

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
“Оренбургский государственный университет”

Кафедра автомобильного транспорта

С.В. ГОРБАЧЕВ, Р.Ф. КАЛИМУЛЛИН, И.И. ЛЮБИМОВ

# **АВТОМОБИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ КОМПРИМИРОВАННЫМ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом  
государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
“Оренбургский государственный университет”

Оренбург 2007

УДК 621.433(07)  
ББК 31.365 я 7  
Г-67

Рецензент  
кандидат технических наук А.А. Филиппов

**Горбачев, С.В.**  
**Автомобильные системы питания компримированным природным газом: методические указания к лабораторной работе / С.В. Горбачев, Р.Ф. Калимуллин, И.И. Любимов. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007. - 35 с.**

Методические указания содержат методику проведения лабораторной работы по устройству систем питания автомобильных двигателей компримированным природным газом.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по учебным курсам “Автомобили (Часть 1 Конструкция автотранспортных средств)”, “Конструкция, расчёт и потребительские свойства изделий (Часть 1 Конструкция автотранспортных средств)”, “Техническая эксплуатация автомобилей”, “Основы технологии производства и ремонта автомобилей” и “Техника транспорта, обслуживание и ремонт (Часть 1 Конструкция автотранспортных средств)” для студентов специальностей 190601, 190603 и 190702 всех форм обучения.

© Горбачев С.В., 2007  
Калимуллин Р.Ф.,  
Любимов И.И.  
© ГОУ ОГУ, 2007

## Содержание

Введение.....	7
1 Система питания для работы бензиновых двигателей на сжатом природном газе.....	9
2 Газодизельная система питания .....	10
3 Инжекторные системы подачи сжатого природного газа.....	12
4 Устройство и работа элементов газопитательных систем питания.....	16
4.1 Автомобильные газовые баллоны для КПП.....	16
4.2 Клапаны и фильтры.....	19
4.3 Газовые редукторы.....	21
4.3.1 Редуктор высокого давления.....	22
4.3.2 Редукторы низкого давления.....	26
4.4 Газовые смесительные и дозирующие устройства.....	29
4.5 Трубопроводы и соединительные детали.....	32
4.6 Дополнительное оборудование газодизельных систем питания.....	34
5 Ход выполнения лабораторной работы.....	37
6 Содержание отчёта о выполненной работе.....	37
7 Контрольные вопросы.....	37
Список использованных источников.....	38

## Введение

Уникальные физико-химические свойства природного газа (ПГ), значительные естественные запасы, развитая сеть его доставки от месторождений во многие регионы страны по магистральным газопроводам и экологические преимущества в сравнении с традиционными видами топлив позволяют рассматривать ПГ как наиболее перспективное и универсальное моторное топливо России XXI века. ПГ является наиболее дешевым видом моторного топлива.

Природный газ представляет собой газообразное топливо без цвета и запаха, удельный вес которого в два раза ниже воздуха. ПГ используется в качестве моторного топлива в сжатом газообразном и сжиженном состоянии. Основным компонентом данного моторного топлива является метан. Наиболее перспективной является криогенная технология хранения ПГ на борту автомобиля. ПГ добывают непосредственно из газовых скважин. Некоторое его количество получают в процессе переработки нефти, фракционирования газового конденсата или добычи нефтяного попутного газа. ПГ, применяемый в качестве моторного топлива, не требует существенной технологической переработки.

В настоящее время ПГ применяют преимущественно в сжатом (компримированном) состоянии (КПГ). Основными оценочными параметрами качества КПГ являются: элементарный состав топлива, октановое и цетановое числа, теплота сгорания, воспламеняемость, содержание влаги степень очистки от загрязняющих его веществ. Опыт эксплуатации газобаллонных автомобилей показывает, что удовлетворительные показатели по мощности, топливной экономичности, токсичности и дымности отработавших газов могут быть обеспечены лишь при строгой регламентации компонентного состава газа, поставляемого в качестве топлива для автомобильного транспорта от различных месторождений страны.

Повышение эксплуатационных характеристик КПГ не требует применения антидетонационных присадок. Октановое число КПГ, благодаря наличию высокого содержания метана, достигает 105 ед. Метан относится к числу простых углеводородов. Его молекула содержит максимальное (около 24 %) водорода, приходящегося на один атом углерода. Поэтому КПГ обладает высокой теплотворной способностью, достаточно широкими пределами воспламеняемости и относительно низким содержанием токсических компонентов.

Высокое содержание водорода в КПГ обеспечивает более полное сгорание горючей смеси в цилиндрах двигателя по сравнению с СНГ и бензином. При утечке метан улетучивается и скапливается в верхних частях конструкции помещения. Метан имеет высокую детонационную стойкость и допускает форсирование двигателя по степени сжатия равной 9,5 – 10,5.

Одна из наиболее важных проблем эффективного использования КПГ на автомобильном транспорте связана с эффективной его осушкой на АГНКС. Количество влаги в ПГ не должно превышать 9 мг/м<sup>3</sup>. Несоблюдение этого

условия приводит к образованию льда (ледяных пробок) в газовом редукторе при дросселировании КПП.

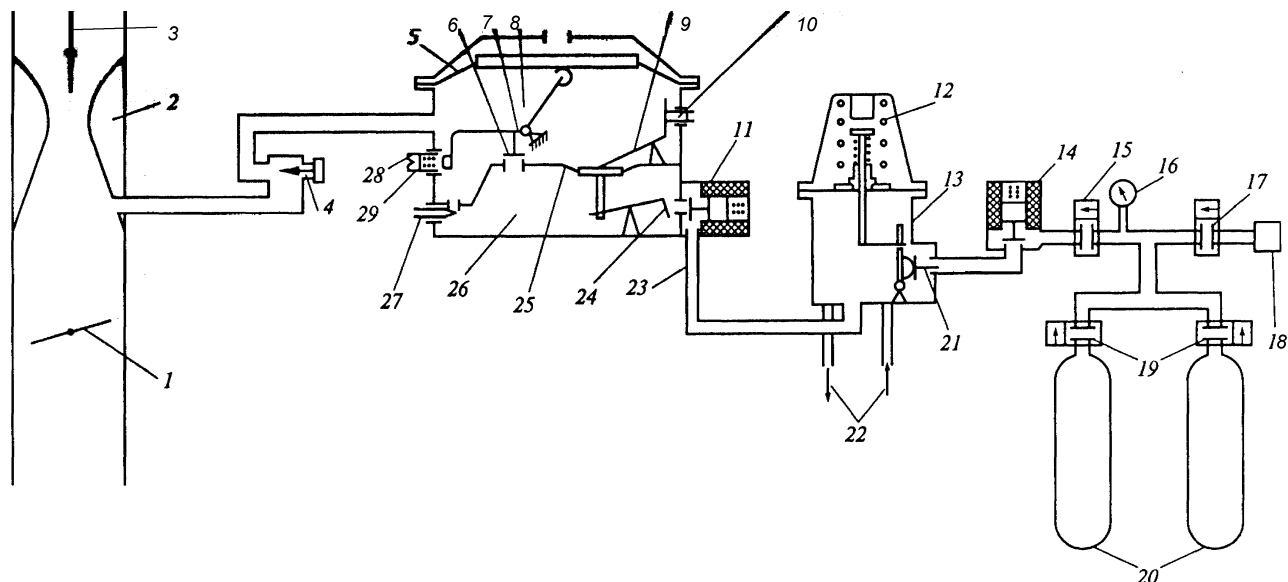
Содержание сероводорода в КПП не должно превышать по массе 0,1 %. Относительная плотность газовой фазы по отношению к воздуху составляет 0,554. Температура кипения метана составляет 111 К. Коэффициент избытка воздуха, соответствующий верхнему пределу воспламеняемости, равен 0,60, а нижнему - 1,88. Коррозионная активность метана отсутствует.

Температура воспламенения метана составляет 913–953 К, а дизельного топлива – 513 К. Такая высокая температура воспламенения КПП несколько затрудняет пуск двигателя, особенно при пониженной температуре окружающего воздуха.

КПП представляет собой наиболее безопасный вид моторного топлива. Его нижний предел самовоспламенения значительно выше по сравнению с нефтяными моторными топливами. Пределы воспламенения метана в смеси с воздухом невелики, но ниже по сравнению с пределами горения горючей смеси, образуемой пропаном и бензином.

# 1 Система питания для работы бензиновых двигателей на компримированном природном газе

Рассмотрим принципиальную схему газовой системы питания ГБА, работающей на КПГ (рисунок 1).



