

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского  
федерального университета

Дата подписания: 06.09.2023 13:21:38

Уникальный идентификатор:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Пятигорский институт (филиал) СКФУ**

**Колледж Пятигорского института (филиал) СКФУ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор Пятигорского института  
(филиал) СКФУ

Т.А. Шебзухова

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**ПМ.01 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОТРАНСПОРТНЫХ  
СРЕДСТВ**

**МДК.01.08 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей,  
работающих на газовом топливе**

**Специальность 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и  
агрегатов автомобилей**

Пятигорск 2022

Методические указания предназначены для студентов групп СПО специальности 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей», по дисциплине «Техническое обслуживание и ремонт автомобилей, работающих на газовом топливе», составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО. Содержат материалы и задания для выполнения практических занятий по подготовке выпуска для получения квалификации специалист.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                | 5   |
| МЕТОДИЧЕС КИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ..... | 6   |
| МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ.....     | 8   |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1.....                                 | 10  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2.....                                 | 13  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3.....                                 | 21  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4.....                                 | 25  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5.....                                 | 28  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6.....                                 | 30  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7.....                                 | 37  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8.....                                 | 44  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9.....                                 | 55  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10.....                                 | 63  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11.....                                 | 76  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12.....                                 | 80  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13.....                                 | 85  |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14.....                                 | 102 |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15.....                                 | 113 |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №16.....                                 | 117 |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №17.....                                 | 124 |
| ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №18.....                                 | 130 |
| КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К КУРСУ.....                             | 135 |
| Приложение А.....                                            | 137 |
| Приложение Б.....                                            | 139 |
| Приложение В.....                                            | 140 |
| Приложение Г.....                                            | 141 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....                                       | 142 |

## ВВЕДЕНИЕ

В практикуме МДК.01.08 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей, работающих на газовом топливе описана методика выполнения практических работ по техническому обслуживанию и оценке технического состояния комплектующих узлов газобаллонного оборудования (ГБО) автомобилей:

- баллона автомобильного газового;
- блока арматуры на баллон;
- устройства заправочного выносного;
- испарителя газа;
- клапана электромагнитного газового с фильтром;
- клапана электромагнитного бензинового;
- смесителя газа.

Далее описывается порядок выполнения практических работ, а также приведены указания по использованию стендов, приборов, применяемых для технического обслуживания газобаллонного оборудования.

Практикум соответствует содержанию дисциплины "МДК.01.08, задачам профессиональной деятельности выпускников по специальности 23.02.07. изложенным в Федеральном Государственном образовательном стандарте профессионального образования.

Задачи профессиональной деятельности выпускников заключаются в организации технического обслуживания газобаллонных автомобилей, овладении методами проверки технического состояния ГБО. приобретения практических навыков работы с соответствующим диагностическим оборудованием.

**Цели практикума** - практическое закрепление полученных студентами теоретических знаний по изучаемой дисциплине и овладение методами оценки ТО транспортных средств (ТС) газобаллонных автомобилей.

**Задачи лабораторного практикума:**

- изучить устройства узлов ГБО;
- составить технологические карты на разборку и сборку указанных узлов ГБО;
- составить дефектные ведомости на изношенные детали изучаемых узлов ГБО.

Практикум написан в соответствии с лекционным курсом МДК.01.08 Техническое обслуживание и ремонт газобаллонных автомобилей, который поможет студентам закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки по ТО и оценке технического состояния газобаллонных автомобилей. Подготовка к каждой работе должна производиться заблаговременно и включать изучение теоретического материала, изложенного в лекционном курсе, а также требования нормативно-технической документации.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

Успешное выполнение студентами практических работ возможно только при надлежащей теоретической подготовке к лабораторным работам. Творческое выполнение этих работ на рабочих местах и анализ полученных результатов позволят в дальнейшем использовать их в практической деятельности по этой специальности.

Выполнение практической работы состоит из четырех этапов, каждый из которых содержит определенные задачи.

Первый этап включает ознакомление с темой, целью и задачами практической работы: изучение теоретических положений по теме практической работы, материального обеспечения, правил техники безопасности и содержания практической работы.

В процессе подготовки к выполнению практической работы студенты углубляют знания по устройству газовой системы питания газобаллонных автомобилей, ее техническому обслуживанию с использованием диагностического оборудования (стендов, приборов и инструментов).

Для контроля уровня своей индивидуальной подготовки каждый студент должен ответить на ряд вопросов, представленных в лабораторном практикуме.

Второй этап заключается в определении уровня индивидуальной подготовки студентов к выполнению практической работы.

Определение уровня индивидуальной подготовки студентов выполняется в ходе вводной части занятия путем ответов на контрольные вопросы по теме практической работы. Если ответ на вопрос составляет менее 60 %, то студент к практической работе не допускается.

Третий этап включает в себя непосредственное выполнение студентами заданий практической работы под руководством учебного мастера. При этом учебный мастер контролирует действия студентов по выполнению задания, следит за соблюдением ими правил техники безопасности и обращения с приборами и инструментом.

Каждый студент составляет технологическую операционную карту последовательной разборки и сборки изучаемого узла и дефектную ведомость на этот узел. После изучения примеров составления технологической карты и дефектной ведомости необходимо оформить титульный бланк отчета.

В отчете необходимо отразить технологию вышедших из строя деталей и деталей, которые можно восстановить. В дефектной ведомости на детали входящие в изучаемый узел, необходимо указать, как выполнялись средства измерения деталей и по каким свойствам выбраковывались детали. какие детали подлежат восстановлению и какими способами они будут восстанавливаться.

Формы таблиц операционно-технологической карты и дефектной ведомости для оформления отчета приведены в конце каждой практической работы.

Оформленная операционная карта и составленная дефектная ведомость включается в отчет выполненной практической работы.

Анализ результатов выполненной практической работы является важной частью самостоятельной работы студентов и формирует знания и навыки практического осуществления технического обслуживания узлов ГБО автомобилей.

Результат, полученный после выполнения практической работы, необходимо сравнить с нормативными требованиями, предъявляемыми к узлам газобаллонного оборудования автомобиля при их техническом обслуживании.

Четвертый этап (завершающий) заключается в оформлении отчета, который должен содержать следующие структурные части (разделы):

- 1) титульный лист;
- 2) содержание;
- 3) введение;
- 4) цели и задачи практической работы;
- 5) общий порядок выполнения заданий практической работы и краткая характеристика применяемого диагностического оборудования (приборов, стендов);
- 6) оценка технического состояния газового оборудования;
- 7) операционные карты и дефектные ведомости на изучаемые узлы и их комплектующие.

В конце отчета следует сделать краткие выводы по выполненной работе.

Текст отчета следует выполнять четким, разборчивым почерком пастой (чернилами) одного цвета или на компьютере.

Чертежи, схемы, иллюстрации допускается выполнять карандашом как продолжение листов с текстом, так и на отдельных листах.

Рекомендуемый объем отчета по выполненной практической работе может достигать 10 страниц и более. В тексте следует приводить графики, схемы и составленные операционные карты с дефектными ведомостями.

Защита отчета по выполненной практической работе осуществляется в день ее выполнения и заключается в доказательстве достоверности полученных результатов, в объективности оценки технического состояния газового оборудования по предложенной операционной карте и дефектной ведомости, а также в ответах на вопросы по содержанию выполненных задач практической работы. Если полнота ответа студента на вопросы составляет менее 60 % , то защита не оценивается.

В конце выполнения практической работы студент обязан уточнить у преподавателя номер какой работы ему выполнять на следующем занятии.

## **МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

В целях обеспечения безопасности при проведении практических работ студенты проходят инструктаж по правилам техники безопасности и противопожарным мерам накануне дня выполнения практической работы. Прохождение студентами инструктажа регистрируется в специальном журнале с распиской каждого студента о том, что он ознакомился с правилами по технике безопасности и противопожарным мерам и обязуется неукоснительно их выполнять. Студенты, не прошедшие такой инструктаж, к выполнению практических работ не допускаются.

Категорически запрещается пользование открытым огнем и курение в помещении, где выполняется техническое обслуживание узлов газобаллонного оборудования автомобиля.

Кроме этого, при техническом обслуживании газобаллонного оборудования требованиями по технике безопасности запрещается использовать непропаренные баллоны, снятые с эксплуатации, а также:

1) осуществлять техническое обслуживание арматуры газового баллона при наличии газа в баллоне:

2) применять неисправный инструмент:

3) пользоваться при проведении монтажных работ замасленными шлангами, сплюснутыми и скрученными трубками;

4) использовать бензин для промывки деталей газобаллонного оборудования;

5) осуществлять техническое обслуживание в помещении, не оборудованном естественной и принудительной вентиляцией и не обеспеченном противопожарным инвентарем;

6) открывать кран и стравливать воздух из ресивера компрессора:

7) направлять шланг под давлением воздуха на человека с открытым краном управления:

8) устранять неисправность в электропроводке компрессорных установок;

9) проверять неисправность компрессорных установок (в том числе и электродвигателей) во время работы.

При монтаже арматуры на газовый баллон он должен быть установлен в специальное защитное устройство, удерживающее его от проворачивания. При этом вновь ввернутые в газовый баллон вентили должны иметь не менее 2...3 витков резьбы, не вошедших в резьбовые отверстия.

При установке мультиклапанов на газовые баллоны необходимо устанавливать резиновую прокладку в канавку мультиклапана, а затем выполнять последовательность крещения мультиклапана.

Испытание узлов газобаллонного оборудования после их технического обслуживания следует проверять сжатым воздухом.

При проведении электромонтажных работ, связанных с техническим обслуживанием узлов газобаллонного оборудования, необходимо обеспечивать следующие требования:

1) закрепленные электропровода не должны проворачиваться относительно клемм электромагнитного газового клапана, датчика давления газа, электромагнитного пускового клапана и приборов:

2) не допускается использования электропроводов с поврежденной изоляцией.

Примечание. В ходе выполнения практической работы при обнаружении какой-либо неисправности необходимо закрыть вентиль расхода воздуха, кнопками отключить электродвигатели и сообщить об этом преподавателю или учебному мастеру.



## **Тема 1: «Газообразные моторные топлива»**

### **Практическая работа № 1**

#### **Тема занятия: «Классификация газообразных моторных топлив»**

**Цель занятия: знакомится с основными техническими требованиями к газообразным моторным топливам.**

Практически с началом интенсивного развития нефтяной, газовой и автомобильной промышленности обсуждается вопрос ограниченности запасов нефти. Несмотря на это из года в год добыча нефти и газа наращивается. Однако актуальность проблем рационального использования топливно-энергетических ресурсов до сих пор остается на первом плане. Существенную роль в этом вопросе играет оптимизация в структуре потребления различных энергоисточников. Причем, изменения топливно-энергетического баланса могут зависеть от конкретных условий, связанных с природными ресурсами, географической и экономической ситуациями.

Практически во всех высокоразвитых странах ведутся научно-практические разработки, связанные с рационализацией баланса топливно-энергетических ресурсов, а также с альтернативными топливами для различных видов транспорта, как наиболее энергоемкой отрасли народного хозяйства.

В современных условиях применение заменителей или альтернативных топлив (АТ) вместо стандартных жидких моторных топлив обусловлено такими факторами, как наличие ресурсов, удовлетворение технико-экономических и экологических требований, безопасность, безвредность, удобство и стоимость эксплуатации.

Однако, более широкое применение газообразных топлив, в частности СПГ вместо бензинов или дизельного топлива связано со следующими основными преимуществами газа, а именно: достаточно большими природными ресурсами; уменьшением износа деталей цилиндропоршневой группы двигателя; значительным снижением токсичности отработавших газов; увеличением срока службы и уменьшением расхода смазочного масла; меньшей стоимостью газа.

Известно, что к альтернативным топливам относятся синтетический бензин из угля, горючих сланцев, торфа, природного газа; бензометанольные и бензоэтанольные смеси; водород; сжиженные нефтяные пропан-бутановые смеси (СНГ); сжатый природный газ (СПГ) или сжиженный природный газ (СжПГ); газогенераторный, доменный, пластовый газы; биогазы; газоконденсатные топлива; аммиак; водно-топливные эмульсии и др.

Таким образом, альтернативные топлива можно классифицировать по ряду характерных признаков:

1. По агрегатному состоянию они могут быть газообразными и жидкими.
2. По способу подачи в двигатель – отдельным вводом в цилиндр и вводом в цилиндр в качестве добавки к основному топливу или параллельным вводом с основным топливом.

3. По фазовому состоянию составляющих элементов – однофазные и многофазные.

4. По происхождению они могут быть природными и синтетическими.

5. По способу использования могут быть в качестве основного и дополнительного топлива.

Кроме этого они могут подразделяться на местные, перспективные и другие альтернативные топлива.

Современная мировая практика по оптимизации структуры энергоисточников, направленная на увеличение применения газовых топлив в различных отраслях народного хозяйства обусловлена, прежде всего, их природными ресурсами и экологической эффективностью.

В этой связи, данный вопрос составляет основное содержание проблемы транспорта и энергетики, приоритетных направлений научно-технического прогресса в конце двадцатого века.

Среднеазиатские газовые месторождения занимают второе место после Западной Сибири по величине разведанных запасов природного газа и уровню его добычи. Потенциальные запасы газа оцениваются в 16.5 трлн. м<sup>3</sup>, разведанные запасы – 3.1 трлн. м<sup>3</sup>.

В таблице 1.1 дается расход по видам топлив и их удельный вес в ТЭБ.

Другим видом газовых топлив является сжиженная пропан-бутановая смесь (СНГ) или попутный газ, который является побочным продуктом нефтедобычи и нефтегазопереработки. Доля СНГ в ТЭБ в общемировом масштабе составляет примерно 2.2 %, а в высокоразвитых странах – 4.0...4.2 %. Причем примерно 10 % СНГ в странах Западной Европы применяют в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания. В Узбекистане в год в качестве моторного топлива используется около 30.0 тыс. т СНГ и 70.0...72.0 млн. м<sup>3</sup> СПГ, что составляет десятую долю его реального природного ресурса.

Таким образом, природный газ для Российской Федерации является основным и перспективным видом топлива для энергопотребителей, и в первую очередь для транспорта.

Таблица 1.1.

| Энергоресурсы                   | 1985 г.       |      | 1990 г.       |      | 2000 г.       |      | 2020<br>(прогноз) |      |
|---------------------------------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|-------------------|------|
|                                 | млн.т<br>у.т. | %    | млн.т<br>у.т. | %    | млн.т<br>у.т. | %    | млн.т<br>у.т.     | %    |
| Потребность                     | 54.4          | 100  | 54.4          | 100  | 99.6          | 100  | 128.0             | 100  |
| Покрытие:                       |               |      |               |      |               |      |                   |      |
| Уголь                           | 3.62          | 6.7  | 3.62          | 6.7  | 9.100         | 9.1  | 11                | 11   |
| Природный газ                   | 34.68         | 63.7 | 34.68         | 63.7 | 55.3          | 55.0 | 65.4              | 65   |
| Светлые<br>нефтепродукты        | 8.7           | 16.0 | 8.7           | 16.0 | 16.3          | 16.3 | 16.4              | 16.4 |
| Гидроэнергия                    | 0.81          | 1.6  | 0.81          | 1.6  | 0.86          | 0.9  | 0.9               | 1    |
| Солнечные<br>электростанци<br>и | –             | –    | –             | –    | 0.160         | 0.2  | 0.2               | 0.4  |
| Термальные                      | 0.12          | 0.2  | 0.12          | 0.2  | 0.9           | 0.9  | 1.0               | 1.0  |

|                     |   |     |   |     |   |     |   |     |
|---------------------|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|
| воды                |   |     |   |     |   |     |   |     |
| Прочие виды топлива | — | 1.6 | — | 1.6 | — | 1.0 | - | 1.0 |

Пока то количество сжиженного нефтяного газа, которое должно быть направлено на внутренний рынок для снижения напряженности топливообеспеченности старательно экспортируется в соседние государства. Автомобилисты, которые хотят перевести свой транспорт на сжиженный нефтяной или сжатый природный газы испытывают в основном две трудности: слишком высокая стоимость газобаллонного оборудования и отсутствие надежной инфраструктуры эксплуатации. Высокая стоимость газобаллонного оборудования связана не только со стоимостью самой аппаратуры, но и с неоправданными накладными расходами временных поставщиков. За рубежом практикуется получение беспроцентного кредита для владельцев газобаллонных автомобилей.

## Тема 1: «Газообразные моторные топлива»

### Практическая работа № 2

#### Тема занятия: «Виды и свойства газообразных моторных топлив»

**Цель занятия:** знакомится с основными техническими требованиями к газообразным моторным топливам.

Всевозможные газообразные топлива имеют различные свойства, определяющие их в качестве моторного горючего, которое может быть разделено на следующие группы:

- физико-химические;
- энергетические (теплотехнические);
- газо-гидродинамические;
- технолого-производственные;
- экологические

В таблице 1.2. приводятся свойства основных составляющих газообразных топлив, которые могут быть использованы для сравнительных теплотехнических расчетов.

Сравнивая эти свойства, можно рассмотреть все возможные варианты их использования. Например, существует 12 вариантов применения СПГ и продуктов его переработки в качестве топлива для ДВС.

Однако, выполненные расчеты приведенных, удельных капитальных, суммарных энергетических затрат и сравнение их с соответствующими технико-экономическими показателями по производству моторных топлив на нефтеперерабатывающих заводах показывает, что варианты "сжатый природный газ" и "сжиженный природный газ" могут составить конкуренцию по отношению к нефтяным моторным топливам даже без учета эффекта от снижения токсичности ОГ.

Таблица 1.2

| <i>Параметры</i>                                  | <i>Метан<br/>(CH<sub>4</sub>)</i> | <i>Этан<br/>(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)</i> | <i>Пропан<br/>(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)</i> | <i>Бутан<br/>(C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)</i> |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1                                                 | 3                                 | 4                                            | 5                                              | 6                                              |
| Молекулярная масса                                | 16.03                             | 30.05                                        | 44.06                                          | 58.08                                          |
| Состав, % по весу                                 |                                   |                                              |                                                |                                                |
| <i>H</i>                                          | 25.03                             | 20.18                                        | 18.30                                          | 17.35                                          |
| <i>C</i>                                          | 74.57                             | 79.88                                        | 81.70                                          | 82.65                                          |
| Отношение <i>H/C</i>                              | 4.0                               | 3.0                                          | 2.7                                            | 2.50                                           |
| Газовая постоянная                                |                                   |                                              |                                                |                                                |
| <i>кгс·м/кг·К</i>                                 | 52.81                             | 28.22                                        | 19.25                                          | 14.60                                          |
| <i>ккал/кг·°С</i>                                 | 0.124                             | 0.066                                        | 0.045                                          | 0.34                                           |
| Плотность при стандартных условиях                |                                   |                                              |                                                |                                                |
| в парообразном состоянии, <i>кг/м<sup>3</sup></i> | 0.67                              | 1.273                                        | 1.867                                          | 2.460                                          |
| в жидком состоянии, <i>кг/л</i>                   | 0.415                             | 0.446                                        | 0.51                                           | 0.58                                           |
| Показатель адиабаты                               | 1.28                              | 1.2                                          | 1.15                                           | 1.11                                           |

|                                                                                                                                   |               |              |              |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------|------------|
| Теплота испарения, ккал/кг                                                                                                        | 122.6         | —            | 103          | 94         |
| Относительная плотность                                                                                                           | 0.554         | 1.048        | 1.562        | 2.091      |
| Низшая теплота сгорания при стандартных условиях в парообразном состоянии, ккал/м <sup>3</sup>                                    | 8087          | 14340        | 20485        | 26679      |
| то же, ккал/кг                                                                                                                    | 11895         | 11264        | 10972        | 10845      |
| в жидком состоянии, ккал/л                                                                                                        | 4940          | 5065         | 5560         | 6320       |
| Количество воздуха теоретически необходимое для полного сгорания при стандартных условиях, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> топлива | 9.52          | 16.66        | 23.01        | 31.09      |
| м <sup>3</sup> /кг топлива                                                                                                        | 14.2          | 12.10        | 12.81        | 12.64      |
| Теплота сгорания стехиометрической смеси при стандартных условиях, ккал/м <sup>3</sup>                                            | 770           | 812          | 847          | 855        |
| Температура кипения, °C                                                                                                           | -161.6        | -88.6        | -42.2        | -0.5       |
| Температура самовоспламенения, °C                                                                                                 | 590-690       | 550-600      | 510-580      | 480-540    |
| Температура горения стехиометрической смеси, °C                                                                                   | 2020          | 2020         | 2043         | 2057       |
| Коэффициент молекулярного изменения при сгорании стехиометрической смеси                                                          | 1.0           | 1.038        | 1.042        | 1.047      |
| Октановое число (по моторному методу)                                                                                             | 100-120       | 100-105      | 90-100       | 90-100     |
| Максимальное значение нормальной скорости распространения пламени, м/с                                                            | 3.4-3.7       | 3.8          | 3.9          | 3.8        |
| Коэффициент избытка воздуха, соответствующий максимальному значению нормальной скорости распространения пламени                   | 0.95          | 0.9          | 0.84         | 0.86       |
| нижнему концентрационному пределу                                                                                                 | 2.0           | 1.8          | 1.7          | 1.7        |
| верхнему концентрационному пределу                                                                                                | 0.65          | 0.5          | 0.4          | 0.35       |
| Пределы воспламеняемости в воздухе, %                                                                                             | 5.0...10.0    | 2.5...10.0   | 2.1...5.0    | 1.0...0.4  |
| воздухе, г/м <sup>3</sup>                                                                                                         | 16.66...102.6 | 31.2...187.0 | 36.6...179.8 | 37.4...205 |
| Содержание газа в стехиометрической горючей смеси, %                                                                              | 9.51          | 5.65         | 4.02         | 3.23       |

|                                                                                                   |        |        |        |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Коэффициент теплопроводности паровых компонентов, $\text{ккал/м}\cdot\text{с}\cdot^\circ\text{C}$ | 0.0264 | 0.0135 | 0.0127 | 0.0116 |
| Минимальная энергия воспламенения, $10^{-3}\text{Дж}$                                             | 0.23   | —      | —      | —      |
| Число Воббе, высшее                                                                               | 12300  | —      | 18950  | 21630  |
| низшее                                                                                            | 11300  | —      | 17420  | 20000  |

Следует также подчеркнуть некоторые особенности СНГ, который называют также попутным газом и в зависимости от различных факторов, выработка которого составляет 1.5...10.0 % от количества исходного сырья.

Компонентный состав СНГ (табл.1.3) может колебаться в широких пределах в зависимости от их назначения. Однако для двигателей очень важна стабильность компонентного состава СНГ, т.к. в зависимости от этого изменяются их топливно-экономические и экологические показатели.

Поэтому низшая теплотворная способность СНГ сложного состава укрупнено определяется:

$$Q_n = 217 C_3H_8 + 282.6 C_4H_{10}, \text{ кДж/(г}\cdot\text{моль)}$$

Более точная формула (погрешность не более 0.14%) расчета низшей теплоты сгорания предельных углеводородов ( $C_nH_{2n+2}$ ) имеет вид:

$$Q_n = Q_6 - 40.68(n+1) = 181.1 + 631.98n - 1.7778 n^2, \text{ кДж/(г}\cdot\text{моль)}$$

где  $n$  – число атомов углерода в молекулах углеводородов;

$Q_6$  – высшая мольная теплота сгорания.

Таблица 1.3

| Наименование                                                         | ГОСТ 20448-94 |          | ГОСТ 27578-92 | LPG (Англия) |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|----------|---------------|--------------|
| 1                                                                    | 2             | 3        | 4             | 6            |
| Пропан, не менее, %                                                  | 15            | не норм. | 80±5          | 28           |
| Бутан, не более, %                                                   | не норм.      | 60       | 9             | 65           |
| Другие суммарные предельные и непредельные углеводороды, не более, % | 4             | 6        | 6             | 7            |

Следует обратить внимание также на давление насыщенных паров СНГ, которое влияет на нормальную работу газовой системы питания, по их значению рассчитывают прочность газовых баллонов. Другим свойством СНГ является плотность жидкой фазы, определяющая концентрацию энергии в единице объема. Коэффициент объемного расширения СНГ от испарения 1  $\text{м}^3$  сжиженных газов (пропан – 269  $\text{м}^3$ , бутан – 235  $\text{м}^3$ ) также определяет особенности их эксплуатации.

Таким образом, СПГ и СНГ являются высокооктановыми топливами, позволяющими повысить степень сжатия двигателя и тем самым улучшить их мощностные и топливно-экономические показатели (табл.1.4).

Особенно следует обратить внимание на процесс одоризации СНГ и СПГ. Данный процесс производится в целях обнаружения утечки газов и во многом определяет правила их безопасной эксплуатации.

Таблица 1.4

| Наименование топлива | Степень сжатия | Мощность двигателя, % | Расход топлива, % |
|----------------------|----------------|-----------------------|-------------------|
| Бензин               | 6.5...7.5      | 100                   | 100               |
| Бензин               | 8.0...9.5      | 110...115             | 75...85           |
| СНГ                  | 6.5...7.5      | 92...95               | 110...115         |
| СНГ                  | 8.0...8.5      | 105...115             | 92...93           |
| СНГ                  | 9.0...12.0     | 115...125             | 80...86           |
| СПГ (СжПГ)           | 6.5...7.5      | 82...85               | 110...115         |
| СПГ (СжПГ)           | 8.0...8.5      | 97...100              | 90...95           |
| СПГ (СжПГ)           | 9.0...12.0     | 110...115             | 75...80           |

Известно, что одоранты газов должны быть физиологически безвредны, с неприятным запахом, легко обнаружимыми при малых концентрациях, не вызывающими коррозию материалов и т.д.

Как правило, отечественной газоперерабатывающей промышленностью, в качестве одоранта газов используется этилмеркаптан ( $C_2H_5SH$ ), а в других странах (табл.1.5) применяются другие различные одоранты. Для ввода в поток газа используют одоризаторы, которые бывают барботажного и капельного типов. Как правило, зимой расход одоранта назначают вдвое больше, чем летом.

Следует подчеркнуть, что существующей нормативной документацией качество одоризации газа устанавливается на запах по десятибалльной шкале, которая является субъективным способом, имеющим неточность.

В этой связи ОГ газовых двигателей, особенно на СНГ имеют резкий запах, который отрицательно сказывается на самочувствии людей.

Таблица 1.5

| Наименование       | Плотность, $г/см^3$ | Расход одоранта на 1 $м^3$ СНГ, мл |        |       |
|--------------------|---------------------|------------------------------------|--------|-------|
|                    |                     | Россия                             | Англия | США   |
| Этилмеркаптан      | 0.83                | 12.5                               | 14.3   | 16.0  |
| Тетрагидротиофен   | 0.93                | 12.0                               | 12.0   | —     |
| Амиловый меркаптан | 0.83                | 12.5                               | 20.4   | —     |
| Колодорант         | 0.77                | —                                  | 198    | 260.0 |
| Пенталарма         | —                   | —                                  | —      | 140   |

Наряду с СПГ и СНГ наиболее важным газообразным топливом является водород, имеющий показательные технические свойства: высокую скорость и температуру сгорания, широкие пределы воспламеняемости и др. Однако в настоящее время широкому использованию водорода в двигателях массового применения препятствуют некоторые факторы, такие как, малая концентрация

энергии в единице объема газообразного водорода, сложность хранения и транспортировки в сжиженном виде, экономические показатели получения.

Как уже было отмечено, что основными компонентами сжиженного газа, используемого как автомобильное топливо, являются пропан и бутан, получаемые при добыче природного газа и нефти, а также при различных стадиях ее переработки на нефтеперерабатывающих заводах.

Сравнительные характеристики пропана, бутана и бензина приведены в табл. 1.6

Из этих данных видно, что *C* и *H* сжиженного нефтяного газа (пропана и бутана) представляют собой благоприятное соотношение молекулярных масс углерода и водорода. Углеродное число у пропана – 3, а у бутана – 4. Более высокое содержание водорода обеспечивает полное сгорание газа в двигателе автомобиля. Плотность жидкой фазы зависит от температуры, с увеличением которой плотность уменьшается.

Изменение плотности пропана и бутана в зависимости от температуры показано на графике (рис. 1.1).

При атмосферном давлении и температуре 15 °C плотность жидкой фазы пропана составляет 0.51 кг/л, бутана – 0.58 кг/л. Паровая фаза тяжелее воздуха (пропана в 1.5 раза, бутана в 2 раза).

Температура кипения бензина выше температуры окружающей его среды, а сжиженный газ испаряется при более низких температурах. Это означает, что бензин в баке находится, как правило, в жидком состоянии при атмосферном давлении, а сжиженный газ в баллоне – при давлении, соответствующем температуре окружающей среды.

Нижний предел воспламеняемости газа составляет 1.8...2.4 % в смеси, а бензина – 1.5 %. Поэтому при эксплуатации, техническом обслуживании и хранении газобаллонного автомобиля нужно тщательно выполнять все предписываемые правила безопасности.

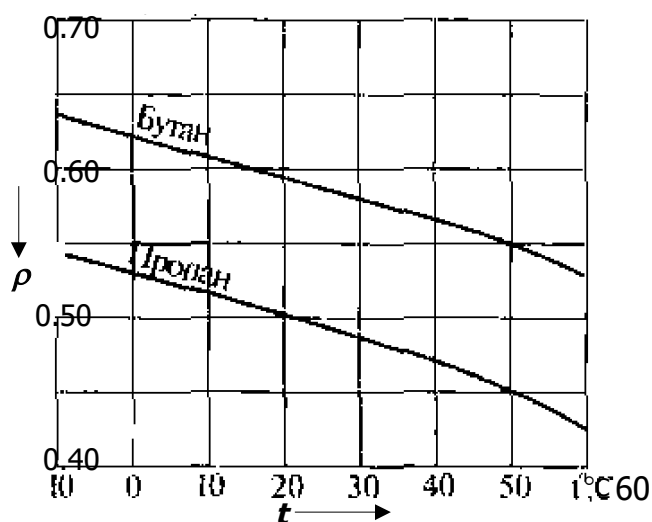


Рис. 1.1. Зависимость плотности пропана и бутана от температуры

Как известно, октановое число газового топлива выше, чем у бензина. А потому сжиженный газ обладает большей антидетонационной способностью по



сравнению с бензином, будь последний самого высшего качества. Это позволяет добиться большей экономичности использования топлива в двигателе.

Одним из наиболее важных свойств пропана и бутана, отличающих их от других видов автомобильного топлива, является наличие паровой фазы над свободной поверхностью этого топлива, которое поддерживает давление пара в баллоне. В процессе наполнения баллона первые порции сжиженного газа быстро испаряются и заполняют весь его объем.

Таблица 1.6

| Параметры                                                                                                       | Пропан     | Бутан       | Бензин      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|
| Химическая формула                                                                                              | $C_3H_8$   | $C_4H_{10}$ | $C_8H_{18}$ |
| Молекулярная масса                                                                                              | 44         | 58          | 114         |
| Плотность жидкой фазы при температуре 15 °С и атмосферном давлении, кг/л                                        | 0.51       | 0.58        | 0.73        |
| Температура кипения при атмосферном давлении, °С                                                                | –42        | –0.5        | не ниже 35  |
| Низшая теплота сгорания, МДж/кг                                                                                 | 46         | 45.6        | 44          |
| Пределы воспламеняемости в смеси с воздухом при нормальных атмосферных условиях, % объема:<br>нижний<br>верхний | 2.4<br>9.5 | 1.8<br>8.5  | 1.5<br>6.0  |
| Октановое число (моторный метод)                                                                                | 110        | 95          | 92          |
| Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива, кг                                       | 15.8       | 15.6        | 14.7        |

Давление насыщенного пара бутана составляет 0.1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) при 0 °С и 0.17 МПа (1.7 кгс/см<sup>2</sup>) при 15 °С, а давление насыщенного пара пропана при этой же температуре – соответственно 0.59 и 0.9 МПа. Это означает, что при изменении пропорции состава газа давление последнего изменяется.

Давление растет при увеличении температуры, что приводит к большим изменениям объема сжиженного газа, находящегося в жидком состоянии. Следовательно, если сжиженный газ в жидком состоянии полностью заполняет баллон и температура продолжает увеличиваться, то давление будет быстро расти, что может привести к разрушению баллона.

Поэтому никогда нельзя заполнять баллон жидким сжиженным газом полностью. Обязательно необходимо оставлять паровую подушку, объем которой должен составлять 15...20 % от геометрической емкости баллона.

Облегчает выполнение этого требования, как будет сказано ниже, многофункциональный прибор – мультиклапан, расположенный на обечайке баллона, который строго следит за заполнением баллона сжиженным газом. Он обязательно сработает при заправке на АГЗС и автоматически отключит подачу газа в баллон, когда объем заправляемого сжиженного газа, достигнет 80...85 % от общей емкости баллона и обеспечит пространство (незаполненный объем) для компенсации теплового расширения над поверхностью жидкости, образуя

насыщенный пар, давление которого зависит от температуры окружающей среды.

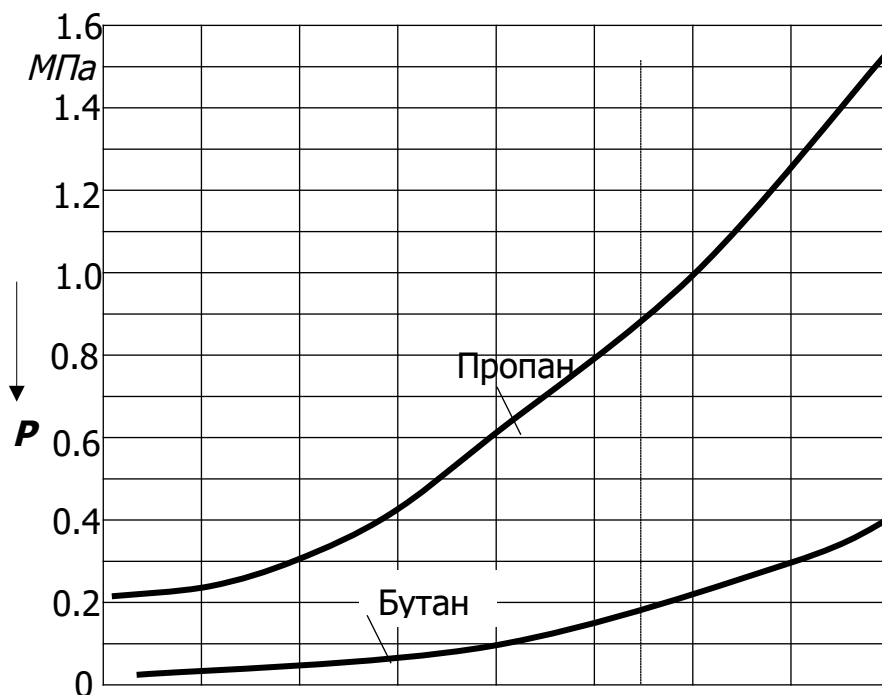
В условиях холодного климата (или зимы) в сжиженном газе (смеси пропана и бутана), предназначенном для использования в качестве автомобильного топлива, должен преобладать пропан для лучшей испаряемости смеси. Пропан перестает переходить в газ и остается в жидком состоянии при температуре ниже  $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; для бутана эта температура равна  $-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Изменение давления насыщенных паров  $P$  смеси пропана и бутана в зависимости от температуры в баллоне показано на *рис. 1.2*. Верхняя кривая на рисунке показывает содержание (в %) пропана и бутана в сжиженном газе, используемом в зимнее время года, нижняя – то же соотношение для летнего времени.

Сжиженный газ обладает способностью растворять жир, масло и краску. Он также деформирует натуральную резину. Поэтому в трубопроводах низкого давления резиновые шланги выполняются из стойкой к растворителям резины или синтетических материалов.

Важнейшими характеристиками любого моторного топлива являются энергетические свойства, отношение содержание водорода к углероду ( $H/C$ ), размеры и характер сгорания молекул.

Как правило, у газообразных топлив отношение  $H/C$  составляет  $2.5...4.0$ , молекулы химически устойчивы и просты по строению. Это все обеспечивает качественное протекание процесса сгорания и хорошие экологические показатели. Однако количество выбросов определяется в значительной степени качеством регулировки газовой системы питания, конструктивного совершенства самой системы питания и газового двигателя, а также его системы зажигания. Энергетические свойства любого моторного топлива определяются следующими показателями: октановым числом, массовой удельной теплотой сгорания, стехиометрическим отношением, объемной теплотой сгорания стехиометрической топливно-воздушной смеси в цилиндрах двигателя.



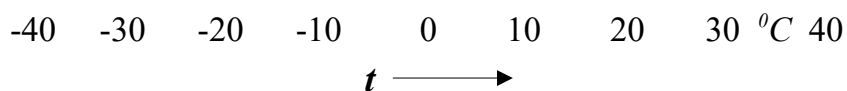


Рис.1.2. Зависимость давления насыщенных паров пропана и бутана от температуры

Другим перспективным направлением является применение сжиженного природного газа (СЖПГ) в качестве моторного топлива. СЖПГ хранится при температуре  $-163^{\circ}\text{C}$ . Известно, что при объеме газовых баллонов, равном объему бака для бензина, автомобиль, используя СПГ, может пройти расстояние в 6 раз меньше, а при использовании СЖПГ – на одну треть меньше, чем на бензине. Для достижения энергетической эквивалентности топливных баков бензина и СЖПГ объем газового баллона газа несколько увеличивается. Ниже приводятся сравнительные показатели грузового автомобиля ЗИЛ-431610 на различных топливах.

Таблица 1.7

| № | Показатели                                                            | Ед.изм.             | Бензин | СПГ  | СЖПГ                |
|---|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|------|---------------------|
| 1 | Максимальное рабочее давление в баллоне                               | <i>МПа</i>          | 0.03   | 20.0 | 0.21                |
| 2 | Теплотворная способность топлива                                      | <i>МДж/кг</i>       | 31.9   | 6.8  | 21.4                |
| 3 | Грузоподъемность автомобиля                                           | <i>кг</i>           | 6000   | 5500 | 6000                |
| 4 | Масса снаряженного автомобиля                                         | <i>кг</i>           | 4300   | 4900 | 4450                |
| 5 | Выброс в атмосферу <i>СО</i>                                          | <i>кг/год</i>       | 1200   | 400  | 400                 |
| 6 | Потери от испарения.                                                  | <i>г/ч</i>          | —      | —    | 35                  |
| 7 | Длительность без дренажного хранения в интервале абсолютного давления | <i>0.1-0.55 МПа</i> | —      | —    | не менее трех суток |

## Тема 1: «Газообразные моторные топлива»

### Практическая работа № 3

#### Тема занятия: «Газобаллонное оборудование Новогрудского завода»

#### Цель занятия: знакомится с основными техническими требованиями к газообразным моторным топливам.

Рассмотрим схему работы ГБО (рис.1.) Новогрудского завода. СНГ под давлением  $1.6 \text{ МПа}$  ( $16 \text{ кгс/см}^2$ ) из баллона **26** по гибкому газопроводу высокого давления **25** поступает в газовый фильтр, где подвергается очистке от смолистых веществ и механических примесей. Далее очищенный газ по трубопроводу проходит в первую ступень двухступенчатого редуктора-испарителя **12**, где давление понижается до  $0.2 \text{ МПа}$ , а затем во вторую ступень, где оно понижается до значения, близкого к атмосферному. Под действием разрежения, создаваемого в коллекторе **22** работающего двигателя, газ из полости второй ступени редуктора-испарителя поступает в дозирующее устройство и по шлангу низкого давления через тройник-дозатор **15** поступает в карбюратор **23** через смесительное устройство (проставку) или со стороны фланца (воздушной заслонки) через два газо-подводящих патрубка **20**, впаянных в переходную коробку воздушного фильтра **24**. После смешения газа с воздухом образованная горючая смесь поступает в цилиндры двигателя.

