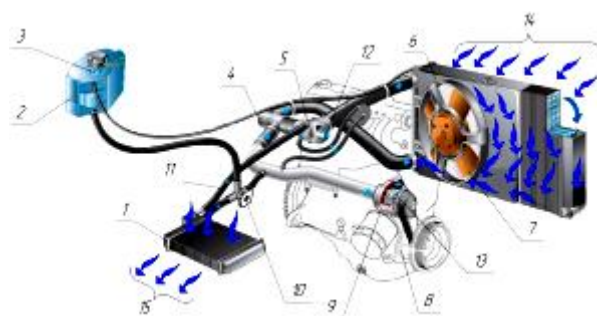


**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего профессионального образования**  
**«Владимирский государственный университет имени**  
**Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

**СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ТАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**Практикум**



**Владимир 2014**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования

«Владимирский государственный университет имени  
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)  
Кафедра “Тепловые двигатели и энергетические установки”

## **СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

### **Практикум**

Составитель:  
В.М.Басуров

Владимир 2014

Б 27

УДК 621.43.001.4 (076.5)

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
А.Г. Кириллов.

Басуров В.М.

Б27 Системы автомобильных и тракторных двигателей. Практикум: / Владим. гос. ун-т; Владимир, 2014. 75с.

ISBN 5-89368-281-5

3-е издание, дополненное и исправленное

Практикум способствует более глубокому закреплению теоретического материала, приобретению практических навыков и самостоятельному решению инженерно-конструкторских вопросов при работе с системами двигателей.

Даны необходимые теоретические понятия, конструкция и регулировка дизельной топливной аппаратуры, основных агрегатов аппаратуры с впрыском легкого топлива, систем: охлаждения, смазочной, выпуска и впуска.

Предназначен для студентов всех форм обучения специальностей и направлений: 141100, 190100, 190600, 190700.

Печатается по решению редакционно-издательского Совета Владимирского государственного университета.

Табл. 11. Ил. 60. Библиогр.: 9 назв.

УДК 621.001.4 (076.5); ISBN 5-89368-040-5

Владимирский государственный университет, 2014

### **Требования к выполнению и оформлению лабораторных работ**

В каждой лабораторной работе даются: цель работы, задание: основные понятия, экспериментальная установка, порядок выполнения работы, обработка экспериментальных данных, контрольные вопросы.

Перед (проведением работы студент должен иметь отчёт, в котором отражаются: цель работы, задание, графики, рисунки Их таблицы, необходимые для проведения работы или эксперимента; знать порядок проведения работы, уметь ответить на контрольные вопросы. До работы студент допускается преподавателем лишь после проверки его готовности. В процессе работы студент заносит в таблицы все необходимые результаты, которые в конце занятий проверяются преподавателем и подписываются. Полностью оформленный отчёт, содержащий дополнительно все необходимые расчётно-экспериментальные графики, выполненные на миллиметровой бумаге в соответствии с ЕСКД, таблицы и выводы, необходимо представить на следующее занятие.

Ори отсутствии предыдущего расчёта студент к выполнению следующей не допускается. Зачёты по проделанным работам сдаются в течение семестра по мере их выполнения.

### **Техника безопасности при проведении работ**

Объектами повышенной опасности являются Испытательные стенды, приводимые в действие электрической энергией, и горюче-смазочные материалы. Студенты допускаются к работе только после инструктажа по технике безопасности, о чём делается отметка в специальном журнале.

#### **Основные требования техники безопасности**

- 1 Не прикасаться к вращающимся частям станков и не находиться в плоскости их вращения (даже при наличии ограждения).
- 2 Пуск станков разрешается только после тщательной проверки их технического состояния преподавателем или лаборантом.
- 3 Запрещается работать на станках, не имеющих заземление, а также пользоваться открытым огнем, мыть руки бензином, всасывать бензин ртом через шланг, прикасаться руками, смоченными в бензине, к глазам, носу, рту.
- 4 Не допускаются утечки топлива и масла из установки. В случае появления капель ГСМ на полу немедленно их удалять. Использованная ветошь должна храниться в специальном месте.
- 5 Своевременно включать вентиляцию в лаборатории.

## Лабораторная работа №1

### Принципиальные и конструктивные схемы карбюратора

**Цель работы** – ознакомиться с системой топливоподачи при использовании карбюратора.

**Задание** – изучить конструкцию и работу карбюратора типа «Солекс», знать конструкцию и работу все его систем, уметь отвечать на контрольные вопросы.

**В настоящее время карбюраторы в значительной степени потеснены системами впрыска легкого топлива, однако они все еще находят применение в некоторых моделях автомобилей. Рассмотрим наиболее часто применяемые модели.**

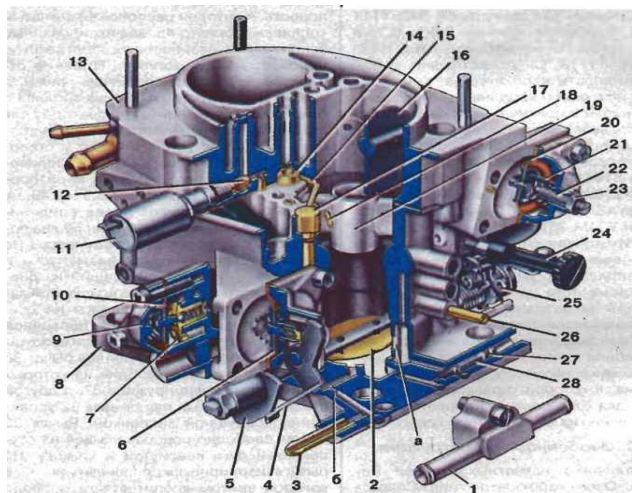
**Карбюратор ДААЗ-21073-1107010**, предназначенный для автомобилей ВАЗ- 2121 и -21213 «Нива» с двигателями объемом 1,6 и 1,7 л соответственно, по конструкции практически аналогичен ДААЗ- 21053-1107010 и отличается тарировочными данными и установкой распылителя ускорительного насоса только в первичной камере.

Карбюратор **ДААЗ-1111-1107010** предназначен для двигателей ВАЗ-1111 и -11113 рабочим объемом 0,65 и 0,75 л соответственно автомобилей «Ока» ВАЗ- 1111 и -11113. Он представляет собой разновидность карбюратора типа «Солекс», но с рядом кардинальных отличий, в том числе с оригинальной конструкцией поплавковой камеры, экономайзера и привода дроссельных заслонок.

Карбюраторы **ДААЗ-21412-1107010 (ДААЗ-21041)** и **ДААЗ-21412-1107010-30 (ДААЗ-21041-10)** устанавливались на автомобили АЗЛК-21412-01 и -21412Э с

### Особенности конструкции

В отличие от известных моделей «Вебер» и «Озон» карбюратор типа «Солекс» состоит только из двух основных корпусных деталей: крышки 13 (рис. 1) и корпуса 8, отлитых из алюминиевого сплава. Крышка закреплена на корпусе пятью винтами 46 через картонную прокладку 44. По специальной технологии, обеспечивающей высокую чистоту обработки, в обеих деталях

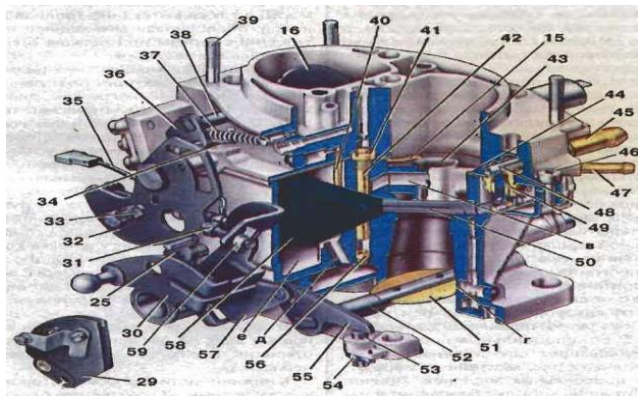


**Рис.1.** Устройство карбюратора ДААЗ-2108: 1 - блок подогрева; 2 - дроссельная заслонка первичной камеры; 3 - штуцер отсоса чартерных газов; 4 - рычаг привода ускорительного насоса; 5 - кулачок привода ускорительного насоса; 6 - диафрагма ускорительного насоса; 7 - топливный жиклер экономайзера мощностных режимов; 8 - корпус карбюратора; 9 - крышка экономайзера мощностных режимов; 10 - диафрагма экономайзера мощностных режимов; 11 - электромагнитный клапан ЭПХХ; 12 - топливный жиклер системы ХХ; 13 - крышка карбюратора; 14 - главный воздушный жиклер первичной камеры; 15 - распылитель ускорительного насоса вторичной камеры; 16 - воздушная заслонка; 17 - блок распылителей ускорительного насоса с обратным клапаном; 18 - распылитель ускорительного насоса первичной камеры; 19 - малый диффузор первичной камеры; 20 - диафрагма пускового устройства; 21 - возвратная пружина диафрагмы пускового устройства; 22 - винт регулировки пускового зазора воздушной заслонки; 23 - контргайка; 24 - датчик-винт регулировки количества смеси системы ХХ; 25 - рычаг блокировки привода дроссельной заслонки вторичной камеры; 26 - штуцер подачи разрежения к вакуумному корректору распределителя зажигания; 27 - уплотнительное кольцо; 28 - винт регулировки качества смеси системы ХХ; 29 - сектор привода дроссельных заслонок; 30 - рычаг привода дроссельных заслонок; 31 - винт регулировки пускового зазора дроссельной заслонки первичной камеры;

выполняют систему каналов, которые перед сборкой карбюратора очищают от металлической стружки и технологических

заусенцев на специальной установке взрывом гремучего газа. В крышке выполнены входные горловины первичной и вторичной камер, колодцы подвода воздуха к главным воздушным жиклерам 14 и 41, а также балансирующие отверстия, сообщающие полость **е** поплавковой камеры с горловинами камер. К фланцу на верхней части крышки 13 шпильками 39 к карбюратору крепят воздушный фильтр. В литье крышки выполнена топливоподводящая полость, в которой расположен сетчатый топливный фильтр 48, зафиксированный ввернутым в резьбовое отверстие штуцером 45 подачи топлива. В другое отверстие в топливоподводящей полости запрессован штуцер 47 слива топлива в бак {на модификациях карбюраторов для автомобилей без магистрали слива топлива штуцер не устанавливают и отверстие не высверливают). Снизу в топливоподводящую полость ввернут неразборный игольчатый топливный клапан 49, на который воздействуют через соединительный вильчатый кронштейн 50 два поплавка 58 из пористой пластмассы. На крышке установлен механизм пуска и прогрева двигателя, состоящий из диафрагменного механизма и воздушной заслонки 16, поворачивающейся на оси, установленной в горловине первичной камеры. На одном из концов оси воздушной заслонки жестко закреплен рычаг 36 с двумя штифтами, на один из которых надета возвратная пружина 37, а другой входит в фигурный паз рычага 32 управления воздушной заслонкой. Рычаг 32 может свободно поворачиваться на ступенчатой оси, ввернутой в крышку. На рычаге шарнирно закреплена втулка 33, в которой винтом крепится тяга привода воздушной заслонки. С наружной кромкой рычага 32 контактирует винт 31 регулировки пускового зазора дроссельной заслонки первичной камеры и штифт рычага 25 блокировки привода дроссельной заслонки вторичной камеры. В резьбовое отверстие крышки ввернут электромагнитный клапан 11 экономайзера принудительного холостого хода (ЭПХХ) с топливным жиклером 12 системы ХХ. Кроме того, в крышке выполнены каналы системы ХХ, переходной системы вторичной камеры и эконостата, а также запрессована его распылительная трубка и трубка 40 забора топлива из поплавковой камеры с топливным жиклером на нижнем конце.

В корпусе 8 карбюратора отлита двухсекционная поплавковая камера, полости **е** которой расположены по обеим сторонам смесительных камер. В них выполняют большие диффузоры и устанавливают с натягом малые диффузоры 19 и 43, отлитые за одно целое с распылителями главных дозирующих систем. Для снижения чувствительности карбюратора к загрязнениям топливные каналы **Д** в поплавковой камере приподняты над дном и защищены буртиками от попадания частиц грязи, откладывающейся плотным слоем на дне. В корпусе размещены дроссельные заслонки 2 и 5



32 - рычаг управления воздушной заслонкой; 33 - втулка крепления тяги привода воздушной заслонки; 34 - шток пускового устройства; 35 - провод датчика-винта; 36 - рычаг воздушной заслонки; 37 - возвратная пружина воздушной заслонки; 38 - ось воздушной заслонки; 39 - шпилька крепления воздушного фильтра; ДО - топливоприемная трубка экономотата; 41 - главный воздушный жиклер вторичной камеры; 42 - эмульсионная трубка вторичной камеры; 43 - малый диффузор вторичной камеры;

44 - прокладка крышки карбюратора; 45 - штуцер подачи топлива; 46 - винт крепления крышки карбюратора; 47 - штуцер слива топлива в бак; 48 - топливный фильтр; 49 - топливный клапан; 50 - кронштейн поплавков; 51 - дроссельная заслонка вторичной камеры; 52 - ось дроссельной заслонки вторичной камеры; 53 - винт регулировки начального положения дроссельной заслонки вторичной камеры; 54, 59 - фиксаторы; 55 - рычаг дроссельной заслонки вторичной камеры; 56 - главный топливный жиклер вторичной камеры; 57 - рычаг привода дроссельной заслонки вторичной камеры; 58 - поплавок; а - щелевое выходное отверстие канала системы вентиляции картера; в - канал распылителя главной дозирующей системы вторичной камеры; г - выходное отверстие переходной системы вторичной камеры; д - топливозаборный канал дозирующих систем; в - полость поплавковой камеры

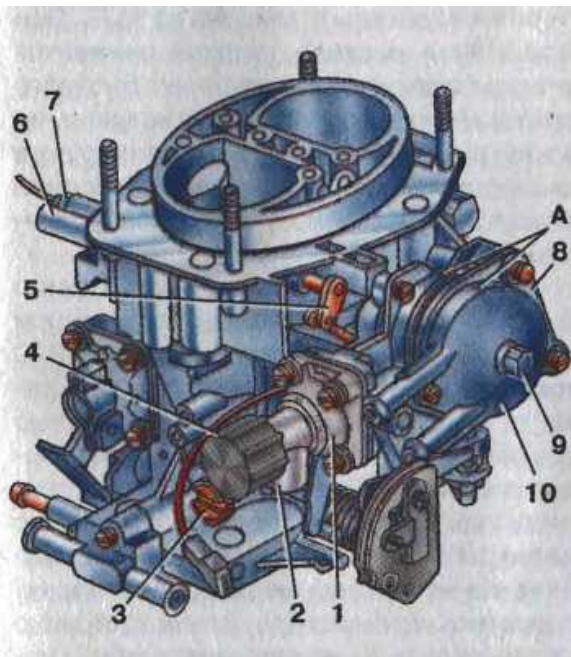


Рис. 2. Общий вид карбюратора ДААЗ-21083-

62: 1 - крышка диафрагменного механизма пускового устройства; 2 - штуцер подключения управляющей магистрали; 3 - датчик-винт регулировки количества смеси системы ХХ; 4 - колпачок-винт регулировки пускового зазора воздушной заслонки второй ступени; 5 - рычаг оси воздушной заслонки; 6 - патрубок отвода паров топлива из поплавковой камеры; 7 - актюатор системы ХХ; 8 - пластина крепления крышки пускового устройства; 9 - стяжной болт половин нагревательного элемента; 10 - крышка полуавтоматического пускового устройства; А - метки для установки правильного взаимного расположения элементов пускового устройства

с рычажным механизмом привода, дозирующие элементы и каналы систем карбюратора. На ось дроссельной заслонки первичной камеры устанавливают рычаг 30 привода с шаровой опорой для присоединения жесткой тяги привода акселератора (автомобили ВАЗ классической компоновки), а к нему при необходимости крепят пластмассовый сектор 29 для присоединения тросового привода (переднеприводные автомобили ВАЗ, АЗЛК-21412-01, АЗЛК-214123 и ЗАЗ- 1102 «Таврия»),

Система холостого хода неавтономного типа помимо основного выходного отверстия имеет расположенный выше закрытой дроссельной заслонки щелевой канал а переходной системы шириной 0,6 и высотой 4,5 мм. Такая конструкция канала значительно улучшает характеристики карбюратора на режимах работы двигателя с малыми нагрузками и исключает провал при переходе от холостого хода к этим режимам. Винтом качества 28, изменяющим сечение выходного канала системы холостого хода, можно отрегулировать состав горючей смеси. На состав смеси, выходящей из переходной системы, положение винта не оказывает влияния. Чтобы исключить неквалифицированное вмешательство при регулировке двигателя на режимах ХХ, доступ к винту качества несколько затруднен, а канал, в который установлен винт, закрыт пластмассовой заглушкой, повреждающейся при удалении.