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 газовый 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

Рисунок 1 - Принципиальная схема основных элементов ГБО КПГ

Газ хранится в баллонах высокого давления (19,6 МПа) 20. Заправка баллонов КПГ производится через заправочный узел 18, заправочный вентиль 17 и расходный вентиль 19.

Из баллонов КПГ 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, происходящем 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 газоздушная 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 клапана 11, управляемого электронным блоком.

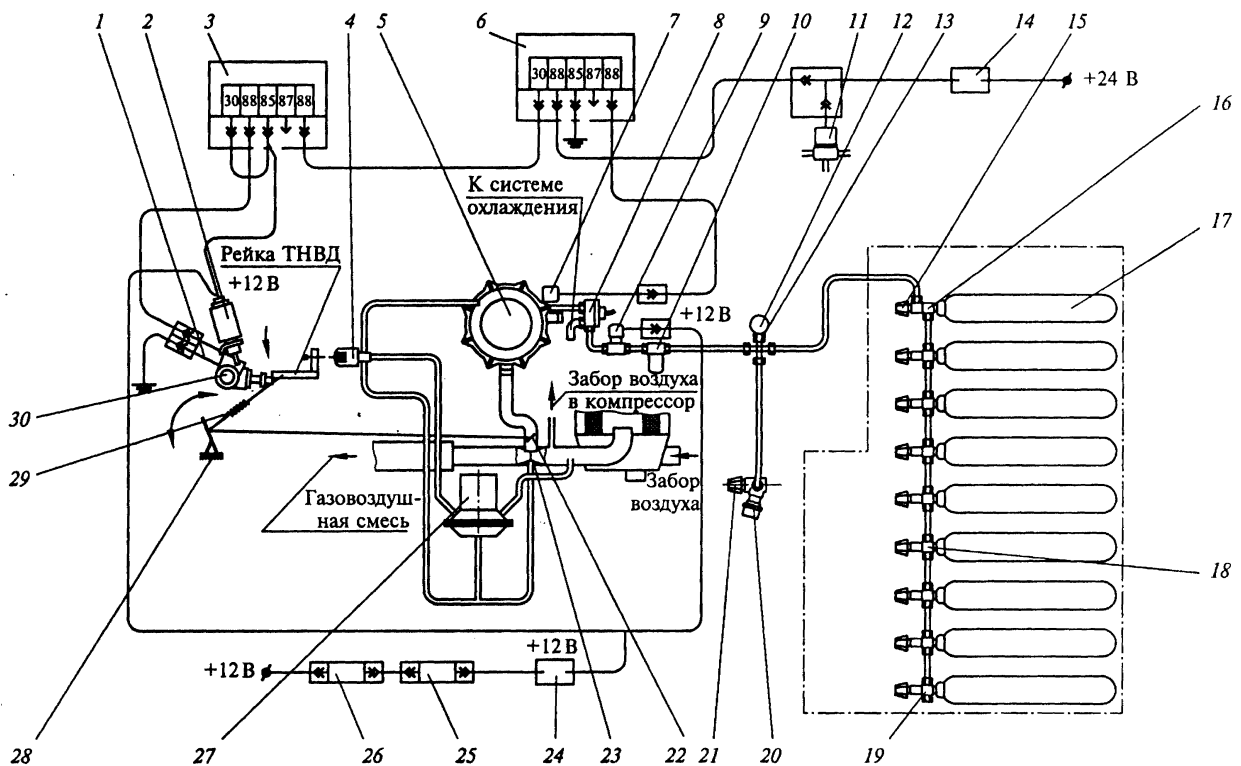
## **2 Газодизельная система питания**

Газодизельное оборудование предназначено для заправки, хранения, управления подачей и дозирования газа, образования газоздушной смеси, ограничения цикловой подачи дизельного топлива до уровня запальной дозы и защиты дизеля от внештатных режимов работы (рисунок 2). 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 КПП 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 и затем к РНД 5. Для подогрева к РВД подается жидкость от системы охлаждения двигателя.



1 - концевой выключатель; 2 – электромагнит МУЗД; 3 – реле МУЗД; 4 - пневмомеханический клапан ограничения подачи газа; 5 – редуктор газовый низкого давления; 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 – пневмоконтрактор отключения газа при неработающем двигателе; 28 – педаль привода рейки ТНВД; 29 - телескопическая тяга; 30 – механизм установки запальной дозы дизельного топлива

Рисунок 2 - Принципиальная схема газодизельной аппаратуры ЗАО «Автосистема»

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 I 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.

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.

### **3 Инжекторные системы подачи компримированного природного газа**

Для повышения топливной экономичности, динамики и, особенно, снижения вредных выбросов отработавших газов на автомобили устанавливают двигатели с инжекторными, или компьютерными, системами управления.

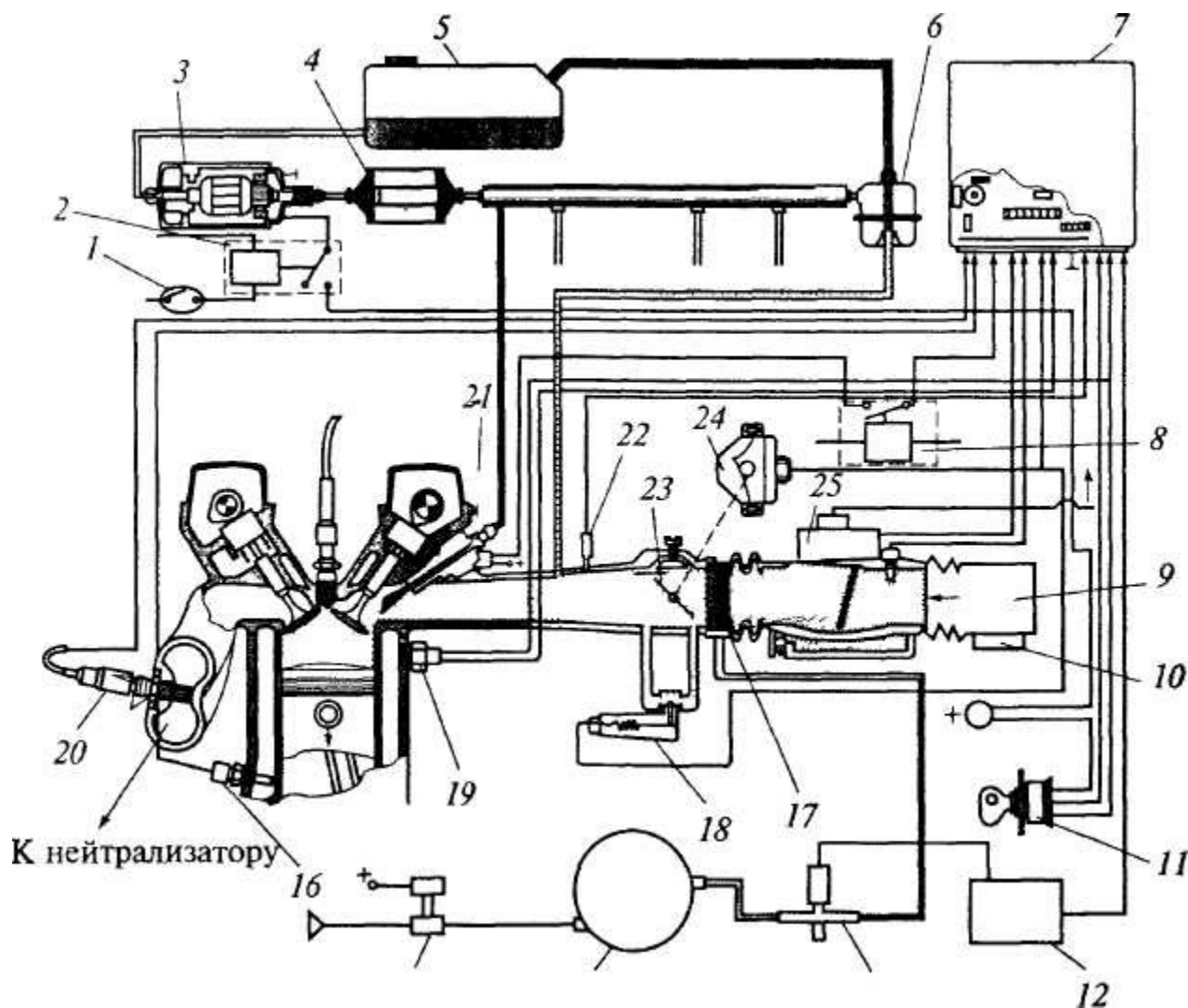
Инжекторная бензиновая система питания с компьютерным управлением (рисунок 3) существенно отличается от карбюраторной системы.