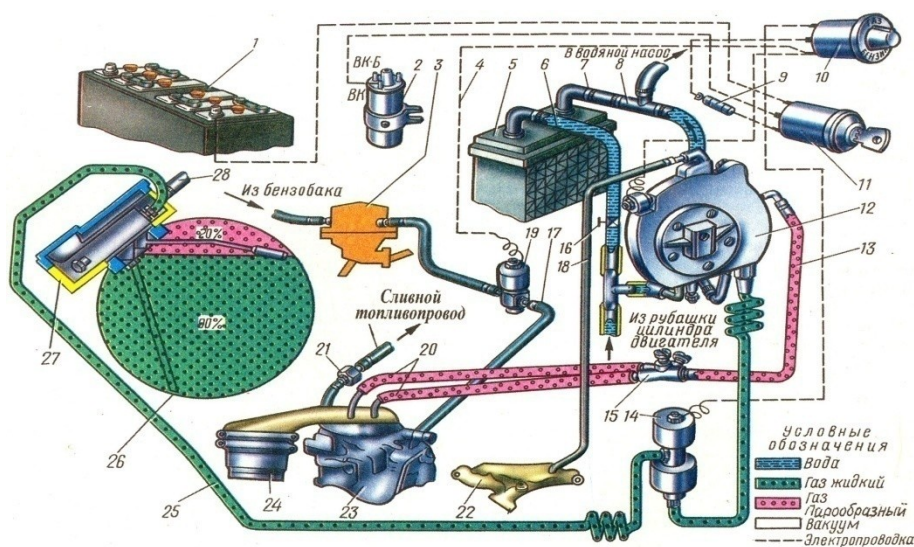


Рис.1. Схема газобаллонного оборудования Новогрудского завода:

1 — аккумулятор, 2—катушка зажигания; 3 — бензонасос; 4 — электрическая цепь; 5 — радиатор-отопитель; 6 — шланг подачи жидкости; 7 -- ленточный хомут; 8 —тройник; 9 — предохранитель; 10 — переключатель вида топлива; 11—замок зажигания; 12 —редуктор-испаритель низкого давления; 13 — шланг низкого давления; 14 —

электромагнитный газовый клапан с фильтром; 15—тройник-дозатор; 16 — кран перекрытия отопительной системы; 17 — шланг подачи бензина; 18 — вакуумный шланг; 19 — электромагнитный бензиновый клапан с рукояткой; 20 — патрубки, впаянные в переходную коробку воздушного фильтра; 21 — соединитель с накидной гайкой; 22 — коллектор двигателя; 23 — карбюратор; 24 — воздушный фильтр; 25 —гибкий газопровод высокого давления; 26 —баллон для СНГ; 27 — блок запорно-предохранительной арматуры (мультипликатор); 28 — рукав вентиляционный

Подогретая жидкость из рубашки цилиндра двигателя через тройник поступает в нижний патрубок редуктора-испарителя и по шлангу **6** в радиатор-отопитель салона через кран **16**. Дальнейшее движение жидкости; из верхнего патрубка редуктора-испарителя через еще один тройник **8** во всасывающую полость водяного насоса (циркуляция теплоносителя параллельна движению охлаждающей жидкости в двигателе). В зимнее время для обогрева салона автомобиля включается в работу радиатор-отопитель **5**. Кран **16** служит для отключения радиатора-отопителя в летнее время.

Чтобы достичь высокой надежности и безопасной эксплуатации на автомобилях газовых баллонов, а также исключить возможность нарушения их герметичности, на обечайке баллона устанавливается один компактный блок **27**. Он состоит из датчика-указателя уровня сжиженного газа (контрольная арматура), мультиклапана, ограничивающего уровень заправки баллона (предохранительная арматура), который срабатывает при заполнении баллона на 80 %, а также вентилей — расходного магистрального и наполнительного, открывающего подачу газа в баллон на автомобильной газозаправочной станции (АГЗС).

Конструкция и принцип действия расходного и наполнительного вентилей одинаковы. Вентили должны надежно перекрывать газовую магистраль при неработающем двигателе и обеспечивать плотное и прочное соединение, а также быть герметичными в положении полного закрытия.

Блок запорно-предохранительной арматуры закрыт вентилируемым кожухом, сообщаемым с атмосферой с помощью двух вентиляционных рукавов **28**.

Резервная карбюраторная система питания бензином работает следующим образом. Бензин из бензобака по шлангу подачи **17** поступает в карбюратор через электромагнитный бензиновый клапан **19**. Клапан снабжен рукояткой, открывающей его в случае ручной подкачки бензонасоса. Ручной подкачкой бензина в карбюратор пользуются в двух случаях: при неработающем двигателе в зимнее время или при выходе из строя электрической цепи газового оборудования.

Принцип работы электрической системы газобаллонной установки следующий. В системе питания двигателя, работающего на универсальном топливе, имеются два электромагнитных клапана. Клапан **19** предназначен для отключения подачи бензина при работе двигателя на газе, а клапан **14** – для отключения подачи газа при работе на бензине. Переключатель вида топлива **10** установлен в удобном месте под щитком приборов и подключен через замок зажигания **11** к электрической цепи катушки зажигания **2** (клемма ВК). Электрическая цепь **4** может работать только при включенном зажигании.

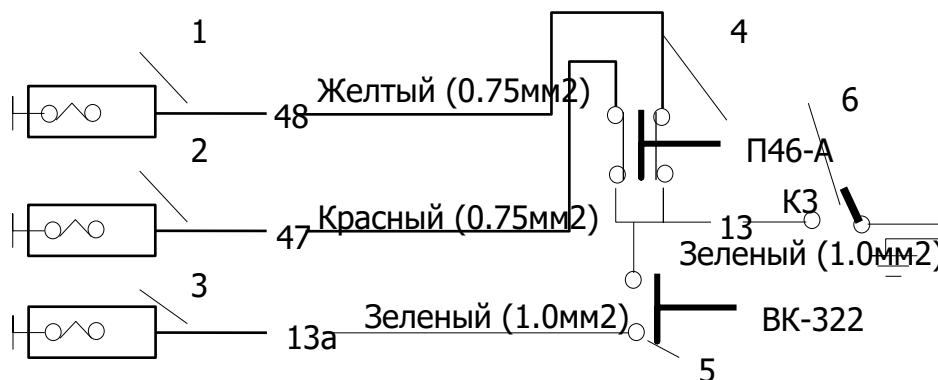


Рис.2. Электрическая схема управления двухтопливной (бензин или газ (СНГ)) системой. *1 – электромагнитный клапан бензина; 2 – электромагнитный клапан газа (СНГ) 3 – электромагнитный клапан подачи газа при пуске двигателя; 4 – переключатель вида топлива; 5 – включатель пускового электромагнитного клапана газа.*

Возможность работы двигателя на выбранном топливе и переход с одного топлива на другое без остановки двигателя обеспечивает переключатель вида топлива **10**.

В связи с тем, что в системе питания ГБО (например, автомобиль ГАЗ-53-07) имеются электромагнитные клапана бензина и газа, а также пусковой электромагнитный клапан газа, необходимо произвести дополнительные изменения в системе электрооборудования базового автомобиля.

Принципиальная схема соединения элементов системы управления топливной системой приводится на рисунке 2.

Некоторые модели ГБО на СНГ имеют узлы и агрегаты оригинальной конструкции. К таким агрегатом относятся конструкция мультиклапана с магнитным указателем уровня газа (рис.3.)

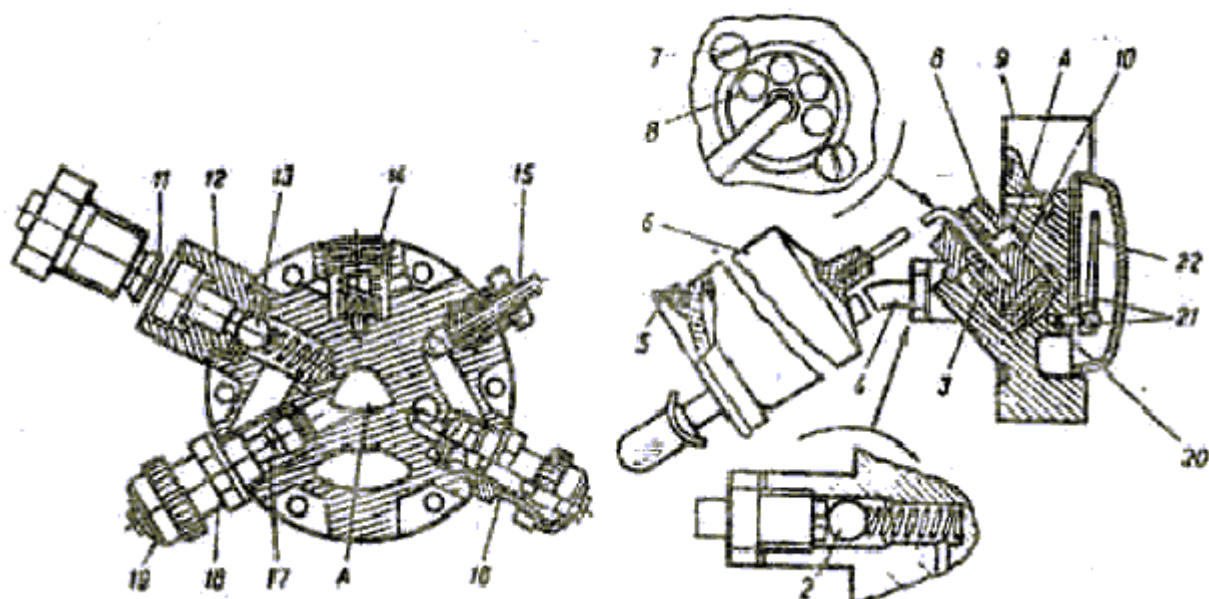


Рис.3. Конструкция мультиклапана с магнитным указателем уровня газа.

Указатель состоит из стрелки **22**, магнитов **21**, один из которых установлен на стрелке, а другой запрессован на поршень **10**, и поплавка **6**. При изменении уровня газа поплавок меняет свое положение, поворачивая при этом поршень с магнитом. В результате взаимодействия полей магнитов стрелка постоянно отслеживает положение поплавка в баллоне, а, следовательно, и уровень газа. Стрелка расположена под стеклом. Для облегчения вращения стрелки под нее устанавливается шарик, одновременно обеспечивая отслеживания 1/4; 1/2; 3/4; 4/4 уровня жидком СНГ. Деление 4/4 соответствует полной заправке (80 % объема баллона)

Магнитный указатель уровня газа, расположенного в баллоне создает определенное неудобство. Однако сигнал магнитного указателя после соответствующего усиления можно передавать в салон автомобиля.

Применение такой конструкции мультиклапана исключает выпуск паров СНГ в атмосферу при заправке.

## **Тема 2: «Газобаллонное оборудование. Конструкции и классификация»**

### **Практическая работа № 4**

#### **Тема занятия: «Газобаллонное оборудование марки "ЭЛПЛИН"»**

#### **Цель занятия: знакомится с основными техническими требованиями к газообразным моторным топливам.**

Газобаллонное оборудование марки "Элплин" (Югославия), представлено на *рис.1*.

Газовая аппаратура состоит из баллона **1**, фланца на обечайке баллона **2**, к которому прикреплен блок запорно-предохранительной арматуры **3**, назначение которого обеспечить:

- заполнение баллона газом через автоматический наполнительный и предохранительный ручной клапаны;
- ограничение уровня заполнения объема баллона на 80 % автоматическим клапаном;
- предотвращение выброса газа из баллона в случае аварийного обрыва газопровода высокого давления благодаря установленному автоматическому предохранительному клапану;
- предохранение баллона от возможного резкого увеличения давления с помощью автоматического предохранительного клапана;
- выпуск газа из баллона посредством разгрузочного клапана.

Блок запорно-предохранительной арматуры заключен в вентилируемую герметичную коробку специальной конструкции с отводом возможных утечек газа за пределы кузова. Блок имеет топливомер с циферблатом, на котором фиксируются данные о наличии газа в баллоне.

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

Прокладку магистрального газопровода от баллона до моторного отделения ведут ниже пола автомобиля параллельно с трубопроводом бензина и крепят крепежными скобками с винтами-саморезами, снабдив трубопровод перед подключением к электромагнитному газовому клапану **22** компенсационным устройством (виток трубы диаметром 80 мм), предохраняющим трубопровод от поломок.

От электромагнитного газового клапана труба продолжается до редуктора, т.е. до места входа газа. Магистральный газопровод в местах, где он может быть подвергнут трению или удару, облицовывают пластмассовыми или резиновыми шлангами.



Соединение редуктора со смесителем **9** производится упругим армированным шлангом **12** от выпускного патрубка редуктора до смесителя **9**. Редуктор монтируют как можно ближе к смесителю (оптимальное расстояние 400 мм) и соединяют со смесителем без резких изменений направления.

Резиновым шлангом **17** (вакуумный шланг) соединяется патрубок холостого хода редуктора с патрубком карбюратора **10** (или впускным коллектором).

Связь бензонасос–карбюратор осуществляется пластмассовым шлангом от бензонасоса до электромагнитного бензинового клапана **7** и от него шлангом **8** до карбюратора **10**.

Для подогрева и испарения газа в редукторе разрезают шланг, соединяющий отопитель салона с водяным насосом охлаждающей системы двигателя, и устанавливают соединительный тройник. Теплую воду подводят по шлангу **16** к нижнему патрубку редуктора, ибо теплая вода должна втекать в редуктор снизу. К верхнему патрубку отвода воды из редуктора присоединяют шланг **4** и направляют его к штуцеру водяного насоса.

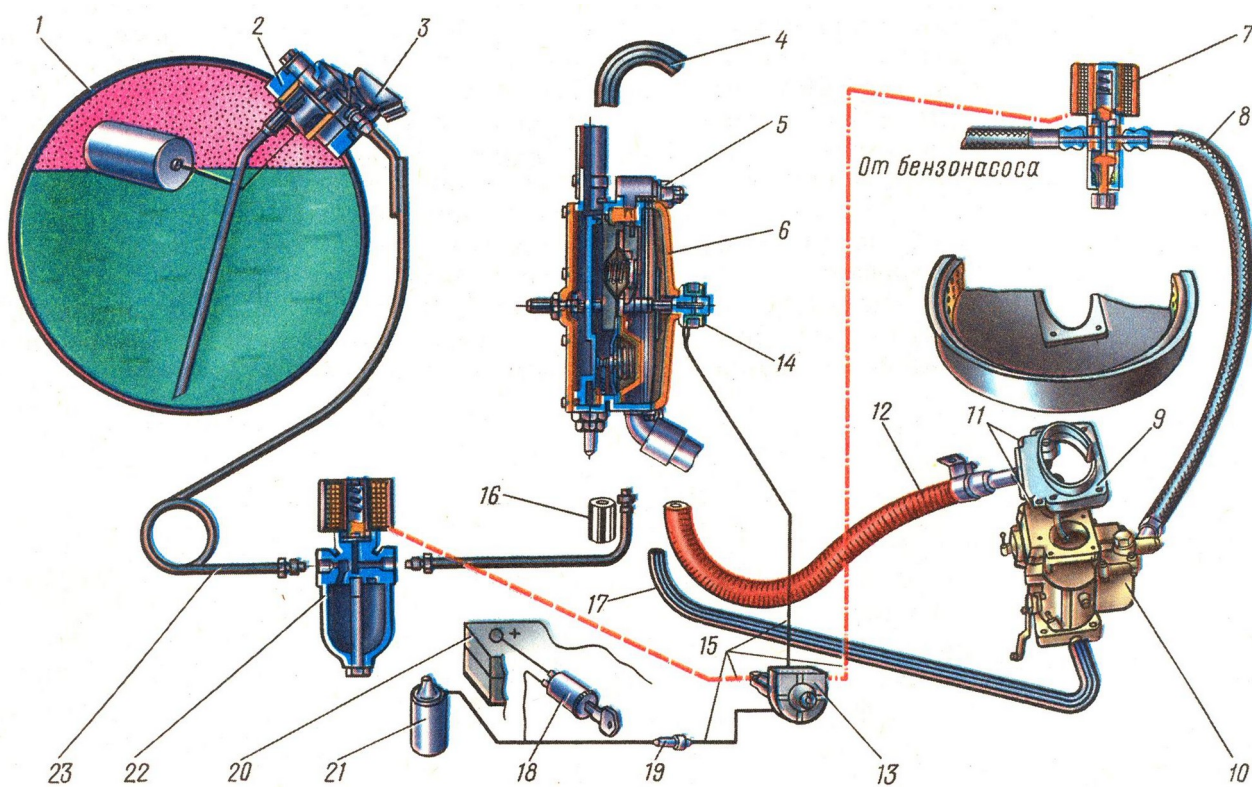


Рис.1. Схема соединения и питания газовой аппаратуры марки "Элплин" (Югославия):

1 – баллон для сжиженного газа; 2 – фланец; 3 – блок запорно-предохранительной арматуры с заправочным устройством и вентиляцией; 4 – шланг к штуцеру водяного насоса; 5 – винт регулировки давления во второй ступени редуктора; 6 – редуктор-испаритель низкого давления; 7 – электромагнитный бензиновый клапан; 8 – шланг

подачи бензина; 9 – смеситель; 10 – карбюратор; 11 – винты регулировки; 12 – шланг газовый низкого давления; 13 – переключатель вида топлива; 14 – электромагнитный клапан; 15 – электрическая цепь; 16 – шланг подачи теплой воды от блока двигателя; 17 – вакуумный шланг; 18 – замок зажигания; 19 – предохранитель; 20 – аккумулятор; 21 – катушка зажигания; 22 – электромагнитный газовый клапан с фильтром; 23 – магистральный гибкий газопровод высокого давления.

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

Отличительной особенностью системы является блок запорно-предохранительной арматуры со многими назначениями и герметичной защитой, гарантирующей максимальную надежность функционирования системы.

## **Тема 2: «Газобаллонное оборудование. Конструкции и классификация»**

### **Практическая работа № 5**

#### **Тема занятия: «Газобаллонное оборудование "САГА-6"»**

#### **Цель занятия: знакомится с основными техническими требованиями к газообразным моторным топливам.**

ГБО "САГА-6" обеспечивает работу двигателя внутреннего сгорания на СНГ, устанавливается на все модели легковых и малотоннажных грузовых автомобилей и автобусов отечественного и иностранного производства.

Схема этой установки приведена на *рис. 1*. В комплект газовой аппаратуры входят:

- редуктор-испаритель **1**, на котором все органы регулирования расположены на его корпусе в удобном для доступа месте;
- электромагнитные клапаны газа **3** и бензина **8**, различающиеся между собой только конструкцией входного и выходного штуцеров. Очистка, промывка и продувка сжатым воздухом фильтрующего элемента клапана газа производятся выворачиванием входного штуцера;
- переключатель вида топлива **2** – трехпозиционный (газ–0–бензин). При установке переключателя в среднее нейтральное положение обмотки электроклапанов обесточиваются;
- газовый баллон **6** с блоком арматуры **5**, закрытым газонепроницаемым кожухом **4**. В блоке арматуры имеется дистанционный указатель количества газа в баллоне (датчик уровня газа), передающий информацию на указатель уровня бензина приборного щитка автомобиля;
- смеситель **9**, устанавливаемый над карбюратором. Он оказывает минимальное сопротивление потоку воздуха;
- выносное заправочное устройство **7**, обеспечивающее заправку газового баллона. Она расположена за пределами багажного отделения автомобиля.

Газопроводы, выполненные из нержавеющей стали, шланги, крепежные детали также входят в комплект оборудования.

Конструктивные особенности ГБО "САГА-6" обеспечивают безопасность водителя и пассажиров путем исключения попадания газа в салон автомобиля:

- традиционные резиновые уплотнительные кольца заменены на уплотнения из мягкой латуни, благодаря чему герметичность соединений сохраняется на весь срок эксплуатации системы;
- конструкция редуктора-испарителя исключает попадание газа в систему охлаждения двигателя;

- при повреждении диафрагмы 1-й ступени редуктора-испарителя газ не поступает в моторный отсек, т.к. полость под крышкой 1-й ступени не сообщается с атмосферой;
- в газовой магистрали применены трубки из нержавеющей стали с заводской развальцовкой, гайки и ниппели "авиационной" конструкции;
- при срабатывании предохранительного клапана арматуры баллона газ отводится по дренажному шлангу за пределы автомобиля;
- для предотвращения выхода газа в моторный отсек при остановке двигателя в редукторе-испарителе имеется надежное разгрузочное устройство с вакуумным управлением.

Таковы достоинства новой газовой системы для автолюбителей "САГА-6".

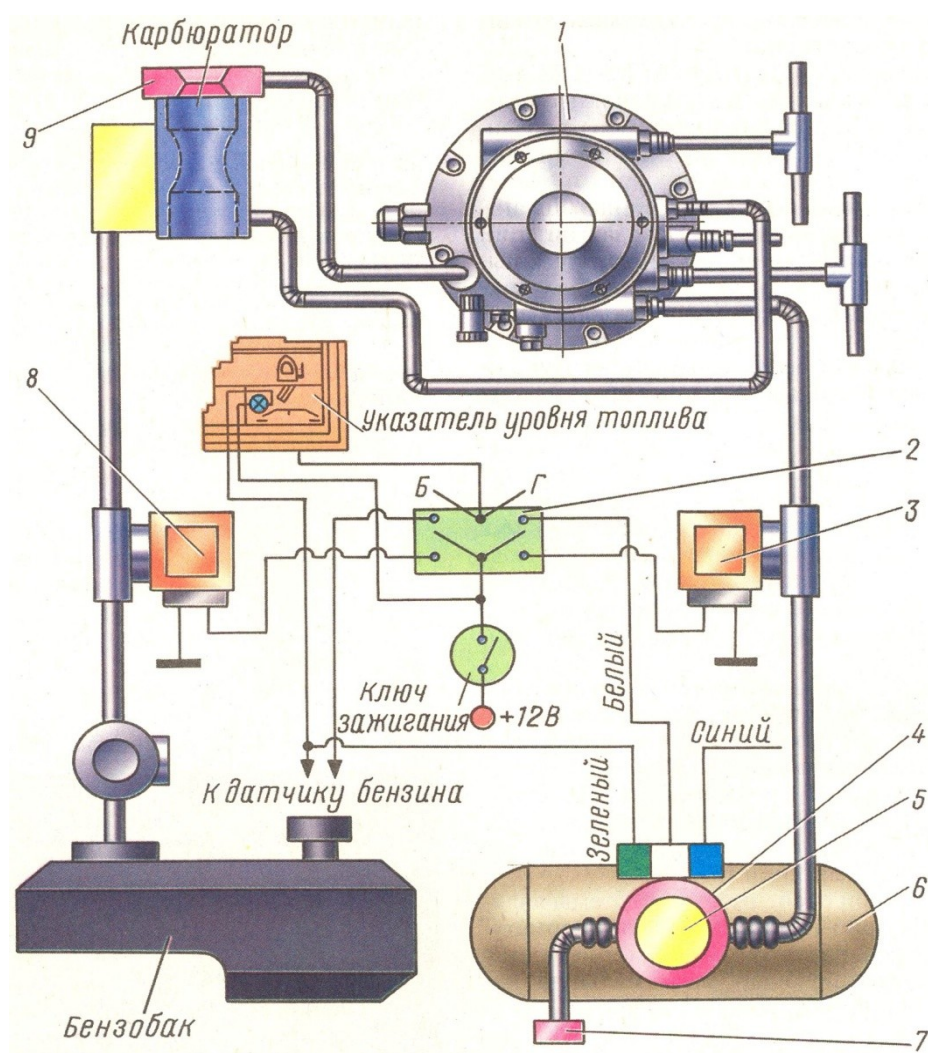


Рис. 1. Схема ГБО "САГА-6". 1 – двухступенчатый газовый редуктор-испаритель; 2 – переключатель вида топлива (газ–0–бензин); 3 – клапан отключения газа; 4 – газонепроницаемый кожух; 5 – блок арматуры; 6 – газовый баллон; 7 – выносная заправочная горловина; 8 – клапан отключения бензина; 9 – смеситель

## **Тема 2: «Газобаллонное оборудование. Конструкции и классификация»**

### **Практическая работа № 6**

#### **Тема занятия: «Освидетельствование газового баллона и техническое обслуживание арматурного узла газового баллона»**

##### **Цели занятия:**

- 1) практически закрепить лекционный материал по освидетельствованию газового баллона и техническому обслуживанию его арматурного узла;
- 2) получить практические навыки работы с оборудованием по техническому обслуживанию газового баллона и его арматурного узла.

##### **Задачи:**

- изучить порядок освидетельствования газового баллона и выполнения технического обслуживания его арматурного узла;
  - овладеть последовательностью выполнения освидетельствования газового баллона, демонтажа узлов имеющихся на баллоне, их разборки. технического обслуживания, сборки и монтажа всего арматурного узла;
  - приобрести практические навыки работы с оборудованием при выполнении монтажных и демонтажных разборочно-сборочных работ, технического обслуживания, сборки и монтажа арматурного узла газового баллона:
  - оценить техническое состояние газового баллона и его арматурного узла;
  - оформить и защитить отчет о выполненной практической работе.
- Материальное обеспечение практической работы №1 включает:
- 1) газовый баллон с арматурным узлом;
  - 2) газовый баллон для проверки и регулировки мультиклапана;
  - 3) комплект инструмента для технического обслуживания газовой аппаратуры автомобилей (прил. Г);
  - 4) металлическая линейка 30 см;
  - 5) стенд К-2 с воздушной магистралью и контрольно-измерительными приборами с присоединительными штуцерами;
  - 6) мыльный раствор, кисть волосная;
  - 7) устройство для проверки предохранительного клапана;
  - 8) мультиклапан в сборе;
  - 9) переходники для подключения мультиклапана, газового фильтра. предохранительного клапана, испарителя и редуктора РЗАА к стенду.

## **1.2. Содержание практической работы и порядок выполнения обслуживания арматуры газового баллона**

1. Проверить готовность к работе установки стенда К-2 для проверки вентилей газового баллона на герметичность, а также наличие комплекта инструмента И-139.
2. Осмотреть газовые баллоны (2 пл.) и изучить паспорт освидетельствования каждого газового баллона.
3. Выполнить внешнюю очистку элементов арматурного узла газового баллона от загрязнений.
4. Изучить устройство мультиклапана, разобрать его. проверить техническое состояние деталей и при необходимости выполнить их замену.
5. При сезонном обслуживании (СО) смазать резьбы штоков всех вентилей арматурного узла газового баллона.
6. Установить крышки расходных, наполнительного и контрольного вентилей на свои места.
7. С помощью установки (стенда) К-2 проверить утечку воздуха в местах соединения и через предохранительный клапан газового баллона.
8. Проверить на герметичность резьбовые соединения арматурного узла газового баллона и в месте разъема мультиклапана и баллона.

На основании анализа результатов, полученных при осуществлении технического обслуживания газового баллона и арматурного узла, в период разборки и сборки выполняемых узлов ГБО студент обосновывает практические рекомендации, направленные на снижение трудоемкости технического обслуживания арматурного узла газового баллона; разрабатывает операционно-технологические карты разборки и сборки арматурного узла и его технического обслуживания; составляет дефектную ведомость. приводит выборку непригодных узлов или изношенных деталей согласно приведенным таблицам в конце практической работы.

После выполнения практической работы студент представляет оформленный отчет по следующим раскрываемым вопросам:

- 1) порядок освидетельствования газового баллона с представлением схемы технологической оснастки, необходимой для освидетельствования баллона;
- 2) объем работ ТО-2 арматурного узла газового баллона;
- 3) операционные карты на разборку и сборку арматурного узла;
- 4) дефектная ведомость на арматурный узел;
- 5) установка мультиклапана на баллон и регулировка автоматического закрытия клапана поплавком (рис. 1.1).

При защите отчета по выполненной практической работе студент должен быть готов объяснить:

-устройство газового баллона с его арматурным узлом;

- последовательность операций освидетельствования газового баллона:
- как проводится периодичность обслуживания арматурного узла газового баллона;
- как выполняется регулировка мультиклапана и для чего это нужно выполнять;
- какие требования предъявляются к автомобильным газовым баллонам;
- какие требования предъявляются к арматурному узлу газового баллона. а также перечислить основные неисправности, возникающие в арматурном узле и в самом газовом баллоне.

### 1.3. Контроль баллонов, их переосвидетельствование в период эксплуатации

Баллоны для сжиженного нефтяного газа, характеристики которых приведены в табл. 1.1, предназначены для заполнения, хранения и расходования сжиженного газа при температуре от -40 до +45°C и рассчитаны на рабочее давление 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>).

Таблица 1.1. 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 без арматуры | 1200 1120          | 1257 1150            | 1120              | 1050              | 831                                   | 790                                   | 580                               |
| Диаметр наружный, мм                | 575                | 490                  | 408               | 325               | 306                                   | 300                                   | (Øвнешний) 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                                |



Баллоны являются наиболее ответственным и дорогостоящим узлом газового оборудования. Их надежность и герметичность определяют безопасность эксплуатации автомобиля.

Баллон изготавливается из углеродистой листовой стали толщиной до 3 мм. Для заполнения и расходования газа баллоны снабжены расходно-наполнительной и контрольно-предохранительной арматурами.

Муфты расходных вентилей паровой и жидкостной фаз, контрольного вентиля максимального наполнения баллона и предохранительного клапана имеют внутри баллона трубки.

В связи с тем, что баллон является герметизированным сосудом, тепловое расширение сжиженного газа в нем должно компенсироваться дополнительным объемом парового пространства. Для этого при наполнении баллона количество сжиженного газа ограничивается 85...90 % по объему. Баллон для сжиженного нефтяного газа сварной. Все сварные швы подвергаются контролю. Для определения механической прочности баллон подвергают гидравлическому испытанию водой под давлением 24 кгс/см<sup>2</sup> (2.4 МПа). После испытаний на баллон ставят клеймо и оформляют на него паспорт. В паспорте указывают сведения о материале баллона, способе сварки и результатах испытания. В клейме указываются марка завода-изготовителя, порядковый номер баллона, число, месяц и год последующих испытаний, рабочее и пробное давления, вместимость баллона и знак ОТК завода-изготовителя.

Арматурный узел газового баллона может быть размещен на днище или на цилиндрической части баллона, выполняет запорно-предохранительные функции и обеспечивает подачу газа от баллона к двигателю.

На цилиндрической части баллона устанавливается в качестве запорного узла предохранительная арматура-мультиклапан (см. рис.1.1), который предназначен для автоматического контроля уровня и прекращения заправки и подачи сжиженного нефтяного газа (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 подпружиненного 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.



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 °С 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. Выносной заправочный узел предназначен для подсоединения системы питания ГСН к наконечнику заправочного штанга 9 при заправке баллонов газом.

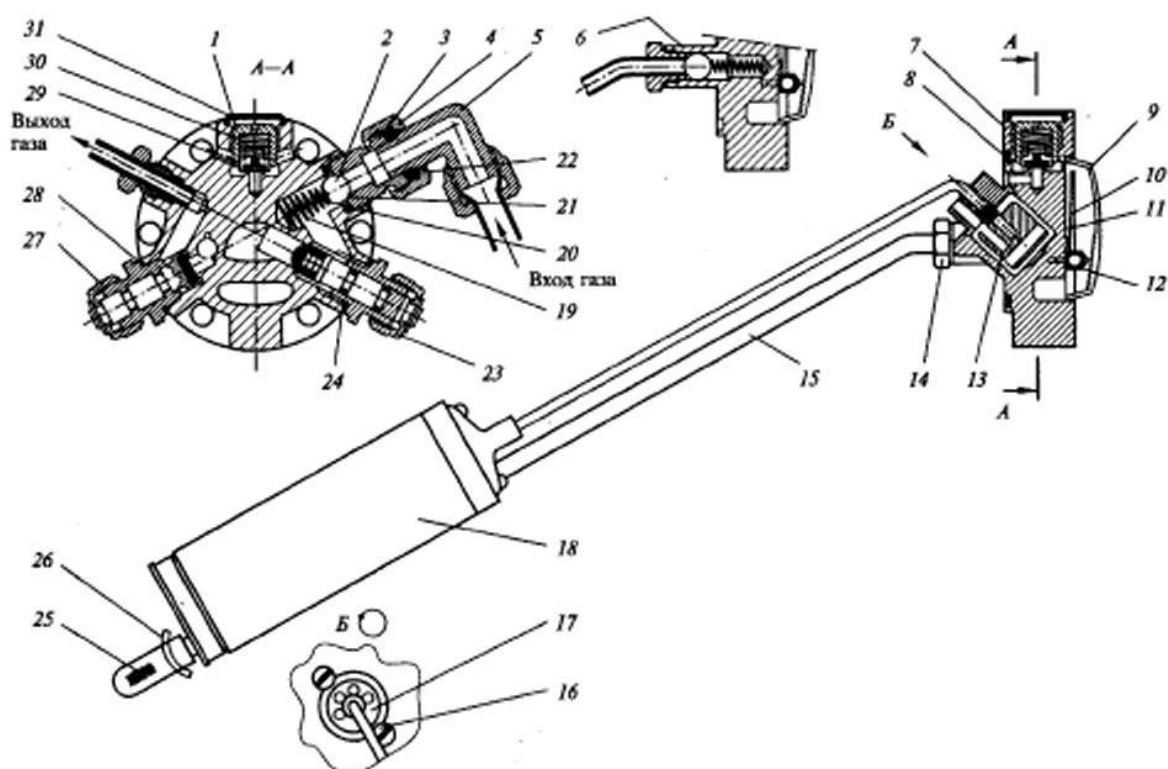


Рис.1.1. Мультиклапан: 1- предохранительный клапан; 2 - шарик; 3 - штуцер входной; 4 - гайка; 5 - переходник; 6 - скоростной клапан; 7 - корпус; 8 - прокладка; 9 - прозрачный корпус; 10 - магнитная стрелка; 11- шкала; 12 - ось стрелки; 13 - автоматический клапан; 14- штуцер; 15 - трубка забора газа; 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

К арматурному узлу газового баллона предъявляются повышенные требования по герметичности узлов и соединений. Утечка газа в результате негерметичности вентилей и газовых соединений

(коммуникаций), кроме потери газового топлива, может привести к взрывоопасной ситуации и пожару. Вентили должны надежно перекрывать газовую магистраль при неработающем двигателе. Испытывают вентили на герметичность сжатым воздухом при давлении 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>). Проверка на герметичность вентилях проводится с помощью течеискателя погружением в воду или обмыливанием.

При испытании воздухом на рабочее давление утечка из вентилях для сжиженного газа не должна превышать 0,2 см<sup>3</sup> мин.

Арматурный узел газового баллона включает в себя расходно-наполнительную и контрольно-предохранительную арматуры, которые в свою очередь включают:

- расходный вентиль паровой фазы (установленный в отдельных мультиклапанах):
  - расходный вентиль жидкой фазы;
  - наполнительное устройство (вентиль, обратный клапан);
  - датчик указателя уровня жидкости в баллоне;
  - контрольный вентиль максимального наполнения баллона;
  - предохранительный клапан.

Контрольный вентиль максимального наполнения предназначен для определения 85...90%-ного наполнения баллона сжиженным нефтяным газом. Предохранительный клапан предназначен для поддержания давления в газовом баллоне не выше 1,6 МПа.

В целях поддержания газового баллона и арматурного узла газового баллона в технически исправном состоянии и предупреждения утечки газа периодически проводится их техническое обслуживание ТО-1 и ТО-2. При этом ТО-2, как правило, совмещают с сезонным техническим обслуживанием (СО).

В конце практической работы приводятся формы составления таблиц операционно-технологических карт разборки и сборки арматурного узла и дефектной ведомости (табл. 1.2 и табл. 1.3).

Таблица 1.2. Техническое обслуживание арматурного узла

Общая трудоемкость чел.-ч

Исполнитель - слесарь по ремонту топливной аппаратуры ... разряда

| № выполняемых работ | Наименование и содержание работ | Количество мест воздействия | Время выполнения, мин | Приборы и инструменты | Технические требования |
|---------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Разборка            |                                 |                             |                       |                       |                        |
| 1                   |                                 |                             |                       |                       |                        |
| 2                   |                                 |                             |                       |                       |                        |

Таблица 1.3. Дефектовка деталей арматурного узла

Общая трудоемкость чел. ч

Исполнитель - слесарь по ремонту- топливной аппаратуры ... разряда

| Наименование дефекта | Средство измерения контроля | Размер, мм  |                        | Заключения |
|----------------------|-----------------------------|-------------|------------------------|------------|
|                      |                             | номинальный | допустимый без ремонта |            |
| 1                    |                             |             |                        |            |
| 2                    |                             |             |                        |            |

### **Тема 3: «Обслуживание, регулирование и ремонт газобаллонного оборудования»**

#### **Практическая работа № 7**

##### **Тема занятия: «Техническое обслуживание испарителей сжиженного нефтяного газа. Фильтра газа и фильтрующих элементов электромагнитных клапанов»**

##### **Цели работы:**

1) изучить порядок технического обслуживания испарителя сжиженного нефтяного газа, фильтра газа, сетчатого фильтра газового редуктора:

2) приобрести практические навыки работы с оборудованием по техническому обслуживанию испарителя сжиженного нефтяного газа, фильтра газа и сетчатого фильтра газового редуктора;

3) овладеть порядком выполнения демонтажа, разборки, технического обслуживания, сборки и монтажа испарителя сжиженного нефтяного газа, фильтра газа и сетчатого фильтра газового редуктора;

4) изучить устройства испарителей, редукторов-испарителей, оценить их техническое состояние:

5) изучить устройства электромагнитных клапанов, их работу с фильтрующими элементами очистки газа, оценить их техническое состояние;

6) составить на разборку и сборку этих устройств операционно-технологические карты и дефектные ведомости:

7) оформить и защитить отчет о выполненной практической работе.

Материальное обеспечение практической работы № 2 включает:

1) стенд К-2 для проверки газовой аппаратуры автомобилей:

2) редуктор РЗАА. редуктор-испаритель новогрудский. испаритель РЗАА. испарители различных конструкций. электромагнитные клапаны (газовые и бензиновый);

3) электрические провода для проверки работы катушек электромагнитных клапанов;

4) мыльный раствор, волосная щетка;

5) фильтр газа, совмещенный с магистральным газовым клапаном;

6) ванна с водой для проведения испытания испарителя сжиженного нефтяного газа на герметичность после сборки, а также для промывки деталей газовых фильтров и их испытания на герметичность;

7) комплект инструмента И-139 для технического обслуживания газовой аппаратуры автомобилей;

8) переходники для подключения испытуемых узлов;

9) проверочная плита или заменитель ее и набор щупов;

10) напряжение +12 В.

## **7.2. Содержание практической работы и порядок выполнения технического обслуживания испарителя газа, фильтров и электромагнитных клапанов**

Сезонное техническое обслуживание осуществляют один раз в год (при подготовке к зимней эксплуатации) и совмещают его с очередным техническим обслуживанием ТО-2. При выполнении ТО-2 газового оборудования необходимо выполнить следующие виды работ:

1. Проверить готовность к работе стенда К-2 для проверки испарителя сжиженного нефтяного газа, комплекта инструмента И-139 для технического обслуживания и разборочно-сборочных работ испарителя и электромагнитных клапанов газовой аппаратуры.

2. Выполнить внешнюю очистку испарителя сжиженного нефтяного газа от загрязнений.

3. Разобрать испаритель сжиженного нефтяного газа и составить операционную карту разборочно-сборочных работ, проверить техническое состояние его деталей, составить дефектную ведомость и при обнаружении неисправных деталей сделать их выбраковку.

4. Тщательно посредством скребка и щетки очистить газопровод испарителя сжиженного нефтяного газа от ржавчины и окалины, а полость теплоносителя - от накипи и различных загрязнений.

5. Обдуть газопровод и полость теплоносителя испарителя сжатым воздухом и промыть их техническим этиловым спиртом марки А или растворителем «Хладон-113».

6. Собрать испаритель сжиженного нефтяного газа и испытать его на герметичность в ванне с водой сжатым воздухом на рабочее давление 1.6 МПа (давлением, которое создает компрессор в учебных целях) или обмылить кистью в местах его соединения.

7. Испытать работу полости испарителя, где проходит охлаждающая жидкость давлением воздуха 0,01 МПа. При этом необходимо обмылить заглушки испарителя.

На основании анализа результатов, полученных в ходе выполнения технического обслуживания № 2 испарителя сжиженного нефтяного газа, обосновываются практические рекомендации, направленные на снижение трудоемкости выполняемых работ по техническому обслуживанию №2, и представляется рабочая операционная карта технического обслуживания с расчетом трудоемкости по каждой выполненной операции и дефектная ведомость на изучаемые узлы согласно указанной (форме табл. 2.1 и табл. 2.2).

Испаритель сжиженного нефтяного газа (ГСН) предназначен для испарения и подогрева газового топлива (рис. 2.1). Действие испарителя основано на том, что в нем жидкий газ, поступающий из баллона через

магистральный вентиль, подогревается жидкостью, циркулирующий в системе охлаждения двигателя.

Испарители ГСН выполняют как в виде отдельного прибора, так и совмещенными с редуктором в одном корпусе (редуктор-испаритель).

Испаритель ГСН, выпускаемый в отдельном корпусе, рис. 2.1 полуразборной конструкции и состоит из двух литых алюминиевых частей. В месте разъема проходят газовые каналы.

В связи с тем, что испаритель обеспечивает переход газа из жидкого состояния в парообразное, в его газовых каналах образуются отложения щелочных остатков, которые снижают пропускную способность его газовых каналов.

В целях поддержания испарителя в технически исправном состоянии и предупреждения засорения его газовых каналов периодически проводится его техническое обслуживание ТО-2. При выполнении технического обслуживания ТО-2 испаритель проверяется по разъему на герметичность полости теплоносителя и засоренность газопровода по расходу без демонтажа с автомобиля.