Конструкция переходной системы вторичной камеры во многом аналогична системе холостого хода, но топливо в нее поступает непосредственно из поплавковой камеры и никаких регулировочных элементов нет. Привод дроссельной заслонки вторичной камеры механический, с последовательным ее открытием, снабжен механизмом блокировки в виде фасонного рычага 25. Механизм блокировки исключает открытие заслонки при закрытой воздушной заслонке, благодаря чему вторичная камера не вступает в работу при непрогретом двигателе.

Ускорительный насос диафрагменного типа с механическим приводом рычагом 4 от закрепленного на оси дроссельной заслонки первичной камеры кулачка 5 со специальным профилем, обеспечивающим двухступенчатую подачу топлива в распылители по мере открытия дроссельных заслонок. Причем вторая ступень впрыска совпадает с началом открытия дроссельной заслонки вторичной камеры. При открытии дроссельной заслонки первичной камеры на  $40^\circ$  впрыскивается около  $0,5 \text{ см}^3$  топлива, а на второй ступени – остальные  $0,5-0,7 \text{ см}^3$ . Для различных модификаций карбюраторов требуются разные алгоритмы подачи топлива, поэтому кулачки имеют разный профиль и соответствующую маркировку. Распылители 15 и 18 в виде трубок с обжатými концами, выполняющими функцию жиклеров, расположены в обеих камерах (за исключением карбюратора ДААЗ-21073 с одним распылителем, расположенным в первичной камере). В блоке 17 распылителей, установленном с натягом в гнезде корпуса 8 карбюратора и уплотненном резиновым кольцом, смонтирован шариковый обратный клапан. Он предотвращает поступление воздуха в каналы системы при всасывании топлива насосом из поплавковой камеры, а также вытекание топлива из каналов, обеспечивая мгновенное срабатывание системы при резком открытии дроссельных заслонок.

Экономайзер режимов мощности, улучшающий характеристики двигателя при максимальных нагрузках, диафрагменного типа с пневматическим приводом. В специальной расточке корпуса карбюратора, под крышкой 5, притянутой к корпусу тремя винтами, установлена поджатая пружиной диафрагма 10, упором своей тарелки открывающая шариковый клапан экономайзера, через который при максимальных нагрузках в эмульсионный колодец первичной камеры поступает дополнительное топливо.



Упорный винт 24 регулировки количества смеси, приоткрывающий дроссельную заслонку первичной камеры, выполняет и функцию контактного датчика положения дроссельной заслонки системы ЭПХХ.

В приливе нижней части корпуса установлен винт 53 регулировки начального открытия дроссельной заслонки вторичной камеры.

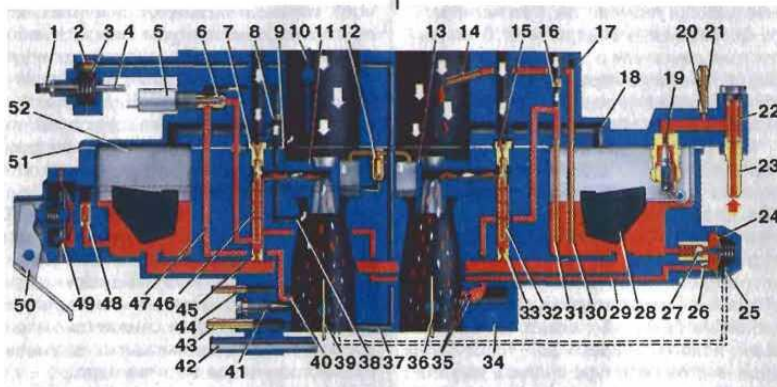
К нижней части корпуса со стороны каналов системы ХХ прикреплен блок подогрева 1, внутри которого циркулирует горячая жидкость из системы охлаждения двигателя. Такая конструкция улучшает работу двигателя на режимах ХХ и предотвращает обмерзание выходных каналов системы ХХ в холодную и влажную погоду.

В корпус карбюратора запрессованы штуцер 26 подачи разрежения к вакуумному регулятору опережения зажигания (на некоторых модификациях карбюраторов он отсутствует) и штуцер 3 отвода картерных газов, соединенный каналами с полостью за дроссельными заслонками. Чтобы на режиме холостого хода с полностью закрытыми дроссельными заслонками система вентиляции картера не обедняла горючую смесь дополнительным воздухом, ее каналы соединены с пространством за дросселем через калиброванное отверстие 6 диаметром 1,5 мм.

Модификации 21081, 21041 и 21053 карбюраторов семейства 2108, как уже говорилось, имеют конструкцию практически аналогичную описанной, и отличаются только некоторыми элементами привода дроссельных заслонок и тарировочными данными. Более существенные отличия имеет карбюратор модификации 21083-62, общий вид которого показан на рис. 2. Особенности его конструкции рассмотрены в главе «Устройства компенсации горючей смеси».

### Устройство компенсации горючей смеси

Несмотря на кажущуюся простоту требований к карбюратору - распылить топливо и по-



дать его в цилиндры двигателя, современные карбюраторы, в том числе и типа «Солекс», оборудованы комплексом дополнительных устройств и систем. Усложнение конструкции объясняется тем, что элементарный карбюратор, просто распыляющий топливо, не в состоянии обеспечить именно

тот состав горючей смеси, который требуется при каждом конкретном режиме работы двигателя. Вследствие

**Рис. 3.** Принципиальная схема карбюратора ДААЗ-2108: 1 - винт регулировки пускового зазора воздушной заслонки; 2 - демпфирующий жиклер пускового устройства; 3 - диафрагма пускового устройства; 4 - шток пускового устройства; 5 - электромагнитный клапан экономайзера принудительного холостого хода; 6 - топливный жиклер системы ХХ; 7 - главный воздушный жиклер первичной камеры; 8 - воздушный жиклер системы ХХ; 9 - демпфирующее отверстие системы ХХ; 10 - воздушная заслонка; 11 - распылитель главной дозирующей системы первичной камеры; 12 - блок распылителей УН; 13 - распылитель главной дозирующей системы вторичной камеры; 14 - распылитель экономотата; 15 - главный воздушный жиклер вторичной камеры; 16 - воздушный жиклер переходной системы вторичной камеры; 17 - крышка карбюратора; 18 - канал балансировки поплавковой камеры; 19 - топливный клапан; 20 - калиброванное отверстие перепуска топлива в бак; 21 - штуцер слива топлива в бак; 22 - топливный фильтр; 23 - штуцер подачи топлива; 24 - диа-

фрагма экономайзера мощностных режимов; 25 - воздушный канал экономайзера мощностных режимов; 26 - топливный жиклер экономайзера мощностных режимов; 27 - клапан экономайзера мощностных режимов; 28 - поплавок; 29 - топливный канал экономайзера мощностных режимов; 30 - топливный жиклер экономайзера; 31 - топливный жиклер переходной системы вторичной камеры; 32 - эмульсионная трубка вторичной камеры; 33 - главный топливный жиклер вторичной камеры; 34 - корпус карбюратора; 35 - выходные отверстия переходной системы вторичной камеры; 36 - дроссельная заслонка вторичной камеры; 37 - воздушный канал пускового устройства; 38 - входное отверстие воздушного канала системы XX; 39 - дроссельная заслонка первичной камеры; 40 - выходное отверстие переходной системы первичной камеры; 41 - винт регулировки качества смеси системы XX; 42 - блок подогрева корпуса карбюратора; 43 - штуцер отсоса картерных газов; 44 - штуцер подачи разрежения к вакуумному корректору распределителя зажигания;

45 - главный топливный жиклер первичной камеры; 46 - эмульсионная трубка первичной камеры; 47 - эмульсионный канал системы XX; 48 - всасывающий клапан УН; 49 - диафрагма УН; 50 - рычаг привода УН; 51 - прокладка крышки карбюратора; 52 - поплавковая камера

непропорционального изменения расходов воздуха и топлива в зависимости от скорости потока на режимах малых нагрузок он готовит слишком бедную смесь, а при режимах средних и больших нагрузок - слишком богатую. При резком открытии дроссельной заслонки элементарный карбюратор не обеспечивает мгновенное обогащение смеси, необходимое для работы двигателя без провалов в режиме разгона. Для устранения недостатков, органически присущих элементарному карбюратору, современные карбюраторы оборудуют системами устройств компенсации горючей смеси. На рис. 3 на примере карбюратора модели ДААЗ-2108 показан весь комплекс этих систем. Остальные карбюраторы типа «Солекс» komponуют практически по этой же схеме, за исключением карбюратора ДААЗ-1111, принципиальная схема которого показана на рис. 4.

#### Система пуска и прогрева холодного двигателя

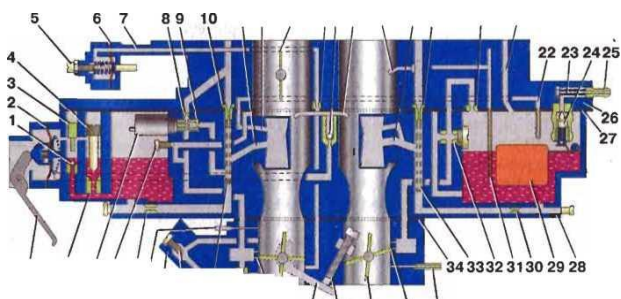


Рис. 4. Принципиальная схема карбюратора ДААЗ-1111: 1 - всасывающий клапан УН; 2 - диафрагма УН; 3 - пробка обратного клапана УН; 4 - винт регулировки подачи УН; 5 - винт регулировки пускового зазора воздушной заслонки; 6 - диафрагма пускового устройства; 7 - воздушный канал пускового устройства; 8 - воздушный жиклер системы XX; 9 - топливный жиклер системы XX; 10 - главный воздушный жиклер первичной камеры; 11 - распылитель главной дозирующей системы первичной камеры; 12 - распылитель инерционного экономайзера; 13 - воздушная заслонка; 14 - демфирующий жиклер пускового устройства; 15 - обратный клапан распылителей УН; 16 - блок распылителей УН; 17 - распылитель экономайзера; 18 - распылитель главной дозирующей системы вторичной камеры; 19 - главный воздушный жиклер вторичной камеры; 20 - воздушный жиклер переходной системы вторичной камеры; канал балансировки поплавковой камеры; 22 - топливозаборная трубка с топливным жиклером инерционного экономайзера; 23 - топливный фильтр; 24 - топливный клапан; 25 - штуцер подачи топлива; 26 - крышка карбюратора; 27 - прокладка крышки карбюратора; 28 - корпус карбюратора; 29 - поплавок; 30 - главный топливный жиклер вторичной камеры; 31 - топливозаборная трубка с топливным жиклером экономайзера; 32 - топливный жиклер переходной системы вторичной камеры; 33 - эмульсионная трубка вторичной камеры; 34 - прокладка корпуса дроссельных заслонок; 35 - штуцер отсоса картерных газов; 36 - выходные отверстия переходной системы вторичной камеры; 37 - дроссельная заслонка вторичной камеры; 38 - винт регулировки количества смеси системы XX; 39 - рычаг дроссельной заслонки первичной камеры; 40 - дроссельная заслонка первичной камеры; 41 - выходные отверстия переходной системы первичной камеры; 42 - выходное отверстие системы XX; 43 - эмульсионный жиклер системы XX; 44 - эмульсионная трубка первичной камеры; 45 - винт регулировки качества смеси системы XX; 46 - корпус дроссельных заслонок; 47 - штуцер подачи разрежения к вакуумному регулятору распределителя зажигания; 48 - главный топливный жиклер первичной камеры; 49 - винт заводской подстройки системы XX; 50 - электромагнитный клапан ЭПХХ; 51 - перепускной жиклер УН; 52 - рычаг привода УН.

Для уверенного пуска холодного двигателя, особенно в условиях низких температур, карбюратор должен приготовить переобогащенную горючую смесь. Это требование объясняется тем, что в бензине содержится всего 10% легкоиспаряющихся пусковых фракций, а из-за низкого разрежения во впускном тракте 90-95% подаваемого топлива оседает на его стенках в виде медленно текущей пленки и не сразу попадает в камеру сгорания. Поэтому

для достижения хотя бы нижнего предела воспламеняемости смеси, поступающей в двигатель, надо подать избыточное количество топлива. Однако после пуска двигатель не может работать на такой смеси, так как резко увеличившееся разрежение во впускном тракте увлекает в цилиндры все скопившееся топливо и состав смеси переходит верхний предел воспламеняемости. Сразу после пуска необходимо подать в цилиндры дополнительный воздух и поддерживать состав смеси, обеспечивающий стабильную работу двигателя во время его прогрева до рабочей температуры. Эти функции и выполняет система пуска и прогрева.

Система обеспечивает приготовление горючей смеси в 10-20 раз более обогащенной по сравнению с ее нормальным составом. Необходимое обогащение при пуске холодного двигателя и последующем его прогреве достигается за счет создания высокого разрежения у распылителя главной дозирующей системы первичной камеры.

Пусковая система карбюратора представляет собой расположенную в верхней части первичной камеры воздушную заслонку с пневматическим приводом, способ управления которым является основой для его классификации. Карбюраторы типа «Солекс» серий 2108, 21081, 21051, 21059, 21412 и 1111 снабжены приводом с ручным управлением с места водителя, 21093 и некоторые модификации серии 21053 - полуавтоматическим.

**Пусковое устройство с ручным управлением** работает следующим образом. Когда пусковое устройство выключено, рычаг 6 (рис. 5) управления воздушной заслонкой зафиксирован вошедшим в отверстие е шариком, установленным в цилиндрическое глухое отверстие в корпусе карбюратора и поджатым к рычагу пружиной. При этом кромка профиля г лаза рычага через штифт 8 принудительно удерживает воздушную заслонку 7 в открытом (вертикальном) положении, преодолевая усилие пружины 10, стремящейся закрыть заслонку.