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.



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 –  $\lambda$ -зонд; 21 – бензиновый инжектор; 22 – датчик температуры воздуха; 23 – дроссельная заслонка; 24 – датчик положения дроссельной заслонки; 25 – расходомер воздуха

Рисунок 3 – Система многоточечного впрыска

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 данные (положение коленчатого и распределительных валов, температура двигателя, детонация) поступают от соответствующих датчиков (16, 19, 20, 22, 24 и 25) в ЭБУ.

Важнейшим сигналом, обеспечивающим экологическую эффективность применения таких сравнительно дорогостоящих систем питания, является информация датчика кислорода  $O_2$ .

Этот датчик служит для косвенного определения и коррекции ЭБУ коэффициента избытка воздуха ( $\alpha$ ) в топливоздушном 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; метана 1:17,2. Эти соотношения соответствуют  $\alpha = 1$ . Кислородный датчик называют также  $\lambda$ -зондом. Этот зонд постоянно определяет содержание неиспользованного в камере сгорания кислорода — косвенного показателя  $\alpha$ . Эта информация позволяет ЭБУ путем изменения времени открытия инжектора 21 поддерживать  $\alpha$  в узких пределах. Инжектор впрыскивает топливо в необходимых количествах для образования в камере сгорания смеси, для которой коэффициент  $\alpha$  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 рисунке 3 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, начало подачи газа и его воспламенения. Если не учитывать этого, то при работе на газе могут возникнуть такие негативные явления, как хлопки в воздушном фильтре 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.

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 воздушной заслонки (дроссельный узел) и воздухопроводом.

Для обеспечения необходимого соотношения газозудной смеси устанавливается дозатор газа 13. 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 (для метана) 1:17,2. 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 как будто 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.

## 4 Устройство и работа элементов газотопливных систем питания

### 4.1 Автомобильные газовые баллоны для КПП

Баллоны для КПП (рисунок 4) предназначены для хранения на борту автомобиля газа при температуре от  $-60$  до  $+50$  °С при максимальном рабочем давлении 19,6 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.

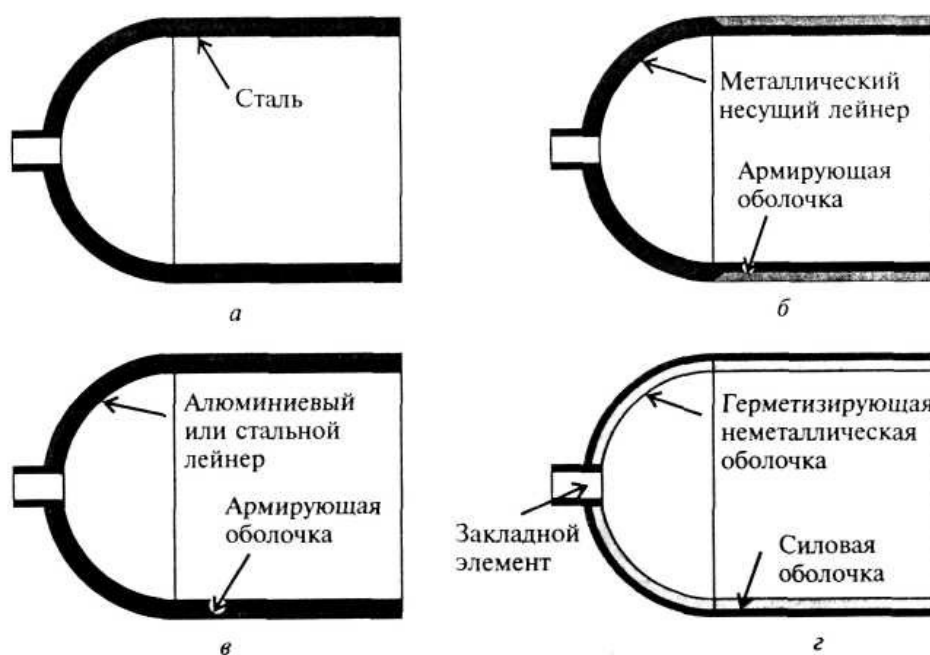


Рисунок 4 – Баллоны для КПП

Автомобильные баллоны для компримированного природного газа изготавливают по ГОСТ 949-73 из углеродистой или легированной стали и подвергают специальной обработке. 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 таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики газовых автомобильных баллонов для КПП

Изготовитель	Конструкция	Рабочее давление, МПа	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг	Объем, л
ОАО «Первоуральский новотрубный завод»	Бесшовный баллон из углеродистой стали (тип 1)	19,6	219	1755	93	50
ОАО «Мариупольский металлургический комбинат имени Ильича» (Украина)	Бесшовный баллон из легированной стали (тип 1)	19,6	219	1650	56	50
ОАО «Орский машиностроительный завод»	Металлопластиковый баллон с бесшовным стальным лейнером (тип 2)	19,6	254	882	23,7	34,2
			254	1102	28,9	44,1
			322	1470	63,8	97
ООО НПФ «Шторм»	Металлопластиковый баллон с бесшовным алюминиевым лейнером (тип 2)	19,6	320	2000	73	120
Казанское ОКБ «Союз»	Композитный стеклопластиковый баллон (тип 4)	19,6	219	2700	52	84
			514	1400	155	200
			514	2290	260	350
			525	2660	350	400
ДАО «Оргэнергогаз»	Композитный стеклопластиковый баллон (тип 4)	19,6	335	200	68	120

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

На все газовые баллоны КПП, 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.

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 баллоны наносится маркировка:

- товарный знак или наименование завода-изготовителя;
- номер баллона;
- месяц и год изготовления, год следующего освидетельствования;- рабочее давление (Р);
- пробное давление (П);- объем баллона в литрах с точностью 0.2 л;- масса баллона с точностью 0.2 кг;
- клеймо ОТК завода-изготовителя.

Стальные баллоны маркируются клеймением возле горловины. Место клеймения зачищается и покрывается бесцветным лаком. Композитные баллоны маркируются краской по цилиндрической поверхности.

Сроки освидетельствования баллонов для сжатого природного газа:- стальных - раз в 5 лет;- композитных - раз в 3 года

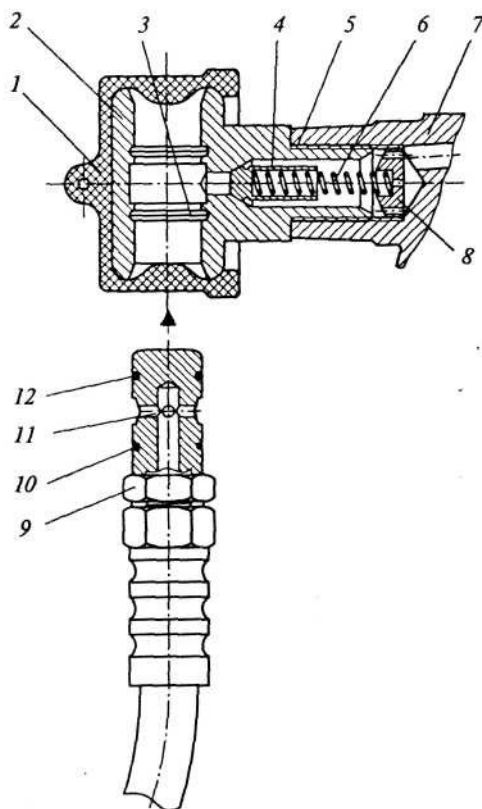
Автомобильные баллоны для сжатого природного газа оснащаются запорной арматурой.

Назначение баллонной арматуры - сокращение числа резьбовых соединений и общей длины газовых магистралей при объединении баллонов в секции и при подсоединении к баллонным секциям остальных частей газотопливной системы. К баллонной арматуре относятся:

- вентили;
- штуцеры;
- вентильные баллонные тройники;
- баллонные тройники;
- баллонные угольники.

Выносной заправочный узел (рисунок 5) предназначен для подсоединения системы питания КПП 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.



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 ушютнительные; 11 – канал подачи газа

Рисунок 5 – Выносной заправочный узел

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.