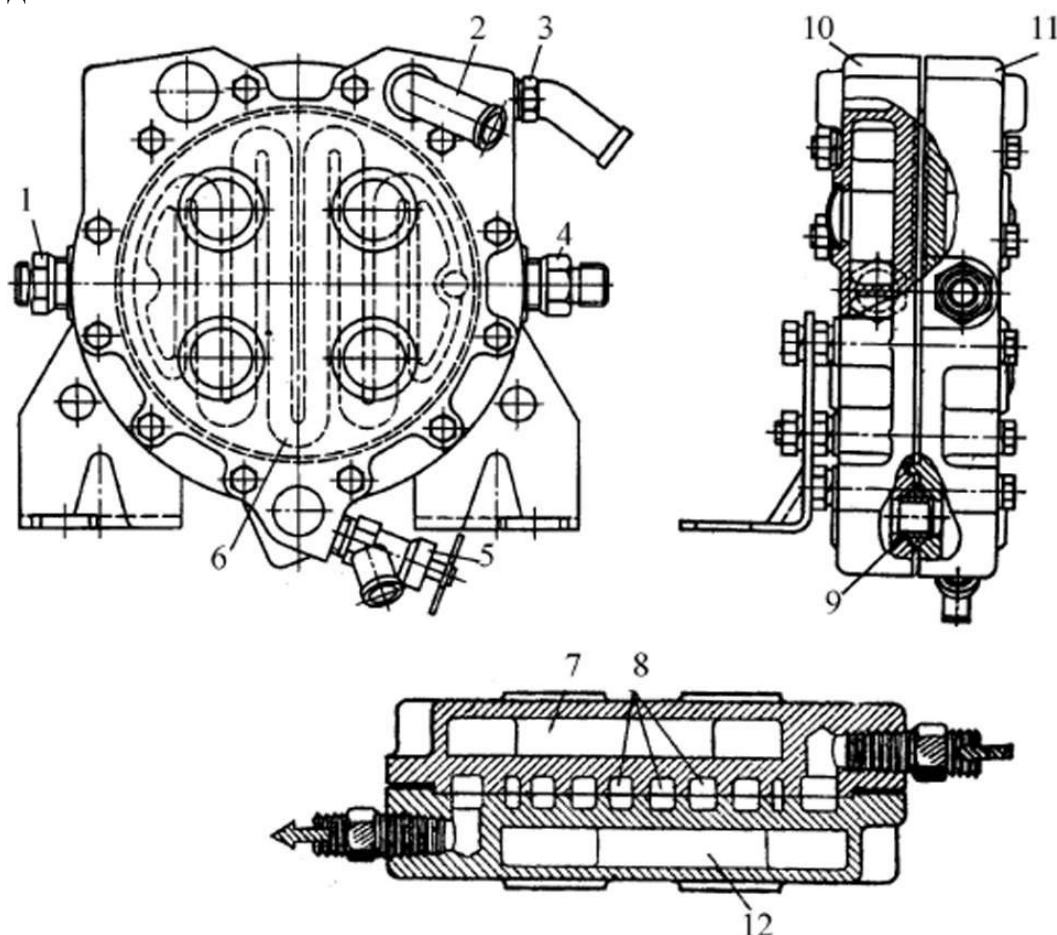


Рис. 7.1. Испаритель РЗАА: 1-штуцер входной для газа: 2-штуцер входной для воды: 3-штуцер выходной для воды: 4-штуцер выходной для газа: 5-кран для слива жидкости из полостей: 6,8 -канал газовый: 7,12-полости для жидкости, поступающей из системы охлаждения: 9-штулка перехода

жидкости охлаждающей из одного корпуса в другой; 10,11- корпуса левый и правый

При выполнении СО испаритель подвергается полной или частичной разборке, очистке газовых канатов и проверке структуры металла визуально по газовому каналу. При обнаружении коррозии в газовом канате испаритель подлежит ремонту или выбраковке.

Фильтр газа (рис. 2.2 и 2.3) совмещён с магистральным газовым электромагнитным клапаном и устанавливается в магистрали высокого давления (до испарителя сжиженного нефтяного газа). Он (корпус, алюминиевый стакан, войлочный фильтр металлическая сетка, магнит, стяжной болт) предназначен для очистки газа от механических примесей. В качестве фильтрующих элементов используются войлок, металлическая сетка и магнит. Необходимость его очистки определяют величиной падения давления в первой ступени газового редуктора при переходе от холостого хода работы двигателя к нагрузке. Замечено, что резкое падение давления в первой ступени наступает при изменении оборотов двигателя с режима холостого хода от минимальных до максимальных значений, что указывает на засорение фильтрующих элементов.

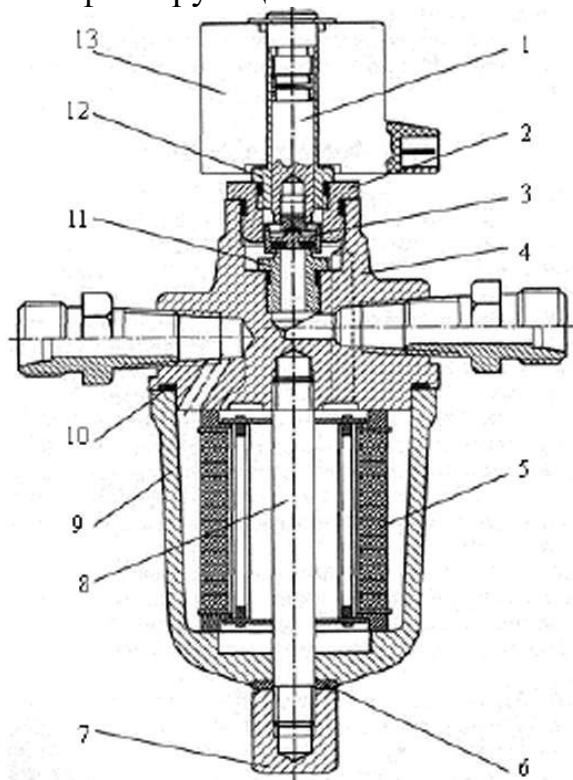


Рис. 7.2. Электромагнитный клапан с фильтром газа: 1 - цилиндр; 2 - переходник; 3 - клапан дифференциальный; 4 - корпус; 5 - фильтрующий элемент; 6 - шайба; 7 - гайка колпака; 8 - шпилька; 9 - колпак фильтра; 10- кольцо уплотнительное; 11 - седло клапана; 12 - гильза; 13- катушка

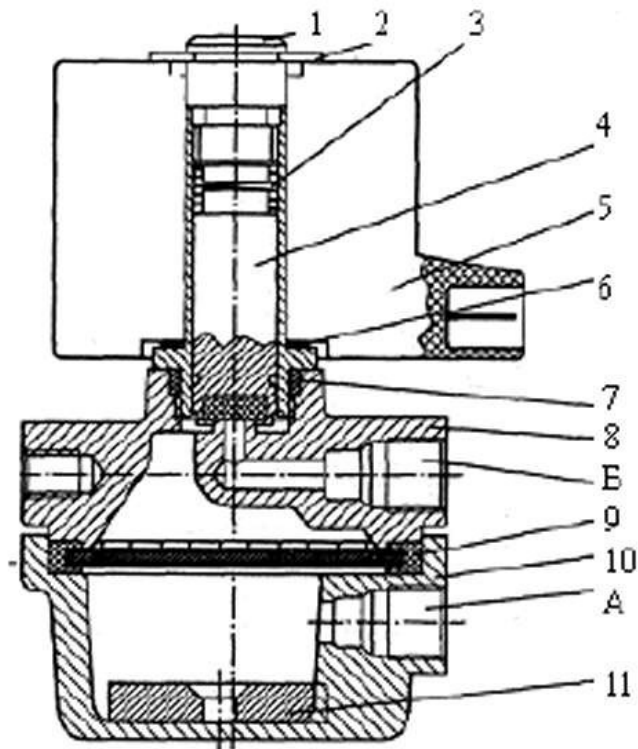


Рис. 7.3. Электромагнитный газовый клапан: 1 - втулка направляющая; 2 - стопорная шайба; 3 - пружина; 4 - якорь; 5 - катушка; 6 - кольцо пружинное; 7 - кольцо уплотнительное; 8 - корпус; 9 - фильтр; 10 - отстойник; 11 - магнит; А- вход газа; Б - выход газа

Сетчатый фильтр (корпус с пробкой, латунная сетка) газового редуктора установлен на входе в газовой редуктор и предназначен для улавливания механических частиц размером более 50 мкм. Он подлежит немедленной очистке от загрязнения при снижении давления газа в полости первой ступени редуктора, т.к. падения давления газа в полости первой ступени не должно быть.

Для поддержания сетчатого фильтра газового редуктора и фильтрующих элементов в технически исправном состоянии и своевременного удаления загрязнения периодически проводится его техническое обслуживание: ЕТО. ТО-1 и ТО-2. При этом ТО-2, как правило, совмещают с сезонным техническим обслуживанием.

В целях самоконтроля своего уровня индивидуальной подготовленности и получения допуска к выполнению практической работы каждый студент должен ответить на ряд поставленных вопросов:

- 1)назначение, устройство и работа испарителя сжиженного нефтяного газа;
- 2)назначение и устройство войлочного фильтра газа;
- 3)назначение и устройство сетчатого фильтра газового редуктора;
- 4)работа испарителя сжиженного нефтяного газа;
- 5)работа сетчатого фильтра газа в редукторе;



- 6) назначение магнита в фильтре газового электромагнитного клапана;
- 7) периодичность технического обслуживания испарителя сжиженного газа, фильтра газа и сетчатого фильтра газового редуктора;

основные виды работ, выполняемые при ТО-2 и СО испарителя сжиженного газа, фильтра газа и сетчатого фильтра газового редуктора.

Техническое обслуживание фильтра газа:

1. Проверить готовность технического обеспечения для осуществления ТО-2 фильтра газа.
2. Выполнить внешнюю очистку фильтра газа от загрязнения.
3. Разобрать и очистить детали и фильтрующие элементы фильтра газа от загрязнения с последующей промывкой их в специальном растворе.
4. Проверить техническое состояние всех элементов фильтра газа и при обнаружении неисправных осуществить их замену.
5. Простоять вымытые детали и собрать фильтр газа.
6. Выполнить испытание фильтра газа на герметичность при давлении 1.6 МПа и проверку работоспособности электромагнитного клапана.
7. По выполненным разборочно-сборочным работам и анализу фильтрующих элементов электромагнитного клапана составить операционную карту разборочно-сборочных работ, а по проведенному анализу технического состояния его деталей составить дефектную ведомость, при обнаружении неисправных деталей сделать выбраковку их с отметкой в дефектной ведомости.

Техническое обслуживание сетчатого фильтра газового редуктора:

1. Выполнить внешнюю очистку сетчатого фильтра газового редуктора, не снимая его с редуктора, т.е. вывернуть резьбовую пробку с перфорированным патроном, на котором закреплена латунная сетка. Снять пружину и латунную сетку, промыть сетку в ацетоне, затем в развернутом состоянии продуть её сжатым воздухом.
2. Удалить скребком ржавчину и окалину с перфорированного стакана и с внутренней поверхности корпуса сетчатого фильтра с последующим обдувом их сжатым воздухом.
3. Установить латунную сетку на перфорированный стакан и закрепить ее пружиной.
4. Поместить стакан с латунной сеткой в глухое углубление резьбовой пробки и ввернуть ее в корпус сетчатого фильтра газового редуктора.
5. Проверить герметичность резьбовых соединений сетчатого фильтра.

По выполнении практической работы для каждого узла необходимо составить отдельно операционно-технологическую карту и дефектную ведомость, формы которых приведены в конце практической работы (см. табл. 2.1 и 2.2), оформить отчет и защитить его. В отчете после

составления дефектных ведомостей необходимо сделать анализ работы изучаемых узлов ГБО.

При защите отчета необходимо ответить на следующие вопросы:

1) по каким диагностическим параметрам определяется работа фильтрующих элементов электромагнитного клапана;

2) основные виды работ, выполняемые при ТО-2 фильтра газа и сеточного фильтра газового редуктора;

основные неисправности электромагнитных клапанов и их фильтрующих элементов.

В случае, если полнота ответа студента на вопрос по выполненной практической работе составит менее 60 %, он по выполненной практической работе не аттестуется.

Таблица 7.1. Техническое обслуживание и ремонт электромагнитного клапана с фильтром

Общая трудоемкость чел.-ч

Исполнитель - слесарь по ремонту топливной аппаратуры 3-го разряда

| № выполняемых работ     | Наименование и содержание работ | Количество мест воздействия | Время выполнения, мин | Приборы и инструменты | Технические требования |
|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Разборка (см. рис. 2.1) |                                 |                             |                       |                       |                        |
| 1                       |                                 |                             |                       |                       |                        |
| 2                       |                                 |                             |                       |                       |                        |
| 3                       |                                 |                             |                       |                       |                        |

Таблица 7.2. Дефектовка деталей электромагнитного клапана с фильтром

Общая трудоемкость чел.-ч

Исполнитель - слесарь по ремонту топливной аппаратуры 3-го разряда

| Наименование дефекта | Средство измерения контроля | Размер, мм  |                        | Заключения |
|----------------------|-----------------------------|-------------|------------------------|------------|
|                      |                             | номинальный | допустимый без ремонта |            |
| 1                    |                             |             |                        |            |
| 2                    |                             |             |                        |            |
| 3                    |                             |             |                        |            |

### **Тема 3: «Обслуживание, регулирование и ремонт газобаллонного оборудования»**

#### **Практическая работа № 8**

#### **Тема занятия: «Техническое обслуживание двухступенчатого газового редуктора в объеме ТО-2, сопутствующий ремонт редуктора»**

##### **Цели работы:**

- 1) практически закрепить лекционный материал по техническому обслуживанию газового редуктора;
- 2) приобрести практические навыки работы с оборудованием по техническому обслуживанию газового редуктора;
- 3) овладеть порядком последовательности выполнения разборки, сборки, технического обслуживания газового редуктора;
- 4) составить на разборку и сборку операционно-технологические карты и дефектную ведомость;
- 5) оценить техническое состояние газового редуктора;
- 6) оформить и защитить отчет по выполненной практической работе.

Материальное обеспечение практической работы №3 включает:

- 1) экономайзер в сборе;
- 2) стенд для проверки газовой аппаратуры автомобилей К-2;
- 3) газовый редуктор РЗАА или НЗГА;
- 4) комплект инструментов И-139 для технического обслуживания газовой аппаратуры автомобилей, работающих на ГСН;
- 5) микрометр 0-24 мкм;
- 6) штангенциркуль;
- 7) железную линейку 10 см.

#### **8.2. Последовательность выполнения практической работы по обслуживанию редуктора**

1. Разобрать газовый редуктор, очистить его детали от загрязнений с последующей промывкой их в растворе с кальцинированной содой.
2. Проверить техническое состояние всех деталей разобранного газового редуктора.
3. Составить дефектную ведомость на обнаруженные неисправные детали.
4. Составить операционно-технологическую карту на разборку и сборку редуктора.
5. Ознакомиться с устройством стенда К-2. изучить его назначение и работу составных частей по инструкции стенда, с помощью которого можно проводить проверку и настройку по отдельным ступеням устройства газового редуктора. Стенд также позволяет настроить первую ступень газо-

вого редуктора и проверить ее на герметичность. После выполнения проведенных работ с первой ступенью необходимо перейти ко второй ступени редуктора. Для этого нужно собрать вторую ступень газового редуктора (не снимая редуктор со стенда) и проверить ее первоначально на герметичность (чтобы не было утечки воздуха из-под клапана второй ступени), а затем приступить к ее регулированию.

Последовательность регулирования редуктора на стенде:

1. Установить газовый редуктор на стенд К-2 и подсоединить его к воздушной магистрали. Подать воздух на вход первой ступени под давлением 0,6 ... 1,0 МПа.

- отрегулировать давление в первой ступени редуктора на 0,1...0,2 МПа:

- проверить герметичность клапана первой ступени газового редуктора и возможную утечку воздуха из-под диафрагмы первой ступени:

2. Выполнить сборку второй ступени газового редуктора:

- вставить клапан второй ступени в седло корпуса редуктора, проверить его движение на установочной оси:

- установить разгрузочное устройство на корпус редуктора, на диафрагму разгрузочного устройства поставить установочный упор с диафрагмой атмосферного давления и закрыть крышкой:

- подать воздух в редуктор первой и второй ступеней;

- проверить герметичность клапана второй ступени газового редуктора:

- закрыть кран воздушной магистрали и сбросить давление воздуха из первой ступени:

- проверить ход штока диафрагмы атмосферного давления (он должен быть 5-8 мм:

- открыть кран воздушной магистрали и отрегулировать вторую ступень на внутреннее давление в редукторе 50 - 80 Па.

В целях самоконтроля своего уровня индивидуальной подготовленности и получения допуска к выполнению практической работы каждый студент обязан ответить на следующие вопросы:

1) назначение и общее устройство газовых редукторов Рязанского и Новогрудского заводов газовой аппаратуры (РЗАА и НЗГА);

2) основные отказы, возникающие в редукторе при работе;

3) назначение и устройство первой ступени редуктора;

4) назначение и устройство второй ступени редуктора;

5) возможные неисправности экономайзерного устройства;

6) основные операции технического обслуживания ТО-2 и СО;

7) оборудование, применяемое для настройки газовых редукторов, РЗАА, НЗГА и др.;

8) по каким параметрам проверяют работу разгрузочного устройства редуктора.

Если полнота ответа студента на вопрос перед началом выполнения практической работы (в ходе вводной части занятия) составит менее 60 %, он не допускается к выполнению практической работы, а проходит дополнительную подготовку.

При выполнении практической работы студент должен разработать операционные карты по видам работ ТО и СО газового редуктора составить дефектную ведомость согласно таблицам приведенным в конце практической работы.

### **8.3. Выявление отказов в редукторе и способы их устранения в эксплуатационный период**

Редуктор (рис. 8.1) представляет собой двухступенчатый автоматический регулятор давления диафрагменного типа с рычажной передачей от диафрагм (разгрузочной и атмосферного давления) к клапанам.

Основное назначение редуктора - снижение давления газа до близкого к атмосферному (50-100 кПа) и регулирование количества и качества газа, подаваемого в карбюратор-смеситель, в зависимости от нагрузки двигателя и частоты вращения коленчатого вала двигателя.

При неработающем двигателе редуктор автоматически перекрывает выход газа с помощью разгрузочного устройства, которое принудительно закрывает клапан второй ступени после остановки двигателя и обеспечивает избыточное давление газа на выходе из редуктора при запуске двигателя и его работе на минимальных частотах вращения холостого хода. Дозируется газ в специальном дозирующе-экономайзерном устройстве с помощью двух калиброванных шайб установленных в пластине 27: экономической и мощностной регулировок.

Редуктор снабжен двумя полостями А и Б высокого давления соответственно с размещенными в них ступенями высокого и низкого давлений. Каждая ступень содержит регулирующие клапаны 20 и 25, плоские диафрагмы 21 и 8 из прорезиненной ткани, пружины 22 и 11 и рычаги 24 и 6. соединяющие диафрагмы с клапанами. Основные конструктивные и регулировочные параметры редуктора низкого давления приведены в табл. 3.1.

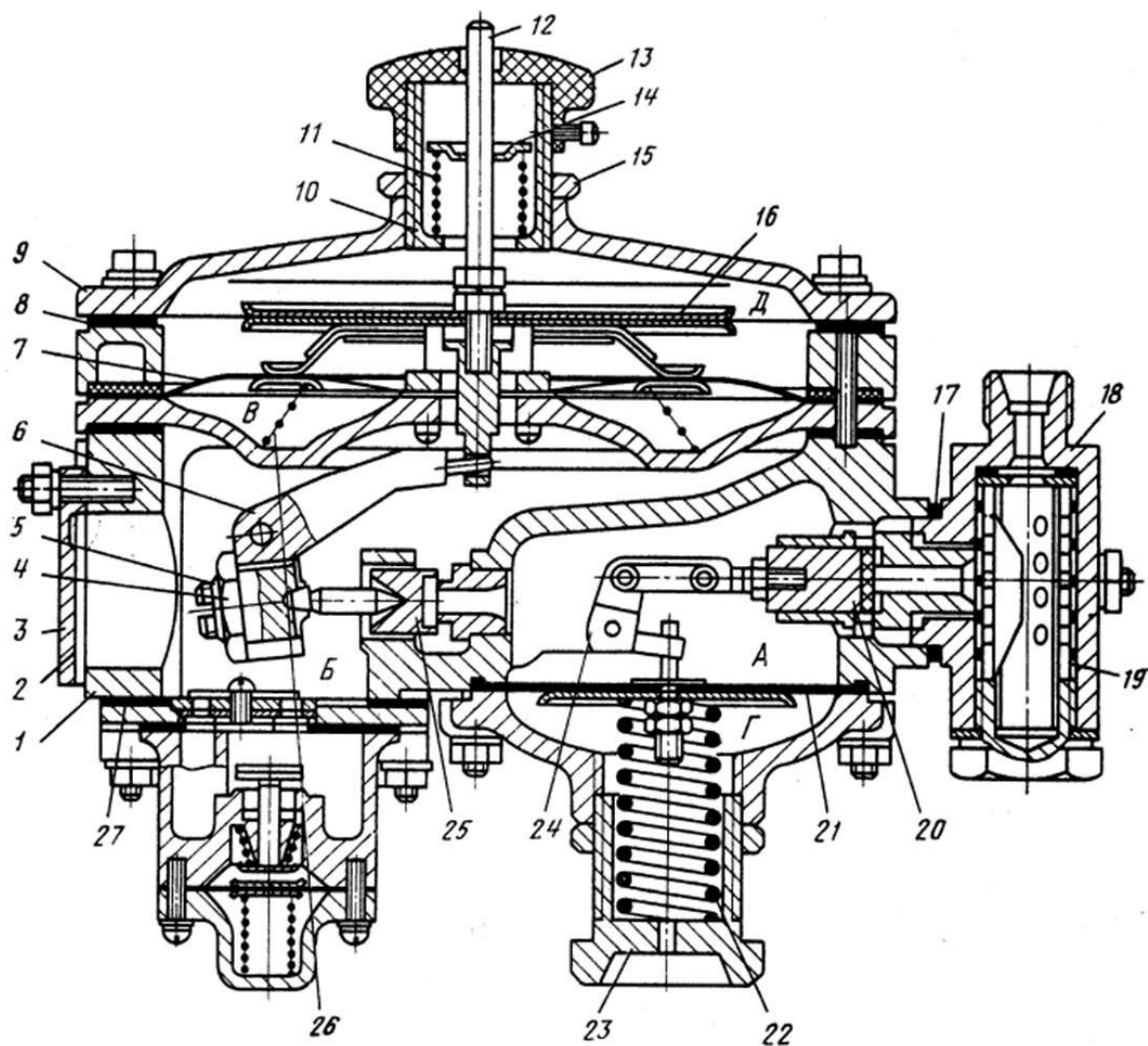


Рис.8.1. Газовый редуктор низкого давления: А - полость первой ступени; Б - полость второй ступени; В - полость разгрузочного устройства; ГИД - полости атмосферного давления; 1 - корпус газового редуктора; 2 - прокладка; 3 - крышка; 4 - контргайка регулировочного винта; 5 - регулировочный винт клапана низкого давления; 6 - рычаг диафрагмы низкого давления; 7 - разгрузочная диафрагма; 8 - прокладка разгрузочной диафрагмы; 9 - крышка корпуса верхняя; 10 - седло пружины диафрагмы низкого давления; 11 - пружина диафрагмы низкого давления; 12 - шток диафрагмы низкого давления; 13 - регулировочный ниппель пружины; 14 - шайба упорная пружины; 15 - контргайка седла; 16 - диафрагма низкого давления; 17 - прокладка корпуса фильтр; 18 - фильтр газового редуктор; 19 - сетка фильтр; 20 - клапан высокого давления; 21 - диафрагма высокого давления; 22 - пружина диафрагмы высокого давления; 23 - регулировочная гайка пружины; 24 - рычаг клапана высокого давления; 25 - клапан низкого давления; 26 - пружина разгрузочного устройства; 27 - пластина и прокладка пластины.

Таблица 8.1. Регулировочные параметры редуктора низкого давления

| Параметры                                                                                                   | Первая ступень                                      | Вторая ступень   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|
| Тип клапанов                                                                                                | Плоские                                             |                  |
| Диаметр отверстия седла клапанов, мм                                                                        | 8,5                                                 | 8,5              |
| Материал уплотнителя                                                                                        | Резина маслбензостойкая                             |                  |
| Материал седла клапана                                                                                      | Латунь                                              |                  |
| Рабочий диаметр диафрагмы, мм                                                                               | 75                                                  | 150              |
| Материал диафрагмы                                                                                          | Прорезиненный маслбензостойкий с двумя слоями ткани | Ткань капроновая |
| Толщина диафрагмы, мм                                                                                       | 2,0-2,5                                             | 0,35             |
| Передаточное отношение рычажной системы                                                                     | 1,0                                                 | 3,47             |
| Рабочий диаметр разгрузочной диафрагмы, мм                                                                  | -                                                   | 150              |
| Материал разгрузочной диафрагмы                                                                             | -                                                   | Ткань капроновая |
| Толщина разгрузочной диафрагмы, мм                                                                          | -                                                   | 0,35             |
| Рабочий диаметр диафрагмы экономайзера, мм                                                                  |                                                     | 30               |
| Толщина материала диафрагмы экономайзера, мм                                                                | -                                                   | 0,35             |
| Давление на входе, МПа                                                                                      | 0,07-1,6                                            | -                |
| Рабочее давление 1-й ступени, МПа                                                                           | 0,12-0,2                                            | -                |
| Ход клапана 1-й ступени, мм                                                                                 | 2-4                                                 | -                |
| Ход штока диафрагмы 2-й ступени, мм                                                                         | -                                                   | 5-8              |
| Рабочее давление 2-й ступени на минимальных частотах вращения холостого хода, кПа                           | -                                                   | 20-150           |
| Разрежение в вакуумной полости разгрузочного устройства, при котором открывается клапан 2-й ступени, кПа    | -                                                   | 0,7-0,8          |
| Разрежение в вакуумной полости экономайзерного устройства, при котором открывается клапан экономайзера, кПа | -                                                   | 6,0-9,0          |

Устройство разгрузочное вакуумного типа состоит из разгрузочной диафрагмы 7 в сборе с кольцевым диском, корпуса, конической пружины и полости В. в которой расположен штуцер для сообщения с помощью соединительной трубки с дозирующим экономайзерным устройством. Разгрузочное устройство выполняет функции автоматического вентиля, перекрывающего поступление газа из магистрали при неработающем двигателе.

Наддиафрагменная полость разгрузочного устройства В сообщается с впускной трубой двигателя. При разрежении 7,0-8,0 кПа разгрузочное устройство отключается (перестает работать) и тем самым разгружает диафрагму 16 клапана второй ступени 25.

В полости А (рис. 3.2) размещены: седло 5 клапана первой ступени, клапан 3, тяга 7 клапана, рычаг 12 и диафрагма 8. В наддиафрагменной полости первой ступени находится пружина 10, помещенная в регулировочное седло 11 с контргайкой 9.

В полости В второй ступени (рис.3.3) размещены: клапан 16 второй ступени с запрессованным в корпус редуктора седлом, регулировочный винт 19 с толкателем и контргайкой 20 винта, рычаг 21, соединенный штоком 35 с диафрагмой 26 клапана второй ступени. Из полости Б (см. также рис. 3.1) газ поступает через калиброванные отверстия переходной пластины с прокладкой 27 в экономайзер а затем в карбюратор-смеситель.

В полости В разгрузочного устройства (рис.8.3) размещена коническая пружина 28, закрытая диафрагмой 25, дополнительное усилие которой вместе с усилием пружины 34 передается через шток 35 и рычаг 21 на клапан 16, обеспечивая герметичное его закрытие при неработающем двигателе. Полость В разгрузочного устройства через штуцер и вакуумный шланг сообщаются с впускной трубой двигателя, откуда, при работающем двигателе, поступает разрежение.

Диафрагма 8 первой ступени редуктора (см. рис.3.2) изготавливается из масло-бензостойкой резины с двумя слоями ткани, рабочий диаметр диафрагмы равен 75 мм, толщина диафрагмы – 2,5 мм. Стальной диск диафрагмы первой ступени редуктора, служащий для увеличения эффективности действия и повышения прочности диафрагмы, имеет диаметр 60 мм.

Диафрагмы второй ступени и разгрузочная, имеющие рабочий диаметр 150 мм, выполнены из прорезиненного маслобензостойкого мембранного полотна толщиной 0,35-0,4 мм. Обжимные алюминиевые диски диафрагмы второй ступени имеют диаметр 120 мм. На разгрузочную диафрагму установлено стальное кольцо, служащее опорой для конической пружины. Уплотнители клапанов первой и второй ступеней изготовлены из маслобензостойкой резины.



Каждая ступень имеет седло, клапан, мембрану, рычаг, который шарнирно связывает клапан с мембраной и пружину с регулировочной гайкой.

В первой ступени газового редуктора (рис. 8.2) снижается давление газа до 0,15...0,2 МПа (1,5...2,0 кгс/см<sup>2</sup>). При этом давление (на автомобиле) контролируется по дистанционному электрическому манометру, который состоит из датчика и указателя в кабине водителя.

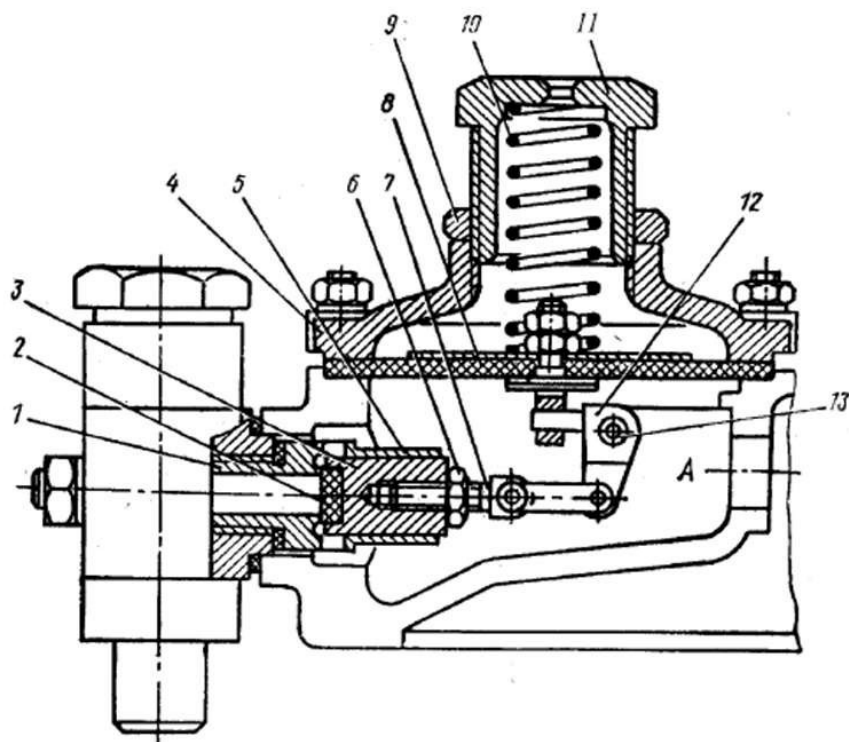


Рис. 8.2. Первая ступень редуктора: А-полость первой ступени  
1-седло клапана; 2- уплотнитель; 3-клапан; 4-крышка; 5-направляющая клапана; 6-контргайка; 7-винт; 8-диафрагма; 9-контргайка; 10-пружина; 11-регулировочная гайка; 12-рычаг; 13-ось.

Во второй ступени газового редуктора давление снижается с 0,15 – 0,20 МПа до величины близкого к атмосферному давлению, точнее, до 50...80 Па (5...8 мм вод. ст.). см. рис. 3.1 полость Б. Вторая ступень редуктора состоит из следующих деталей (см. рис. 8.3).

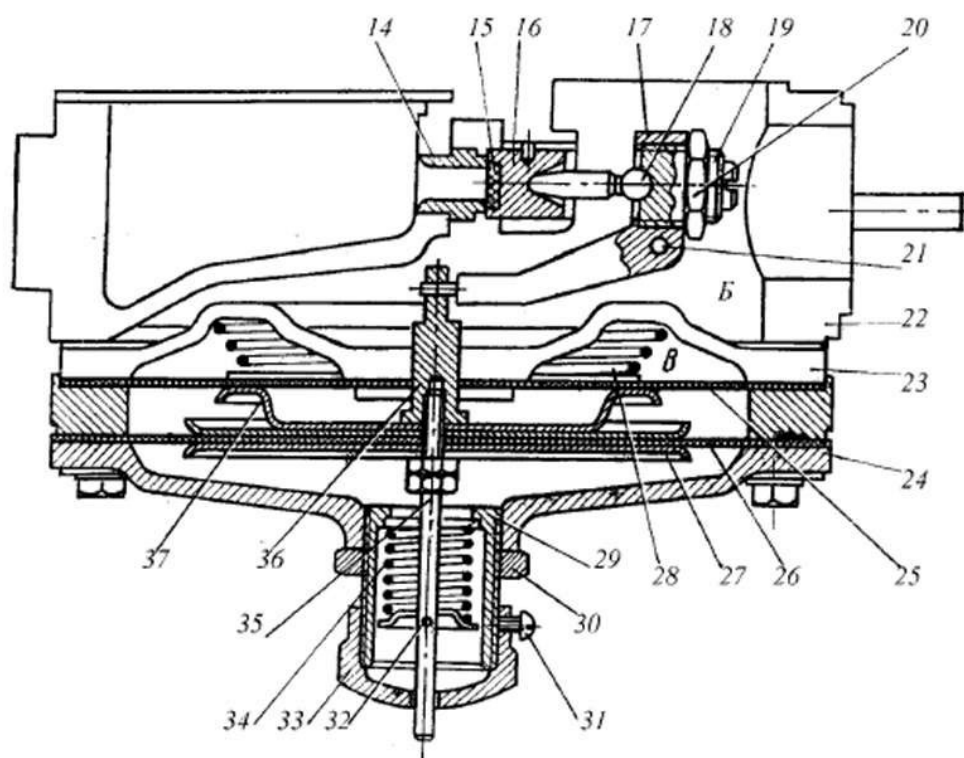


Рис. 8.3. Вторая ступень редуктора РЗАА: 14 - седло клапана; 15 - уплотнитель; 16 - клапан низкого давления; 17 - рычаг клапана второй ступени; 18 - толкатель клапана; 19 - регулировочный винт; 20 – контргайка; 21 – ось; 22 - корпус редуктора; 23 - корпус разгрузочного устройства; 24 - крышка; 25 - диафрагма разгрузочного устройства; 26 - диафрагма атмосферного давления; 27- усилительный диск; 28 - пружина коническая; 29 - регулировочный ниппель; 30 - контргайка; 31 - стопорный винт; 32 - шток диафрагмы клапана второй ступени; 33 - колпак седла пружины; 34 - пружина клапана второй ступени; 35 – шток; 36 - стержень- переходник; 37- упор диафрагмы.

Дозирующе-экономайзерное устройство (корпус, крышка с пружиной. диафрагма, пружина, клапан экономайзера, шайбы экономической и мощностной регулировки) установлено на корпусе газового редуктора и обеспечивают подачу топлива через дозирующие шайбы (экономическую и мощностную) на различных режимах работы двигателя.

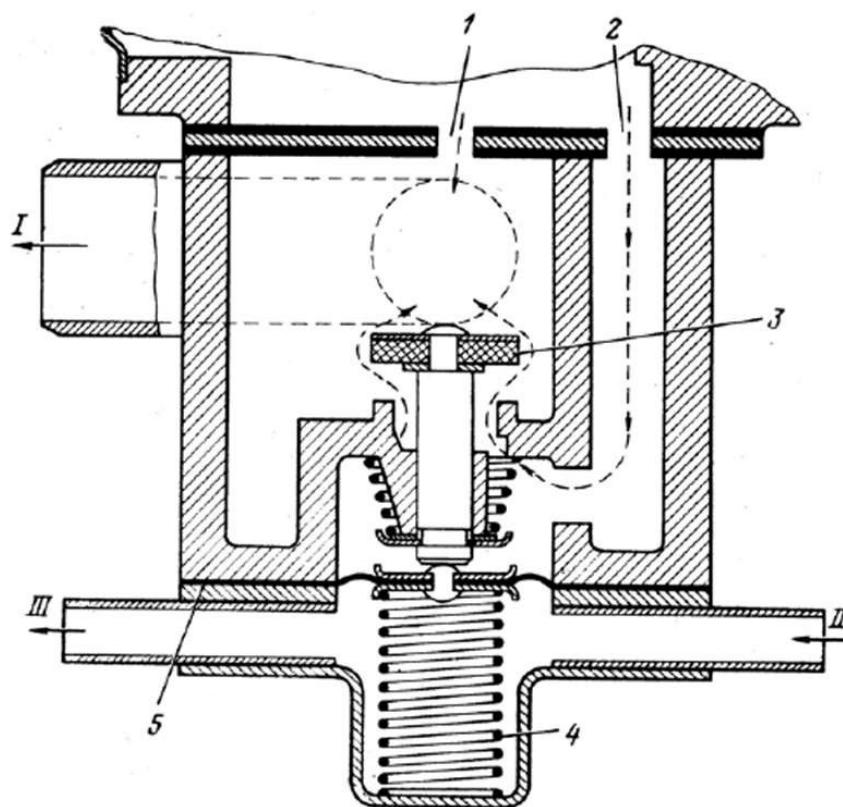


Рис. 8.4. Дозирующе-экономайзерное устройство: I - выход газа к смесителю; II - вход от впускного трубопровода; III - выход к разгрузочному устройству; 1 - отверстие экономической подачи топлива; 2 - отверстие мощной регулировки подачи топлива; 3 - клапан дозирующе-экономайзерного устройства; 4 – пружина; 5 - диафрагма экономайзерного устройства

Сетчатый газовый фильтр редуктора (корпус с пробкой, сетка фильтра) установлен на входе в редуктор и предназначен для улавливания механических частиц размером более 50 мкм (см. рис. 3.1).

Принятое конструктивное исполнение газового редуктора РЗАА обеспечивает стабильные выходные показатели независимо от состава газа в баллоне. Одним из недостатков газового редуктора РЗАА является невозможность доступа к деталям для контроля их состояния и замены без полной разборки редуктора-испарителя.

Для газового регулятора РЗАА характерно засорение или заедание механических элементов, износ подвижных частей и изменение свойств мембран (потеря эластичности, усадка).

В целях поддержания газового редуктора в технически исправном состоянии и предупреждения отказов и уменьшения интенсивности изнашивания его деталей и узлов периодически проводится его техническое обслуживание: ЕО, ТО-1 и ТО-2. При этом ТО-2, как правило, совмещают с сезонным техническим обслуживанием.

ТО-2 начинается с разборки, очистки и промывки фильтра и его деталей от загрязнения. Затем при необходимости осуществляется замена диафрагмы первой и второй ступеней, проверка уплотнителей клапанов первой и второй ступеней и их замена. С использованием специальных стендов и приспособлений выполняют регулировку на рабочее давление первой ступени, регулируют ход штока диафрагмы второй ступени и проверяют герметичность разгрузочного устройства. Затем выполняют проверку на работоспособность дозирующе-экономайзерного устройства, т.е. моменты открытия клапана экономайзера и его закрытия, при необходимости заменяют клапан, коническую пружину и диафрагму экономайзера на новые. Затем газовый редуктор, полностью собранный, устанавливают на стенд и проверяют на пропускную способность.

Результаты разборки, сборки и дефектовки деталей получаемые в ходе выполнения практической работы необходимо занести в форму табл. 8.2 и 3.3 и проанализировать их. Затем составить отчет по выполненной работе, оформить и после оформления защитить его. При защите отчета студенты должны быть готовы ответить на следующие вопросы:

- 1) назначение и устройство газового редуктора на автомобиле;
- 2) периодичность обслуживания газового редуктора, виды работ, выполняемые при ТО-1 и ТО-2 ;
- 3) виды работ при СО газового редуктора;
- 4) основные неисправности газового редуктора;
- 5) работа дозирующе-экономайзерного устройства и его диагностика.

Таблица 8.2. Разборка и сборка редуктора низкого давления

Общая трудоемкость чел.- ч

Исполнитель - слесарь по ремонту топливной аппаратуры 3-го разряда

| Выполняемые работы                                   | Наименование и содержание работ | Количество мест воздействий | Время выполнения. мин | Приборы и инструменты | Технические требования |
|------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Разборка редуктора по узлам и деталям (см. рис. 3.1) |                                 |                             |                       |                       |                        |
| ...                                                  |                                 |                             |                       |                       |                        |
| Последовательность сборки редуктора                  |                                 |                             |                       |                       |                        |
| ...                                                  |                                 |                             |                       |                       |                        |
| Регулировка редуктора на стенде К-2                  |                                 |                             |                       |                       |                        |

Таблица 8.3. Дефектовка деталей редуктора низкого давления

Общая трудоемкость чел. ч

Исполнитель - слесарь по ремонту топливной аппаратуры 3-го разряда

| Наименование<br>дефекта | Средство<br>измерения<br>контроля | Размер, мм  |                           | Заключения |
|-------------------------|-----------------------------------|-------------|---------------------------|------------|
|                         |                                   | номинальный | допустимый<br>без ремонта |            |
| 1                       |                                   |             |                           |            |
| 2 и т.д.                |                                   |             |                           |            |

Примечание. Операционно-технологические карты и дефектные ведомости составляются для каждого рассматриваемых при разборке узлов редуктора в отдельности.

### **Тема 3: «Обслуживание, регулирование и ремонт газобаллонного оборудования»**

#### **Практическая работа № 9**

##### **Тема занятия: «Техническое обслуживание газовых смесителей»**

**Цель работы:** - практически закрепить лекционный материал по техническому обслуживанию и ремонту газового смесителя газобаллонного автомобиля.

