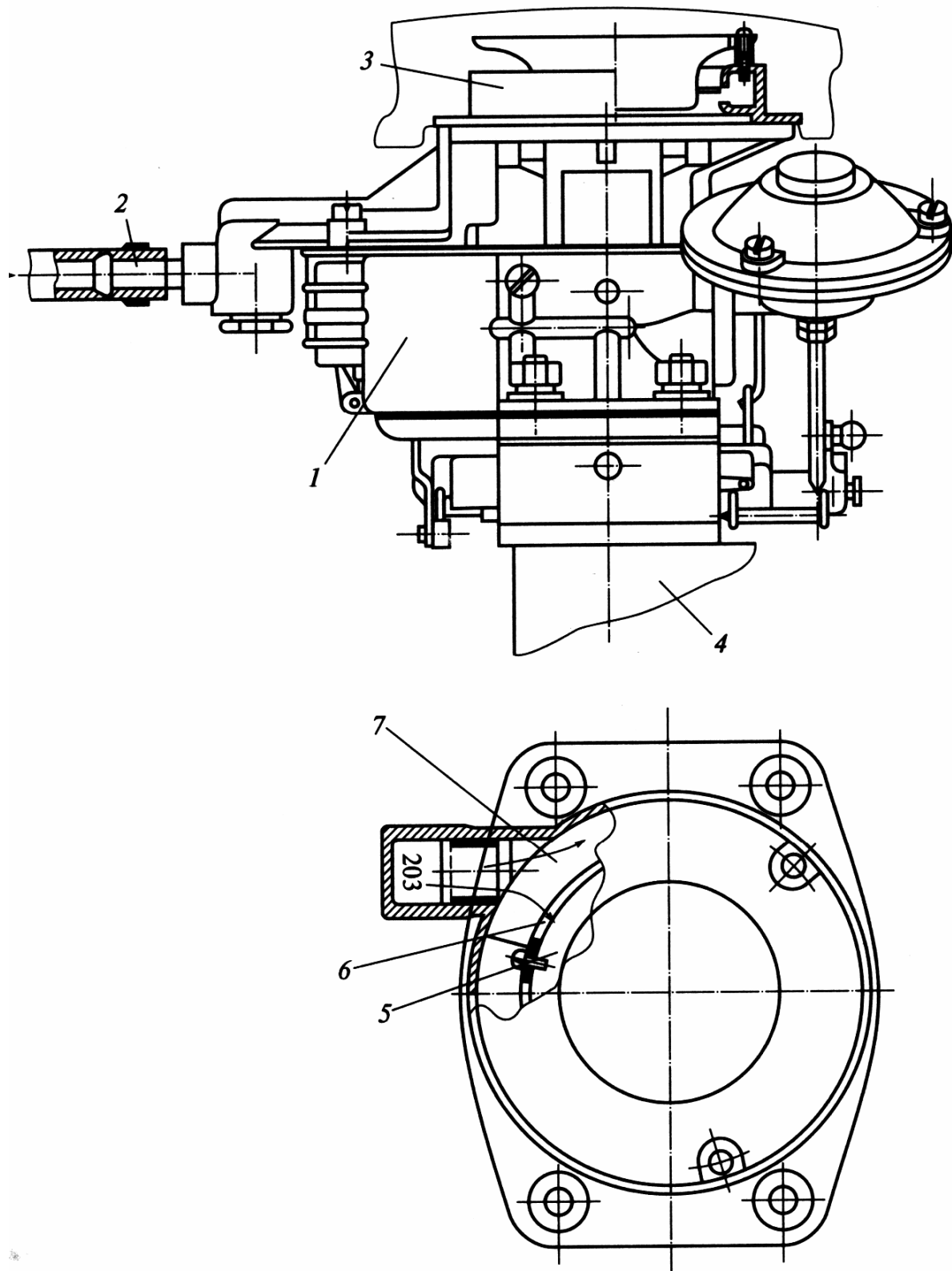


Рис. 3.31. Газовый смеситель-насадка РЗАА на карбюраторе «Озон»:
 1 - корпус карбюратора; 2 - штуцер подвода бензина; 3 - насадка; 4 -
 впускной коллектор; 5 - центральное кольцевое отверстие; 6 - канал; 7- пе-
 риферийная кольцевая полость

Пример установки насадки РЗАА на карбюратор типа «Озон» представлен на рис. 3.31. Газ поступает в периферийную кольцевую полость 7 и из нее через каналы 6 к центральному кольцевому отверстию 5. В этом отверстии и далее в диффузоре карбюратора газ смешивается с воздухом, поступающим из воздушного фильтра. Для подачи газа в насадку необходимо просверлить отверстие в корпусе воздушного фильтра.

На рис. 3.32 представлены различные варианты газовых смесителей НПФ «САГА».

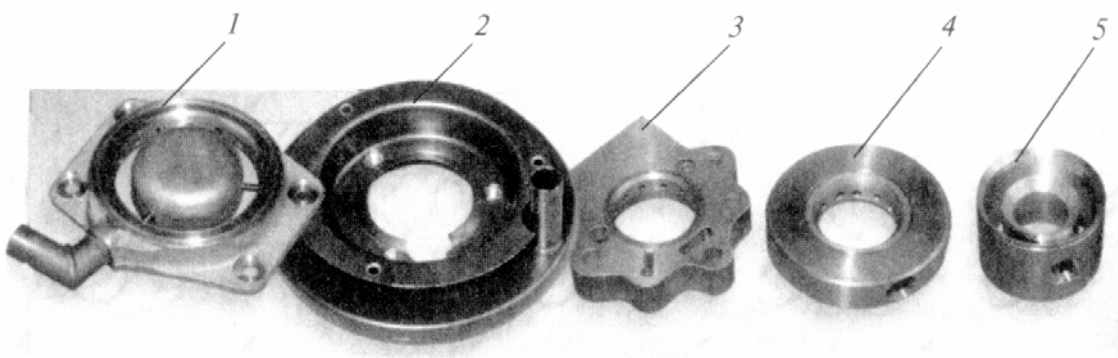


Рис. 3.32. Газовые смесители НПФ «САГА»:

1 - для карбюраторов типа «Озон»; «Солекс» (ВАЗ); 2 - для карбюраторов К-151 (ГАЗ); 3 и 4 - для автомобилей иностранного производства; 5 - для инжекторных систем питания

Другим способом подачи газа является установка плоской проставки между частями карбюратора. На рис. 3.33 представлен вариант проставки ЗАО «Автосистема». Проставка 9 устанавливается между средней 1 и нижней 3 частью карбюратора. Для этого необходимо демонтировать карбюратор с впускного коллектора 4 и разобрать его. Проставка 9 устанавливается на место теплоизоляционной проставки. Газ поступает на входные штуцеры насадки и по внутренним каналам к отверстиям, расположенным по кольцевому периметру внутренних отверстий насадки.

На ряде карбюраторов, например типа «Солекс», установку такой насадки невозможно выполнить конструктивно.

Третий способ подачи газа заключается в установке в корпусе карбюраторов штуцеров 2 (рис. 3.34). Для этого необходимо сверление в корпусе в зоне максимального сужения диффузоров карбюратора двух отверстий диаметром 8 ...10 мм в зависимости

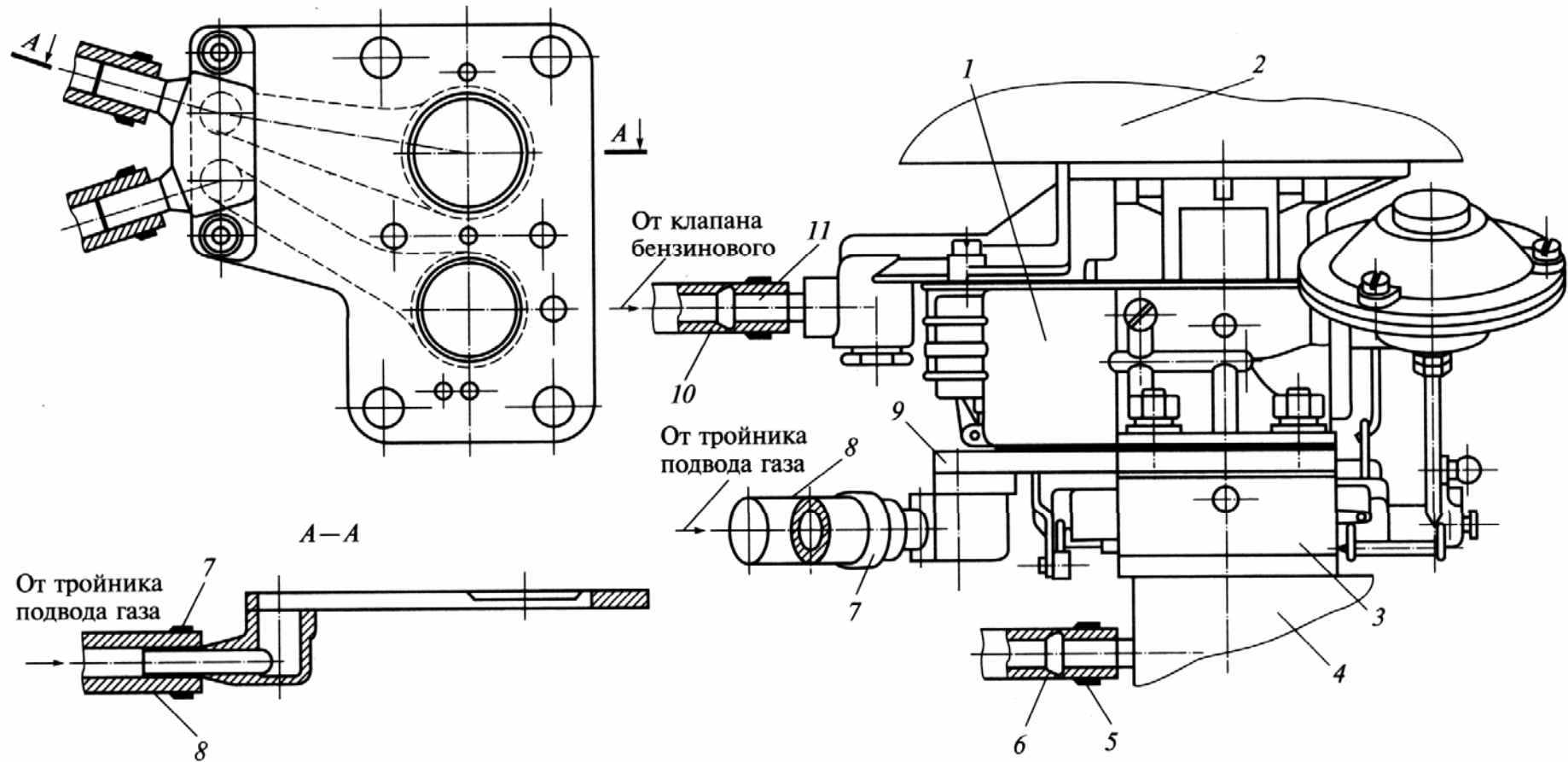


Рис. 3.33. Газовый смеситель-проставка ЗАО «Автосистема» на карбюраторе «Озон»:

1 – средняя часть корпуса карбюратора; 2 – воздушный фильтр; 3 – нижняя часть карбюратора; 4 – впускной коллектор; 5, 7 и 11 – хомуты; 6 – патрубок подвода теплоносителя; 8 – патрубок подвода газа; 9 – проставка-смеситель; 10 – штуцер подвода бензина

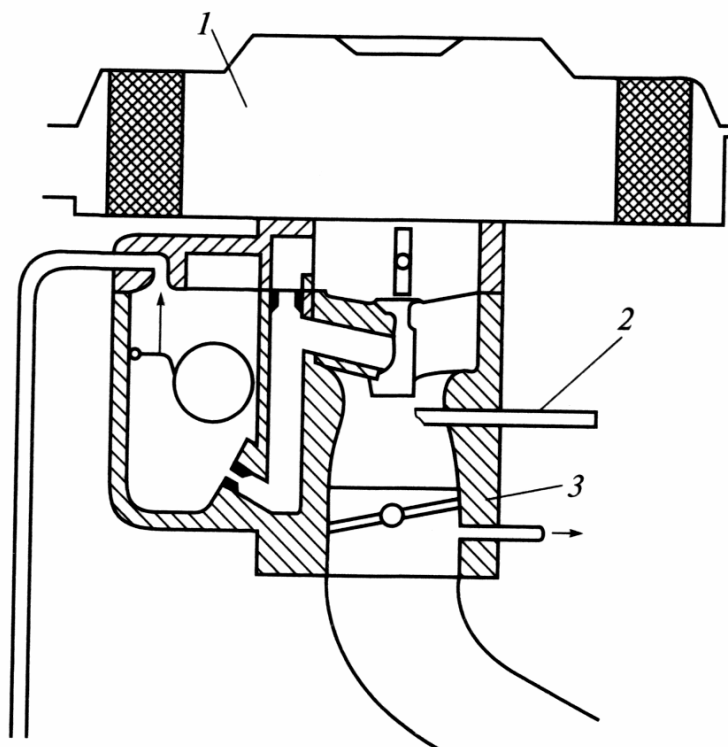


Рис. 3.34. Схема подачи газа через штуцер:
1 - воздушный фильтр; 2 - штуцер для подвода газа; 3 – корпус карбюратора

от рабочего объема двигателя. Штуцеры ввинчиваются в эти отверстия. Однако такой на первый взгляд простой способ требует большой трудоемкости и хорошего знания конструкции карбюратора, так как необходимо точно определить место сверления отверстий, чтобы не повредить внутренние каналы карбюратора.

Предпочтительным считается применение проставок и штуцеров, так как они практически не оказывают влияния на работу двигателя на бензине и одновременно обеспечивают при работе на газообразном топливе эффективные показатели мощности двигателя, расхода газа и низкую токсичность.

Газовые смесители обычно рассчитаны на совместную работу с газовым редуктором определенного типа.

При переоборудовании бензиновых инжекторных систем питания для работы на газовом топливе также используются насадки. Они устанавливаются в разрыв воздушного трубопровода перед дроссельной заслонкой.

В отличие от рассмотренного выше смесителя СГ-250 газо-

подающие системы с установленными на штатных бензиновых карбюраторах смесителями оснащаются дополнительными устройствами для регулировки минимальной частоты вращения на холостом ходу, а также для регулировки и управления подачи топлива на различных режимах. Для этого используются дозаторы, или дозирующе-экономайзерные устройства (ДЭУ).

Дозатор газа для системы РЗАА (рис. 3.35) имеет корпус 9, выполненный в форме трубки. В отверстие корпуса установлен плунжер 12, соединенный с мембраной со штоком 1. Мембрана закреплена крышкой 3, имеющей патрубок для подсоединения к впускному коллектору двигателя. На минимальной частоте вращения коленчатого вала разрежение в вакуумной полости дозатора максимальное и плунжер 12 частично перекрывает сечение трубки дозатора. По мере увеличения нагрузки на двигатель дроссельная заслонка будет открываться и разрежение в вакуумной полости дозатора уменьшится. Плунжер 12 переместится, увеличивая сечение трубки. Таким образом дозатор газа производит коррекцию количества газа, подаваемого редуктором. Регулировка количества газа выполняется перемещением плунжера 12 по штоку мембраны 1, а также регулировочным винтом 2.

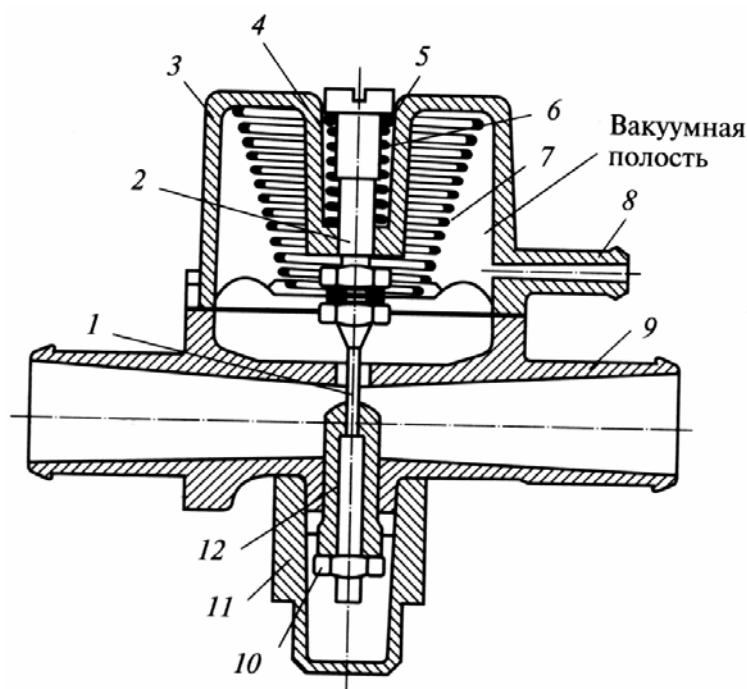


Рис. 3.35. Дозатор газа РЗАА:

- 1 - мембрана со штоком;
- 2 - регулировочный винт;
- 3 - крышка; 4 - шайба;
- 5 - кольцо уплотнительное;
- 6 - пружина прижимная;
- 7 - пружина дозирующая;
- 8 - патрубок подвода вакуума; 9 - корпус; 10 - контргайка; 11 - пробка;
- 12 - плунжер

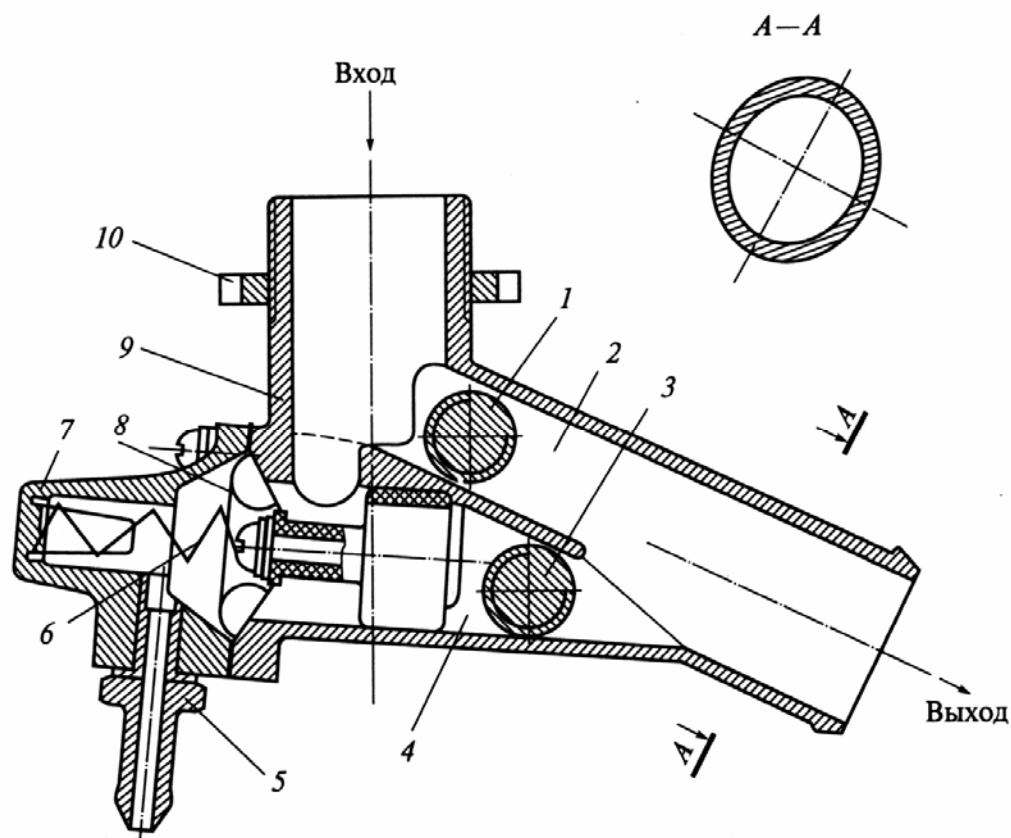


Рис. 3.36. Дозирующе-экономайзерное устройство
ЗАО «Автосистема»:

1 и 3 - регулировочные винты; 2 - канал холостого хода и малой нагрузки;
4 - канал дополнительной подачи; 5 - штуцер для подсоединения к впуск-
ному коллектору; 6 - пружина; 7 - крышка; 8 - мембрана; 9 - корпус ДЭУ;
10 - контргайка

Дозатор ДЭУ ЗАО «Автосистема» (рис. 3.36) устанавливается непосредственно на выход РНД. Газ, поступающий из редуктора, разделяется на два потока, поступающих в каналы 2 и 4. На минимальной частоте вращения коленчатого вала газ поступает только в канал 2. Канал 4 закрыт благодаря разрежению, удерживающему мембрану 8 и соединенный с ней клапан, перекрывающий канал 4. При нажатии на педаль акселератора, т. е. при увеличении нагрузки на двигатель, мембрана вместе с клапаном перемещается под действием пружины 6, открывает канал 4, и в двигатель поступает дополнительное количество газа. Конструкция дозирующе-экономайзерного устройства позволяет регулировать сечение каналов 2 и 4 винтами 1 и 3. ДЭУ такого типа устанавливают на двигателях с рабочим объемом более 1,5 л.

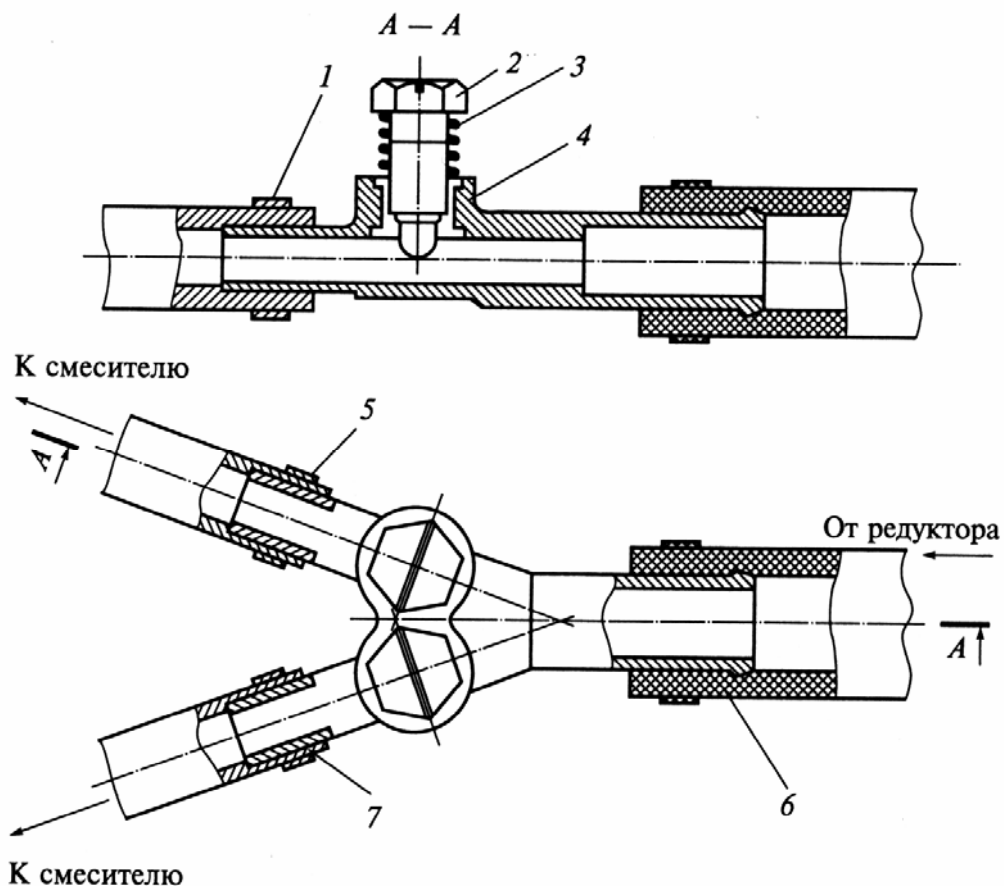


Рис. 3.37. Тройник подвода газа:

1 - хомут; 2 - регулировочный винт; 3 - пружина; 4 - корпус тройника;
5 и 7 - патрубки подачи газа к смесителю; 6 - патрубок подвода газа

В легковых автомобилях с рабочим объемом двигателя менее 1,5 л вместо ДЭУ устанавливают простые дозаторы. На рис. 3.37 представлен тройник подвода газа. Поток газа, поступающий из РНД по патрубку 6, разделяется в корпусе 4 на два потока. Количество газа регулируется отдельно для первичной и вторичной камер винтами 2.

3.3.5. Трубопроводы и соединительные детали

Баллоны, агрегаты, узлы и приборы ГБО соединены трубопроводами при помощи соединительных деталей.

Трубопроводы высокого давления для КПП изготовлены из трубы бесшовной холоднокатаной или холоднотянутой: внешний диаметр ($10 \pm 0,1$) мм, стенка ($2 \pm 7,5$) %, материал - сталь 20.

Соединения газовых трубопроводов высокого давления с элементами ГБО выполняются беспрокладочными ниппельными соединениями типа «врезающееся кольцо», допускающими многократную разборку (рис. 3.38). Материал ниппеля - сталь 40Х.

При затягивании накидной гайки ниппель деформируется и заполняет пространство внутреннего конического отверстия в штуцере соединяемой детали, при этом острая кромка ниппеля врезается в стенку трубки для предотвращения ее вырыва из соединения под действием высокого давления.

Предварительное врезание колец в стенку трубки в сборе с накидными гайками производится в технологическом стальном штуцере (рис. 3.39). Также могут использоваться соединения уплотнителей фирмы «Шваглок» (рис. 3.40).

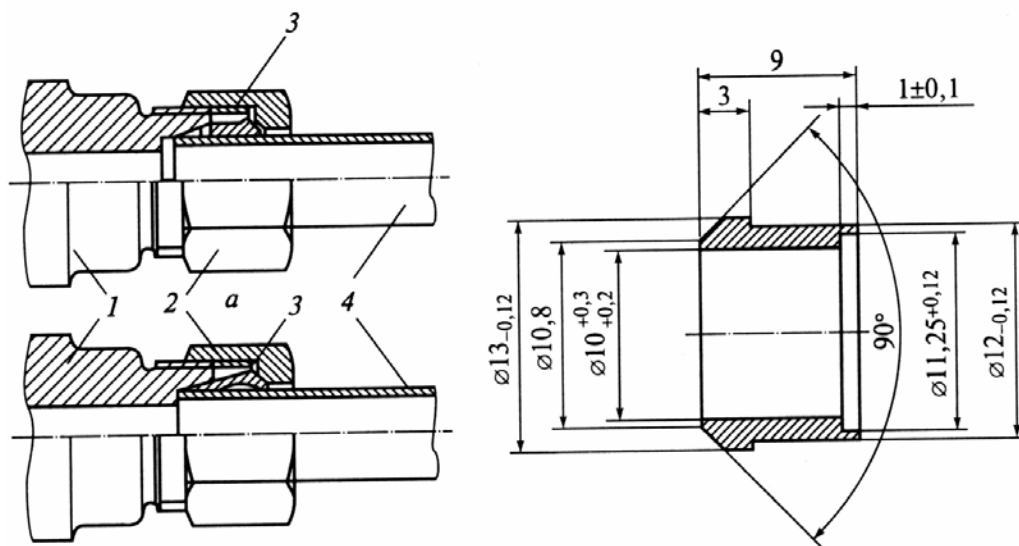


Рис. 3.38. Беспрокладочное ниппельное соединение:
а - до затяжки; б - после затяжки; в - ниппель; 1 - соединяемая деталь;
2 – гайка; 3 - ниппель; 4 - трубка

Газовые баллоны КПП соединяют между собой и в отдельные секции при помощи специальных переходников и штуцеров (угольник баллона, тройник баллона, тройник вентильный).

Трубопроводы для систем питания ГСН изготовлены из медных трубок с внешним диаметром 8 мм (толщина стенок 0,8 мм) и 6 мм или стальной холодноотянутой (холоднодеформированной) бесшовной трубы с внешним диаметром 8 мм.

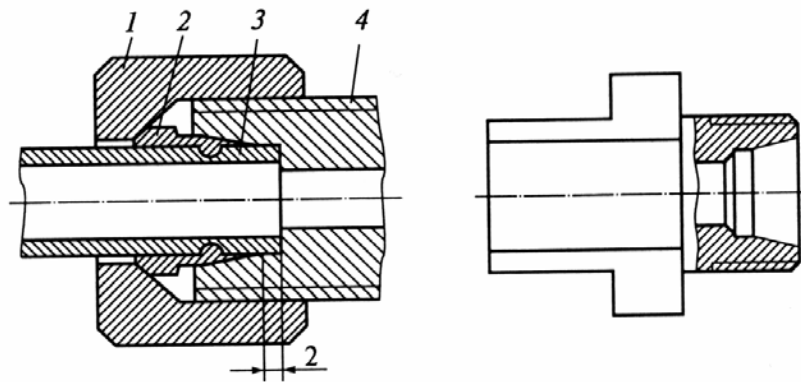


Рис. 3.39. Технологический штуцер для предварительного врезания
ниппеля в трубопровод:

а - ниппельное соединение трубопроводов с технологическим штуцером; б - технологический штуцер; 1 - накидная гайка; 2 - кольцо; 3 - трубопровод; 4 - штуцер

Соединения газовых трубопроводов с элементами газового оборудования выполняются беспрокладочными ниппельными соединениями в виде конусной муфты (рис. 3.41). Трубки диаметром 18 мм могут подсоединяться накидными гайками с предварительной развальцовкой торца трубки.

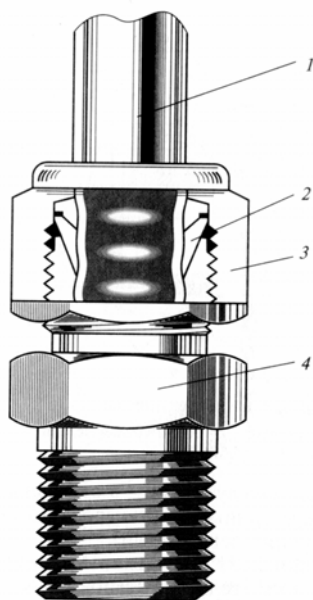


Рис. 3.40. Беспрокладочное
ниппельное соединение типа
«Шваглок»: 1 – трубопровод; 2 –
ниппель; 3 – накидная гайка; 4 –
штуцер

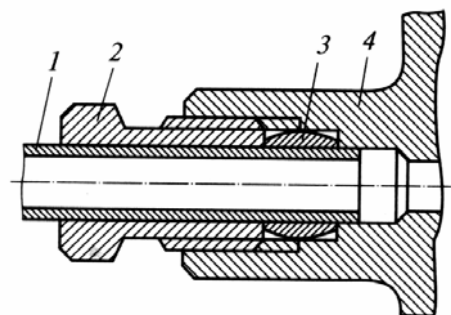


Рис. 3.41. Соединение тру-
бопровода с помощью конусной
муфты: 1 – трубка; 2 – упорная
гайка; 3 – конусная муфта; 4 –
корпус

3.3.6. Электрооборудование системы питания ГБА

Включение подачи газового или жидкого вида топлива осуществляется при помощи электрических приборов, объединенных в электрическую схему.

Принцип построения электрической схемы для систем питания ГСН и КППГ легковых и грузовых автомобилей практически одинаков.

Электрическая схема системы питания карбюраторного ГБА ГСН системы питания ОАО «РЗАА» представлена на рис. 3.42. Поступлением газа или бензина управляют электромагнитные газовый 4 и бензиновый 12 клапаны.

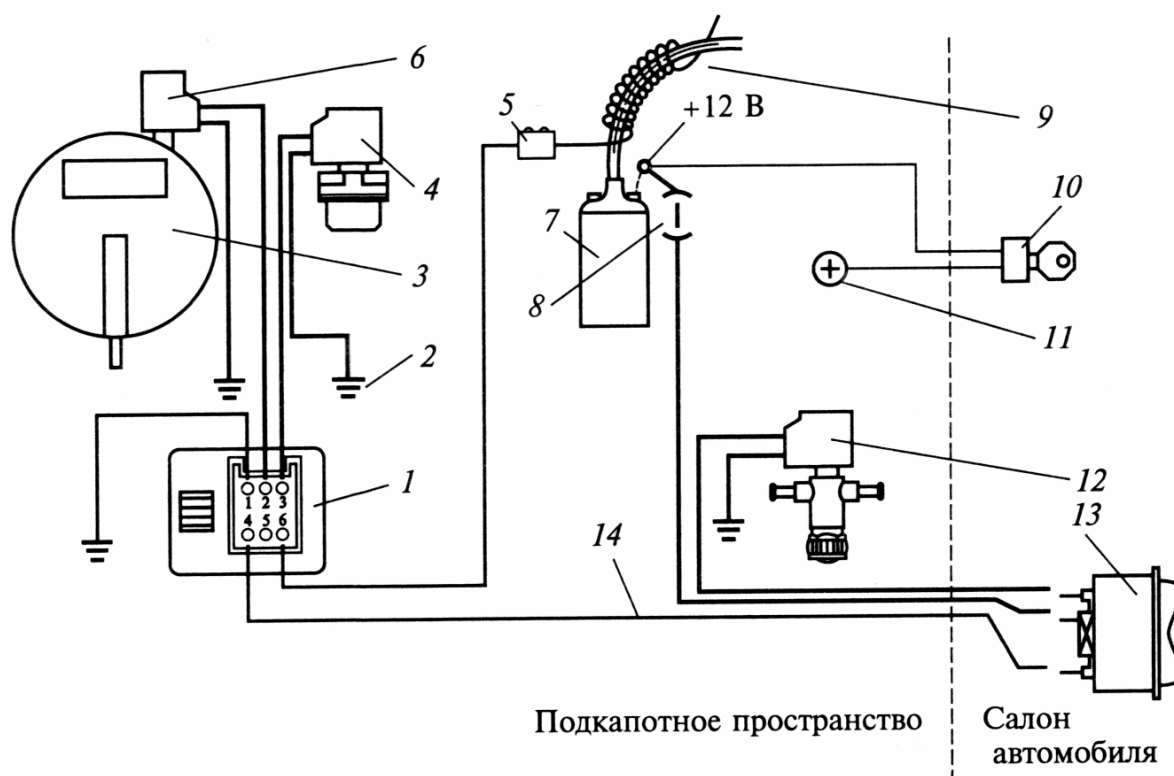


Рис. 3.42. Электрическая схема системы питания ГСН:

1 - блок управления; 2 - корпус автомобиля; 3 - редуктор; 4 - электромагнитный газовый клапан; 5 - соединитель; 6 - электромагнитный клапан пускового редуктора; 7 - катушка зажигания; 8 - предохранитель; 9 - датчик вращения двигателя; 10 - замок зажигания; 11 - клемма «+» аккумулятора; 12 - бензоклапан; 13 - переключатель «Бензин» - «Газ»; 14 - провод

Напряжение на катушки этих клапанов поступает от переключателя «Бензин» - «Газ». На переключатель напряжение поступает от замка зажигания 10. Обычно для удобства «плюсовой» провод переключателя соединяется с замком зажигания, а с плюсовой клеммой катушки зажигания 7 - через предохранитель 8.