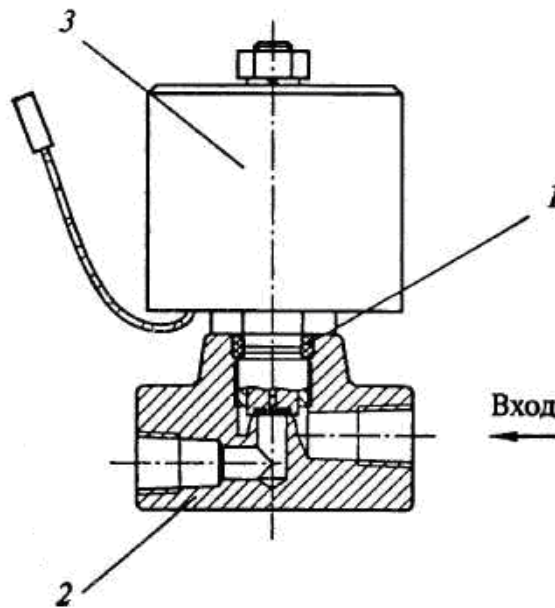
## 4.2 Клапаны и фильтры

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

Для перекрытия подачи давления газа (20,0 МПа) используют специальные клапаны высокого давления. Такой клапан производства ЗАО «Автосистема» представлен на рисунке 6.

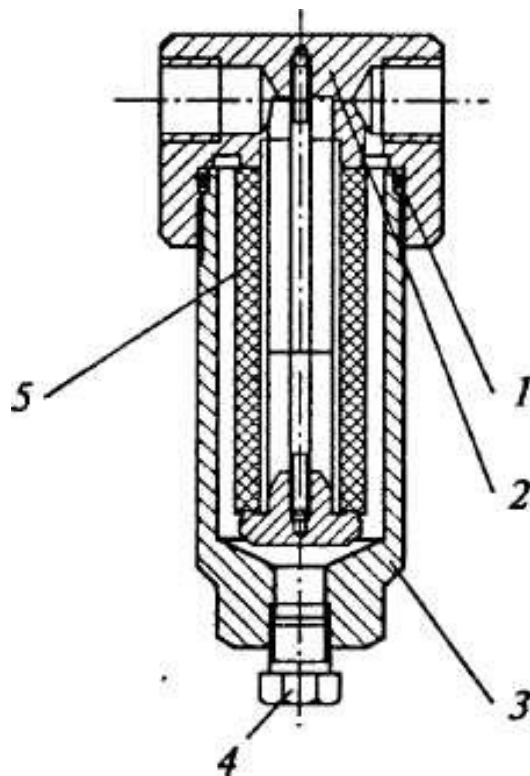
Клапан электромагнитный газовый (P = 20,0 МПа) состоит из корпуса 2 и электромагнита 3 с клапаном. Герметичность соединения корпуса с электромагнитом 3, внутри которого перемещается клапан, обеспечивается уплотнительной прокладкой 1.





1 – уплотнительная прокладка; 2 – корпус; 3 – электромагнит с клапаном  
 Рисунок 6 – Электромагнитный газовый клапан ЗАО «Автосистема»

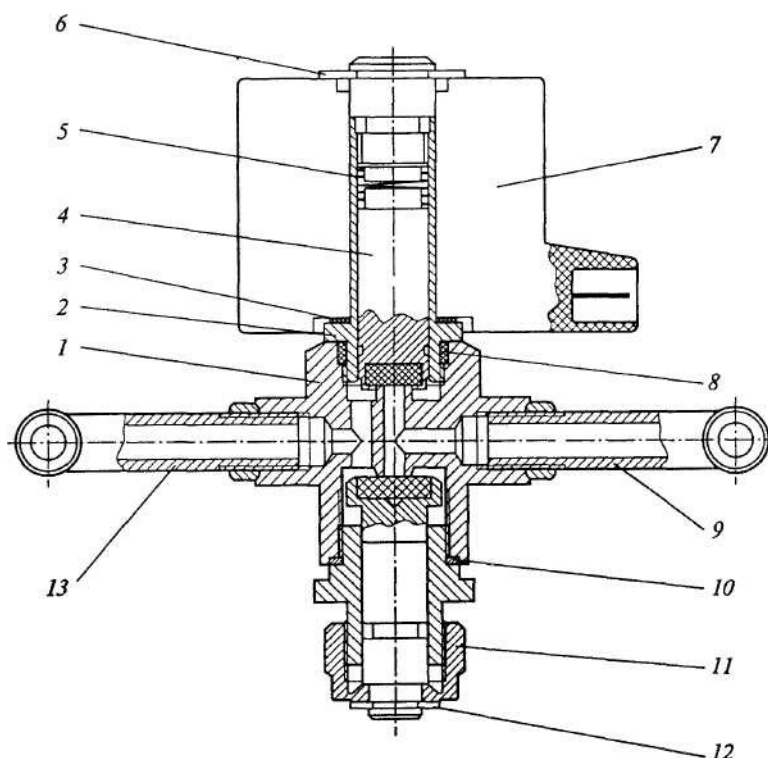
Для очистки газа в магистралях высокого давления применяются газовые фильтры (рисунок 7).



1 – Уплотнительная прокладка; 2 – корпус; 3 – стакан; 4 – заглушка для слива конденсата; 5 – фильтрующий элемент.

Рисунок 7 – Газовый фильтр ЗАО «Автосистема»

Бензиновые электромагнитные клапаны устанавливают в разрыв топливной магистрали. Большинство клапанов имеют устройство для ручного открытия бензомагистрали. Бензоклапан РЗАА (рисунок 8) 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 1 ввинчен механический аварийный клапан 11. Вращением его маховичка можно открыть поступление бензина при отключенном питании на катушке 7.



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

Рисунок 8 - Электромагнитный бензиновый клапан РЗАА

### 4.3 Газовые редукторы

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.

Для понижения давления компримированного природного газа применяют трехступенчатые системы.

### **4.3.1 Редуктор 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 РВД резко снижается (эффект Джоуля -Томпсона) до  $-40^{\circ}\text{C}$ , и содержащиеся в газе примеси воды могут образовать кристаллы льда на фильтрующем элементе и каналах редуктора и стать препятствием при подаче газа в двигатель. Таким образом, при эксплуатации ГБА необходим эффективный подогрев газа перед снижением давления в редукторе, особенно в зимний период эксплуатации.

Рассмотрим редуктор высокого давления РЗАА рычажно-мембранного типа (рисунок 9), 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.

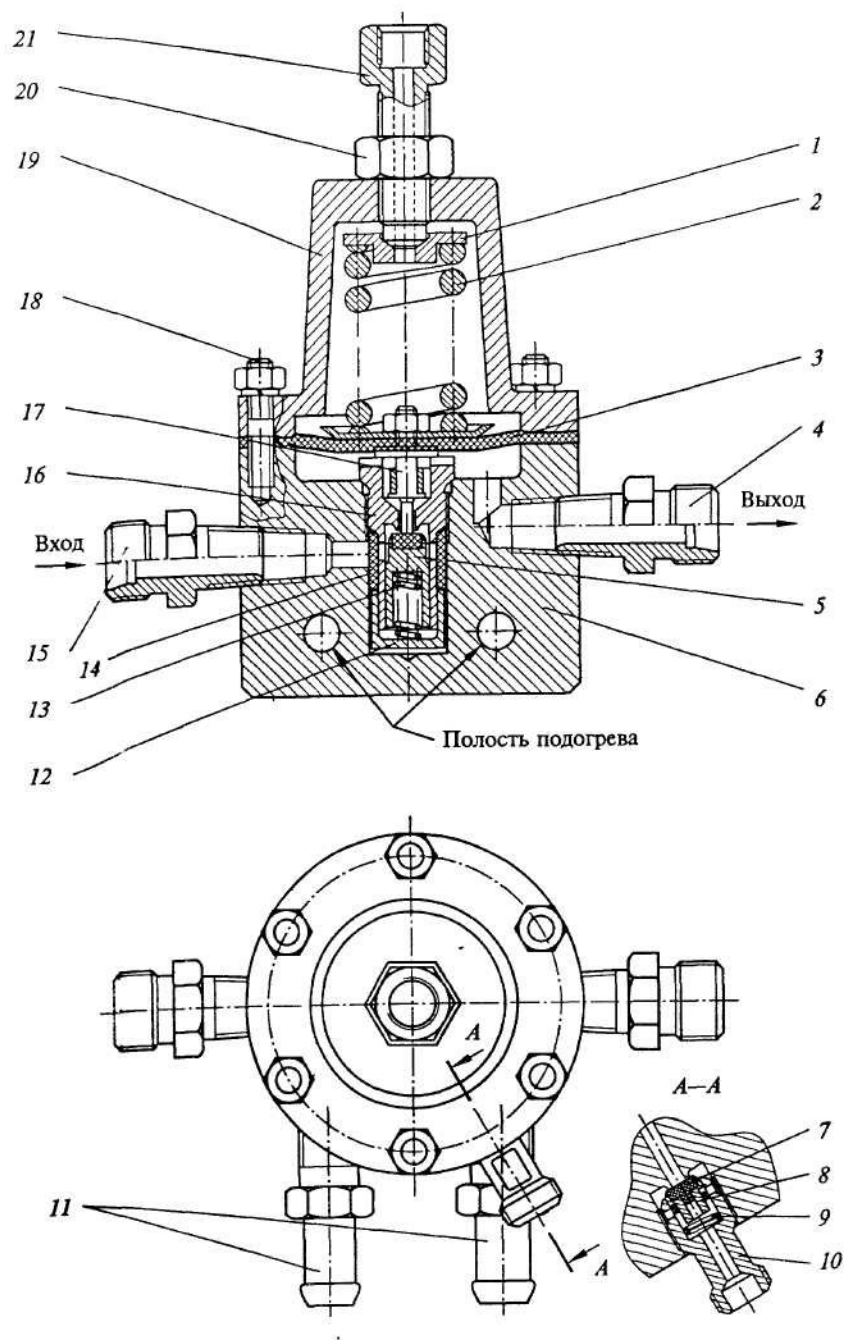
Для подогрева газа в редукторе охлаждающая жидкость из системы охлаждения циркулирует через штуцеры 11 в полости для подогрева.