##### **Задачи:**

- 1) приобрести практические навыки работы с оборудованием по техническому обслуживанию газового смесителя и применяемого оборудования;
- 2) приобрести практические навыки работы с оборудованием при выполнении разборки, технического обслуживания, сборки и регулировки газового смесителя;
- 3) составить на разборку и сборку газового смесителя операционно-технологическую карту и дефектную ведомость;
- 4) оценить техническое состояние газового смесителя;
- 5) оформить и защитить отчет по выполненной практической работе.

**Материальное обеспечение** практической работы №4 включает:

- 1) смеситель СГ-250;
- 2) карбюратор-смеситель "Озон";
- 3) газовые смесители: проставки, насадки (адаптеры);
- 4) газовые смесители НПФ "Сага";
- 5) комплект инструментов (рожковые ключи, отвертки).

#### **9.2. Последовательность выполнения практической работы**

В начале данной работы необходимо изучить устройства и работу газосмесительных устройств, используемых в системах питания газобаллонных автомобилей. Затем изучить конструкции газовых смесителей, используемых на различных двигателях. После чего осмотреть газовые смесители, выданные преподавателем для проведения ТО. и определить их техническое состояние. Внимательно ознакомиться с формами по составлению технологической карты и дефектной ведомости (см. прил. А и прил. Г).

Газовые смесители, которые подлежат разборке, необходимо разобрать и очистить их детали от загрязнений с последующей промывкой.

Для выполнения ТО газового смесителя СТ-250 необходимо:

1. Изучить схему установки газового смесителя на двигатель.

2. Изучить работу смесителя СГ-250 с редуктором РЗАА по чисто газовому варианту, используемому на автомобиле ЗИЛ-138.
3. Изучить устройство смесителя СГ-250.
4. Выполнить внешнюю очистку газового смесителя СГ-250 от загрязнений.
5. Составить операционные карты разборки и сборки газового смесителя.
6. Проверить техническое состояние деталей газового смесителя и составить дефектную ведомость и операционно-технологическую карту на разборку и сборку этого смесителя.

В такой же последовательности необходимо выполнять ТО и с другими газовыми смесителями: с составлением дефектной ведомости и операционно-технологических карт.

Дефектные ведомости и операционно-технологические карты составляются по приведенным в конце практической работы табл. 4.1 и 4.2.

Полученные результаты необходимо проанализировать и на основании анализа предложить практические рекомендации, направленные на снижение трудоемкости технического обслуживания и на повышение ресурсосберегающей эксплуатации газовых смесителей.

В целях самоконтроля своего уровня индивидуальной подготовленности и получения допуска к выполнению практической работы каждый студент должен ответить на следующие вопросы:

- 1)назначение и устройство газовых смесителей;
- 2)работа газового карбюратора-смесителя, смесителя СГ-250 и др. смесителей на автомобилях;
- 3)работа адаптеров, проставок и ввертышей, устанавливаемых в карбюраторы;
- 4) периодичность обслуживания газовых смесителей, их сезонное техническое обслуживание;
- 5) основные неисправности газовых смесителей.

Если полнота ответа студента на вопрос перед началом выполнения практической работы (в ходе вводной части занятия) составит менее 60 %, он не допускается к выполнению практической работы.

**Газовый смеситель.** 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 двигателя одновременно могут использоваться простейшие вспомогательные карбюраторы).

Смеситель СГ-250 (рис. 4.1) 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.

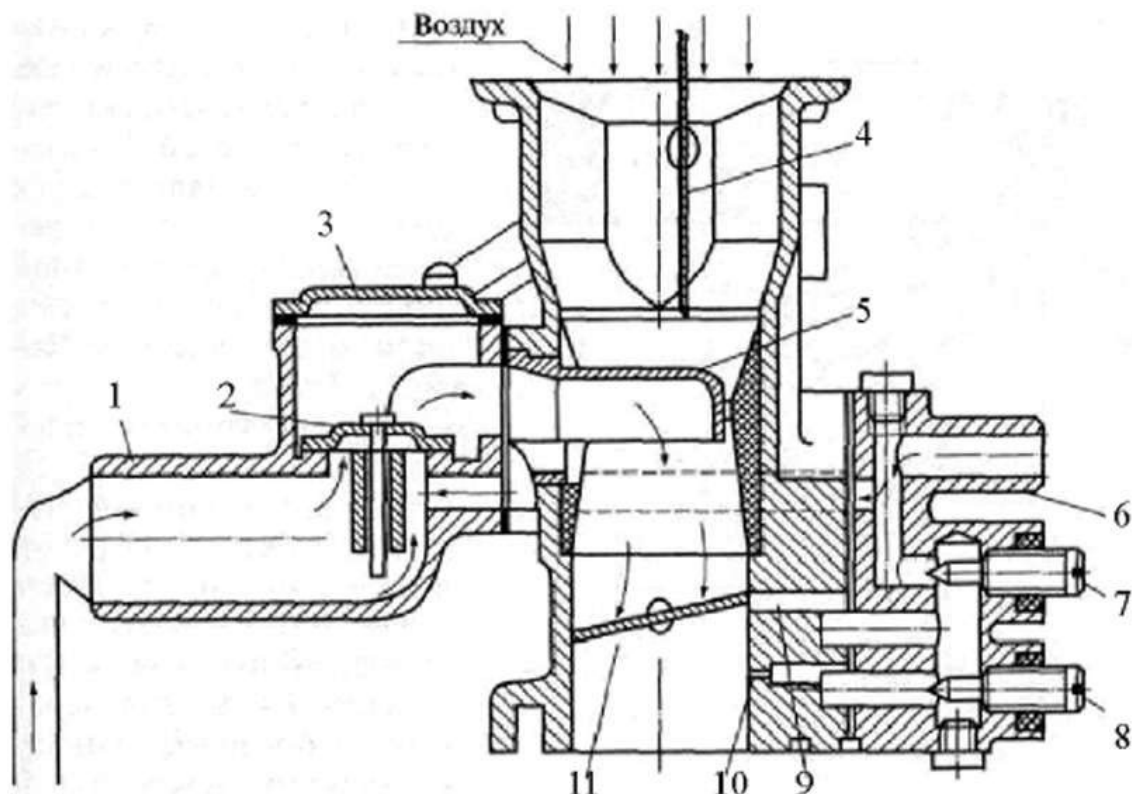


Рис. 9.1. Смеситель СГ-250: 1 и 6 - патрубки подвода газа; 2 - обратный клапан; 3 - крышка; 4 - воздушная заслонка; 5- газонаполнительное устройство; 7- регулировочный винт переходных режимов; 8 - регулировочный винт системы холостого хода; 9 - канал холостого хода; 10 - канал переходного режима; 11 - дроссельная заслонка.

В режиме запуска и прогрева двигателя воздушные и дроссельные заслонки закрыты и обогащенная газозвудушная 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 в виде проставок, насадок или карбюраторов-смесителей. Этот способ подачи газа нашел наибольшее распространение как наиболее доступный, простой и дешевый.

На автомобилях типа "Газель" на карбюратор К-151 разработан специальный адаптер, который непосредственно устанавливается с аппаратурой Пермского завода газовой аппаратуры "Сага - 6".

При установке другой аппаратуры необходимо устанавливать ввёртыши в карбюратор К-151 в зоне наибольшего сужения смесительных камер карбюратора.

Другим способом подачи газа является установка плоской проставки между частями карбюратора. На рис. 9.2 представлен вариант проставки ЗАО "Автосистема".

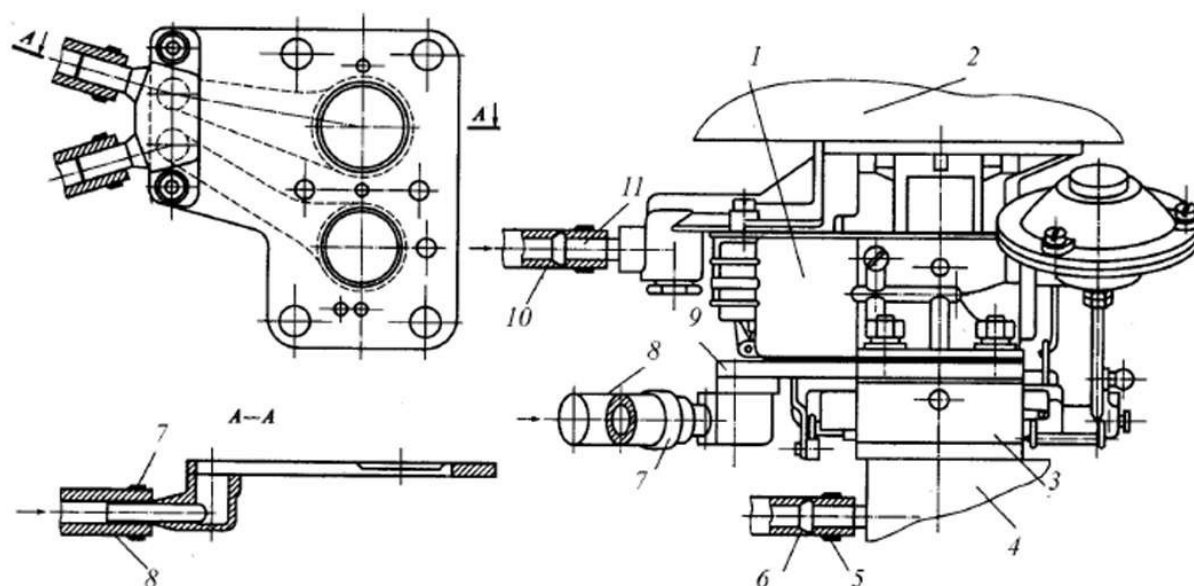


Рис. 9.2. Газовый смеситель-проставка ЗАО "Автосистема" на карбюраторе "Озон": 1— средняя часть карбюратора; 2-воздушный фильтр; 3-нижняя часть карбюратора; 4— впускной коллектор; 5,7 и 11-хомуты; 6-патрубок отвода теплоносителя; 8 -патрубок подвода газа; 9-проставка-смеситель; 10-штуцер подвода бензина.

Рассмотрим схему подключения газового смесителя СГ-250. который серийно устанавливался на автомобиль ЗИЛ-138 (рис. 4.3).

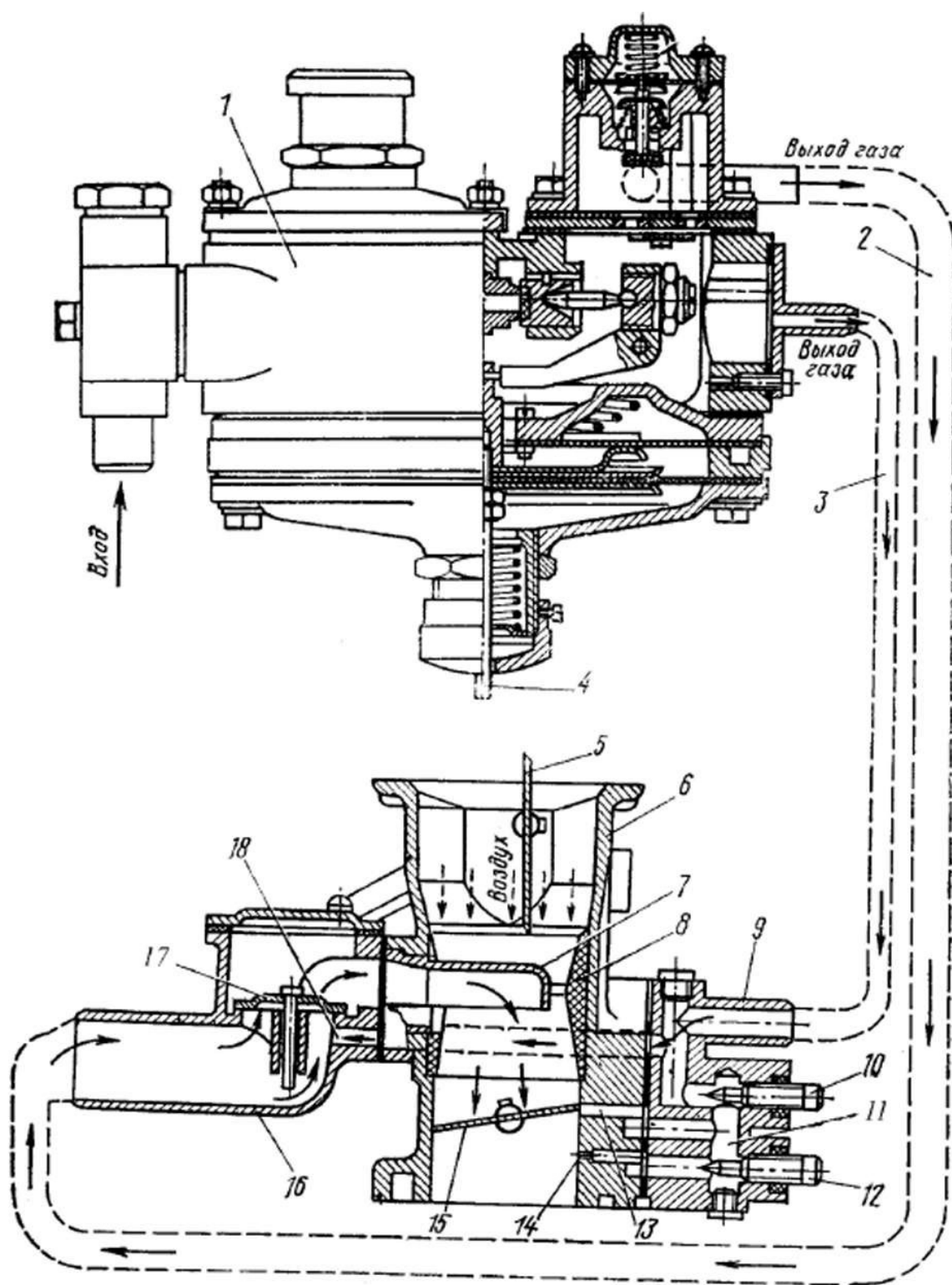


Рис. 9.3. Схема газового смесителя и его соединения с газовым редуктором: 1-корпус газового редуктора; 2 - шланг подвода газа к главной дозирующей системе смесителя; 3 - трубка подвода газа к системе холостого хода смесителя; 4 - стержень диафрагмы второй ступени редуктора; 5 - воздушная заслонка; 6- корпус смесителя; 7 - газовая форсунка; 8 - диффузор; 9 - крышка с патрубком подвода газа и каналами системы холостого хода смесителя; 10, 12 - винты регулировки работы смесителя при холостом ходе; 11, 18 - каналы; 13, 14 - отверстия для

выхода газа при работе на малых частотах холостого хода; 15 - дроссельная заслонка; 16 - патрубок подвода газа к главной дозирующей системе; 17 - обратный клапан.

Существует три основных варианта подачи газа с помощью установки газовых смесителей. Наиболее простым является установка смесителя на верхнюю часть карбюратора (рис.9.4). Такие смесители называют насадкой. Насадка 2 устанавливается в корпус воздушного фильтра 1. Пример установки насадки РЗАА на карбюратор типа "Озон" представлен на рис. 4.5. Газ поступает в периферийную кольцевую полость из нее через каналы к центральному кольцевому отверстию, далее в диффузоры карбюратора, где газ смешивается с воздухом, поступающим из воздушного фильтра. Для подачи газа в насадку необходимо просверлить отверстие в корпусе воздушного фильтра и установить шланг-переходник.

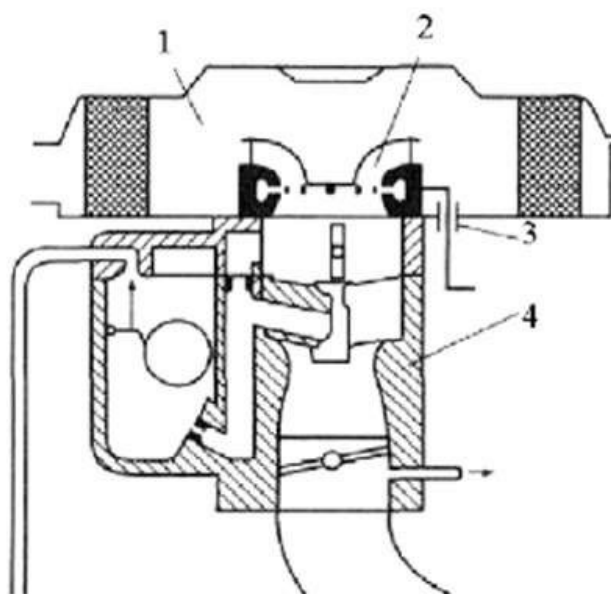


Рис. 9.4. Схема подачи газа над карбюратором: 1 - воздушный фильтр; 2 - смеситель-насадка; 3 - отверстие для подвода газа; 4 - корпус карбюратора

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. 4.6). Для этого необходимо просверлить в корпусе в зоне максимального сужения диффузоров карбюратора два отверстия диаметром 8... 10 мм в зависимости 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.

В цепях поддержания газового смесителя в технически исправном состоянии, предупреждения отказов и уменьшения интенсивности изнашивания его деталей узлов периодически проводится его техническое обслуживание: ЕГО, ТО-1 и ТО-2. При этом ТО-2, как правило, совмещают с сезонным техническим обслуживанием.

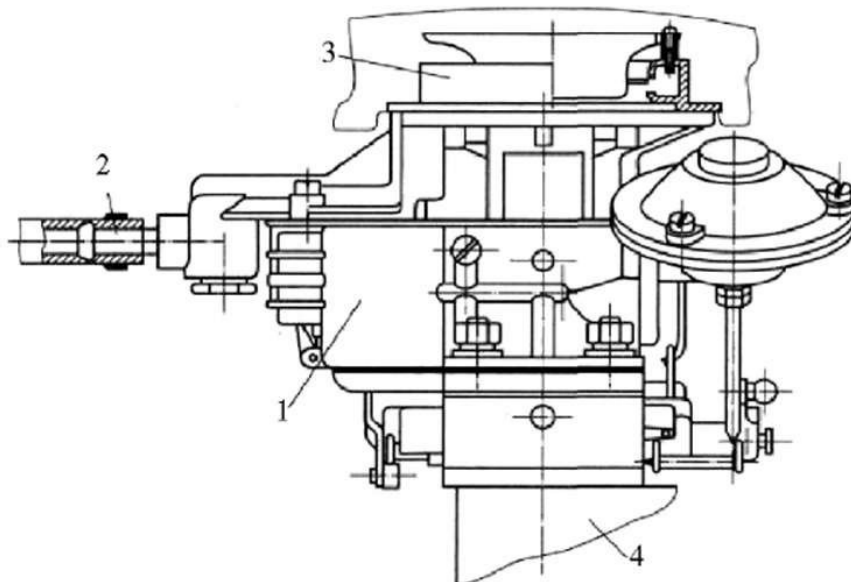


Рис. 9.5. Газовый смеситель-насадка РЗАА на карбюраторе "Озон": 1 - корпус карбюратора; 2 - штуцер подвода бензина; 3 – насадка; 4 - впускной коллектор

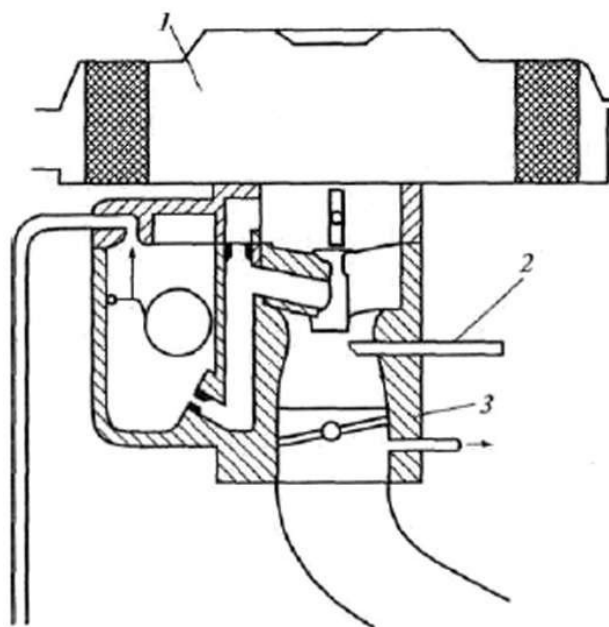


Рис. 9.6. Схема подачи газа через штуцер: 1 - воздушный фильтр; 2 - штуцер для подвода газа; 3 - корпус карбюратора

Техническое обслуживание ТО-2 газового смесителя выполняется на участке технического обслуживания и текущего ремонта. Техническое обслуживание начинается с разборки, очистки и промывки его деталей от

загрязнения. Затем осуществляется визуальная диагностика. После выполнения диагностических работ начинают проводить разборку газового смесителя СГ-250 и составлять дефектную ведомость на ремонт и замену изношенных деталей, значения которых заносят в табл. 4.2.

После выполнения практической работы студенты оформляют отчет и представляют его к защите. При защите отчета студенты обязаны ответить на следующие вопросы:

- 1) назначение, общее устройство газовых смесителей, их неисправности;
- 2) работа газового смесителя СГ-250 на различных режимах работы двигателя;
- 3) периодичность обслуживания газового смесителя;
- 4) основные операции технического обслуживания смесителей;
- 5) оборудование, применяемое для ТО-2 и СО газовых смесителей.

Таблица 9.1. Техническое обслуживание и ремонт газового смесителя  
Общая трудоемкость чел·ч

Исполнитель - слесарь по ремонту топливной аппаратуры 3-го разряда

| Выполняе-<br>мые работы | Наименова-<br>ние и<br>содержание<br>работ | Количество<br>мест<br>воздействий | Время<br>выполне-<br>ния, мин | Приборы и<br>инструмен-<br>ты | Технические<br>требования |
|-------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Разборка                |                                            |                                   |                               |                               |                           |
| ...                     |                                            |                                   |                               |                               |                           |
| Сборка                  |                                            |                                   |                               |                               |                           |
| ...                     |                                            |                                   |                               |                               |                           |

Таблица 9.2. Дефектовка деталей газового смесителя СГ-250  
Общая трудоемкость чел·ч

Исполнитель - слесарь по ремонту топливной аппаратуры 3-го разряда

| Наименование<br>дефекта | Средство<br>измерения<br>контроля | Размер, мм  |                           | Заключения |
|-------------------------|-----------------------------------|-------------|---------------------------|------------|
|                         |                                   | номинальный | допустимый без<br>ремонта |            |
| 1                       |                                   |             |                           |            |
| 2 и т.д.                |                                   |             |                           |            |

## **Тема 4: «Организация переоборудования транспортных средств в газобаллонные»**

### **Практическая работа № 10**

#### **Тема занятия: «Регулировка и испытание газового редуктора РЗАА на безмоторном стенде»**

**Цель работы:** - практически закрепить лекционный материал по регулированию и испытанию газового редуктора на безмоторном стенде.

#### **Задачи:**

- 1) изучить устройство и работу безмоторной установки стенда;
- 2) овладеть приемами подключения редуктора к приборам безмоторной установки;
- 3) приобрести практические навыки работы с оборудованием по регулировке и испытанию газового редуктора;
- 4) оценить техническое состояние работы редуктора после проведенных испытаний его на безмоторном стенде;
- 5) оформить и защитить отчет по выполненной практической работе.

Материальное обеспечение практической работы №5 включает:

- 1) безмоторный стенд К-1. имитирующий работу двигателя;
- 2) газовый редуктор РЗАА;
- 3) барометр-анероид;
- 4) ключи рожковые 10х12, 14х17 (2шт), 19х22, 27х32, 36х41;
- 5) отвертка, пробка резиновая Ø20 мм, ванночка с водой, кисточка волосная, шланг резиновый 0,6 мм;
- 6) металлическая линейка 10...20 см;
- 7) плакат "Принципиальная схема газовой системы питания газобаллонного автомобиля на сжиженном нефтяном газе";
- 8) плакат-схема устройства газового редуктора РЗАА;
- 9) градусник для измерения температуры в помещении.

### **10.2. Содержание практической работы**

В данной работе необходимо изучить устройства и работу безмоторного стенда, на котором выполняют проверку и настройку регулировочных параметров газового редуктора РЗАА первой и второй ступеней, проверку на герметичность клапанов первой и второй ступеней, ход штока диафрагмы атмосферного давления второй ступени, герметичность разгрузочного устройства, регулировку диафрагмы атмосферного давления для создания необходимого давления в полости

редуктора второй ступени и работу редуктора на пропускную способность газа.

В работе также необходимо изучить следующие условия:

- схему подключения редуктора РЗАА по рис 10.1;
- работу редуктора на различных режимах работы двигателя, начиная от режима холостого хода до полных нагрузочных режимов двигателя.

Для выполнения работы и составления отчета необходимо подготовить материал для оформления отчета:

- 1) начертить схему стенда, дать описание работы стенда;
- 2) подготовить необходимые таблицы (формы которых приведены в конце практической работы), которые заполняются в ходе выполнения практической работы.

В целях самоконтроля своего уровня индивидуальной подготовленности и получения допуска к выполнению практической работы каждый студент должен ответить на следующие вопросы:

- 1) назначение и устройство редуктора, его работа при различных режимах работы двигателя;
- 2) назначение и устройство безмоторного стенда и как он работает;
- 3) порядок регулировки первой ступени редуктора РЗАА;
- 4) порядок регулировки второй ступени редуктора РЗАА;
- 5) объясните работу разгрузочного устройства;
- 6) объясните работу экономайзерного устройства.

В случае, если полнота ответа студента на вопросы составит менее 60 %, он к выполнению практической работе не допускается.

Устройство безмоторного стенда и подготовка его к работе. Безмоторный стенд представляет собой специализированную установку и предназначен для осуществления имитации работы двигателя на сжиженном нефтяном газе. Общее устройство безмоторного стенда показано на рис. 5.1.

Работа безмоторного стенда заключается в имитации работы двигателя автомобиля при работе на сжиженном нефтяном газе в следующих пределах:

- 1) компрессор ГАРО создает давление до 0,8 МПа, которое имитирует давление сжиженного газа, находящегося в автомобильном газовом баллоне;
- 2) вакуумная установка с насосом РВН-20 создает разрежение, соответствующее разрежению во всасывающем коллекторе работающего двигателя, и разрежение это регулируется от 0,67 (5мм рт. ст.) до 74 КПа (550 мм рт. ст.), что соответствует разрежению в коллекторе при работе двигателя как на нагрузочных, так и на холостых режимах работы двигателя;
- 3) вакуумная установка УВН-49 имитирует работу двигателя по расходу воздушной смеси при различных частотах вращения коленчатого ва-

ла от 600 до 2600 об./мин методом изменения открытия дроссельных заслонок карбюратора-смесителя К-88;

4) установленные контрольно-измерительные приборы на стенде служат для измерения расходов газа и воздуха, сопоставляемых с работой двигателя при снятии регулировочных характеристик по расходу газа на различных режимах работы двигателя.

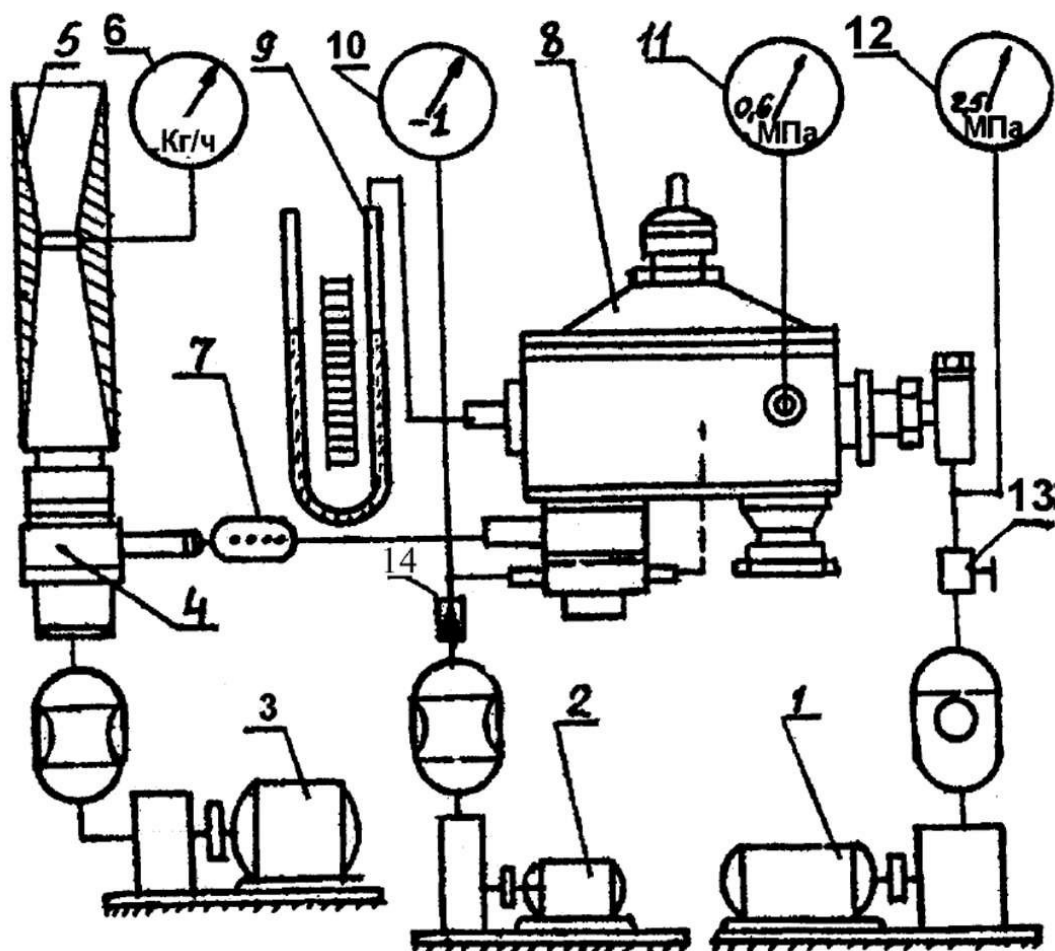


Рис. 10.1. Схема устройства безмоторного стенда: 1- компрессор ГАРО; 2- вакуумный насос высокого давления РВН-20; 3-вакуумный насос низкого давления большой производительности УВН-49; 4- карбюратор-смеситель; 5,6-труба Вентури для измерения расхода воздуха; 7- газовый счетчик (ротаметр РС-5) для измерения расхода газа; 9 - редуктор РЗАА; 10 - пьезометр водяной; 11- манометр 0,4 МПа; 12- манометр 2,5 МПа; 13 - вентиль подачи расхода воздуха от компрессора; 14 - вентиль регулировочный.

Порядок подготовки безмоторного стенда к работе заключается в следующем:

- установить газовый редуктор на стенд;
- подключить к газовому редуктору все трубопроводы, как показано на рис. 5.1;



- вентиль 13 при этом должен быть закрытым;
- включить компрессор 1 и проверить давление в подводящей магистрали по манометру 12. На манометре 12 давление может быть в пределах 0,5 - 0,8 МПа.

### **10.3. Регулировка первой ступени газового редуктора РЗАА**

После установки редуктора и приведения в действие безмоторного стенда студенты изучают табл. 5.1 и выполняют регулировку первой ступени газового редуктора, как указано в табл.5.1 полученные результаты регулировки первой ступени заносят в протокол испытания табл. 5.2.

Далее необходимо:

- 1) открыть вентиль 13 (см. рис. 5.1) и подать сжатый воздух от компрессора 1 в полость первой ступени редуктора 8;
- 2) оценить по манометру 12 давление в подводящей магистрали и записать его в табл. 5.2 протокола испытания;
- 3) оценить первоначальное давление в полости первой ступени редуктора по манометру 11 (давление регулируется и может быть 0,06 - 0,18 МПа в зависимости от выбранной мощности двигателя);
- 4) выполнить регулировку давления в полости первой ступени до величины выбранной мощности автомобиля, который был указан преподавателем, (см. табл. 5.1), регулировку давления в первой ступени выполнять регулировочной гайкой 23 (рис. 5.2);
- 5) по окончании регулировки необходимо регулировочные значения давления первой ступени записать в табл. 5.2 протокола испытания;
- 6) проверить первую ступень газового редуктора РЗАА на герметичность.

Проверка на герметичность выполняется открытием клапана второй ступени, т.е. легким кратковременным нажатием на шток 12 (см. рис. 5.2). Затем необходимо выпустить из полости первой ступени часть воздуха через клапан второй ступени, проверить на слух, нет ли утечки воздуха из под этого клапана, а по манометру 11 проконтролировать изменение давления в первой ступени. Оно должно сначала снизиться, а затем будет происходить медленное увеличение, но не более 0,02 МПа от регулировочного. При возрастании давления на манометре выше указанного неисправность нужно искать в уплотнителе клапана первой ступени (при этом клапан второй ступени должен быть закрыт и через него не должен выходить воздух).

Проверка на герметичность считается законченной только после того, как будет проведена операция обмыливания (см. рис. 10.2) диафрагмы первой ступени, отверстия регулировочной гайки 23 и соединение корпуса фильтра 18 с корпусом редуктора 1.

Таблица 10.1. Параметры регулировки газовой аппаратуры автомобилей  
ЗИЛ-138А, ГАЗ -52-27, ГАЗ -53-27

| Наименование регулируемого элемента  | Регулирующие параметры                                                                                   | Величина регулируемого (контрольного) параметра для автомобиля |                                              |                                              | Рекомендуемые - сроки проведения работ |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                      |                                                                                                          | ЗИЛ-138А                                                       | ГАЗ-52-27                                    | ГАЗ-53-27                                    |                                        |
|                                      |                                                                                                          | Редуктор низкого давления                                      |                                              |                                              |                                        |
| Первая ступень                       | Давление газа первой ступени при неработающем двигателе и входном давлении, МПа                          | 0,2 <sup>+0,02</sup>                                           | 0,18 <sup>+002</sup>                         | 0,18 <sup>+002</sup>                         |                                        |
|                                      | Ход клапана первой ступени, мм                                                                           | 4 <sup>-0,1</sup>                                              | 4 <sup>-0,1</sup>                            | 4 <sup>-0,1</sup>                            |                                        |
| Вторая ступень                       | Давление газа во второй ступени, Па (мм вод. ст.):<br>при работе двигателя на холостом ходу              | 80 <sup>+20</sup>                                              | 50 <sup>+20</sup>                            | 70 <sup>+20</sup>                            | При ТО-1                               |
|                                      | при работе двигателя на номинальной мощности. Па (мм вод. ст.)                                           | -60 <sup>±20</sup>                                             | -100 <sup>+10</sup>                          | -60 <sup>±20</sup>                           | То же                                  |
|                                      | ход штока клапана второй ступени, мм                                                                     | 6 <sup>±0,2</sup>                                              | 5,5 <sup>±0,2</sup>                          | 6 <sup>±0,2</sup>                            | То же                                  |
| Разгрузочное устройство              | Минимальное давление во впускном трубопроводе                                                            |                                                                |                                              |                                              | При ТР редуктора                       |
|                                      | при начале сжатия пружины, Па (мм рт. ст.)<br>Ход диафрагмы разгрузочного устройства, мм                 | -665<br>(-5)<br>7,5 <sup>+0,2</sup>                            | -665<br>(-5)<br>7,5 <sup>+0,2</sup>          | -665<br>(-5)<br>7,5 <sup>+0,2</sup>          | То же                                  |
| Дозирующее-экономайзерное устройство | Ход штока экономайзера, мм                                                                               | 2,2 <sup>+0,1</sup>                                            | 2,2 <sup>+0,1</sup>                          | 2,2 <sup>+0,1</sup>                          | На стенде при ТР                       |
|                                      | Давление во впускном трубопроводе открытия клапана экономайзера, Па (мм рт. ст.)<br>Диаметр отверстия по | 1064 <sup>-665</sup><br>(-80 <sup>-5</sup> )                   | 1130 <sup>-665</sup><br>(-90 <sup>-5</sup> ) | 1130 <sup>-665</sup><br>(-85 <sup>-5</sup> ) | То же                                  |

|                                                                                   |                                           |                                           |                                           |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|
| стояного сечения, мм:<br>мошностной регули ровки<br>экономической регули<br>ровки | 8 <sup>+0,2</sup><br>10,5 <sup>+0,2</sup> | 4,5 <sup>+0,15</sup><br>8 <sup>+0,2</sup> | 7 <sup>+0,2</sup><br>10,5 <sup>+0,2</sup> | При ТО-2<br>При ТО-2 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|

#### 10.4. Регулировка второй ступени газового редуктора РЗАА

Регулировка второй ступени газового редуктора включает предварительную и окончательную регулировки.

Предварительная регулировка второй ступени газового редуктора заключается в регулировке клапана второй ступени и выполняется в следующей последовательности (см. рис. 5.1):

- 1) открыть вентиль 13;
- 2) проверить давление в первой ступени по манометру 11, оно должно быть в пределах 0,16 - 0/18 МПа, т.е. согласно выбранным значениям обслуживаемого автомобиля (см. табл. 5.1);
- 3) снять крышку-лючок 3 (см. рис. 5.2) с корпуса редуктора 1;
- 4) отвернуть контргайку 4 на регулировочном винте 5 рычага 6 клапана второй ступени;
- 5) вывернуть винт до момента выхода воздуха (газа) из первой ступени через клапан второй ступени (выход газа определяется на слух), а затем постепенно заворачивать регулировочный винт 5 до момента прекращения утечки газа, после прекращения утечки необходимо довернуть винт дополнительно на 1/8 - 1/4 часть оборота и законтрить гайкой 4;
- 6) закрыть вентиль 13 (см. рис. 5.1) и легким нажатием на шток диафрагмы низкого давления клапана второй ступени редуктора выпустить воздух из полости второй ступени редуктора;
- 8) установить металлическую линейку возле штока 12 (см. рис.5.2) и с помощью линейки замерить ход штока (нажимая на конец штока 12 пальцем), результат величины хода штока записать в табл. 5.2 протокола испытаний;
- 9) если значение хода штока соответствует 5-8 мм и более и нет пропуска воздуха из-под клапана второй ступени редуктора, то такую регулировку клапана второй ступени необходимо считать законченной и следует подтянуть контргайку 4 на регулировочном винте 5.

#### Протокол испытаний

"Регулировка и проверка редуктора РЗАА для автомобиля \_\_\_\_\_"

Таблица 5.2. Результаты регулировки газового редуктора РЗАА

| Наименование операций                          | Единица измерения | Значения параметров |
|------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Давление в подводящей магистрали (баллоне)     | МПа               |                     |
| Давление в первой ступени газового редуктора   | МПа               |                     |
| Ход штока во второй ступени газового редуктора | мм                |                     |

|                                               |            |  |
|-----------------------------------------------|------------|--|
| Давление во второй ступени газового редуктора | Па         |  |
| Разрежение в разгрузочном устройстве          | мм рт. ст. |  |

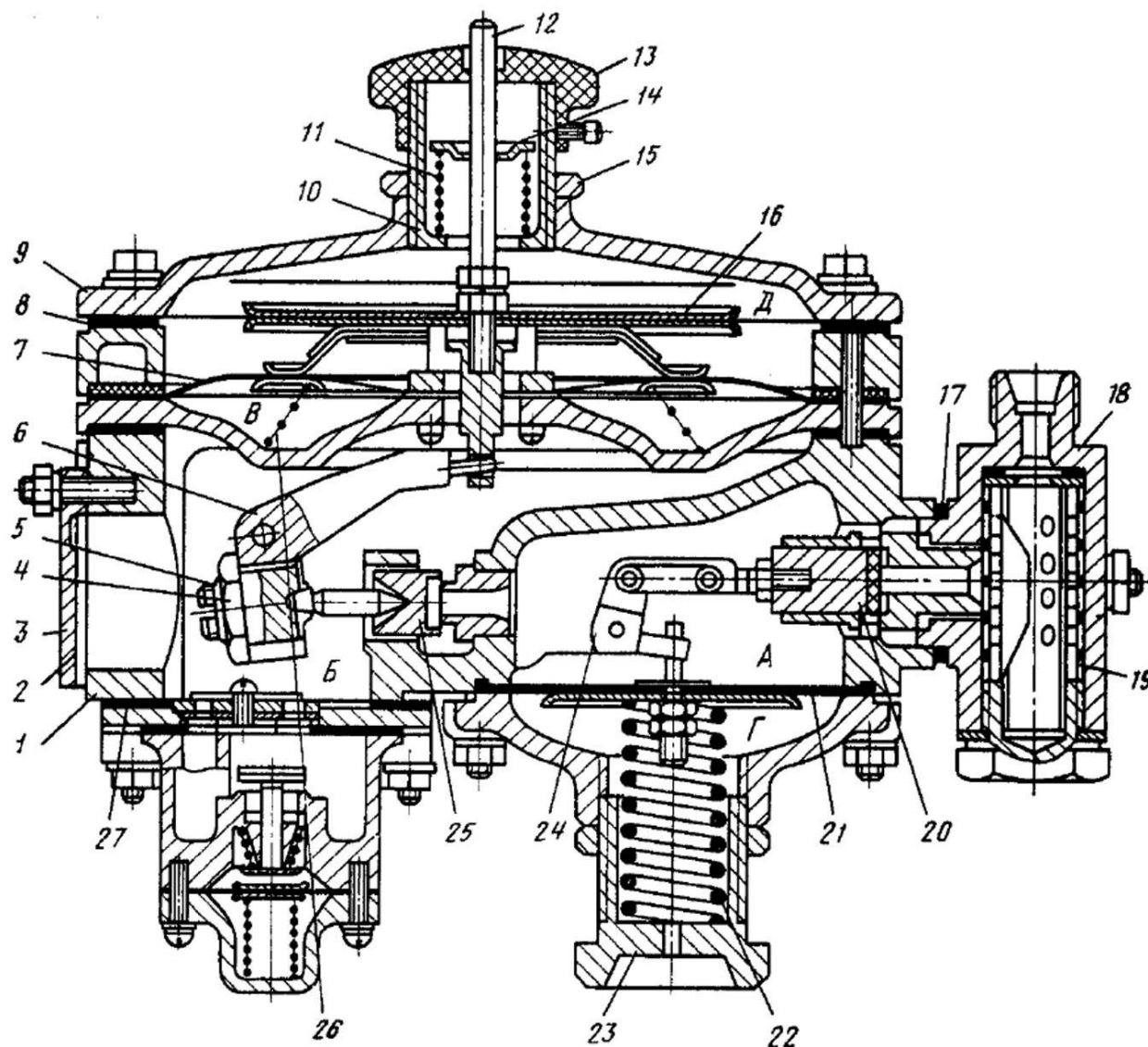


Рис. 10.2. Газовый редуктор низкого давления: А - полость первой ступени; Б - полость второй ступени; В - полость разгрузочного устройства; Г, Д - полости атмосферного давления; 1 - корпус газового редуктора; 2 - прокладка; 3 - крышка; 4 - контргайка регулировочного винта; 5 - регулировочный винт клапана низкого давления; 6 - рычаг диафрагмы низкого давления; 7 - разгрузочная диафрагма; 8 - прокладка разгрузочной диафрагмы; 9 - крышка корпуса верхняя; 10 - седло пружины диафрагмы низкого давления; 11 - пружина диафрагмы низкого давления; 12 - шток диафрагмы низкого давления; 13 - регулировочный ниппель пружины; 14 - шайба упорная пружины; 15 - контргайка седла; 16 - диафрагма низкого давления; 17 - прокладка корпуса фильтра; 18 - фильтр газового редуктора; 19 - сетка фильтра; 20 - клапан высокого давления; 21 - диафрагма высокого давления; 22 - пружина диафрагмы высокого дав-

ления; 23 - регулировочная гайка пружины; 24 - рычаг клапана высокого давления; 25 - клапан низкого давления; 26 - пружина разгрузочного устройства; 27 - прокладка пластины.