Таким образом, в нейтральном положении переключателя 13 оба клапана закрыты. В положении переключателя «Бензин» открыт бензиновый клапан, а в положении переключателя «Газ» на обмотки катушек газовых клапанов 6 и 4 поступает напряжение через электронный блок управления электромагнитными клапанами.

Этот блок выполняет функцию пускового и предохранительного устройства. Блок управления (БУ) имеет датчик вращения коленчатого вала двигателя, расположенный на центральном проводе высокого напряжения катушки зажигания, и включает клапаны при условии, если от него поступает сигнал искрообразования при вращении двигателя. Если такой сигнал не поступает в БУ, то клапаны выключаются через 1,5 с. При неработающем двигателе блок обеспечивает кратковременное открытие клапанов 6 и 4 на 1,5 с, обеспечивая поступление пусковой дозы газа для запуска двигателя. Если при этом по каким-либо причинам двигатель не заведется, блок 1 автоматически прекратит дальнейшее поступление газа. Таким образом, блок предотвращает поступление газа при включенном зажигании и неработающем двигателе, например, когда двигатель заглох. Во время попытки запуска двигателя и в процессе его работы клапаны открыты.

Для включения цепи подачи напряжения БУ в других системах может использоваться другой вид управляющего сигнала. Например, в ГБО ЗАО «Автосистема» используется сигнал, представляющий собой гармонику переменного тока, возникающую во время работы генератора переменного тока в цепи постоянного тока.

Электрические схемы газовых систем питания с редукторами с разгрузочными устройствами и, следовательно, без предохранительных клапанов на редукторах низкого давления, не имеют специальных электронных блоков и поэтому проще и надежнее в эксплуатации (например, «САГА» и НЗГА). Эти схемы имеют только катушки обмоток клапанов и переключатель «Бен-

зин»-«Газ», подключенный через предохранитель к замку зажигания.

Системы питания «САГА» могут иметь дополнительное электрооборудование для дистанционного контроля уровня топлива в баллоне ГСН.

3.4. Инжекторные системы подачи газового топлива

Газовые системы питания могут оснащаться так называемыми инжекторными системами подачи газа.

В отличие от рассмотренных ранее энжекционных устройств - редукторов низкого давления, которыми газ подается при давлении, близком к атмосферному, в полость карбюратора над дроссельной заслонкой инжекторные устройства подают газ во впускной коллектор под значительно большим давлением (0,1... 0,2 МПа). Дозирование газа осуществляется за счет изменения времени возвратно-поступательного движения специального газового клапана - инжектора 12 (рис. 3.43).

По принципу управления подачей газа инжекторные системы подачи газа аналогичны системам впрыска бензина. Инжекторные системы могут устанавливаться как на карбюраторные, так и на инжекторные бензиновые автомобили.

Рассмотрим инжекторную систему подачи газа на примере газового инжектора Громыко (ГИГ-3), рассчитанную для работы ГСН.

Газовым инжектором 12 управляет сигнал, поступающий от электронного блока 4. В свою очередь электронный блок получает информацию о работе двигателя (о частоте вращения двигателя - от катушки зажигания 1, о составе смеси - от λ -зонда 11).

Помимо этого информация о нагрузке на двигатель поступает на дифференциальный редуктор 14 в виде разрежения во впускном коллекторе. Разрежение также косвенно дает информацию о расходе воздуха, поступающего в двигатель. Таким образом, дифференциальный редуктор совместно с инжектором 12 также участвует в управлении подачей газа в двигатель.

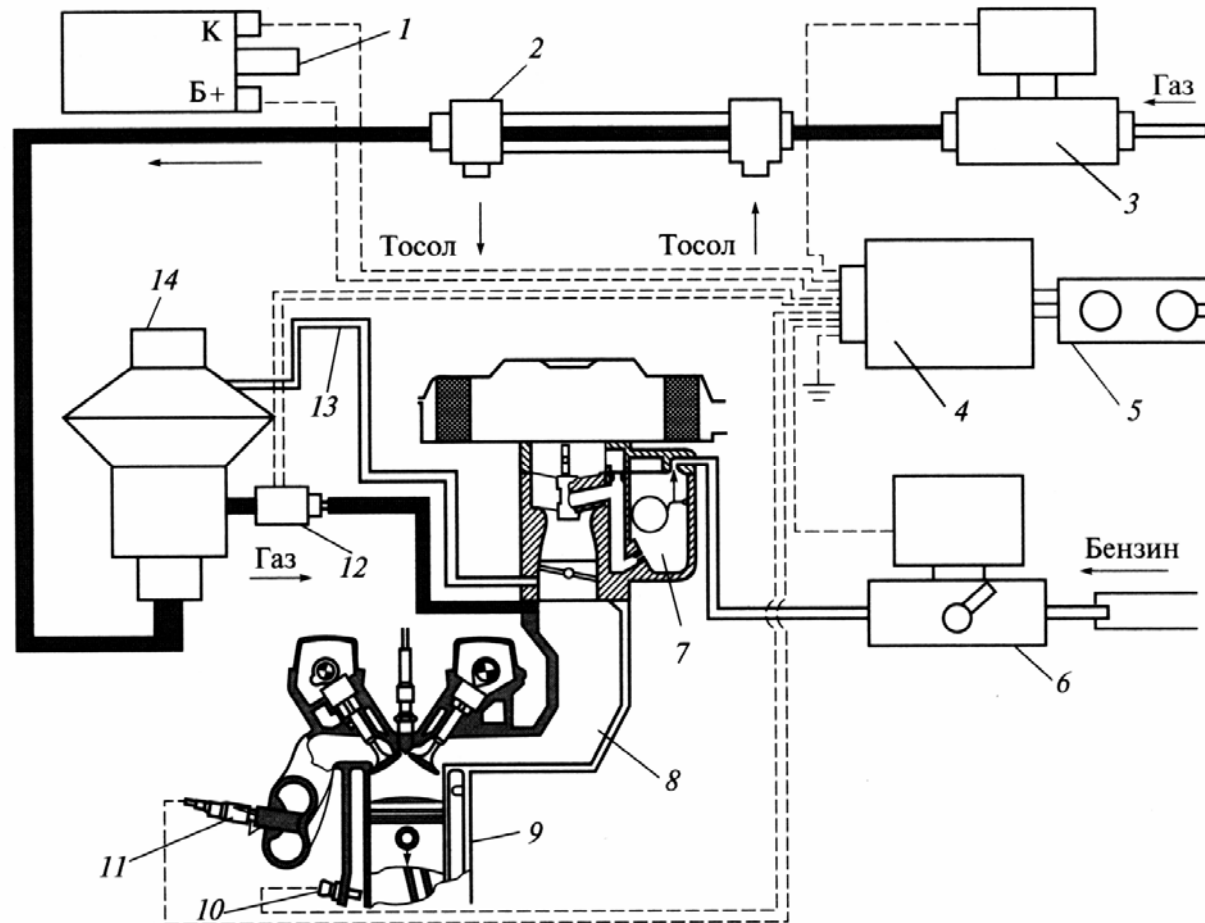


Рис. 3.43. Схема инжекторной системы дозирования газового топлива:

1 – катушка зажигания; 2 – испаритель; 3 – ЭМК газа; 4 – электронный блок управления; 5 – пульт управления; 6 – ЭМК бензина; 7 – карбюратор; 8 – впускной коллектор; 9 – двигатель; 10 – датчик температуры; 11 – λ -зонд; 12 – газовый инжектор; 13 – патрубок для отвода разрежения; 14 – дифференциальный редуктор

Газ из баллона поступает сначала в испаритель 2 и затем в дифференциальный редуктор 14.

Мембрана 17 дифференциального редуктора (рис. 3.44) выполнена из резинометаллического материала. Работой редуктора управляет разрежение из впускного коллектора двигателя, поступающее в штуцер 20. Изменения разрежения во впускном коллекторе автоматически отслеживаются дифференциальным редуктором, который, в свою очередь, корректирует подачу топлива.

Газ поступает в редуктор через штуцер 13. Давление газа регулируется за счет перемещения клапана 12 на втулке 14.

Втулка 14 находится под воздействием с одной стороны разрежения, передаваемого на мембрану 6, усилия пружины 3, с другой стороны - давления газа, которое оказывает усилие на мембрану 17.

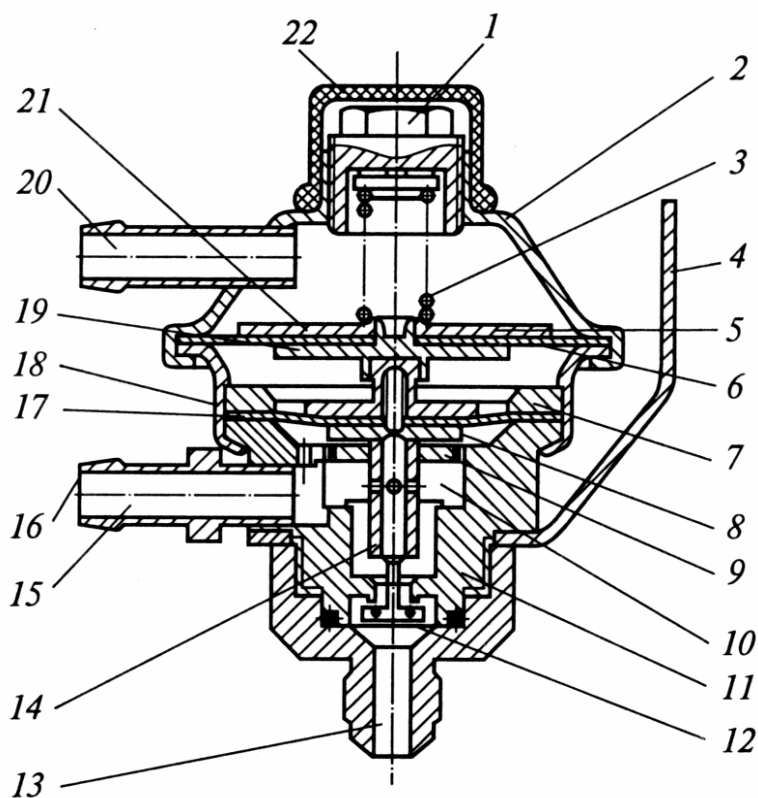


Рис. 3.44. Редуктор дифференциальный:

1 – заглушка; 2 – крышка; 3 – пружина; 4 – кронштейн; 5 – полость для создания разрежения; 6 и 17 – мембраны; 7, 9, 19 и 21 – диски; 8 – кольцо; 10 – полость низкого давления; 11 – корпус; 12 – клапан; 13 и 15 – штуцеры; 14 – втулка; 16 – отверстие для выхода газа; 18 – обечайка; 20 – штуцер для отвода разрежения; 22 – колпачок

Давление газа понижается до заданного уровня (0,1...0,2 МПа) в полости 10, после чего газ поступает к инжектору через штуцер 15.

Регулировка давления выполняется вращением заглушки 7, с которой предварительно снимают колпачок 22.

Газовый инжектор (рис. 3.45) - это быстродействующий электромагнитный клапан, который по сигналу от электронного блока открывается, и через него проходит доза топлива (газа). Открытие и закрытие клапана происходит синхронно с вращением коленчатого вала за счет воздействия магнитных сил сердечника 12 на якорь 3. Электромагнитный инжектор обеспечивает открытие отверстия для прохода топлива за 0,6 мс и закрытие за 2,0 мс и позволяет работать с частотой до 250 Гц. Подача газа из инжектора производится непосредственно во впускной коллектор, что препятствует загрязнению карбюратора, улучшает наполнение цилиндров, снижает риск «обратного хлопка» в инжекторных автомобилях.

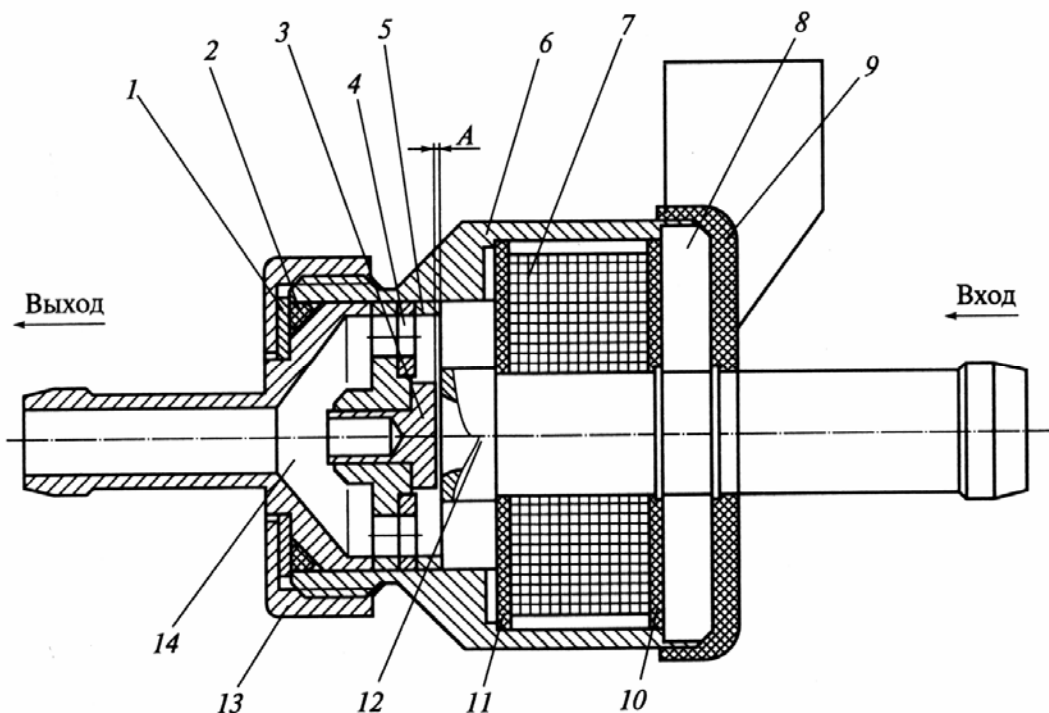


Рис. 3.45. Инжектор газовый:

1 и 8 - шайбы; 2 - кольцо уплотнительное; 3 - якорь; 4 - опора; 5 - кольцо регулировочное; 6 - корпус; 7- обмотка катушки; 9- крышка; 10 и 11 - шайбы электроизоляционные; 12 - сердечник со втулкой; 13 - гайка; 14 - штуцер

Электронный блок управляет системой таким образом, что при остановке двигателя немедленно прекращается подача газа. При включении зажигания газовый клапан кратковременно открывается, выдавая необходимую для запуска порцию газового топлива. При неработающем двигателе и включенном зажигании газовый клапан закрыт.

Электронный блок управления 4 (рис. 3.43) предназначен для обработки сигналов, поступающих с датчиков оборотов (катушки 7), температуры 10 и λ -зонда 11, и управления работой газового клапана и газового инжектора. В электронном блоке размещены электронные схемы управления инжектором, газовым 3 и бензиновым 6 клапанами.

При настройке электронного блока управления на автомобиле используется специальный тестер. Электронный блок управления устанавливается в салоне автомобиля.

Пульт управления 5 предназначен для переключения режимов «Бензин» - «Газ» и регулировки длительности открытия форсунки. На переднюю панель блока выведены ручка потенциометра «тонкой» подстройки, переключатель «Бензин» - «Газ» и обеспечен доступ к разъему тестера и потенциометрам установки времени открытия инжектора.

Испаритель 2 предназначен для подогрева газа с помощью охлаждающей жидкости двигателя и испарения жидкой фазы пропан-бутановой смеси. Его подсоединение аналогично подсоединению редуктора низкого давления.

Преимуществом газовых инжекторных систем являются их значительно меньшие габаритные размеры, хорошие топливная экономичность, динамика и экологические показатели. За этими системами - будущее.

В настоящее время отечественная промышленность (ОАО «Газомотор», «Авангард» и др.) готовит серийное производство инжекторных газовых систем, отличающихся от рассмотренной системы методами управления.

4. ОБОРУДОВАНИЕ ГАЗОДИЗЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПИТАНИЯ

4.1. Характеристика газодизельных систем питания

4.1.1. Характеристика газодизельных систем питания автомобилей КамАЗ

Таблица 4.1

Техническая характеристика автомобилей

Характеристика	КамАЗ 53208	КамАЗ 53218	КамАЗ 53219	КамАЗ 54118	КамАЗ 55118
Масса перевозимого груза, кг	7500	10000	11000	10200	10000
Масса неснаряженного автомобиля, кг	7500	8425	7475	7450	9230
Масса снаряженного автомобиля, кг.	7800	8725	7725	7750	9600
В том числе					
на переднюю ось	3400	3615	3610	3970	4100
на заднюю тележку	4400	5110	4115	3780	5500
Полная масса автомобиля, кг, не более.	15450	18875	18875	19000	19750
В том числе					
на переднюю ось	4500	4500	4500	4500	4700
на заднюю тележку	10950	14375	14375	14500	15050
Полная масса автопоезда, кг	26950	32875	33900	33900	33750
Объем газовых баллонов, м ³	100	100	80	80	80
Контрольный расход при скорости движения 60 км/ч и газодизельном процессе дизельного топлива, л/100 км:					
автомобилем	6,5	7,0	7,0	-	7,0
автопоездом	7,0	8,0	-	8,0	-
КПГ, м ³ /100 км:					
автомобилем	27	30	30	-	30
автопоездом	37	42	-	42	-
Запас хода автомобиля по контрольному расходу, км					
газодизельный цикл	300	300	300	250	250
дизельный цикл	400	400	400	400	400

Система питания двигателей с газодизельным процессом включает традиционную топливную аппаратуру и газовую систему питания. По способу воспламенения газодизель можно отнести к двигателям с принудительным воспламенением. Его рабочий процесс отличается от рабочего процесса двигателей с искровым зажиганием тем, что электрическая искра как источник зажигания рабочей смеси заменена дозой дизельного топлива. В конце такта сжатия в нагретый воздушно-газовый заряд впрыскивается небольшая (запальная) доза дизельного топлива. Запальную дозу топлива подают в цилиндр с таким расчетом, чтобы она воспламенилась раньше, чем газ, и подожгла всю массу газозооушной смеси. Оптимальная подача запальной дозы составляет 15...20 % общего расхода топлива.

Пуск газодизельного двигателя осуществляют по циклу дизеля, основная его работа происходит при минимальном расходе дизельного топлива. В газодизельный режим двигатель переводят после пуска и прогрева дизеля до температуры охлаждающей жидкости не менее 50 °С переключением клавиши на щитке приборов кабины в положение «газ». Система управления двигателем электрическая. Для этого на автомобиле установлено дополнительное газодизельное электрооборудование. В него входят кроме переключателя вида топлива система ограничения подачи газа при достижении коленчатым валом максимальной частоты вращения, когда механический регулятор частоты вращения выключает подачу запальной дозы жидкого топлива, и электроблокировка, предотвращающая одновременную подачу газа и полную подачу жидкого дизельного топлива (двойную тягу). Подробно электрооборудование рассмотрено ниже. На режимах холостого хода газодизельный двигатель работает только на дизельном топливе. На нагрузочных режимах увеличение мощности двигателя обеспечивают путем увеличения подачи газового топлива. Поджигают газозооушную смесь и в этом случае с помощью запальной дозы топлива.

Подачу запальной дозы ограничивают путем уменьшения хода рейки топливного насоса высокого давления (ТНВД). Топливный бак вместимостью 170 л размещен с левой стороны под платформой кузова. Газобаллонная система питания автомобилей

семейства КамАЗ содержит 10 (или 8) баллонов, размещенных поперек рамы автомобиля, с переходниками для подключения трубопроводов и вентилях. Горловины всех баллонов направлены в правую сторону по ходу движения автомобиля. Баллоны последовательно соединены газопроводами и разделены на две группы, каждая из которых снабжена расходным вентилях.

На газодизельных автомобилях и автопоездах устанавливаются дизели КамАЗ-7409.10 с топливной аппаратурой ЯЗДА (Ярославский завод дизельной аппаратуры) модели 335. В отличие от топливных насосов моделей 33-02 и 334, устанавливаемых на дизели, насос модели 335 на крышке регулятора частоты вращения имеет механизм, который служит для уменьшения цикловой подачи топлива в цилиндры двигателя при переходе в газодизельный режим работы. Кроме того, в этом насосе установлен трехрежимный регулятор частоты вращения коленчатого вала вместо всережимного. Трехрежимный регулятор обеспечивает нормальную работу двигателя в дизельном режиме, а также минимальную неравномерность подачи запальной дозы топлива в газодизельном режиме.

Для заполнения системы КПП на крестовине размещен дополнительный вентиль 10 (рис. 4.1). При открытии расходного вентиля 9, расположенного на распределительной крестовине, газ по газопроводу направляется в подогреватель 8 и далее в редуктор высокого давления 5. Здесь давление КПП понижается до 0,8...1,2 МПа.

Из редуктора газ по гибкому шлангу подается к электромагнитному клапану 4. На входе клапана размещен съемный войлочный фильтр, закрытый алюминиевым колпаком.

При включении электромагнитного клапана 4 газ поступает на вход двухступенчатого редуктора низкого давления 15, в котором давление на выходе дополнительно понижается до атмосферного. В дальнейшем газ из двухступенчатого редуктора 15 поступает в дозатор газа 17. Дозатор обеспечивает подачу необходимого количества газа в диффузор смесителя 18, размещенный во впускном тракте дизеля после воздушного фильтра. Газовоздушная смесь из смесителя 18 поступает во впускной трубопровод и далее в цилиндры двигателя и сжимается поршнем.

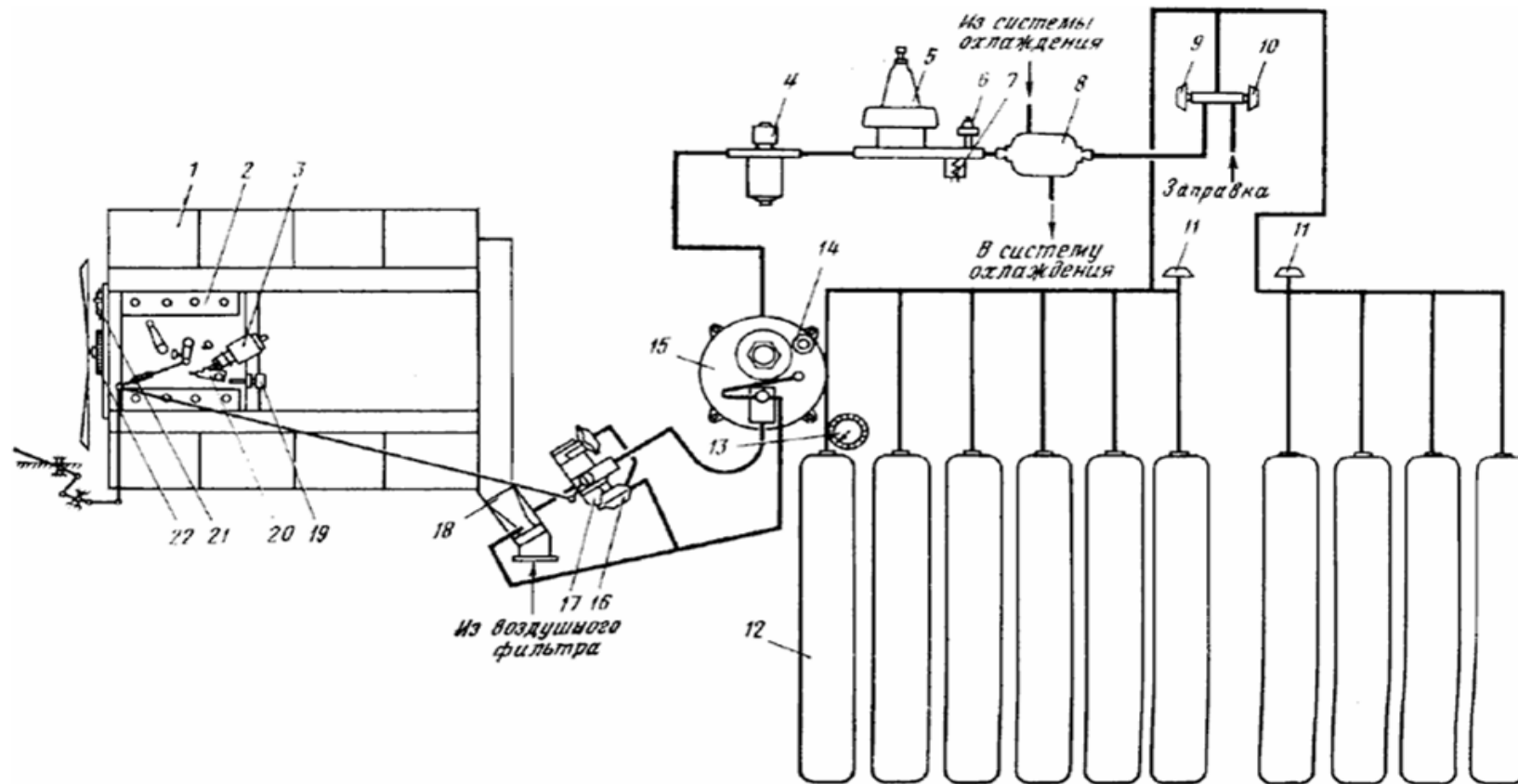


Рис. 4.1. Принципиальная схема газодизельной системы автомобилей КамАЗ:

1 - двигатель; 2 - ТНВД; 3 - ограничитель запальной дозы топлива; 4 - электромагнитный клапан с фильтром; 5 - редуктор высокого давления; 6 - сигнализатор аварийной выработки газа; 7 - предохранительный клапан; 8 - подогреватель; 9 - расходный вентиль; 10 - наполнительный вентиль; 11 - вентили; 12 - баллон; 13 - манометр; 14 - датчик давления газа; 15 - редуктор низкого давления; 16 - трехходовой электромагнитный клапан; 17 - дозатор газа; 18 - смеситель; 19 - датчик блокировки; 20 - подвижный упор; 21 - индуктивный датчик частоты вращения; 22 - зубчатый венец

Таблица 4.2

Техническая характеристика газодизельного двигателя

Модель	КамАЗ-7409.10
Номинальная мощность, кВт (л.с.)	147 (210)
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	2550
Максимальный крутящий момент, Н·м (кгс·м)	637 (65)
Частота вращения коленчатого вала при максимальном крутящем моменте, мин ⁻¹	1300...1800
Масса двигателя, кг	740
Удельный расход газового топлива, м ³ /кВт·ч: - минимальный по скоростной характеристике - при номинальной мощности и низшей объемной теплоте сгорания газа $Q_H=33800$ кДж/м ³	0,26+5% 0,28+5%
Часовой расход запальной дозы дизельного топлива при номинальной мощности, кг/ч	5,5...7,5

В конце такта сжатия в нее через серийную форсунку впрыскивается небольшое количество дизельного топлива.

Двигатель оборудован ТНВД с трехрежимным регулятором, в привод рычага управления подачей топлива которого введено гибкое звено. На крышке ТНВД установлен ограничитель запальной дозы топлива 3. Он имеет электромагнитный привод.

При переходе питания двигателя на газовое топливо ограничитель переключает ТНВД на режим подачи запальной дозы дизельного топлива для воспламенения газозоудушной смеси.

Работу газовой аппаратуры контролируют с помощью манометра низкого давления, который размещен в кабине водителя. Давление после первой ступени редуктора низкого давления должно быть 0,20...0,22 МПа. Давление в баллонах 12 контролируют с помощью манометра 13, рассчитанного на давление 25 МПа и установленного на первом баллоне газобаллонной установки. О снижении давления в газовых баллонах менее 1 МПа водителя информирует сигнализатор 6 аварийной выработки газа.

Для ограничения максимальной частоты вращения коленчатого вала предусмотрена система, ограничивающая подачу газа при достижении двигателем максимальной частоты вращения. Такая система состоит из зубчатого венца 22, электромагнитного датчика частоты вращения 21, электромагнитного реле, треххо-

дового электромагнитного клапана 16. Он соединяет полость диффузора-смесителя с диафрагменным механизмом ограничения подачи газа. Диафрагменный механизм, в свою очередь, связан с осью заслонок дозатора газа 17.

При достижении двигателем максимально допустимой частоты вращения 2600 мин^{-1} датчик частоты вращения подает сигнал в электронное реле. Оно включает трехходовой электромагнитный клапан, соединяя полость диффузора (т.е. область тракта с максимальным разряжением) с диафрагменным механизмом дозатора газа.

Под действием разряжения диафрагма прогибается и прикрывает заслонку дозатора газа. При падении оборотов двигателя датчик частоты вращения подает сигнал в реле и трехходовой электромагнитный клапан закрывается. Ось дроссельной заслонки дозатора под действием пружины в системе ее привода вновь открывается для подачи газа.

В системе питания газодизельного двигателя предусмотрена блокировка. Она исключает подачу одновременно газа и полной (неограниченной) дозы дизельного топлива. Блокировку осуществляют следующим образом (рис. 4.1). При нахождении подвижного упора 20 в положении «дизельного» режима он максимально отдален от ограничителя 3 запальной дозы топлива и не воздействует на электронажимной датчик 19 блокировки, разьедняя посредством реле электроцепь питания электромагнитного клапана 4 подачи газа. При переключении тумблера в положение, соответствующее работе двигателя в газодизельном режиме, подвижный упор перемещается ограничителем 3 запальной дозы в положение ограничения подачи жидкого топлива.

Переместившись в сторону ограничения запальной дозы, подвижный упор воздействует на датчик блокировки. Датчик замыкает цепь питания реле, управляющего включением электромагнитного клапана подачи газа. Таким образом, если топливный насос выдает полную дозу дизельного топлива (например, при внезапном выходе из строя электромагнита управления подвижным упором при работе в режиме газодизеля), газовый электромагнитный клапан закрывается, и газ автоматически отключается. Это исключает возможность разрушения двигателя из-за сум-

марной передозировки топлива, т.е. полной одновременной подачи дизельного топлива и газа.

Система защиты предусматривает также автоматический переход с газодизельного режима на дизельный в случае внезапного прекращения подачи газа (при повреждении газовой магистрали, израсходовании запаса КППГ в баллонах). Внезапное прекращение подачи газа при работе двигателя под нагрузкой может повлечь аварийную ситуацию. Для предотвращения аварийных ситуаций при работе по газодизельному циклу в системе подвода газа установлен датчик давления газа 14. При падении давления ниже 0,45 МПа датчик отключает ограничитель 3. Подача газа в этом случае прекращается. Ограничитель запальной дозы топлива переводит двигатель в режим подачи дизельного топлива. Электромагнитный клапан 4 отключается, и перекрывается подача газа.

4.1.2. Дополнительное электрооборудование газодизелей

Газодизельные автомобили имеют дополнительное электрооборудование (рис. 4.2), которое обеспечивает переключение работы двигателя с дизельного режима на газодизельный, а также ограничивает подачу газа при достижении коленчатым валом максимальной частоты вращения и защищает двигатель от одновременного включения подачи газа и полной дозы дизельного топлива.

Перевод двигателя с питания дизельным топливом на газ осуществляется включением клавишного выключателя 2 (клавиша утоплена вниз), при этом загорается контрольная лампа 1 на щитке приборов над указателем 7 давления газа и подается ток на электромагнит 14, который препятствует дальнейшему перемещению рычага управления рейкой топливного насоса высокого давления, тем самым ограничивая подачу дизельного топлива до уровня запальной дозы.

Одновременно размыкаются контакты выключателя 11 блокировки подачи газа, закрепленного на том же кронштейне, что и электромагнит 14, и через размыкающие контакты реле 4 включается электромагнитный клапан-фильтр газа, после чего газ по-

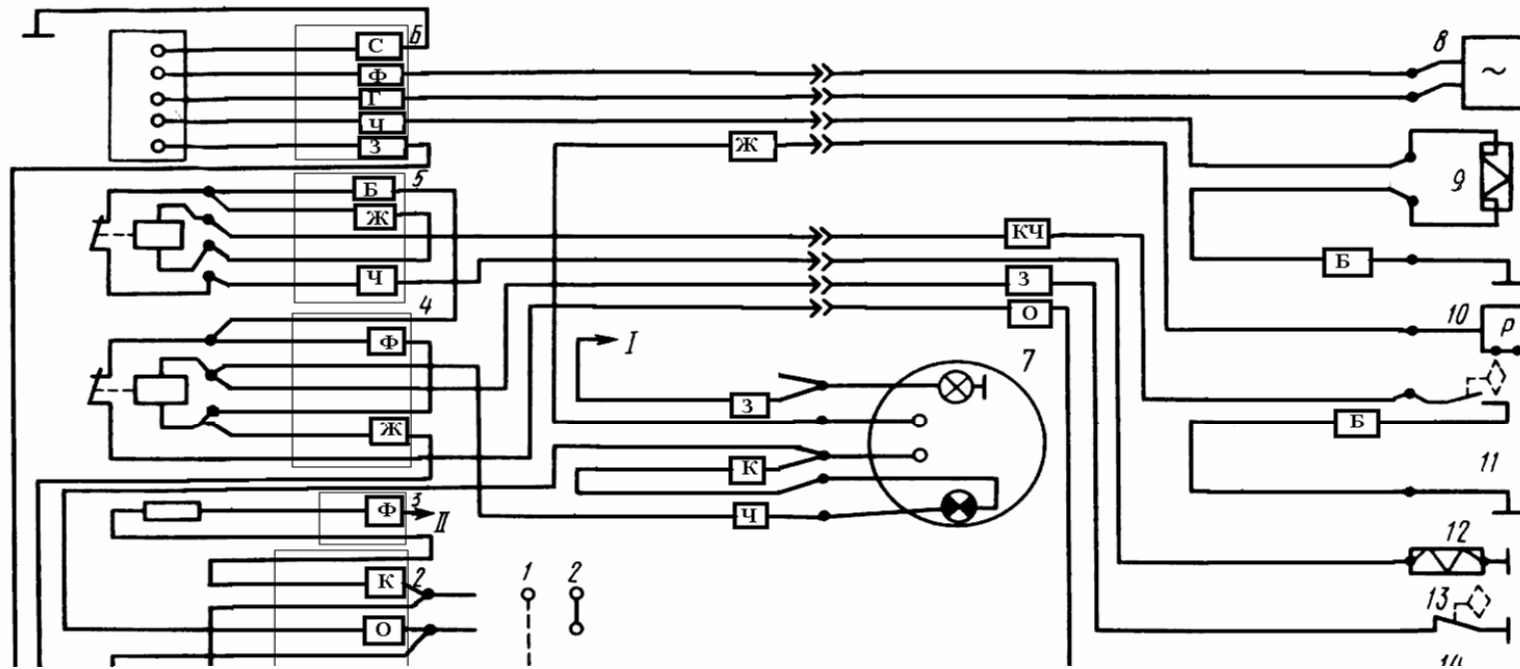


Рис. 4.2. Электрическая схема дополнительного электрооборудования газодизельных автомобилей:

1 - контрольная лампа; 2 - выключатель управления; 3 - предохранитель; 4 - реле управления электромагнитом подачи газа; 5 - реле управления электромагнитом механизма ограничения запальной дозы топлива; 6 - электронный блок управления; 7 - указатель давления газа; 8 - преобразователь частоты вращения коленчатого вала; 9 - трехходовой электропневматический клапан; 10 - преобразователь давления газа; 11 - выключатель блокировки подачи газа; 12 - электромагнит подачи газа; 13 - выключатель аварийного падения давления газа; 14 - электромагнит механизма ограничения запальной дозы топлива; I - к указателю давления масла; II - к выводу амперметра

ступает в редуктор низкого давления. При этом указатель 7 показывает давление газа в первой ступени редуктора низкого давления. В дальнейшем, пройдя через дозатор и смеситель, газ попадает в цилиндры, и двигатель начинает работать в газодизельном режиме.