Другой вариант конструкции РВД представлен ЗАО «Автосистема» (рисунок 10).

Газ под давлением 20 МПа поступает в полость редуктора через входной канал 1 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.

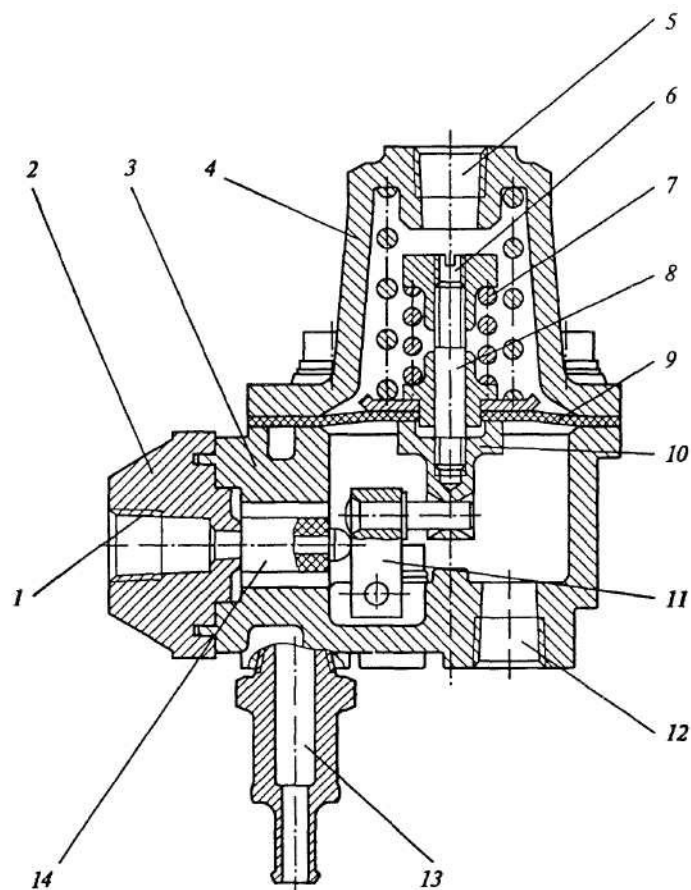
При постоянной подаче газа через РВД клапан 14 обеспечивает при давлении 1,0 МПа требуемый расход газа

Регулировка давления осуществляется только заменой пружин 7 при разборке РВД.



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 – штуцера полости 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

Рисунок 9 - Редуктор высокого давления РЗАА



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

Рисунок 10 - Редуктор высокого давления ЗАО «Автосистема»

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

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).

### 4.3.2 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).

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.

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 (рисунок 11). 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.

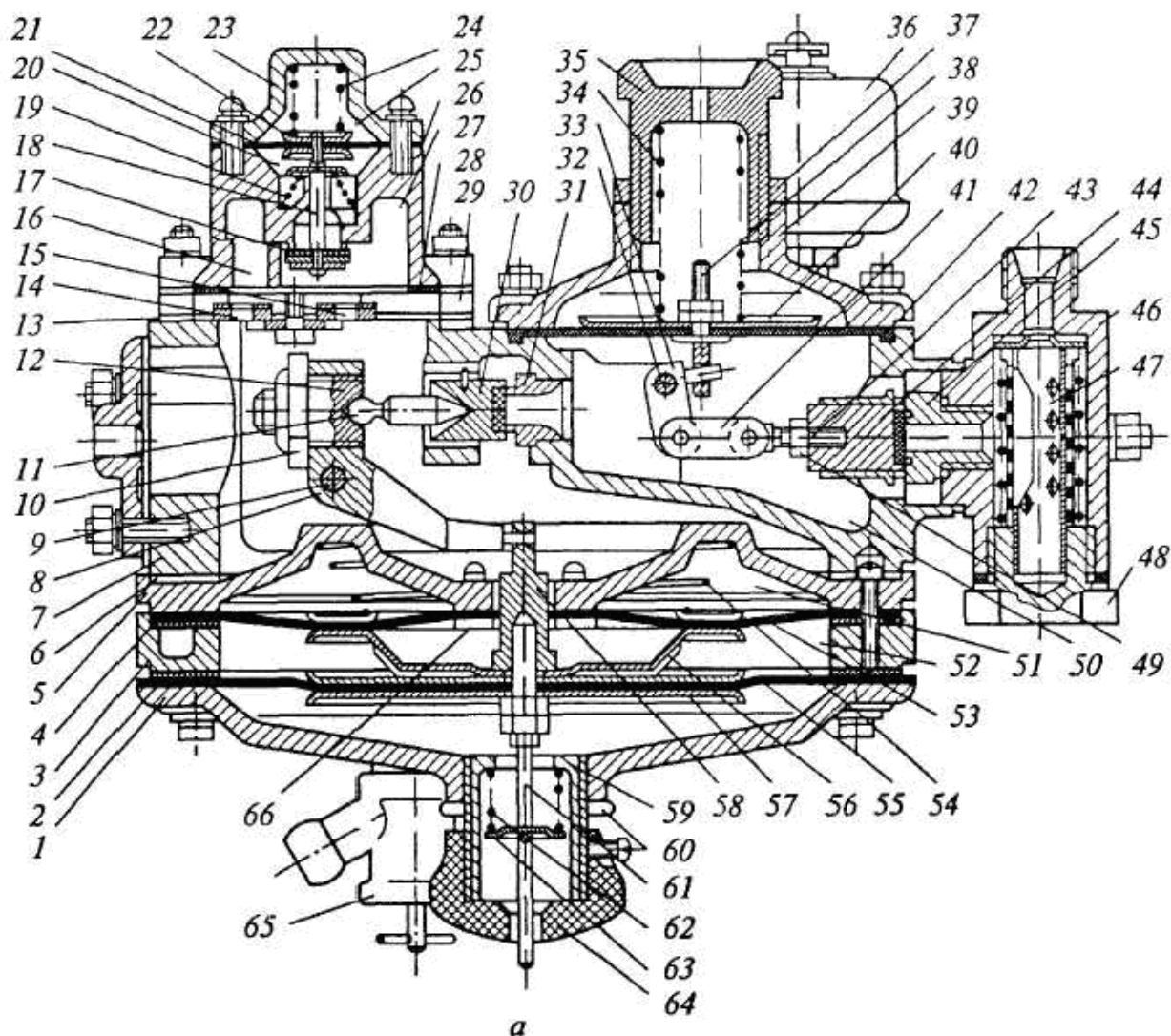
Между корпусом экономайзера 26 и корпусом редуктора 7 крепится пластина 29, имеющая два дозирующих отверстия 14 и 15, через которые газ поступает в экономайзер и затем по патрубку 72 в карбюратор-смеситель. В корпусе экономайзера 26 находится клапан 17, перекрывающий канал подвода газа 16. Этот клапан 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. 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 пана 30.