Окончательная регулировка второй ступени газового редуктора заключается в регулировке необходимого давления в полости Б (см. рис. 5.2) регулировочным ниппелем 10.

Регулировка давления во второй ступени выполняется в следующей последовательности:

1) установить крышку-лючок 3 на место и к ней подключить водяной пьезометр 9 (см. рис. 5.1);

2) выходной патрубок I экономайзерного устройства (см. рис.3.4) необходимо закрыть резиновой пробкой  $\varnothing 20$ , открыть вентиль 13, включить вакуумный насос РВН-20 для создания разрежения от 0,67 до 74 кПа (5 - 550 мм рт. ст.);

3) насосом РВН-20 первоначально создать разрежение в полости разгрузочного устройства 0,67 кПа и установленную величину разрежения записать в табл. 5.2;

4) ниппелем 10 (см. рис. 5.2) установить давление на пьезометре 9 (см. рис. 5.1) давление 50-80 Па (5-8 мм вод. ст.) путем его ввертывания или вывертывания. Полученное значение давления во второй ступени газового редуктора записать в табл. 5.2 протокола испытаний:

5) после выполнения регулировки давления во второй ступени редуктора необходимо выключить насос РВН-20 (см. рис. 5.1). Отсоединить шланг, приходящий от магистрали насоса РВН-20 к разгрузочному устройству редуктора, вентиль 13 при этом должен быть открыт, а пьезометр должен оставаться подключенным к крышке люка второй ступени, что позволит следить за изменением давления в полости второй ступени. Если давление водяного столба по пьезометру не изменяется и соответственно равно нулю, то редуктор считается отрегулированным. Если давление водяного столба начинает постепенно на пьезометре возрастать, то неисправность в редукторе следует искать в клапанах первой и второй ступеней.

После выполненной регулировки второй ступени необходимо вынуть резиновую пробку из патрубка экономайзера, а на патрубок надеть шланг, приходящий от смесительной камеры карбюратора-смесителя, т.е. соединить редуктор с карбюратором-смесителем через газовый ротаметр 7.

## **10.5. Испытание газового редуктора РЗАА**

Отрегулированный редуктор следует испытать на безмоторном стенде по расходу газа с целью определения его работы при различных положениях открытия дроссельных заслонок карбюратора-смесителя.

Для этого необходимо:

- 1) проверить подсоединение всех трубопроводов к редуктору согласно рис. 5.1;
- 2) открыть кран 13, включить насос РВН-20, создать максимальное разрежение во впускном коллекторе 74 кПа (550 мм рт. ст.), см. по прибору вакуумметру 10, включить насос 3 (см. рис. 5.1) УВН-49, закрыть дроссельную заслонку карбюратора-смесителя;
- 3) открывая дроссельную заслонку через  $10^\circ$ , необходимо снимать одновременно показания счетчиков расхода воздуха и расхода газа. Расход воздуха определяется по прибору указателя трубы Вентури (кг/ч), а расход газа определяется по ротаметру РС-5 в делениях от 0 до 100, затем согласно графику (рис. 5.3) необходимо полученные данные шкалы деления ротаметра привести к единицам измерения  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

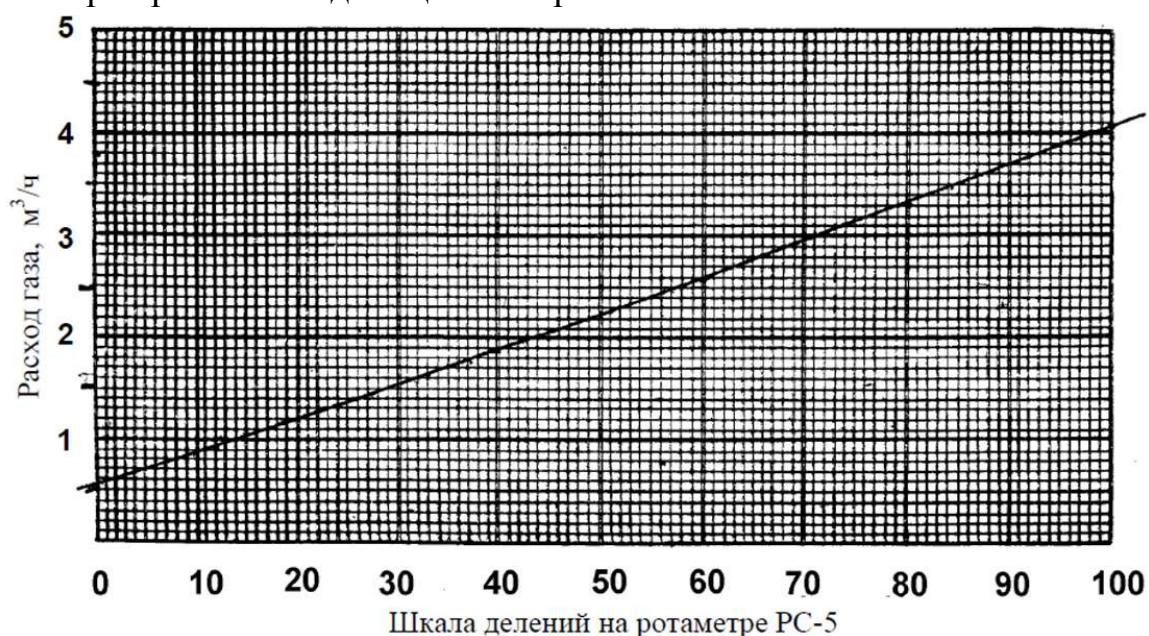


Рис. 5.3. График градуировки определения величины расхода воздуха (газа) на ротаметре РС-5

Время проведения каждого замера необходимо выполнять по два раза, т.е. все замеры выполняются первоначально от  $0$  до  $70^\circ$  открытия дроссельных заслонок карбюратора-смесителя, а затем повторно выполняются от  $70$  до  $0^\circ$  (углы открытия дроссельных заслонок определяются в градусах по транспортиру, используемому для замера, он установлен на оси дроссельных заслонок карбюратора-смесителя).

Полученные данные заносятся в табл. 5.3 и 5.4 протокола испытаний, затем эти значения приводятся к усредненным значениям измерения.

Результаты усредненных значений расхода газа и воздуха необходимо привести к единым единицам измерения, т.е. оба значения должны быть в м<sup>3</sup>/ч или кг/ч (прил. Д);

4) повторить пункт 3 измерения расхода газа и воздуха с изменением разрежения в разгрузочном и экономайзерном устройствах редуктора.

Первоначально для снятия замеров необходимо установить вентилем-регулятором 14 (см. рис. 5.1) минимальное разрежение в разгрузочном и экономайзерном устройствах по вакуумметру 10, 0,67 кПа (5мм рт. ст.). Полученные значения записать в табл. 5.3.

Этот же замер испытаний повторить при установке максимального разрежения 74 кПа (550 мм рт. ст.) и результат занести в табл. 5.4.

Таблица 5.3. Результаты испытания газового редуктора РЗАА при минимальном разрежении во впускном коллекторе (вариант 1)

| Наименование значений                                           | Ед. измер.        | Угол открытия дроссельных заслонок карбюратора. град. |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|                                                                 |                   | 0                                                     | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| Расход воздуха по прибору Вентури в прямом и обратном значениях | кг/ч              |                                                       |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                                 |                   |                                                       |    |    |    |    |    |    |    |
| Усредненные значения расхода воздуха                            | кг/ч              |                                                       |    |    |    |    |    |    |    |
| Приведения значений расхода воздуха к единым единицам измерения | м <sup>3</sup> /ч |                                                       |    |    |    |    |    |    |    |
| Расход газа по ротаметру РС-5 в прямом и обратном значениях     | м <sup>3</sup> /ч |                                                       |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                                 |                   |                                                       |    |    |    |    |    |    |    |
| Усредненные значения расхода газа                               | м <sup>3</sup> /ч |                                                       |    |    |    |    |    |    |    |

Таблица 10.4. Результаты испытания газового редуктора РЗАА при максимальном разрежении во впускном коллекторе (вариант 2)

| Наименование значений               | Ед. измер. | Угол открытия дроссельных заслонок карбюратора, град. |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|                                     |            | 0                                                     | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| Расход воздуха по прибору Вентури в | кг/ч       |                                                       |    |    |    |    |    |    |    |

|                                                                 |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| прямом и обратном значениях                                     |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Усредненные значения расхода воздуха                            | кг/ч              |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Приведения значений расхода воздуха к единым единицам измерения | м <sup>3</sup> /ч |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Расход газа по ротаметру РС-5 в прямом и обратных значениях     | м <sup>3</sup> /ч |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                 |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Усредненные значения расхода газа                               | м <sup>3</sup> /ч |  |  |  |  |  |  |  |  |

Снятые замеры необходимо привести к усреднению значений и определить расходы газа и воздуха. По полученным усредненным значениям в табл. 5.3, 5.4 расхода газа  $V_z$  необходимо сделать выводы работы экономайзерного устройства при различных значениях разрежения, созданного насосом РВН-20 (имитирующего разрежения во впускном коллекторе двигателя)  $\Delta P_{\text{кmin}}$  и  $\Delta P_{\text{кmin}}$ ;

5) полученные измерения (см. табл. 5.3, 5.4) привести к нормальным стандартным условиям по формуле:

$$V_{H1} = \frac{V_1 B_0}{760} \times \frac{293}{273 + t_B}$$

где  $B_0$  - барометрическое атмосферное давление, мм рт. ст.;

$t_B$  - температура окружающей среды, °С ;

$V_1$  - расход воздуха или газа, м<sup>3</sup> /ч.

Приведенные значения к нормальным стандартным условиям занести в табл. 5.5 п 5.6 протокола испытаний для определения коэффициента избытка воздуха, а также по полученным значениям для обоих снятых показаний расхода газа построить на графике зависимости  $V_{\Gamma} = f(\varphi)$ , где  $f(\varphi)$  - угол поворота дроссельных заслонок карбюратора-смесителя.

Таблица 10.5. Приведение полученных результатов к нормальным стандартным условиям (вариант 1) и расчет значения коэффициента  $\alpha$

| Наименование значений | Единица измерен<br>ия | Угол открытия дроссельных заслонок карбюратора-смесителя, град. |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|                       |                       | 0                                                               | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |



|                                      |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Расход воздуха                       | м <sup>3</sup> /ч |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Расход газа                          | м <sup>3</sup> /ч |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Коэффициент избытка воздуха $\alpha$ |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 5.6. Приведение полученных результатов к нормальным стандартным условиям (вариант 2) и расчет значения коэффициента  $\alpha$

| Наименование значений                | Единица измерения | Угол открытия дроссельных заслонок карбюратора-смесителя, град. |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|                                      |                   | 0                                                               | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| Расход воздуха                       | м <sup>3</sup> /ч |                                                                 |    |    |    |    |    |    |    |
| Расход газа                          | м <sup>3</sup> /ч |                                                                 |    |    |    |    |    |    |    |
| Коэффициент избытка воздуха $\alpha$ |                   |                                                                 |    |    |    |    |    |    |    |

### 10.6. Определение коэффициента избытка воздуха

Практика эксплуатации двигателей, работающих на сжиженном нефтяном газе, показывает, что состав газовой смеси и, следовательно, коэффициент избытка воздуха для элементарного смесителя, не снабженного какими-либо корректирующими приспособлениями, будет непрерывно меняться по мере изменения расхода газовой смеси, т.е. с изменением разрежения в диффузоре газового смесителя.

Так, если известен расход газа и воздуха, а также теоретическое, необходимое количество воздуха для сгорания газа (например, пропана), то коэффициент избытка воздуха можно определить по формуле

$$\alpha = \frac{V_B}{V_{\Gamma} \times L_0}$$

где  $V_B$ -часовой расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч;  $V_{\Gamma}$  - часовой расход газа м<sup>3</sup> /ч;  $L_0$  - теоретически необходимое для сгорания 1м<sup>3</sup> газа (пропана) количество воздуха, т.е. м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (прил. Е).

В расчетах коэффициента избытка воздуха необходимо учитывать поправку, т.к. вместо поступающего сжиженного газа в карбюратор-смеситель поступает воздух из компрессора, а плотности сжиженного газа и воздуха различны. Значения плотностей определяются из табл. Д1 прил. Д.

При расчете коэффициента избытка воздуха преподаватель определяет студенту процентный состав содержания газа пропана + бутана для каждой выполняемой практической работы. Значения плотностей указанных газов выбираются из табл. прил. Е.

По результатам расчетных значений в протоколе испытаний табл. 5.5 и 5.6 необходимо построить графики функций  $V_{гф} = f(V_B)$  и  $\alpha = f(\varphi)$ .

Защита отчета о выполненной практической работе осуществляется в день ее выполнения и заключается в доказательстве достоверности полученных результатов, в объективности оценки технического состояния газового редуктора и целесообразности выполнения предлагаемых мероприятий по поддержанию его в технически исправном состоянии.

При защите отчета по выполненной практической работе студенты должны быть готовы ответить на следующие вопросы:

- 1) назначение вакуум-разгрузателя;
- 2) как выполняется регулировка диафрагмы атмосферного давления редуктора;
- 3) как регулируется клапан первой ступени в редукторе РЗАА;
- 4) как регулируется вторая ступень редуктора;
- 5) объяснить устройство и работу безмоторной установки;
- 6) в чем заключается проверка редуктора на пропускную способность расхода газа (воздуха);
- 7) объяснить работу газового редуктора РЗАА на различных режимах;
- 8) объяснить расход газа при различных параметрах изменения разрежения во впускном коллекторе, от чего это зависит;
- 9) как рассчитать значения коэффициента избытка воздуха;
- 10) какое необходимое количество воздуха требуется для сгорания 1 м<sup>3</sup> пропана;
- 11) в каких пределах достигается полное сгорание топлива (газа) в смеси с воздухом, как будет гореть топливо, если кислорода будет недостаточно.

Если полнота ответа студента на указанные вопросы по выполненной практической работе составит менее 60 %, работа не аттестуется.

## **Тема 4: «Организация переоборудования транспортных средств в газобаллонные»**

### **Практическая работа № 11**

#### **Тема занятия: «Организация переоборудования автомобилей в газобаллонные»**

**Цель работы:** - практически закрепить лекционный материал по регулированию и испытанию газового редуктора на безмоторном стенде.

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 АТП или предприятиях 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 сжиженным нефтяном газе (СНГ) или сжатом природном газе (СПГ).

Газобаллонная аппаратура, должна быть комплектная. Следует убедиться также в исправности газового оборудования, отсутствия повреждений его отдельных элементов.

В организациях, осуществляющих монтаж газобаллонной аппаратуры, работают, как правило, официально аттестованные специалисты. Они же располагают и необходимой для проведения работ производственной базой, соответствующим технологическим оборудованием.

Выдаваемый ими документ о проведенных работах должен представить в Компанию по эксплуатации АГЗС для регистрации и переосвидетельствования в дальнейшем газового баллона на специализированном пункте.

Прежде чем установить газовое оборудование, владелец "ВАЗ", "АЗЛК", "ГАЗ", «УзДЭУавто» или иномарки должен заняться мойкой своего автомобиля. Затем, отключив аккумуляторную батарею, слить охлаждающую жидкость из охлаждающей системы двигателя и снять запасное колесо. Далее можно приступить непосредственно к установке газового баллона в багажном отделении автомобиля. Два отверстия диаметром 9 мм просверливают в задней части пола багажника для закрепления двух стальных полос длиной 600...1000 мм в зависимости от наружного диаметра баллона.

Перед установкой на газовом баллоне крепят блок арматуры с соединением через прокладку.

Газовый баллон устанавливают вдоль задней спинки сиденья. Совместив отверстия двух стальных полос с отверстиями в полу багажного отделения, блок арматуры баллона поворачивают на 60° относительно вертикальной плоскости и закрепляют болтами М8х110 с плоскими и пружинными шайбами и гайками для исключения проворачивания и продольного перемещения. Под стальные полосы подкладывают резиновые прокладки. Минимальное расстояние между нижней частью баллона и днищем багажника должно быть не менее 10 мм, в которое устанавливается резиновый уплотнитель.

Справа от закрепленного баллона просверливают два отверстия в полу багажника для монтажа двух вентиляционных рукавов, в один из которых пропускается дополнительный газопровод с выносным заправочным устройством (заправочное устройство может находиться и на блоке арматуры), а в другой закладывается магистральный газопровод из медной трубки длиной 3000 мм с наружным диаметром 6 или 8 мм. Длину газопровода можно уточнить измерением расстояния от баллона до электромагнитного газового клапана. Он прокладывается по правой стороне автомобиля под днищем салона с вводом в моторное отделение. Необходимо проследить, чтобы газопровод не проходил в нагреваемых и других местах, подверженных внешним воздействиям.

Газопровод перед установкой следует защитить резиновым шлангом, а места, где газопровод проходит через перегородки и пороги, закрепить зажимными скобами на самонарезающихся винтах. Фиксирующие скобы, прикрепляемые самонарезающимися винтами, следует устанавливать через каждые 800 мм.

На штуцер расходного вентиля газового баллона навертывают накидную гайку с ниппелем магистрального газопровода и плотно затягивают ее.

В моторном отделении на щите передней стенки салона просверливают отверстия диаметром 8 мм для закрепления кронштейна электромагнитного газового клапана с фильтром. Этот клапан должен быть расположен в вертикальном положении с магнитным элементом, направленным вверх, и камерой фильтрации – вниз. Устанавливать клапан вблизи источников тепла не рекомендуется, поскольку при перегреве соленоид теряет магнитную силу, необходимую для открытия движущегося клапана.

При монтаже магистрального газопровода от баллона должен быть предусмотрен навив на нем компенсационного кольца (виток трубы диаметром 80 мм). На конец компенсационного кольца-змеевика надевают накидную гайку и ниппель, присоединяют их к штуцеру клапана (направление ввода газа показано стрелкой на корпусе клапана) и плотно затягивают.

Редуктор должен быть расположен как можно ближе к карбюратору, а не на брызговике, воспринимающем вибрацию автомобиля, и жестко зафиксирован на специально изготовленном кронштейне моторного отсека в вертикальном положении. Из-за неудачно выбранного места и плоскости расположения редуктора на его чувствительную тонкую диафрагму второй ступени могут оказывать заметное влияние силы инерции при ускорениях, торможении и колебании брызговика (если его установить на брызговик).

Соединение редуктора с трубопроводами циркуляции охлаждающей жидкости производится дюритовым шлангом, соединяющим отопитель салона с рубашкой охлаждения цилиндра двигателя. Для установки тройника следует разрезать этот шланг и между разрезанными частями шланга закрепить тройник. Свободный боковой патрубок тройника соединяют со шлангом, подающим теплоноситель в нижний патрубок редуктора. Другой патрубок отопителя, соединенный шлангом с патрубком водяного насоса, также разрезают, и концы шлангов соединяют с тройником. Боковой патрубок тройника шлангом соединяют с верхним отводящим теплоноситель патрубком редуктора.

Для отключения отопителя в летнее время в дюритовый шланг, соединяющий отопитель салона с рубашкой цилиндра двигателя, устанавливают дополнительный кран перекрытия отопителя салона.

Установка газосмесительных элементов включает в себя следующие монтажные операции:

- снятие воздухоочистителя с карбюратора;
- отсоединение от карбюратора тяг привода воздушной и дроссельной заслонок, трубки вакуумного регулятора угла опережения зажигания и бензопровода от фильтра тонкой очистки бензина;
- снятие карбюратора с двигателя;

- установку карбюратора с расположенным в нем газосмесительным устройством – проставкой, штуцерами и т.д.

Может случиться, что после установки на автомобиль газобаллонной аппаратуры расход газа превысит норму. Двигатель резко теряет свои динамические качества. Вероятно, это связано с неправильным подбором размера смесителя.

После монтажа газосмесительных элементов приступают к установке электромагнитного клапана бензиновой системы питания в вертикальном положении с электромагнитной частью, направленной вверх; подключение шлангов бензопроводов должно соответствовать стрелке на корпусе клапана, а сами соединения шлангов на штуцерах должны обжиматься хомутами. Шланг от редуктора к смесителю должен быть как можно более коротким по длине. Затем подсоединяют к карбюратору-смесителю тяги проводов воздушной и дроссельной заслонок и трубку вакуумного регулятора угла опережения зажигания и устанавливают воздухоочиститель на двигатель.

Переключатель вида топлива, управляющий электромагнитными клапанами, устанавливается и крепится в нижней части панели приборов на хорошо обозреваемом и легко доступном месте, запитывается от замка зажигания через предохранитель и соединяется проводами по основному пучку проводов с электромагнитными клапанами.

Далее производится монтаж газопроводов высокого и низкого давления, дюритовых шлангов подвода и отвода теплоносителя, резиновых шлангов от дозирующего устройства газового редуктора к карбюратору-смесителю, от разгрузочного устройства редуктора к патрубку впускного коллектора двигателя.

После переоборудования автомобиля для работы на сжиженном нефтяном газе автомобиль дозаправляют охлаждающей жидкостью, подключают аккумуляторную батарею и на АГЗС заправляют пропан-бутаном.

После этого газобаллонное оборудование подвергается испытанию на герметичность. Открыв включением зажигания газовый электромагнитный клапан (переключатель вида топлива находится в положении "Газ"), осуществляют проверку герметичности при открытом расходном вентиле на баллоне омыливанием водным раствором хозяйственного мыла (при отрицательных температурах в него добавляют поваренную соль) блока запорно-предохранительной арматуры, места крепления газопроводов блока к газовому фильтру и от газового фильтра к редуктору-испарителю. После устранения негерметичности соединений вплоть до самой, казалось бы, незначительной (характеризуемой появлением мелких пузырьков) проверку герметичности системы повторяют вновь. Негерметичность устраняют путем подтягивания резьбовых соединений или замены деталей уплотнения при закрытом расходном вентиле на блоке запорно-предохранительной арматуры баллона.

## **Тема 4: «Организация переоборудования транспортных средств в газобаллонные»**

### **Практическая работа № 12**

#### **Тема занятия: «Газобаллонный автомобиль на сжатом природном газе»**

**Цель работы:** - практически закрепить лекционный материал по регулированию и испытанию газового редуктора на безмоторном стенде.

Сжатый природный газ (СПГ) имеет ряд преимуществ перед сжиженным нефтяным газом (СНГ)

Сжиженный нефтяной газ (СНГ) тяжелее воздуха в 1.5...2 раза и при утечке может скапливаться в помещениях, образуя с воздухом взрывоопасную смесь.

Сжатый природный газ (СПГ) легче воздуха в 1.6 раза и при утечках моментально улетучивается, не создавая взрывоопасной смеси.

Нижний предел воспламенения СПГ – 5 %, в то время как у сжиженного газа он составляет: у пропана – 2.4 %, у бутана – 1.8 %.

Таким образом, СПГ менее взрывоопасен. Для создания условий взрыва, его должно накопиться в 2.5 раза больше, чем СНГ.

Приняты соответствующие конструктивные меры безопасности на случай пожара. Предусмотрена новая конструкция баллонов, в которых хранится СПГ. Эти баллоны более прочные. Они не взрываются, поскольку содержат разрывную предохранительную мембрану (по температуре).

При работе на СПГ не нужно сливать периодически из редуктора маслянистый конденсат, имеющий крайне неприятный запах. Конденсат здесь просто не образуется или мало образуется.

В выбросах отработавших газов доля *СО* ниже, чем в выбросах СНГ, а содержание *СН* и того меньше – на 25 %. Большую часть выбросов составляют безвредные водяные пары.

Научно-производственная фирма САГА и Пермское авиационное объединение "ИНКАР" разработали, внедрили в производство и уже наладили выпуск автомобильной газовой топливной системы "САГА-7" на СПГ для установки на любые модели легковых автомобилей отечественного и иностранного производства.

В зависимости от марки автомобиля, геометрических и весовых характеристик баллонов на автомобиль могут устанавливаться 1-2-3 баллона. Каждый баллон представляет металлический корпус, покрытый армирующим слоем из стеклопластика, что повышает прочность и уменьшает вес. Внутренняя поверхность имеет покрытие для защиты от коррозии. Баллоны крепятся с помощью кронштейнов и хомутов, предохраняющих их от перемещения и повреждений.

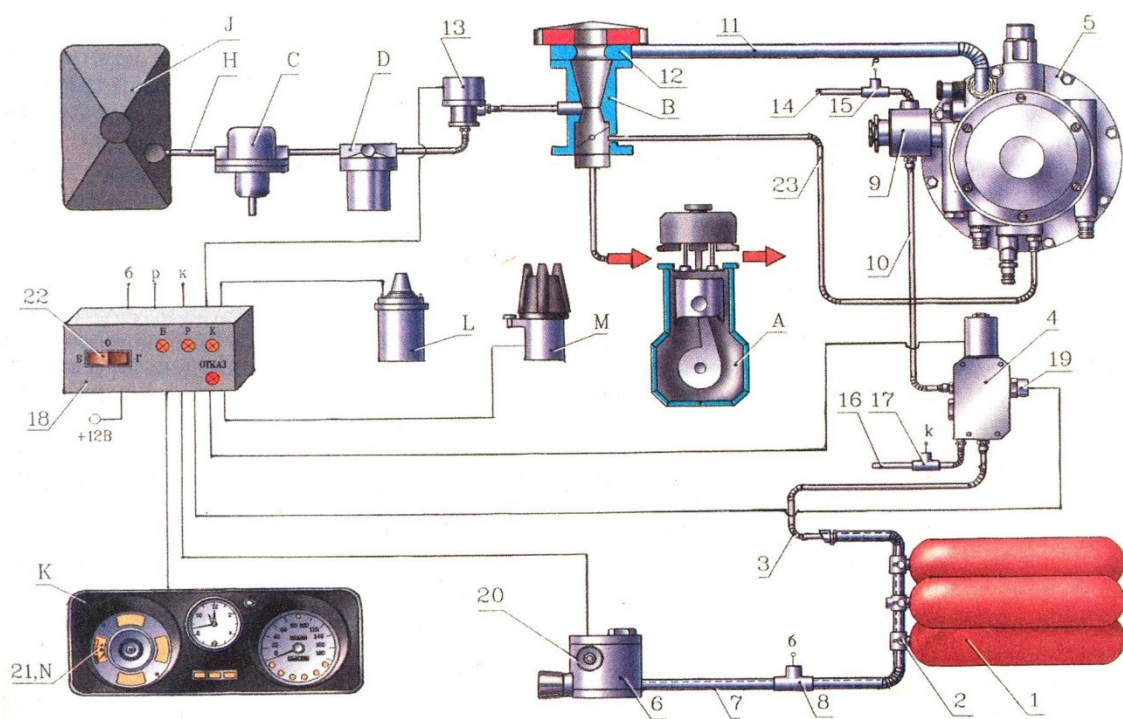


Рис. 3.1. Принципиальная схема газобаллонного оборудования системы "САГА-7": 1 – баллоны; 2 – вентиль баллона; 3, 10 – трубопровод высокого давления; 4 – газовый электромагнитный клапан; 5 – двухступенчатый редуктор-прогреватель низкого давления; 6 – заправочное устройство; 7 – дренажный гофрированный шланг; 8, 15, 17 – датчики протечки газа; 9 – редуктор высокого давления; 11 – рукав низкого давления; 12 – газовый смеситель; 13 – бензиновый электромагнитный клапан; 14 – дренажный шланг редуктора высокого давления; 16 – дренажный шланг газового электромагнитного клапана; 18 – электронное устройство; 19 – датчик давления газа; 20 – датчик блокировки запуска двигателя; 21 – указатель уровня бензина в баке и давления (количества) газа в баллонах; 22 – трехпозиционный переключатель вида топлива "бензин-0-газ"; 23 – вакуумный шланг; А – двигатель; В – карбюратор; С – бензонасос; D – фильтр; H – бензопровод; J – бензобак; K – приборный щиток автомобиля; L – катушка зажигания; M – датчик-распределитель зажигания; N – указатель уровня топлива.

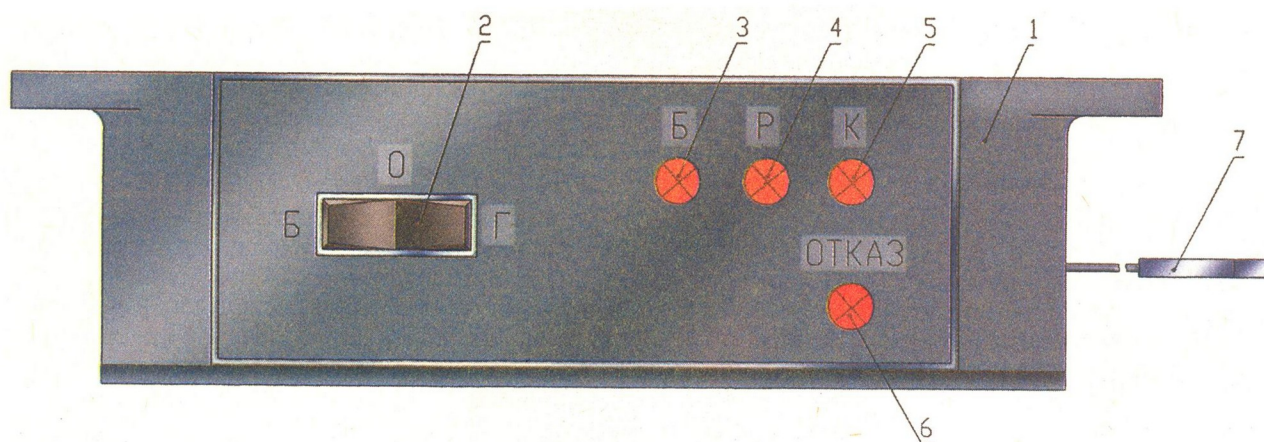


Рис. 3.2. Электронное устройство системы "САГА-7": 1 – корпус; 2 – переключатель вида топлива; 3 – светодиод сигнализации о появлении газа в дренажном гофрированном шланге багажного отделения; 4 – светодиод сигнализации о появлении



газа в дренажном шланге редуктора высокого давления; 5 – светодиод сигнализации о появлении газа в дренажном шланге газового электромагнитного клапана; 6 – светодиод автоматического встроенного контроля исправности электронного устройства; 7 – электрические разъемы.

Запас газа в баллонах рассчитан на протяженность пути около 250 км.

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

Баллоны заправляют одновременно через заправочное устройство 6, в котором имеются аналогичные дренажные каналы для отвода газа в случае его утечки. В корпусе заправочного устройства размещены фильтр на 20 МПа, заправочный вентиль и устройство блокировки запуска двигателя 20, если заправочный шланг автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС) не отсоединен от заправочного устройства системы.

Баллоны соединены между собой трубопроводами высокого давления, переходящими в газовую магистраль 3. Трубопроводы выполнены из нержавеющей стали с развальцовкой. Их наружный диаметр – 6 мм, внутренний – 4 мм. Трубопроводы рассчитаны на рабочее давление 20 МПа.

На автомобиле установлен двухступенчатый редуктор-подогреватель низкого давления (РНД) 5 из комплекта "САГА-6", применяемый на газобаллонных автомобилях при использовании СНГ. Для работы двигателя на сжатом газе устанавливается редуктор высокого давления (РВД) 9. Он понижает давление с 20 МПа до 0.5...1.2 МПа. Отличается высокой надежностью и малыми размерами. Изготавливается из латуни. Обогрев РВД осуществляется путем теплопередачи от РНД. Входной штуцер РВД снабжен фильтром на 20 МПа, а на корпусе редуктора размещен датчик 15 (фиксирующий утечку газа) со штуцером для подключения дренажного гибкого шланга 14, по которому газ в случае утечки выводится за пределы автомобиля.

Газобаллонная установка снабжена газовым трубопроводом (шлангом) 11 и газовым смесителем 12 типа поставки, закрепленной на карбюраторе В и предназначенной для приготовления газозооушной смеси, подача которой осуществляется всасыванием двигателем А.

Бензиновая система питания при установке СПГ содержит традиционные элементы: карбюратор, бензиновый электромагнитный клапан 13, фильтр тонкой очистки Д, бензонасос С, бензопровод Н и бензобак Ж.

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

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

Принципиальное отличие газобаллонной установки рассматриваемой конструкции связано с наличием электронного устройства **18**, включающего в себя корректор угла опережения зажигания. Он позволяет мгновенно перейти с бензина на газ. При низких оборотах коленчатого вала угол зажигания для газа увеличивается, что повышает крутящий момент двигателя, при высоких – снижает.

Автоматическая электронная установка – блок обработки сигналов, поступающих от датчиков импульсов, обеспечивает:

- звуковую и световую сигнализацию в салоне водителя об утечке газа и о том, где именно произошла утечка – в багажном отделении, редукторе высокого давления или в электромагнитном газовом клапане;
- сопряжение датчика давления газа в баллонах с указателем уровня бензина приборного щитка автомобиля;
- выключение электромагнитного газового клапана при остановке двигателя;
- блокировку запуска двигателя, если заправочный шланг АГНКС не отключен от заправочного устройства системы;
- переключение видов топлива;
- автоматический встроенный контрольный орган исправности электронного устройства.

При работе газобаллонной установки сжатый природный газ из баллонов **1** высокого давления через вентили **2** по магистральному трубопроводу **3** поступает в ЭМК **4** с фильтром. Здесь газ очищается от механических примесей и поступает в прогретый теплоносителем РВД **9**, где давление газа понижается до  $0.5...1.2 \text{ МПа}$ . Далее вся работа газобаллонной установки идет по традиционной схеме, как и для сжиженного газа.

Примером успешной работы системы "САГА-7" может служить ее эксплуатация на 32-м автокомбинате Москвы. Здесь уже больше года пятьдесят "Газелей", оборудованных системой "САГА-7", обслуживают детские учреждения и больницы. Ежедневный пробег каждой из них составляет 180...200 км.

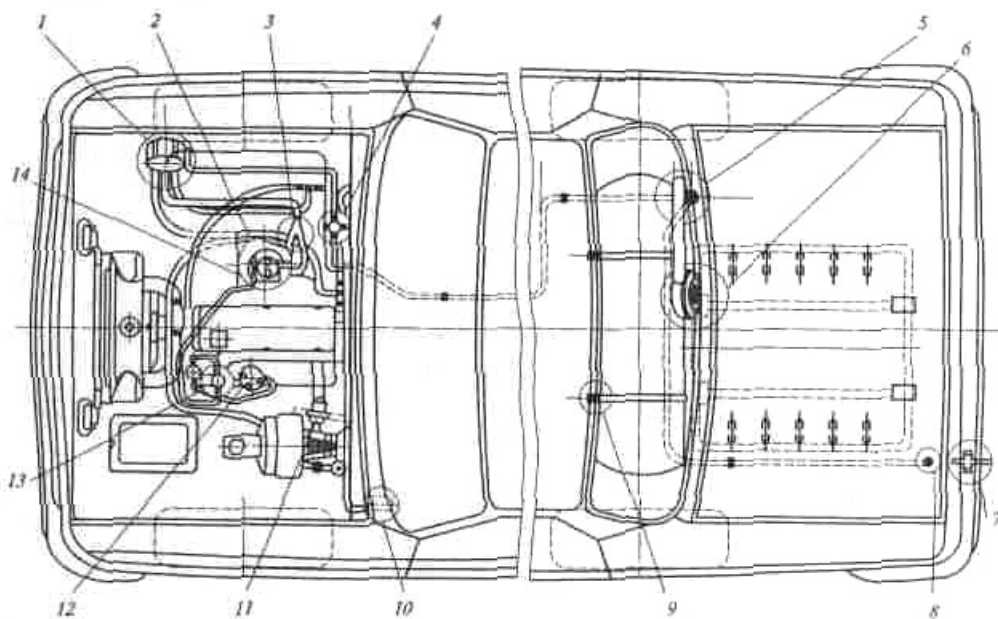


Рис. 3.3. Монтажный чертеж расположения газобаллонной аппаратуры ЗАО «Автосистема» на автомобиле ГАЗ-3110: 1 – РНД; 2 – смеситель; 3 – тройник; 4 – ЭМК; 5 – вентиляционное отверстие; 6 – мультиклапан; 7 – заправочное устройство; 8 – заправочный трубопровод; 9 – крепление баллона; 10 – переключатель «Газ»-«Бензин»; 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. 3.3). 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 СНГ – 1.6 МПа, для СПГ – 19.8 МПа. Опрессовка ГБО, работающего на СПГ, может выполняться на АГНКС газом. Для регулировки газотопливной аппаратуры (СПГ) и двигателя необходимо иметь двухкомпонентные газоанализаторы, специализированные стенды или манометры.

## **Тема 5: «Технологический процесс переоборудования транспортных средств в газобаллонные»**

### **Практическая работа № 13**

#### **Тема занятия: «Технологический процесс установки ГБО на автомобили»**

**Цель работы:** - практически закрепить лекционный материал по установке газобаллонного оборудования на автомобиль.

Технологический процесс установки ГБО включает в себя следующие основные этапы: подготовку комплекта ГБО и автомобиля к монтажу, непосредственно монтаж оборудования на автомобиль, испытания газотопливной системы питания на герметичность и прочность соединений (гидравлическая опрессовка) 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 АТС 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 СНГ одновременно устанавливается колпак системы вентиляции. Рекомендуется накачать баллон СНГ воздухом до рабочего давления 1.6 МПа.