Перед пуском холодного двигателя водитель полностью вытягивает рукоятку привода воздушной заслонки, установленную на панели приборов. Тяга 11 привода поворачивает рычаг 6 против часовой стрелки, и кромка профиля г паза

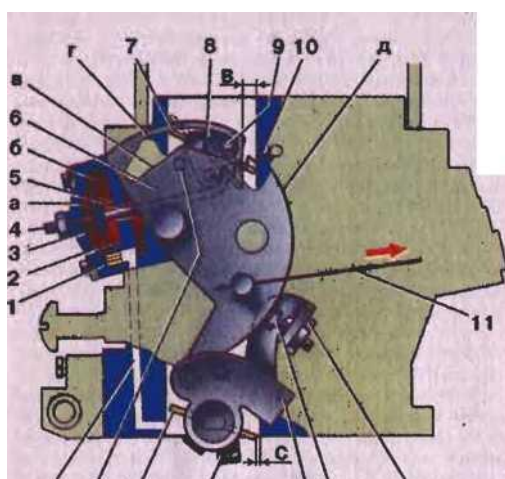


Рис. 5. Пусковое устройство с ручным управлением: 1 - жиклер; 2 - диафрагма; 3 - пружина диафрагмы; 4 - винт регулировки пускового зазора воздушной заслонки; 5 - шток диафрагмы; 6 - рычаг управления воздушной заслонкой; 7 - воздушная заслонка; 8 - рычаг воздушной заслонки; 9 - штифт; 10 - пружина; 11 - тяга привода воздушной заслонки; 12 - фиксатор регулировочного лита; 13 - винт регулировки пускового зазора дроссельной заслонки; 14 - рычаг управления дроссельными заслонками; 15 - усик рычага;

- дроссельная заслонка; а - наддиафрагменная полость; б - поддиафрагменная полость; в - профиль паза для принудительного закрытия воздушной заслонки; г - профиль паза для принудительного открытия воздушной заслонки; д - профиль для управления дроссельной заслонкой; е - отверстие для фиксации воздушной заслонки в открытом положении; ж - канал подвода управляющего разрежения; В - пусковой зазор воздушной заслонки; С - пусковой зазор дроссельной заслонки

рычага скользит по штифту 9, освобождая его. Пружина 10 поворачивает рычаг 3 и закрывает воздушную заслонку. При заедании оси воздушной заслонки, когда усилия пружины недостаточно для закрытия заслонки, или при обрыве пружины на штифт 9 начинает действовать кромка профиля в паза рычага, принудительно, но не полностью закрывая заслонку. Доступ воздуха в главный воздушный канал карбюратора практически прекращается, и при прокручивании коленчатого вала двигателя стартером в канале возникает повышенное разрежение, вызывающее обильное истечение топлива из распылителя главной дозирующей системы.

Одновременно наружная кромка профиля д рычага б скользит по головке регулировочного винта 13 и через него поворачивает по часовой стрелке рычаг 14 управления дроссельными заслонками, который приоткрывает заслонку 16 на величину пускового зазора С. Величина этого зазора, определяемая длиной выступающей из рычага части винта 13, различна для отдельных модификаций карбюраторов. От самопроизвольного поворачивания винт 13 удерживает пружинный фиксатор 12.

Когда двигатель не работает или стартер только начинает прокручивать коленчатый вал, в наддиафрагменной а и поддиафрагменной б полостях диафрагменного механизма давление одинаково, пружина 3 удерживает шток 5 в выдвинутом положении и не воздействует на рычаг 8 воздушной заслонки, полностью закрытой пружиной 10. При первых вспышках в цилиндрах двигателя увеличиваются частота вращения коленчатого вала и разрежение в задрроссельном пространстве карбюратора. Разрежение по каналу ж через жиклер 1 передается в наддиафрагменную полость а; диафрагма 2, преодолевая усилие пружины 3, перемещается влево до упора в торец винта 4 и увлекает за собой шток 5. В свою очередь шток, преодолевая усилие пружины 10, поворачивает рычаг 8 и приоткрывает воздушную заслонку, в двигатель поступает дополнительный воздух, предотвращающий переобогащение горючей смеси. Величина пускового зазора В, определяемая длиной выступающей из крышки в полость а части винта 4, различна для отдельных модификаций карбюраторов (см. табл. 1). Так как воздушная заслонка закреплена на оси эксцентрично, а шток 5 не связан жестко с рычагом 8, заслонка под действием воздушного потока может приоткрываться, преодолевая усилие пружины 10, в пределах перемещения штифта 9 в пазу рычага 6. Этим обеспечивается некоторое саморегулирование в узких пределах состава смеси в сторону обеднения при прогреве двигателя.

По мере прогрева двигателя водитель приоткрывает воздушную заслонку, утапливая рукоятку ее привода. Одновременно прикрывается дроссельная заслонка, снижая частоту вращения коленчатого вала. Профиль д рычага 6 имеет сложную форму, что определяет количество подаваемой горючей смеси по специальному закону.

Главное отличие полуавтоматического пускового устройства от управляемого вручную в том, что управление воздушной и дроссельной заслонками при пуске и прогреве двигателя происходит практически без участия водителя. Величина прикрытия воздушной заслонки определяется только температурой жидкости в системе охлаждения двигателя в каждый определенный момент и в некоторой степени температурой окружающего воздуха. Такой способ управления позволяет избежать ошибок при пуске и прогреве двигателя, приводящих к чрезмерному повышению количества токсичных веществ в отработавших газах, а также уменьшает нагарообразование в камерах сгорания двигателя.

Существуют два вида полуавтоматических пусковых устройств карбюраторов типа «Солекс» - с одно- и двухступенчатым открытием воздушной заслонки. Пусковое устройство второго вида, разработанное как развитие первого, устанавливают на карбюраторы автомобилей, оборудованных системами снижения токсичности. Его кардинальное отличие от устройства первого вида в том, что начальный пусковой зазор воздушной заслонки автоматически изменяется в зависимости от температуры окружающего воздуха, что позволяет в теплое время года пускать и прогревать двигатель на более обедненной горючей смеси. Таким образом снижается общее количество токсичных веществ, выброшенных в атмосферу с отработавшими газами. На рис. 6 показано устройство двухступенчатого пускового устройства как более сложного.

Основной управляющий элемент пускового устройства - биметаллическая спиральная

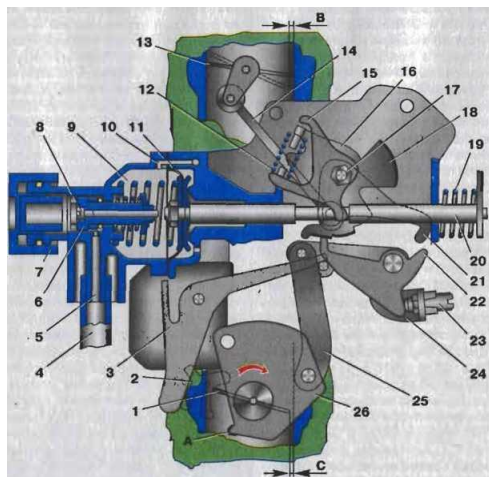


Рис. 6. Полуавтоматическое пусковое устройство: 1 - дроссельная заслонка первичной камеры; 2 - рычаг блокировки привода дроссельной заслонки вторичной камеры; 3 - рычаг управления блокировкой привода дроссельной заслонки вторичной камеры; 4 - шланг к буферной емкости; 5 - штуцер; 6 - плунжер; 7 - колпачок-упор регулировки пускового зазора воздушной заслонки второй ступени; 8 - винт регулировки пускового зазора воздушной заслонки первой ступени; 9 - наддиафрагменная полость; 10 - канал подачи разрежения из задрессельного пространства; 11 - диафрагма; 12 - поджимная пружина рычажного механизма; 13 - воздушная заслонка; 14 - тяга привода воздушной заслонки; 15 - приводной рычаг пускового устройства; 16 - поводковый рычаг; 17 - ось механизма пускового устройства; 18-кулачок; 19 - возвратная пружина штока; 20 - шток; 21 - захват замкового рычага для блокировки привода дроссельной заслонки вторичной камеры; 22 - рычаг упора; 23 - винт регулировки пускового зазора дроссельной заслонки; 24 - рычаг приоткрытия дроссельной заслонки; 25 - тяга приоткрытия дроссельной заслонки; 26 - рычаг управления дроссельными заслонками; А - упор блокировки привода дроссельной заслонки вторичной камеры; В - пусковой зазор воздушной заслонки; С - пусковой зазор дроссельной заслонки

пружина (на рисунке не показана), обогреваемая теплом потока жидкости из системы охлаждения двигателя. В конструкции использовано свойство такой пружины значительно (на  $3/4$  оборота) изменять величину закручивания в ту или иную сторону при изменении температуры. Тепло от жидкости передается пружине через стенку жидкостной камеры пускового устройства. Внутренний конец пружины жестко закреплен в держателе, позволяющем регулировать величину ее предварительного закручивания, наружный конец в виде фигурного поводка надет на усик приводного рычага 15 пускового устройства.

На холодном двигателе биметаллическая пружина закручивается против часовой стрелки и поворачивает в том же направлении рычаг 15, который через систему рычагов, закрепленных гайкой на оси 17, и тягу 14 закрывает воздушную заслонку 13. Нижний выступ рычага 15 устанавливается с минимальным зазором вблизи правого торца проточки штока 20. Пружина 12 и пружина, расположенная под рычагами, компенсируют зазоры в механизме. В нижнюю ступенчатую кромку кулачка 18 упирается острие упорного рычага 22, который через рычаг 24, тягу 25 и рычаг 26 приоткрывает дроссельную заслонку на величину пускового зазора. Рычаги 22 и 24 стянуты установленной на их оси спиральной пружиной (не показана). Винт 23, изменяющий взаимное расположение рычагов 22 и 24, позволяет регулировать пусковой зазор дроссельной заслонки. Биметаллическая пружина не может преодолеть силу трения в точке контакта острия рычага 22 и кромки кулачка 18, поэтому для приведения пускового устройства в состояние готовности водитель должен один раз нажать на педаль акселератора до упора. При этом острие рычага 22 отойдет от кулачка 18 и воздушная заслонка закроется с характерным щелчком, свидетельствующим

об исправности механизма и его готовности к пуску двигателя.

Сразу после пуска двигателя резко возросшее разрежение из задрессельного пространства по каналу 10 передается в наддиафрагменную полость 9. Диафрагма 11 перемещается влево, увлекая за собой шток 20, который поворачивает рычаг 15 по часовой стрелке и через соединенную с ним тягу 14 приоткрывает воздушную заслонку, обеспечивая поступление дополнительного воздуха. Шток 20 в конце хода упирается в торец ввернутого в плунжер 6 регулировочного винта 8 и сдвигает влево плунжер, который сообщает наддиафрагменную полость 9 со штуцером 5. На штуцер надет шланг 4 управляющей магистрали, соединяющей пусковое устройство с термодатчиком, установленным в воздушном фильтре. В магистраль врезана буферная емкость (ресивер), играющая роль замедлителя срабатывания системы управления.

При температуре окружающего воздуха ниже  $+10^{\circ}\text{C}$  термодатчик открыт и штуцер 5 свободно сообщается с атмосферой. Вследствие этого разрежение в полости выше диафрагмы не достигает максимально возможного значения и плунжер 6 останавливается, не переместившись влево до упора. В этом положении величина выступания винта 8 в полость выше диафрагмы определяет пусковой зазор воздушной заслонки первой ступени.

При температуре окружающего воздуха выше  $+20^{\circ}\text{C}$  термодатчик закрыт и штуцер 5 не сообщается с атмосферой. Поэтому разрежение в полости выше диафрагмы возрастает до максимально возможного значения, и плунжер 6 перемещается влево до упора в торец колпачка-упора 7, ввернутого в крышку пускового устройства. Воздушная заслонка приоткрывается на больший угол, обеспечивая подачу большего количества воздуха. Положение колпачка-упора 7 определяет величину пускового зазора второй ступени. Однако разрежение в полости выше диафрагмы не достигнет максимальной величины до тех пор, пока не израсходуется запас атмосферного воздуха в буферной емкости. При этом пусковое устройство на 2-3 с фиксируется в положении первой ступени, обеспечивая уверенный пуск двигателя на обогащенной горючей смеси.

По мере прогрева двигателя и соответственно увеличения температуры охлаждающей жидкости биметаллическая пружина стремится развернуться и приоткрыть воздушную заслонку, одновременно прикрыв дроссельную. Но ее усилия недостаточно для преодоления силы трения в рычажном механизме. Поэтому во время прогрева двигателя на неподвижном автомобиле водитель должен периодически нажимать на педаль акселератора, чтобы освободившийся рычажный механизм мог принять новое положение. При прогреве двигателя в движении автомобиля этот процесс происходит самопроизвольно.

Диафрагменный механизм одноступенчатого пускового устройства не имеет ступенчатой регулировки с вакуумным управлением и действует так же, как механизм пускового устройства с ручным управлением.

### Система холостого хода

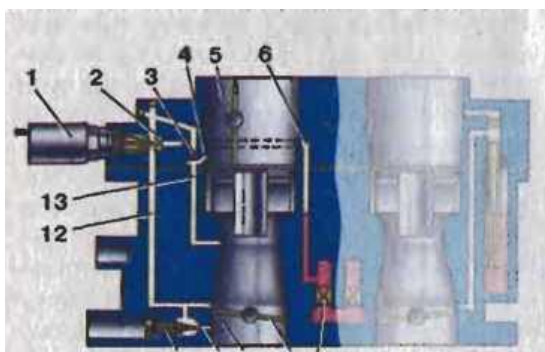


Рис. 7. Система холостого хода карбюратора

ДААЗ-2108: 1 - электромагнитный клапан ЭПХХ; 2 - топливный жиклер системы ХХ; 3 - воздушный жиклер системы ХХ; 4 - демпфирующий канал системы ХХ; 5 - главный воздушный канал первичной камеры; 6 - топливный канал системы ХХ; 7 - главный топливный жиклер первичной камеры; 8 - дроссельная заслонка первичной камеры; 9 - выходное отверстие переходной системы первичной камеры; 10 - выходной канал системы ХХ; 11 - винт регулировки качества смеси системы ХХ; 12 - эмульсионный канал системы ХХ; 13 - воздушный канал системы ХХ

В карбюраторах серии 2108 применяют традиционную систему холостого хода (ХХ) с задроссельным смесеобразованием, обеспечивающую приготовление и подачу горючей смеси на режимах с полностью закрытой или частично открытой дроссельной заслонкой. Система дополнительно

оборудована электромагнитным клапаном 1 (рис. 7), снабженным подвижным сердечником с запорной иглой. При включенном зажигании на клапан подается напряжение и сердечник, втягиваясь в обмотку клапана, иглой открывает топливный жиклер 2.

Для согласования работы системы ХХ и главной дозирующей системы первичной камеры топливо в систему ХХ поступает из эмульсионного колодца этой же камеры, пройдя общий для обеих систем главный топливный жиклер 7. Так как входное отверстие воздушного канала 13 расположено ниже уровня топлива в поплавковой камере, для предотвращения засасывания в него топлива на некоторых режимах в крышке карбюратора выполнен демпфирующий канал 4, соединяющий воздушный канал 13 с горловиной первичной камеры.

Для корректировки состава гончей смеси на режиме ХХ в карбюраторы типа «Солекс» устанавливают регулировочный винт качества 11, изменяющий сечение выходного канала 10. Количество горючей смеси на режиме ХХ регулируют упорным винтом 24 (см. рис.1), приоткрывающим дроссельную заслонку первичной камеры.

В карбюраторах типа «Солекс» (кроме карбюратора ДААЗ-1111) нет винта производственной подстройки в отличие от карбюраторов типа «Озон». Для повышения точности дозирования топлива и стабильности производственной регулировки индивидуально подбирают топливный жиклер системы ХХ по результатам контроля каждого карбюратора на вакуумной установке. Набор жиклеров имеет широкий диапазон маркировки от 39 до 45.

В производственных условиях начальную регулировку системы ХХ осуществляют винтом качества по расходу воздуха при фиксированном открытом положении дроссельной заслонки. Такая регулировка позволяет оптимально обеднить горючую смесь при работе двигателя на режиме ХХ с повышенной частотой вращения коленчатого вала. Однако после установки карбюратора на двигатель необходимо провести индивидуальную регулировку состава смеси на работающем в режиме ХХ двигателе, так как во время производственной регулировки вступают в работу и каналы переходной системы первичной камеры. Дополнительный расход воздуха через них не позволяет выполнить точную регулировку.