Система ограничения подачи газа при достижении коленчатым валом максимальной частоты вращения, когда механический регулятор топливного насоса высокого давления выключает подачу запальной дозы дизельного топлива, состоит из зубчатого диска-сигнализатора, индукционного преобразователя, электронного блока управления, электропневматического клапана, соединенного с диффузором смесителя и вакуумным ограничителем подачи газа, и выключателя блокировки подачи газа.

При достижении максимально допустимой частоты вращения (2550 мин^{-1}) преобразователь 8 подает сигнал в электронный блок управления 6, который включает электропневматический клапан 9. При этом клапан соединяет полость максимального разрежения в диффузоре смесителя газа с вакуумным ограничителем дозатора, который под действием разрежения прикрывает заслонку дозатора газа синхронно с отключением дизельного топлива. При снижении частоты вращения электропневматический клапан закрывается и дроссельная заслонка дозатора газа за счет усилия пружины вакуумного ограничителя опять приоткрывается, освобождая проход газу. В этом случае предотвращаются взрывы газа в глушителе системы выпуска отработавших газов.

Для предотвращения одновременной подачи газа и полной дозы дизельного топлива, например, при внезапном выходе из строя электромагнита управления подвижным упором рычага регулятора ТНВД, предусмотрена электроблокировка, выключающая подачу газа, в результате чего двигатель начинает работать в дизельном режиме. Аналогичная блокировка предусмотрена для автоматического перевода двигателя на дизельный режим при падении давления газа в магистрали (обрыв трубопроводов и т.д.).

На электрической схеме на линии соединения обозначен цвет проводов буквами: Б - белый, Г - голубой, Ж - желтый, З - зеленый, К - красный, КЧ - коричневый, О - оранжевый, Р - розовый, С - серый, Ф - фиолетовый, Ч - черный.

4.1.3. Дозатор и смеситель газа автомобиля КамАЗ

Дозатор выполнен в одном блоке со смесителем, что облегчает его монтаж. Крепится к корпусу смесителя двумя шпильками. Дозатор предназначен для регулирования подачи в смеситель необходимого количества газа в различных режимах работы двигателя. Дозирующее устройство в виде дроссельной заслонки 6 (рис. 4.3), установленной на впускном канале корпуса 8 и закрепленной на валике 7. Управление заслонкой осуществляется педалью акселератора из кабины через систему тяг, рычагов и валик 4. При открытии заслонки на больший угол увеличивается поток газа, проходящего через диффузор смесителя. При закрытии заслонки подача газа прекращается.

При достижении максимальной частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу двигателя, работающего в газодизельном режиме, выключается подача запальной дозы жидкого топлива. Для выключения подачи газа в этот момент предназначен вакуумный ограничитель, объединенный с дозатором в одном корпусе. Ограничитель позволяет управлять положением дроссельной заслонки независимо от положения рычага 3 привода заслонки, например поворачивать ее в сторону закрытия при достижении двигателем максимально допустимой частоты вращения (2550 мин^{-1}).

Вакуумный ограничитель работает совместно с трехходовым электромагнитным клапаном и индуктивным датчиком частоты вращения коленчатого вала двигателя. Если частота вращения коленчатого вала двигателя не превышает допустимого значения, электромагнитный клапан сообщает полость над диафрагмой с атмосферой. При этом диафрагма под действием пружины 9 прогибается вниз и шток мембраны не препятствует повороту валика 7 в сторону открытия заслонки рычагом 3.

При превышении максимально допустимой частоты вращения коленчатого вала индукционный датчик через электронный блок управления включает электромагнитный клапан. При этом клапан разобщает полость над диафрагмой с атмосферой и сообщает ей разрежение диффузора. Вследствие этого диафрагма 2 выгибается вверх и через шток и валик 7 прикрывает дроссель-

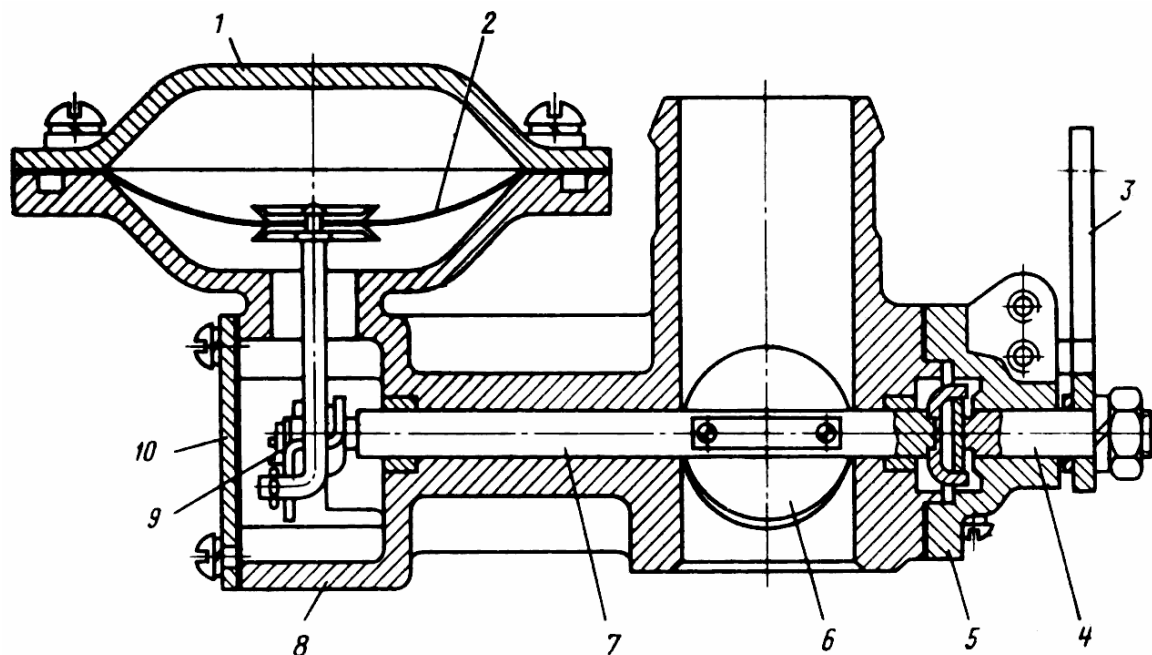


Рис. 4.3. Дозатор газа газодизельных автомобилей семейства КамАЗ:
 1 - крышка ограничителя оборотов; 2 - диафрагма ограничителя оборотов;
 3 - рычаг привода дроссельной заслонки; 4 - валик ведущий; 5 - крышка
 корпуса дозатора; 6 - заслонка дроссельная; 7 - валик ведомый; 8 - корпус
 дозатора газа; 9 - пружина ограничителя оборотов; 10 - крышка корпуса
 дозатора

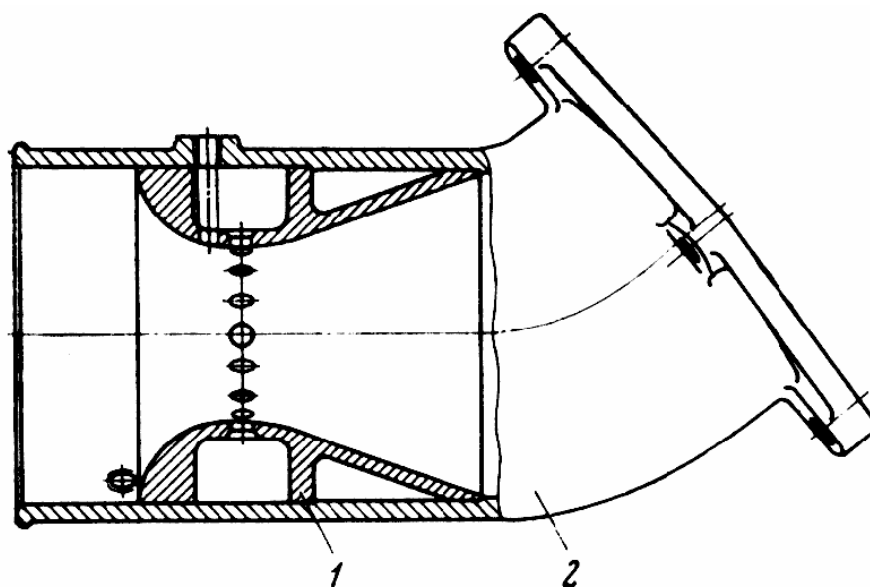


Рис. 4.4. Газовый смеситель газодизельных автомобилей:
 1 - диффузор; 2 - насадок

ную заслонку 6, преодолевая усилие пружины 9. Поступление газа в смеситель прекращается.

Смеситель (рис. 4.4) предназначен для приготовления газозвоздушной смеси, регулирования подачи газа и в конечном счете получения заданной частоты вращения коленчатого вала. Смеситель представляет собой цилиндр с вставленным в него диффузором типа сопла «Вентури». Внутри диффузор имеет кольцевой коллектор подвода газа через радиальные отверстия.

4.1.4. Подогреватель газа

В газобаллонной установке при работе двигателя в газодизельном режиме происходит снижение давления газа от 20 МПа до атмосферного, что сопровождается его охлаждением. Это, в свою очередь, может вызвать образование пробок из содержащихся в газе влаги и углекислоты. Для предотвращения этого явления перед редуцированием применяют подогрев газа, осуществляемый за счет теплоты жидкости системы охлаждения.

Подогреватель КПП устанавливают на правом лонжероне рамы (рис. 4.5). Он состоит из корпуса 3, теплообменника 4, патрубков 7 и 8, штуцеров 1 и 6. Входной 7 и выходной 8 патрубки соединены с системой охлаждения двигателя. При циркуляции жидкости в корпусе подогревателя КПП подогревается. Жидкость из системы охлаждения отбирается из левой водяной трубы и сливается в коробку термостатов.

4.1.5. Топливный насос высокого давления автомобиля КамАЗ

На газодизельных автомобилях и автопоездах устанавливают дизели КамАЗ-7409.10 с топливной аппаратурой ЯЗДА (Ярославский завод дизельной аппаратуры) модели 335, снабженной трехрежимным регулятором частоты вращения коленчатого вала. Как видно из рис. 4.6, устройство привода трехрежимного регулятора, включая демпфер, ведущую и промежуточную шестерни,

державки грузов и грузы, такое же, как у всережимного регулятора.

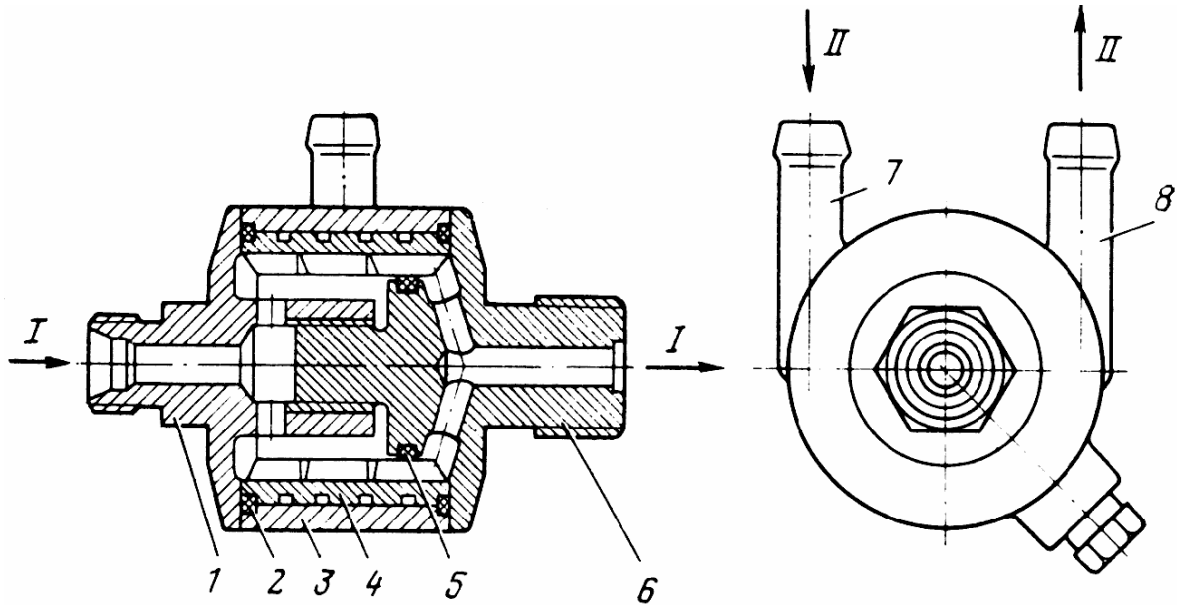


Рис. 4.5. Подогреватель газа газодизельных автомобилей КамАЗ: I и II - направления движения газа и воды; 1 - штуцер входной; 2, 5 - кольца уплотнительные; 3 - корпус нагревателя; 4 - элемент теплообменный; 6 - штуцер выходной; 7 - патрубок подвода охлаждающей жидкости; 8 - патрубок слива охлаждающей жидкости в коробку термостата

Конструктивные отличия заключаются в устройстве внутренних рычагов 28 и 46 и наличии пружинного элемента, кроме того, видоизменена стартовая пружина 31, и вместо рычага пружины (устанавливаемого на всережимном регуляторе) на оси 23 установлен поводок 22 в виде вилки, связанный валом 21 с наружным рычагом управления регулятором. Вилка поводка 22 взаимодействует с буртом 33 стакана 34.

Рычаг 28 рейки пальцем 19 связан с рычагом 46 муфты грузов и штифтом 48 с рейкой 25 топливного насоса. Между рычагом 46 муфты и рычагом 28 рейки расположен обратный корректор, а к рычагу рейки посредством пальца 27 шарнирно прикреплен шток 26 прямого корректора. В рычаг рейки запрессован штифт 29, на который действует рычаг 20 останова, перемещающий рычаги и связанную с ними рейку ТНВД в сторону выключения подачи топлива в момент остановки двигателя.

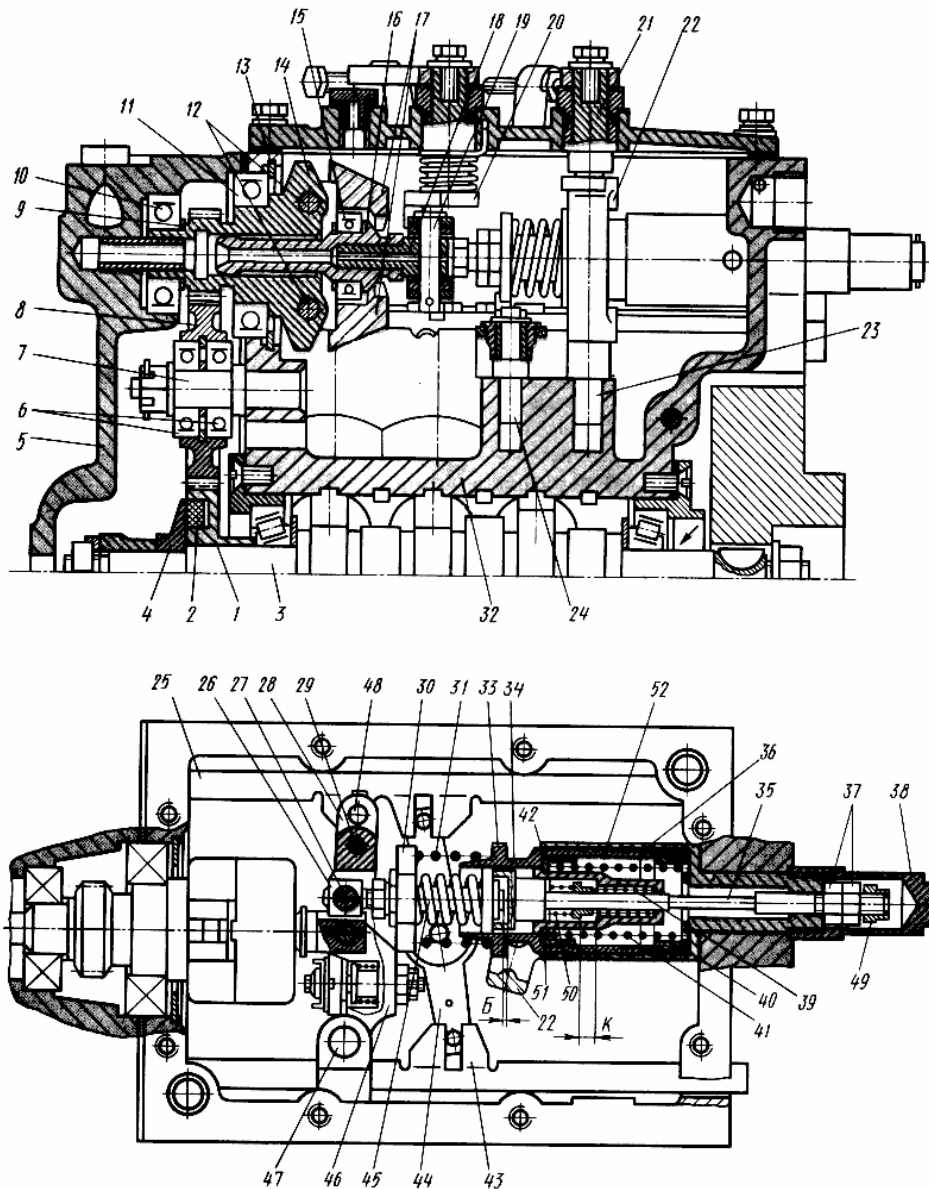


Рис. 4.6. Трехрежимный регулятор частоты вращения:

1 - кулачковый вал; 2 - ведущая шестерня; 3 - резиновые сухари; 4 - фланец ведущей шестерни; 5 - задняя крышка; 6, 10, 11 - шариковые подшипники; 7, 12, 23, 24, 47 - оси; 8 - промежуточная шестерня; 9 - регулировочные шайбы; 13 - стопорное кольцо; 14 - державка грузов; 15 - упорный подшипник; 16 - муфта грузов; 17 - грузы; 18 - упорная пята; 19, 27 - пальцы; 20 - рычаг останова; 21 - вал рычага управления; 22 - поводок; 25, 43 - рейки насоса; 26 - шток прямого корректора; 28 - рычаг рейки; 29, 48 - штифты; 30 - гайка корректора; 31 - стартовая пружина; 32 - корпус топливного насоса; 33 - кольцевой бурт стакана; 34 - стакан; 35 - шток; 36 - ступенчатая гильза; 37 - гайка номинальной подачи; 38 - колпачок; 39 - малая пружина холостого хода; 40 - гайка; 41 - главная пружина; 42 - тарелка; 44 - промежуточный рычаг реек; 45 - пружина прямого корректора; 46 - рычаг муфты грузов; 49 - гайка ограничительная; 50 - промежуточная пружина; 51, 52 - втулки

Рычаг 28 рейки через прямой корректор и шток 35 связан с пружинным элементом, который установлен в ступенчатую гильзу 36, запрессованную в корпус ТНВД. Стакан 34 служит направляющей штока 35 корректора, имеющего упорные бурты и резьбовую часть для навинчивания двух гаек 37 номинальной подачи и ограничительной гайки 49.

После регулировки положения гаек 37 их контрят, заворачивают гайку 49 и все закрывают колпачком 38, который наворачивают на резьбовую часть гильзы 36 и пломбируют.

Пружинный элемент состоит из стакана 34, который имеет с одной стороны кольцевой бурт 33, а с другой - резьбу для вворачивания гайки 40. Внутри стакана соосно размещены три пружины. Малая пружина 39 регулирует частоту вращения коленчатого вала в зоне малых частот вращения. Главная пружина 41 регулятора предназначена для регулирования частоты вращения в зоне частот вращения, близких к максимальным. Промежуточная пружина 50 работает в зоне средних частот и служит для формирования запальной дозы топлива.

Малая пружина 39 (холостого хода) установлена на штоке 35 между втулками 51 и 53 без предварительного сжатия. Главная пружина 41 регулятора крепится с предварительным сжатием 230...240 Н между гайкой 40 и тарелкой 42, которая упирается в бурт стакана 34.

Промежуточная пружина 50 установлена на штоке 35 между шайбами у торца штока и втулкой 52 без предварительного сжатия. Стартовая пружина 31 расположена между гайкой 30 корректора и кольцевым буртом 33 стакана 34.

Регулятор имеет прямой и обратный корректоры. Прямой корректор предназначен для увеличения подачи топлива при снижении частоты вращения коленчатого вала, т.е. для увеличения коэффициента приспособляемости.

Узел прямого корректора состоит из штока 10 (рис. 4.7) корректора, шарнира, закрепленного пальцем 9 на рычаге рейки 11. На резьбовой конец штока 18 корректора навинчена втулка 17, законтренная гайкой 12. На втулке 17 штока корректора установлены упорная тарелка 16, пружина 15 прямого корректора, гайки 13 и 14.

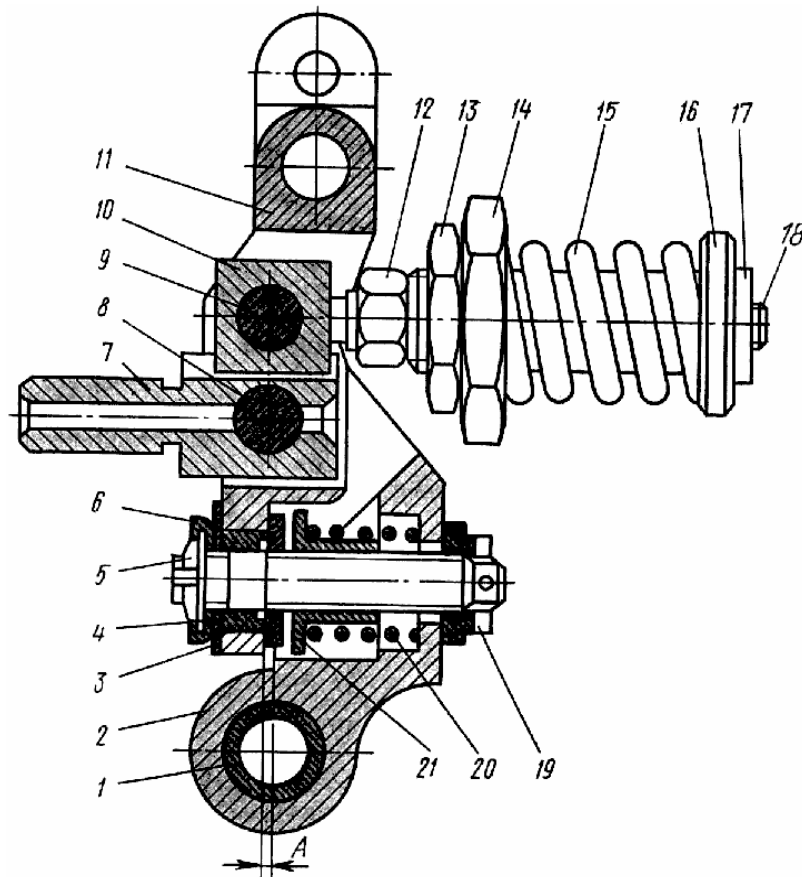


Рис. 4.7. Рычаги трехрежимного регулятора с корректорами:

1 - втулка; 2 - рычаг муфты грузов; 3, 6 - специальные стопорные шайбы; 4 - толкатель; 5 - шток обратного корректора; 7 - упорная пятя; 8, 9 - пальцы; 10 - шток прямого корректора; 11 - рычаг рейки; 12, 13, 14 - гайки; 15 - пружина прямого корректора; 16 - упорная тарелка; 17 - втулка; 18 - шток корректора; 19 - корончатая гайка; 20 - пружина обратного корректора; 21 - специальная гайка

Обратный корректор предназначен для уменьшения подачи топлива при снижении частоты вращения коленчатого вала двигателя в зоне малых частот вращения. Устройство обратного корректора аналогично тому, который устанавливается на всережимном регуляторе.

На различных режимах работы двигателя регулятор действует следующим образом. Для пуска двигателя рычаг управления и вместе с ним поводок 22 (рис. 4.6) поворачивают против часовой стрелки. Стакан 34 перемещается влево до упора тарелки 42 в борт штока 35 и сжимает пружину 39 холостого хода. Усилие предварительного сжатия пружины 45 прямого корректора превышает усилие стартовой пружины 31, рычаг 28 вместе рычагом

46 и муфтой 16 отходит до упора в державку 14, а рейка 25 перемещается по направлению знака «+» в пусковое положение. В этом положении рейка находится до достижения частоты вращения $560...660 \text{ мин}^{-1}$.

При дальнейшем возрастании частоты вращения коленчатого вала до 800 мин^{-1} рейка перемещается по направлению знака «-». Муфта 16 с рычагами 28, 46 и штоком 26 смещается вправо, сжимая стартовую пружину 31 до тех пор, пока упорная тарелка 16 (рис. 4.7) не вступит в контакт с поверхностью головки штока 35 (рис. 4.6). Между торцом штока 26 прямого корректора и торцом головки штока 35 имеется зазор. Такое положение рейки сохраняется до достижения частоты вращения 1000 мин^{-1} .

Усилие пружины 20 (рис. 4.7) выбирается так, чтобы при увеличении частоты вращения свыше 1100 мин^{-1} она сжималась до достижения частоты вращения 1700 мин^{-1} , а пружина 45 (рис. 4.6) из-за большего усилия затяжки удерживала шток 26. При этом муфта 16 перемещается вправо. Рычаг 46 поворачивается по часовой стрелке вокруг оси 47, а рычаг 28 совершает сложное движение. Поворачиваясь вместе с рычагом 46 по часовой стрелке вокруг оси 47, он одновременно сжимает пружину 20 обратного корректора (рис. 4.7). Выбирая зазор А, рычаг 11 рейки поворачивается вокруг пальца 9 (рис. 4.6) и смещает рейку в направлении знака «+».

Предварительная затяжка пружины 15 выбирается так, чтобы центробежная сила грузов преодолевала ее при частоте вращения 1600 мин^{-1} . При частоте вращения коленчатого вала свыше 1800 мин^{-1} сжимается пружина 45 (рис. 4.6), а шток корректора 26 сдвигается вправо до достижения частоты вращения 2200 мин^{-1} . Муфта 16 и рычаги 28 и 46, составляющие жесткую конструкцию при сжатом обратном корректоре, перемещаются вправо, смещая рейку в направлении знака «-» и уменьшая тем самым подачу топлива. Таким образом, зазор В между штоком 26 корректора и торцом головки штока 35 регулятора исчезает при частоте вращения коленчатого вала 2200 мин^{-1} , а рейки ТНВД занимают положение, соответствующее минимальной подаче топлива, которая регулируется гайками 37 на штоке 35. В этом положении рейки будут находиться до тех пор, пока центробежная сила грузов

не сможет преодолеть усилие, создаваемое пружиной 41 при частоте вращения коленчатого вала 2700...2740 мин⁻¹.

При дальнейшем увеличении частоты вращения сила грузов через рычаги 28 и 46, шток 26 корректора и шток 35, а также через тарелку 42 будет сжимать пружину 41 до тех пор, пока рейки не займут положение, которое соответствует максимальной частоте вращения холостого хода. Если частоту вращения коленчатого вала увеличивать и дальше, то грузы регулятора ТНВД разовьют такую центробежную силу, что установят рейки в положение выключенной подачи. При этом двигатель не работает. Такой режим прокрутки имеет место, например, при движении автомобиля на спуске.

При переводе работы двигателя в газодизельный режим перемещение наружного рычага управления регулятором ограничивается механическим упором до положения, в котором обеспечивается подача топлива насосом, не превышающая запальную дозу.

В положении (рис. 4.6), соответствующем холостому ходу двигателя, трехрежимный регулятор автоматически поддерживает минимальную частоту вращения двигателя. Когда наружный рычаг управления регулятором достигнет упора, гильза 36 переместится влево, зазор К уменьшится. С повышением частоты вращения увеличивается центробежная сила грузов, под действием которой шток 35 переместится вправо, сжимая пружину 39 холостого хода. Когда рейки займут положение, соответствующее частоте вращения коленчатого вала 1200 мин⁻¹, зазор К исчезнет. Начнет сжиматься промежуточная пружина 50, ход которой подобран так, чтобы она сжималась только до достижения частоты вращения 2560 мин⁻¹. Когда частота вращения достигнет этого значения, шток 35 упрется в тарелку 42 корпуса корректора. При этом начнет сжиматься главная пружина 41 регулятора и подача запальной дозы топлива выключится.

4.1.6. Привод управления регулятора и дозатора газа

Привод управления регулятора и дозатора газа включает в себя систему рычагов и тяг, приводимых в движение от педали

через вал 1 (рис. 4.8). Особенностью привода является телескопическая тяга 3, которая обеспечивает передвижение педали подачи топлива за счет сжатия пружины тяги (после ограничения хода рычага регулятора упором), тем самым изменяя положение дроссельной заслонки дозатора газа. В дизельном режиме тяга не оказывает амортизирующего действия и работает как жесткий элемент, так как ее пружина является более жесткой, чем пружина рычага регулятора.

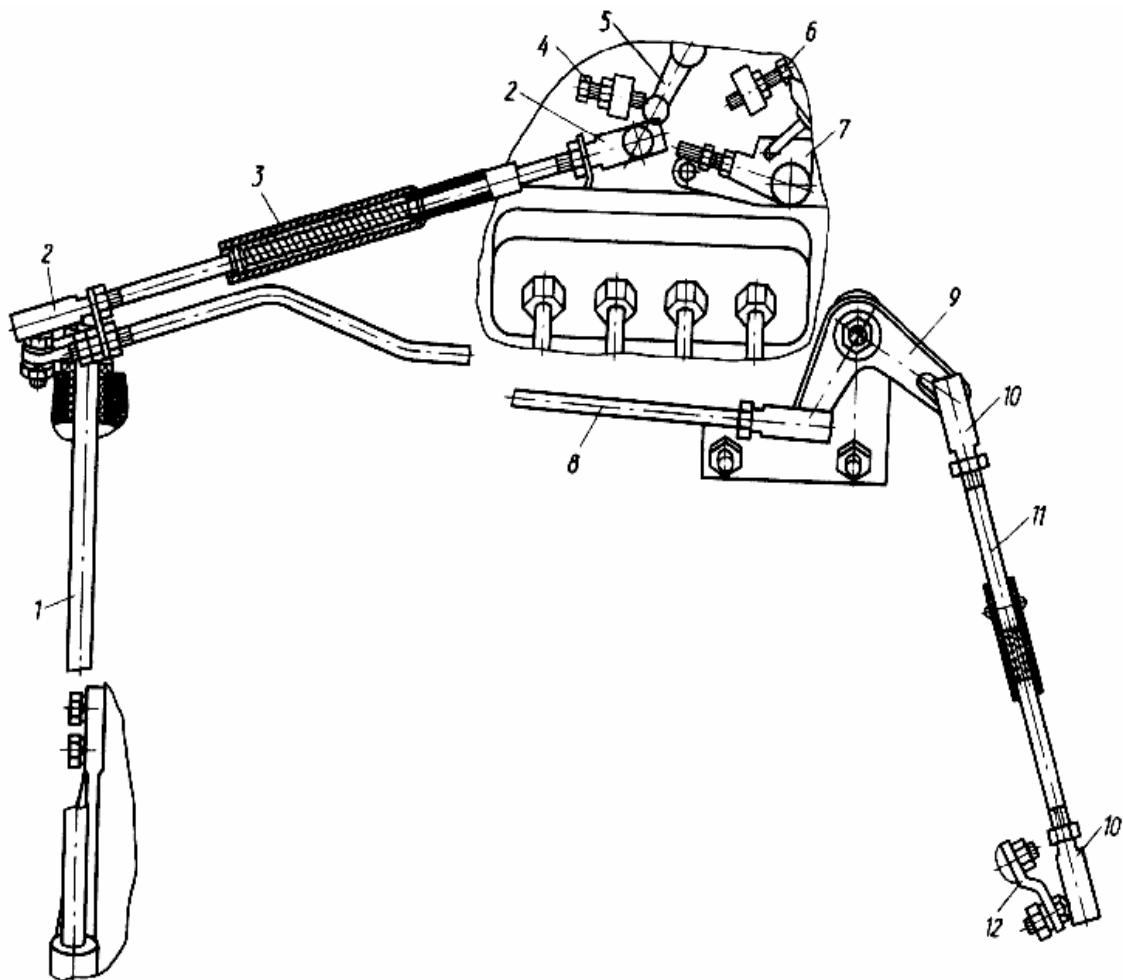


Рис. 4.8. привод управления регулятора и дозатора газа:

1 - вал привода; 2 - наконечник тяги; 3 - тяга; 4 - болт ограничения минимальной частоты вращения коленчатого вала; 5 - рычаг; 6 - болт ограничения максимальной частоты вращения коленчатого вала; 7 - упор; 8 - тяга дозатора; 9 - коромысло; 10 - наконечник тяги; 11 - тяга; 12 - рычаг заслонки дозатора газа

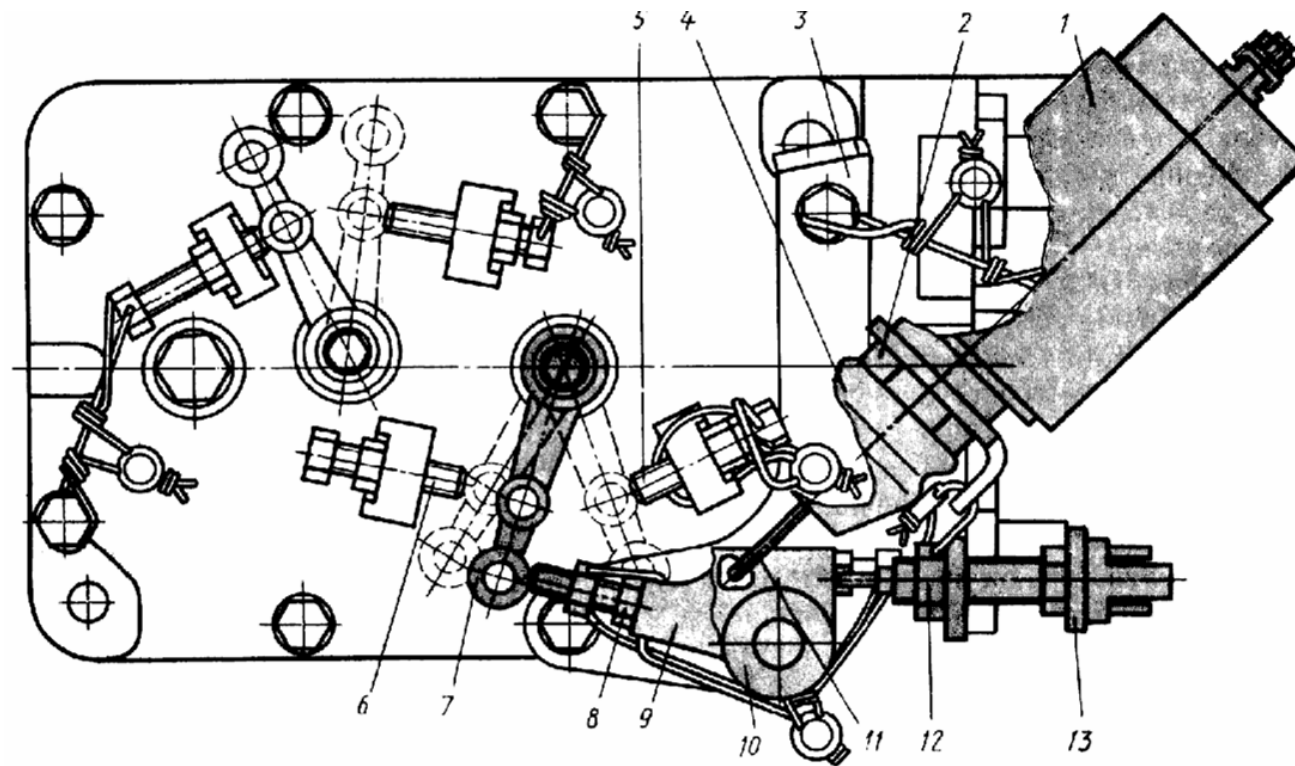


Рис. 4.9. Механизм дистанционной установки запальной дозы топлива:

1 - электромагнит; 2 - гайка; 3 - кронштейн; 4 - кожух; 5 - винт ограничения максимальной частоты вращения; 6 - винт ограничения минимальной частоты вращения; 7 - рычаг управления; 8 - регулировочный винт; 9 - упор; 10 - колпачок упора; 11 - тяга; 12 - гайка; 13 - концевой выключатель

На верхней крышке регулятора частоты вращения расположен механизм установки запальной дозы топлива. С помощью этого механизма при работе в газодизельном режиме ограничивается перемещение рычага управления 7 (рис. 4.9).