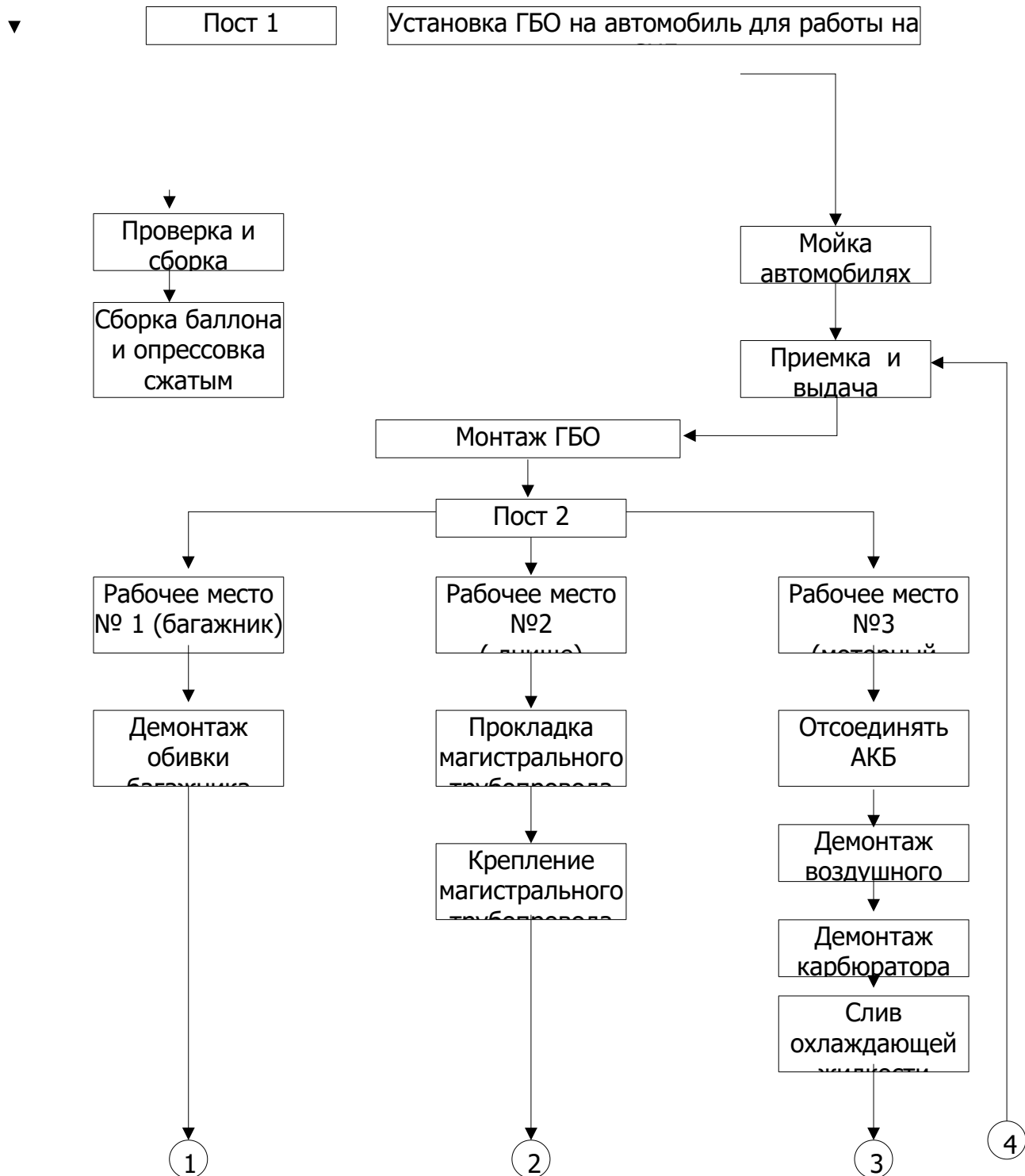
Ввертывание переходников и вентиля в баллоны СПГ выполняют на специальном приспособлении для фиксации баллона.

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

Трубопроводы из цветных металлов для СНГ 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.

**Монтажоборудования.** 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 выполняют работы по установке баллонов. Они крепятся на специальных кронштейнах. У грузовых автомобилей баллоны сверлят отверстия под монтаж ложементов. Установка газового клапана обычно располагается на раме, у автобусов – баллоны для СПГ на крыше в специальной cassette, для СНГ – под кузовом. Баллоны легковых автомобилей крепятся в багажнике (рис. 3.4).

Для закрепления баллонов выполняются подготовительные работы. В легковых автомобилях предварительно демонтируется обшивка багажника и, крепление баллона обшивке над отверстием вентиляционного отверстия (рис. 3.4) и установка редуктора к системе охлаждения.

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. 3.6). Края отверстий покрывают антикоррозионным составом. Для установки баллонов СПГ на грузовые автомобили демонтируется кузов.

Для автобусов СПГ внутри салона демонтируется часть обшивки потолка, и к лонжеронам привариваются косынки с отверстиями, в которые будут вворачиваться затем болты крепления cassette. 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.

Монтаж обшивки ба



совка рабочим давлением, про

ие редуктора со смесителем

Выпуск воздуха

подключение переключателя, подключение электр. питания клапанов

Рис. 3.4. Расположение баллонов СПГ с арматурой в багажнике: 1 – баллон; 2 – хомут; 3 – заправочное устройство; 4 и 5 – баллонные вентили.

Запуск двигателя на бензине

Заправка газом и регулировка

Оформление документации

Монтаж демонтированных деталей



– самонарезающиеся винты; 13 – пол багажника; 14 – отверстия в полу багажника; 15 – хомут.

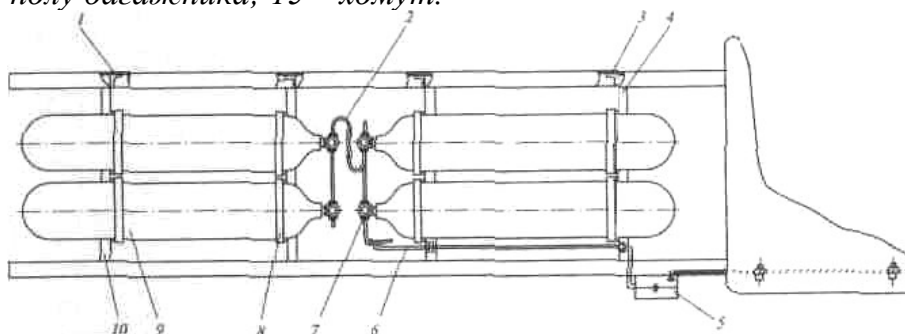


Рис. 3.8. Расположение баллонов СПГ на раме автомобиля ГАЗ-3302 («Газель»): 1 и 3 – крепление поперечины; 2 – трубка соединительная между баллонами; 4 и 10 – поперечины для крепления баллонов; 5 – заправочный узел; 6 – наполнительная трубка; 7 – баллонный вентиль; 8 – хомут; 9 – баллон.

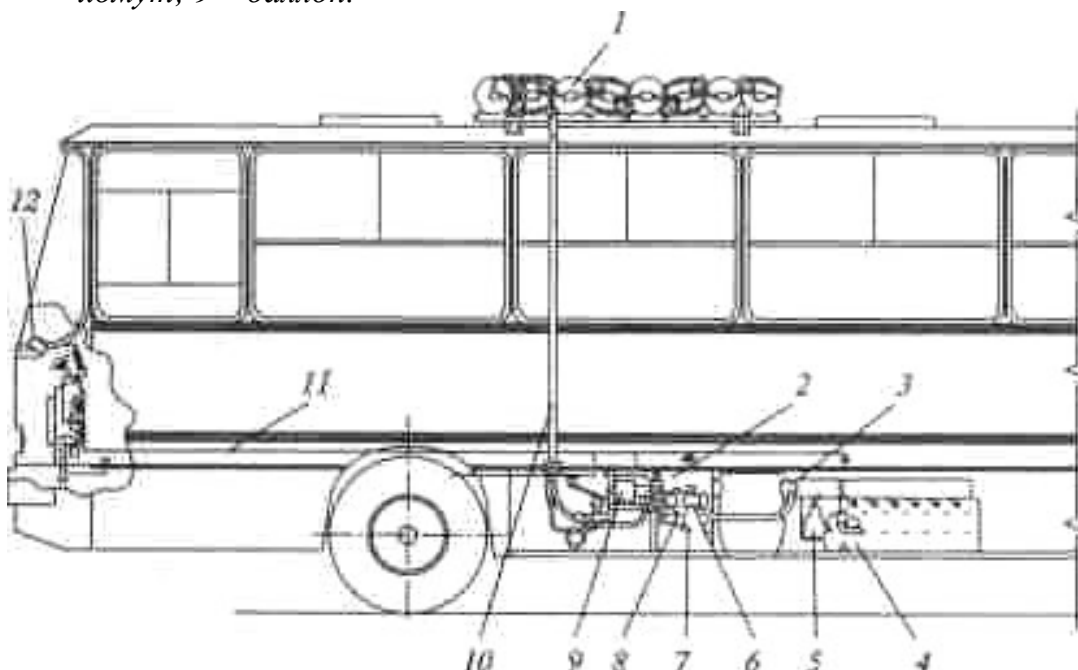


Рис. 3.9. Общая компоновка газодизельной аппаратуры на автобусе «Икарус-260 (280)»: 1 – кассета из восьми баллонов; 2 – РВД; 3 – смеситель газа; 4 – механизм установки запальной дозы; 5 – ТНВД; 6 – РНД; 7 – тяга привода подачи газа; 8 – электромагнитный газовый клапан; 9 – подогреватель газа; 10 – труба защитная для газового трубопровода; 11 – электропроводка; 12 – щиток приборов ГБА в кабине водителя.

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 СНГ располагается так, чтобы наклон горловины соответствовал чертежам инструкции (рис. 3.8). В противном случае может быть



затруднен доступ к мультиклапану, и количество заправляемого топлива не будет соответствовать норме.

Баллоны СПГ крепятся так, чтобы входные отверстия вентиля были развернуты навстречу подводимым трубопроводам (рис. 3.5).

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

У автобусов устанавливается защитный кожух на кассету с баллонами.

На рис. 3.9 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. 3.10), а затем заправочного устройства.

На легковых автомобилях прокладку трубопроводов начинают с протаскивания магистральной трубки по днищу (рис. 3.11). 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 через вентиляционные отверстия концы магистральной и заправочной трубок. Длина трубки должна позволять ее концам свободно доставать до заправочного вентиля (рис. 3.11).

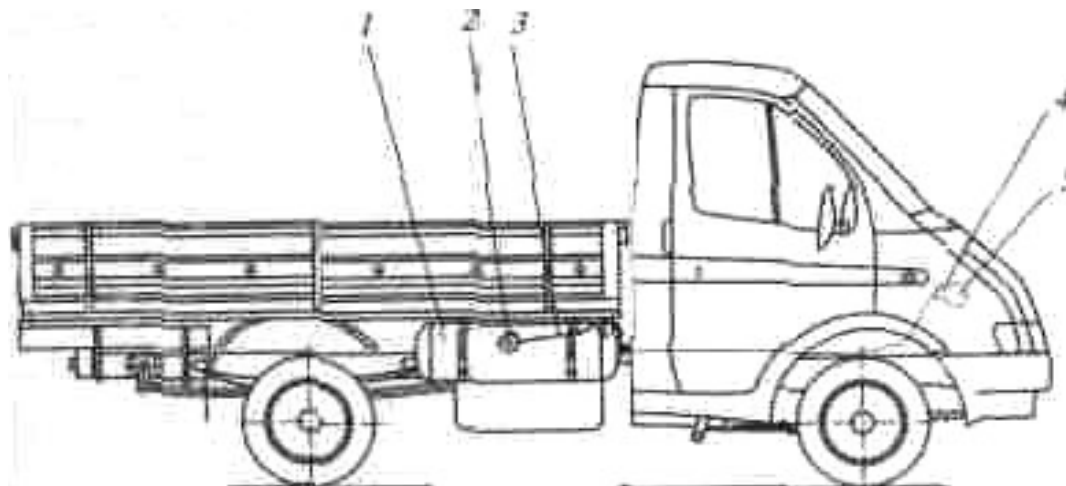


Рис. 3.10. Расположение агрегатов и узлов ГБО СНГ на автомобиле ГАЗ-3302 «Газель»: 1 – баллон; 2 – мультиклапан; 3 – трубопровод; 4 – клапан; 5 – РНД.

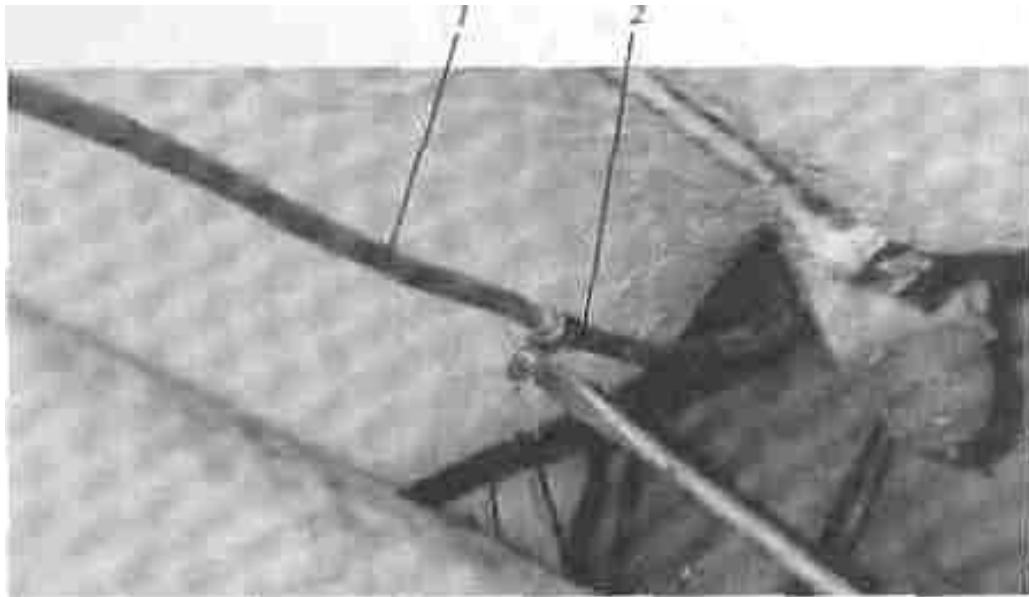


Рис.3.11. Прокладка трубопровода по днищу кузова: 1 – *трубопровод*; 2 – *хомут*.

Если трубопроводы прокладываются пораме, прокладку начинают от баллона.

На участке выхода в моторный отсек на трубопровод надевают защитную стальную оплетку, так как в этом месте он подвержен 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 самонарезающимися винтами, а на раме – болтами.

На бампере или другом, определенном инструкцией месте закрепляется с помощью кронштейна и болтов заправочное устройство (рис. 3.12). По днищу багажника прокладывается и крепится заправочная трубка.

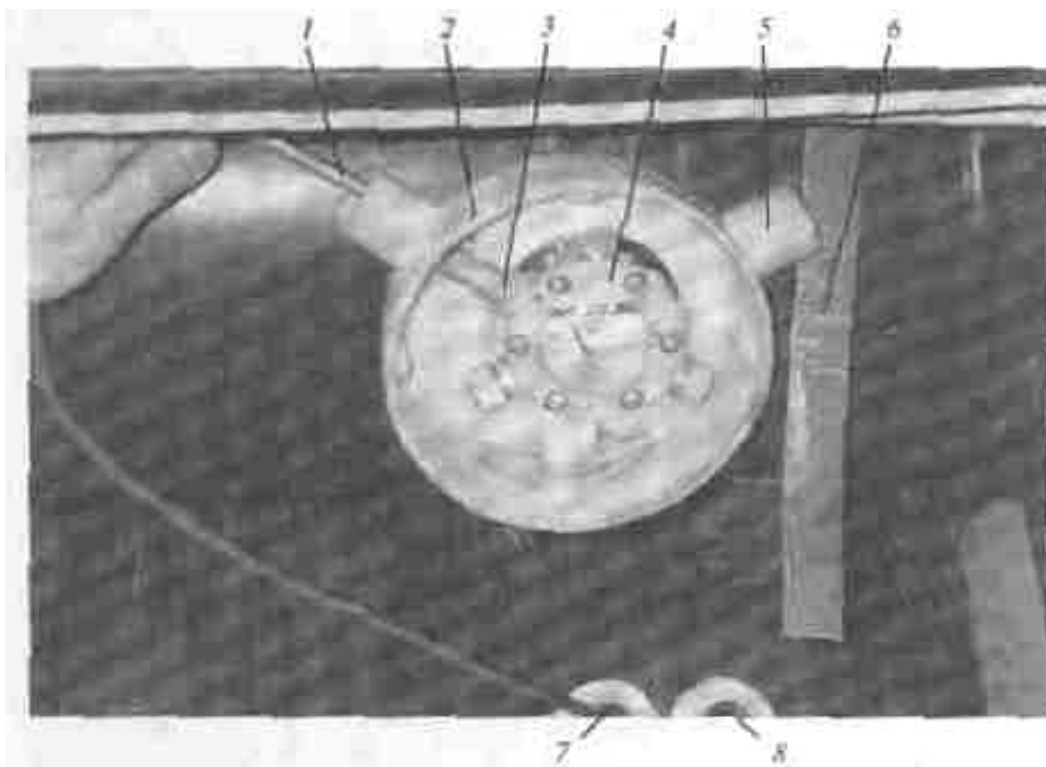


Рис. 3.12. Монтаж арматуры баллона СНГ: 1 – заправочный трубопровод; 2 – вентиляционная коробка; 3 – штуцер; 4 – мультиклапан; 5 – вентиляционный вывод; 6 – хомут; 7 и 8 – вентиляционные штуцеры.

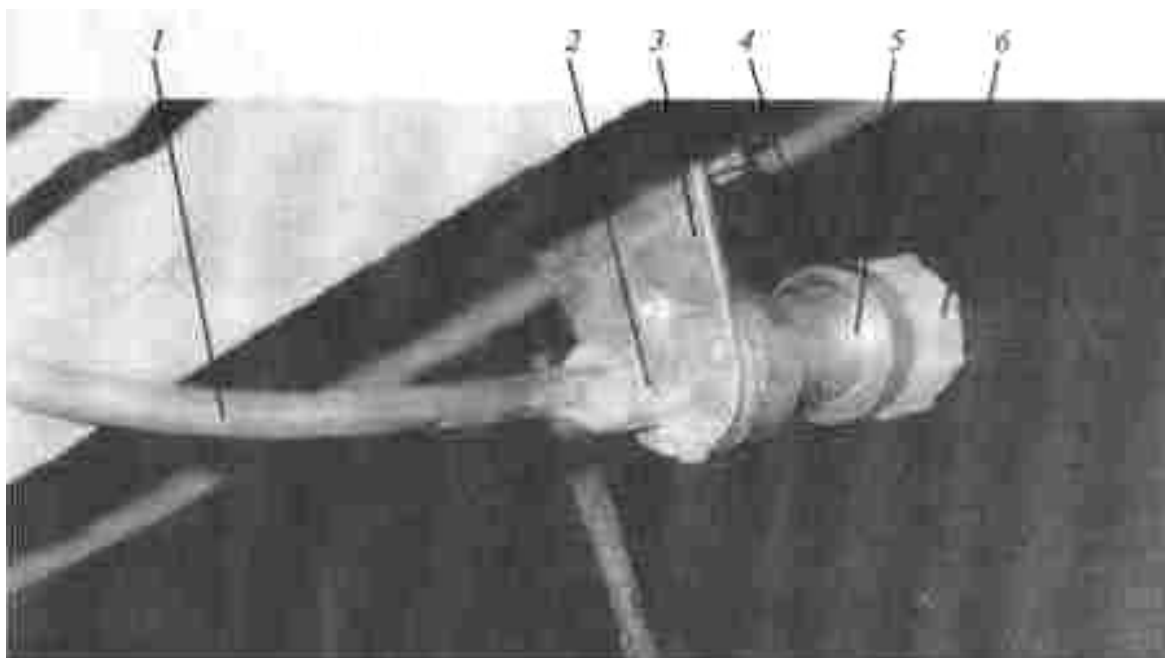


Рис. 3.13. Монтаж и проверка герметичности заправочного устройства: 1 – трубопровод; 2 – накидная гайка (омылена); 3 – кронштейн; 4 – бампер; 5 – корпус заправочного устройства; 6 – защитный колпачок.

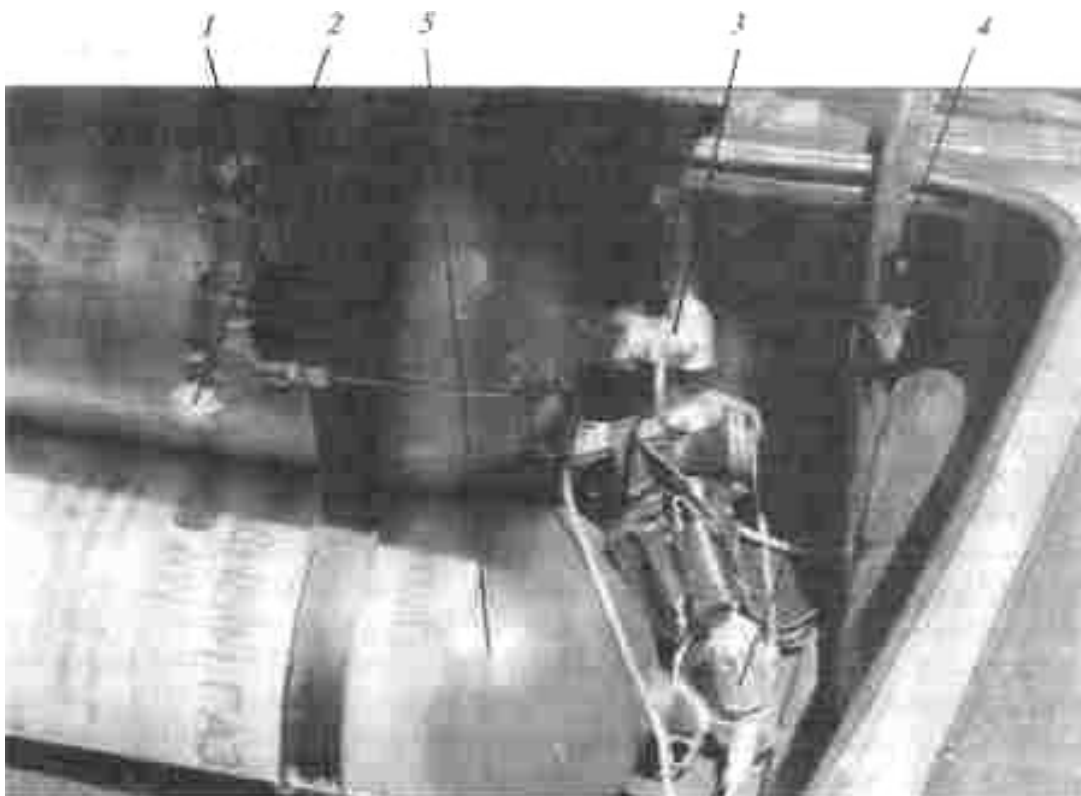


Рис. 3.14. Монтаж арматуры баллонов СПГ: 1 – заправочное устройство; 2 – заправочный вентиль; 3 и 4 – баллонные вентили; 5 – баллон.

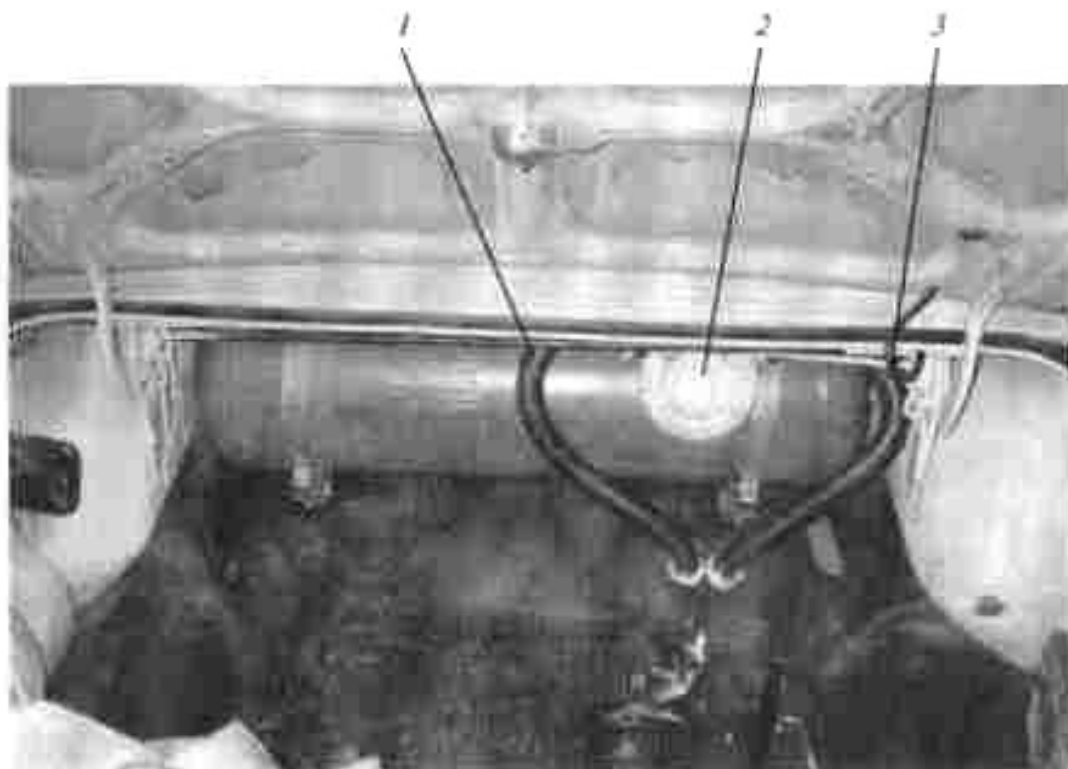


Рис. 3.15. Расположение баллона СНГ с арматурой в багажнике: 1 и 3 – вентиляционные трубки; 2 – корпус мультиклапана с крышкой.

В багажном отделении завершают монтаж системы вентиляции баллона СНГ (рис. 3.16). На выводы магистральных и заправочных трубок и на фланцы вентиляционных отверстий надевают гофрированные трубки. Концы магистральной и заправочных трубок пропускают в отверстия вентиляционной коробки.

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.3.13). Так же соединяется ЭГК с редуктором.

На третьем рабочем месте в подкапотном пространстве моторного отсека в строгом соответствии с чертежами инструкции (рис.3.16, 3.17) просверливают отверстия для крепления агрегатов ГБО. Газовый и бензиновый клапаны РВД и РНД крепятся к этим отверстиям на специальных кронштейнах болтами или самонарезающимися винтами (рис.3.18).

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 (рис3.19).

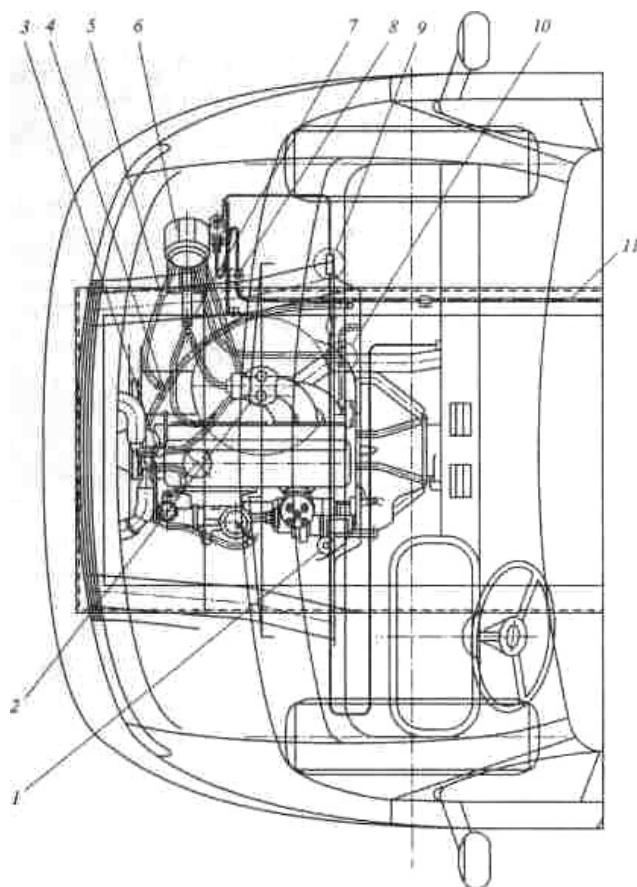


Рис. 3.16. Монтажная схема расположения газового оборудования ЗАО «Автосистема» под капотом автомобиля ГАЗ-3302: 1 – катушка зажигания; 2 – смеситель; 3 – бензоклапан; 4 и 10 – тройники

*подвода теплоносителя; 5 – трубопровод подвода теплоносителя; 6 – РНД; 7 – тройник газовый; 8 – газовый клапан; 9 – электронный блок; 11 – газовая магистраль.*

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

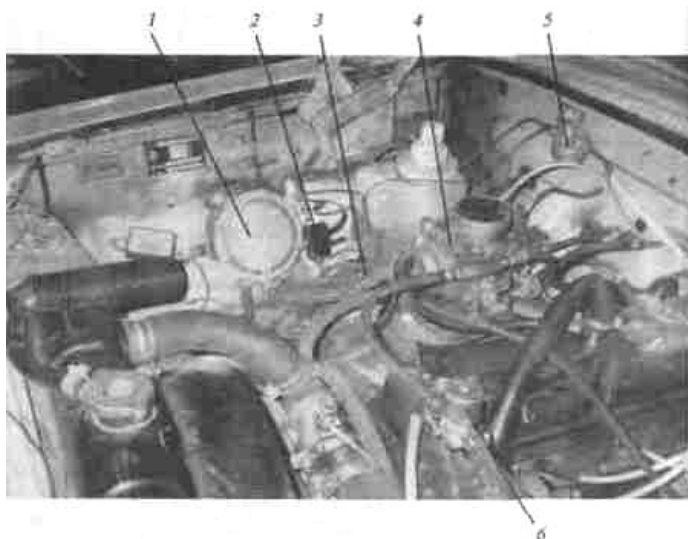


Рис. 3.17. Расположение основных элементов системы питания СНГ в подкапотном пространстве: 1 – РНД; 2 – электронный блок; 3 – патрубок выходной подачи газа; 4 – карбюратор со смесителем; 5 – электромагнитный клапан газа; 6 – электромагнитный клапан бензина.

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. 3.21).

Для установки проставки отсоединяют нижнюю часть карбюратора и устанавливают проставку, обеспечивая герметичность соединения (рис. 3.22). 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 штуцера, которые закрепляются контрящими гайками.

Если это предусмотрено конструкцией ГБА, 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. 3.23).

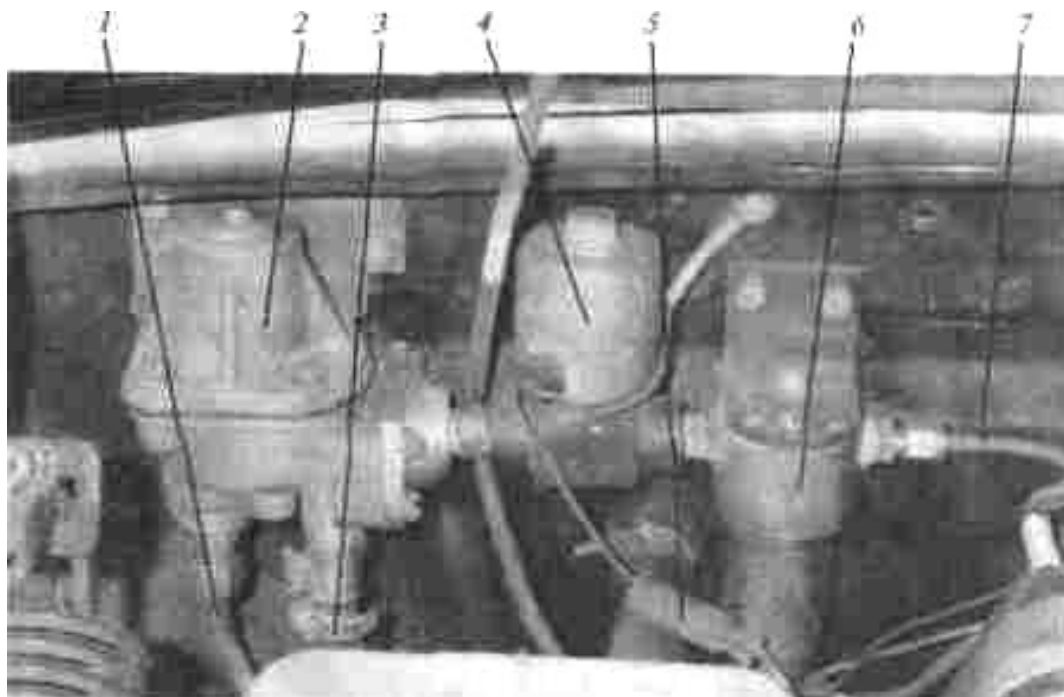


Рис. 3.18. Расположение элементов высокого давления системы питания СПГ: 1 – трубопровод низкого давления; 2 – РВД; 3 – патрубок подвода теплоносителя; 4 – электромагнитный клапан газа; 5 – клемма подвода электропитания к электромагнитному клапану; 6 – фильтр газовый; 7 – трубопровод высокого давления.

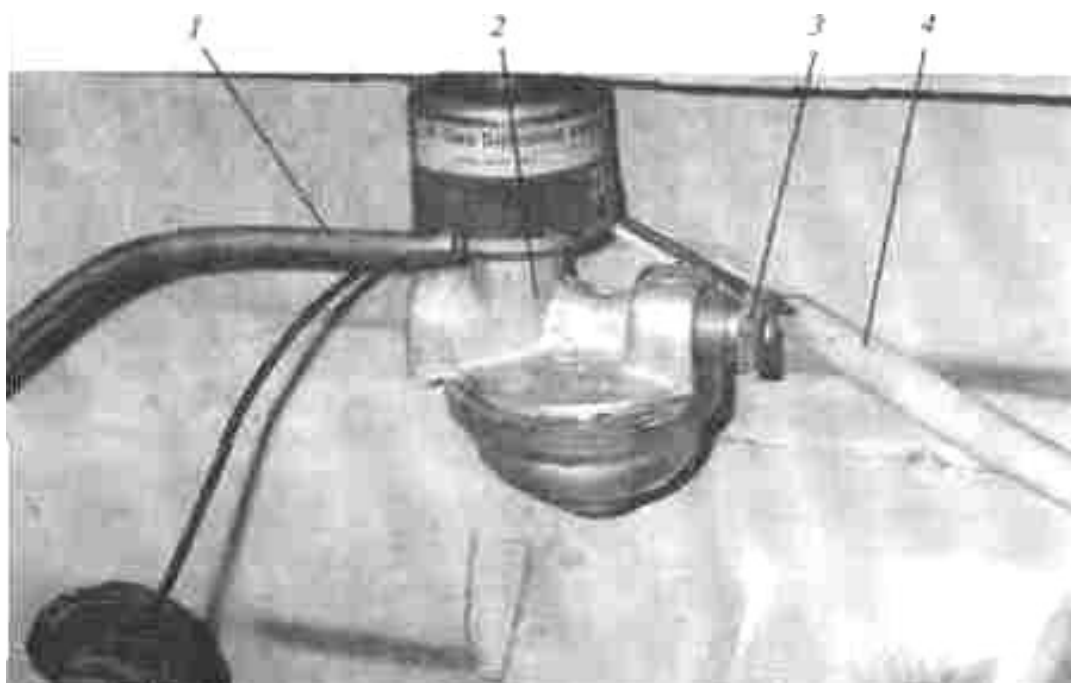


Рис. 3.19. Монтаж газового клапана СНГ: 1 – трубопровод; 2 – корпус клапана; 3 – штуцер; 4 – проводка.

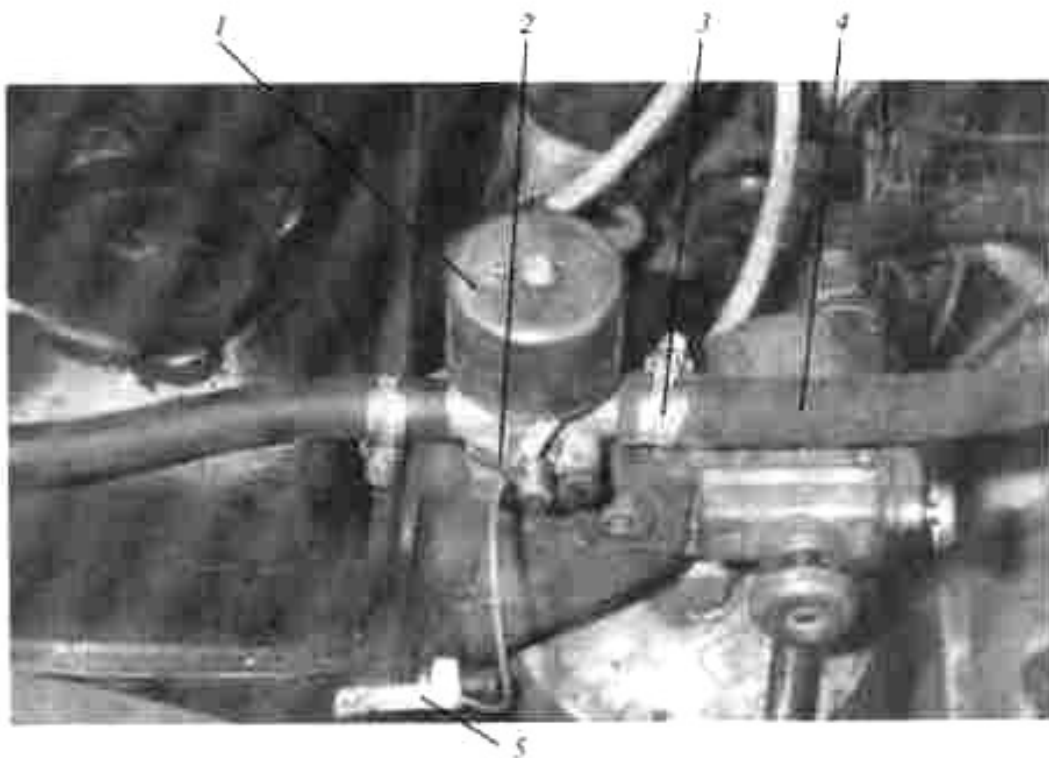


Рис. 3.20. Расположение бензоклапана: 1 – электромагнитный клапан бензина; 2 – рычажок ручного открытия клапана; 3 – хомут; 4 – бензопровод; 5 – клемма.

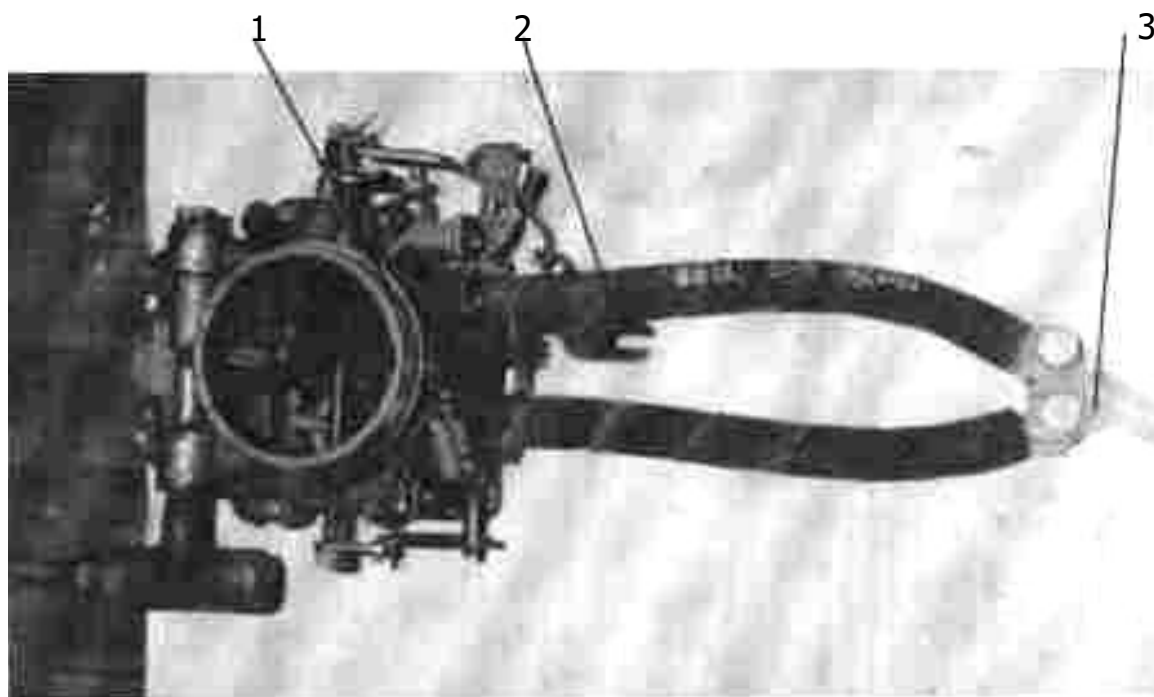


Рис. 3.21. Подготовка карбюратора к установке на двигатель: 1 – корпус карбюратора; 2 – штуцер с патрубком подвода газа; 3 – тройник.



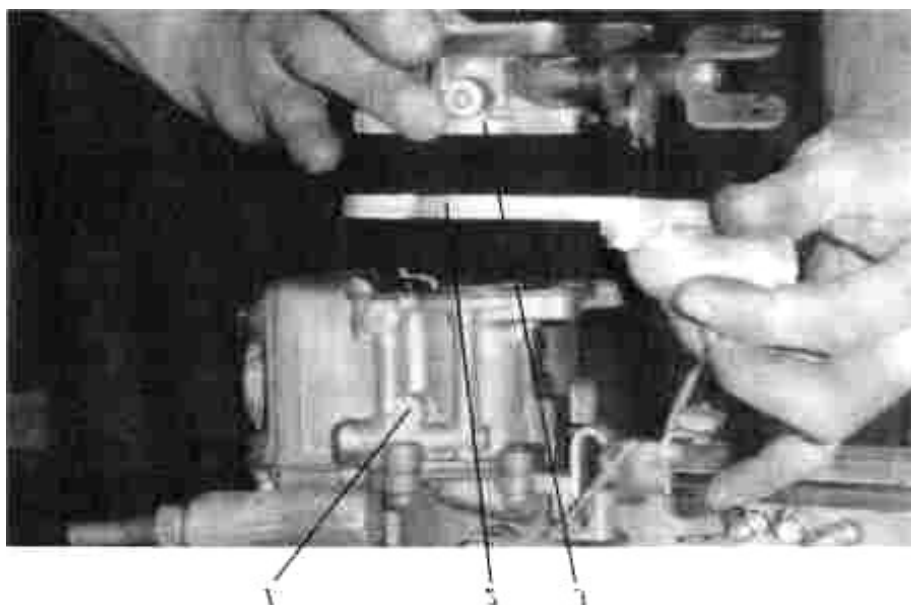


Рис. 3.22. Монтаж газосмесительной проставки на карбюратор К-151: 1 – верхняя часть карбюратора; 2 – газосмесительная проставка; 3 – нижняя часть карбюратора.