При работе двигателя отверстие в топливном жиклере 2 открыто электромагнитным клапаном 1 (см. рис. 7). В каналах системы ХХ под действием разрежения, подаваемого из задроссельного пространства через канал 10, топливо из эмульсионного колодца через топливный канал 6 и топливный жиклер 2 поступает в эмульсионный канал 12, смешавшись с воздухом, поступившим из воздушного канала 13 через жиклер 3, и в виде эмульсии поступает далее через отверстие канала 10 в задроссельное пространство, где смешивается с основным потоком воздуха, проходящим через зазор между дроссельной заслонкой 8 и стенкой смесительной камеры.

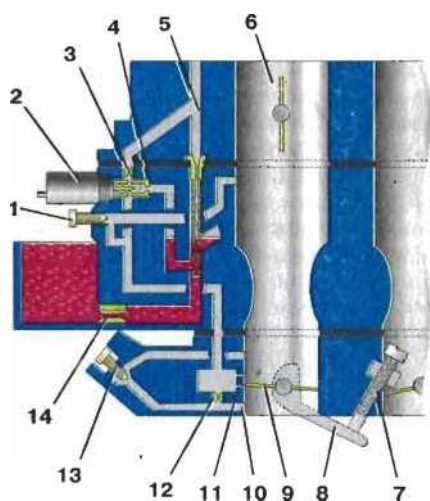
При закрытой дроссельной заслонке 8 щелевое выходное отверстие 9 переходной системы находится выше кромки заслонки, в зоне низкого разрежения. Через это отверстие в систему ХХ поступает дополнительный воздух, повышающий однородность топливовоздушной эмульсии.

При частичном открытии дроссельной заслонки выходное отверстие 9 оказывается ни-

же ее кромки, в зоне высокого разрежения. Разрежение в каналах системы XX повышается, топливо более интенсивно поступает через жиклер 2, и топливовоздушная эмульсия начинает выходить через отверстие 9, обеспечивая плавный переход от режима XX к режимам частичных (средних) нагрузок. Щелевидная форма отверстия 9 обеспечивает плавное увеличение количества эмульсии, поступающей в задрессельное пространство. Затем разрежение в диффузоре первичной камеры повышается до величины, достаточной для вступления в работу главной дозирующей системы.

При выключении зажигания питание обмотки электромагнитного клапана отключается и под действием пружины клапана запорная игла подвижного сердечника перекрывает жиклер 2. Поступление топлива в систему XX прекращается, что исключает самопроизвольную работу двигателя от самовоспламенения горючей смеси в режиме псевдокапельного зажигания (дизелинг) и обеспечивает его быструю остановку.

Система XX карбюратора ДААЗ-1111 (рис. 8) имеет ту же традиционную компоновку с задрессельным смесеобразованием, что и у карбюраторов серии 2108, но кардинально отличается от нее способом корректировки состава горючей смеси.



В карбюраторах серии 2108 винт 11 (см. рис. 7) изменяет количество топливовоздушной эмульсии, поступающей в смесительную камеру.

Рис. 8. Система холостого хода карбюратора ДААЗ-1111 : 1 - винт производственной подстройки системы XX; 2 - электромагнитный клапан ЭПХХ; 3 - воздушный жиклер системы XX; 4 - топливный жиклер системы XX; 5 - воздушный канал; 6 - главный воздушный канал первичной камеры; 7 - винт регулировки количества смеси системы XX; 8 - рычаг привода дроссельной заслонки первичной камеры; 9 - дроссельная заслонка первичной камеры; 10 - выходное отверстие системы XX; 11 - выходные отверстия переходной системы первичной камеры; 12 - эмульсионный жиклер системы XX; 13 - винт регулировки качества смеси системы XX; 14 - главный топливный жиклер первичной камеры

Соотношение топлива и воздуха в эмульсии на разных режимах работы двигателя изменяется в очень узких пределах, и состав горючей смеси в этих карбюраторах определяется соотношением объемов топливовоздушной эмульсии и основного воздуха в смесительной камере. При таком способе регулировки состав горючей смеси также изменяется в узких пределах, что исключает возможность переобогащения при неквалифицированном вмешательстве, так как сечение выходного канала 10 ограничивает максимальную величину ее обогащения.

В карбюраторе ДААЗ-1111 винт 13 (рис. 8) изменяет соотношение объемов топлива и воздуха в эмульсии в выходном канале системы XX. Общий объем топливовоздушной эмульсии, поступающей в смесительную камеру из выходного отверстия 10, остается при этом практически неизменным. Состав горючей смеси, определяемый соотношением объема топлива, поступившего в смесительную камеру в составе эмульсии, и общего объема воздуха, может изменяться в довольно широких пределах, что обуславливает необходимость использования при регулировке карбюратора диагностического оборудования (газоанализаторов). Необходимо учитывать, что с 1998 г. схема системы XX изменена. Канал, подводивший дополнительный воздух к регулировочному винту 13, соединен с полостью выходных отверстий 11 переходной системы, полость соединена каналом с регулировочным винтом, а отверстие под жиклер 12 заглушено. Таким образом, состав горючей смеси теперь регулируют тем же способом, что и для остальных карбюраторов ти-



па «Солекс».

Другая особенность системы ХХ карбюратора ДААЗ-1111 - установка в нее пинта 1 производственной подстройки. При регулировке каждого карбюратора на вакуумной установке в соответствии с расходом воздуха этим винтом изменяют количество дополнительного воздуха, поступающего в каналы системы ХХ, чтобы добиться заданных техническими условиями расхода через систему и компенсировать тем самым технологические погрешности процесса изготовления деталей карбюратора. Изменять положение этого винта в процессе эксплуатации не рекомендуется, так как это приведет к изменению параметров системы ХХ, определяющих ее нормальную работу, а восстановление их без специального оборудования невозможно.

### **Переходная система**

Переход работы двигателя из режима холостого хода на режим частичных {средних} нагрузок с началом работы главной дозирующей системы сопровождается резким снижением разрежения у распылительных отверстий системы ХХ, что вызывает уменьшение количества подаваемой горючей смеси. При этом разрежение в большом и малом диффузорах еще не настолько высокое, чтобы главная дозирующая система вступила в работу. Для предотвращения в этот момент провала в работе двигателя в систему ХХ встроены элементы переходной системы, работа которой описана в параграфе 2.2 «Система холостого хода».

Начало работы главной дозирующей системы вторичной камеры сопровождается неравномерной подачей горючей смеси из-за перераспределения воздушного потока в момент открытия дроссельной заслонки. Для компенсации этого недостатка вторичная камера оборудована переходной системой, действующей по тому же принципу, что и переходная система первичной камеры.

Топливо поступает в переходную систему вторичной камеры карбюратора ДААЗ-2108 (рис. 9, а) непосредственно из поплавковой камеры 6. В момент начала открытия дроссельной заслонки 9 выходное отверстие 8 переходной системы, ранее расположенное выше кромки заслонки, попадает в зону высокого разрежения. Под действием разрежения в каналах системы топливо из поплавковой камеры 6 поднимается в полость 4 по трубке 5, на нижнем конце которой расположен несъемный топливный жиклер 7. В полости 4 топливо смешивается с воздухом, поступающим через канал 2 и воздушный жиклер 3, образуя топливовоздушную эмульсию. По каналу 1 она поступает к выходному отверстию В, откуда вытекает в задрозсельное пространство.

Переходная система вторичной камеры карбюратора ДААЗ-1111 (рис. 9, б)

скомпонована и работает по тому же принципу, что и переходная камера ДААЗ-2108, несмотря на различия в расположении и форме каналов и дозирующих элементов. Ее основ-

Рис. 9. Переходная система вторичной камеры карбюратора ДААЗ-2108 (а) и карбюратора ДААЗ-1111 (б): 1 - эмульсионный канал; 2 - воздушный канал; 3 - воздушный жиклер; 4 - смесительная полость; 5 - топливоподающая трубка; 6 - поплавковая камера; 7 - топливный жиклер; 8 - выходное отверстие переходной системы; 9 - дроссельная заслонка

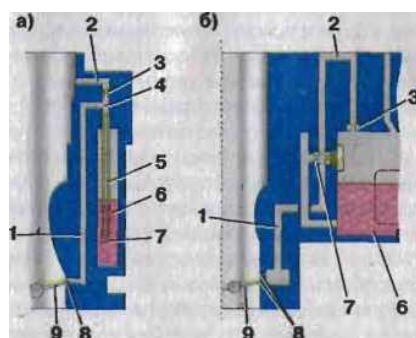
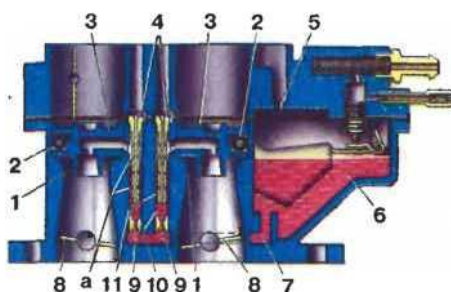


Рис. 10. Главная дозирующая система карбюратора ДААЗ-2108: 1 - большие диффузоры; 2 - фиксаторы малых диффузоров; 3 - малые диффузоры; 4 - главные воздушные жиклеры; 5 - балансировочное отверстие поплавковой камеры; 6 - поплавковая камера; 7 - главный топливный канал; 8 - дроссельные заслонки; 9 - главные топливные жиклеры; 10 - эмульсионные колодцы; 11 - эмульсионные трубки; а - отверстия в эмульсионных трубках



ное отличие состоит в том, что топливный жиклер 7 установлен из технологических соображений в резьбовом держателе, расположенном на внешней поверхности корпуса карбюратора, что облегчает доступ к нему для очистки в случае засорения. Кроме того, в системе есть два выходных отверстия 8, расположенных друг над другом и попадающих в зону разрежения по очереди, по мере открытия дроссельной заслонки. Это конструктивное решение обеспечивает плавное увеличение количества подаваемой в задрозсельное пространство топливовоздушной эмульсии.

Рассмотренные конструкции переходных систем первичной и вторичной камер не имеют подвижных или регулируемых элементов и поэтому очень надежны в эксплуатации.

### Главная дозирующая система

Все модификации карбюраторов типа «Солекс», кроме карбюратора ДААЗ- 21083-62, в который для точного управления составом горючей смеси дополнительно устанавливаются

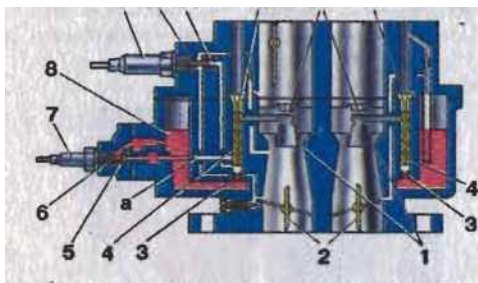


Рис. 11. Главная дозирующая система карбюратора ДААЗ-21083-62: 1 - большие диффузоры; 2 - дроссельные заслонки; 3 - главные топливные жиклеры; 4 - эмульсионные трубки; 5 - топливный жиклер актюатора главных дозирующих систем; 6 - запорная игла актюатора главных дозирующих систем; 7 - актюатор главных дозирующих систем; 8 - поплавковая камера; 9 - актюатор системы холостого хода; 10 - запорная игла актюатора системы холостого хода; 11 - топливный жиклер системы холостого хода; 12 - главные воздушные жиклеры; 13 - малые диффузоры; а - канал подачи дополнительного топлива в главную дозирующую систему

щие системы (ГДС). В обеих камерах карбюратора они идентичны по конструкции, не имеют подвижных и регулируемых элементов и поэтому достаточно стабильны в работе.

Распылители ГДС выполнены в корпусах малых диффузоров 3 (рис. 10), установленных с натягом в главных воздушных каналах и закрепленных пружинными фиксаторами 2. Распылители соединены широкими каналами, выполненными в корпусе карбюратора, с эмульсионными колодцами 10, в верхнюю часть которых ввернуты главные воздушные жиклеры 4, выполненные за одно целое с эмульсионными трубками 11 в виде полых цилиндров с рядами радиальных отверстий а в стенках. В каждом ряду расположено не менее четырех отверстий диаметром 1,0 мм. При прохождении через них топлива и воздуха образуется топливовоздушная эмульсия, причем чем больше отверстий, тем однороднее ее состав. В карбюраторах типа «Солекс» в зависимости от модификации общее число отверстий в эмульсионных трубках составляет от 16 до 20.

В нижние части эмульсионных каналов ввернуты главные топливные жиклеры 9. Расположение этих жиклеров над верхней кромкой главного топливного канала 7, проходящего под секциями поплавковой камеры, позволяет в значительной мере предотвратить засорение их отверстий частицами отложений со дна камеры.

При переходе на нагрузочный режим (дросселирование) дроссельная заслонка 8 первичной камеры приоткрывается на больший угол и в зоне малого диффузора увеличивается скорость потока воздуха, вследствие чего в каналах ГДС повышается разрежение, под действием которого уровень топлива в эмульсионном колодце поднимается до канала распылителя. Топливо подхватывается потоком воздуха, проходящим через главный воздушный жиклер, и образовавшаяся топливовоздушная эмульсия начинает интенсивно истекать из отверстия распылителя в главный воздушный канал. Одновременно увеличивается и поток воздуха в канале его подвода к главному воздушному жиклеру, что обеспечивает некоторое пневматическое торможение подачи топлива в эмульсионный колодец и предотвращает переобогащение горючей смеси.

После открытия дроссельной заслонки первичной камеры на 2/3 хода рычажный механизм начинает открывать дроссельную заслонку вторичной камеры, в которой также воз-

растает поток воздуха, и, следовательно, вступает в работу ГДС. Совместная работа ГДС обеих камер обеспечивает мощный состав горючей смеси.

На автомобилях с системами снижения токсичности, включающими в себя кислородный датчик и каталитический нейтрализатор отработавших газов, устанавливают карбюратор ДААЗ-21083-62 с электронным управлением составом горючей смеси.

Каталитический нейтрализатор обеспечивает эффективное снижение токсичности отработавших газов только при работе двигателя в узком диапазоне изменения состава горючей смеси при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha=1$ . В обычном карбюраторе состав смеси на различных режимах колеблется в широких пределах, зачастую переходящих необходимые значения, что приводит к необоснованному увеличению расхода топлива и повышению токсичности отработавших газов. Для поддержания оптимального состава горючей смеси в карбюратор ДААЗ-21083-62 вместо экономайзера мощностных режимов устанавливают актюатор 7 (рис. 11). Микропроцессорный блок управления получает от кислородного датчика, установленного в приемной трубе выхлопной системы, информацию о количестве несгоревшего кислорода в отработавших газах и, следовательно, о составе горючей смеси в каждый момент работы двигателя. Для поддержания оптимального состава смеси блок управления непрерывно подает на актюатор серию электрических импульсов, под действием которых сердечник актюатора с установленной на нем запорной иглой 6 постоянно совершает возвратно-поступательные движения, открывая-закрывая отверстие жиклера 5. Длительность импульсов и, значит, соотношение времени нахождения клапана в открытом-закрытом состоянии (скважность) определяет количество дополнительного топлива, поступающего из поплавковой камеры 8 по каналу а в эмульсионные колодцы ГДС, в этой модификации карбюратора имеющей изначально заниженные в сторону обеднения горючей смеси параметры.

Таким же образом с помощью актюатора 9 блок управления поддерживает оптимальный состав горючей смеси на режиме ХХ.