Механизм состоит из кронштейна 3, который неподвижно закреплен на верхней крышке регулятора частоты вращения, подвижного упора 9 с регулировочным винтом 8, установленного на запрессованной в кронштейн оси, концевого выключателя 13, электромагнита 1 и тяги 11, связывающей сердечник электромагнита 1 с подвижным упором 9. Электромагнит 1 и концевой выключатель 13 закреплены неподвижно на кронштейне 3.

При работе в дизельном режиме электромагнит 1 отключен, упор 9 занимает нерабочее положение, концевой выключатель 13 разомкнут (газ в смеситель не подается). Рычаг управления 7 может перемещаться от винта 6 минимальной до винта 5 максимальной частоты вращения.

При работе в газодизельном режиме на электромагнит 1 подается питание и он перемещает упор 9 в рабочее положение. При этом срабатывает концевой выключатель 13, подающий сигнал о том, что упор 9 установлен в рабочее положение и можно подавать газ в смеситель.

Перед тем как перейти на газодизельный режим, необходимо установить минимальную частоту вращения холостого хода, т.е. переместить рычаг управления 7 до упора в винт 6 минимальной частоты вращения. После того как упор 9 примет рабочее положение, рычаг управления 7 может перемещаться от винта 6 минимальной частоты вращения до регулировочного винта 8 подвижного упора 9. При дальнейшем перемещении педали рычага управления 7 остается неподвижным (сжимается пружина в телескопической тяге, связывающей педаль акселератора с рычагом управления 7 и газовой заслонкой).

При внезапном выходе из строя электромагнитного управления подвижным упором рычага регулятора насоса выключатель 13 отключает электроцепь подачи газа.

4.2. Характеристика газодизельной системы питания трактора МТЗ-80/82

4.2.1. Система дозирования и регулирования подачи природного газа в цилиндры дизеля Д-240 трактора МТЗ-80/82

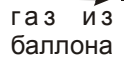
Газодизели работают одновременно на двух видах топлива: газообразном и жидком. Для этого они обладают двумя топливными системами: обычной дизельной и газовой. В цилиндры газодизеля подается газозоудшная смесь, которая воспламеняется от запальной дозы дизельного топлива, впрыскиваемого через штатную форсунку, как в обычном дизеле. Но газодизель может работать и, как дизель, на одном дизельном топливе.

Для обеспечения работы тракторного дизеля по газодизельному процессу при взаимной конвертации одним из главных условий является обеспечение работы газодизеля по всережимной характеристике. Вторым необходимым условием является возможность быстрого перевода работы дизеля с одного вида топлива на другой и обратно. Исходя из этих условий система регулирования газодизеля должна базироваться на существующей штатной топливной аппаратуре с соответствующей модернизацией для регулирования газодизеля.

Отметим две особенности газодизеля Д-240. Первая: газозоудшная смесь образуется в смесителе-дозаторе с диффузором, установленном на впускном трубопроводе двигателя, и поступает в цилиндры газодизеля под действием разряжения во впускном коллекторе.

Вторая: для газодизеля Д-240 разработан специальный всережимный регулятор частоты вращения. Этот регулятор обеспечивает всережимное регулирование частоты вращения коленчатого вала при работе как по дизельному, так и по газодизельному циклам.

Система регулирования газодизеля Д-240 с насосом типа УТНМ представлена на рис. 4.10. Данная система позволяет легко переводить дизель с одного вида топлива на другой, четко фиксировать рейку топливного насоса на запальной дозе ДТ, обеспечивать работу газодизеля по всережимной характеристике.



1 - регулятор топливного насоса; 2 – рычаг управления; 3 – грузы регулятора; 4 – основной рычаг регулятора; 5 – тяга рейки; 6 – пружина; 7 и 9 – штифты; 8 – рейка топливного насоса; 10 – двуплечий рычаг; 11 – тяга; 12 – рычаг газовой заслонки; 13 – пружина газовой заслонки; 14 – газовая заслонка; 15 – патрубок для подачи газа; 16 – газовый смеситель; 17 – электромагнитный клапан фиксации рейки насоса; 18 - электромагнитный клапан подачи газа; 19 – электрический проводник

Система регулирования газодизеля (рис. 4.10) содержит все-режимный регулятор 1, рычаг управления 2, который соединен с педалью управления. Набор грузов 3 регулятора 1 сообщает основному рычагу регулятора 4 движение в зависимости от режимов работы газодизеля. Штифт 7 жестко закреплен на основном рычаге регулятора 4 и связан с тягой рейки 5 топливного насоса посредством пружины 6, которая обеспечивает движение рейки 8 на увеличение подачи топлива. Электромагнитный клапан 17 фиксации рычага 5 рейки насоса 8 заблокирован с клапаном 18 посредством электрического проводника 19. Двуплечий рычаг 10 прижат к штифту 9 под действием пружины 13, установленной на оси газовой заслонки 14 посредством рычага 12 и тяги 11. Двуплечий рычаг 10 и газовая заслонка 14 соединена со смесителем 16. Рычаг 12 газовой заслонки через тягу 11 и двуплечий рычаг 10 и штифт 9 воздействует на основной рычаг регулятора 4.

Система регулирования работает следующим образом. Воздействие на педаль управления вызывает перемещение рычага управления регулятором (рис. 4.10) 2 и задает скоростной режим работе регулятора 1. Набор грузов 3, расходясь или сходясь (в зависимости от режима работы двигателя), вызывает перемещение основного рычага регулятора 4. При работе по дизельному процессу для уменьшения подачи топлива рычаг 4 все-режимного регулятора 1 перемещается вправо и штифтом 7, перемещающимся в прорези тяги рейки 5, отводит рейку 8 вправо на уменьшение подачи топлива.

При увеличении подачи топлива рычаг 4 регулятора 1 перемещается влево и посредством пружины 6, упирающейся одним концом в основной рычаг регулятора 4, а другим в тягу рейки 5, перемещает рейку топливного насоса влево на увеличение подачи топлива.

При работе по газодизельному процессу тяга рейки 5 фиксируется электромагнитным клапаном 17. В тоже время заблокированный с ним электромагнитный клапан 18 открывает подачу газа. Для увеличения подачи газа основной рычаг 4 регулятора перемещается влево и воздействует посредством штифта 9 на двуплечий рычаг 10, который через тягу управления 11 и рычаг 12 открывает газовую заслонку 14, увеличивая частоту вращения коленчатого вала газодизеля. При уменьшении подачи газа ос-

новой рычаг 4 регулятора 1 перемещается вправо, а заслонка 14 под действием пружины 13 закрывается, уменьшая частоту вращения коленчатого вала газодизеля.

Применение указанной системы регулирования позволяет обеспечить работу и дизеля, и газодизеля по всережимной характеристике, то есть автоматически изменять подачу топлива или газа в зависимости от скоростного и нагрузочного режима работы дизеля.

4.2.2. Макетный образец трактора МТЗ-80/82, работающий по газодизельному процессу

Трактор предназначен для работы на сжатом природном газе – метане - в помещениях с ограниченным воздухообменом (теплицах, складах). Система питания на сжатом природном газе позволяет замещать до 80 % дизельного топлива. Запуск дизеля производится на дизельном топливе, а затем включается подача сжатого газа и работа трактора осуществляется путем регулирования подачи газа по всережимной характеристике. Запальная доза дизельного топлива остается постоянной. Перевод работы дизеля на газ и обратно осуществляется переключением электромагнитных клапанов фиксации запальной дозы дизельного топлива и подачи газа одним сблокированным тумблером. Система питания на газе основана на отечественной газобаллонной аппаратуре.

Система питания может быть использована как на новых тракторах, так и на тракторах, находящихся в эксплуатации. Модернизация системы питания не требует дорогостоящего оборудования и значительных конструктивных изменений и может быть осуществлена в условиях специализированных мастерских хозяйств и РТП.

Емкость газовых баллонов - 200 литров, обеспечивается установкой четырех баллонов из легированной стали. Краткая техническая характеристика трактора МТЗ-80 с системой питания, модернизированной для работы на сжатом природном газе, и газобаллонное оборудование, установленное на тракторе, представлены в табл. 4.3.



Рис. 4.11. Общий вид трактора МТЗ-80 с системой питания, модернизированной для работы на сжатом природном газе



Рис. 4.12. Вид на универсальный газовый смеситель-дозатор с тягой привода газовой заслонки трактора МТЗ-80

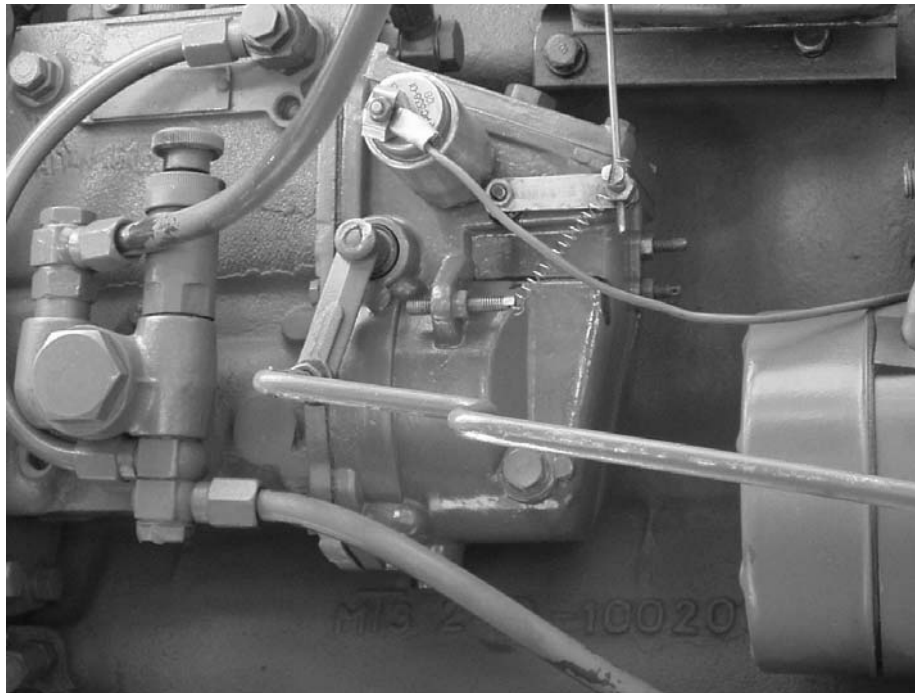


Рис. 4.13. Топливный насос высокого давления 4УТНМ, переоборудованный для регулирования подачи природного газа



Рис. 4.14. Общий вид системы регулирования газодизельной модификации трактора МТЗ-80/82

Таблица 4.3

Техническая характеристика трактора МТЗ-80

Показатель	Величина
1. Рабочий объем двигателя, л	4,75
2. Степень сжатия (расчетная)	16
3. Число цилиндров	4
4. Тип камеры сгорания	камера сгорания в поршне типа ЦНИДИ
5. Тип системы охлаждения	жидкостная
6. Номинальная мощность, кВт	55,7
7. Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	2200
8. Расход топлива на номинальном режиме: - природного газа, кг/ч - дизельного топлива, кг/ч	8,91 2,51
9. Снижение токсичности (на номинальном режиме): - сажи, % - СО, % - СО ₂ , %	80 36 42
10. Диаметр диффузора смесителя-дозатора, мм	50
11. Количество баллонов для сжатого газа, шт.	4
12. Емкость одного баллона, м ³	10
13. Масса одного баллона, кг	62,5
14. Материал баллона	сталь легированная 30 ХМА
15. Коэффициент запаса прочности	3
16. Наружный диаметр баллона, мм	219
17. Длина баллона, мм	1660
18. Масса дополнительного оборудования, кг	350
19. Давление сжатого газа, МПа	20
20. Общий запас газа, м ³	40
21. Время работы при контрольном расходе газа, час	7

На рис. 4.11. представлен общий вид трактора МТЗ-80 с системой питания, модернизированной для работы на сжатом природном газе. Из рисунка видно, что основные габаритные размеры трактора выдержаны. Заправочная крестовина закреплена на баллоне с правой стороны трактора в соответствии с требованиями заправки на АГНКС. Универсальный газовый смеситель-дозатор размещен на прямом участке впускного трубопровода и вписывается в серийное подкапотное пространство (рис. 4.12). В подкапотном пространстве также рационально komponуется двухступенчатый газовый редуктор, размещенный между дизелем и баком гидросистемы трактора. В регулятор топливного насоса высокого давления 4УТНМ внесены изменения для обеспечения работы газодизеля по всережимной характеристике, и установленный электромагнитный клапан для фиксации рейки топливного насоса с целью ограничения запальной дозы ДТ также вписывается в штатную компоновку. Общая компоновка системы регулирования газодизельной модификации трактора представлена на рис. 4.14. Для обеспечения бесперебойной работы газодизельной модификации трактора в зимний период осуществляется подогрев редуктора высокого давления из системы жидкостного охлаждения дизеля с целью исключения перебоев в подаче природного газа в редуктор низкого давления.

4.3. Особенности технического обслуживания системы питания газодизеля

В целях обеспечения пожарной безопасности при техническом обслуживании системы питания газодизеля особое внимание уделяют проверке ее герметичности. Для определения мест утечек обычно используют мыльный раствор.

Регулярно при каждом ТО-1 требуется сливать отстой из газового редуктора низкого давления.

Необходимо очищать сетку газового фильтра, который стоит на входе в редуктор низкого давления. Засорение фильтра может быть обнаружено по манометру в кабине водителя. Резкое падение давления газа при нажатии на педаль подачи топлива указывает на засорение фильтра. Для очистки сетки фильтра сле-

дует вывернуть фильтрующий элемент, снять пружинный держатель и развернуть сетку. Сетку промывают бензином, ацетоном или другим растворителем и продувают сжатым воздухом. Эту операцию нужно проводить при снятом с автомобиля редукторе. При сильном загрязнении медной сетки и в тех случаях, когда ее трудно отмыть, ставят новую сетку. При сборке фильтра после его очистки следует обращать внимание на качество уплотняющей прокладки между корпусом и элементом. После каждой сборки фильтра проверяют герметичность резьбового соединения.

Обслуживание воздухоочистителя компрессора проводят одновременно с обслуживанием воздухоочистителя двигателя.

Редукторы высокого и низкого давления, дозатор и электромагнитный клапан с фильтром проверяют и регулируют в специализированной мастерской на стендах с помощью квалифицированных специалистов.

Причиной негерметичности системы питания газодизеля может быть разрыв мембраны первой ступени редуктора низкого давления. Этот дефект может быть обнаружен по выходу газа через отверстие в седле пружины первой ступени редуктора.

По показаниям манометра на щитке приборов кабины можно обнаружить при неработающем двигателе нарушение герметичности клапана первой ступени редуктора низкого давления, что вызывает внутренние утечки газа в системе. При пропуске газа через клапан давление в полости первой ступени будет увеличиваться до момента открытия клапана второй ступени. После этого стрелка манометра будет оставаться неподвижной.

В процессе эксплуатации могут возникнуть неисправности дозатора, при которых коленчатый вал двигателя не будет набирать обороты при переходе на работу в газодизельном режиме, или будет наблюдаться повышенный расход газа и неустойчивая работа двигателя, а по достижении коленчатым валом максимальной частоты вращения (2550 мин^{-1}) появятся «выстрелы» в системе выпуска отработавших газов. В этих случаях (при заведомо исправной системе электрооборудования) возможными причинами неполадок являются неисправности привода управления дроссельной заслонкой дозатора, вакуумного ограничителя (дроссельная заслонка дозатора не открывает или не перекрывает

впускной канал), повреждение или разъединение трубки, соединяющей вакуумный ограничитель дозатора с электропневмоклапаном.

Закоксовывание сопловых отверстий распылителей топливных форсунок также вызывает появление «выстрелов» в системе выпуска отработавших газов. В этом случае требуется заменить распылитель форсунки. Чтобы предупредить этот дефект, рекомендуется периодически при длительной работе в газодизельном режиме переходить на режим дизеля и прокаливать форсунки работой двигателя под нагрузкой в течение 5...10 мин.

Подсос воздуха в местах соединения шланга с патрубком дозатора из-за негерметичности, а также разъединение трубки, соединяющей полость разгрузочного устройства редуктора низкого давления диффузором смесителя, становятся причиной того, что двигатель не развивает номинальной мощности. Негерметичность следует устранить.

5. УСТАНОВКА НА АВТОМОБИЛИ ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

5.1. Общие положения о переоборудовании автомобиля

Установка на автомобили ГБО до последнего времени называлась в нормативных документах переоборудованием.

Переоборудование автомобилей для работы на газообразном топливе заключается в установке на базовом автомобиле газобаллонного оборудования, проверке герметичности соединений (опрессовке) газовой системы питания, регулировочных работах по системам зажигания и питания, а также оформлении соответствующих документов.

Переоборудование производится или на специализированных участках, которые могут располагаться в производственных помещениях автотранспортных предприятий (АТП) или предприятий автосервиса и производителей ГБО.

Переоборудование и дальнейшая эксплуатация ГБА могут осуществляться только при наличии ряда соответствующих документов на ГБО и переоборудованный автомобиль, подтверждающих, что ГБО, установленное на автомобиль, соответствует требованиям ТУ, ГОСТ, ОСТ, и сам автомобиль после переоборудования соответствует требованиям безопасности, а также что организация, выполнившая переоборудование и производящая обслуживание и ремонт газового оборудования, имеет на это право. Этими документами являются: сертификат соответствия на комплект газобаллонного оборудования для данной модели автомобиля, сертификат соответствия на выполняемые услуги по переоборудованию, проверке герметичности, опрессовке и регулировочным работам и лицензия на право выполнения этих работ. Персонал, производящий переоборудование автомобиля для работы на газовом топливе, должен пройти специальную подготовку и иметь удостоверение соответствующего образца.

Установка ГБО может производиться на автотранспортные средства категорий N и M отечественного и зарубежного производства.

В зависимости от агрегатного состояния и вида газа автомобили переоборудуются для работы на сжатом природном или нефтяном газе.

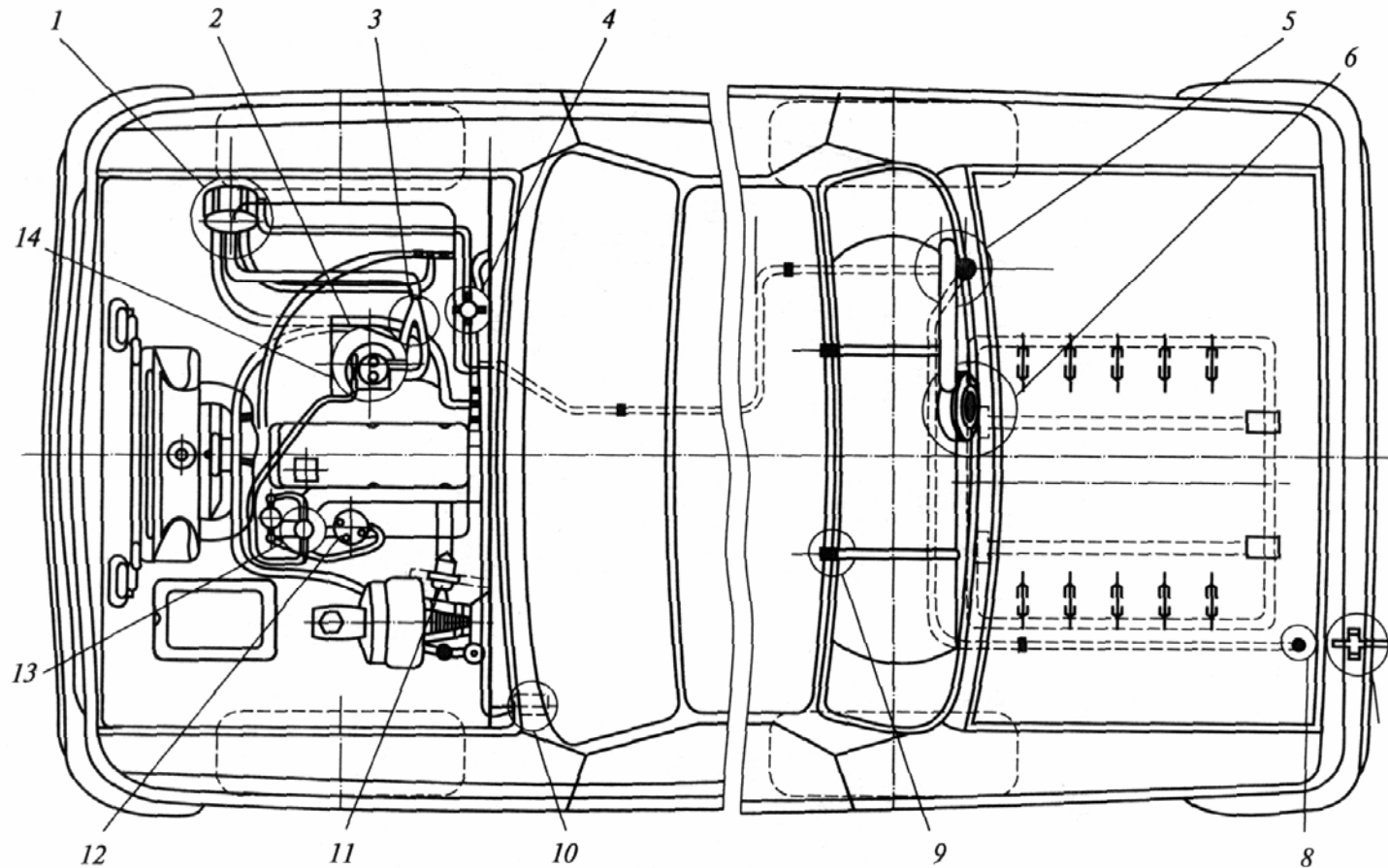


Рис. 5.1. Монтажный чертеж расположения газобаллонной аппаратуры
ЗАО «Автосистема» на автомобиле ГАЗ-3110:

1 - РНД; 2 - смеситель; 3 - тройник; 4 - ЭМК; 5 - вентиляционное отверстие; 6 - мультиклапан; 7 - заправочное устройство; 8 - заправочный трубопровод; 9 - крепление баллона; 10 - переключатель «Газ» - «Бензин»; 11 - точка подключения электропитания (катушка); 12 - бензонасос; 13 - бензоклапан; 14 - карбюратор

Переоборудование производится в каждом конкретном случае в соответствии с технической документацией, прилагаемой к каждому комплекту ГБО. Расположение всех элементов ГБО должно строго соответствовать прилагаемым чертежам и схемам (рис. 5.1). В случае возникновения судебно-исковых разбирательств, возникших в результате различных аварийных ситуаций с ГБА, ответственность за последствия может быть возложена на организацию, производившую установку ГБО, если будут установлены нарушения в технологии и, прежде всего, в расположении узлов.

Работы по переоборудованию выполняются на специализированных постах. Оборудование этих постов должно позволять производить монтаж на всех рабочих местах. Для монтажа трубопроводов и заправочных устройств по днищу автомобиля используются канавы или подъемники. Для опрессовки должен использоваться источник рабочего давления: для ГСН - 1,6 МПа, для КПП - 19,8 МПа. Опрессовка ГБО, работающего на КПП, может выполняться на АГНКС газом. Для регулировки газотопливной аппаратуры (ГТА) и двигателя необходимо иметь двухкомпонентные газоанализаторы, специализированные стенды или манометры. Для сверления отверстий большого диаметра применяются специальные фрезы или развертки. Для монтажа оборудования применяется специальный инструмент.

Организация работ поста переоборудования производится таким образом, что сразу выполняются операции на нескольких рабочих местах. Одновременно можно вести работы в багажнике, на днище или раме и в подкапотном пространстве. Это позволяет сэкономить время пребывания автомобиля на посту переоборудования и выполнять работы сразу несколькими рабочими различной квалификации.

5.2. Технологический процесс установки ГБО на автомобиле

Технологический процесс установки ГБО (рис. 5.2) включает в себя следующие основные этапы: подготовку комплекта ГБО и автомобиля к монтажу, непосредственно монтаж оборудования

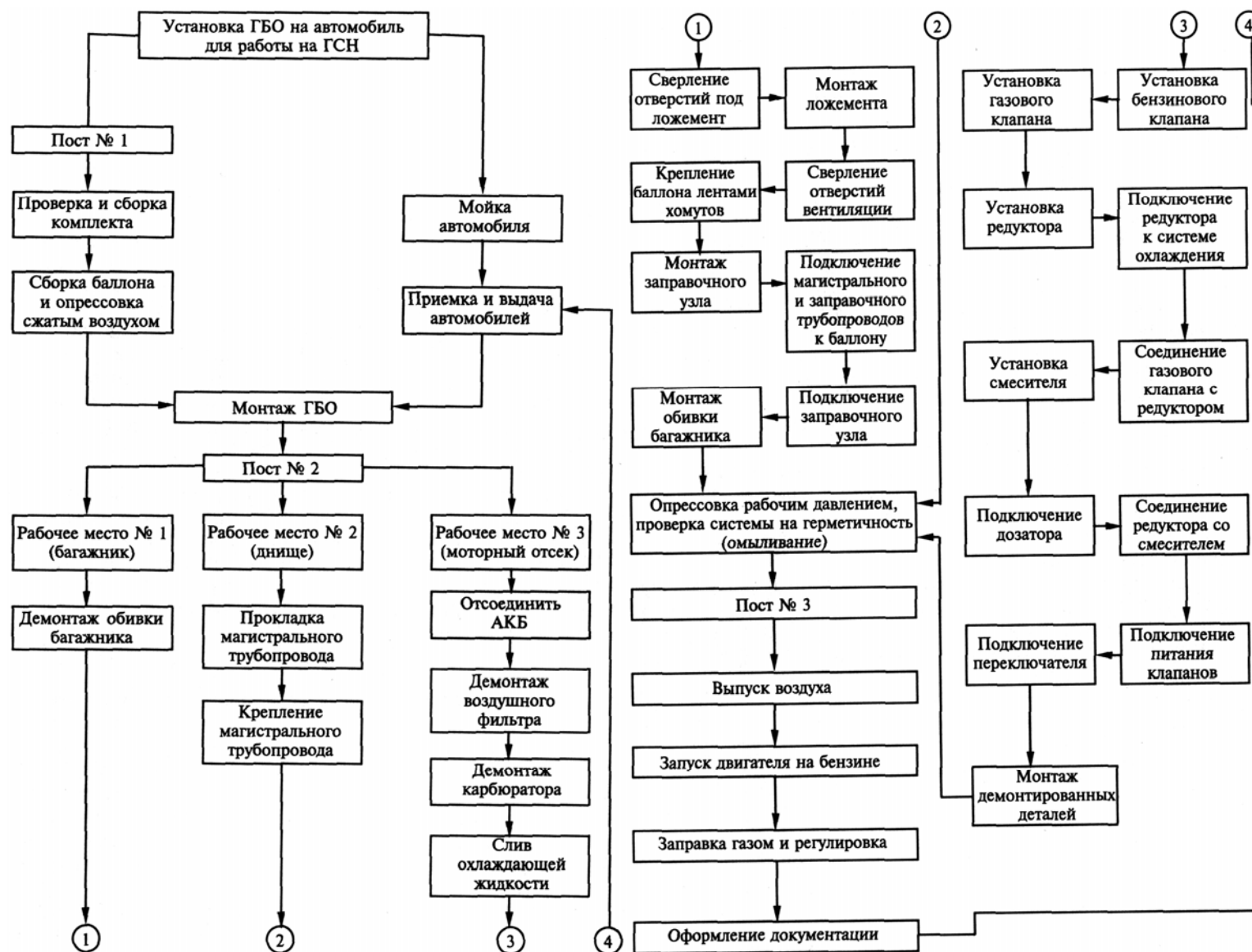


Рис. 5.2. Технологический процесс установки ГБО на легковой автомобиль для работы на ГСН

на автомобиль, испытания газотопливной системы питания на герметичность и прочность соединений (опрессовку) газовой системы на автомобиле, регулировочные работы и оформление соответствующей документации.

Подготовка к монтажу. Перед переоборудованием проверяется техническое состояние систем двигателя, особенно зажигания и газораспределительного механизма.

Автомобиль поступает на пост вымытым снаружи и в подкапотном пространстве. Проверяется комплектность автомобиля. Визуально оценивается состояние кузова, рамы, кабины, салона. Если в процессе монтажа необходимо будет снять бензобак, производят слив топлива. В приемо-сдаточный акт заносятся помимо сведений ПТС номера шин и имеющиеся повреждения кузова или кабины. Если автомобили не отвечают перечисленным требованиям, то их переоборудование не проводится.

Подготовка комплекта позволяет проверить по упаковочному листу комплектность и работоспособность элементов, маркировку на баллонах и дату выпуска баллона до их установки на автомобиль. При этом производится сборка баллона, установка на нем запорной арматуры. На баллон для ГСН одновременно устанавливается колпак системы вентиляции. Рекомендуются накачать баллон ГСН воздухом до рабочего давления 1,6 МПа.

Ввертывание переходников и вентиля в баллоны КППГ выполняют на специальном приспособлении для фиксации баллона.

При ввертывании вентиля в баллон КППГ используется в качестве герметика свинцовый сурик, разведенный на олифе.

Трубопроводы из цветных металлов для ГСН предварительно изолируют с помощью полихлорвиниловой трубки для предотвращения возникновения электрохимической коррозии из-за образования гальванической пары со стальными деталями кузова и защиты от механических повреждений.

Монтаж оборудования. Установка ГБО включает в себя выполнение разборочно-сборочных работ на кузове, в кабине, двигателе при установке комплектующих элементов ГБО.

Перед началом работ отключают клеммы аккумуляторной батареи или снимают батарею.

На первом рабочем месте выполняются работы по установке баллонов. Они крепятся на специальных кронштейнах. У грузо-

вых автомобилей баллоны обычно располагаются на раме, у автобусов баллоны для КПП - на крыше в специальной кассете, для ГСН - под кузовом. Баллоны легковых автомобилей крепятся в багажнике (рис. 5.3).

Для закрепления баллонов выполняются подготовительные работы. В легковых автомобилях предварительно демонтируется обшивка багажника и, если это необходимо, заднее сиденье и его спинка (рис. 5.4).

Для крепления элементов ГБО на раме либо в днище багажника сверлятся отверстия для крепления кронштейнов или ложементов и вентиляционные отверстия для системы вентиляции багажника (рис. 5.5). Края отверстий покрывают антикоррозионным составом. Для установки баллонов КПП демонтируется кузов.

Для автобусов КПП внутри салона демонтируется часть обшивки потолка и к лонжеронам привариваются косынки с отверстиями, в которые будут вворачиваться затем болты крепления кассеты. Для сверления отверстий предварительно производится разметка. Для этого можно использовать шаблоны или непосредственно баллон. Основным условием крепления баллона является то, чтобы он соприкасался с автомобилем только по ложементу или кронштейну.

На платформе автомобиля в случае необходимости наращивают высоту брусьев и переставляют запасное колесо.

Затем при помощи болтовых соединений устанавливаются кронштейны или ложементы, в которые хомутами из стальной ленты крепятся баллоны.

Баллон для ГСН располагается так, чтобы наклон горловины соответствовал чертежам инструкции (рис. 5.6). В противном случае может быть затруднен доступ к мультиклапану и количество заправляемого топлива не будет соответствовать норме.

Баллоны КПП крепятся так, чтобы входные отверстия вентиля были развернуты навстречу подводимым трубопроводам (рис. 5.7).

В вентиляционных отверстиях устанавливаются фланцы (сапуны). Обращенные вниз торцы этих фланцев, имеющие скосы, располагают таким образом, чтобы при движении автомобиля обеспечивалась циркуляция воздуха.