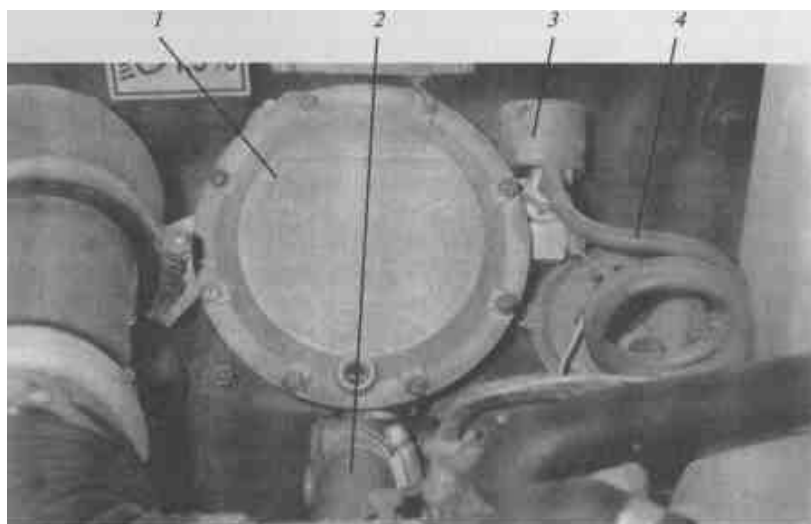


Рис. 3.23. Монтаж РНД в системе питания СПГ: 1 – РНД; 2 – патрубок выходной подачи газа; 3 – электроклапан РНД; 4 – трубопровод.

В системе охлаждения подсоединяют дополнительные резиновые шланги для подвода охлаждающей жидкости к редукторам (рис. 3.24). 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 топливодозировочных устройств и средств оповещения об утечках (рис. 3.25).

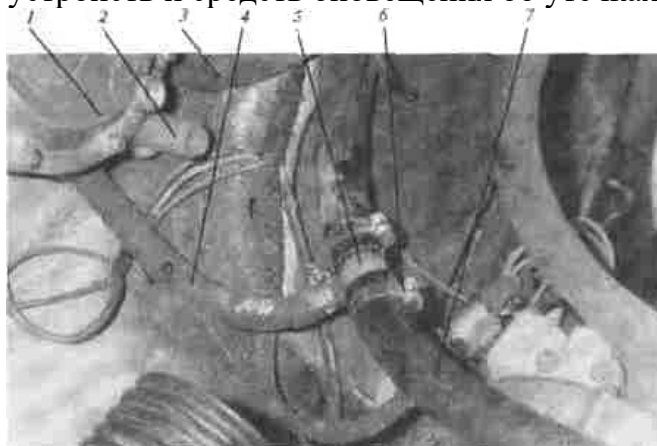


Рис. 3.24. Подвод теплоносителя к РНД в системе питания СНГ: 1 – РНД; 2 – патрубок выходной подачи газа; 3 и 4 – патрубки подвода охлаждающей жидкости (теплоносителя к РНД); 5 – тройник; 6 – хомут; 7 – патрубок подвода охлаждающей жидкости к отопителю автомобиля.

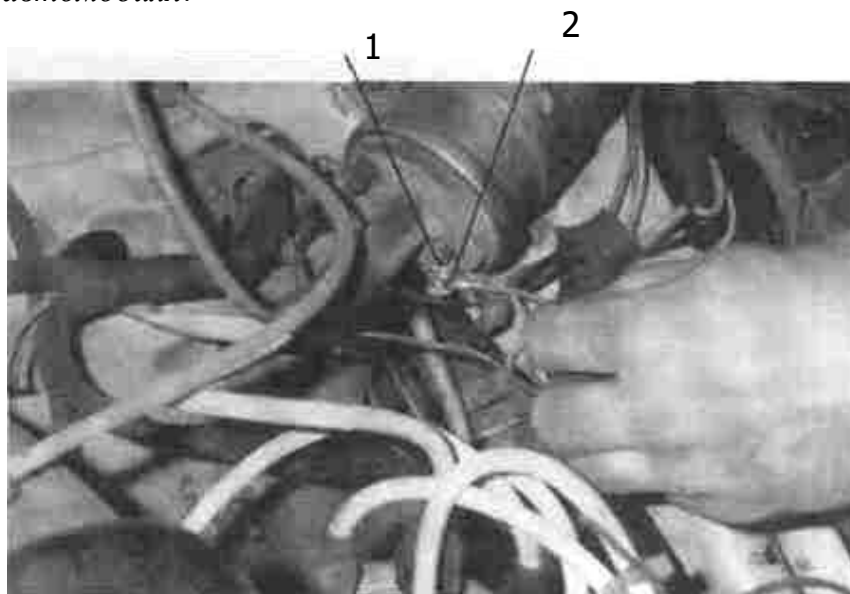


Рис. 3.25. Подсоединение клеммы питания электрической схемы ГБО: 1 – вывод «+» катушки зажигания; 2 – клемма.

Провода управления работой клапанов прокладывают параллельно штатным линиям электропроводки и по корпусным деталям (рис. 3.25). 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. 3.26).

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 по возможности были короткими.

Завершаются работы установкой всех демонтированных элементов, затем устанавливают аккумуляторную батарею, подключают клеммы батареи, доливают до нормы охлаждающую жидкость.

При переоборудовании автомобилей с впрысковыми (рис. 3.26) и дизельными системами питания (газодизель) в связи с их конструктивными особенностями переоборудование имеет ряд отличий. Они касаются дозирования и подвода газа к смесителю и электрических схем подачи топлива.

## Тема 5: «Технологический процесс переоборудования транспортных средств в газобаллонные»

### Практическая работа № 14

#### Тема занятия: «Испытания газобаллонного оборудования по окончании монтажа»

Цель работы: - практически закрепить лекционный материал по установке газобаллонного оборудования на автомобиль.

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 сжатого воздуха. Давление для опрессовки систем СНГ составляет  $1.6 \text{ МПа}$ . Открывается наполнительный вентиль. При закрытом магистральном вентиле через заправочное устройство баллон накачивается сжатым воздухом.

Давление для опрессовки систем СПГ сжатым воздухом подается ступенчато. Сначала проверяют герметичность и работоспособность клапанов при давлении  $1.0 \text{ МПа}$ , затем – при последовательном повышении давления до  $2.5$ ;  $4.9$ ;  $9.8$  и  $19.8 \text{ МПа}$ .

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. 3.28). Утечки устраняют, предварительно выпустив воздух из восстанавливаемого участка магистрали.

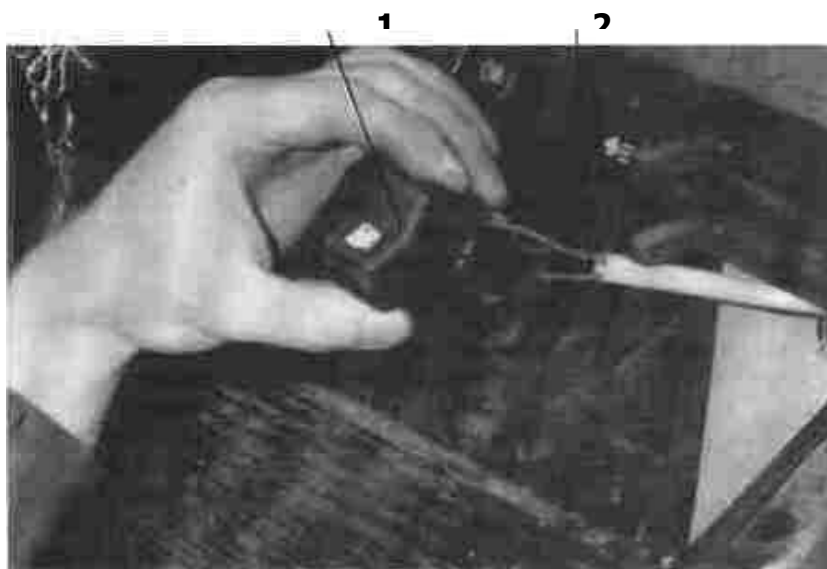


Рис. 3.26. Установка переключателя «Бензин»–«Газ» в салоне: 1 – переключатель; 2 – проводка электросхемы ГБО.

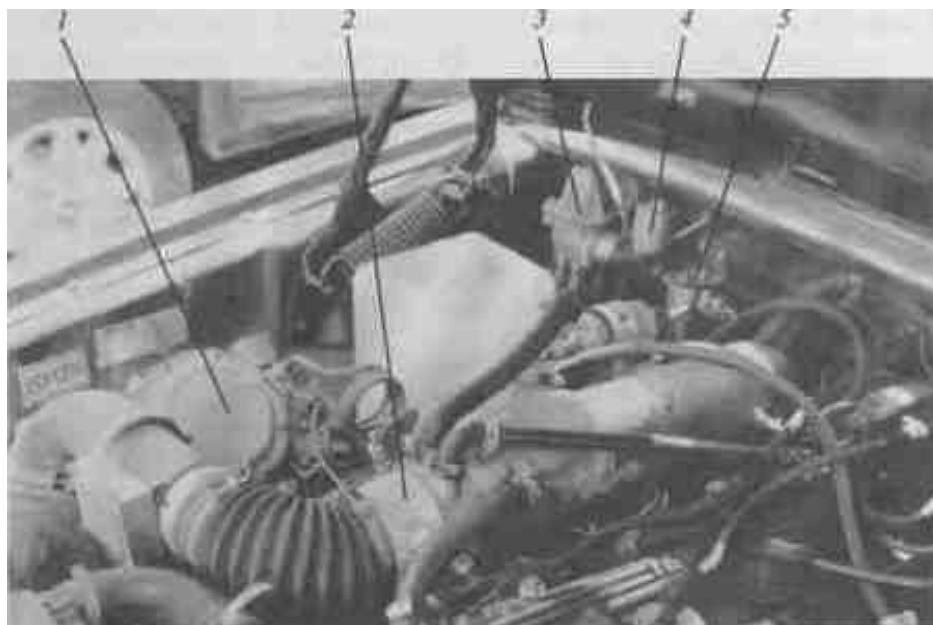


Рис. 3.27. Расположение основных элементов системы питания СПГ инжекторного двигателя в подкапотном пространстве: 1 – РНД; 2 – смеситель газовый; 3 – РВД; 4 – электромагнитный клапан газа; 5 – фильтр газовый.

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 СПГ, открыв заправочный вентиль, и проводят их вакуумирование.

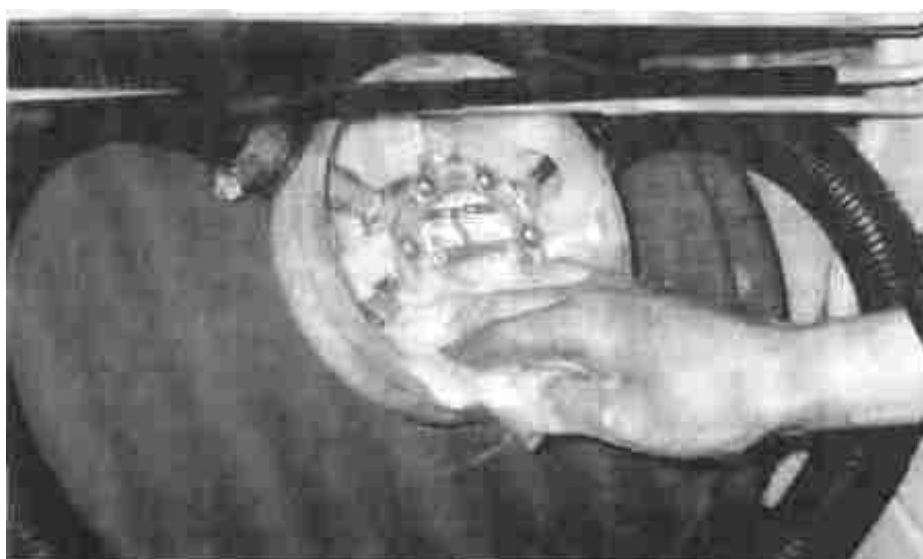


Рис. 3.28. Проверка герметичности арматуры баллона и мультиклапана.

Воздух из баллона СНГ 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 частота вращения коленчатого вала начнет резко падать, включить газ. Частоту вращения коленчатого вала необходимо поддерживать открытием дроссельной заслонки и частичным закрытием воздушной заслонки. Затем регулировочными винтами добиваются стабильной частоты вращения на холостом ходу и нормативных показателей отработавших газов. Если не удастся сразу завести двигатель на газе, необходимо руководствоваться разделом «Затрудненный запуск».

Работы по переоборудованию завершаются сдачей автомобиля заказчику. Для этого заказчику передают акт приемки-сдачи и свидетельства о соответствии транспортного средства с установленным на него газобаллонным оборудованием требованиям безопасности (*Приложения 1...3*).

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**О РЕГИСТРАЦИИ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И**  
**ГАЗОБАЛЛОННЫХ ПРИЦЕПОВ В ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНСПЕКЦИИ**  
**БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Методические указание МУ 152-12-009-99

**1. Общие положения.**

1.1. Настоящие «Методические указания о регистрации газобаллонных автотранспортных средств и газобаллонных прицепов» разработаны в развитие «Правил регистрации автотранспортных средств и прицепов к ним в Государственной инспекции безопасности дорожного движения», и учитывают особенности использования на автотранспортных средствах и прицепах газотопливного и баллонного оборудования для компримированного (сжатого) природного газа и сжиженных нефтяных газов.

1.2. При регистрации газобаллонных автотранспортных средств и газобаллонных прицепов в Государственной инспекции безопасности дорожного движения должно быть представлено Свидетельство формы 2а или 2б и учетом используемого газового топлива (СПГ или СНГ) и формы собственности ГБА (приложения 3, 4 к ТУ 152-12-007-99 (для СПГ) и ТУ 152-12-008-99 (для СНГ), приложение 2 к РД 03112194-1014-97 (для автобусов на СПГ)).

1.3. В Свидетельстве формы 2а или 2б должно быть указано:

- а) модель и марка транспортного средства, на которое устанавливается газобаллонное оборудование;
- б) сертификат на ГБО, используемого для данного ТС;
- в) сертификаты предприятий, проводивших переоборудование ТС в ГБА, испытания смонтированного ГБО на ГБА и его регулировки.

1.4. Сотрудники регистрационных подразделений ГИБДД при регистрации ГБА проверяют:

- а) наличие Свидетельства формы 2а или 2б;
- б) номера газовых баллонов, устанавливаемых на ГБА и комплектацию ГБО в соответствии с данными, отраженными в форме 2а или 2б;
- в) сроки переосвидетельствования газовых баллонов, и их внешний вид, наличие механических повреждений и т.д.

**2. Документация и порядок регистрации газобаллонных автотранспортных средств**

2.1. Регистрация новых или переоборудованных ГБА в регистрационных подразделениях ГИБДД и порядок оформления регистрационных документов производится в соответствии с «Правилами регистрации автотранспортных средств и прицепов к ним в Государственной инспекции безопасности дорожного движения», с учетом особенностей ГБА и используемого газового топлива (СПГ или СНГ).

2.2. При регистрации новых ГБА представляются документы, соответствующие требованиям п.3.14. «Правил».

2.3. При регистрации (перерегистрации) переоборудованных ГБА дополнительно представляются следующих документы:

- а) свидетельство формы 2а или 2б в соответствии с требованиями подпункта 1.2. настоящих Указаний о соответствии переоборудованного для работы на газовом топливе автотранспортного средства требованиям безопасности (в подлиннике) – 1 экз.;
- б) копии сертификатов на газобаллонное оборудование – по 1 экз.;
- в) копии сертификата и лицензии на право проведения работ по переоборудованию автотранспортных средств для работы на газовом топливе – 1 экз.

## МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ГАЗОТОПЛИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОБУСОВ, РАБОТАЮЩИХ НА СПГ

### 1. Подготовка автобуса к испытаниям смонтированного газотопливного оборудования

1.1. Полностью укомплектованный и вымытый автобус перегнать на станцию (пункт) испытаний газотопливного оборудования (ГТО) и установить на рабочее место для проведения испытаний.

1.2. Закрывать наполнительный, магистральный и расходные вентили на баллонах.

1.3. Подготовить пост подачи сжатого воздуха (или СПГ) к работе (по специальной инструкции).

1.4. Отвернуть заглушку («колпачок») с патрубка наполнительного вентиля (левая резьба).

1.5. Подсоединить шланг подачи сжатого воздуха (или СПГ) к наполнительному вентилю системы газового питания.

### 2. Проверка на герметичность

2.1. Подать с поста сжатый воздух (или СПГ) давлением  $1.0 \dots 1.2 \text{ МПа}$  ( $10 \dots 12 \text{ кгс/см}^2$ ) и проверить омыливанием (или с помощью течеискателя) герметичность соединения заправочного шланга с наполнительным ventилем.

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

Повторить проверку герметичности подсоединения заправочного шланга к наполнительному ventилю.

2.2. Открыть наполнительный и расходные ventили баллонов и постепенно начать заполнение систем питания двигателя сжатым воздухом (или СПГ) до давления  $1.0 \text{ МПа}$  ( $10 \text{ кгс/см}^2$ ).

2.3. При достижении давления в системе  $1.0 \text{ МПа}$  прекратить подачу сжатого воздуха (СПГ) по истечении  $2 \dots 3 \text{ минут}$  начать проверку на герметичность.

2.4. Омыливанием (или с помощью течеискателя) проверить:

- все соединения наполнительного вентиля;
- соединения расходных ventилей баллонов;
- соединения крестовин, переходников, угольников, манометра, установленных на баллонах;
- соединения трубопроводов.

Во всех случаях при обнаружении утечек открыть ventиль сброса воздуха (СПГ) на посту и сбросить давление из системы до нуля.

Устранить утечки путем подтягивания резьбовых соединений или заменой уплотнителей, деталей и узлов в газовой системе питания двигателей. Повторить проверку на герметичность согласно пп.2,3 настоящего раздела.

2.5. Проверить внутреннюю герметичность магистрального вентиля при давлении в системе  $1.0 \text{ МПа}$ . С этой целью:

- включить зажигание;
- установить переключатель вида топлива на панели кабины в положение



«газ».

При герметичности магистрального вентиля на манометре двухступенчатого редуктора никакого давления при этом не должно наблюдаться перемещения 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» или «дизтопливо».

2.6. Проверить герметичность соединений от магистрального вентиля до электромагнитного запорного клапана газового фильтра. С этой целью:

- медленно открыть магистральный вентиль;
- путем омыливания (или с помощью течеискателя) проверить соединения (у магистрального вентиля), у редуктора высокого давления
- (следует омылить весь редуктор), у электромагнитного запорного клапана и трубопроводов у кронштейна под полом кабины.

2.7. Проверить герметичность газовой системы на участке от электромагнитного клапана до двухступенчатого редуктора низкого давления. С этой целью:

- включить зажигание;
- установить переключатель вида топлива в положение «газ»;
- омыливанием проверить все соединения от клапана до редуктора;
- выключить зажигание.

2.8. Проверить работу электромагнитного клапана нефтяной системы питания. С этой целью:

- поставить переключатель вида топлива в положение «бензин» или «дизтопливо»;
- включить зажигание и запустить двигатель на нефтяном топливе;
- поставить переключатель вида топлива в среднее положение «0».

После кратковременной работы двигатель должен заглухнуть.

2.9. Проверить работу двухступенчатого редуктора низкого давления. С этой целью, после того, как двигатель заглух (п.2.8) установить переключатель вида топлива в положение «газ». При этом стрелка манометра низкого давления должна показать наличие давления около 0.2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>).

2.10. Выключить зажигание.

### **3. Опрессовка газобаллонной аппаратуры.**

3.1. Убедившись в герметичности газовой системы питания автомобиля при давлении 1.0 МПа увеличить давление подаваемого воздуха (или СПГ) на посту и довести давление в системе автомобиля до 2.5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>) по показателям контрольного манометра поста.

3.2. Прекратить подачу сжатого воздуха (СПГ) и проверить соответствие показаний манометра высокого давления автобуса с показаниями контрольного манометра поста.

3.3. Провести проверку герметичности системы согласно пп.4.5,6,7,9 раздела 2. При этом при проверке п.9 после п.7 зажигание не выключать.

3.4. Убедившись в герметичности всей газовой системы питания при давлении 2.5 МПа, провести окончательную опрессовку газобаллонной аппаратуры. С этой целью согласно п.1 настоящего раздела последовательно повышать давление в баллонах автобуса до величины 5, 10, 20 МПа (50, 100, 200 кгс/см<sup>2</sup>), проверяя при этом каждый раз соответствие показаний манометра высокого давления на автобусе показаниям контрольного манометра поста.

При каждой ступени давления воздуха (СПГ) проверять герметичность

соединения согласно п.4 раздела 2.

3.5. После окончания опрессовки на давлении 20 МПа закрыть наполнительный вентиль.

3.6. Отсоединить шланг подачи сжатого воздуха (или СПГ) от наполнительного вентилля.

3.7. Омыть выходное отверстие в резьбовые соединения наполнительного вентилля. Вентиль должен быть герметичным.

3.8. При опрессовке газотопливного оборудования автобуса сжатым воздухом проделать следующие операции:

3.8.1. Подсоединить к наполнительному вентиллю устройство специального отводящего воздухопровода. Медленно открыть наполнительный вентиль и выпустить сжатый воздух из системы – показания манометра на баллоне должны снизиться до нуля.

3.8.2. Закрыть наполнительный вентиль.

3.8.3. Отсоединить от наполнительного вентилля отводящий воздухопровод.

3.8.4. Произвести вакуумирование баллонов, с этой целью подсоединить к наполнительному вентиллю шланг вакуум-насоса (вакуумной установки), закрыть магистральный вентиль и произвести откачку воздуха из баллонов до давления не менее 0.01 МПа ( $0.1 \text{ кгс/см}^2$ ), после чего баллонные вентили закрыть и шланг от наполнительного вентилля отсоединить.

3.9. Сделать отметку в техдокументации автобуса о проверке газовой системы питания на герметичность и ее опрессовке. (Форма 2)

3.10. Завести двигатель и перегнать автобус на площадку для сдачи заказчику.

АКТ №  
приемки-сдачи автотранспортного средства на установку газобаллонного  
оборудования для работы на

(вид газового топлива)

Город \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Наименование (Ф.И.О.) собственника \_\_\_\_\_

Адрес \_\_\_\_\_

Модель транспортного средства \_\_\_\_\_

Регистрационные данные транспортного средства: \_\_\_\_\_

номер VIN \_\_\_\_\_; номер кузова (кабины) \_\_\_\_\_

номер шасси \_\_\_\_\_; номер двигателя \_\_\_\_\_

количество шин, ед., их № \_\_\_\_\_

запасное колесо № \_\_\_\_\_

Государственный регистрационный знак \_\_\_\_\_

Техническое состояние АТС \_\_\_\_\_

(кузова, рамы, кабины, крыши и др.)

Особые отметки: \_\_\_\_\_

(указать)

Предприятие, осуществляющее установку ГБО \_\_\_\_\_

(наименование предприятия, адрес, телефон, факс)

Сертификат \_\_\_\_\_

(№, ОКУН №, дата выдачи, срок действия)

Лицензия \_\_\_\_\_

(№, дата выдачи, срок действия)

Решение предприятия по установке ГБО

(АТС принято (не принято), если не принято – причины (указать конкретно))

Собственник АТС (автовладелец) \_\_\_\_\_

(Ф.И.О.)

(подпись)

представитель предприятия \_\_\_\_\_

(должность)

(Ф.И.О.)

(подпись)

М.П.

СВИДЕТЕЛЬСТВО

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

Город \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Предприятие, проводившее установку и регулировку газобаллонного оборудования  
(наименование предприятия, адрес, телефон, факс)

Лицензия  
Сертификат

(ОКУН 017603. ОКУН 017601, дата выдачи, срок действия)

(дата выдачи, срок действия)

Модель транспортного средства: \_\_\_\_\_

Регистрационные данные транспортного средства:

номер VIN \_\_\_\_\_ номер кузова (кабины) \_\_\_\_\_

номер шасси \_\_\_\_\_ номер двигателя \_\_\_\_\_

Государственный регистрационный знак \_\_\_\_\_

Наименование (Ф.И.О.) собственника \_\_\_\_\_

Адрес \_\_\_\_\_

Транспортное средство укомплектовано газобаллонным оборудованием для работы на СНГ  
(СПГ) и имеет комплектацию согласно акту приемки-сдачи

Акт № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
(дата)

На транспортное средство установлено газобаллонное оборудование в соответствии с  
конструкторской и технологической документацией предприятия-изготовителя газобаллонного  
оборудования

\_\_\_\_\_ (наименование предприятия, адрес, телефон, факс)

Сертификаты на ГБО на соответствие ОСТ 37.001.653—99 номер сертификата \_\_\_\_\_

дата выдачи \_\_\_\_\_

срок действия с \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_

Количество газовых баллонов \_\_\_\_\_ ед., их номера \_\_\_\_\_

Прочность крепления баллонов, агрегатов и узлов газобаллонного оборудования соответствует  
ОСТ 37.001.653-99.

Произведена регулировка газотопливной системы питания при работе двигателя на нефтяном  
топливе, СНГ (СПГ), проверка и регулировка содержания загрязняющих веществ в ОГ  
двигателя по ГОСТ 17.2.2.03-87, ГОСТ Р 17.2.2.06-99 (ГОСТ 21393-75)

(дата)

Представитель предприятия, проводившего установку и регулировку газобаллонного  
оборудования на транспортное средство

(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

м.п.

Свидетельство предъявляется органам ГСБДД МВД при осуществлении регистрационных  
действий газобаллонного транспортного средства, предназначенного для работы на  
сжиженных нефтяных газах и компримированном природном газе.

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о проведении периодических испытаний газобаллонного оборудования, установленного на транспортном средстве

Город \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Предприятие, проводившее испытание газобаллонного оборудования ТС, работающих на СНГ (СПГ)

\_\_\_\_\_  
(наименование предприятия, адрес)

Сертификат \_\_\_\_\_

(ОКУН 017604, дата выдачи, срок ),

Лицензия \_\_\_\_\_  
(дата выдачи, срок действия)

Модель газобаллонного ТС, принятого на испытание: \_\_\_\_\_

Регистрационные данные транспортного средства:

номер VIN \_\_\_\_\_; номер кузова (кабины) \_\_\_\_\_

номер шасси \_\_\_\_\_; номер двигателя \_\_\_\_\_

Государственный регистрационный знак \_\_\_\_\_

Наименование (Ф.И.О.) собственника транспортного средства

Адрес \_\_\_\_\_

На транспортное средство установлено газобаллонное оборудование в соответствии с конструкторской и технологической документацией предприятия-изготовителя газобаллонного оборудования

\_\_\_\_\_  
(наименование изготовителя, адрес, телефон, факс)

Для газов сжиженных нефтяных;

Проведена проверка герметичности, опрессовка газобаллонного оборудования воз-, духом или инертным газом давлением 1.6 МПа. Дата \_\_\_\_\_

Для компримированного природного газа:

Проведена проверка герметичности газобаллонного оборудования (СПГ или воздухом)

\_\_\_\_\_ давлением 1.6 МПа; опрессовка под давлением последовательно 2.5; 4.9; 9.8 и 19.6 МПа и вакуумирование баллонов (только при испытаниях ГБО сжатым воздухом).

Дата \_\_\_\_\_

Срок следующего испытания газотопливной системы и освидетельствования баллонов

Транспортное средство \_\_\_\_\_ техническим требованиям

(соответствует, не соответствует)

(указать № ГОСТа)

для работы на сжиженных нефтяных газах (компримированном природном газе)

Представитель предприятия по испытаниям ГБО

(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

м.п.

Свидетельство предъявляется органам ГСБДД МВД при осуществлении регистрационных действий и проведении государственных технических осмотров газобаллонного транспортного средства, предназначенного для работы на сжиженных нефтяных и компримированном природном газе.

## **Тема 5: «Технологический процесс переоборудования транспортных средств в газобаллонные»**

### **Практическая работа № 15**

#### **Тема занятия: «Организация технического обслуживания и ремонта»**

**Цель работы:** - практически закрепить лекционный материал по установке газобаллонного оборудования на автомобиль.

Решение вопросов связанных с организацией технического обслуживания и ремонта основывается на «Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорте».

В целом нет необходимости повторять материалы, связанные с обеспечением технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) автомобилей на СНГ и СПГ, которые указаны в соответствующих руководящих материалах.

Однако необходимо подчеркнуть некоторые вопросы, на которые следует обратить внимание в процессе эксплуатации ГБА.

Основные характерные неисправности ГБА связаны с нарушением герметичности узлов и деталей, которых следует своевременно обнаружить и правильно устранить.

Примерная типовая схема организации технологического процесса ТО и Р ГБА приводится на *рис. 15.1*.

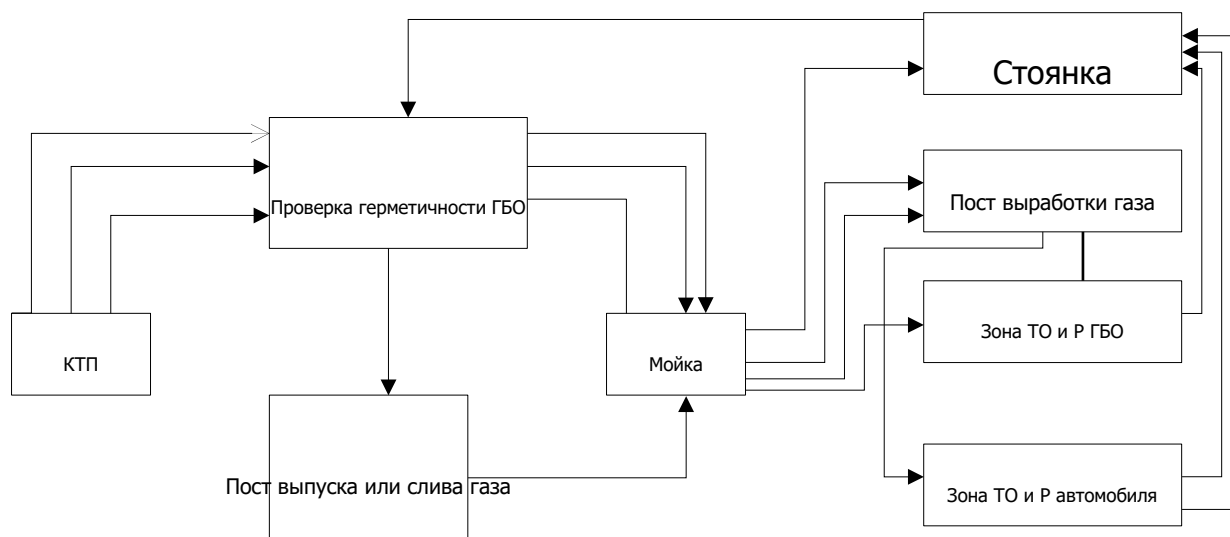


Рис. 15.1 Примерная схема технологических процессов ТО и Р ГБА.

—автомобиль исправен; ---- автомобиль при плановом ТО;

---- автомобиль исправен, ГБО неисправно; --- автомобиль  
неисправен, ГБО исправно.

Воздушная среда производственных помещений ТО и Р контролируется с помощью систем, состоящих из датчиков ГАЗ-114 или СТМ-4. Участки по ТО и Р должны оснащаться специальным производственным и контрольно-диагностическим оборудованием. Объемы и периодичность проводимых работ и операций по ТО и Р должны соответствовать базовым автомобилям. Трудоемкость ТО и Р для ГБА значительно увеличивается по сравнению с базовыми бензиновыми автомобилями.

Особое место в эксплуатации ГБА имеют ремонт и техническое освидетельствование газовых баллонов СПГ и СНГ, которые проводятся на специализированных пунктах (центрах).

Технологический процесс ремонта и технического освидетельствования газовых баллонов для СПГ и СНГ схематически изображен на *рис. 3.31*.

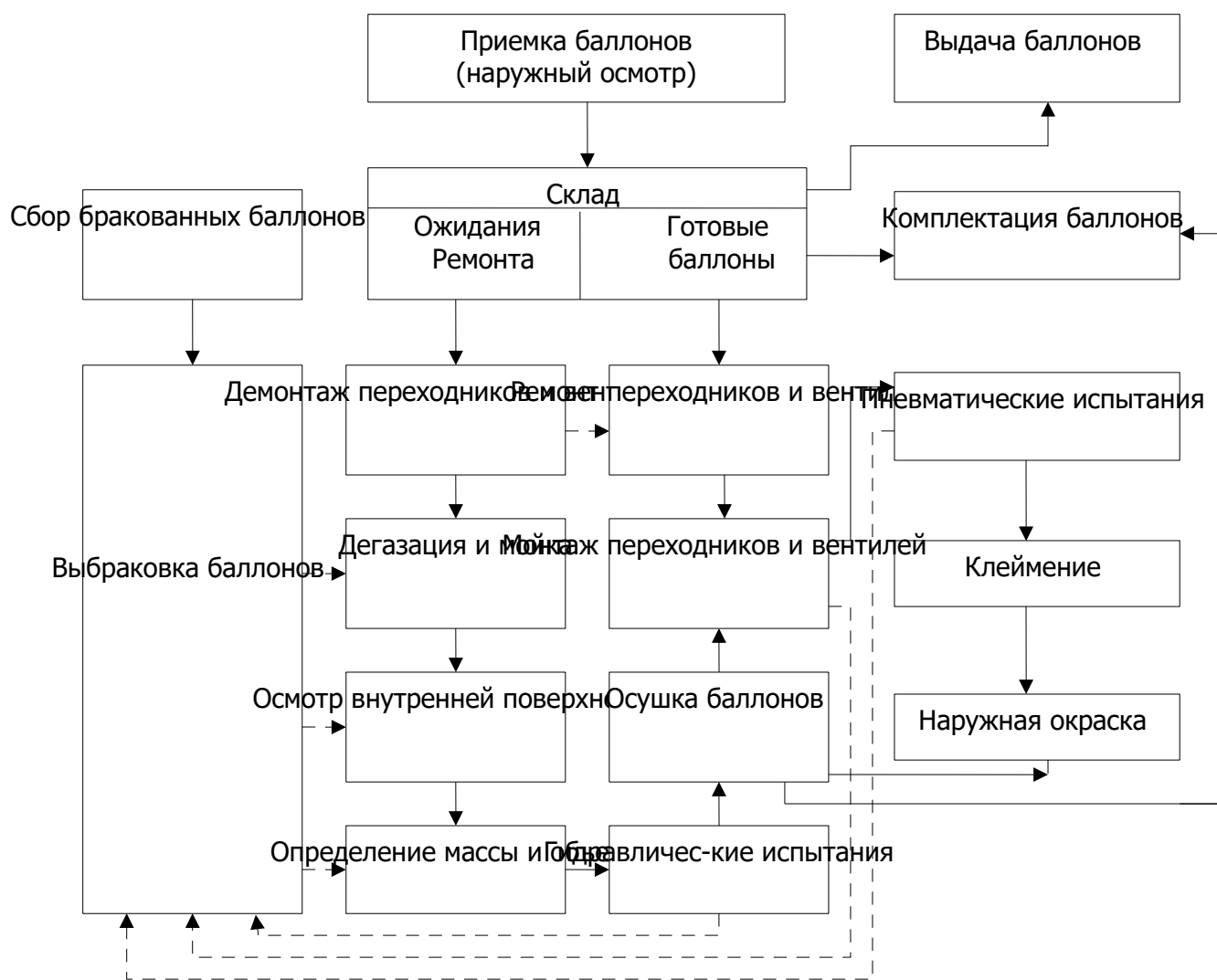


Рис. 15.2. Схема организации ремонта и технического освидетельствования баллонов для СПГ и СНГ.

Следует подчеркнуть важность правильной и полной комплектации участка по ремонту и техническому освидетельствованию газовых баллонов (табл. 1) необходимым технологическим оборудованием и другими средствами.



Таблица 1

| №<br>№ | Наименование                                                                                                     | Изготовление<br>собственными<br>силами | Изготовление<br>промышлен-<br>ностью |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|
| 1      | Тележка для транспортировки баллона                                                                              | +                                      | —                                    |
| 2.     | Захват для подъема баллонов с подъемно-транспортным устройством                                                  | +                                      | —                                    |
| 3.     | Приспособление для пропарки, залива и слива воды                                                                 | +                                      | —                                    |
| 4.     | Стеллаж для хранения баллонов                                                                                    | +                                      | —                                    |
| 5.     | Станок для отворачивания и заворачивания вентилей и тройников                                                    | +                                      | —                                    |
| 6.     | Весы (типа медицинских малогабаритные РП-150МГ или рычажные РП-150Ц13 или РП-500Ц13Б)                            | —                                      | +                                    |
| 7.     | Гидравлический насос (с ручным или электрическим приводом)                                                       | —                                      | +                                    |
| 8      | Воздушный компрессор ( $P_p \geq 20 \text{ МПа}$ )                                                               | —                                      | +                                    |
| 9.     | Источник напряжения не более 12 В                                                                                | -                                      | +                                    |
| 10.    | Пост для гидроиспытаний                                                                                          | +                                      | —                                    |
| 11.    | Пост для пневмоиспытаний                                                                                         | +                                      | —                                    |
| 12.    | Верстак слесарный                                                                                                | —                                      | +                                    |
| 13.    | Ключ динамометрический $M_{np} = 50 \dots 55 \text{ кг} \cdot \text{м}$ .                                        | —                                      | +                                    |
| 14.    | Листы конструкционные из алюминиевых сплавов толщиной 5.5...10 мм, шириной 1000...2000 мм, длиной 2000...4000 мм | —                                      | +                                    |
| 15.    | Свинцовый глет                                                                                                   | —                                      | +                                    |
| 16.    | Жидкое стекло                                                                                                    | —                                      | +                                    |
| 17.    | Краска красная                                                                                                   | —                                      | +                                    |
| 18.    | Краска белая                                                                                                     | —                                      | +                                    |

## **Тема 6: «Экономическая и экологическая эффективность эксплуатации газобаллонных автомобилей»**

### **Практическая работа № 16**

**Тема занятия:** «Оценка технического состояния двигателя, работающего на сжиженном нефтяном газе по составу отработавших газов»

#### **Цели работы:**

- 1) изучение порядка оценки технического состояния двигателя, работающего на сжиженном нефтяном газе по составу отработавших газов;
- 2) изучение устройства и порядка работы используемого оборудования для выполнения практической работы;
- 3) приобретение практических навыков работы с оборудованием по оценке технического состояния двигателя, работающего на сжиженном нефтяном газе по составу отработавших газов.

#### **Задачи:**

- 1) получить практические навыки работы с оборудованием по оценке технического состояния двигателя, работающего на сжиженном нефтяном газе по составу отработавших газов;
- 2) овладеть методом оценки технического состояния двигателя, работающего на сжиженном нефтяном газе по составу отработавших газов;
- 3) оценить техническое состояние двигателя, работающего на сжиженном нефтяном газе по составу отработавших газов;
- 4) оформить и защитить отчет о выполненной практической работе.

**Материальное обеспечение** практической работы № 6 включает:

- 1) моторный стенд модели ВАЗ 2107 с измерительной аппаратурой, система питания которого работает на двух видах топлива: как на бензине, так и на сжиженном нефтяном газе;
- 2) газоанализатор "Инфракар" (для измерения выброса CO и CH с отработавшими газами).

### **16.2. Содержание практической работы**

Оценку технического состояния двигателя, работающего на сжиженном нефтяном газе по составу отработавших газов, целесообразно осуществлять на следующих диагностических режимах:

- 1) на минимальной ( $n_{\min} = 600$  об/мин) частоте вращения коленчатого вала, т.е. на холостом ходу с замерами выбросов окиси углерода и углеводородов с отработавшими газами;

2) на повышенной ( $n_{\text{пов}} = 0,8n_{\text{max}} = 2560$  об/мин) частоте вращения коленчатого вала с замерами выбросов окиси углерода и углеводородов с отработавшими газами;

3) на нагрузочной ( $n_{\text{дв}} = 2200$  об/мин) частоте вращения коленчатого вала при открытии дроссельных заслонок карбюратора-смесителя, соответствующей разрежению 8 кПа (60 мм рт. ст.) во впускном трубопроводе;

4) на нагрузочной ( $n_{\text{дв}} = 3200$  об/мин) частоте вращения коленчатого вала при полном открытии дроссельных заслонок карбюратора-смесителя.

При этом измеряются и вычисляются численные значения двух диагностических параметров:

- 1) содержание окиси углерода ( $\text{CO}$ , %) в отработавших газах;
- 2) содержание углеводорода ( $\text{CH}$ ,  $\text{млн}^{-1}$ ) в отработавших газах.

Измеренные диагностические параметры технического состояния двигателя заносятся в специальный бланк - протокол испытаний табл. 6.1.