### Эконостат

Эконостат, изолированный полностью от ГДС и размещенный в зоне высокого разре-

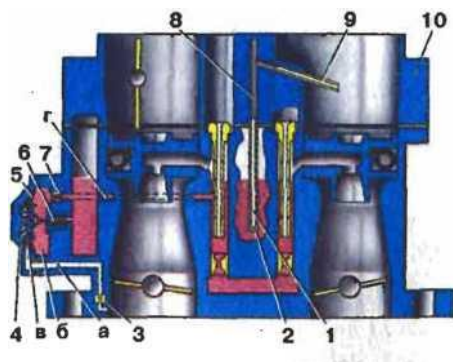


Рис. 12. Эконостат и экономайзер мощностных режимов карбюратора ДААЗ-2108: 1 - топливозаборная трубка эконостата; 2 - топливный жиклер эконостата; 3 - демпфирующий жиклер экономайзера; 4 - пружина диафрагмы экономайзера; 5 - диафрагма экономайзера; 6 - клапан экономайзера; 7 - топливный жиклер экономайзера;

8 - топливный канал эконостата; 9 - трубка распылителя эконостата; 10 - крышка карбюратора; а - воздушный канал экономайзера; б - топливная полость экономайзера; в - вакуумная полость экономайзера; г - топливный канал экономайзера

жения, обеспечивает обогащение горючей смеси при повышенной частоте вращения коленчатого вала и полном открытии дроссельных заслонок обеих камер. Конструктивно эконостат карбюратора ДААЗ-2108 выполнен в виде вертикальной топливopриемной трубки 1 (рис. 12) с несъемным топливным жиклером 2. Трубка опущена в поплавковую камеру ниже уровня топлива и продолжена каналом 8 в крышке 10 карбюратора практи-

чески на всю его высоту. Поэтому эконоустат вступает в работу только при большом расходе воздуха через главный воздушный канал карбюратора, когда дроссельная заслонка вторичной камеры полностью открыта, частота вращения коленчатого вала близка к максимальной и разрежение у выходного отверстия распылителя

в виде трубки, запрессованной в стенку горловины крышки карбюратора, настолько велико, что может поднять топливо из поплавковой камеры на полную высоту канала.

Конструкция эконоустата карбюратора ДААЗ-1111 аналогична конструкции эконоустата ДААЗ-2108. Отсутствие подвижных и регулируемых деталей и элементов в эконоустате обеспечивает его надежную и стабильную работу. Однако из-за инерционности топливовоздушной эмульсии в каналах эконоустата он не может обеспечить плавный и быстрый переход на обогащенную горючую смесь при полном открытии дроссельной заслонки во время движения с ускорением. Для компенсации этого недостатка применяют дополнительную дозирующую систему - экономайзер.

### Экономайзер мощностных режимов

Экономайзер мощностных режимов карбюратора ДААЗ-2108, представляющий собой пневмомеханическое устройство, выполнен в виде отдельной дозирующей системы, подключенной параллельно ГДС первичной камеры. Основной узел экономайзера - подпружиненная диафрагма 5 (см. рис. 12), тарелка которой имеет толкатель, взаимодействующий с шариковым клапаном 6. Вакуумная полость в сообщена с за- дроссельным пространством каналом а, который заканчивается демпфирующим жиклером 3. Последний предназначен для сглаживания пульсаций разрежения и размещен в выемке, выходящей к стенке первичной камеры у края привалочного фланца карбюратора. Топливный канал экономайзера г заканчивается в полости эмульсионного колодца первичной камеры.

Во время работы двигателя на режиме холостого хода с закрытой дроссельной заслонкой разрежение из задрроссельного пространства передается через жиклер 3 по каналу а в вакуумную полость в экономайзера. Диафрагма 5, преодолевая усилие пружины 4, смещается в сторону крышки экономайзера. При этом толкатель тарелки не соприкасается с шариком клапана 6, который под действием собственной пружины закрыт. При переходе к нагрузочным режимам с частичным открытием дроссельной заслонки первичной камеры разрежение в полости в остается достаточно большим, чтобы удерживать пружину 4 в

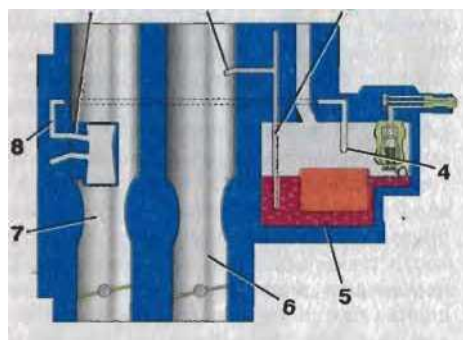


Рис. 13. Принципиальная схема эконоустата и инерционного экономайзера карбюратора ДААЗ-1111 : 1 - распылитель экономайзера; 2 - распылитель эконоустата; 3 - жиклер; 4 - пружина; 5 - диафрагма; 6 - шариковый клапан; 7 - главный воздушный канал; 8 - топливный канал экономайзера

сжатом состоянии. Пружину 4 и пружины клапана 6 подбирают по жесткости таким образом, чтобы пружина 4, перемещая диафрагму 5, могла открыть клапан при снижении разрежения в задрроссельном пространстве примерно до 16,0 кПа (120 мм рт. ст.), что

соответствует режиму максимальной мощности почти с полным открытием дроссельной заслонки. При таком разрежении диафрагма 5, перемещаясь, вытесняет топливо из полости б, одновременно толкателем своей тарелки открывая клапан 6 и обеспечивая доступ дополнительного количества топлива из поплавковой камеры в полость б. Поступающее в канал г топливо под действием разрежения попадает в эмульсионный колодец ГДС первичной камеры, дополнительно обогащая топливовоздушную эмульсию. Дополнительная

подача топлива через экономайзер (0,6-0,8 л/ч) позволяет компенсировать задержку срабатывания эконостата.

Экономайзер карбюратора ДААЭ- 1111 не имеет механических элементов, он вступает в работу только при резком продольном или боковом ускорении автомобиля, вызванном интенсивным разгоном или энергичным маневрированием (з также при движении на подъем). В этих случаях при колебании уровня топлива в поплавковой камере нижний конец топливоприемной трубки 4 (рис. 13) с несъемным жиклером погружается в топливо. Поэтому экономайзер подобного типа называют инерционным. Для увеличения скорости срабатывания он, в отличие от экономайзера карбюратора ДААЗ- 2108, имеет собственный распылитель 1, расположенный внутри малого диффузора первичной камеры, в котором практически всегда большая скорость потока воздуха и, следовательно, высокое разрежение. Распылитель выполнен в виде прямоугольной щели высотой 4,5 и шириной 2,4 мм. Площадь щели эквивалентна площади круга диаметром 3,5 мм, которая принята в качестве маркировки распылителя (3,5).

### **Ускорительный насос**

Ускорительный насос (УН) относят к числу наиболее важных обогатительных систем карбюратора. Он компенсирует обеднение горючей смеси при резком открытии дроссельных заслонок, обусловленное различной плотностью топлива и воздуха и, следовательно, скоростью их поступления в смесительную камеру карбюратора. В карбюраторах типа «Солекс» применяют УН диафрагменного типа с механической системой топливоподдачи, не зависящей от расхода воздуха.

УН монтируют на специальном фланце поплавковой камеры 2 карбюратора (рис. 14). Приводом насоса служит рычаг 10, один конец которого опирается на кулачок 11, установленный на оси дроссельной заслонки 12 первичной камеры, а другой конец рычага через толкатель 9 и демпфирующую пружину 8 связан с диафрагмой 6. Диафрагма постоянно прижата к рычагу 10 конической возвратной пружины 7, установленной в нагнетательной полости насоса.

Топливо из поплавковой камеры всасывается по каналу 1 за счет упругости пружины 7, а нагнетается в распылители 2 и 4 вследствие давления рычага 10 на толкатель 9 диафрагмы 6.

Всасывающий шариковый клапан 13 установлен в нижней части вертикального нагнетательного канала 14 под блоком распылителей. Он обеспечивает свободное поступление топлива из поплавковой камеры в нагнетательную полость насоса при закрытой дроссельной заслонке (или при всасывании топлива в момент закрытия заслонки) и препятствует его обратному перетеканию при нагнетании диафрагмой в канал 14.

В верхней части нагнетательного канала 14 установлен с натягом и уплотнен резиновым кольцом блок распылителей 3 и 4, внутри которого

смонтирован шариковый обратный клапан 5. Он пропускает топливо при нагнетании в распылители, но предотвращает поступление воздуха в канал 14 при всасывании топлива

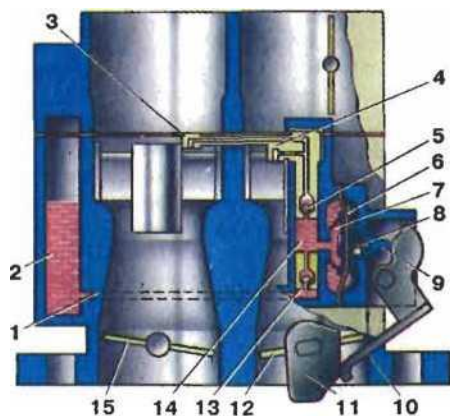


Рис. 14. Схема ускорительного насоса карбюратора ДААЗ-2108: 1 - топливный канал; 2 - поплавковая камера; 3,4 - распылители вторичной и первичной камер; 5 - обратный клапан; 6 - диафрагма; 7 - пружина диафрагмы; 8 - демпфирующая пружина; 9 - толкатель; 10 - рычаг привода; 11 - кулачок привода; 12 - дроссельная заслонка первичной камеры; 13 - всасывающий клапан; 14 - нагнетательный канал; 15 - дроссельная заслонка вторичной камеры насосом из поплавковой камеры.

В обжатых носках трубчатых распылителей 3 и 4 выполнены калиброванные отверстия, дозирующие впрыск топлива в виде однородных тонких струй в главные воздушные каналы обеих камер между большими и малыми диффузорами.

При резком открытии дроссельной заслонки кулачок 11, поворачиваясь вместе с заслонкой, перемещает нижний конец рычага 10. Верхний конец рычага 10 через толкатель 9 сжимает демпфирующую пружину 8. В процессе впрыска топлива из распылителей 3 и 4 демпфирующая пружина 8 плавно перемещает диафрагму 6. Тем самым длительность впрыска увеличивается до 1-2 с, что необходимо для устойчивой работы двигателя. Дополнительно демпфирующая пружина защищает диафрагму от повреждения большим давлением топлива.

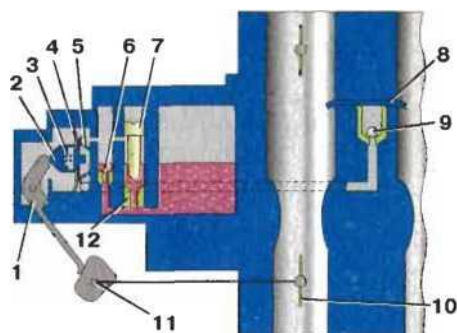


Рис. 15. Схема ускорительного насоса карбюратора ДААЗ-1111: 1 - рычаг привода; 2 - толкатель; 3 - демпфирующая пружина; 4 - диафрагма; 5 - пружина диафрагмы; 6 - всасывающий клапан; 7 - винт регулировки подачи; 8 - блок распылителей; 9 - обратный клапан; 10 - дроссельная заслонка; 11 - кулачок привода; 12 - перепускной жиклер

Для резкого увеличения подачи топлива при начале открытия дроссельной заслонки 15 вторичной камеры кулачок 11 имеет волнообразный профиль, второй выступ которого обеспечивает ступенчатый впрыск в этот момент.

УН карбюратора ДААЗ-1111, схема которого показана на рис. 15, имеет тот же принцип работы, что и ДААЗ-2108, но по конструктивному исполнению нагнетательного узла ближе к карбюраторам типа «Озон». Для уменьшения подачи топлива, когда нет необходимости в его дополнительном количестве, например при медленном открытии дроссельной заслонки, а также при случайных ее колебаниях, вызванных неровностями дороги, УН, как и в карбюраторах типа «Озон», снабжен дополнительным каналом с перепускным жиклером 12. Кроме того, винт 7, входящий конусным хвостовиком в жиклер 12, служит устройством регулировки подачи УН. При вворачивании винта в жиклер 12 сечение последнего уменьшается, количество топлива, перетекающего в поплавковую камеру, ограничивается - подача УН увеличивается.

### Поплавковый механизм

Поплавковый механизм установлен в поплавковой камере 52 (см. рис. 3), предназначенной для аккумуляции (хранения) топлива, поддержания его уровня в заданных

пределах и размещения средств дозирования. В карбюраторах типа «Солекс» двухсекционная поплавковая камера вместимостью около 100 см<sup>3</sup> изготовлена за одно целое с корпусом карбюратора.

В поплавковой камере расположены два качающихся монолитных поплавка 1 (рис. 16) из пористой пластмассы, соединенные вильчатым кронштейном 12, закрепленным на оси 9 в крышке 2 карбюратора, и топливный клапан 3 с верхним расположением. Такая конструкция обеспечивает оптимальные условия для нормальной работы запорного элемента клапана под давлением топлива, создаваемым топливным насосом. Верхнее расположение клапана удобно для регулировки в эксплуатации и практически исключает его отказ

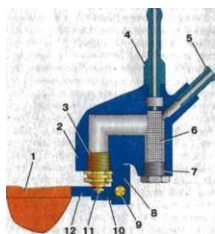


Рис. 16. Схема поплавкового механизма и топливо-приемной системы карбюратора: 1 - поплавок; 2 - крышка карбюратора; 3 - топливный клапан; 4 - штуцер подачи топлива; 5 - штуцер слива топлива в бак; 6 - топливный фильтр; 7 - пробка; 8 - ограничитель хода поплавка; 9 - ось поплавков; 10 - язычок кронштейна; 11 - запорная игла топливного клапана; 12 - кронштейн поплавков

из-за накопления загрязнений. Запорный элемент неразборного топливного клапана 3 выполнен в виде стальной иглы 11 с конусом и подпружиненным демпфирующим шариком, зафиксированным от выпадения из корпуса иглы завальцовкой.

Запорная игла топливного клапана связана с поплавками через язычок 10 кронштейна 12. Требуемый уровень топлива устанавливается благодаря изменению проходного сечения отверстия седла клапана, перекрываемого запорной иглой при всплытии поплавков по мере наполнения поплавковой камеры топливом. При достижении требуемого уровня топлива поплавки, перемещая язычком иглу, прижимает ее к седлу клапана, перекрывая подачу топлива.

При понижении уровня топлива во время работы двигателя поплавки опускается вниз и язычок кронштейна освобождает иглу, которая открывает проходное сечение клапана, возобновляя подачу топлива в поплавковую камеру.

Одновременно с изменением расхода топлива, проходящего через клапан, несколько изменяется подача топливного насоса, что связано с особенностями конструкции его привода. Это исключает чрезмерное повышение давления топлива на входе в карбюратор.

Рассмотренные процессы при работе двигателя циклически повторяются, в результате чего поддерживается некоторый средний уровень топлива. Его снижение (на несколько миллиметров) на режимах максимальной мощности по сравнению с режимом холостого хода учтено при подборе характеристик карбюратора и не оказывает заметного влияния на работу двигателя.

Для значительного, по сравнению с карбюраторами других типов, уменьшения колебаний уровня топлива в карбюраторах типа «Солекс» установлена оригинальная топливо-приемная система, включающая в себя помимо основного штуцера 4 подачи топлива штуцер 5 слива излишков в топливный бак. Эта система позволяет поддерживать практически постоянное давление топлива на входе в карбюратор, компенсируя некоторую инерционность действия привода топливного насоса.

### Экономайзер принудительного холостого хода

Экономайзер принудительного холостого хода (ЭПХХ) обеспечивает уменьшение расхода топлива и выбросов токсичных веществ в атмосферу на режиме принудительного холо-



стого хода, когда автомобиль движется по инерции с отпущенной педалью акселератора и включенной передачей. Такой режим характеризуется повышенной частотой вращения коленчатого вала и разрежением во впускном тракте по сравнению с самостоятельным (активным) режимом холостого хода. При этом двигатель, расходуя больше топлива по сравнению с режимом активного холостого хода, не производит полезную работу. Одновременно из-за ухудшения условий воспламенения горючей смеси резко возрастает токсичность отработавших газов. ЭПХХ отключает подачу топлива на этом режиме.