Рис. 5.3. Расположение баллонов КППГ с арматурой в багажнике:
1 – баллон; 2 – хомут; 3 – заправочное устройство; 4 и 5 – баллонные
вентили

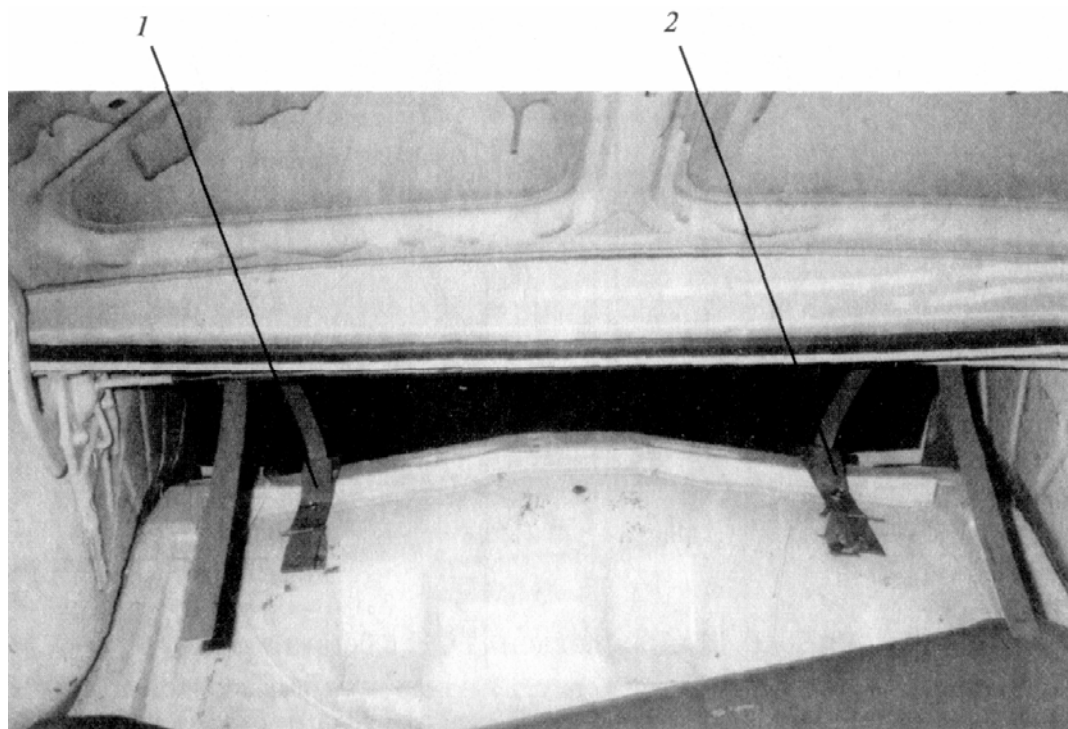


Рис. 5.4. Подготовка крепления баллона ГСН в багажнике:
1 и 2 – хомуты

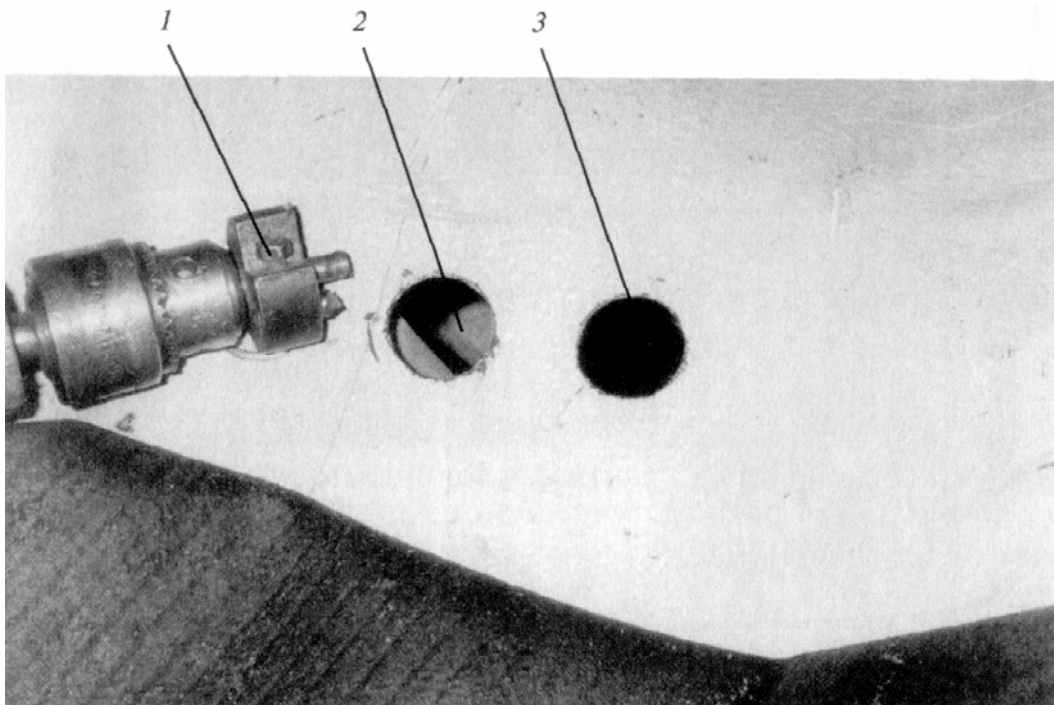


Рис. 5.5. Сверление вентиляционных отверстий:
1 - фреза; 2 и 3 - вентиляционные отверстия

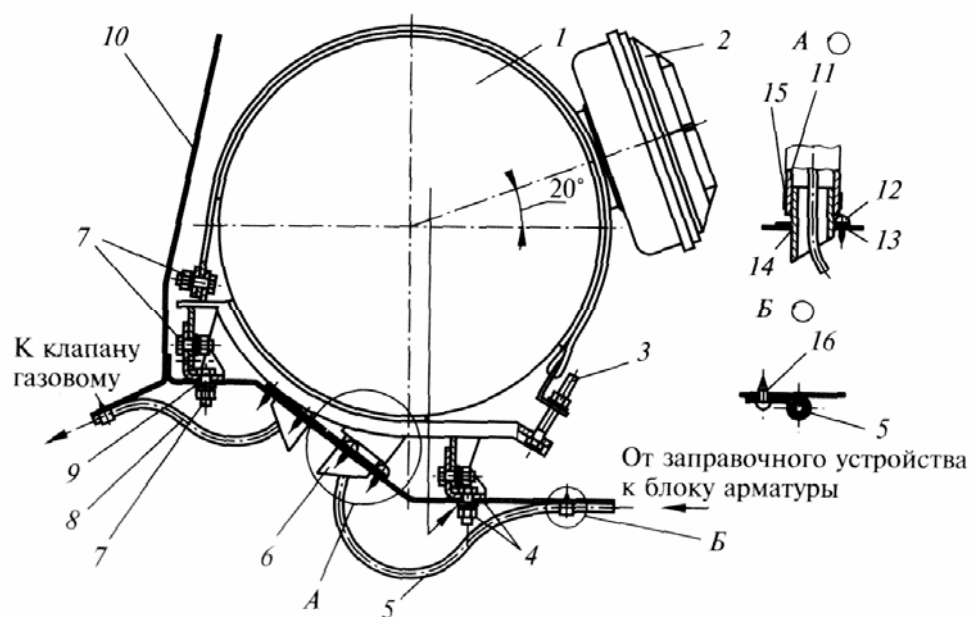


Рис. 5.6. Монтаж баллона ГСН в багажнике:
1 - баллон; 2 - вентиляционный корпус; 3 - болт, стягивающий хомут; 4 и 7 - крепление ложемент к полу багажника; 5 - заправочная трубка; 6 - вентиляционные штуцеры; 8 - расходная трубка; 9 - отверстие в полу багажника; 10 - стенка багажника автомобиля; 11 - вентиляционный рукав; 12 и 16 - саморезы; 13 - пол багажника; 14 - отверстия в полу багажника; 15 - хомут

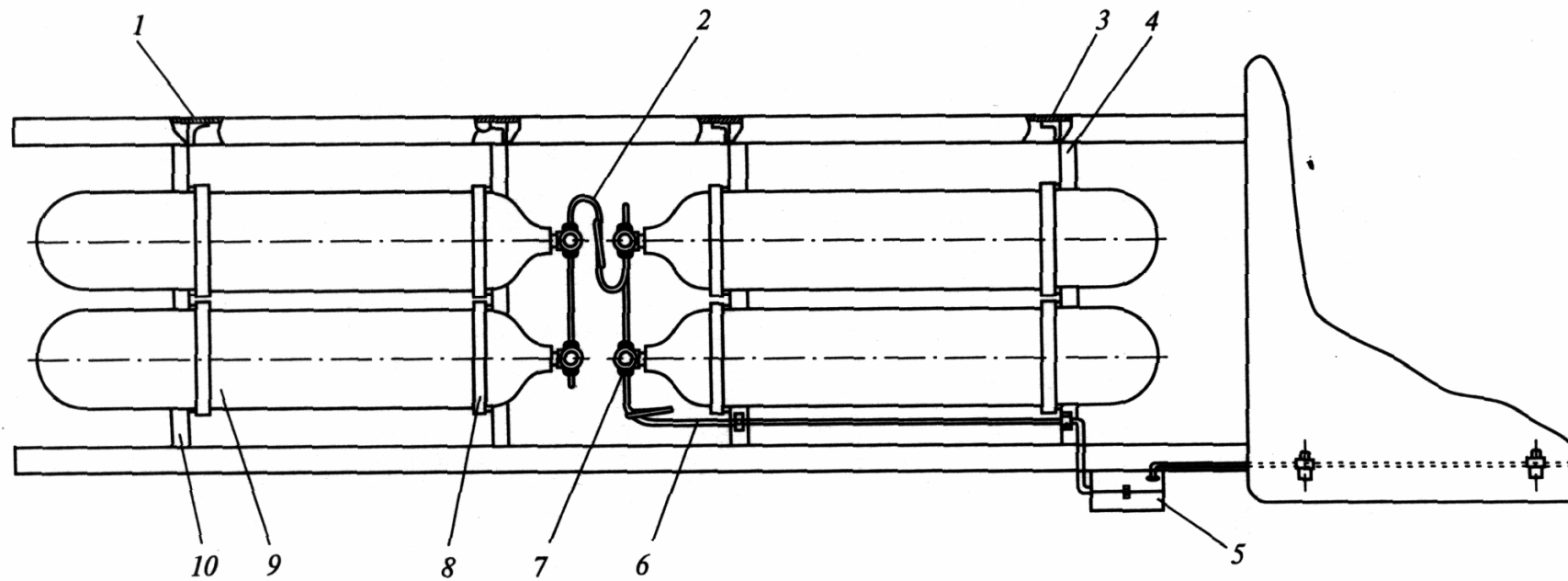


Рис. 5.7. Расположение баллонов КПГ на раме автомобиля ГАЗ-3302 («Газель»):

1 и 3 - крепление поперечины; 2 - трубка соединительная между баллонами; 4 и 10 - поперечины для крепления баллонов; 5 - заправочный узел; 6 - наполнительная трубка; 7 - баллонный вентиль; 8 - хомут; 9 - баллон

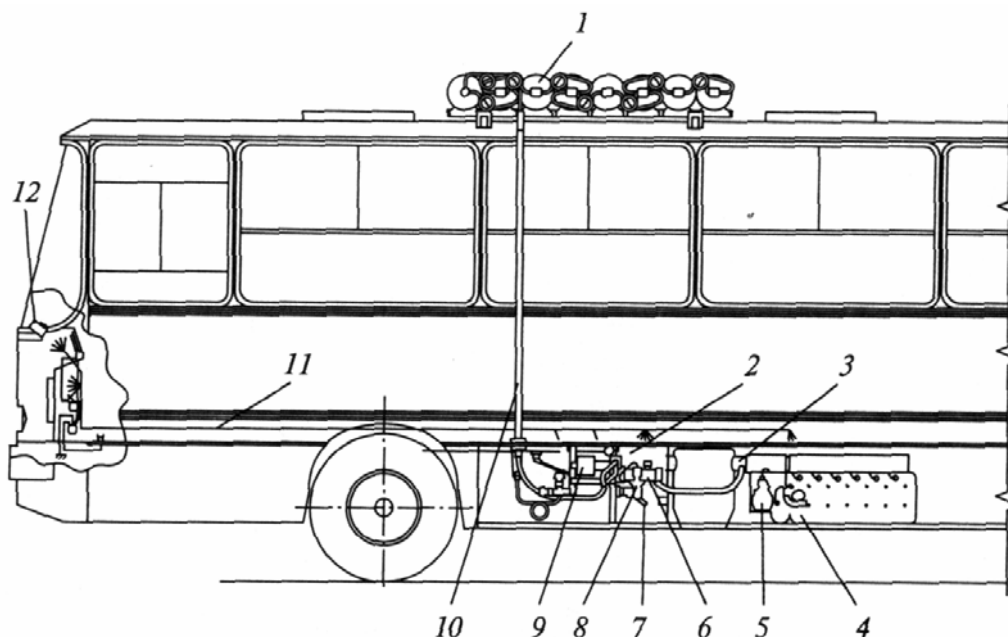


Рис. 5.8. Общая компоновка газодизельной аппаратуры на автобусе «Икарус 260 (280)»:

1 - кассета из восьми баллонов; 2 - РВД; 3 - смеситель газа; 4 - механизм установки запальной дозы; 5 - ТНВД; 6 - РНД; 7 - тяга привода подачи газа; 8 - электромагнитный газовый клапан; 9 - подогреватель газа; 10 - труба защитная для газового трубопровода; 11 - электропроводка; 12 - щиток приборов ГДА в кабине водителя

У автобусов устанавливается защитный кожух на кассету с баллонами.

На рис. 5.8 представлено расположение газовых баллонов на крыше автобуса. Остальные элементы (заправочный и расходный вентили, электромагнитный клапан и газовый фильтр, редукторы высокого и низкого давления, дозатор и смеситель) расположены во вспомогательном и моторном отсеках.

На втором рабочем месте производится прокладка магистрального трубопровода для подачи газа от баллонов (рис. 5.9), а затем заправочного устройства.

На легковых автомобилях прокладку трубопроводов начинают с протаскивания магистральной трубки по днищу (рис. 5.10). Трубку прокладывают над тросами ручного тормоза, трубками глушителя и задним мостом и другими деталями согласно монтажной схеме. При изгибе трубки не допускается образование изломов. Затем вводят в багажник со стороны днища

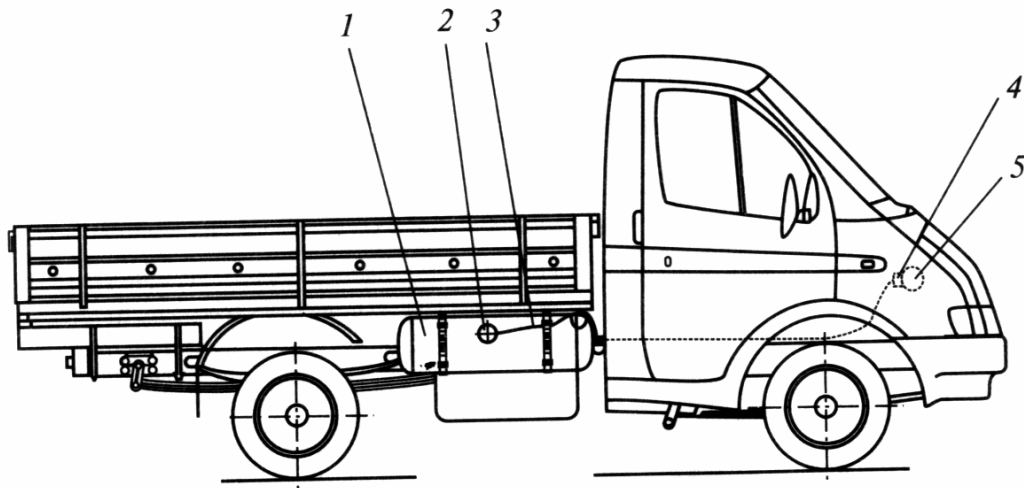


Рис. 5.9. Расположение агрегатов и узлов ГБО ГСН на автомобиле ГАЗ-3302 «Газель»:

1 - баллон; 2 - мультиклапан; 3 - трубопровод; 4 - клапан; 5 – РНД

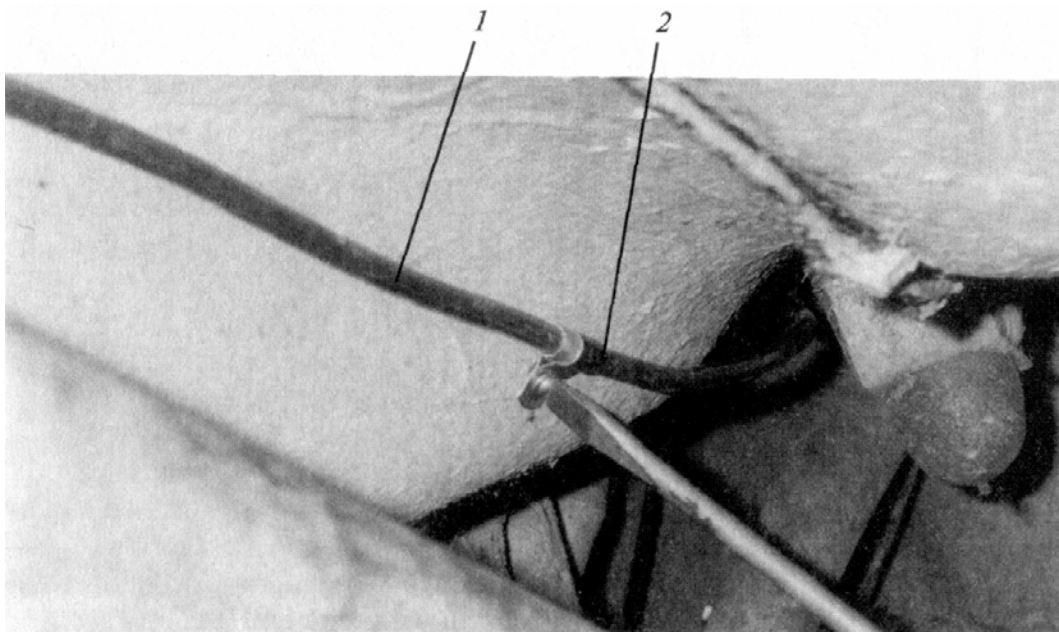


Рис. 5.10. Прокладка трубопровода по днищу кузова:

1 - трубопровод; 2 - хомут

через вентиляционные отверстия концы магистральной и заправочной трубок. Длина трубки должна позволять ее концам свободно доставать до заправочного вентиля (рис. 5. 11).

Если трубопроводы прокладываются по раме, прокладку начинают от баллона.

На участке выхода в моторный отсек на трубопровод надевают защитную стальную оплетку, так как в этом месте он под-

вержен повышенной вибрации от двигателя. При выводе трубки в моторный отсек не допускается ее касание рулевого механизма, тормозных трубок и т.п.

После прокладки трубопроводы неподвижно фиксируются через каждые 30...50 см скобами, крепящимися на днище саморезами, а на раме - болтами.

На бампере или другом, определенном инструкцией месте закрепляется с помощью кронштейна и болтов заправочное устройство (рис. 5.12 и рис. 5.13). По днищу багажника прокладывается и крепится заправочная трубка.

В багажном отделении завершают монтаж системы вентиляции баллона ГСН (рис. 5.14). На выводы магистральных и заправочных трубок и на фланцы вентиляционных отверстий надевают гофрированные трубки. Концы магистральной и заправочных трубок пропускают в отверстия вентиляционной коробки.

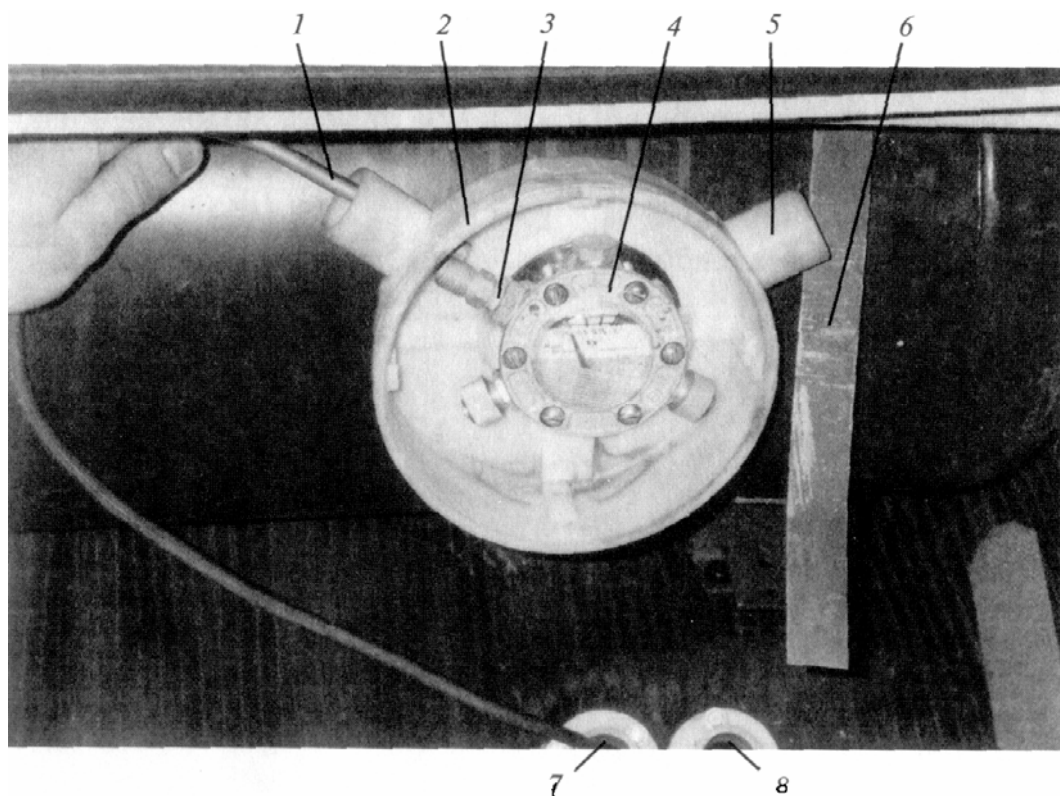


Рис. 5.11. Монтаж арматуры баллона ГСН:

1 - заправочный трубопровод; 2 - вентиляционная коробка; 3 - штуцер; 4 - мультиклапан; 5 - вентиляционный вывод; 6 - хомут; 7 и 8 - вентиляционные штуцеры

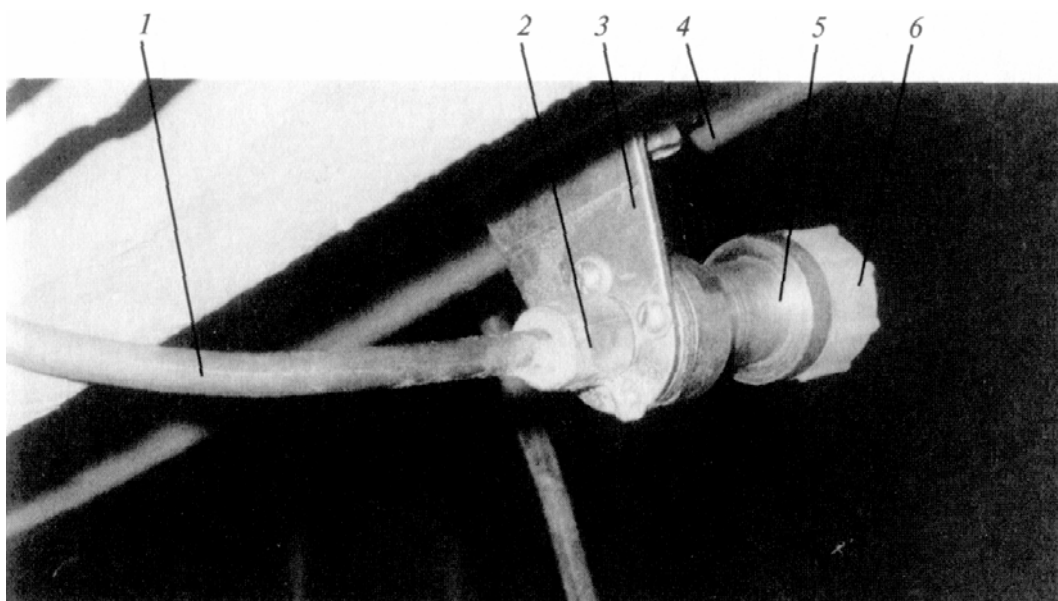


Рис. 5.12. Монтаж и проверка герметичности
заправочного устройства:

1 - трубопровод; 2 - накидная гайка; 3 - кронштейн; 4 - бампер; 5 - корпус
заправочного устройства; 6 - защитный колпачок

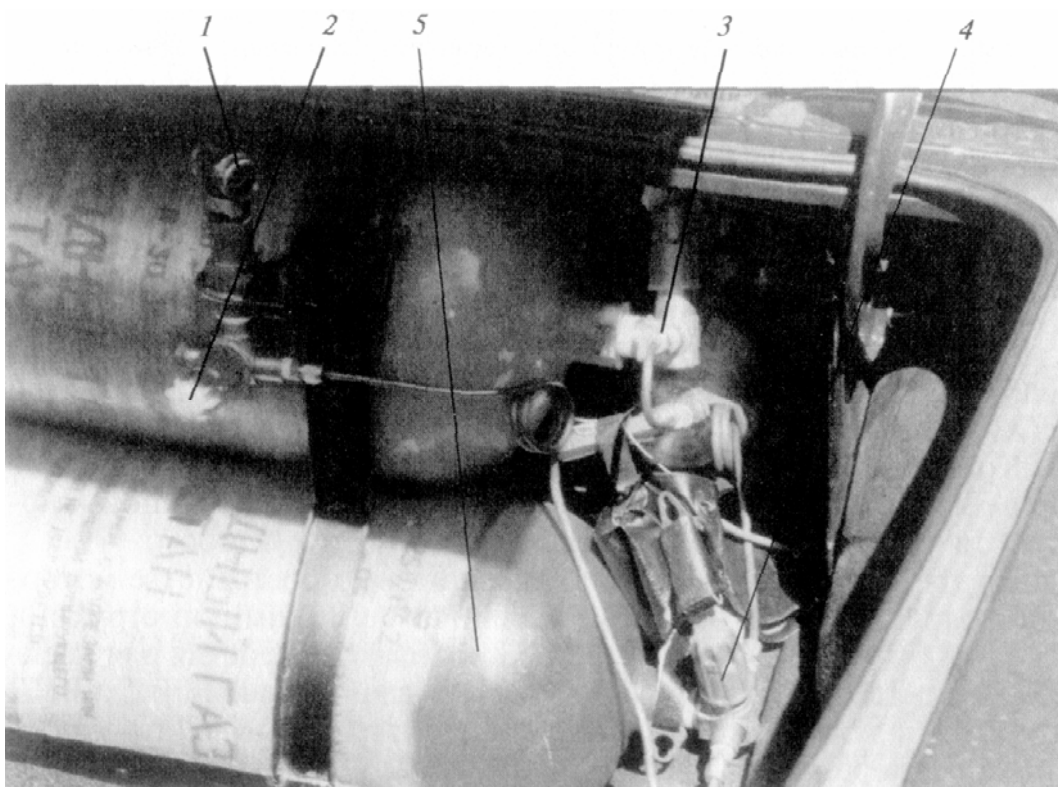


Рис. 5.13. Монтаж арматуры баллонов КПП:

1 - заправочное устройство; 2 - заправочный вентиль; 3 и 4 - баллонный
вентиль; 5 - баллон

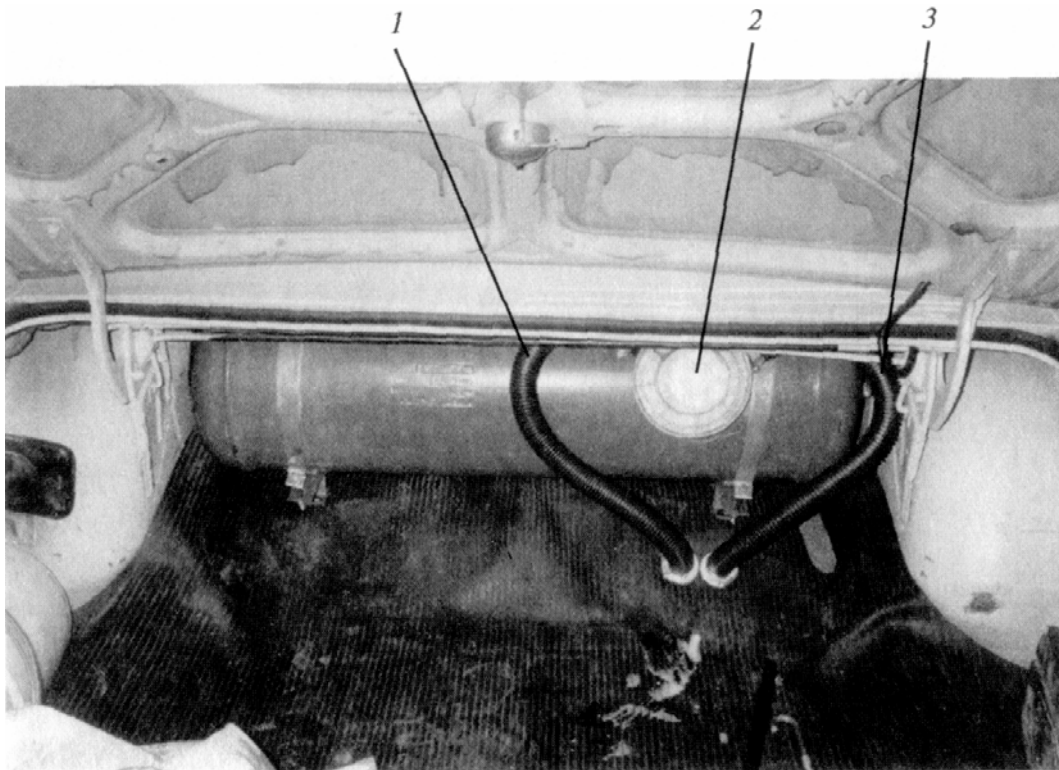


Рис. 5.14. Расположение баллона ГСН с арматурой в багажнике:
1 и 3 - вентиляционные трубки; 2 - корпус мультиклапана с крышкой

Затем с помощью уплотнительных прокладок и штуцеров закрепляют концы этих трубок на мультиклапане. Так же присоединяют конец трубки к газовому клапану. Прямолинейный участок на конце трубки должен быть не менее 20 мм.

Конец трубки должен свободно входить до упора в отверстие при ее затяжке предварительно надетой гайкой с конусной муфтой (рис. 5.11). Так же соединяется ЭГК с редуктором.

На третьем рабочем месте в подкапотном пространстве моторного отсека в строгом соответствии с чертежами инструкции (рис. 5.15 и рис. 5.1) просверливают отверстия для крепления агрегатов ГТА. Газовый и бензиновый клапаны РВД и РНД крепятся к этим отверстиям на специальных кронштейнах болтами или саморезами (рис. 5.16...5.19).

В разрыв бензиновой магистрали после бензонасоса подключается бензиновый клапан. Этот клапан крепится на кронштейне к шпильке клапанной крышки или на другое, указанное в инструкции место (рис. 5.19).

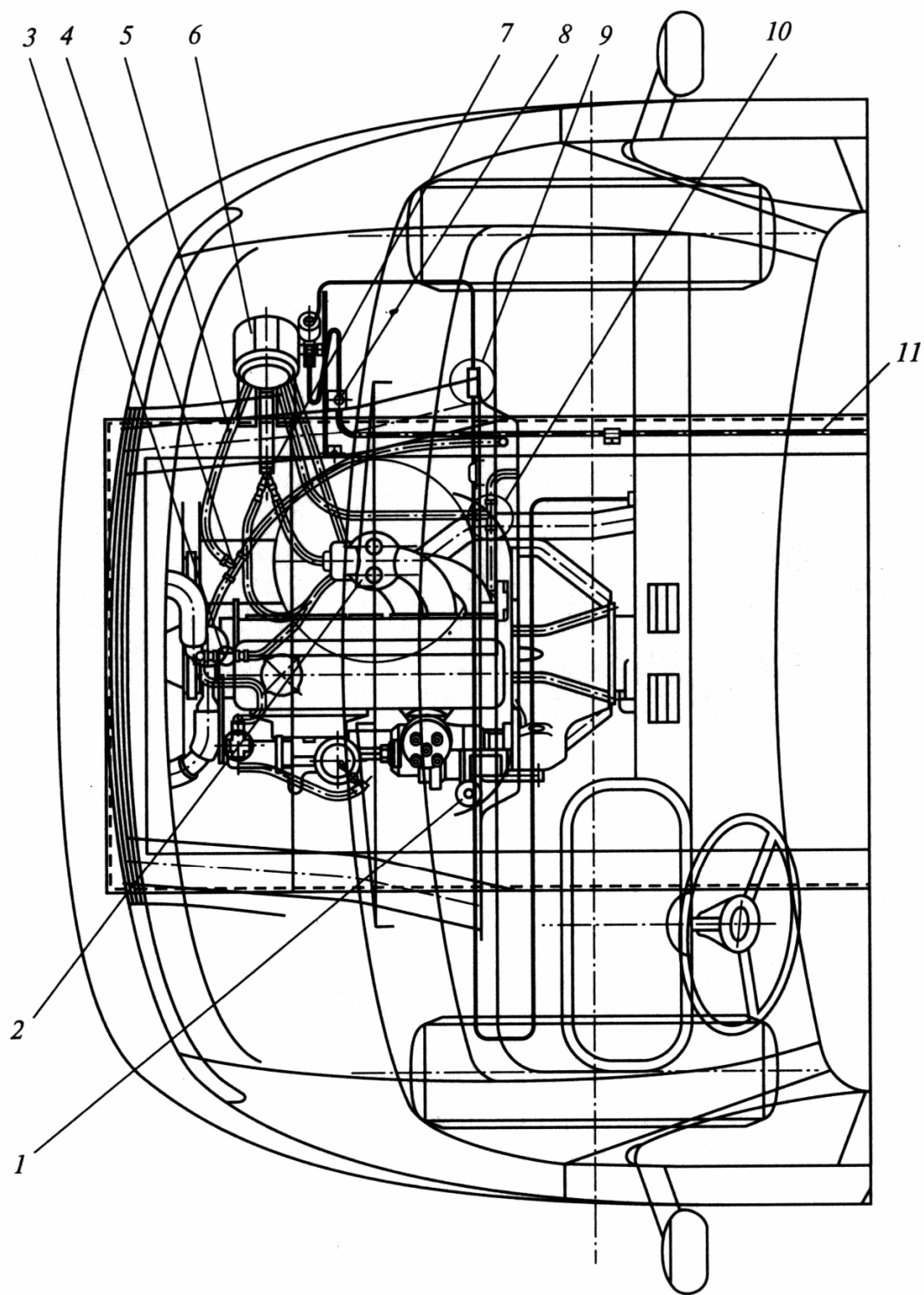


Рис. 5.15. Монтажная схема расположения газового оборудования ЗАО «Автосистема» под капотом автомобиля ГАЗ-3302:
 1 - катушка зажигания; 2 - смеситель; 3 - бензоклапан; 4 и 10 - тройники подвода теплоносителя; 5 - трубопровод подвода теплоносителя; 6 - РНД; 7 - тройник газовый; 8 - газовый клапан; 9 - электронный блок; 11 – газовая магистраль

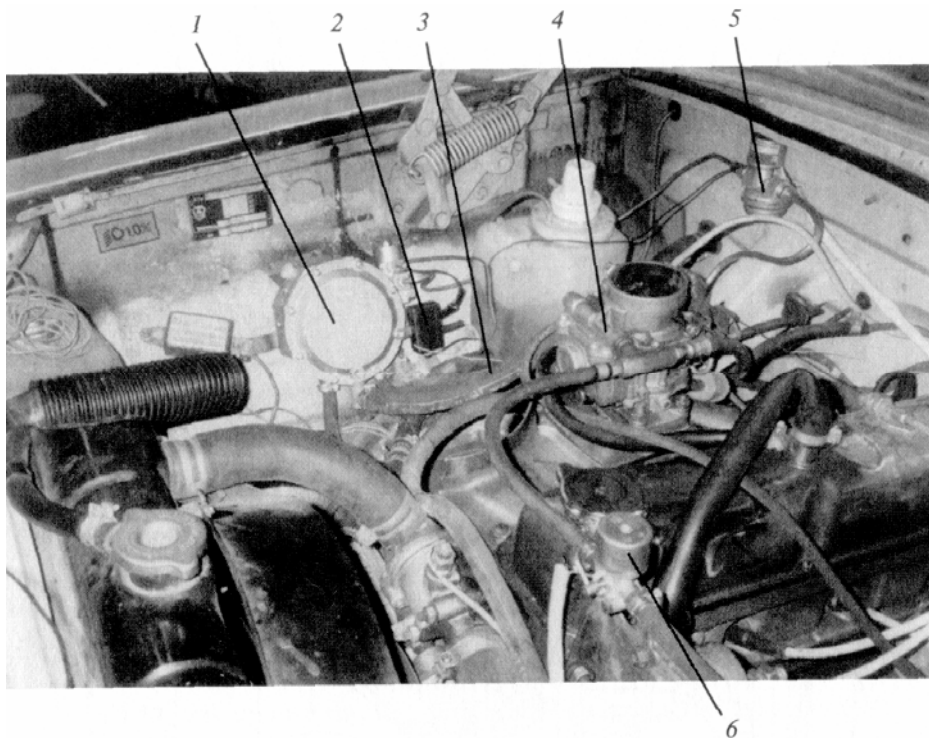


Рис. 5.16. Расположение основных элементов системы питания ГСН в подкапотном пространстве:

1 - РНД; 2 - электронный блок; 3 - патрубок выходной подачи газа; 4 - карбюратор со смесителем; 5 - ЭГК; 6 - бензоклапан

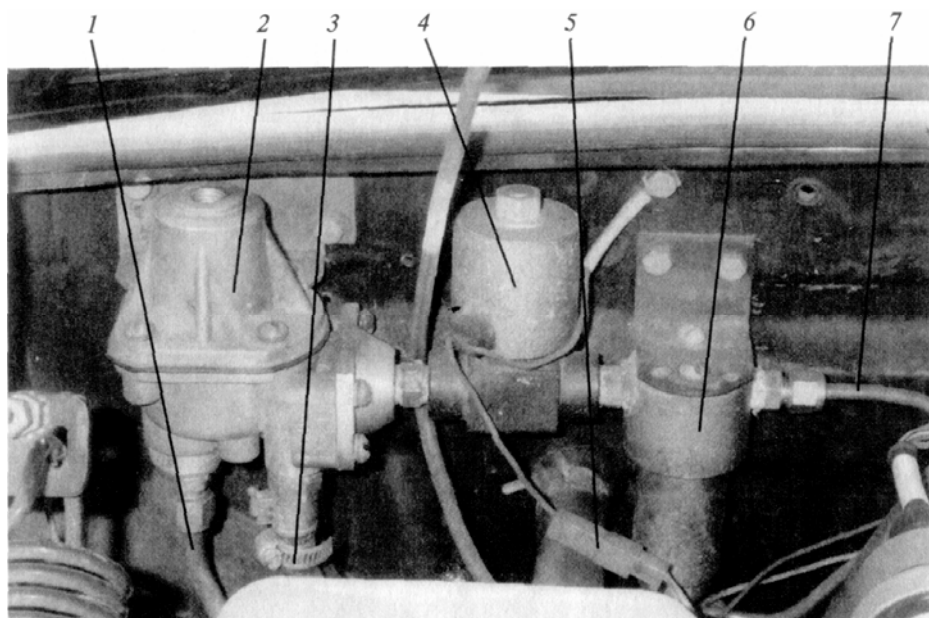


Рис. 5.17. Расположение элементов высокого давления системы питания КПП:

1 - трубопровод низкого давления; 2 - РВД; 3 - патрубок подвода теплоносителя; 4 - ЭГК; 5 - клемма подвода электропитания ЭГК; 6 - фильтр газовый; 7 - трубопровод высокого давления

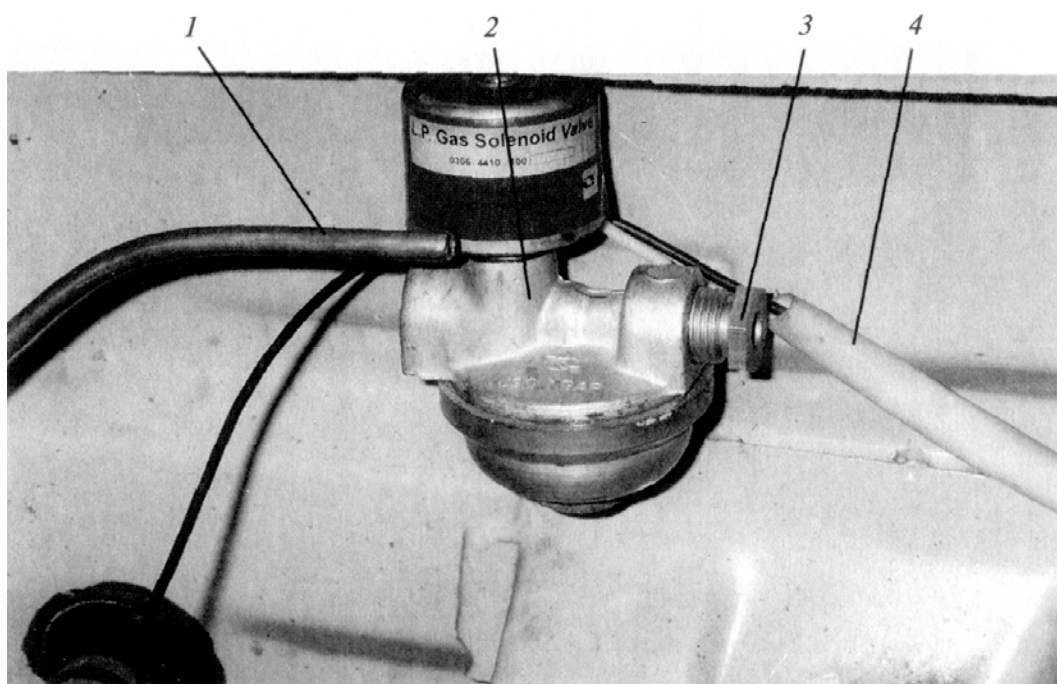


Рис. 5.18. Монтаж газового клапана ГСН:
1 - трубопровод; 2 - корпус клапана; 3 - штуцер; 4 - проводка

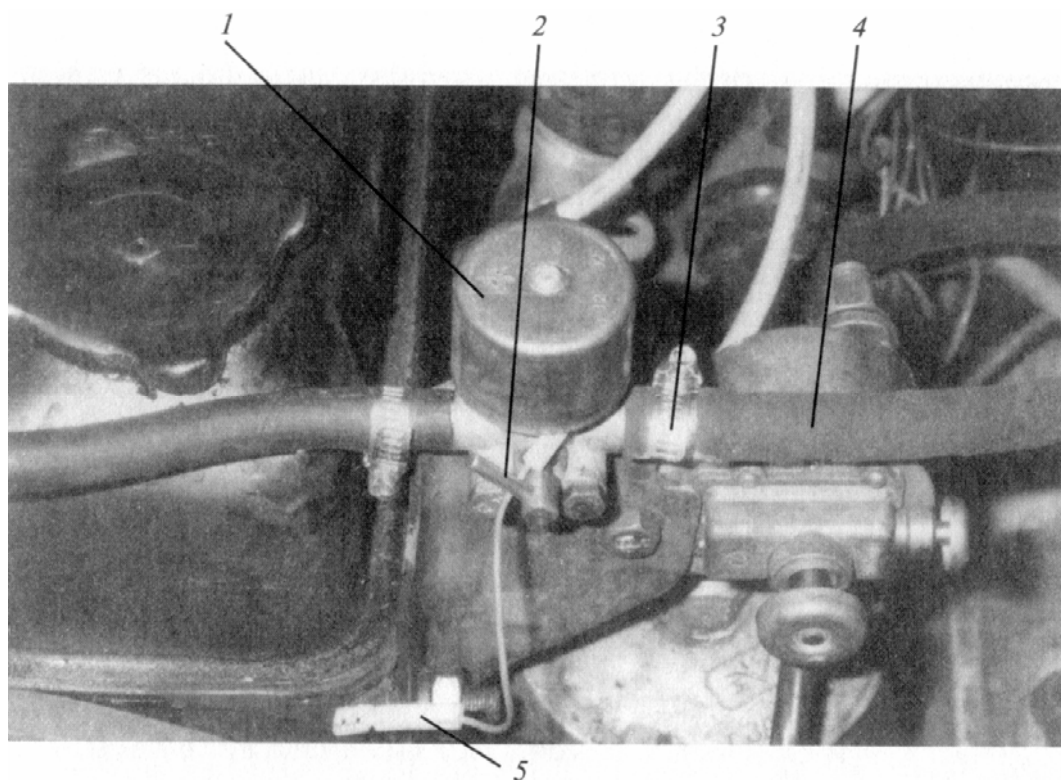


Рис. 5.19. Расположение бензоклапана:
1 – обмотка катушки бензоклапана; 2 – рычажок ручного открытия клапана; 3 – хомут; 4 – бензопровод; 5 – клемма

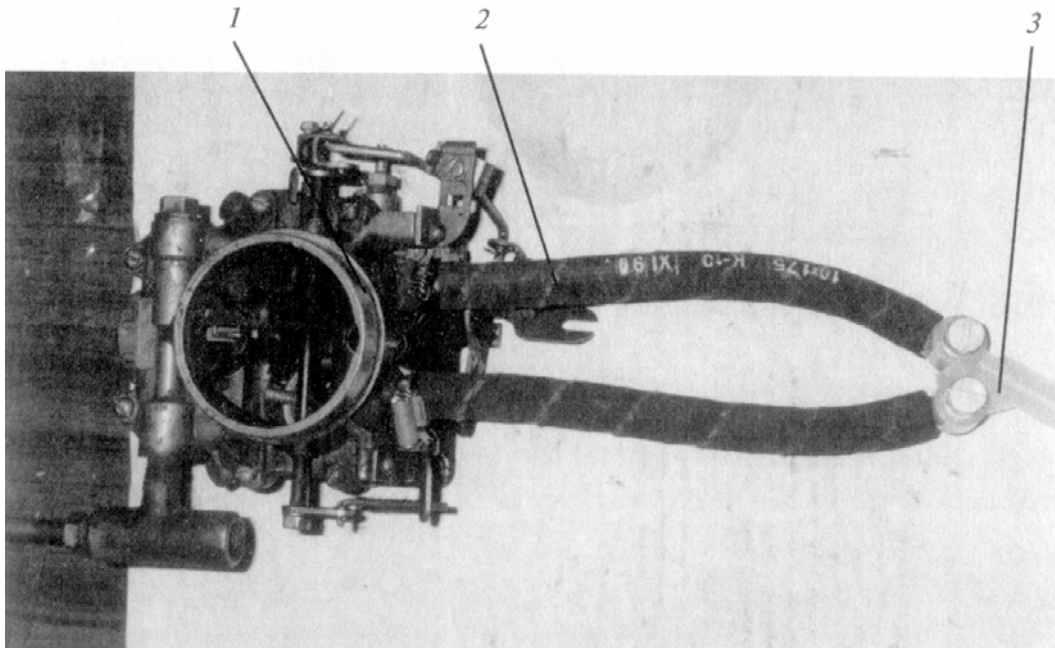


Рис. 5.20. Подготовка карбюратора к установке на двигатель:
1 – корпус карбюратора; 2 – штуцер с патрубком подвода газа; 3 – тройник

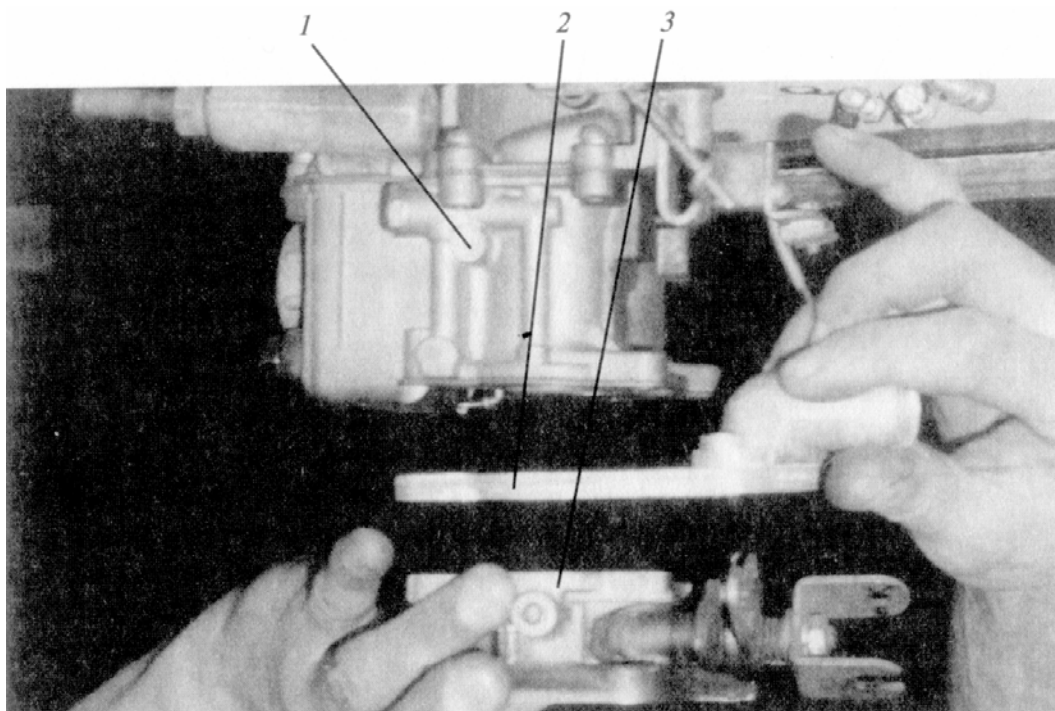


Рис. 5.21. Монтаж газосмесительной проставки на карбюратор К-151:
1 – верхняя часть карбюратора; 2 – газосмесительная проставка; 3 – нижняя часть карбюратора

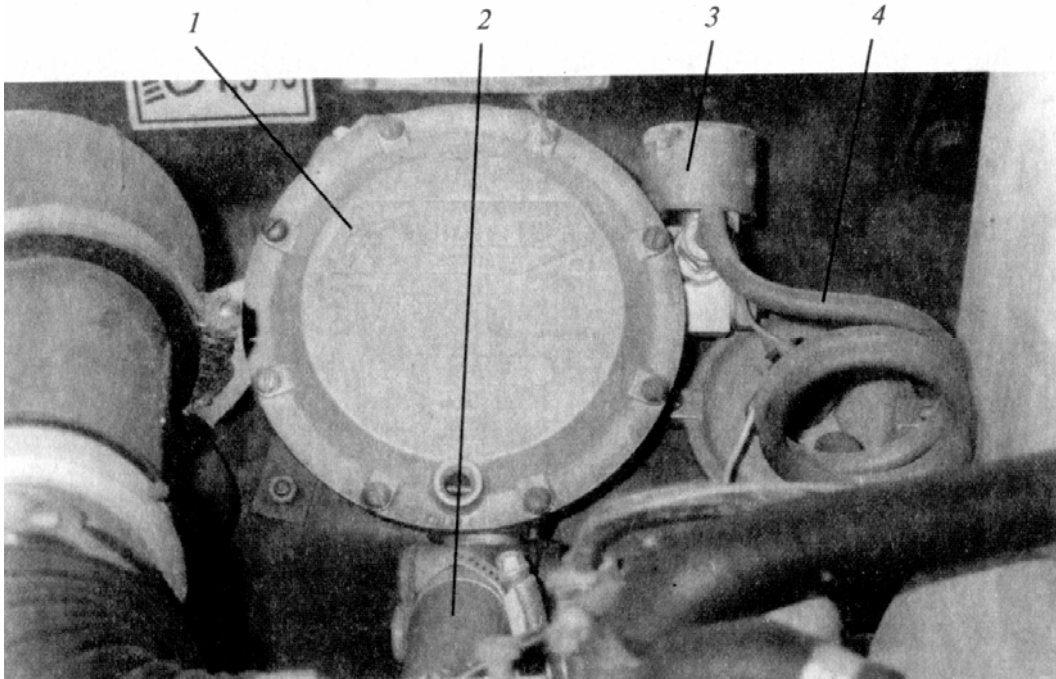


Рис. 5.22. Монтаж РНД в системе питания КПП:
1 – РНД; 2 – патрубок выходной подачи газа; 3 – электроклапан РНД;
4 – трубопровод

Установку газосмесительных и дозирующих устройств выполняют на двигателе (в карбюраторе, воздушном трубопроводе, впускном коллекторе).

Для установки смесителя и подсоединения к нему трубок подвода газа демонтируется корпус воздушного фильтра. Если газ будет поступать через смеситель, установленный над карбюратором в корпусе воздушного фильтра, то в соответствии с чертежом инструкции сверлится отверстие для патрубка подвода газа.

Если газ будет подводиться через штуцеры или проставку, необходимо демонтировать карбюратор (рис. 5.20).

Для установки проставки отсоединяют нижнюю часть карбюратора и устанавливают проставку, обеспечивая герметичность соединения (рис. 5.21). После сборки карбюратора необходимо проконтролировать возможность полного поворота осей дроссельных заслонок, так как их привод может задевать за проставку.

Отверстия для штуцеров сверлятся по чертежам, нарезается резьба и в нее ввинчиваются штуцеры, которые закрепляются

контрящими гайками.

Если это предусмотрено конструкцией ГТА, то к редуктору или дозатору подсоединяют трубопровод для создания разрежения. Для этого используются имеющиеся на двигателе отводы разрежения из впускного трубопровода через тройник. Отвод для корректировки опережения зажигания не используется.

Соединяют выход РНД с дозатором и далее со смесителем резиновым шлангом при помощи хомутов (рис. 5.22).

В системе охлаждения подсоединяют дополнительные резиновые шланги для подвода охлаждающей жидкости к редукторам (рис. 5.23). Для этого необходимо слить 2...4 л охлаждающей жидкости. Редукторы с помощью патрубков подсоединяются последовательно или параллельно. Редуктор с помощью патрубков подсоединяют к трубопроводу подогрева впускного коллектора («ВАЗ», ряд иномарок). Редукторы подсоединяют с помощью тройников, подключаемых в разрыв трубопроводов («ГАЗ», «ЗИЛ», автобусы), параллельно магистрали отопителя салона. Используются резиновые шланги с внутренним диаметром 8...16 мм в зависимости от размера патрубков редукторов и тройников. Шланги крепятся хомутами типа «Норма». После завершения монтажа шлангов редуктора заливают охлаждающую жидкость до нормативного уровня. Чтобы не образовывалась паровая пробка, часть жидкости необходимо залить через входной шланг редуктора.

Электропроводка и электронные приборы монтируются для включения и блокировки подачи газа, подключения дополнительных контрольных приборов топливодозирующих устройств и средств оповещения об утечках (рис. 5.24). Провода управления работой клапанов прокладывают параллельно штатным линиям электропроводки и по корпусным деталям. Электронные блоки и провода не должны касаться двигателя. Жгут проводов выводится в кабину или салон через технологическое отверстие в стенке моторного отсека. Органы управления газовой системой (переключатель «Бензин» - «Газ») располагаются на приборной доске в кабине водителя (рис. 5.25).

При прокладке шлангов, трубопроводов нужно обратить внимание на то, чтобы они не пережимались, не затрудняли доступ к деталям двигателя, не касались его вращающихся деталей и

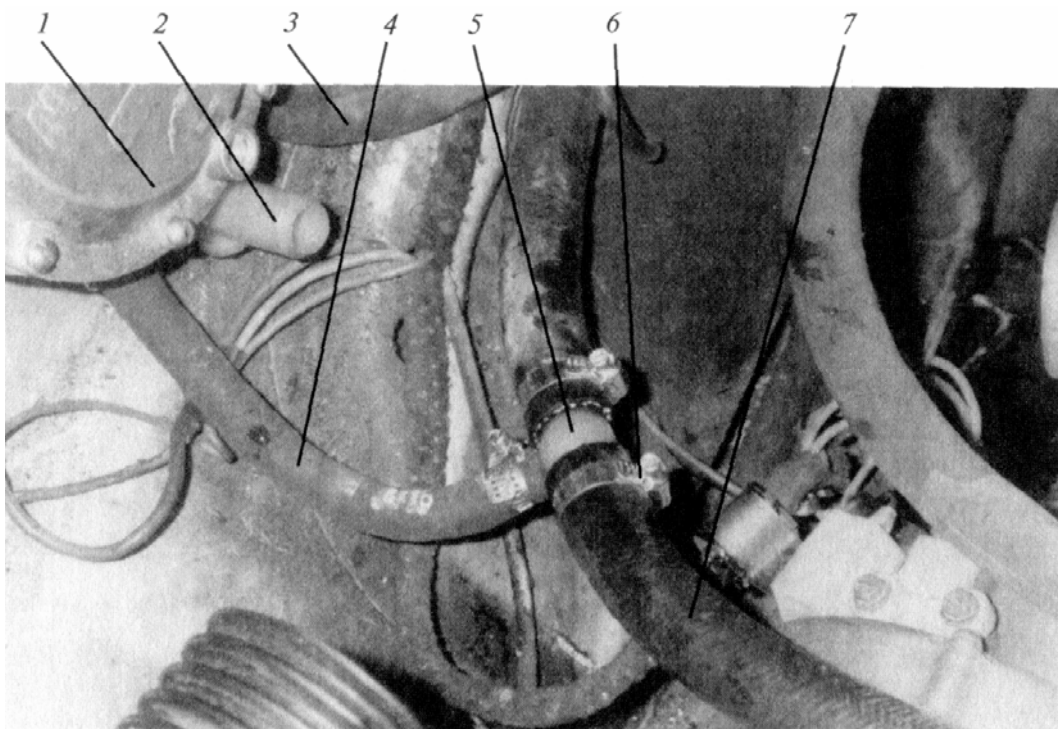


Рис. 5.23. Подвод теплоносителя к РНД в системе питания ГСН:
 1 - РНД; 2 - патрубок выходной подачи газа; 3 и 4 - патрубки подвода охлаждающей жидкости (теплоносителя к РНД); 5 - тройник; 6 - хомут; 7 - патрубок подвода охлаждающей жидкости к отопителю автомобиля

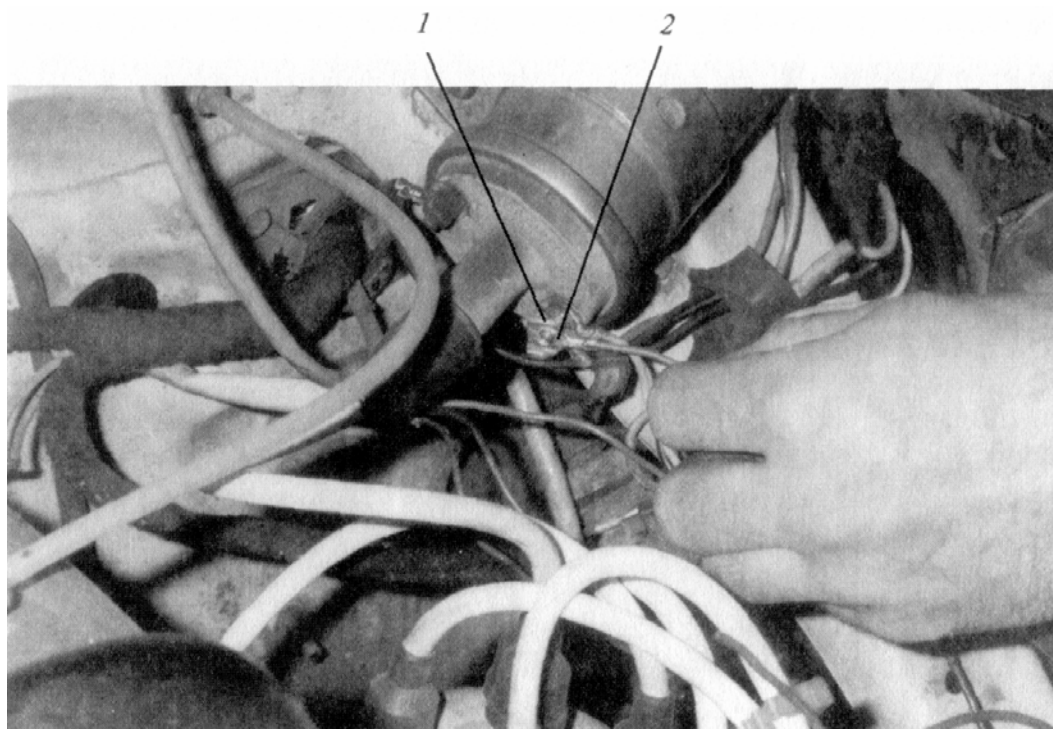


Рис. 5.24. Подсоединение клеммы питания электрической схемы ГСН:
 1 - вывод «+» катушки зажигания; 2 - клемма

по возможности были короткими.

Завершаются работы установкой всех демонтированных элементов, затем устанавливается аккумуляторная батарея, подключают клеммы батареи, доливают до нормы охлаждающую жидкость.

При переоборудовании автомобилей с впрысковыми (рис. 5.26) и дизельными системами питания (газодизель) в связи с их конструктивными особенностями выявляется ряд отличий. Они касаются дозирования и подвода газа к смесителю и электрических схем подачи топлива.

Испытания газотопливной системы. По окончании монтажа заводят автомобиль на жидком топливе, прогревают двигатель, контролируют утечки охлаждающей жидкости и бензина, нагрев редукторов, а также проверяют, чтобы все шланги и электропроводка не касались двигателя и его вращающихся частей: вентилятора, шкивов и их ремней.

Затем производится контроль герметичности (опрессовка) и прочности соединений с использованием рабочего давления.

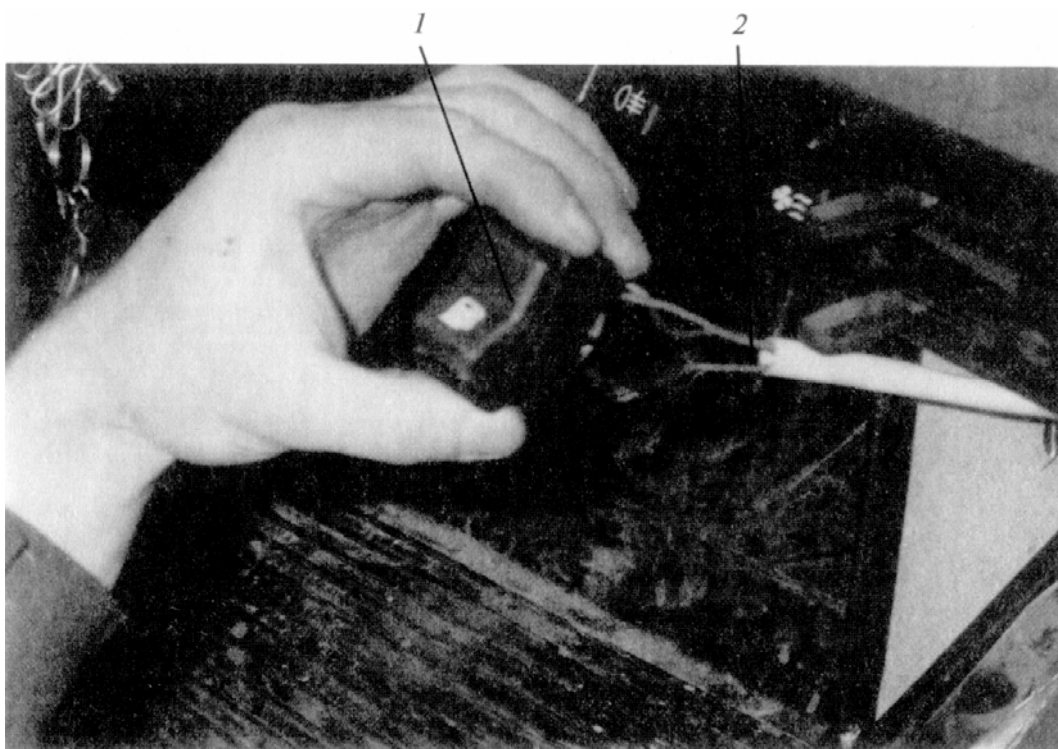


Рис. 5.25. Установка переключателя «Бензин» - «Газ» в салоне:
1 - переключатель; 2 - проводка электросхемы ГСН

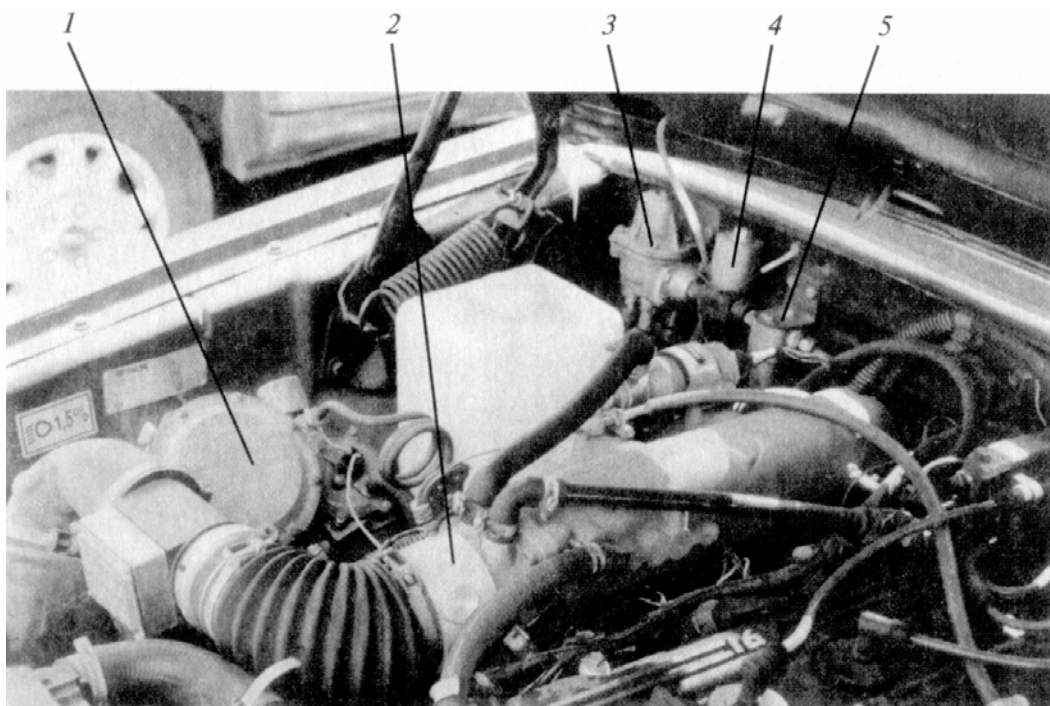


Рис. 5.26. Расположение основных элементов системы питания КПП инжекторного двигателя в подкапотном пространстве:
1 - РНД; 2 - смеситель газовый; 3 - РВД; 4 - ЭГК; 5 - фильтр газовый

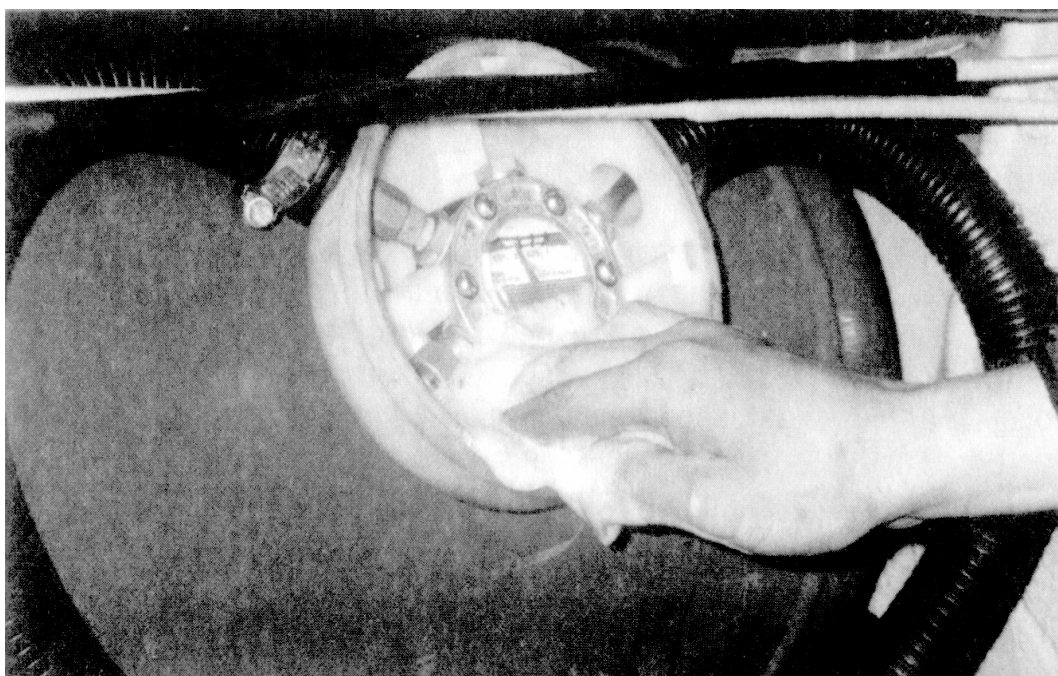


Рис. 5.27. Проверка герметичности арматуры баллона и мультиклапана

Давление для опрессовки систем ГСН составляет 1,6 МПа. Открывается наполнительный вентиль. При закрытом магистральном вентиле через заправочное устройство накачиваются баллоны. Манометром контролируется наполнение баллонов. Затем открывают расходный вентиль.

Давление для опрессовки систем КПП подается ступенчато. Сначала проверяют герметичность и работоспособность клапанов при давлении 1,0 МПа, затем - при последовательном повышении давления до 2,5; 4,9; 9,8 и 19,8 МПа.

Для контроля герметичности после электромагнитного клапана включают зажигание и переключатель ставят в положение «газ».

Внешнюю герметичность проверяют нанесением мыльного раствора на все соединения газопровода и вентили (рис. 5.27). Утечки устраняют, предварительно выпустив воздух из восстанавливаемого участка магистрали.

Внутреннюю герметичность РНД проверяют нанесением мыльного раствора на выходной патрубок при выключенном зажигании. Не допускается увеличение объема мыльных пузырьков.

По окончании опрессовки выпускают воздух из баллонов КПП, открыв заправочный вентиль, и проводят их вакуумирование.

Воздух из баллона ГСН выпускается через магистральный трубопровод, подсоединенный к мультиклапану. Затем автомобиль заправляется газом и проводятся регулировочные работы.

Регулировочные работы. Важным является первый запуск двигателя на газе, так как редуктор и дозатор могут оказаться разрегулированными. Предварительно необходимо прогреть двигатель на бензине, затем перевести переключатель топлива в нейтральное положение. В момент когда обороты начнут резко падать, включить газ. Обороты необходимо поддерживать открытием дроссельной заслонки и частичным закрытием воздушной заслонки. Затем регулировочными винтами добиваются стабильных оборотов холостого хода и нормативных показателей отработавших газов.

Работы по переоборудованию завершаются сдачей автомобиля заказчику. Для этого заказчику передают акт приемки-сдачи

и свидетельство о соответствии транспортного средства с установленным на него газобаллонным оборудованием требованиям безопасности.

5.3. Особенности переоборудования инжекторных бензиновых автомобилей

Для повышения топливной экономичности, динамики и, особенно, снижения вредных выбросов отработавших газов на автомобилях устанавливают двигатели с инжекторными, или компьютерными, системами управления. Подготовкой смеси и подачей топлива в отличие от карбюраторных и механических впрысковых систем управляет бортовой компьютер.

Инжекторная бензиновая система питания с компьютерным управлением (рис. 5.28) существенно отличается от карбюраторной системы.

Количество впрыскиваемого инжектором (форсункой) 21 топлива определяется сигналами, поступающими на бортовой компьютер, называемый электронным блоком управления (ЭБУ) 7.