Выбор частоты вращения коленчатого вала  $n_{\text{дв}} = 2200$  об/мин при диагностировании технического состояния двигателя на нагрузочных режимах обоснован широким использованием его (более 45 %) в реальных условиях эксплуатации газобаллонного автомобиля.

Определение численных значений диагностических параметров технического состояния газобаллонного автомобиля осуществляется на тяговом диагностическом стенде в следующей последовательности:

1) определить численные значения диагностических параметров двигателя, находящихся в эксплуатации после прохождения технического обслуживания №2 на указанных выше диагностических режимах;

2) выполнить регулировку газового редуктора, карбюратора-смесителя газоанализирующей и измерительной аппаратурой;

3) замерить на стенде частоту вращения коленчатого вала двигателя и содержание окиси углерода и углеводородов в отработавших газах.

При этом измеренные и вычисленные значения диагностических параметров (окиси углерода, углеводорода) до и после регулировки занести в специальный бланк - протокол испытаний табл. 6.1.

На основании анализа результатов, полученных в ходе выполнения практической работы, обосновывается практическое заключение о техническом состоянии двигателя. В дальнейшем оформленный протокол испытаний включается в отчет о выполненной практической работе.

## Протокол испытаний диагностирования двигателя работающего на ГСН

Модель двигателя

Применяемое оборудование для диагностики

Таблица 16.1. Диагностические параметры двигателя

| Режим диагностирования                              | Значения диагностических параметров         |                       |                                                |                       |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------|-----------------------|
|                                                     | до регулировки узла газовой системы питания |                       | после регулировки узла газовой системы питания |                       |
|                                                     | CO, %                                       | CH, млн <sup>-1</sup> | CO, %                                          | CH, млн <sup>-1</sup> |
| $n_{\min xx} = 600$ об/мин                          |                                             |                       |                                                |                       |
| $n_{\text{пов}} = (0,8n_{\max})$ об/мин             |                                             |                       |                                                |                       |
| $n_{\text{дв}} = 2200$ об/мин ( $\Delta h = 8$ кПа) |                                             |                       |                                                |                       |
| $n_{\text{дв}} = 3200$ об/мин                       |                                             |                       |                                                |                       |

Примечание. Нормы содержания вредных веществ по ГОСТ Р 17.2.2.06-99 и ГОСТ 17.2.2.03-87 приведены в прил. Ж. 3.

После выполнения практической работы студенты представляют оформленный отчет и защищают его. При защите отчета о выполненной практической работе студенты должны быть готовы ответить на следующие вопросы:

- 1) виды и периодичность технического обслуживания газобаллонного автомобиля;
- 2) какие используют смеси сжиженного нефтяного газа в системах питания двигателей в летний и зимний периоды;
- 3) порядок проверки технического состояния двигателя по составу отработавших газов;
- 4) диагностические параметры проверки технического состояния двигателя по составу отработавших газов;
- 5) назовите предельные нормы содержания CO и CH в отработавших газах по ГОСТ 17.02.06-99.

### 16.3. Неисправности, возникающие в системе питания газобаллонных автомобилей

Газобаллонные автомобили по сравнению с автомобилями, работающими на жидких топливах, имеют некоторые специфические особенности, вызванные различием в свойствах жидкого и газообразного топлив и наличием специального газового оборудования. Эти особенности должны быть учтены в момент установки газового оборудования, техническом обслуживании и ремонте его, а также при выполнении регулировок и испытании газового оборудования.

Особенности технического обслуживания и ремонта газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном нефтяном газе, связаны прежде всего с установкой на их двигатели газобаллонного оборудования, рассчитанного на работу с давлением паров газа до 1,6 МПа. Газобаллонное оборудование (газовый баллон с арматурой, магистральный вентиль, испаритель, газовые фильтры, газовый редуктор, карбюратор-смеситель, трубопроводы низкого и высокого давления) обеспечивает надежное хранение сжиженного нефтяного газа, не допускает его испарения, а также позволяет выполнять ступенчатое регулирование давления, дозирование, смесеобразование и подачу газозодушнoй смеси в двигатель.

Основные элементы газобаллонного оборудования унифицированы для различных видов автомобилей. Так, например, карбюратор-смеситель, как правило, унифицируется с карбюратором однотопных бензиновых двигателей.

При работе двигателя на сжиженном нефтяном газе в газовой системе питания возникают неисправности, которые вызывают затрудненный пуск двигателя, неустойчивую работу двигателя на холостом ходу, снижение мощности двигателя и т.п.

Опыт эксплуатации газобаллонных автомобилей показывает, что наибольшее число отказов приходится на газовый редуктор, смеситель и запорно-предохранительную арматуру газового баллона. Обобщение результатов экспериментальных испытаний и эксплуатационных результатов позволяют выявить характерные отказы в работе системы питания и классифицировать их на **три группы**.

**Первая группа** отказов связана с внутренней негерметичностью газобаллонного оборудования системы питания. Негерметичность газового оборудования системы питания оказывает влияние на эксплуатацию автомобиля. приводит к снижению мощности двигателя, увеличению расхода газового топлива и выброса вредных веществ.

**Вторая группа** отказов связана с внешней негерметичностью газобаллонного оборудования системы питания. Эти отказы оказывают влияние на безопасную эксплуатацию газобаллонных автомобилей. Так. они вызывают пожароопасность. увеличивают загазованность производственных помещений в процессе технологических операций ТО и ТР. что приводит к возгоранию.

**Третья группа** отказов связана с перерывами или задержкой в подаче газового топлива. Такие отказы вызывает затрудненный пуск двигателя, неустойчивую его работу на холостом ходу и переходных режимах, ухудшение динамических качеств газобаллонных автомобилей.

В процессе длительной эксплуатации газобаллонного оборудования происходят нарушения регулировочных параметров и ухудшается техническое состояние газового редуктора, карбюратора-смесителя,

запорно- предохранительной арматуры газового баллона и испарителя. Так, характерными неисправностями газового редуктора РЗАА являются внутренняя и внешняя его негерметичность, разрушение диафрагм первой ступени и разгрузочного устройства. Признаком внутренней негерметичности первой ступени газового редуктора является повышенное давление в ней после остановки двигателя.

Признаком внешней негерметичности газового редуктора является выход газа через воздушный фильтр при неработающем двигателе. Причинами возникновения такого отказа являются повреждение рычага первой ступени и резинового уплотнителя клапана первой ступени, что вызывает чрезмерно высокое давление газа после первой ступени. В случае разрушения диафрагмы первой ступени, повреждения резинового уплотнения клапана второй ступени, а также изменения физических (загрубления) свойств диафрагмы разгрузочного устройства можно обнаружить внешнюю негерметичность с помощью течеискателя или на слух.

Типичным проявлением внешней негерметичности клапана второй ступени является затрудненный пуск двигателя. Он связан с пропуском газа через клапан второй ступени газового редуктора. Неисправность устраняется путем обеспечения герметичности клапана второй ступени.

Затрудненный пуск двигателя связан также с обеднением горючей смеси из-за чрезмерно высокого разрежения в выходной полости газового редуктора. Этот дефект устраняют путем удаления отложений с диафрагмы атмосферного давления и регулировкой ниппелем диафрагмы атмосферного давления.

В период эксплуатации автомобилей на сжиженном нефтяном газе элементы газобаллонного оборудования проходят виды технического обслуживания – ЕО, ТО-1, ТО-2 и СО, которое может быть совмещенное с ТО-2.

ЕО элементов газобаллонного оборудования автомобиля выполняют перед выездом на линию и после возвращения автомобилей в АТП. Операция проверки технического состояния газового оборудования автомобилей выполняется на посту контрольно-пропускного пункта (КПП).

Перед выездом газобаллонного автомобиля на линию внешним осмотром проверяют крепление газового баллона к кронштейнам, состояние газового оборудования, газопроводов и герметичность соединений всей газовой системы после открытия магистрального вентиля. Затем проверяют легкость пуска и работу двигателя на газе при различной частоте вращения коленчатого вала, а также показания контрольно-измерительных приборов.

После возвращения газобаллонного автомобиля в парк АТП выполняют следующие работы:

1) внешним осмотром проверяют герметичность газового баллона, магистрального вентиля и соединений газовой системы питания: места утечки газа обнаруживаются по характерному звуку на слух, с помощью течеискателя или путем обмазывания мыльной пеной (с раствором поваренной соли в условиях низких температур);

2) очищают снаружи арматуру газового баллона и агрегаты газовой системы питания от загрязнений, при необходимости их следует вымыть;

3) сливают отстой из газового редуктора;

4) закрывают магистральный вентиль и вырабатывают газ из системы питания;

5) проверяют отсутствие подтекания газа в электромагнитном клапане с фильтром.

ТО-1 для грузовых автомобилей первой категории осуществляется с периодичностью через 4000 км (5000 - для легковых автомобилей первой категории). Оно проводится на специализированном участке главного производственного корпуса.

ТО-2 для грузовых автомобилей первой категории осуществляется с периодичностью через 15000 км (20000 - для легковых автомобилей первой категории). Оно проводится на тупиковых постах специализированного участка, расположенного в специальном помещении главного производственного корпуса.

Одной из основных работ ТО-1 и ТО-2 является проверка и при необходимости регулировка редуктора и газосмесительного устройства. Диагностику работы двигателя осуществляют с помощью приборов, определяющих содержание окиси углерода (СО) и углеводорода (СН) в отработавших газах в соответствии с ГОСТ Р 17.2.02.06-99. Так, предельно допустимое содержание СО и СН в отработавших газах автомобилей, работающих на ГСН и выпущенных после 01.07.2000 г. не должно превышать СО – 3,0 % и соответственно углеводородов СН - 1 000 млн<sup>-1</sup>.

## Тема 6: «Экономическая и экологическая эффективность эксплуатации газобаллонных автомобилей»

### Практическая работа № 17

#### Тема занятия: «Техническое обслуживание газобаллонного оборудования»

##### Цели работы:

- 1) изучение порядка оценки технического состояния двигателя, работающего на сжиженном нефтяном газе по составу отработавших газов;
- 2) изучение устройства и порядка работы используемого оборудования для выполнения практической работы;
- 3) приобретение практических навыков работы с оборудованием по оценке технического состояния двигателя, работающего на сжиженном нефтяном газе по составу отработавших газов.

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.

| Подвижной состав | Периодичность ТО, км |       |       |
|------------------|----------------------|-------|-------|
|                  | ТО-1                 | ТО-2  |       |
| Автомобили       |                      |       |       |
|                  | семейства ЗИЛ        | 3000  | 12000 |
|                  | семейства ГАЗ        | 2500  | 12500 |
|                  | легковые             | 3500  | 14000 |
| Автобусы         | 2600                 | 13000 |       |

**Ежедневное техническое обслуживание (Е0).** 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 и измерительных приборов.

Для работающих на СПГ 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 изморози 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 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  $CO$  и  $CH$  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, манометров 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 СПГ, и, 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  $CO$  и  $CH$  в отработавших газах в соответствии с заводской инструкцией.

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

**Сезонное обслуживание ( $CO$ ).** Сезонное обслуживание совмещается с очередным ТО-2. Работы  $CO$  представляют собой контроль всех элементов газовой системы за исключением газовых баллонов.  $CO$  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  $CO$ , 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 СПГ, при необходимости заменяют неисправные детали расходных вентилей баллонов, дополнительного и расходного вентилей и заправочного устройства крестовины. Заменяют манометр высокого давления на новый или проверенный в органах Госстандарта. Проверяют подогреватель газа, герметичность полости теплоносителя и подводящих шлангов системы охлаждения к подогревателю.

В автомобилях, работающих на СНГ, 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  $CO$  совпали с проведением очередного переосвидетельствования газовых баллонов, то операции по запорной аппаратуре выполняются на пунктах по переосвидетельствованию и исключаются из перечня  $CO$ .

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, спрессовывают 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  $CO$  и  $CH$  в отработавших газах в соответствии с заводской инструкцией.

## Тема 6: «Экономическая и экологическая эффективность эксплуатации газобаллонных автомобилей»

### Практическая работа № 18

#### Тема занятия: «Расчет экономической и экологической эффективности эксплуатации газобаллонов автомобилей»

##### Цели работы:

- 1) изучение порядка оценки технического состояния двигателя, работающего на сжиженном нефтяном газе по составу отработавших газов;
- 2) изучение устройства и порядка работы используемого оборудования для выполнения практической работы;
- 3) приобретение практических навыков работы с оборудованием по оценке технического состояния двигателя, работающего на сжиженном нефтяном газе по составу отработавших газов.

Расчет затрат на топливо при переоборудовании автомобилей, например "Жигулей" всех моделей (кроме 2121, 2108, 2109 и 2110) при городской езде приведен ниже.

| Расход на 100 км                                                                       |                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Бензин                                                                                 | Газ                                                                                    |
| $Z_{Г(Б)} = H \times Ц,$<br>где $Z$ – затраты,<br>$H$ – норматив на 100 км,            |                                                                                        |
| $H = 10.5 \text{ л}$<br>$Ц = 6.50 \text{ у.е.}$<br>$Зб = 10.5 \times 6.5 \text{ у.е.}$ | $H = 12.2 \text{ л}$<br>$Ц = 1.40 \text{ у.е.}$<br>$Зг = 12.2 \times 1.4 \text{ у.е.}$ |

Сумма экономии на 100 км:

$$\mathcal{E} = Z_b - Z_g = 68.25 - 17.08 = \mathbf{50.45 \text{ у.е.}}$$

При годовом пробеге 15000 км:

$$15000 : 100 \times 50.45 = 7567.5 \text{ у.е.}$$

Стоимость газового оборудования с установкой на фирменных станциях – от 220 у.е. до 360 у.е.. (для автомобилей, оборудованных впрыском бензина).

При таких показателях газовое оборудование окупается **менее чем** за год.

Однако этим не исчерпываются преимущества использования газа как автомобильного топлива. Этот ряд преимуществ можно продолжить, отметив, в частности, величайшую косвенную заслугу газа – он сберегает более дорогое жидкое топливо.

Так что вместо того, чтобы говорить о мнимых недостатках автомобилей с газобаллонной установкой, надо отметить их бесспорные достоинства.

- продление ресурса двигателя;
- газ в 2 раза дешевле бензина, (в зависимости от региона);

- ни при каких режимах не возникает детонация;
- снижаются ударные нагрузки на цилиндропоршневую группу, и уменьшается ее износ.

Некоторые американские специалисты рассчитывают экономическую эффективность применения СПГ следующим образом (при стоимости бензина 16.7 *цента* за галлон, СПГ 7.2 *цента* за 100 куб. футов, 1 куб. фут = 0.0283 м<sup>3</sup>, 1 миля = 1.61 км, 1 галлон = 3.77 л).

Таблица 4.1

| Класс АТС        | Бензин                   |           | СПГ                                                 |           | Экономия  |    |
|------------------|--------------------------|-----------|-----------------------------------------------------|-----------|-----------|----|
|                  | миля/гал<br>(0.427 км/л) | цент/милю | миля/100 куб<br>футов<br>(0.569 км/м <sup>3</sup> ) | цент/милю | цент/милю | %  |
| Легковые         | 9.79                     | 1.71      | 9.33                                                | 0.77      | 0.94      | 55 |
| Легкие грузовые  | 10.10                    | 1.65      | 10.92                                               | 0.66      | 0.99      | 60 |
| Средние грузовые | 6.31                     | 2.65      | 7.53                                                | 0.96      | 1.69      | 64 |
| Среднее значение | 9.15                     | 1.82      | 9.30                                                | 0.77      | 1.05      | 58 |

Дополнительная экологическая эффективность рассчитывается исходя из изменения вредных выбросов отработавшими газами.

В качестве примера можно привести технико-экономическую и экологическую эффективность перевода дизеля (дизель АО1М:  $N_e=100$  кВт;  $D=130$  мм;  $S=140$  мм;  $V_h=11.16$  л;  $n=1700$  мин<sup>-1</sup>) насосной станции СНП-500/10 на газодизельную систему питания.

Исходные данные для расчета:

- отпускная стоимость дизельного топлива  $C_{от}=12$  у.е./л (14.45 у.е./кг);
- отпускная стоимость природного газа (трубопроводного)  $C_{пг}=2.22$  у.е./м<sup>3</sup> (2.75 у.е./кг);
- отпускная цена дизельного масла  $C_m=11000$  у.е./т;
- годовой фонд работы дизеля из расчета непрерывности работы в течение 6 месяцев  $T_e=4320$  час;
- расход дизельного топлива часовой – 20.0 кг/час; принятый для расчета конкретной насосной станции  $C_{гн}=15.0$  кг/час;
- срок смены масла:  
на дизеле – 120 час;  
на газодизеле – 240 час.
- количества заливаемого масла при смене  $C_m=14$  кг;
- моторесурс дизеля АО1М  $P_g=6000$  час;
- ожидаемый моторесурс газодизеля АО1М  $P_{rg}=9000$  час;
- стоимость дизеля АО1М – 100 тыс. сум;
- стоимость оборудования и материальных затрат трубопроводного газоснабжения (из расчета 100...200 погон.метров газопровода) – 100 тыс. у.е.;
- стоимость оборудования (трансформатор, электродвигатель, системы управления), монтажных работ при переводе насосной станции на электропривод  $A=90$  тыс. у.е.;
- стоимость 1 кВт·час электроэнергии  $C_{э}=1.40$  у.е./кВт·час;

- дополнительные и эксплуатационные расходы. Для всех сравниваемых вариантов принимается один оператор насосной станции с годовым фондом заработной платы  $\Phi_{\text{зн}}=12000$  у.е.;
- среднее соотношение природного газа к дизельному топливу, принятое при расчете: 70:30; (или  $g=0.7$ );
- низшая теплотворная способность соответственно дизельного топлива и газа:  $Q_{\text{дм}}=10150$  ккал/кг (42.5 МДж/кг),  $Q_{\text{г}}=11900$  ккал/кг (50 МДж/кг);
- удельный среднеинтегральный расход тепла при сгорании соответственно дизельного топлива и природного газа:  $q_{\text{ег}}=2600$  ккал/кВт·час и  $q_{\text{ер}}=2800$  ккал/кВт·час;
- эквивалентность мощности и теплоты при расчетах  $1 \text{ кВт} \approx 0.86 \text{ ккал/час}$  и  $1 \text{ ккал} = 4.187 \text{ кДж}$ .

Обобщенные экономические расчеты приводятся в таблице 4.2.

Таблица 4.2

| №  | Статьи и расчет формула                                                                                                                                                                                          | Ед.изм.           | Сравниваемые варианты |                     |               |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|---------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                  |                   | Дизель                | Газодизель          | Электропривод |
| 1. | Годовой расход дизельного топлива: $G_{\text{дм}}^{\text{г}} = T G_{\text{дм}} 10^{-3}$                                                                                                                          | т/год             | 64.8                  | 19.44               | —             |
| 2. | Годовой расход природного газа: $G_{\text{г}}^{\text{г}} = g G_{\text{дм}}^{\text{г}} \frac{Q_{\text{г}}}{Q_{\text{дм}}} \frac{q_{\text{ер}}}{q_{\text{ег}}}$                                                    | т/год<br>(м³/год) | —                     | 41.66(52075)        | —             |
| 3. | Годовой расход масла на угар и замену                                                                                                                                                                            | т/год             | 2.4                   | 2.15                | —             |
| 4. | Годовой расход электроэнергии                                                                                                                                                                                    | кВт/год           | —                     | —                   | 432.000       |
| 5. | Стоимость капвложений $A$                                                                                                                                                                                        | тыс.у.е.          | —                     | 120                 | 900           |
| 6. | Стоимость годового расхода топлива (электроэнергии) $C_{\text{т}}$                                                                                                                                               | тыс.у.е.          | 936.30                | 369.514             | 604.80        |
| 7. | Годовая экономия за счет топлива (электроэнергии) $\Delta \mathcal{E}_{\text{г}} = C_{\text{дм}} * G_{\text{дм}}^{\text{г}} - (C_{\text{г}} * G_{\text{г}}^{\text{г}} + C_{\text{з}} * C_{\text{з}}^{\text{г}})$ | тыс.у.е.          | —                     | 539.840             | 331.56        |
| 8. | Срок окупаемости за счет экономии топлива $A / \Delta \mathcal{E}_{\text{г}} - \Phi_{\text{зн}}$                                                                                                                 | год               | —                     | 0.22<br>(2.7 месяц) | 2.7           |

Рассмотрим применение дизельного топлива с экологической и экономической точек зрения. Что касается экологической стороны вопроса, то на сегодняшний день доставка дизельного топлива с нефтеперерабатывающего завода и других поставщиков происходит с большими задержками, связанными с перевозкой по железнодорожному транспорту, хранением, распределением и доставкой непосредственным потребителям. При этом не исключаются потери топлива, связанные с испарением, разливом и прочими причинами, которые несут с собой не только материальные потери, но и отрицательно сказываются на здоровье обслуживающего персонала и окружающей среде.

Кроме того, известно, что при сжигании 1 т дизельного топлива выделяется 20...30 кг окиси углерода, 20...40 кг окислов азота, 4...10 кг

углеводородов, 10...30 кг окислов серы, 8...10 кг альдегидов, 3...5 кг сажи и др., что также в свою очередь ухудшает экологическую обстановку. При учете удельного ущерба от выбросов вредных веществ в атмосферу, измеряемого в *у.е./тонн* и составляющего для окиси углерода 700....1000, углеводородов – 1700...1800, окислов азота – 2000...3000, экологический ущерб при сжигании 1 т дизельного топлива составляет более 112.7 *у.е.*

Таким образом, за шесть месяцев работы одной насосной станции при сжигании 63 т дизельного топлива экологический ущерб составляет 7103.25 *у.е.* не учитывая потери, указанные выше и связанные с доставкой дизельного топлива от производителя до непосредственного потребителя. При переводе дизеля на газодизельную систему питания указанный экологический ущерб уменьшается в два раза (3551.6 *у.е.*).

При рассмотрении экономической стороны данного вопроса, необходимо обратить внимание на то, что при стоимости одного литра дизельного топлива 15 *у.е.*, а за 6 месяцев работы одной насосной станции используется 76000 л топлива стоимостью 1.40 млн.*у.е.*

Анализ современных направлений рационального использования топливно-энергетических ресурсов и охраны окружающей среды показывает, что самым оптимальным решением указанных проблем является применение газодизельной системы питания, где не менее чем 70...80 % дизельного топлива заменяется экологически чистым, дешевым видом топлива – природным газом, который может быть использован в сжатом или сжиженном видах.

В условиях Узбекистана природный газ в сжатом виде в качестве топлива применяется по цене 6.3 *у.е./м³* (при расчете учитывается эквивалентность 1 л жидкого топлива и 1 *м³* природного газа). Кроме того, в Республике имеется широкая сеть газопроводов низкого, среднего и высокого давления с помощью которых природный газ реализуется по цене 1160 *у.е.* за 1000 *м³* (1.16 *у.е./м³*). Такой газ в 5.43 раза дешевле сжатого природного газа, реализуемого через автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС).

Из вышеизложенного следует, что при переводе дизеля насосной станции на газодизельную систему питания с применением 70 % природного газа можно использовать газ в сжатом виде из АГНКС и при этом за шесть месяцев экономия составит:

$$\mathcal{E}=76000*15-(22800*15+53200*6.3)=46840 \text{ у.е.}$$

При применении же в газодизеле трубопроводного газа экономия за 6 месяцев составит:

$$\mathcal{E}=76000*15-(22800*15+53200*1.16)=736288 \text{ у.е.}$$

Для сравнения указанных силовых приводов – дизелей, газодизелей также следует принимать во внимание и электрический привод. Теперь сравним техническую сторону реализации каждого из трех предлагаемых вариантов.

Обеспечение же газодизеля сжатым природным газом (СПГ) из АГНКС обуславливается следующим:



1) необходимость использования передвижной автогазозаправочной станции (ПАГЗ), которая в настоящее время отсутствует. Причем эксплуатация таких средств сопровождается большими материальными затратами, стоимость которых сопоставима со стоимостью 8...10 ед. грузового автотранспорта. Кроме того, к ним предъявляются особые требования мер безопасности при эксплуатации;

2) заправка ПАГЗ резко сокращает пропускную способность существующих АГНКС для автомобильного транспорта, например, практически вся производительность АГНКС г. Ургенча может обеспечить ПГ только 20 ед. дизелей насосных станций;

3) наличие системы обеспечения дизеля СПГ непосредственно у насосной станции. Если в суточной потребности одного дизеля 422 л дизельного топлива заменить 70 % природным газом, составляющим 300 м<sup>3</sup>, то потребуется 30 ед. газовых баллонов высокого давления. Причем для минимального 1.5 суточного запаса природного газа требуется 45...48 ед. газовых баллонов, что составляет 184000 у.е. кроме того для них требуется разработка проекта, предусматривающего конструкцию, правила эксплуатации и проч.;

4) обеспечение систематической заправки системы газовых баллонов высокого давления природным газом, что связано с реконструкцией АГНКС, подъездных путей и др.;

5) выпуск определенного количества природного газа в атмосферу в процессе заправок, что в определенной степени загрязняет окружающую среду.

Обеспечение же газодизеля природным газом из трубопровода среднего (низкого) давления обусловлено следующим:

1) прокладка индивидуального газопровода с газораспределительным пунктом (ГРП) для одного или группы газодизелей насосных станций. Для этого следует провести проектно-сметные, строительно-монтажные работы. По предварительным расчетам Ургенчского отделения «Узгипрогаза», общая стоимость таких газопроводов протяженностью 50, 100, 500, 1000, 5000 м соответственно составляет 50, 93, 480, 920, 4210 тыс.у.е.

2) наличие трубопровода полностью исключает все отрицательные стороны использования АГНКС для обеспечения дизелей насосных станций природным газом;

3) трубопроводная транспортировка газа с точки зрения дешевизны доставки и охраны окружающей среды является самой оптимальной.

Далее рассмотрим перевод насосных станций на электрический привод, который предполагает наличие силового трансформатора (~200 тыс.у.е.), электродвигателя мощностью 75...80 кВт (~200 тыс.у.е.), производство демонтажно-монтажных работ (А~100 тыс.у.е.) и прокладка высоковольтной линии (~500 тыс.у.е.). кроме того, в настоящее время эквивалентная плата за электрическую энергию за один сезон превышает более чем на 20 % оплату дизельного топлива (~1368 тыс.у.е.).

Сравнение трех вариантов силовых агрегатов из расчета на одну насосную станцию приводится в таблице.

Таблица.4.3

| №  | Варианты силового агрегата насосной станции                                | Экологический ущерб, у.е. | Затраты топливо млн.у.е | Производственные, технические затраты млн.у.е. | Суммарная экологическая и экономическая эффективность, млн.у.е. |
|----|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1. | Дизель                                                                     | 7103.25                   | 1.140                   | —                                              | —                                                               |
| 2  | Газодизель (30 % ДТ + 70 % ПГ) – с поставкой природного газа из АГНКС      | 3551.6                    | 0.677                   | 1.000                                          | 0.465                                                           |
| 3  | – с поставкой природного газа из трубопровода среднего (высокого) давления | 3551.6                    | 0.403                   | 0.50                                           | 0.740                                                           |
| 4  | Электропривод                                                              | -                         | 1.368                   | 1.000                                          | - 0.228                                                         |

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К КУРСУ

1. Устройство испарителя сжиженного нефтяного газа.
2. Объем сезонного технического обслуживания испарителей сжиженного нефтяного газа.
3. Устройство газового редуктора РЗАА
4. Типичные причины возникновения негерметичности клапанов первой и второй ступеней газового редуктора РЗАА.
5. Внешние признаки нарушения герметичности диафрагм газового редуктора.
6. Причины затрудненного пуска двигателя на ГСН.
7. Устройство и назначение дозирующе-экономайзерного устройства и его техническое обслуживание при ТО-2.
8. Объем технического обслуживания полости второй ступени газового редуктора и его разгрузочного устройства.
9. Назначение и устройство фильтрующих элементов.
10. Основные неисправности газопроводов.
11. Какие параметры газовой аппаратуры необходимо диагностировать при работе двигателя на ГСН?
12. Особенности газобаллонной установки, работающей на ГСН. назначение и принцип работы основных элементов и узлов газовой аппаратуры.
13. Устройство карбюратора-смесителя, газового смесителя, газовых фильтров, запорно-предохранительной арматуры, газовых баллонов,

подогревателей и испарителей газа, а также их назначение и принцип работы.

14. Как влияет изменение давления газа в баллоне на расход его при работе двигателя на газе?

15. Назначение вакуум-разгрузителя.

16. Как выполняется регулировка диафрагмы атмосферного давления редуктора второй ступени?

17. Объясните назначение пружин в редукторе РЗАА.

18. В каких пределах достигается полное сгорание топлива (газа) в смеси с воздухом? Как будет гореть топливо, если кислорода будет недостаточно?

19. Как осуществляют регулировку клапана первой ступени в редукторе РЗАА?

20. Объясните устройство и работу безмоторного стенда.

21. В чем заключается проверка редуктора на пропускную способность расхода газа (воздуха)?

22. Объясните, какие существуют составы газоздушных смесей.

## Приложение А

Образец технологической карты на сезонное техническое обслуживание предохранительного клапана

Общая трудоемкость -0,17 чел. ч (10,0 чел. мин)

Исполнитель - слесарь по ремонту топливной аппаратуры 3-го разряда

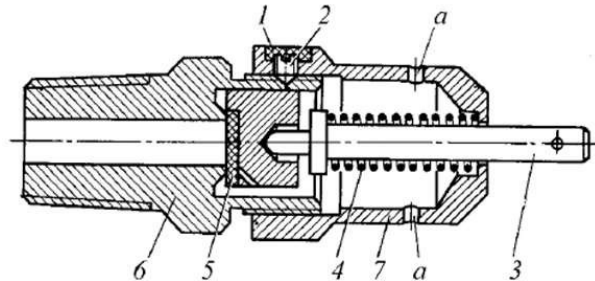


Рис. А1. Предохранительный клапан: а -отверстия для выхода газа в атмосферу; 1-шайба; 2-стопорный винт; 3 - шток; 4 - пружина; 5 - клапан; 6- корпус; 7- крышка.

| № выполняемых работ                           | Наименование и содержание работ                                                                                                   | Кол-во мест воздействия | Приборы, инструменты, приспособления                           | Технические требования                                               |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1                                             | 2                                                                                                                                 | 3                       | 4                                                              | 5                                                                    |
| Разборка предохранительного клапана (рис. А1) |                                                                                                                                   |                         |                                                                |                                                                      |
| 1                                             | Установите предохранительный клапан в тиски и зажмите его                                                                         | 1                       | Тиски, верстак                                                 | Губки тисков должны быть оборудованы прокладками из цветного металла |
| 2                                             | Удалите пломбу 1 и выверните стопорный винт 2 из крышки 7                                                                         | 1                       | Шило, отвертка                                                 | -                                                                    |
| 3                                             | Придерживая крышку 7, отверните ее, снимите пружину 4, шток 3, вытащите клапан 5                                                  | 1                       | Ключ 27 мм                                                     | -                                                                    |
| 4                                             | Удалите из крышки 7 старую смазку                                                                                                 | 1                       | Лопатка                                                        | -                                                                    |
| 5                                             | Промойте детали вентиля в ацетоне до полного удаления смолистых отложений и продуйте сжатым воздухом (кроме уплотнительных колец) |                         | Емкость с водой, кисть, ветошь, ларь для обтирочных материалов | -                                                                    |

| 1                                               | 2                                                                                                                                                                                                            | 3 | 4                                                            | 5                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6                                               | Проверьте состояние деталей вентиля, негодные детали замените (см. карту дефектовки)                                                                                                                         |   | Стол для дефектовки                                          | -                                                                                                                                                  |
| Сборка предохранительного клапана (см. рис. А1) |                                                                                                                                                                                                              |   |                                                              |                                                                                                                                                    |
| 7                                               | Установите клапан 51 уплотнителем в корпусе 6, смазав его солидолом тонким слоем                                                                                                                             |   | Емкость со смазкой, лопатка                                  | Клапан должен ходить в седле корпуса легко, без заеданий. Применять пресс-солидол "С" ГОСТ 4366-76                                                 |
| 8                                               | Вставьте шток 3 с надетой на него пружиной 4 в углубление клапана 5                                                                                                                                          | 1 | -                                                            | -                                                                                                                                                  |
| 9                                               | Наденьте шток 3 крышку 7 и, сжимая пружину, наверхните крышку 7 на корпус 6                                                                                                                                  | 1 | Ключ 27 мм                                                   | -                                                                                                                                                  |
| 10                                              | Ослабьте губки тисков и снимите предохранительный клапан                                                                                                                                                     |   |                                                              |                                                                                                                                                    |
| 11                                              | Установите предохранительный клапан на стенд и отрегулируйте давление на входе и срабатывание клапана. При полном открытии клапана замерьте зазор между клапаном и седлом. Проверьте клапан на герметичность | 1 | Стенд, кисть, емкость смыльной эмульсии, щуп                 | Начато открытие клапана должно быть при 1,68 МПа. Полное открытие клапана должно быть при 1,8 МПа. Нарушение наружной герметичности не допускается |
| 12                                              | Вверните стопорный винт 2 в крышку 7 до упора и запломбируйте                                                                                                                                                | 1 | Отвертка                                                     | -                                                                                                                                                  |
| 13                                              | Заполните полость крышки 7 солидолом через отверстия в крышке. Выступившие излишки солидола удалите                                                                                                          |   | Солидол, нагнетатель, ветошь, ларь для обтирочных материалов | Применять пресс-солидол "С" ГОСТ 4366-76                                                                                                           |

## Приложение Б

Образец дефектовки деталей предохранительного клапана

Общая трудоемкость - 0,03 чел. ч (1,7 чел. мин)

Исполнитель - слесарь по ремонту топливной аппаратуры 4-го разряда

| Наименование дефекта                                            | Средство измерения и контроля | Размер, мм                             |                                | Заключение       |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|------------------|
|                                                                 |                               | номинальный                            | допустимый без ремонта         |                  |
| 1. Обломы или трещины пружины                                   | Визуально                     | —                                      | —                              | Браковать        |
| 2. Износ уплотнителя клапана                                    | Визуально                     | —                                      | Кольцевой износ не допускается | Браковать        |
| 3. Риски, задиры, раковины на рабочей поверхности седла клапана | Визуально                     | Риски, задиры, раковины не допускаются |                                | Браковать        |
| 4. Изгиб штока                                                  | Визуально                     | —                                      | —                              | Подлежит ремонту |
| 5. Срыв или износ резьбы входного штуцера                       | Визуально                     | —                                      | Срыв не более 2-х ниток        | Подлежит ремонту |
| 6. Срыв или износ резьбы под крышку                             | Визуально                     | —                                      | Срыв не более 2-х ниток        | Подлежит ремонту |

## Приложение В

Таблицы соотношения физических величин

Таблица Д1. Плотность углеводородов, входящих в состав сжиженных нефтяных газов

| Углеводоро<br>д | Температура в °С |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 | -50              | -40   | -30   | -20   | -10   | 0     | 10    | 20    | 30    | 40    | 50    |
| Пропан          | 0,590            | 0,579 | 0,561 | 0,553 | 0,542 | 0,329 | 0,515 | 0,301 | 0,385 | 0,468 | 0,451 |
| n-Бутан         | 0,631            | 0,641 | 0,631 | 0,621 | 0,611 | 0,601 | 0,590 | 0,578 | 0,567 | 0,535 | 0,642 |
| Изобутан        | 0,635            | 0,624 | 0,614 | 0,603 | 0,392 | 0,581 | 0,569 | 0,557 | 0,544 | 0,544 | 0,318 |
| Пентан          | 0,691            | 0,682 | 0,673 | 0,664 | 0,655 | 0,645 | 0,636 | 0,626 | 0,616 | 0,606 | 0,595 |
| Изопентан       | 0,686            | 0,677 | 0,668 | 0,658 | 0,648 | 0,629 | 0,629 | 0,619 | 0,609 | -     | -     |
| Пропилен        | 0,611            | 0,598 | 0,586 | 0,373 | 0,550 | 0,545 | 0,530 | 0,514 | -     | -     | -     |
| Бутилены        | 0,673            | 0,663 | 0,631 | 0,640 | 0,629 | 0,618 | 0,606 | 0,394 | -     | -     | -     |
| Изобутилен      | 0,673            | 0,662 | 0,631 | 0,640 | 0,629 | 0,618 | 0,606 | -     | -     | -     | -     |

Примечание. Плотность воздуха  $\rho = 1,293 \text{ кг/м}^3$  при  $0^\circ\text{С}$  и 760 мм рт. ст.

**Приложение Г**  
**Физико-химические свойства газов**

| Показатели                                                                                                                           | Единица измерения              | Входят в состав ГСН           |                               |                                |                                | Входит в СПГ    | Бензин                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                      |                                | этан                          | пропан                        | бутан (норм.)                  | пентан (норм.)                 | метан           |                               |
| Химическая формула                                                                                                                   | —                              | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | CH <sub>4</sub> | C <sub>n</sub> H <sub>n</sub> |
| Молекулярная масса                                                                                                                   | кг/кмоль                       | 30,07                         | 44,10                         | 58,12                          | 72,15                          | 16,04           | 114,0                         |
| Плотность газовой фазы при нормальных условиях (0°C, 760 мм рт. ст.)                                                                 | кг/м <sup>3</sup>              | 1,356                         | 2,019                         | 2,703                          | 3,220                          | 0,717           | -                             |
| Относительная плотность газовой фазы (по воздуху)                                                                                    | —                              | 1,048                         | 1,562                         | 2,091                          | 2,488                          | 0,554           | -                             |
| Плотность жидкости (при 15°C и 760 мм рт.ст.)                                                                                        | кг/м <sup>3</sup>              | 0,446                         | 0,509                         | 0,582                          | 0,625                          | -               | 0,72- 0.74                    |
| Температура кипения (при 760 мм рт. ст.)                                                                                             | °C                             | -88,6                         | -42,1                         | -0,5                           | -36,1                          | -161,5          | -                             |
| Критическая температура                                                                                                              | °C                             | 32,3                          | 9,68                          | 152,0                          | 196,6                          | -82,5           | -                             |
| Низшая теплотворность (при 15°C и 760 мм рт. ст.)                                                                                    | МДж/м <sup>3</sup>             | 60,0                          | 85,5                          | 111,5                          | 137,5                          | 33,7            | 212                           |
| То же                                                                                                                                | МДж/кг                         | 47,0                          | 45,7                          | 45,4                           | 45,1                           | 48,7            | 43,9                          |
| Теоретически необходимое для сгорания количество воздуха                                                                             | м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> | 16,7                          | 23,9                          | 30,95                          | 38,1                           | 9,52            | 58,6                          |
| То же                                                                                                                                | кг/кг                          | 16,05                         | 15,7                          | 15,35                          | 15,3                           | 17,2            | 14,5                          |
| Теплотворность рабочей смеси при α=1,0                                                                                               | МДж/м <sup>3</sup>             | 3,40                          | 3,46                          | 3,41                           | 3,52                           | 3,22            | 3,55                          |
| Октановое число (по моторному методу)                                                                                                | —                              | 125                           | 120                           | 93                             | 64                             | 110             | 72-84                         |
| Температура воспламенения при атмосферном давлении                                                                                   | °C                             | 508-605                       | 510-580                       | 475-550                        | 475-510                        | 640-680         | 470-530                       |
| Пределы воспламенения (по объему):<br>нижний<br>верхний                                                                              | %                              | 3,2<br>12,5                   | 2,4<br>9,5                    | 1,9<br>8,5                     | 1,4<br>8,0                     | 5,3<br>14,0     | 1,5<br>6,0                    |
| Коэффициент избытка воздуха α, соответствующий нижнему (α <sub>max</sub> ) И верхнему (α <sub>min</sub> ) пределам воспламеняемости: |                                |                               |                               |                                |                                |                 |                               |
| α <sub>max</sub>                                                                                                                     |                                | 1,82                          | 1,70                          | 1,67                           | 1,84                           | 1,88            | 1,18                          |
| α <sub>min</sub>                                                                                                                     |                                | 0,42                          | 0,40                          | 0,35                           | 0,30                           | 0,65            | 0,29                          |



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панов Ю.В. Установка и эксплуатация газобаллонного оборудования автомобилей –М.: АКАДЕМИЯ, 2013. –160с.
2. ТУ 152-12-008-99. Автомобили и автобусы. Переоборудование грузовых, легковых автомобилей и автобусов в газобаллонные для работы на сжиженных нефтяных газах. Приемка на переоборудование и выпуск после переоборудования. Испытания газотопливных систем.
3. ТУ 152-12-007-99. Автомобили. Переоборудование грузовых, легковых и специализированных автомобилей в газобаллонные для работы на комбинированном природном газе. Приемке на переоборудование и выпуск после переоборудование. Испытания газотопливных систем.
4. РД 03112194-1014-97. Автобусы. Переоборудование автобусов в газобаллонные, работающие на компримированном природном газе. Приемке на переоборудование и выпуск после переоборудования. Испытание газотопливных систем.
5. ГОСТ 27577-87. Газ природный топливный сжатый для газобаллонных автомобилей. Технические условия.
6. ГОСТ 27578-94. Газ углеводородный сжиженный для автомобильного транспорта. Технические условия.