В конструкции карбюраторов семейства «Солекс» ЭПХХ как отдельный элемент отсутствует. Он представляет собой систему управляющих, исполнительных и коммутационных устройств (рис. 19), смонтированных на автомобиле. В карбюраторе есть лишь исполнительный элемент системы ЭПХХ в виде установленного в крышке карбюратора электромагнитного клапана (ЭМК) 2, конструктивно объединенного с топливным жиклером системы ХХ и управляемого электронным блоком 6. Клапан выполнен нормально закрытым. При подаче напряжения на его обмотку сердечник втягивается внутрь клапана и наконечник иглы открывает отверстие жиклера 2 (см. рис. 7) системы ХХ. Электронный блок управления (ЭБУ) получает информацию о положении дроссельной заслонки карбюратора от концевого выключателя датчика-винта 1 (см. рис. 17), замыкающего цепь на «массу», и о частоте вращения коленчатого вала в виде электрических импульсов от катушки зажигания 7. На основании этой информации он отключает или подает электропитание на обмотку ЭМК, тем самым прекращая или возобновляя подачу топлива.

До пуска двигателя в системе ЭПХХ тока нет и отверстие топливного жиклера системы ХХ закрыто наконечником иглы ЭМК. При включении зажигания ЭБУ не получает информацию о частоте вращения коленчатого вала и, предполагая, что она меньше порога срабатывания (см. ниже), подает напряжение на ЭМК, несмотря на то, что концевой выключатель датчика-винта замкнут на «массу». Игла ЭМК открывает доступ топливу в систему ХХ.

При открытии дроссельной заслонки первичной камеры концевой контакт датчика-винта отключается от «массы» и на обмотку ЭМК постоянно подается напряжение неза-

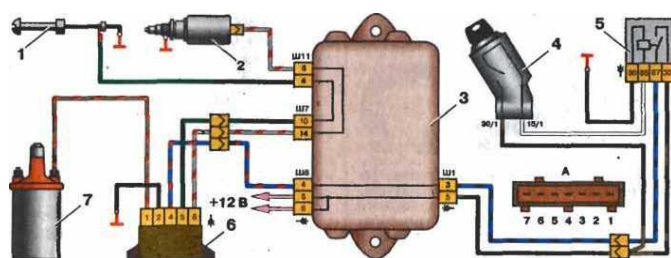


Рис. 17. Схема системы ЭПХХ: 1 - датчик-винт; 2 - электромагнитный клапан; 3 - монтажный блок; 4 - выключатель (замок) зажигания; 5 - реле зажигания; 6 - электронный блок управления; 7 - катушка зажигания; А - порядок нумерации штекеров разъема блока управления

висимо от сигналов ЭБУ.

В режиме принудительного ХХ, когда концевой выключатель при отпущенной педали акселератора замкнут на «массу», а частота вращения коленчатого вала выше 2100 мин<sup>-1</sup>, ЭБУ отключает питание обмотки ЭМК, прекращая тем самым подачу топлива в двигатель. При снижении частоты вращения коленчатого вала до 1900 мин<sup>-1</sup> ЭБУ включает питание обмотки ЭМК, восстанавливая подачу топлива. Частота вращения коленчатого вала, при которой ЭБУ включает ЭМК, называется **порогом срабатывания** системы ЭПХХ. При частоте ниже порога срабатывания возобновление подачи горючей смеси при открытии дроссельной заслонки будет сопровождаться провалом в работе двигателя из-за того, что на данном режиме цилиндры и впускной тракт двигателя полностью освобождаются от горючей смеси. Для ее поступления в цилиндры после возобновления подачи потребуется некоторое время, а при низкой частоте вращения коленчатого вала насосный эффект цилиндров мал. Порог срабатывания разный для разных моделей двигателя.

Система ЭПХХ не влияет на работу двигателя на других режимах.

### Система вентиляции картерных газов

Во время работы двигателя через зазоры в поршневой группе, между стержнями клапанов и направляющими втулками, в картер проникает некоторое количество отработавших газов. Пары воды в их составе конденсируются в картере и вспенивают масло, образуя эмульсию, резко ухудшающую условия прокачивания масла в системе смазки. Кроме того, смешиваясь с сернистым газом отработавших газов, пары воды образуют кислоты, разъедающие рабочие поверхности двигателя и ускоряющие его износ. Помимо этого картерные газы создают избыточное давление в полости картера, приводящее к течи масла через уплотнения. При пуске двигателя в цилиндрах конденсируются пары бензина, которые попадают в картер и разжижают масло, ухудшая его смазывающие свойства.

Для удаления из картера отработавших газов и паров бензина служит система вентиляции картера, одним из важнейших элементов которой является карбюратор. В качестве примера рассмотрена система вентиляции картера двигателя автомобиля ВАЗ-2108 (рис. 18). На других моделях автомобилей с карбюраторами типа «Солекс» установлены практически такие же системы вентиляции двигателей.

Несмотря на то, что общий объем картерных газов на порядок меньше объема отработавших, они в десятки раз токсичнее, поэтому выброс их в атмосферу недопустим. Вот почему на современных двигателях применяют закрытые системы вентиляции картера с отводом картерных газов в цилиндры для дожигания.

Картерные газы отводятся по вытяжному шлангу 8, надетому на штуцер в нижней части блока цилиндров, в полость под крышкой клапанного механизма. В этой полости они очищаются от масла благодаря завихрению потока, проходят через сетку маслоотделителя, выполняющую одновременно и функцию пламегасителя, затем поступают в полость воздушного фильтра или задроссельное пространство карбюратора.

При работе двигателя на режиме холостого хода (при закрытых дроссельных заслонках) разрежение на входе в карбюратор мало и большая ветвь системы вентиляции не работает. Картерные газы при этом отводятся в задроссельное пространство 9 через патрубок 5

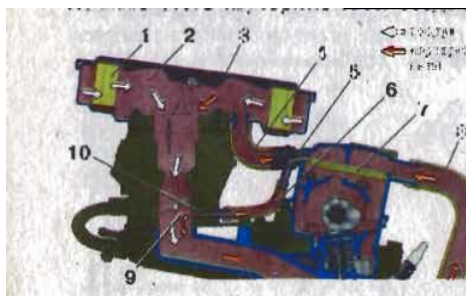


Рис. 18. Система вентиляции картера двигателя автомобиля ВАЗ-2108: 1 - фильтрующий элемент воздушного фильтра; 2 - полость воздушного фильтра; 3 - воздушный фильтр; 4 - шланг отвода картерных газов в полость воздушного фильтра; 5 - патрубок отвода картерных газов в задроссельное пространство; 6 - шланг отвода картерных газов в задроссельное пространство; 7 - сетка маслоотделителя; 8 - вытяжной шланг; 9 - задроссельное пространство; 10 - калиброванное отверстие

на штуцер канала отвода картерных газов в карбюраторе. В канале выполнено калиброванное отверстие 10 диаметром 1,5 мм, для того чтобы поступающие из системы вентиляции газы не оказывали заметного влияния на величину разрежения в задроссельном пространстве и не нарушали работу карбюратора на режиме холостого хода.

При увеличении угла открытия дроссельной заслонки и частоты вращения коленчатого вала разрежение перед карбюратором возрастает и картерные газы начинают проходить по соединительному шлангу 4 и в полость воздушного фильтра, откуда, смешавшись с отфильтрованным воздухом, поступают в цилиндры двигателя.

При работе двигателя с высокой частотой вращения коленчатого вала при полностью открытых дроссельных заслонках карбюратора основная часть картерных газов отво-

дится через воздушный фильтр непосредственно в воздушные каналы карбюратора, так как разрежение в задрессельном пространстве снижается и малая ветвь системы вентиляции практически полностью отключается.

### Система снижения токсичности отработавших газов

Снизить токсичность отработавших газов можно двумя методами - нейтрализуя их в системе выпуска и создав условия для образования меньших количеств токсичных веществ в газах. В системах снижения токсичности отработавших газов автомобилей, оборудованных карбюраторами ДААЗ-21053-62 или ДААЗ-21083-62, применяются оба метода. Система представляет собой комплекс устройств и автономно работающих, и управляемых электронным блоком. Она содержит: терморегулятор 4

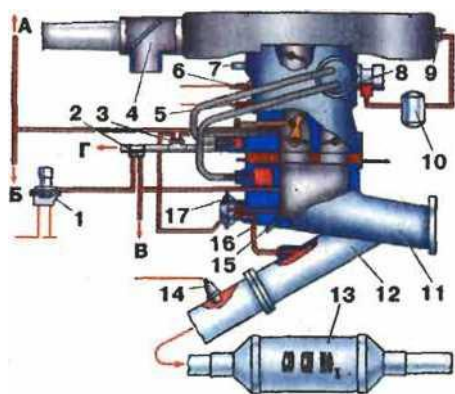


Рис. 19. Система снижения токсичности отработавших газов: 1 - датчик разрежения; 2,3- термовакuumные клапаны; 4 - терморегулятор; 5 - актюатор главной дозирующей системы; 6 - актюатор системы холостого хода; 7 - штуцер отвода паров топлива из поплавковой камеры; 8 - пусковое устройство; 9 - термоклапан; 10 - буферная емкость; 11 - впускной трубопровод; 12 - выпускной коллектор; 13 - каталитический нейтрализатор отработавших газов; 14 - кислородный датчик; 15 - штуцер продувки адсорбера системы улавливания паров топлива; 16 - соединительный трубопровод рециркуляции отработавших газов; 17 - клапан рециркуляции отработавших газов; А - магистраль подключения вакуумного корректора распределителя зажигания; Б - магистраль управления клапаном продувки адсорбера; В - магистраль управления клапаном адсорбера для отбора испарений из поплавковой камеры; Г - магистраль подключения к системе охлаждения

воздуха (рис. 19), поступающего в карбюратор; устройства управления составом горючей смеси в виде актюаторов 5 и 6, управляемых электронным блоком (на рисунке не показан); полуавтоматическое пусковое устройство 8; клапан 17 рециркуляции отработавших газов; каталитический нейтрализатор 13 отработавших газов; датчики и управляющие клапаны, соединенные с остальными элементами системы вакуумными шлангами и электрическими проводами.

**Каталитический нейтрализатор 13** предназначен для очистки отработавших газов в системе выпуска автомобиля. Он представляет собой химический реактор с катализатором, содержащим благородные металлы (платину, палладий, родий). Нейтрализатор окисляет (дожигает) продукты неполного сгорания топлива - углеводороды (СН) и окись углерода (СО), а также восстанавливает чрезвычайно токсичные оксиды азота (NO<sub>x</sub>), разлагая их на безвредные исходные составляющие. Каталитические нейтрализаторы, в которых одновременно идут обе химические реакции, называют бифункциональными.

Чтобы обеспечить полноценную работу бифункционального каталитического нейтрализатора, карбюратор должен приготавливать горючую смесь строго стехиометрического состава ( $\alpha=1$ ). Малейшие отклонения от этого состава приведут к снижению восстановительной или окислительной функции нейтрализатора, что увеличит выброс либо NO<sub>x</sub> либо СО и СН. Для более точного управления составом горючей смеси в системе холостого хода и главной дозирующей системе карбюратора установлены актюаторы 5 и 6. Их работа описана в параграфе «Главная дозирующая система». Стехиометрический состав горючей смеси, поддерживаемый блоком управления с помощью актюаторов по сигналам кислородного датчика 14, не оптимален для устойчивой работы непрогретого двигателя. Поэтому при температуре двигателя ниже 40 °С управление актюаторами по сигналам

кислородного датчика блокируется с помощью датчика разрежения 1. Датчик представляет собой выключатель, управляемый разрежением во впускном трубопроводе. Разрежение передается к датчику по вакуумной магистрали. В ней находится термовакuumный клапан 2, установленный на шланге подвода жидкости к блоку подогрева карбюратора. Один вывод датчика соединен с «массой», другой — с контактом № 6 колодки блока управления, на который постоянно подается напряжение +12 В от бортовой электросети автомобиля. При наличии разрежения в вакуумной магистрали контакты датчика замкнуты, при отсутствии - разомкнуты.

Если температура охлаждающей жидкости ниже 40 °С, термовакuumный клапан 2 закрыт и разрежение к датчику 1 не поступает. Контакты датчика разомкнуты, и на контакте № 6 блока управления сохраняется напряжение +12 В - блок отключает управление актюаторами по сигналам кислородного датчика. При этом актюаторы работают в постоянном режиме со скважностью 50% (время нахождения клапана в открытом и закрытом состояниях одинаково), обеспечивая работу непрогретого двигателя на несколько обогащенной горючей смеси. По мере прогрева двигателя термовакuumный клапан начинает открываться, разрежение подается на датчик 1, его контакты замыкаются, и контакт № 6 блока управления соединяется с «массой». При падении напряжения на этом контакте до нуля ЭБУ начинает регулировать состав смеси.

При закрытой дроссельной заслонке электронный блок управляет только актюатором 6 системы холостого хода. На актюаторе 5 главной дозирующей системы сохраняется скважность 50%.

При переходе двигателя с режима холостого хода на нагрузочный и при частоте вращения коленчатого вала более 1100 мин<sup>-1</sup> ЭБУ включает управление и вторым актюатором.

На режиме максимальной мощности с полностью открытыми дроссельными заслонками разрежение во впускном тракте падает, контакты датчика разрежения размыкаются, ЭБУ прекращает управление составом смеси по сигналам кислородного датчика и на обоих актюаторах устанавливается скважность 50%. В этом режиме, несмотря на неизбежное снижение эффективности работы каталитического нейтрализатора, карбюратор обеспечивает обогащенный (мощностный) состав горючей смеси.

При частоте вращения коленчатого вала свыше 4000 мин<sup>-1</sup> функции управления составом смеси отключаются независимо от положения дроссельной заслонки и степени разрежения во впускном трубопроводе.

На состав горючей смеси и, следовательно, на уровень токсичности отработавших газов большое влияние оказывает температура воздуха, подаваемого в карбюратор. Оптимальный диапазон температуры +25 ... +35 °С обеспечивает терморегулятор 4, установленный во впускном патрубке воздушного фильтра. Его термосиловой элемент аналогичен элементу термостата системы охлаждения двигателя и соединен регулируемым по длине штоком с заслонкой, переключающей направления потоков холодного и подогретого от выпускного коллектора воздуха. При температуре поступающего воздуха +25 °С заслонка перекрывает доступ подогретого воздуха, при снижении до +10 °С - подача возобновляется. Благодаря плавному изменению положения заслонки температура воздуха поддерживается в оптимальных пределах.

Полуавтоматическое двухступенчатое пусковое устройство, работа которого рассмотрена в разделе «Система пуска и прогрева холодного двигателя», обеспечивает снижение количества выброшенных в атмосферу с отработавшими газами токсичных ве-

ществ на режимах пуска холодного двигателя и его прогрева.

Для уменьшения выброса в атмосферу окислов (оксидов) азота служит устройство рециркуляции отработавших газов, т.е. возврата их части обратно в двигатель. В современных двигателях для большей эффективности сгорания топлива и, следовательно, повышения мощности и топливной экономичности значения давления и температуры в камерах сгорания очень высоки. И чем они выше, тем больше содержание окислов азота в отработавших газах. Часть отработавших газов, которую возвращают во впускной трубопровод двигателя, разбавляет горючую смесь. Т. о. процесс сгорания замедляется, температура и давление в цилиндрах снижаются - количество образующихся окислов азота уменьшается.

Основным элементом устройства служит клапан 17 рециркуляции. Он установлен непосредственно на впускном трубопроводе 11 и перекрывает трубопровод 16, связывающий выпускной коллектор с впускным трубопроводом 11. Клапаном управляет диафрагменный вакуумный механизм, который соединен трубопроводом с главным воздушным каналом первичной камеры карбюратора.