Топливо из бензобака 5 подается расположенным в нем бензонасосом 3 и поступает далее через фильтр 4. Напряжение на бензонасос подается от замка зажигания через переключатель 1 и реле 2.

Топливо дозируется и впрыскивается во впускной коллектор расположенными в нем инжекторами 21, электрическая цепь которых соединена с ЭБУ 7. Таким образом, по сигналу ЭБУ изменяется количество топлива, сгорающего 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 датчиком положения дроссельной заслонки.

Информация о положении воздушной заслонки, количестве воздуха, поступающего в двигатель, и другие необходимые дан-

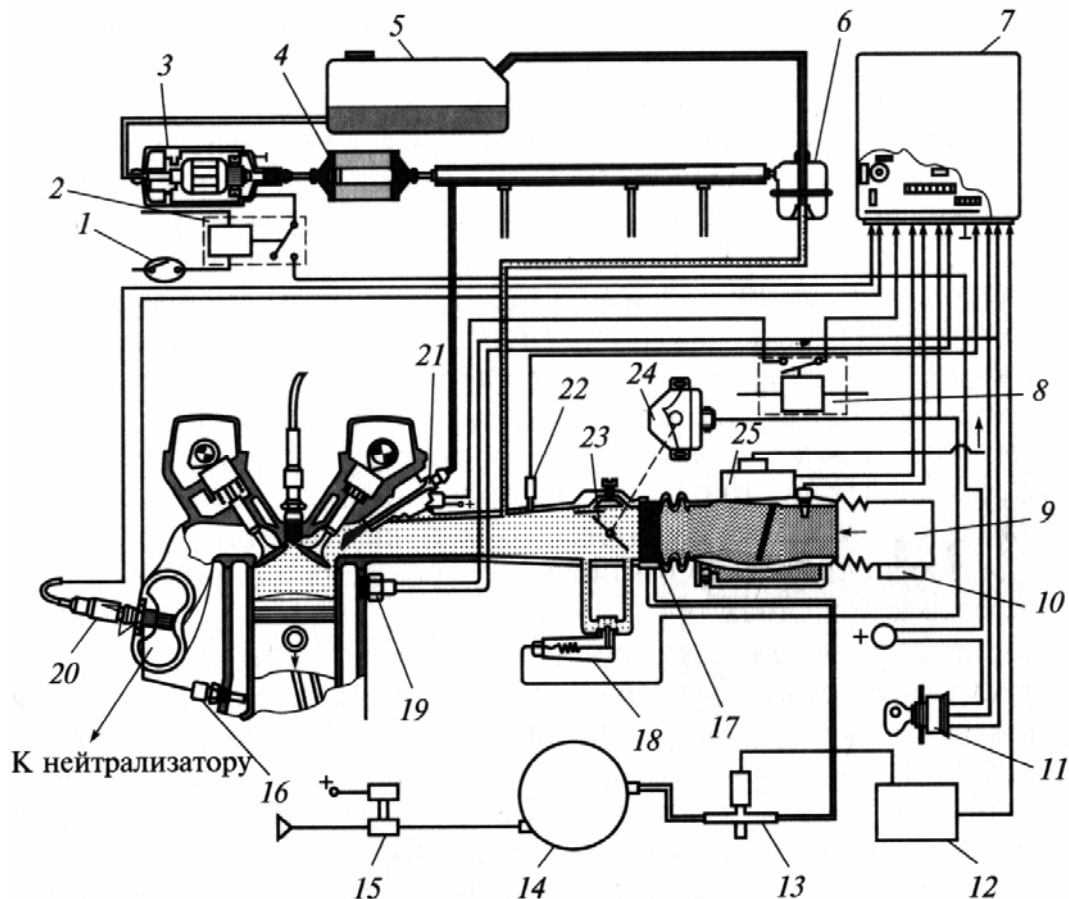


Рис. 4.28. Система многоточечного впрыска:

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 - λ -зонд; 21 - бензиновый инжектор; 22 - датчик температуры воздуха; 23 - дроссельная заслонка; 24 - датчик положения дроссельной заслонки; 25 - расходомер воздуха

ные (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 O_2 .

Этот датчик служит для косвенного определения и коррек-

ции ЭБУ коэффициента избытка воздуха (α) в топливовоздушной смеси. Устанавливаемый в выпускном тракте каталитический нейтрализатор (катализатор) уменьшает сразу все основные компоненты вредных выбросов CO, CH и NO_x если выдерживается соотношение между топливом и воздухом для бензина 1:14,9; пропан-бутана 1:16,1; метана 1:17,2. Эти соотношения соответствуют $\alpha = 1$. Кислородный датчик называют также λ -зондом. Этот зонд постоянно определяет содержание не использованного в камере сгорания кислорода - косвенного показателя α . Эта информация позволяет ЭБУ путем изменения времени открытия инжектора 21 поддерживать α в узких пределах. Инжектор впрыскивает топливо в необходимых количествах для образования в камере сгорания смеси, для которой коэффициент α меньше единицы или близок к ней, и обеспечивает таким образом эффективную работу каталитического нейтрализатора.

Существует множество вариантов принципиальных и конструктивных решений инжекторных систем питания. На рис. 5.28 представлена система распределенного или многоточечного впрыска. Существуют системы центрального впрыска с одной или двумя форсунками на все цилиндры. Системы зажигания могут иметь кардинальные отличия и управляться ЭБУ.

При переводе на газ инжекторных систем необходимо учитывать, что вмешательство в такие сложные системы может повлиять на их работоспособность и процесс подготовки смеси, на начало подачи газа и его воспламенение. Если не учитывать этого, то при работе на газе могут возникнуть такие негативные явления, как хлопки в воздушном фильтре двигателя, выход из строя бензиновых форсунок и бензонасоса и др. Система может перестать работать на бензине.

Перед выполнением работ по переоборудованию инжекторных систем проводят согласование и консультации с представителями завода - изготовителя автомобиля или двигателя. Необходимо хорошо изучить бензиновую систему питания.

Следует строго соблюдать меры предосторожности, чтобы не повредить чувствительные электронные приборы ЭБУ и датчиков. Прежде всего, нужно правильно обесточить ЭБУ. Отключение аккумулятора при работающем двигателе или включенном

зажигании может привести к сбою программы ЭБУ. Не допускается подключение или отсоединение цепей ЭБУ при включенном зажигании. Также необходимо помнить, что статическое электричество от тела и одежды автомеханика может вывести чувствительные электронные схемы ЭБУ из строя.

При вмешательстве в системы двигателя следует учитывать, что механические нарушения технического состояния двигателя или его систем (например, низкая компрессия, изменение фаз газораспределения, подсос воздуха, плохое качество топлива) могут быть ошибочно восприняты ЭБУ как неисправности электронной системы управления.

На инжекторные автомобили могут устанавливаться системы, питания компримированного природного или сжиженного нефтяного газа.

Рассмотрим особенности перевода на газ на примере схемы распределенного впрыска.

Для работы на газовом топливе необходимо отключить подачу бензина.

Существует два способа отключения поступления бензина в камеру сгорания. Первый способ предусматривает полное отключение подачи топлива. Для этого в цепь управления штатным реле бензонасоса 3 устанавливают выключатель. Также в цепь управления инжекторами 21 устанавливается реле выключения форсунок 8. Таким образом, при переключении на газ одновременно обесточиваются бензонасос и инжекторы.

Второй способ в соответствии с зарубежными требованиями безопасности не предусматривает отключения бензонасоса. Это позволяет устранить явления усыхания резинотехнических изделий системы питания и поддерживать 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 корпусом воз-

душной заслонки (дроссельный узел) и воздухопроводом.

Для обеспечения необходимого соотношения газовойоздушной смеси устанавливается дозатор газа 13. По конструкции он похож на дозатор, рассмотренный в подразделе 3.3.4. Сечение трубки дозатора изменяется электроприводом, управляемым через согласующий блок 12 ЭБУ 7.

При переоборудовании следует учитывать, что в ЭБУ заложена программа для работы на бензине, т.е. для обеспечения соотношения 1:14,9. Газы имеют отличные от бензина плотность и теплотворность. Для обеспечения коэффициента $\alpha \approx 1$ должны соблюдаться соотношения с воздухом 1:16,1 (для пропан-бутана) или 1:17,2 (для метана). Чтобы не выполнять дорогостоящего перепрограммирования, для работы на газе применяют дополнительные согласующие блоки - электронные блоки 12. Также в случае отключения инжекторов бензина и ряда датчиков вместо них подключают так называемые эмуляторы (симуляторы). Они «обманывают» ЭБУ, выдавая ему сигналы о том, что эти отключенные приборы будто бы работают нормально.

Опыт перевода инжекторных двигателей показывает, что достаточно отключить подачу бензина, установить смеситель и обычный дозатор газобензиновых систем. Однако такой «простой» способ может привести к негативным последствиям.

При работе на газе инжекторных систем повышается вероятность возникновения обратного распространения пламени во впускной трубопровод, расходомер и воздушный фильтр из-за внезапного обеднения смеси на переходных режимах. Возможны хлопки, которые могут разрушить корпус воздушного фильтра и повредить дорогостоящий расходомер воздуха. Расходомер - это термоанемометр, 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) 10. Он выбрасывает в атмосферу избыточное давление в момент хлопка воздушной смеси. Установка остальных узлов ГБО аналогична переоборудованию карбюраторного автомобиля.

6. ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ГБА

6.1. Испытания системы питания автомобилей, работающих на сжатом природном газе

Общие положения. После окончания монтажа газобаллонного оборудования необходимо проверить герметичность всей системы питания автомобиля и плотность соединений газовой аппаратуры путем опрессовки воздухом высокого давления. Эта работа производится на станции испытаний газобаллонных автомобилей.

Испытание герметичности и опрессовка газовой системы питания производится в несколько этапов: на давление 1,0; 2,5; 5,0; 10,0; 20,0 МПа (10, 25, 50, 100 и 200 кгс/см²).

Выдержка между моментом достижения рабочего (заданного) давления и началом проведения контрольных операций на каждом этапе испытания должна составлять не менее 2 мин.

Проверку герметичности на всех этапах испытаний осуществлять с помощью мыльного раствора, наносимого кистью на контролируемые узлы и соединения.

По окончании опрессовки на станции проверить работоспособность двигателя на КПП (от постороннего источника) и провести регулировку топливной аппаратуры с целью удовлетворения требованиям ГОСТ 17.2.2.03-87 по содержанию окиси углерода в отработавших газах.

После проведения контроля качества опрессовки газовой аппаратуры, обкатки двигателя при работе на КПП и контроля качества обкатки (по содержанию СО в отработавших газах) контролером-приемщиком ОТК производится окончательное оформление документов на автомобиль.

Подготовка автомобиля к испытанию газовой системы питания.

1. Полностью укомплектованный автомобиль перегнать на пост опрессовки газобаллонной аппаратуры и установить на рабочее место для проведения испытаний.

2. Закрыть наполнительный, магистральный и расходные вентили I и II групп баллонов.

3. Снять кожух редуктора высокого давления (у автомобилей, у которых редуктор высокого давления расположен на лон-

жероне рамы).

4. Подготовить пост подачи сжатого воздуха к работе (по специальной инструкции).

5. Отвернуть заглушку с патрубка наполнительного вентиля (левая резьба).

6. Подсоединить шланг подачи сжатого воздуха к наполнительному вентилю системы газового питания.

Проверка на герметичность.

1. Подать с поста сжатый воздух давлением 1,0...1,2 МПа (10...12 кгс/см²) и проверить омыливанием герметичность соединения воздушного шланга с наполнительным вентиляем.

В случае негерметичности открыть вентиль сброса воздуха на посту и после стравливания давления до нуля устранить негерметичность путем подтягивания резьбовых соединений либо заменой уплотнителя.

Повторить проверку герметичности подсоединения воздушного шланга к наполнительному вентилю.

2. Открыть наполнительный и расходные вентили I и II групп баллонов и постепенно начать заполнение системы питания двигателя сжатым воздухом до давления 1,0 МПа (10 кгс/см²).

3. При достижении давления в системе 1,0 МПа (10 кгс/см²) прекратить подачу сжатого воздуха и по истечении 2...3 минут начать проверку на герметичность.

4. Омыливанием проверить: а) все соединения у крестовины наполнительного вентиля; б) соединения расходных вентилей I и II групп баллонов; в) соединения крестовин, переходников, угольников, манометра, установленных на баллонах; г) соединения трубопроводов.

Во всех случаях при обнаружении утечки открыть вентиль сброса воздуха на посту и сбросить давление в системе до нуля.

Устранить утечки путем подтягивания резьбовых соединений или заменой уплотнителей, деталей и узлов газовой системы питания двигателя.

Повторить проверку на герметичность.

5. Проверить внутреннюю герметичность магистрального вентиля при давлении в системе 1,0 МПа (10 кгс/см²). С этой целью: а) включить зажигание автомобиля; б) установить переключ-

чатель вида топлива на панели кабины в положение «Газ».

При герметичности магистрального вентиля на манометре двухступенчатого редуктора низкого давления при этом не должно наблюдаться перемещение стрелки. В случае пропуска газа через магистральный вентиль стрелка манометра должна показать наличие давления в двухступенчатом редукторе низкого давления.

После проверки выключить зажигание, установить переключатель вида топлива в положение «бензин».

6. Проверить герметичность соединений от магистрального вентиля до электромагнитного запорного клапана газового фильтра. С этой целью: а) медленно открыть магистральный вентиль на автомобиле; б) путем омыливания проверить соединения у магистрального вентиля, у подогревателя, у редуктора высокого давления (следует омыливать весь редуктор), у электромагнитного запорного клапана, трубопроводов у кронштейна под полом кабины.

7. Проверить герметичность газовой системы на участке от электромагнитного клапана до двухступенчатого редуктора низкого давления. С этой целью: а) включить зажигание; б) установить переключатель вида топлива в положение «Газ»; в) омыливанием проверить все соединения от клапана до редуктора; г) выключить зажигание.

8. Проверить работу электромагнитного клапана бензиновой системы питания. С этой целью: а) поставить переключатель вида топлива в положение «Бензин»; б) включить зажигание и запустить двигатель на бензине; в) поставить переключатель в среднее положение «0».

После кратковременной работы двигатель должен заглохнуть.

9. Проверить работу двухступенчатого редуктора низкого давления. С этой целью после того, как двигатель заглох, установить переключатель вида топлива в положение «Газ». При этом стрелка манометра низкого давления должна показать наличие давления около 0,2 МПа (2 кгс/см²).

10. Выключить зажигание.

Опрессовка газобаллонной аппаратуры.

1. Убедившись в герметичности газовой системы питания

автомобиля при давлении 1,0 МПа (10 кгс/см²), увеличить давление подаваемого воздуха на посту и довести давление в системе автомобиля до 2,5 МПа (25 кгс/см²) по показаниям контрольного манометра поста.

2. Прекратить подачу сжатого воздуха и проверить соответствие показаний манометра высокого давления на баллоне автомобиля с показаниями контрольного манометра поста.

3. Провести проверку герметичности системы.

4. Убедившись в герметичности всей газовой системы питания при давлении 2,5 МПа (25 кгс/см²), открыть ventиль сброса воздуха на посту и сбросить давление в газовой системе автомобиля до нуля.

5. Вывернуть регулировочный винт редуктора высокого давления на 17...19 оборотов.

6. Провести окончательную опрессовку газобаллонной аппаратуры. С этой целью необходимо последовательно доводить давление в баллонах автомобиля до величин 5, 10, 20 МПа (50, 100, 200 кгс/см²), проверяя при этом каждый раз соответствие показаний манометра высокого давления на баллоне автомобиля показаниям контрольного манометра поста.

При каждой ступени давления воздуха проверять герметичность соединения.

7. После окончания опрессовки на давление 20 МПа (200 кгс/см²) закрыть наполнительный ventиль.

8. Открыть ventиль сброса давления воздуха поста.

9. Отсоединить шланг подачи воздуха от наполнительного ventиля.

10. Омыть выходное отверстие и резьбовые соединения наполнительного ventиля. Ventиль должен быть герметичным.

11. Подсоединить к наполнительному ventилю устройство специального отводящего воздухопровода. Медленно открыть наполнительный ventиль автомобиля и выпустить сжатый воздух из системы - показания манометра на баллоне должны снизиться до нуля.

12. Закрыть наполнительный ventиль автомобиля.

13. Отсоединить от наполнительного ventиля отводящий воздухопровод.

14. Ввернуть регулировочный винт редуктора высокого дав-

ления на 17...19 оборотов. Установить на редуктор ранее снятый кожух.

15. Сделать отметку в техдокументации автомобиля о проверке газовой системы питания на герметичность и ее опрессовке.

16. Завести двигатель на бензине и перегнать автомобиль на пост испытаний работы двигателя на компримированном природном газе.

Проверка работы двигателя на компримированном природном газе.

1. Установить автомобиль на рабочее место проверки работы двигателя на сжатом природном газе и затормозить его ручным тормозом.

2. Перевести переключатель вида топлива в положение «0». Выработать бензин из поплавковой камеры карбюратора до полного останова двигателя. Выключить зажигание.

3. Закрыть на автомобиле расходные вентили баллонов, наполнительный и магистральный вентили. Снять заглушку наполнительного вентиля.

4. Подсоединить к наполнительному вентилю шланг от газовой установки.

5. Медленно открыть кран подачи газа на газовой установке.

6. Медленно открыть на автомобилях ЗИЛ наполнительный и магистральный вентили; на автомобилях ГАЗ наполнительный и расходный вентили.

7. Включить зажигание. Перевести переключатель вида топлива в положение «Газ». Нажать пусковую кнопку на 1...2 с на панели кабины автомобиля. Должно быть слышно шипение газа, подаваемого в карбюратор-смеситель. Запустить двигатель, не отжимая кнопку. После запуска пусковую кнопку отжать и продолжить работу на газе. Закрыть жалюзи радиатора.

Прогреть двигатель на средней частоте вращения до температуры 80 °С.

8. С помощью регулировочного винта газовой системы холостого хода и упорного винта дроссельной заслонки добиться минимально устойчивой частоты вращения коленчатого вала, регламентируемой заводом-изготовителем (500...600 мин⁻¹).

Проверить работу двигателя на всех режимах, при этом раз-

гон двигателя должен происходить без «провалов» и «хлопков».

9. Проверить содержание окиси углерода СО в отработавших газах на соответствие требованиям ГОСТ 17.2.2.03-87 и при необходимости отрегулировать карбюратор-смеситель на минимальное содержание СО в отработавших газах.

10. Остановить двигатель. Медленно закрыть вентиль подачи газа на газовой установке.

11. Предъявить автомобиль контролеру ОТК.

12. Запустить двигатель автомобиля и выработать газ в системе до полной остановки двигателя. Выключить зажигание. Закрыть наполнительный и магистральный вентили (у автомобилей ЗИЛ) и наполнительный и расходный вентили (у автомобилей ГАЗ).

Отсоединить шланг подачи газа от наполнительного вентиля. Установить на наполнительный вентиль ранее снятую заглушку.

13. Установить переключатель вида топлива в положение «Бензин». Запустить двигатель. Перегнать автомобиль на площадку-стоянку готовых автомобилей.

6.2. Правила техники безопасности при переоборудовании бензиновых автомобилей для работы на компримированном природном газе

Общие положения.

1. Работа по охране труда на предприятиях, связанных с переоборудованием бензиновых автомобилей в газобаллонные, испытаниями газовой системы питания на герметичность и ее опрессовкой под давлением 20 МПа (20 кгс/см²), проверкой работоспособности двигателей на КПП и его регулировкой, должна строиться в соответствии с требованиями Правил по охране труда на автомобильном транспорте, утвержденных Министерством автомобильного транспорта Российской Федерации 07.05.79, Правил техники безопасности при эксплуатации автомобилей на сжатом природном газе, утвержденных Минавтотрансом 28.03.84.

2. Руководящие и инженерно-технические работники, ремонтные рабочие и обслуживающий персонал должны пройти

обучение по устройству и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

3. Должностные лица, нарушающие Правила техники безопасности, несут ответственность независимо от того, привело ли это нарушение к аварии или несчастному случаю, и могут быть привлечены к дисциплинарной, а также иной ответственности, предусмотренной действующим законодательством, в зависимости от характера нарушения и тяжести его последствий.

4. Рабочие несут ответственность за нарушение Правил техники безопасности в порядке, установленном правилами внутреннего трудового распорядка на предприятии.

5. Обо всех авариях и несчастных случаях, связанных с использованием сжатого воздуха или природного газа, администрация предприятия обязана немедленно сообщить местному органу Госгортехнадзора.

Расследование аварий и несчастных случаев должно проводиться в соответствии с Положением о расследовании и учете несчастных случаев на производстве.

6. На основании Правил техники безопасности при эксплуатации автомобилей на КПП администрация предприятия должна разработать инструкции по охране труда для каждой отдельной профессии (вида работы) с учетом специфики производства, оборудования. Инструкция утверждается руководством предприятия совместно с профсоюзным комитетом.

Требования к территории, производственным помещениям, оборудованию.

1. Территория предприятия, производственные, вспомогательные, санитарно-бытовые помещения и открытые площадки для хранения газобаллонных автомобилей должны соответствовать требованиям действующих норм и правил в строительстве и на транспорте.

2. Требования к оборудованию зданий, открытых площадок для хранения автомобилей, работающих на КПП, и порядку работы систем канализации, газоснабжения, горячего и холодного водоснабжения, средств мусороудаления, телефонизации, радиофикации и т.д. должны быть такими же, как и для стоянок автомобилей, работающих на жидком топливе, в соответствии с Правилами по охране труда на автомобильном транспорте.

3. В помещениях, предназначенных для работы двигателей на КПП, а также на открытых площадках хранения автомобилей запрещается:

а) курить, пользоваться открытым огнем и работать с применением переносных кузнечных горнов, паяльных ламп и сварочных аппаратов;

б) заправлять автомобили газовым или жидким топливом, а также сливать жидкое топливо из баков;

в) оставлять открытыми отверстия горловин топливных баков (для жидкого топлива);

г) подзаряжать аккумуляторные батареи (в помещениях);

д) мыть или протирать бензином кузов, детали или агрегаты газобаллонного автомобиля, а также руки и одежду;

е) хранить жидкое топливо, за исключением жидкого топлива в баках, а также непредусмотренные материалы и предметы.

Курить и пользоваться открытым огнем разрешается только в специально отведенных для этих целей местах.

4. Участки ремонта деталей и приборов газовой системы, снятых с автомобиля, допускается размещать в помещении для ремонта приборов питания автомобилей, работающих на жидком топливе.

5. На участке по испытаниям газовой системы питания на герметичность и ее опрессовке должны соблюдаться следующие правила техники безопасности:

а) пост должен быть оборудован автоматической звуковой и световой сигнализацией, срабатывающей при подаче сжатого воздуха при испытании;

б) не допускается хранение автомобилей и их перемещение на посту с системой газового питания, находящейся под давлением.

6. Шкаф управления подачей сжатого воздуха должен закрываться и иметь надежные запоры для исключения случаев подачи воздуха высокого давления случайными людьми.

7. Работы по снятию и установке газовой аппаратуры необходимо выполнять специальными инструментами, а не случайными подручными средствами; агрегаты можно снимать только в остывшем состоянии.

8. Выпуск сжатого воздуха после проведения испытаний

должен осуществляться через специальное устройство, оборудованное шумоглушителем.

9. Проверка работы двигателя на КПП и его регулировка производится на специально оборудованной открытой площадке или в специально выделенном помещении с обязательной приточно-вытяжной вентиляцией.

10. Электропитание аварийной вентиляции, системы автоматического пожаротушения, аварийного освещения предусматривается по первой категории надежности электроснабжения.

Требования к автомобилям, подлежащим переоборудованию, и к газобаллонной аппаратуре.

1. Переоборудование автомобиля для работы на КПП производится в соответствии с технической документацией завода-изготовителя газобаллонного оборудования.

2. Переоборудовать для работы на КПП разрешается только технически исправные автомобили.

3. Установка пустых баллонов на автомобиль и их съем должны производиться с помощью грузоподъемных устройств.

4. При установке баллонов необходимо выдерживать соответствующие технической документации расстояния от горловин баллонов до стенок продольных брусьев, а также положение штуцеров для подсоединения газопроводов. Под каждую сторону баллона должны быть подложены резиновые прокладки.

5. Перед установкой газопроводов высокого давления необходимо продуть их сжатым воздухом и осмотреть (не допускается наличие трещин и повреждений).

6. При установке переходников и вентилей на баллонах должны соблюдаться следующие требования:

а) баллоны должны соответствовать требованиям, предъявленным к ним Госгортехнадзором;

б) конические резьбы должны смазываться свинцовым глетом по ГОСТ 5539-73; допускается использование свинцового сурика;

в) усилие при затяжке конических резьб переходников и вентилей должно составлять 40...50 кгс·м, для чего используются специальные ключи;

г) при монтаже переходников и вентилей баллон должен быть установлен в специальное зажимное устройство, препятст-

вующее его проворачиванию;

д) вновь ввернутые переходники и вентили должны иметь не менее 2...5 витков резьбы, не вошедших в резьбовые гнезда;

е) баллоны должны быть надежно укреплены на автомобиле стяжными хомутами; момент затяжки болтов, стягивающих хомуты, должен быть в пределах 1,5...2 кгс·м. Не допускается затяжка хомутов до соприкосновения концов.

7. Газопроводы высокого давления должны соответствовать техническим требованиям завода-изготовителя. Запрещается устанавливать газопроводы кустарного производства.

8. На участке по подготовке автомобилей к переоборудованию необходимо:

а) тщательно вымыть автомобиль, особенно те места, где будут производиться работы по переоборудованию (подкапотное пространство, кабина и рама автомобиля);

б) слить бензин из топливного бака и трубопроводов системы питания в специальные емкости, обеспечивающие пожарную безопасность.

Требования по технике безопасности к авторемонтным рабочим и обслуживающему персоналу.

1. К работам по переоборудованию бензиновых автомобилей в газобаллонные допускаются лица не моложе 18 лет, обученные безопасным методам работы, сдавшие экзамены по техминимуму и правилам техники безопасности и получившие соответствующее удостоверение.

2. Перед началом работ необходимо проверить исправность инструмента и оборудования, включить вентиляцию.

3. Сварочные, масляные работы (включая искусственную сушку), а также работы с электродрелью, абразивными материалами и др., дающими искрение, должны производиться при отсутствии газа в баллонах.

4. При проведении монтажных и регулировочных работ запрещается пользоваться замасленными шлангами, скрюченными и сплюснутыми резиновыми трубками.

5. Перед каждой проверкой системы питания автомобилей на герметичность следует внимательно осмотреть арматуру, трубопроводы и приборы газовой системы питания.

6. При проведении испытаний на герметичность и опрессов-

ке систем питания газобаллонных автомобилей следует строго соблюдать последовательность выполнения технологических операций.

7. Запрещается производить подтяжку гаек и соединений, замену узлов и деталей системы питания газобаллонных автомобилей, находящихся под давлением, стучать по арматуре и газопроводам.

8. Запрещается во время наполнения баллонов сжатым воздухом находиться в помещении расположения проверяемого автомобиля.

9. Запрещается проверять герметичность соединений газопроводов, газовой аппаратуры и арматуры открытым огнем.

10. При проведении электромонтажных работ необходимо соблюдать следующие правила:

а) закрепленные провода не должны проворачиваться вокруг клемм приборов;

б) провода, идущие в моторный отсек к датчику низкого давления газа, электромагнитному бензиновому клапану, электромагнитному газовому клапану, электромагнитному пусковому клапану и другим элементам электрооборудования газобаллонной аппаратуры, не должны касаться нагревающихся деталей двигателя;

в) не допускается касание металлических деталей автомобиля с токоведущими клеммами приборов и наконечниками проводов;

г) изоляция проводов не должна быть повреждена;

д) провода не должны располагаться на острых кромках и ребрах деталей автомобиля;

е) изоляционные трубки должны быть плотно посажены на наконечники проводов и не должны зажиматься крепежными деталями.

11. Запрещается ремонтировать или регулировать газовую аппаратуру (кроме регулировки холостого хода) при работе двигателя на КПП.

При перебоях в работе двигателя на газе (раздаются «хлопки») его необходимо немедленно остановить.

12. Запрещается выпускать газ из баллонов автомобиля на территории испытательной станции.

Газ может быть выпущен в атмосферу только в специально отведенном месте вдали от людей и источников огня.

13. В процессе эксплуатации автомобиля, работающие на КПП, должны ежедневно при выпуске на линию и приемке с линии подвергаться осмотру с целью проверки герметичности и исправности газовой аппаратуры. Особое внимание обращается на герметичность всех соединений, газопроводов, клапанов газового редуктора (на слух и с помощью мыльной эмульсии), а также на надежность крепления газовых баллонов и кронштейнов.

Обнаруженные неисправности газовой аппаратуры (в первую очередь ее негерметичность) устраняются только в цехах (на постах) по ремонту и регулировке газовой аппаратуры или в специализированной мастерской.

13. Категорически запрещается эксплуатировать автомобили с неисправной газовой аппаратурой и нарушенной герметичностью в резьбовых соединениях.

В случае неисправности газовой системы необходимо немедленно закрыть расходный вентиль, выработать газ из системы, закрыть магистральный вентиль.

Пуск и остановка двигателя при работе на газе.

Прежде чем пускать двигатель при работе на газе, необходимо убедиться в том, что переключатель вида топлива установлен в положение «Газ».

Необходимыми условиями удовлетворительного пуска двигателя являются:

- правильная регулировка холостого хода;
- отсутствие неисправностей в газовой аппаратуре;
- соблюдение правил пуска двигателя.

Перед пуском двигателя следует проверить наличие охлаждающей жидкости в системе охлаждения и уровень масла в картере.

Пуск прогретого двигателя.

1. Проверить по манометру высокого давления наличие газа в баллонах.

2. Открыть вентили в баллонах.

3. Установить рычаг коробки передач в нейтральное положение.

4. Проверить положение кнопки ручного управления дрос-

сельными заслонками (оно должно соответствовать полному закрытию дроссельных заслонок).

5. Включить зажигание. Убедиться, что контрольная лампа в кабине не горит (это свидетельствует о наличии давления). По манометру низкого давления убедиться, что электромагнитный газовый клапан открылся и газ поступает в первую ступень редуктора низкого давления.

6. Включить стартер.

После длительной стоянки иногда наблюдаются случаи резкого снижения частоты вращения двигателя при медленном открытии дроссельных заслонок. В этой ситуации рекомендуется более резко открывать дроссельные заслонки.

Пуск холодного двигателя при температуре от 0 °C и выше.

1. Проверить по манометру высокого давления наличие газа в баллонах.

2. Открыть вентили на баллонах (до упора).

3. Установить рычаг коробки передач в нейтральное положение.

4. Установить кнопку ручного управления дроссельными заслонками в такое положение, при котором прогретый двигатель развивает частоту вращения 700...800 мин⁻¹.

5. Включить зажигание. Убедиться, что контрольная лампа в кабине не горит. По манометру низкого давления убедиться, что электромагнитный газовый клапан открыт и газ поступает в первую ступень редуктора низкого давления.

6. Включить стартер на время не более 5 с. Как только двигатель начнет работать, дать ему поработать 1-2 мин, после чего, плавно открывая дроссельные заслонки, довести частоту вращения двигателя до 800...1000 мин⁻¹, при которой проводится прогрев двигателя. В случае появления «провала», не позволяющего довести частоту вращения двигателя до указанных значений, допускается небольшое прикрытие воздушной заслонки или резкое открытие дроссельных заслонок. После того как частота вращения коленчатого вала двигателя начнет возрастать, довести ее до 800...1000 мин⁻¹. Воздушная заслонка должна быть при этом полностью открыта.

7. После прогрева двигателя установить кнопку ручного

управления дроссельными заслонками в исходное положение.

Не рекомендуется при пуске двигателя на газе закрывать воздушную заслонку, так как это приводит к излишнему обогащению газозоудушной смеси и затруднению пуска двигателя.

Запрещается работа с большой частотой вращения коленчатого вала для ускорения прогрева холодного двигателя.

В случае затрудненного пуска в момент включения стартера нажать кнопку пускового клапана. Кнопку необходимо вернуть в исходное положение после начала устойчивой работы двигателя.

Пуск холодного двигателя при температуре не ниже -15 °С. Пуск двигателя должен проводиться в соответствии с рекомендациями по пуску двигателя при температуре от 0 °С и выше. Для облегчения пуска следует нажать кнопку пускового клапана в момент включения стартера. Кнопку необходимо вернуть в исходное положение сразу после начала устойчивой работы двигателя.

Пуск холодного двигателя при температуре ниже -15 °С. Для обеспечения пуска двигателя при низких температурах, а также для замедления изнашивания деталей, возникающего при пуске холодного двигателя, следует прогреть систему охлаждения и смазочную систему горячей водой или паром. Для пуска двигателя необходимо включить стартер и одновременно нажать кнопку пускового клапана. Рекомендации по пуску двигателя см. выше (пуск холодного двигателя при температуре от 0 °С и выше).

В случае затрудненного пуска двигателя, работающего на газе, необходимо пустить двигатель на бензине, прогреть его и перевести в режим работы на газовом топливе.

Остановка двигателя. Иногда после выключения зажигания возможно самовоспламенение смеси (двигатель продолжает работать без электрического зажигания), особенно после перегрузки двигателя. Это не является признаком какой-либо неисправности и вызвано наличием в камере раскаленных частиц нагара. Самовоспламенение смеси не зависит от тепловой характеристики свечей.

Для устранения самовоспламенения топлива необходимо перед тем как остановить двигатель, дать ему поработать 1...2 минуты с малой частотой вращения коленчатого вала, после

чего выключить зажигание.

В случае остановки двигателя на короткое время вентили можно оставлять открытыми. При длительной стоянке автомобиля необходимо перекрыть баллонные вентили, выработать газ из системы до останова двигателя, после чего выключить зажигание и аккумуляторную батарею.

Изменение вида топлива.

Для перевода двигателя с бензина на газ необходимо на работающем двигателе установить переключатель вида топлива в положение «0». После выработки бензина из поплавковой камеры (двигатель начинает работать неустойчиво и останавливаться) следует перевести переключатель в положение «Газ» и продолжать работу на газе. Газовые вентили на баллонах должны быть предварительно открыты. Перевод с газа на бензин осуществляется в обратном порядке. Не рекомендуется продолжать работу на бензине с открытыми баллонными вентилями.

Допускается перевод с одного вида топлива на другой на неработающем двигателе при условии, что топливо, на котором двигатель работал до остановки, выработано. В этом случае достаточно установить переключатель вида топлива из положения «0» в необходимое.

При подкачке топлива в карбюратор ручным рычагом топливного насоса следует включить зажигание и установить переключатель в положение «Бензин».

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ГБО

7.1. Виды, периодичность, нормативы и содержание технического обслуживания газовой аппаратуры

При техническом обслуживании газобаллонных автомобилей, помимо плановых воздействий, характерных для базовых моделей, возникает ряд работ, связанных с наличием и спецификой газового оборудования.

Для газобаллонных автомобилей установлены следующие виды технического обслуживания:

- ежедневное техническое обслуживание (ЕО);
- первое техническое обслуживание (ТО-1);
- второе техническое обслуживание (ТО-2);
- сезонное обслуживание (СО);
- техническое освидетельствование газовых баллонов.