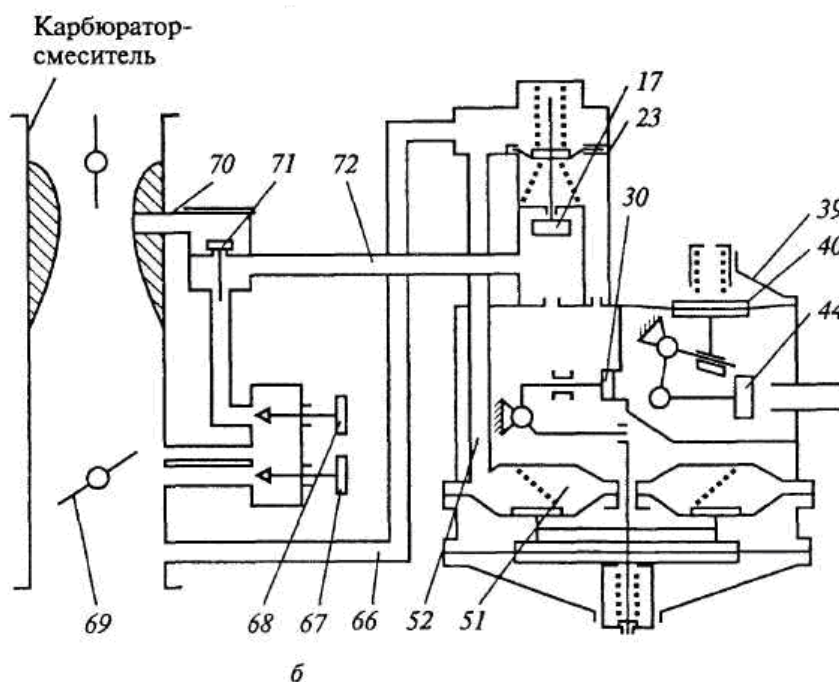


Под действием давления газа в 1-й ступени открывается клапан и газ поступает в полость 2-й ступени, оказывая давление на мембрану 55. Газ поступает через отверстие 75 в полость экономайзера и далее по патрубку подвода газа — в карбюратор-смеситель. В режиме минимальных оборотов холостого хода обратный клапан 71 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 возрастает. Разрежение в вакуумной полости экономайзера 25 уменьшается, клапан 17 отрывает канал 16, и газ поступает через отверстие 14. Поток газа открывает клапан обратный 71, устремляясь в 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.







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 мощной 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; 51 - 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

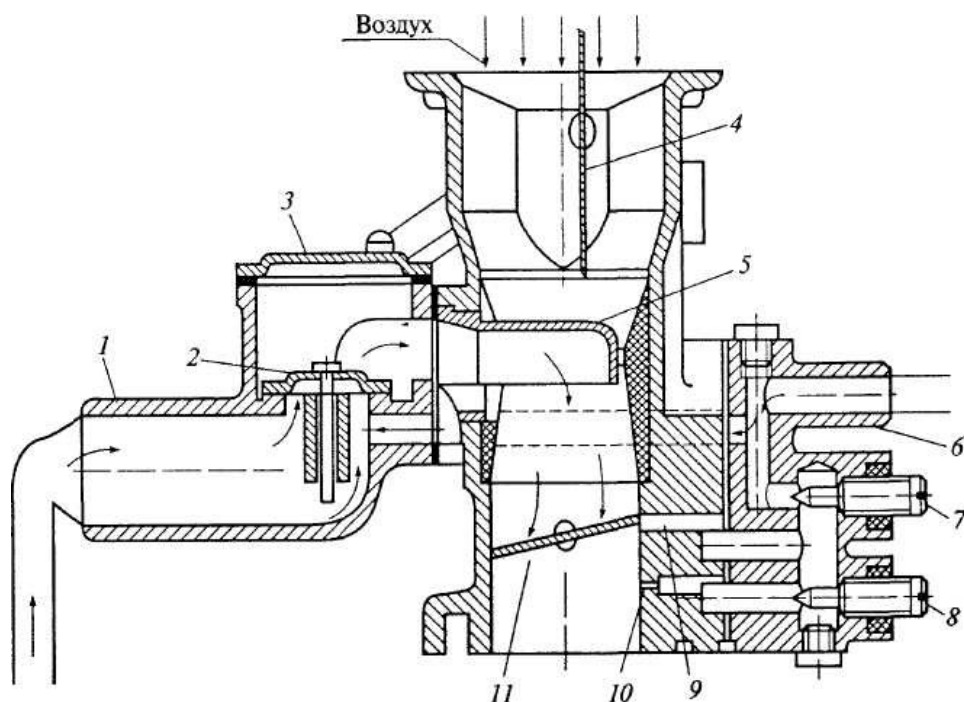
Рисунок 11 - Редуктор низкого давления РЗАА

#### 4.4 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.

Смеситель СГ-250 (рисунок 12) 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.



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

Рисунок 12 - Смеситель СГ-250

В режиме запуска и прогрева двигателя воздушные и дроссельные заслонки закрыты и обогащенная газоздушная 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, 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.

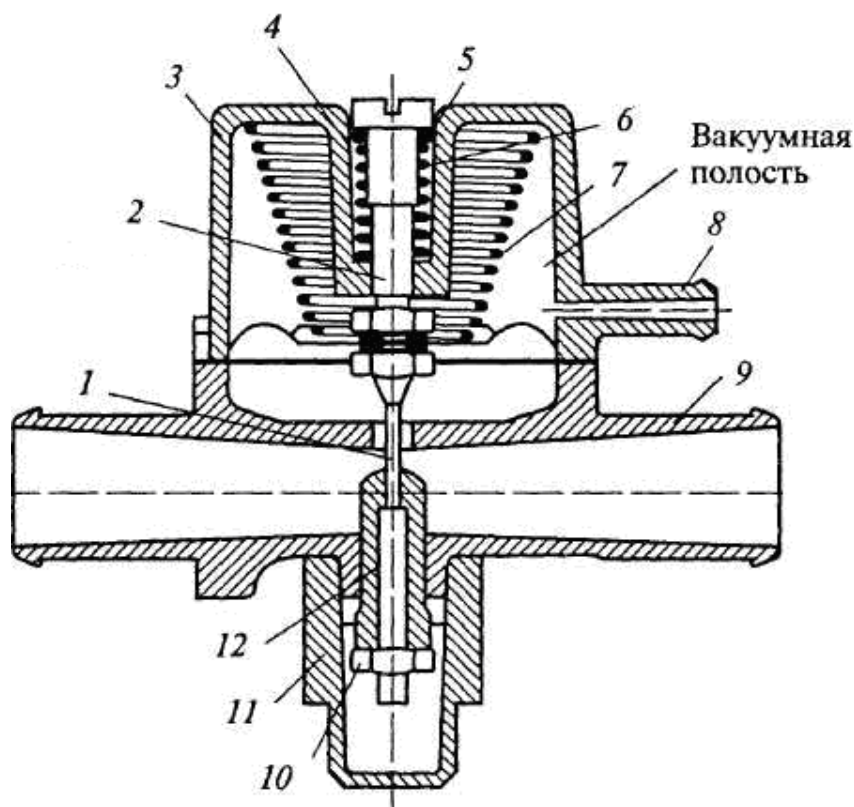
При переоборудовании автомобиля установка такого смесителя или универсального газобензинового карбюратора требует дополнительных затрат. Значительно снизить стоимость переоборудования можно, устанавливая смесительные устройства на штатных бензиновых карбюраторах. Этот способ подачи газа нашел наибольшее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

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 газоподающие 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 (рисунок 13) 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 выполняется перемещением плунжера 12 по штоку мембраны 1, а также регулировочным винтом 2.