Управляющее разрежение отбирается из отверстия, расположенного выше кромки закрытой дроссельной заслонки. Поэтому отработавшие газы поступают в цилиндры двигателя только при частично открытой заслонке, когда во впускной системе создается разрежение. В некоторых модификациях карбюраторов семейства 2108 есть два расположенных одно над другим отверстия для отбора разрежения. Такая конструкция позволяет предотвратить резкое увеличение количества поступающих отработавших газов, замедлив рост разрежения в диафрагменном механизме клапана рециркуляции в начале открытия дроссельной заслонки первичной камеры и исключив возможный провал в работе двигателя в этот момент.

Отработавшие газы не поступают в двигатель при полностью открытой заслонке (режим максимальной мощности), когда разрежение практически отсутствует и клапан рециркуляции закрыт, а также на режиме холостого хода, когда отверстие их отбора находится выше кромки закрытой дроссельной заслонки.

Чтобы отработавшие газы не ухудшали работу непрогретого двигателя, в управляющей магистрали установлен термовакuumный клапан 3, устройство и принцип действия которого аналогичны клапану 2. Через термовакuumный клапан происходит доступ управляющего разрежения к клапану рециркуляции только после повышения температуры охлаждающей жидкости двигателя до 40 °С.

Испарения из топливной системы представляют собой еще один источник загрязнения окружающей среды. Поэтому пары топлива из поплавковой камеры карбюратора отводятся через штуцер 7 в систему улавливания.

## Система улавливания паров топлива

Топливо испаряется в тех узлах, где оно непосредственно соприкасается с воздухом открытой поверхностью: в поплавковой камере карбюратора и топливном баке. С повышением температуры окружающего воздуха интенсивность испарения топлива увеличивает-

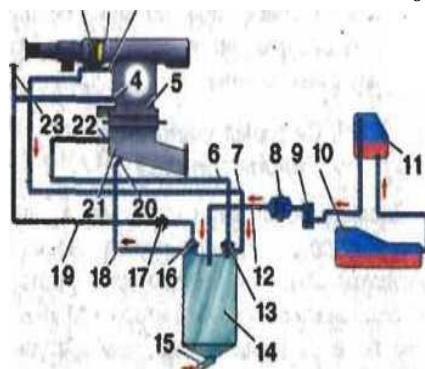


Рис. 20.Схема системы улавливания паров топлива автомобиля ВАЗ-21093: 1 - фильтрующий элемент воздушного фильтра; 2 - воздушный фильтр; 3 - штуцер отвода паров топлива из поплавковой камеры; 4 - штуцер отбора управляющего разрежения для клапана продувки адсорбера и вакуумного корректора распределителя зажигания;

5 - карбюратор; 6 - магистраль управления клапаном вентиляции поплавковой камеры; 7 - магистраль вентиляции поплавковой камеры; 8 - двухходовой клапан; 9 - блокировочный клапан; 10 - топливный бак; 11 - сепаратор паров топлива; 12 - магистраль подачи паров топлива из топливного бака в адсорбер; 13 - клапан вентиляции поплавковой камеры; 14 - адсорбер; 15 - патрубок забора наружного воздуха; 16 - клапан продувки адсорбера;

17 - демпфер; 18 - магистраль продувки адсорбера; 19 - магистраль управления клапаном продувки адсорбера; 20 - штуцер подачи паров топлива во впускной трубопровод; 21 - впускной трубопровод;

22 - штуцер отбора управляющего разрежения для клапана вентиляции поплавковой камеры; 23 - магистраль подключения вакуумного регулятора распределителя зажигания.

ся и количество паров, представляющих собой токсичные углеводороды и поступающих в воздух, становится сопоставимо с количеством углеводородов в отработавших газах. Чтобы исключить попадание паров топлива в окружающую среду, автомобили с карбюраторами типа «Солекс» могут оснащать системами улавливания паров.

Основной узел системы - адсорбер 14 (рис. 20) представляет собой емкость вместимостью несколько литров, заполненную адсорбентом. В качестве адсорбента обычно используют активированный уголь. Адсорбер сообщается с системой через два

установленных в его верхней части клапана. Через клапан 13 по магистрали 7 в адсорбер поступают пары топлива из поплавковой камеры, через клапан 16 по магистрали 18 накопленные в адсорбере пары отводятся во впускной трубопровод 21. Диафрагменные механизмы обоих клапанов управляются разрежением из впускной системы. К клапану 16 по магистрали 19, в которой для снижения пульсаций установлен демпфер 17 с жиклером и клапаном, разрежение подается из главного воздушного канала карбюратора через отверстие, расположенное над закрытой дроссельной заслонкой первичной камеры, к клапану 13 - по магистрали 6 из задрессельного пространства. Под действием разрежения клапан 13 закрыт, а клапан 16 открыт. В нижней части адсорбера расположен сообщающийся с атмосферой патрубок 15 забора наружного воздуха.

Топливный бак 10 соединен с адсорбером магистралью 12. Бак закрыт герметично.

Когда двигатель не работает, разрежения во впускном тракте нет и клапан 13 открыт. Пары топлива из поплавковой камеры по магистрали 7 поступают в адсорбер, где поглощаются активированным углем. Под давлением паров топлива из бака открывается двухходовой клапан 8, и по магистрали 12 они также поступают в адсорбер. Если по какой-либо причине давление в топливном баке окажется ниже атмосферного, пары топлива через двухходовой клапан возвращаются обратно в бак. Т. о. адсорбер не пропускает пары топлива в атмосферу.

После пуска двигателя во впускном трубопроводе 21 возникает разрежение и клапан 13 под его действием закрывается. Пары топлива из поплавковой камеры отводятся через балансировочные отверстия карбюратора в главный воздушный канал. Клапан 16 остается закрытым, так как на режиме холостого хода у отверстия штуцера 22 нет разрежения.

При нажатии на педаль акселератора дроссельная заслонка первичной камеры открывается и отверстие штуцера 22 оказывается в зоне разрежения. По магистрали 6 разрежение передается к клапану 16 продувки адсорбера и открывает его - полость адсорбера сообщается с задрроссельным пространством впускного трубопровода. Разрежение из впускного трубопровода передается в полость адсорбера, в которую через патрубок 15 начинает интенсивно подсасываться атмосферный воздух. Он проходит через слой насыщенного парами топлива адсорбента и увлекает их во впускной трубопровод. Этот процесс называют продувкой адсорбера, в результате которой активированный уголь, очищаясь, полностью восстанавливает свои аккумулярующие свойства.

### **Контрольные вопросы**

1. Как называются элементы и узлы карбюратора ДААЗ-2108?
2. В чём состоят особенности системы х.х. карбюратора ДААЗ-2108 и ее регулировка?
3. Какова конструкция компенсации горючей смеси карбюратора модификации 21083-62?
4. Как функционирует карбюратор ДААЗ-2108? Объяснить работу по принципиальной схеме.
5. Объяснить систему пуска и прогрева холодного двигателя по принципиальной схеме карбюратора ДААЗ-1111.
6. Пусковое устройство с ручным управлением и полуавтоматическое пусковое устройство
7. Система холостого хода карбюратора ДААЗ-2108
8. Переходная система вторичной камеры карбюратора ДААЗ-2108 и карбюратора ДААЗ-1111
9. Главная дозирующая система карбюратора ДААЗ-21083-62
10. Эконостат и экономайзер мощностных режимов карбюратора ДААЗ-2108
11. Схема ускорительного насоса карбюраторов ДААЗ-2108 и ДААЗ-1111
12. Схема поплавкового механизма и топливо - приемной системы карбюратора и возможные регулировки
13. Экономайзер принудительного холостого хода, его работа и регулировка
14. Вентиляция картерных газов и система снижения токсичности отработавших газов
15. Схема системы улавливания паров топлива автомобиля ВАЗ-21093.

### **Лабораторная работа №2**

#### **Система охлаждения двигателя**

**Цель работы:** ознакомление с работой и устройством систем охлаждения ДВС

**Задание:**

1. Изучить конструкцию, работу систем охлаждения и их отдельные элементы и узлы.
2. Составить отчет, сделать выводы.

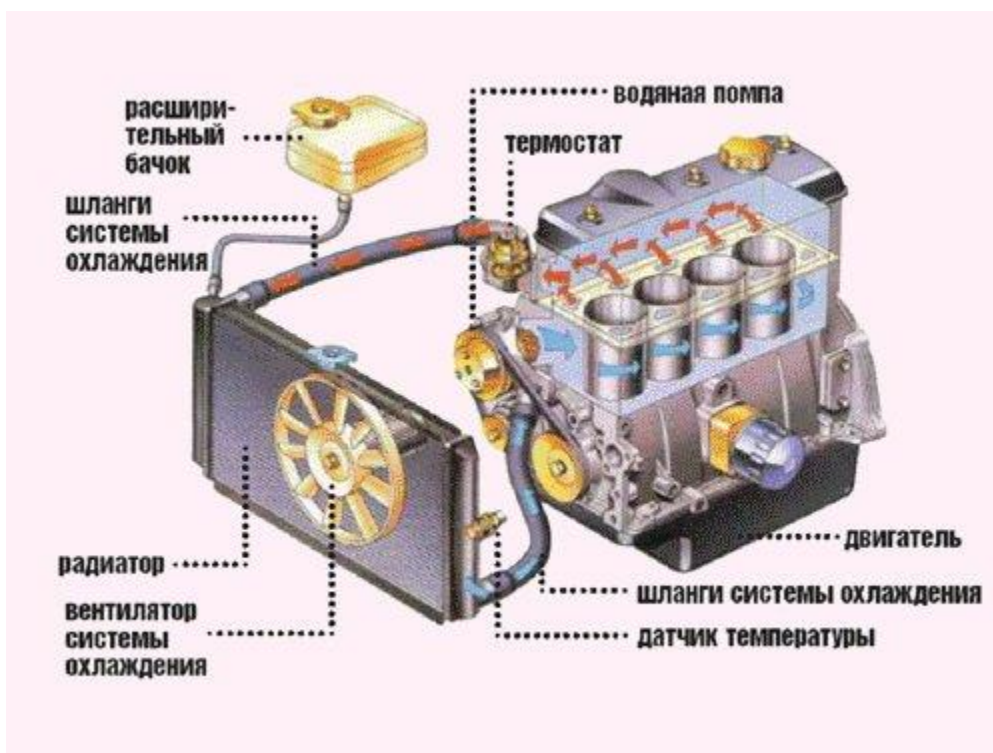
Система охлаждения двигателя внутреннего сгорания осуществляет отвод теплоты от деталей двигателя и передачу её в окружающую среду. Кроме основной функции система выполняет ряд второстепенных: охлаждение масла в системе смазки; нагрев воздуха в системе отопления и кондиционирования; охлаждение отработавших газов и др.

При сгорании рабочей смеси, температура в цилиндре может достигать 2500°С, в то время как рабочая температура ДВС составляет 80-90°С. Именно для поддержания оптимального температурного режима существует система охлаждения, которая может быть следующих типов, в зависимости от теплоносителя: жидкостная, воздушная и комбиниро-

ванная. Следует отметить, что жидкостная система в чистом виде уже практически не используется, так как не способна длительное время поддерживать работу современных двигателей в оптимальном тепловом режиме.

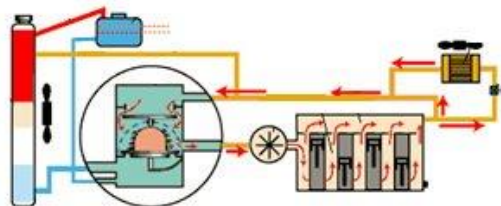
### Комбинированная система охлаждения двигателя

В комбинированной системе охлаждения в качестве охлаждающей жидкости часто используется вода, так как имеет высокую удельную теплоемкость, доступность и безвредность для организма. Однако вода имеет ряд существенных недостатков: образование накипи и замерзание при отрицательных температурах. В зимнее время года в систему охлаждения необходимо заливать низкотемпературные жидкости – антифризы (водные растворы этиленгликоля, смеси воды со спиртом или с глицерином, с добавками углеводов и др.).

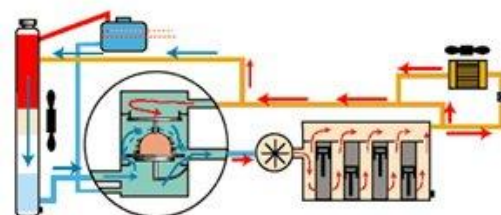


Рассматриваемая система охлаждения состоит из: жидкостного насоса, радиатора, термостата, расширительного бачка, рубашки охлаждения цилиндров и головок, вентилятора, датчика температуры и подводящих шлангов.

Охлаждение двигателя принудительное, а, следовательно-



малый круг циркуляции



большой круг циркуляции



тельно, в нём поддерживается избыточное давление (до 100 кПа), вследствие чего температура кипения охлаждающей жидкости повышается до 120°C.

При пуске холодного двигателя происходит его постепенный нагрев. Первое время охлаждающая жидкость, под действием жидкостного насоса, циркулирует **по малому кругу**, то есть в полостях между стенками цилиндров и стенками двигателя (рубашка охлаждения), не попадая в радиатор. Это ограничение необходимо для быстрого введения двигателя в эффективный тепловой режим. Когда температура двигателя превышает оптимальные значения, охлаждающая жидкость начинает циркулировать через радиатор, где активно охлаждается (**большой круг циркуляции**).

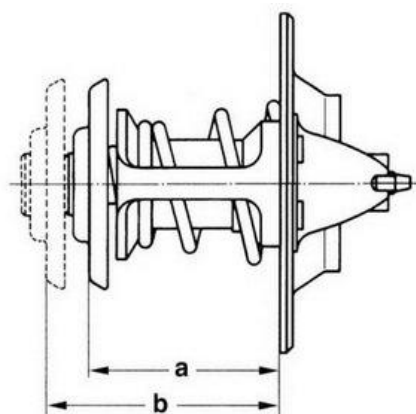
### Элементы систем охлаждения двигателя



#### Термостат

Это устройство работает как автоматический клапан. Термостат в закрытом состоянии не позволяет охлаждающей жидкости проникнуть в радиатор. Но **при температуре** среды 85... 95 °С он **открывается** и тогда циркуляция жидкости проходит по большому кругу (через радиатор). Причем чем выше температура среды, тем больше термостат открывается, что увеличивает его пропускную способность.

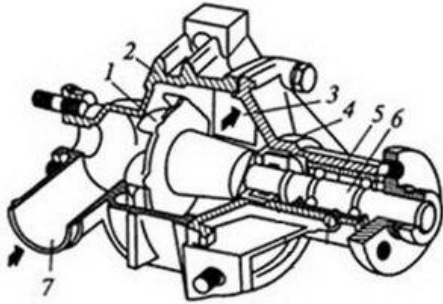
#### Устройство и принцип работы:



Термостат выполнен из латуни и меди. Состоит из цилиндра наполненного смесью церезина и пыли графита (различные производители применяют свои собственные разработки и компоненты). В цилиндр со смесью вдавнен штырь и соединен с клапаном. Нагреваясь, **наполнитель** значительно расширяется, выталкивая штырь, который открывает проход охлаждающей жидкости к радиатору. Стальная пружина, по мере остывания рабочего тела, возвращает клапан в закрытое состояние.

## Жидкостный насос

Насос обеспечивает принудительную циркуляцию жидкости в системе охлаждения двигателя. Чаще всего применяют лопастные насосы центробежного типа.



Вал 6 насоса установлен в крышке 4 с использованием подшипника 5. На конце вала напрессована литая чугунная крыльчатка 1. При вращении вала насоса охлаждающая жидкость через патрубок 7 поступает к центру крыльчатки, захватывается ее лопастями, отбрасывается к корпусу 2 насоса под действием центробежной силы и через окно 3 в корпусе направляется в рубашку охлаждения блока цилиндров двигателя.