Работы по ТО-1 и ТО-2 газовой системы питания выполняются с периодичностью технического обслуживания самого автомобиля (табл. 7.1). Сезонное обслуживание газовой аппаратуры совмещается с очередным ТО-2 и выполняется 1 раз в год.

Освидетельствование газовых баллонов выполняется:

- 1 раз в 2 года для ГСН;
- 1 раз в 3 года в случае установки на автомобиль баллонов для КППГ.

Таблица 7.1

**Периодичность технического обслуживания
газобаллонных автомобилей**

Транспортные средства, категория условий эксплуатации	Коэффициент корректирования периодичности ТО	Периодичность, км	
		ТО-1	ТО-2
Легковые автомобили:			
1	1,0	4000	16000
2	0,9	3600	14400
3	0,8	3200	12800
4	0,7	2800	11200
5	0,6	2400	9600

Продолжение табл. 7.1

Автобусы:			
1	1,0	3500	14000
2	0,9	3150	12600
3	0,8	2800	11200
4	0,7	2450	9800
5	0,6	2100	8400
Грузовые автомобили и автобусы на их базе:			
1			
2	1,0	3000	12000
3	0,9	2700	10800
4	0,8	2400	9600
5	0,7	2100	8400
	0,6	1800	7200

7.2. Техническое обслуживание газобаллонного оборудования

В основе организации технологических процессов ТО и ТР ГБА лежит принцип преимущественного совмещения по времени и наработке технического обслуживания базового автомобиля и ГБО. Ниже приведены перечни дополнительных операций ТО газовых систем ГБА.

Ежедневное техническое обслуживание (ЕО). Ежедневное техническое обслуживание выполняется перед выездом ГБА на линию и после возвращения в АТП.

Перед выездом проверяются внешним осмотром: крепление газовых баллонов, которые не должны касаться пола кузова или крыши; газопроводы и арматура, которые не должны быть деформированы; состояние газового оборудования, газопроводов и измерительных приборов.

Для работающих на КПП автомобилей по манометру необходимо убедиться в наличии газа в баллонах. Открыть расходные вентили, при открытии вентилей проверить легкость и плавность их открытия и закрытия рукой. Не допускается открытие и закрытие расходных и магистральных вентилей с помощью дополнительных инструментов.

Особое внимание необходимо уделять контролю герметичности элементов и соединений всей газовой системы питания. Проверку проводят до и после открытия газовых вентилей. Следует обратить внимание на наличие запаха газа в кабине водителя, вспомогательном и моторном отсеках, салоне. При необходимости следует проверить с помощью течеискателя или пенным раствором герметичность соединений, а также проверить, нет ли подтекания бензина (для газодизельных автомобилей дизельного топлива) в соединениях топливопроводов и электромагнитном бензиновом клапане. Визуально негерметичность можно обнаружить по наличию конденсата или измороси в местах утечки. Утечку газа можно определить на слух и по наличию мыльных пузырьков.

Проверяют легкость пуска и работу двигателя на газе на холостом ходу при различной частоте вращения коленчатого вала, наличие огнетушителей в кабине и салоне.

После возвращения автомобиля в АТП внешним осмотром следует проверить герметичность арматуры газового баллона и расходных вентилей. Необходимо удостовериться, нет ли подтекания бензина в соединениях топливопроводов, а также с помощью мыльной эмульсии и течеискателей проверить состояние расходных, магистральных и наполнительных вентилей, газопроводов и их соединений. Очистить снаружи и при необходимости вымыть арматуру газового баллона и приборы газовой, бензиновой или газодизельной систем питания.

При постановке автомобиля на стоянку нужно закрыть расходные вентили и выработать весь газ, находящийся в системе, а в холодное время года при использовании в системе охлаждения воды слить ее из полости редуктора.

Первое техническое обслуживание (ТО-1). Перед постановкой на пост ТО-1 автомобилей необходимо проверить внутреннюю герметичность расходных вентилей и наружную герметичность арматуры газового баллона, затем закрыть расходный вентиль, выработать газ из системы. При необходимости следует удалить газ из баллона и перейти на работу двигателя на бензине.

При ТО-1 выполняются очистительные работы: очистка корпусов фильтрующих элементов газовых фильтров, электромагнитного клапана, редукторов высокого и низкого давления,

слив отстоя из РНД.

Затем проверяют, как и при ЕО, герметичность газовой системы питания. Запускают двигатель и проверяют его работу на холостом ходу на газе и бензине при различной частоте вращения коленчатого вала, определяют содержание СО и СН в отработавших газах и в случае необходимости проверяют давление в 1-й и 2-й ступенях РНД, регулируют газовые редукторы и карбюратор-смеситель.

Проверяют внешнее состояние и крепление элементов ГБО, герметичность полости теплоносителя, подводящих и отводящих шлангов подогревателя газа.

В газодизельных автомобилях и автобусах дополнительно проверяют отсутствие подтеканий дизельного топлива в соединениях топливопроводов, состояние, крепление и работоспособность механизма установки запальной дозы дизельного топлива, ход телескопической тяги заслонки и других механизмов управления подачи газа, смазывают эти соединения. При необходимости устраняют неисправности. Проверяют герметичность воздушного впускного трубопровода двигателя после воздушного фильтра. Подтягивают, если необходимо, все соединения крепления деталей, установленных на трубопроводе. Проверяют состояние, крепление и работоспособность электрической системы, крепление проводки к кнопке включения моторного тормоза. Устраняют имеющиеся неисправности.

Проверяют работу двигателя в газодизельном режиме, при необходимости регулируют запальную дозу дизельного топлива на начало подачи газа и уравнивают мощности двигателя при работе в дизельном и газодизельном режимах. Переводят и проверяют двигатель в дизельном режиме.

Второе техническое обслуживание (ТО-2). Второе техническое обслуживание включает часть работ ТО-1 и, кроме того, ряд дополнительных контрольно-диагностических, крепежных, ремонтных и регулировочных операций, производимых со снятием в необходимых случаях элементов газовой системы питания.

При ТО-2 тщательно проверяют крепление узлов и приборов газовой системы, работу редукторов высокого и низкого давления, дозирующе-экономайзерных устройств, предохранительного клапана, подогревателя, испарителя, карбюратора-смесителя, ма-

нометров высокого и низкого давления с помощью специального диагностического оборудования. В случае обнаружения неисправностей их устраняют и регулируют названные узлы и приборы.

Снимают электромагнитный клапан-фильтр, очищают отстойник фильтра. При необходимости заменяют фильтр и шток и другие неисправные детали, собирают и проверяют работоспособность, устанавливают электромагнитный клапан на место.

В автомобилях, работающих на КПП, в том числе газодизельных, выполняют смазку резьбовых соединений штоков магистрального, наполнительного и расходных вентилей.

При ТО-2 выполняется часть ремонтных работ. Если оговорено в перечне работ, снимают РВД, заменяют мембраны, уплотнительные прокладки в соединениях с манометром и предохранительным клапаном, заменяют фильтры РВД и РНД, проверяют на стенде внутреннюю и внешнюю герметичность, производят регулировку выходного давления. Устанавливают РВД на место. Сливают отстой из РНД.

Проверяют давление в 1-й (если позволяет конструкция) и 2-й ступенях РНД. При необходимости регулируют газовые редукторы и карбюратор-смеситель.

Проверяют также легкость пуска и работу двигателя на газе и бензине. Затем запускают двигатель и проверяют его работу на холостом ходу на газе и бензине при различной частоте вращения коленчатого вала, определяют содержание СО и СН в отработавших газах.

В газодизельных автомобилях необходимо очистить и проверить крепление и работоспособность механизма ограничения подачи газа, при необходимости смазать и отрегулировать его.

Проверяют крепление трубок на пневмоклапане и его крепления на ТНВД.

Проверяют отсутствие подтеканий дизельного топлива в соединениях топливопроводов.

Проверяют крепление крышки воздушного фильтра.

Переводят двигатель на газодизельный режим и на посту диагностики проверяют работу автомобиля в газодизельном режиме работы двигателя и соответствие его мощности при работе в дизельном режиме. При необходимости регулируют подаваемое

количество обоих видов топлива и их соотношение.

Проверяют и устанавливают угол опережения впрыска дизельного топлива.

Проверяют и при необходимости регулируют дымность, содержание СО и СН в отработавших газах в соответствии с заводской инструкцией.

В завершении ТО-2 необходимо проверить мыльным раствором соединения газопроводов с крестовиной, запорочным и магистральным вентилями, герметичность запорочного и магистрального вентилей, соединения газопроводов с РВД и электромагнитным клапаном, герметичность соединения манометра и предохранительного клапана.

Сезонное обслуживание (СО). Сезонное обслуживание совмещается с очередным ТО-2. Работы СО представляют собой контроль всех элементов газовой системы за исключением газовых баллонов. СО включает в себя ремонтные работы по разборке, замене всех резинотехнических изделий (диафрагм, клапанов, прокладок, уплотнителей), отказавших элементов ГБО, смазке подвижных шарнирных и резьбовых соединений элементов, сборке и проверке работоспособности и герметичности.

Предварительно перед въездом на пост, где будет проходить СО, необходимо выполнить следующие работы: очистку всей газовой аппаратуры от пыли и грязи, выпуск газа и дегазацию баллонов, а также проверить состояние и крепление газовых баллонов к кронштейнам и при необходимости восстановить крепление. В автобусах проверяют крепление опорной рамы к кузову автобуса при помощи контрольного затягивания соединений. Если необходимо, то снимают обшивку потолка салона в месте болтовых соединений и производят контрольный осмотр сварных соединений. Проверяют и при необходимости закрепляют крепление защитного кожуха баллонов.

В автомобилях, работающих на КПП, при необходимости заменяют неисправные детали расходных вентилей баллонов, наполнительного и расходного вентилей и запорочного устройства крестовины. Заменяют манометр высокого давления на новый или поверенный в органах Госстандарта. Проверяют подогреватель газа, герметичность полости теплоносителя и подводящих шлангов системы охлаждения к подогревателю.

В автомобилях, работающих на ГСН, снимают заправочное устройство, мультиклапан или заправочный и расходные вентили, заменяют уплотнительные детали, смазывают рабочие поверхности, производят сборку и проверку герметичности сжатым воздухом, проверку давления срабатывания предохранительного клапана газового баллона.

Если сроки проведения СО совпали с проведением очередного переосвидетельствования газовых баллонов, то операции по запорной аппаратуре выполняются на пунктах по переосвидетельствованию и исключаются из перечня СО.

Снимают РНД, разбирают и заменяют все мембраны и уплотнительные прокладки клапанов, при необходимости пружины очищают и промывают. Проверяют корпусные детали. Проверяют и при необходимости заменяют седла клапанов. После сборки проверяют на стенде внутреннюю и внешнюю герметичность РНД, проводят все необходимые регулировки, устанавливают РНД на место.

В газодизельных автомобилях очищают, смазывают и проверяют крепление и работоспособность телескопической тяги, наконечников тяги привода механизма подачи газа и шарнирные соединения механизма привода дозатора.

Снимают с оси подвижный упор механизма ограничения подачи дизельного топлива, очищают от грязи, смазывают. Снимают соленоид механизма ограничения подачи дизельного топлива, очищают якорь, затем собирают и проверяют работоспособность. Проверяют состояние, крепление и работоспособность механизма ограничения (блокировки) подачи дизельного топлива и при необходимости устраняют неисправности.

Проверяют герметичность и при необходимости подтягивают все соединения и крепления деталей трубок забора разрежения, воздушного впускного трубопровода двигателя после воздушного фильтра, установленных на трубопроводе трубок подвода газа к смесителю и трубок забора воздуха для компрессора.

Снимают ТНВД и форсунки, регулируют их на стендах в соответствии с инструкцией завода-изготовителя, устанавливают на место, проверяют отсутствие подтеканий дизельного топлива в соединениях топливопроводов и регулируют угол опережения впрыска дизельного топлива.

После проведения перечисленных работ производят заправку газом, опрессовывают газовую систему, производят проверку ее герметичности - сначала внешним осмотром и на слух, а затем с помощью мыльной эмульсии и течеискателей, - состояние расходных, магистральных и наполнительных вентилей, газопроводов, кассеты баллонов и их соединений. Проверку проводят до и после открытия газовых вентилей.

На посту диагностики выполняют следующие работы. Проверяют работу двигателя в дизельном режиме (соответствие его мощности и дымности), затем переводят его на газодизельный режим и устанавливают уровень запальной дозы дизельного топлива на механизме ограничения подачи на начало подачи газа в двигатель. Соотношение обоих видов топлива и суммарное их количество должно быть в соответствии с заводской инструкцией.

Проверяют и регулируют дымность, содержание СО и СН в отработавших газах в соответствии с заводской инструкцией.

8. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. Техника безопасности при работе с газовым топливом

В народном хозяйстве широко применяются сжатые и сжиженные газы, что потребовало более тщательного изучения их свойств с точки зрения пожароопасности. Особенности этих газов - относительно высокие температуры самовоспламенения, низкие нижние пределы и широкая область воспламеняемости смесей с воздухом, возможность образования кристаллогидратов при низких температурах. В основном природный газ состоит из метана, и минимальная энергия зажигания этого газа (определенная по методике Всесоюзного научно-исследовательского института пожарной охраны) составляет 0,15 МДж, что в 3 раза меньше, чем у легковоспламеняющихся жидкостей. Если природный газ очищен в соответствии с требованиями ОСТ 51. 81-82 «Газы природные, подаваемые в магистральные газопроводы», то его свойства мало отличаются от свойств метана. Примеси тяжелых углеводородов изменяют свойства природного газа: повышают его плотность, снижают температуру воспламенения, снижают минимальную энергию зажигания. Кроме того, горючие газы обладают повышенной способностью электризоваться. Это связано с тем, что газообразные углеводороды имеют более высокие удельные электрические сопротивления ($10^{10} \dots 10^{18}$ Ом см), что значительно выше предельного значения (10^6 Ом см), при котором возможны искровые разряды вследствие электризации. Минимальная энергия зажигания (наименьшая энергия искры электрического разряда), которой достаточно для воспламенения метановоздушной смеси, выше, чем у других углеводородов. Температура воспламенения метана 540 °С.

Максимальное давление при взрыве (наибольшее давление при взрыве газовой смеси) в замкнутом объеме при начальном давлении метана 0,1 МПа составляет 0,7 МПа. Строительные конструкции не выдерживают такого давления, так как они разрушаются при давлении ударной волны выше 0,35 МПа. Сначала разрушаются окна и двери, а затем, если газы не успевают выйти в образовавшиеся отверстия, перекрытия и даже стены. При взрыве газовой смеси скорость распространения пла-

мени обычно достигает нескольких сотен метров в секунду.

Поэтому приведенные выше свойства природных газов определяют специальные требования к эксплуатации зданий, где ведутся работы с использованием газов в качестве моторного топлива ГБА. Согласно СНиП 11-90-81, помещения, в которых применяются углеводородные топлива, должны относиться к категории А и Е (взрыво- и пожароопасным или взрывоопасным), если объем взрывоопасной смеси, которая может образоваться в помещении вследствие аварии одного из сосудов (баллона), будет превышать 5 % от общего объема помещения. При этом следует иметь в виду, что при расчете нужно учитывать аварию только одного, но самого вместимого сосуда (баллона). Так, например, для оценки опасности при размещении в помещении автомобиля с 8 баллонами расчет надо производить только на 4 баллона, т.к. четыре другие образуют отдельную секцию, которую в случае возникновения взрыво- или пожароопасной ситуации есть возможность перекрыть расходным вентилем.

В помещениях категории Е должны применяться только не-сгораемые строительные конструкции и газонепроницаемые ограждения. Эти помещения должны иметь проемы достаточной площади и легкосбрасываемые перекрытия, позволяющие обеспечить сохранность основного здания при взрыве. В помещениях категории А нужно обеспечить и огнестойкость несущих конструкций, перегородок, дверей и ворот.

8.2. Требования техники безопасности к территориям, производственным помещениям и хранению автомобилей, работающих на КПП

1. Территория предприятия, производственные, вспомогательные, санитарно-бытовые помещения и открытые площадки для хранения автомобилей должны соответствовать требованиям действующих норм и правил в строительстве и на транспорте.

2. Помещения для хранения автомобилей, а также посты технического обслуживания и ремонта автомобилей не допускается размещать в подземных этажах, а также в пристройках к зданиям других предприятий. Они должны иметь естественное

проветривание и приточно-вытяжную вентиляцию.

3. Размещение автомобилей на КПП в многоэтажных гаражах производится в верхних этажах (выше автомобилей, работающих на жидком топливе и сжиженном газе). В помещениях для хранения автомобилей, работающих на КПП, запрещается производить ремонтные и регулировочные работы.

4. Автомобили, работающие на КПП, могут храниться как на открытых площадках, так и в закрытых помещениях. На хранение в закрытое помещение разрешается ставить только автомобили с герметически исправной газовой системой питания, предварительно выработав газ из магистрального газопровода после закрытия расходных вентилей.

5. Газобаллонные автомобили, требующие ремонта, хранятся отдельно от исправных автомобилей, для чего должна быть отведена специальная зона хранения.

6. Требования к расстановке автомобилей, работающих на КПП, в помещениях для хранения, технического обслуживания и ремонта должны соответствовать положениям «Правил по охране труда на автомобильном транспорте». Площадки для хранения автомобилей, работающих на КПП и жидком топливе, должны располагаться на расстоянии не менее 5 м друг от друга. Площадка для выпуска газа из баллонов и подъезды к ней должны иметь твердое покрытие.

7. После постановки газобаллонного автомобиля в помещение для хранения двигатель должен быть остановлен. Запрещается запускать двигатель для любых целей, кроме выезда автомобиля из помещения.

8. Площадку для открытого хранения автомобилей, работающих на КПП, допускается оборудовать системой обогрева, конструкция которой исключает нагрев газовых баллонов, установленных на автомобиле.

9. Если автомобиль с негерметичной газовой аппаратурой находился в закрытом помещении, то это помещение необходимо тщательно проветрить.

10. В помещениях, предназначенных для хранения автомобилей, работающих на КПП, а также на открытых площадках хранения запрещается:

- выпускать газ из газовой аппаратуры и баллонов;

- курить, пользоваться открытым огнем и проводить сварочные работы;
- заправлять автомобиль газовым или жидким топливом, сливать жидкое топливо из бака;
- мыть или протирать бензином кузов, детали и агрегаты газобаллонного автомобиля;
- подзаряжать аккумуляторные батареи (в помещениях).

8.3. Требования к газовым баллонам

1. Баллоны для сжатого природного газа, установленные на автомобиле, должны быть прочно укреплены и герметично присоединены к отходящим газопроводам и окрашены в красный цвет.

2. Баллоны должны подвергаться освидетельствованию на заводах-наполнителях или на газонаполнительных станциях и отвечать требованиям ГОСТ 949-73 и Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Срок освидетельствования баллонов - 1 раз в 2 года.

3. Порядковые номера баллонов завода-изготовителя должны быть внесены в технический паспорт автомобиля. Запрещается перестановка и замена баллонов на автомобиле без разрешения главного инженера предприятия.

4. К эксплуатации допускаются баллоны, на которых выбиты:

- завод-изготовитель, клеймо ОТК и порядковый номер завода-изготовителя;
- емкость баллона в литрах (по воде) и его масса в кг;
- дата изготовления (месяц и год) и последующего испытания;
- рабочее и пробное давление;
- клеймо инспекции Госгортехнадзора.

5. После гидравлических испытаний баллоны должны быть тщательно просушены, продуты газом вместе со всей газовой системой автомобиля.

6. Во избежание попадания воздуха в баллоны необходимо оставлять в них газ с избыточным давлением не менее 0,5 МПа.

При замене вентиля или полном израсходовании газа баллоны продуваются газом (заполняются до давления 0,5...1,0 МПа и газ выпускается в атмосферу).

7. На забракованных баллонах рядом с датой последнего испытания выбивают круглое клеймо диаметром 12 мм с изображением креста внутри круга, а сами баллоны должны быть приведены в негодность (делая насечки на резьбовой части).

8.4. Требования техники безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании ГБА

Руководящие и инженерно-технические работники, водительский и обслуживающий персонал, занимающийся вопросами эксплуатации автомобилей, агрегатов, узлов и приборов, работающих на КПГ, должны в своей работе строго руководствоваться требованиями «Правил по охране труда на автомобильном транспорте», утвержденных Минавтотрансом РСФСР 07.05.79, «Правил техники безопасности при эксплуатации автомобилей на сжатом природном газе», утвержденных Минавтотрансом РСФСР 28.03.84, «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», «Правил безопасности в газовом хозяйстве» и других нормативно-технических документов, регламентирующих работу с использованием КПГ.

К эксплуатации и обслуживанию автомобилей на КПГ допускается персонал, прошедший специальное обучение и сдавший экзамен. После сдачи экзамена водители получают удостоверение на право вождения ГБА на КПГ, слесари и механики - на право выполнение работ по ТО и ТР газовой аппаратуры. Первичная проверка знаний безопасных методов работы с КПГ водительского и обслуживающего персонала проводится комиссиями при участии представителя местного органа Госгортехнадзора и государственного инспектора по охране труда. Повторная проверка знаний проводится не реже 1 раза в 12 месяцев. При повторной проверке знаний участие в комиссии инспекторов местных органов Госгортехнадзора необязательно.

Лица моложе 18 лет к работе по эксплуатации, техническому обслуживанию и текущему ремонту ГБА, агрегатов, деталей и

приборов, работающих на КПП, не допускаются. Каждый рабочий при приеме на работу должен получить вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте. Запись о дате инструктажа и его содержании производится в специальном журнале.

Должностные лица, виновные в нарушении настоящих правил, несут полную ответственность независимо от того, привело ли это нарушение к аварии, к несчастному случаю или нет. Кроме того, они несут ответственность за нарушения, допущенные их подчиненными. Обо всех авариях и несчастных случаях, связанных с использованием сжатого воздуха или природного газа, администрация предприятия обязана немедленно сообщить местному органу Госгортехнадзора.

На основании настоящих Правил и «Правил техники безопасности при эксплуатации автомобилей на сжатом природном газе» администрация предприятия должна разработать инструкции по охране труда по каждой отдельной профессии (виду работ) с учетом специфики производства, оборудования. Инструкция утверждается руководством предприятия совместно с общественными организациями.

8.5. Требования техники безопасности при заправке газовым топливом

Водитель должен заправлять ГБА только тем газом, который предназначен для данного ГБО - КПП или ГСН, - на специально предусмотренных для газобаллонных автомобилей заправочных станциях, отвечающих соответствующим требованиям.

Заправлять газобаллонные автомобили КПП разрешается только на стационарных автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС) или от передвижных газозаправщиков (ПАГЗ) в соответствии с «Правилами технической эксплуатации и безопасного обслуживания оборудования автомобильных газонаполнительных компрессорных станций».

Заправлять газобаллонные автомобили ГСН разрешается только на стационарных автомобильных газонаполнительных станциях (АГНС) или от передвижных газозаправщиков.

При заправке ГБА категорически запрещается:

- курить и пользоваться открытым огнем;
- производить какой-либо ремонт автомобиля или газобаллонного оборудования, подтягивать гайки или соединения трубопроводов, вентилях, редукторов и других узлов, находящихся под давлением, переключать двигатель с одного вида топлива на другой;
- стучать металлическими предметами по аппаратуре;
- выполнять заправку путем переливания или перекачки газов из одного баллона в другой.

Заправку газобаллонных автомобилей осуществляет непосредственно оператор-наполнитель или водитель ГБА под наблюдением оператора-наполнителя.

Заправка автомобиля должна производиться в порядке очереди, за исключением автотранспорта специального назначения, по талонам установленной в данном регионе формы или за наличный расчет по установленным ценам.

Въезд ГБА в заправочный бокс должен производиться по разрешению оператора-наполнителя или по указанию соответствующей световой сигнализации.

На территории заправочной станции водитель обязан соблюдать Правила дорожного движения. При этом скорость движения не должна превышать 5 км/ч. Расстояние между заправляемым и ожидающим своей очереди ГБА должно быть не менее 15 м.

Заправка производится при отсутствии в ГБА пассажиров.

Перед началом заправки водитель должен:

- остановить двигатель;
- включить стояночный ручной тормоз;
- вынуть ключ из замка зажигания;
- покинуть кабину;
- надеть защитные рукавицы или перчатки;
- открыть капот, багажник и люк моторного отсека;
- снять защитный колпачок с заправочного устройства.

Заправка КПП. Перед въездом на территорию заправочной станции водитель должен предъявить дежурному оператору-наполнителю удостоверение на право вождения газобаллонного автомобиля и паспорт на баллоны.

Перед началом заправки водитель под наблюдением опера-

тора-наполнителя обязан:

- отключить бортовую электрическую сеть (массу);
- проверить положение запорной арматуры и давление газа по манометру на газозаправочной колонке. При этом вентили подачи газа и дроссель должны быть открыты, вентиль на свечу закрыт и давление газа равно нулю;
- подсоединить шланг газозаправочной колонки к наполнительному вентилю газобаллонной установки автомобиля;
- открыть наполнительный и баллонные вентили газобаллонной установки автомобиля и закрыть магистральный вентиль;
- подать оператору сигнал о готовности автомобиля к заправке нажатием соответствующей кнопки на заправочной колонке и покинуть территорию заправочного бокса;
- произвести заправку до давления 19,6 МПа;
- по окончании заправки, после сброса давления в шланге «на свечу», отсоединить его от автомобиля.

Затем водитель должен убедиться на слух в герметичности ГБО и правильности работы контрольно-измерительной аппаратуры и включить бортовую электрическую сеть (массу).

Оператор-наполнитель, получив сигнал о готовности автомобиля к заправке, должен произвести заправку баллонов автомобиля газом путем соответствующих переключений ключей управления (при дистанционном режиме) или нажатием кнопки на пульте управления (при автоматическом режиме работы газозаправочных колонок).

При случайной разгерметизации наполнительного шланга следует немедленно перекрыть наполнительный вентиль, чтобы воспрепятствовать выходу газа из баллонов автомобиля.

В случае аварийной ситуации независимо от режима заправки необходимо нажать кнопку «Авария» на газораздаточной колонке (такая же кнопка имеется и на пульте управления в операторской).

Категорически запрещается наполнять газом баллоны, срок очередного переосвидетельствования которых истек, или баллоны, не имеющие соответствующего клейма.

Во избежание попадания воздуха в баллоны необходимо оставлять в них остаток газа с избыточным давлением не менее 0,5 МПа.

Баллоны, имеющие давление ниже указанного, подлежат дегазированию.

Запрещается: наполнять баллоны газом при обнаружении негерметичности в газопроводах, соединениях или газовой аппаратуре; производить заправку баллонов газом при открытом магистральном вентиле; отсоединять наполнительный шланг, находящийся под давлением.

При ручном способе заправки автомобиля оператор-наполнитель после подсоединения заправочного шланга и открытия наполнительного и баллонных вентилях (магистральный вентиль закрыт) обязан дополнительно:

- проверить остаточное давление газа в газобаллонной установке автомобиля;
- открыть вентиль на газозаправочной колонке и произвести заправку баллонов автомобиля газом до давления 19,6 МПа;
- закрыть вентиль подачи газа на газозаправочной колонке;
- открыть вентиль «на свечу»;
- убедиться по манометру, установленному на заправочной колонке, что давление газа в шланге равно нулю;
- закрыть вентиль «на свечу»;
- оператор-наполнитель ставит в известность водителя об окончании заправки и количестве заправленного газа.

Заправка ГСН. Перед заправкой водитель должен предъявить дежурному оператору-наполнителю паспорт или талон на баллоны.

Перед началом заправки водитель под наблюдением оператора-наполнителя обязан:

- проверить максимальное давление на колонке, которое не должно превышать 1,6 МПа;
- проверить положение запорной арматуры;
- подсоединить шланг с заправочной струбциной газозаправочной колонки к наполнительному или заправочному устройству;
- открыть наполнительный вентиль на баллоне ГБА;
- оператор-наполнитель или водитель под наблюдением оператора должен произвести заправку баллонов автомобиля газом путем открытия вентиля на заправочном шланге;
- водитель не должен стоять во время наполнения баллонов

около наполнительного шланга;

- при случайной разгерметизации соединения заправочного наполнительного шланга немедленно перекрыть наполнительный вентиль, чтобы воспрепятствовать выходу газа;

- во время заправки на баллонах старого образца необходимо контролировать уровень заправки через контрольный вентиль;

- по окончании заправки после срабатывания клапана отсекающего или поступления газа в контрольном вентиле закрыть вентиль трубки на шланге и заправочный или наполнительный вентиль на баллоне;

- отсоединить шланг с заправочной трубкой, применяя меры предосторожности при выходе остатков газа.

По окончании заправки КПП и ГСН водитель газобаллонного автомобиля должен:

- убедиться, что баллоны заполнены;
- произвести расчет за отпущенный газ;
- навернуть пробку на наполнительный вентиль или надеть защитный колпачок на заправочный узел;

- медленно открыть расходный или магистральный вентиль;
- убедиться на слух в герметичности газовой аппаратуры и в правильности работы контрольно-измерительных приборов;

- запустить двигатель и выехать с территории заправки.

Если после окончания заправки двигатель при пуске дает перебои («хлопки»), то его следует немедленно заглушить, а затем отбуксировать на 15 м от газонаполнительной колонки.

8.6. Требования техники безопасности для водителя ГБА

Перед выездом на линию произвести осмотр ГБА с целью обнаружения неисправностей и утечек газа, проверить крепление газовой аппаратуры и баллонов. При обнаружении утечек газа из баллонов при закрытом магистральном вентиле необходимо ГБА отвезти в безопасное для людей место. При появлении запаха газа при движении водитель должен остановить ГБА, устранить неисправность или сообщить о происшедшем в АТП.

В тех случаях, когда устранение утечки газа из арматуры баллонов требует вмешательства ремонтных служб, необходимо

выпустить газ из баллонов в газовую сеть низкого давления или в атмосферу (в безопасном месте, вдали от людей и источников огня) при неработающем двигателе и отключенной массе. Категорически запрещается выпускать газ в помещениях, в непосредственной близости от места стоянки других автомобилей, мест нахождения людей, источников огня. ГБА с неисправной аппаратурой должен содержаться на открытой стоянке, без газа в баллонах. Пуск двигателя после длительной стоянки необходимо производить при открытом капоте. Отогревать газовую аппаратуру в зимнее время можно только горячей водой, паром или горячим воздухом. Применение открытого огня для этой цели недопустимо.

ГБА должен быть укомплектован углекислотным огнетушителем, кошмой и противопожарным инструментом. В случае возникновения пожара на ГБА необходимо выключить зажигание, закрыть магистральный и расходные вентили и тушить пожар огнетушителями, песком и струей распыленной воды. Если пожар возник при работающем двигателе, необходимо закрыть магистральный и расходный вентили, увеличить частоту вращения коленчатого вала для выработки газа из системы питания. Во избежание взрыва баллоны необходимо интенсивно охлаждать водой. В кузове или в кабине ГБА не должны находиться взрывоопасные или легковоспламеняющиеся вещества. Перестановка или замена баллонов на ГБА без разрешения лица, ответственного за эксплуатацию транспортного средства, запрещается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Газобаллонные автомобили: Справочник / А.И. Морев, В.И. Ерохов, Б.А. Бекетов и др. - М.: Транспорт, 1992. – 250 с.
2. Золотницкий В.А. Система питания газобензиновых автомобилей. - М.: Издательский дом «Третий Рим», 2001. – 125 с.
3. Кленников Е.В., Мартиров О. А., Крылов М.Ф. Газобаллонные автомобили: Техническая эксплуатация. - М.: Транспорт, 1986. – 77 с.
4. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. - М.: МАДИ (ТУ), 2000. – 325 с.
5. Морев А.И., Ерохов В.И. Эксплуатация и техническое обслуживание газобаллонных автомобилей. - М.: Транспорт, 1988. – 187 с.
6. Переход автотранспорта на природный газ: Нормативно-справочное пособие / А.И. Морев, В.И. Ефанов, Б.А. Бекетов и др. - М.: ИРЦ газовой промышленности, 1995. – 97 с.
7. Пособие по приспособлению действующих АТП для работы автомобилей на СПГ и СНГ и устройству пунктов выпуска СПГ и слива СНГ. - М: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1990. – 111 с.
8. Техническая эксплуатация автомобилей: Учеб. для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. / Е.С.Кузнецов, А.П.Болдин, В.М.Власов и др. - М.: Наука, 2001. – 270 с.
9. Краткий автомобильный справочник / А.Н. Понизовкин, Ю.М. Власко, М.Б. Лямиков и др. - М.: АО «Трансконсалтинг», НИИАТ, 1994. - 779 с.
10. Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции. - М.: Российское акционерное общество «Газпром», 1994. - 63 с.
11. Газобаллонные автомобили / Е.Г. Григорьев, Б.Д. Корубаев, В.И. Ерохов и др. – М.: Машиностроение, 1989. - 216 с.
12. Автомобиль ЗИЛ-138А. Дополнение к руководству по эксплуатации газобаллонных автомобиля ЗИЛ-130А. - Л.: Машиностроение, 1985. – 63 с.
13. Методические указания по контролю и оптимальной регулировке газовой аппаратуры автомобилей, работающих на сжатом природном газе. - М.: 1985. - 105 с.
14. Инструкция по переоборудованию грузовых автомобилей Горьковского автозавода для работы на сжиженном газе. - Горький, 1988. - 34 с.
15. Трушин В.М. Газовое оборудование и арматура для газобаллонных автомобилей. - Ленинград.: Недра, 1990. – 250 с.
16. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной опасности.
17. ОСТ 37.001.653-99. Газобаллонное оборудование для транспортных средств, использующих газ в качестве моторного топлива. Общие тех-

нические требования и методы испытаний.

18. РД-3112199-98. Требования пожарной безопасности для предприятий, эксплуатирующих автотранспортные средства на сжатом природном газе.

19. ТУ 152-12-008-99. Автомобили и автобусы. Установка на автомобили газобаллонного оборудования для работы на газе сжиженном нефтяном (ГСН). Приемка и выпуск после установки. Испытания газотопливных систем (измененная редакция, изм. № 1, п. 1).

20. ТУ 152-12-007-99. Автомобили. Установка на автомобили газобаллонного оборудования для работы на сжатом природном газе (КПГ). Приемка и выпуск после установки. Испытания газотопливных систем (измененная редакция, изм. № 1, п. 1).

21. ТУ РД 031112194-1014-97. Автобусы. Установка на автобусы газобаллонного оборудования для работы на сжатом природном газе (КПГ). Приемка и выпуск после установки. Испытания газотопливных систем (измененная редакция, изм. № 1, п. 1).

22. Панов Ю.В. Установка и эксплуатация газобаллонного оборудования автомобилей. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. - 160 с.

Учебное издание

**ЛИХАНОВ В. А.,
ДЕВЕТЬЯРОВ Р. Р.**

**ПРИМЕНЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Учебное пособие

Редактор Зверева А.В.

Заказ № . Подписано к печати г.
Формат 60x84, 1/16. Объем усл. печ. л. 12. Тираж 200 экз.
Бумага офсетная. Цена договорная. Отпечатано с оригинал-макета.
610017, Киров, Вятская ГСХА, Октябрьский проспект 133.
Отпечатано в типографии ВГСХА, г. Киров, 2006 г.