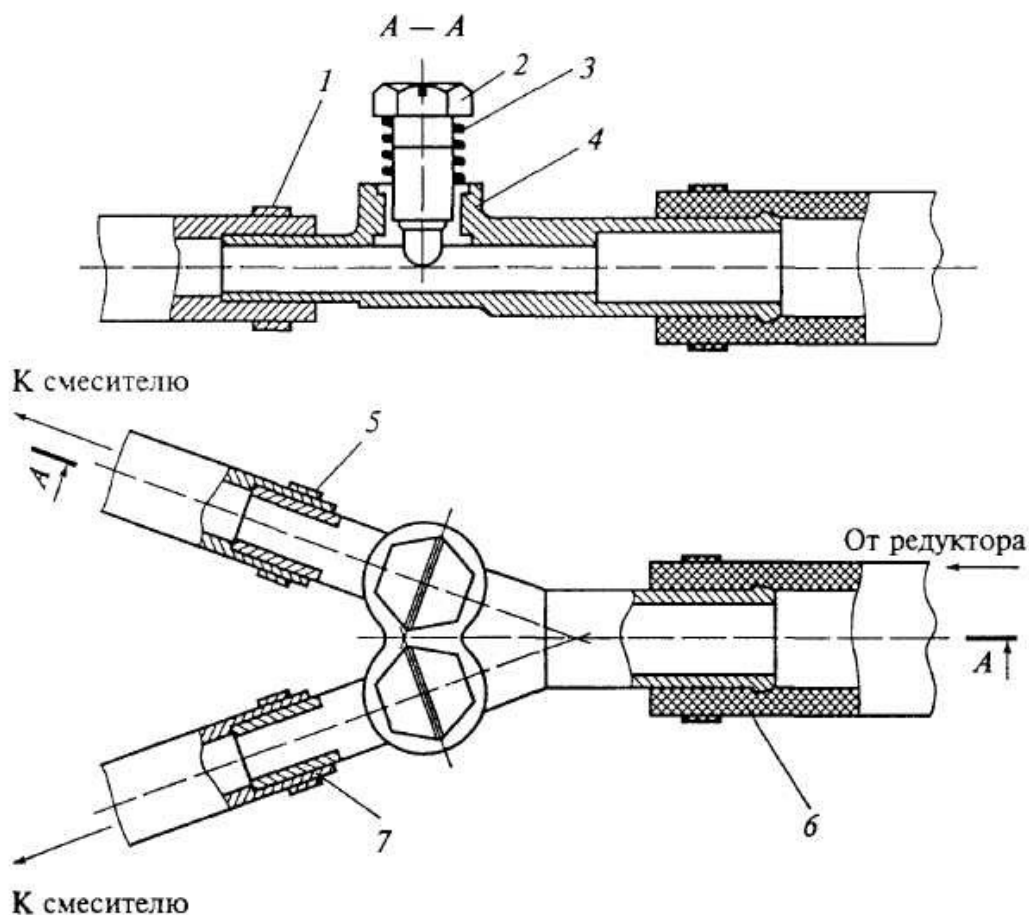
1 – мембрана со штоком; 2 – регулировочный винт; 3 – крышка; 4 – шайба;  
 5 – кольцо уплотнительное; 6 – пружина прижимная; 7 – пружина дозирующая;  
 8 – патрубок подвода вакуума, 9 — корпус; 10 — контргайка; 11 — пробка;  
 12 – плунжер

Рисунок 13 - Дозатор газа РЗАА

Дозатор ДЭУ ЗАО «Автосистема» (рисунок 14) 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 б, 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 обычно устанавливают на системы питания двигателей с рабочим объемом более 1,5 л.

В легковых автомобилях с рабочим объемом двигателя менее 1,5 л вместо ДЭУ устанавливают простые дозаторы. На рисунке 14 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.



1 – хомут; 2 – регулировочный винт; 3 – пружина; 4 – корпус тройника;  
 5 и 7 – патрубки подачи газа к смесителю; 6 – патрубок подвода газа  
 Рисунок 14 – Тройник подвода газа

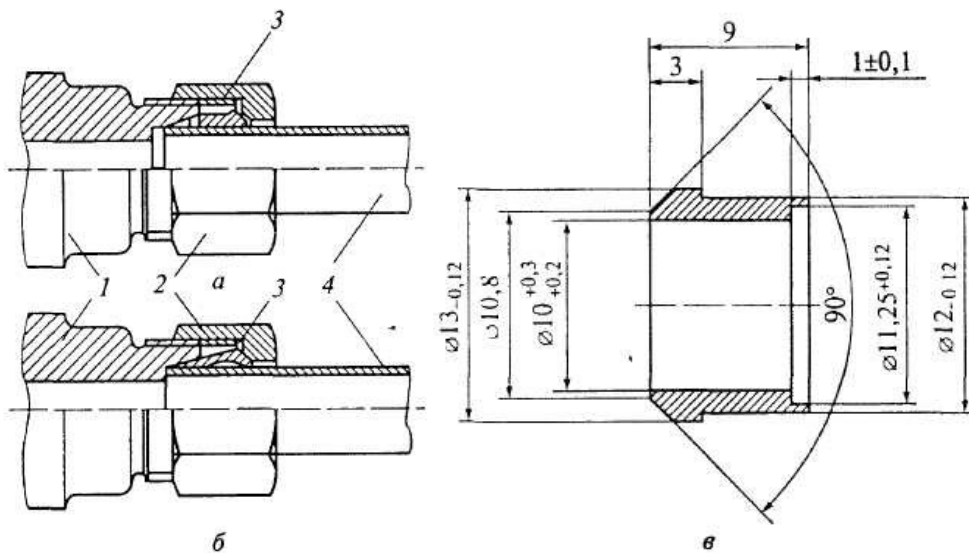
#### 4.5 Трубопроводы и соединительные детали

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, материал - сталь 20.

Соединения газовых трубопроводов высокого давления с элементами ГБО выполняются беспрокладочными ниппельными соединениями типа «врезающееся кольцо», допускающее многократную разборку (рисунок 15). Материал ниппеля - сталь 40Х.

При затягивании накладной 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.

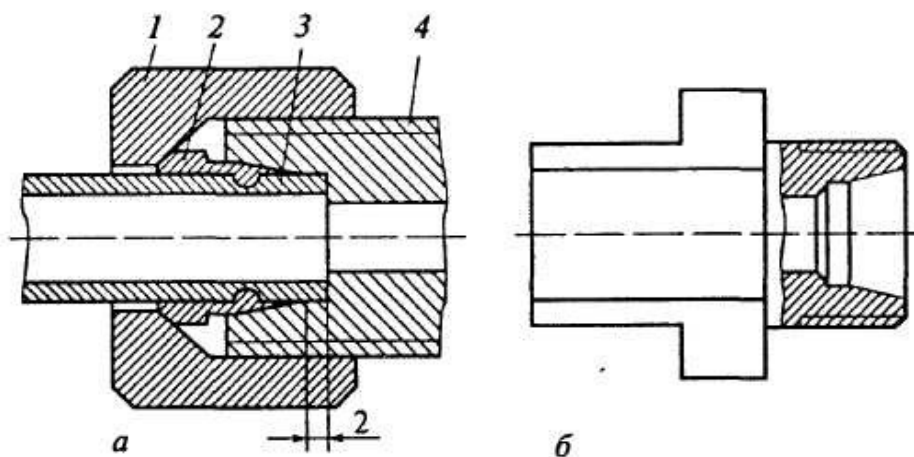


а – до затяжки; б – после затяжки; в – ниппель; 17 – соединяемая деталь;  
2 – гайка; 3 – ниппель; 4 – трубка

Рисунок 15 - Беспрокладочное ниппельное соединение

Предварительное врезание колец в стенку трубки в сборе с накидными гайками производится в технологическом стальном штуцере (рисунок 16).

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



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

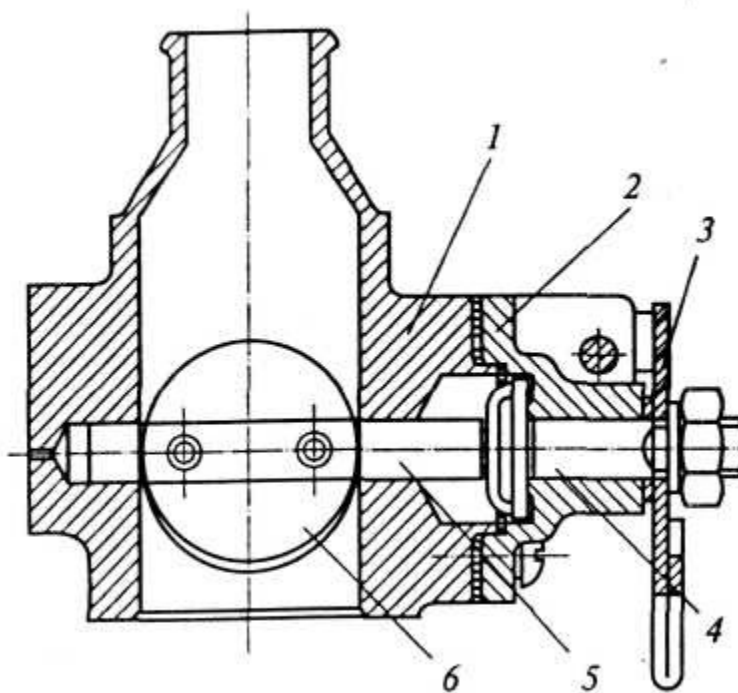
Рисунок 16 – Технологический штуцер для предварительного врезания ниппеля в трубопровод

#### 4.6 Дополнительное оборудование газодизельных систем питания

Рассмотрим основные элементы этого оборудования на примере узлов ЗАО «Автосистема», которые широко используются для переоборудования автобусов и грузовых автомобилей.

Дозатор газа (рисунок 17) представляет собой корпус с патрубком и фланцем 1, крышку 2, рычаг заслонки 3, ось рычага 4, ось заслонки 5 и заслонку 6.

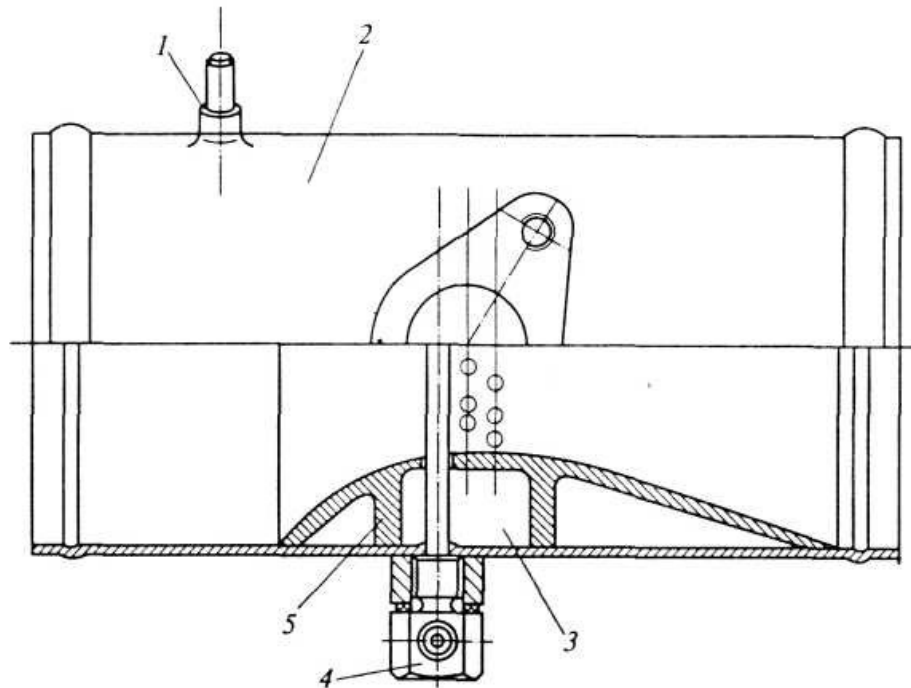
Для управления работой двигателя рычаг заслонки 3 соединен специальным приводом с педалью управления рейкой ТНВД.



1 – корпус с патрубком и фланцем; 2 – крышка; 3 – рычаг заслонки; 4 – ось рычага; 5 – ось заслонки; 6 – заслонка

Рисунок 17 – Дозатор газа

Смеситель газа (рисунок 18) представляет собой цилиндрический корпус 2, внутри которого размещен диффузор 5 в виде сопла Вентури. Внутри диффузора имеется кольцевой коллектор с радиальными отверстиями для равномерной подачи газа.



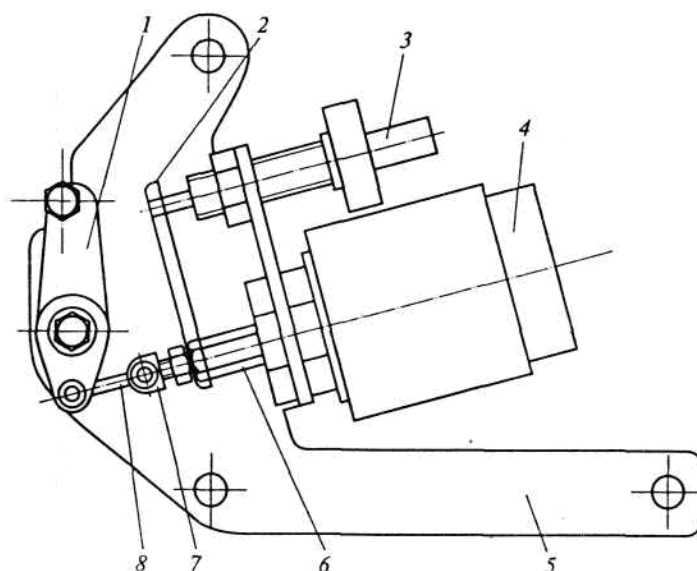
1 – штуцер отбора управляющего разрежения; 2 – корпус; 3 – канал для подачи газа; 4 – патрубок для подсоединения системы коррекции по загрязненности воздушного фильтра; 5 – диффузор

Рисунок 18 – Смеситель газа

Механизм установки запальной дозы дизельного топлива (МУЗД) (рисунок 19) состоит из кронштейна 5, электромагнита 4, подвижного упора 1 с регулировочным болтом и контргайкой, конечного выключателя 3 с тягой 2, предотвращающего возможность включения полной подачи двух видов топлива, тяги 8, регулировочного винта 7, а также упора, устанавливаемого на рычаг управления рейкой ТНВД. Контакты конечного выключателя в рабочем положении разомкнуты, а в нерабочем – замкнуты.

При работе в дизельном режиме подвижный упор находится в нерабочем крайнем правом положении. В момент переключения в газодизельный режим напряжение от переключателя, расположенного в кабине водителя, поступает на электромагнит 4, происходит перемещение тяги 8, и подвижный упор поворачивается влево, препятствуя свободному ходу рейки ТНВД, и таким образом ограничивается запальная доза. Одновременно с этим замыкаются контакты выключателя 3 и включается электромагнитный клапан высокого давления, открывая подачу газа для работы в газодизельном режиме.





1 – подвижный упор; 2 – тяга; 3 – конечный выключатель; 4 – электромагнит; 5 – кронштейн; 6 – шток; 7– регулировочный винт; 8 – тяга  
Рисунок 19 – Механизм установки запальной дозы дизельного топлива

## **5 Ход выполнения лабораторной работы**

- 1 Изучить инструкцию по эксплуатации газобаллонного автомобиля, работающего на КППГ.
- 2 Изучить устройство и принцип работы эжекторных и инжекторных газотопливных систем.
- 3 Изучить устройство и принцип работы установки для работы дизельных двигателей на компримированном природном газе.
- 4 Изучить устройство и принцип работы элементов газотопливных систем.
- 5 Составить отчёт.

## **6 Содержание отчёта о выполненной работе**

Конспект, отражающий следующие основные моменты:

- 1 назначение газового редуктора низкого давления РЗАА;
- 2 разборка газового редуктора низкого давления РЗАА;
- 3 описание составных частей газового редуктора низкого давления РЗАА;
- 4 принципиальная схема газового редуктора низкого давления РЗАА;
- 5 схема взаимодействия газового редуктора низкого давления РЗАА с элементами газотопливной системы;
- 6 сборка газового редуктора низкого давления РЗАА.

## **7 Контрольные вопросы**

- 1 Из каких основных узлов и деталей состоит установка для работы бензиновых двигателей на компримированном природном газе?
- 2 Из каких основных узлов и деталей состоит установка для работы дизельных двигателей на компримированном природном газе?
- 3 Опишите схему инжекторной системы дозирования газового топлива
- 4 Каким образом осуществляется питание двигателя сжатым природным газом?
- 5 Опишите устройство, работу и особенности монтажа основных элементов газотопливных систем питания.
- 6 Опишите порядок пуска холодного двигателя на газе.
- 7 Опишите порядок пуска горячего двигателя на газе.
- 8 Опишите порядок заправки баллона газом.
- 9 Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при эксплуатации газобаллонных автомобилей?

## Список использованных источников

1 Золотницкий, В.А. Новые газотопливные системы автомобилей / В.А. Золотницкий, под научн. ред. С.Н. Погребного. – М.: «Издательский Дом Третий Рим», 2003. – 64 с.

2 Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 1995. – 368 с.

3 Ерохов Виктор. Физико-химические и моторные свойства газового топлива // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2003. - № 5.– С. 64-69.

4 Панов, Ю.В. Установка и эксплуатация газобаллонного оборудования автомобилей: учебное пособие / Ю.В. Панов. – М.: издательский центр «Академия», 2003. – 160 с.