## Радиатор

Обеспечивает отвод теплоты охлаждающей жидкости в окружающую среду. Радиатор состоит из верхнего и нижнего бачков и сердцевины. Его крепят на автомобиле на резиновых подушках с пружинами.



Наиболее распространены трубчатые и пластинчатые радиаторы. У первых сердцевина образована несколькими рядами латунных трубок, пропущенных через горизонтальные пластины, увеличивающие поверхность охлаждения и придающие радиатору жесткость. У вторых сердцевина состоит из одного ряда плоских латунных трубок, каждая из которых изготовлена из спаянных между собой по краям гофрированных пластин. Верхний бачок имеет заливную горловину и пароотводную трубку. Горловина радиатора герметически закрывается пробкой, имеющей два клапана: паровой для снижения давления при закипании жидкости, который открывается при избыточном давлении свыше 40 кПа (0,4 кгс/см<sup>2</sup>), и воздушный, пропускающий воздух в систему при снижении давления вследствие охлаждения жидкости и этим предохраняющий трубки радиатора от сплющивания атмосферным давлением. Используются и радиаторы из сплава алюминия: они дешевле и

легче, с лучшей теплопроводностью, но надёжность их ниже.

Охлаждающая жидкость, перемещаясь по трубкам радиатора, охлаждается при движении встречным потоком воздуха.

### **Вентилятор**

Усиливает поток воздуха через сердцевину радиатора. Ступицу вентилятора крепят на валу жидкостного насоса. Они вместе приводятся во вращение от шкива коленчатого вала ремнями (в новых конструкциях привод вентилятора осуществляется электромотором). Вентилятор заключен в установленный на рамке радиатора кожух, что способствует увеличению скорости потока воздуха, проходящего через радиатор. Чаще всего применяют четырех- и шести лопастные вентиляторы.



### **Расширительный бачок**

Служит для компенсации изменений объема охлаждающей жидкости при колебаниях ее температуры и для контроля количества жидкости в системе охлаждения. Он также содержит некоторый запас охлаждающей жидкости на ее естественную убыль и возможные потери.

### Датчик



температуры охлаждающей жидкости относится к элементам управления и предназначен для установления значения контролируемого параметра и дальнейшего его преобразования в электрический импульс. Электронный блок управления получает данный импульс и посылает определенные сигналы исполнительным устройствам. При помощи датчика охлаждающей жидкости компьютер определяет количество топлива, требуемое для нормальной работы ДВС. Также, основываясь на показаниях датчика температуры охлаждающей жидкости блок управления, формирует команду включения вентилятора.

### Воздушная система охлаждения

В воздушной системе охлаждения отвод теплоты от стенок камер сгорания и цилиндров двигателя осуществляется принудительно потоком воздуха, создаваемым мощным вентилятором. Эта система охлаждения является самой простой, так как не требует сложных деталей и систем управления. Интенсивность воздушного охлаждения двигателей существенно зависит от организации направления потока воздуха и расположения вентилятора.



В рядных двигателях вентиляторы располагают спереди, сбоку или объединяют с маховиком, а в V-образных - обычно в развале между цилиндрами. В зависимости от расположения вентилятора цилиндры охлаждаются воздухом, который нагнетается или просасывается через систему охлаждения.

Оптимальным температурным режимом двигателя с воздушным охлаждением считается такой, при котором температура масла в смазочной системе двигателя составляет 70... 110°C на всех режимах работы двигателя. Это возможно при условии, что с охлаждающим воздухом рассеивается в окружающую среду до 35 % теплоты, которая выделяется при сгорании топлива в цилиндрах двигателя.

Воздушная система охлаждения уменьшает время прогрева двигателя, обеспечивает более - менее стабильный отвод теплоты от стенок камер сгорания и цилиндров двигателя, более надежна и удобна в эксплуатации, проста в обслуживании, более технологична при

заднем расположении двигателя, переохлаждение двигателя маловероятно. Однако воздушная система охлаждения увеличивает габаритные размеры двигателя, создает повышенный шум при работе двигателя, сложнее в производстве и требует применения более качественных горюче-смазочных материалов. Теплоёмкость воздуха мала, что не позволяет равномерно отводить от двигателя большое количество тепла и, соответственно, создавать компактные мощные силовые установки.

На параметры работы двигателя, среди прочего, существенно влияет оптимальный температурный режим охлаждающей жидкости. Повышенная температура охлаждающей жидкости при частичной нагрузке обеспечивает благоприятные условия для работы двигателя, что положительно влияет на расход топлива и токсичность отработавших газов. Благодаря пониженной температуре охлаждающей жидкости при полной нагрузке мощность двигателя увеличивается, вследствие охлаждения всасываемого воздуха и тем самым увеличения его количества, поступающего в [двигатель](#).

Применение системы охлаждения с электронным регулированием температуры позволяет регулировать температуру жидкости при частичной нагрузке двигателя в пределах от 95 до 110°C и при полной нагрузке – от 85 до 95°C.

### Система охлаждения двигателя с электронным регулированием

Система оптимизирует температуру охлаждающей жидкости в соответствии с нагрузкой двигателя. Согласно программе оптимизации, заложенной в память блока управления двигателем, посредством действия термостата и вентиляторов достигается требуемая рабочая температура двигателя. Таким образом, температура охлаждающей жидкости приведена в соответствие с нагрузкой двигателя.

Схематично система охлаждения с электронным управлением показана на рисунке.

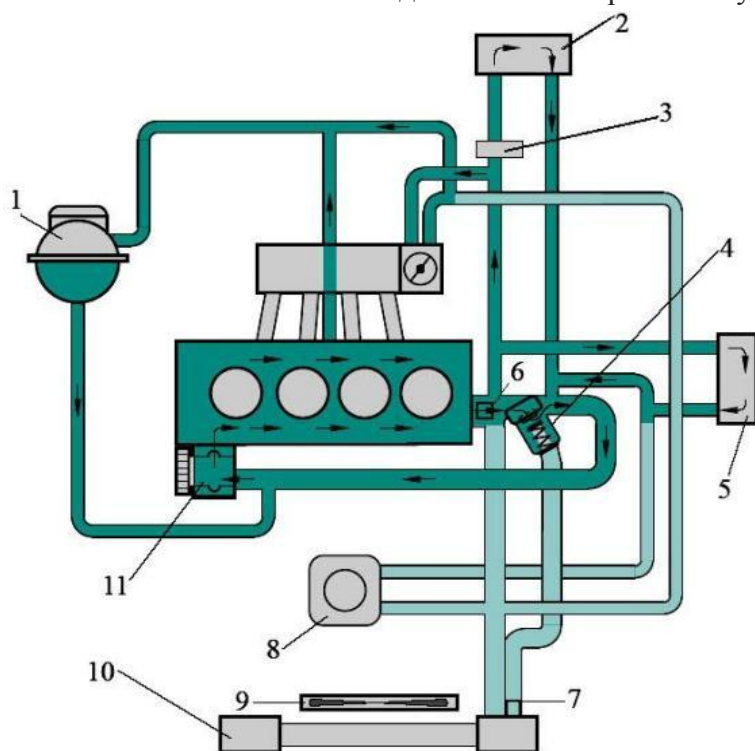


Рис. Система охлаждения с электронным регулированием:

1 – расширительный бачок; 2 – радиатор системы отопления; 3 – клапан отключения радиатора системы отопления; 4 – распределитель охлаждающей жидкости с электронным термостатом; 5 – масляный радиатор коробки передач; 6 – датчик температуры охлаждающей жидкости (на выходе жидкости из двигателя); 7 – датчик температуры охлаждающей жидкости (на выходе жидкости из радиатора); 8 – масляный радиатор; 9 – вентиляторы; 10 – основной радиатор системы охлаждения; 11 – жид-

костный насос

Основными отличительными составляющими системы охлаждения с электронным регулированием от обычной является наличие распределителя охлаждающей жидкости с электронным термостатом. В связи с введением электронного регулирования системы охлаждения в блок управления двигателем поступает следующая дополнительная информация:

- электропитание термостата (выходной сигнал)
- температура охлаждающей жидкости на выходе из радиатора (входной сигнал)
- управление вентиляторами радиатора (2 выходных сигнала)
- положение потенциометра у регулятора системы отопления (входной сигнал)

Распределитель представляет собой устройство для направления потока охлаждающей жидкости в малый или большой круг.

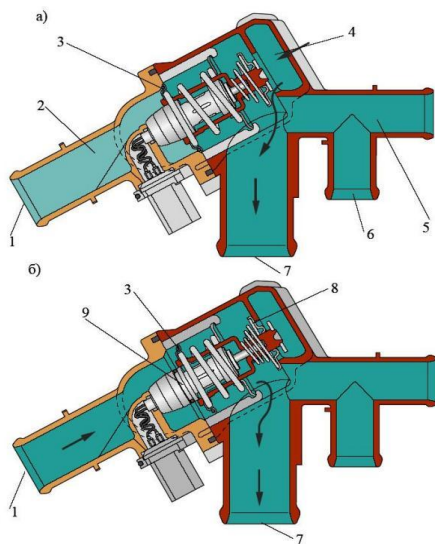


Рис. Принципиальная схема работы распределителя охлаждающей жидкости с электронным термостатом: 1 – поток жидкости от основного радиатора; 2 – зона отстоя охлаждающей жидкости при закрытой клапанной тарелке; 3 – большая клапанная тарелка; 4 – поток жидкости от двигателя; 5 – поток жидкости от системы отопления; 6 – поток жидкости от масляного радиатора; 7 – поток жидкости от жидкостного насоса; 8 – малая клапанная тарелка; 9 – электронный термостат; а – циркуляция жидкости по малому кругу; б – циркуляция жидкости по большому кругу

В термостате в отличие от обычных систем охлаждения установлен дополнительное нагревательное сопротивление 3.

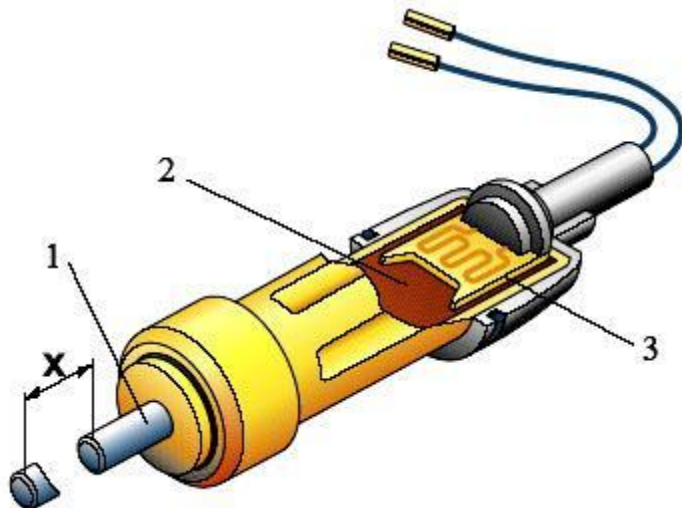


Рис. Электронный термостат:  
1 – штифт; 2 – наполнитель; 3 – дополнительное сопротивление

При нагревании охлаждающей жидкости наполнитель 2 разжижается и расширяется, что

ведет к подъему штофта 1. Когда к нагревательному сопротивлению не поступает ток, термостат действует как традиционный, однако температура его срабатывания повышена и составляет 110°C (температура охлаждающей жидкости на выходе из двигателя). В наполнитель встроено нагревательное сопротивление 3. Когда на него подается ток, оно нагревает наполнитель 2, который при этом расширяется, в результате чего штофт выдвигается на определенную величину «х» в зависимости от степени нагрева наполнителя. Штофт 1 теперь перемещается не только под действием нагретой охлаждающей жидкости, но и под действием нагревания сопротивления, а степень его нагревания определяет блок управления двигателем в соответствии с заложенной в него программой оптимизации температуры охлаждающей жидкости. В зависимости от характера импульса и времени его подачи изменяется степень нагревания наполнителя.

Распределитель размещен вместо соединительных штуцеров у головки блока цилиндров и представляет собой устройство для направления потока охлаждающей жидкости в малый или большой круг.

Малый круг служит для быстрого прогрева двигателя после запуска холодного двигателя. Система оптимизации температуры охлаждающей жидкости при этом не работает. Термостат в распределительной коробке препятствует выходу охлаждающей жидкости из двигателя и открывает кратчайший путь к насосу. Радиатор не включен в круг циркуляции охлаждающей жидкости. Охлаждающая жидкость циркулирует по малому кругу. Положение клапанных тарелок таково, что возможно движение охлаждающей жидкости только к насосу. Охлаждающая жидкость нагревается очень быстро, чему способствует циркуляция ее только по малому кругу.

Теплообменник системы отопления и масляный радиатор включены в малый круг.

Ход охлаждающей жидкости в большой круг открывается или посредством термостата в регуляторе по достижению температуры примерно 110°C, или в соответствии с нагрузкой двигателя по программе оптимизации температуры охлаждающей жидкости, заложенной в блок управления двигателем.

При полной нагрузке двигателя требуется интенсивное охлаждение охлаждающей жидкости. На термостат в распределителе поступает ток, и открывается путь для жидкости из радиатора. Одновременно посредством механической связи малая клапанная тарелка перекрывает путь к насосу в малом круге.

Насос подает охлаждающую жидкость, выходящую из головки блока непосредственно к радиатору. Охлажденная жидкость из радиатора поступает в нижнюю часть блока двигателя и оттуда засасывается насосом.

Возможна также комбинированная циркуляция охлаждающей жидкости. Одна часть жидкости проходит по малому кругу, другая – по большому.

Управление термостатом в оптимизированной системе охлаждения двигателя (движение охлаждающей жидкости по малому или большому кругу) осуществляется в соответствии с трехмерными графиками зависимости оптимальной температуры охлаждающей жидкости от ряда факторов, основными из которых являются нагрузка двигателя, частота вращения коленчатого вала, скорость движения автомобиля и температура всасываемого воздуха. По этим графикам определяется величина номинальной температуры охлаждающей жидкости.

Термостат срабатывает лишь тогда, когда фактическая величина температуры охлаждающей жидкости выходит за пределы поля допуска номинальной величины температуры, что и обеспечивает постоянство нахождения фактической температуры в поле допуска

номинальной температуры.

Фактические значения температуры охлаждающей жидкости снимаются с двух различных мест контура системы охлаждения и передаются в блок управления двигателем в виде сигналов по напряжению. Датчики температуры охлаждающей жидкости на выходе из двигателя и на выходе охлаждающей жидкости из двигателя в распределителе работают как датчики с отрицательным температурным коэффициентом. Номинальные величины температуры охлаждающей жидкости заложены в память блока управления двигателем в качестве графических зависимостей.

При эксплуатации двигателя в странах с суровым климатом может применяться дополнительный электроподогрев для повышения температуры охлаждающей жидкости. Дополнительный подогрев состоит из трех свечей накаливания. Они встроены в месте подсоединения магистрали охлаждающей жидкости к головке блока. По сигналу от блока управления реле включает малый или большой подогрев. В зависимости от резерва по току генератора включаются одна, две или три свечи накаливания для подогрева охлаждающей жидкости.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение системы охлаждения.
2. Преимущества и недостатки систем охлаждения (жидкостной и воздушной).
3. Конструкция, назначение и принцип работы основных элементов систем охлаждения.
4. Система охлаждения с электронным управлением – её устройство, преимущества, работа отдельных узлов.

### **Лабораторная работа №3**

#### **Проверка технического состояния и регулировка форсунок**

**Цель работы** – изучение и освоение методов и средств проверки технического состояния и регулировки форсунок.

**Задание:**

1. Изучить конструкцию форсунок.
2. Проверить техническое состояние и герметичность форсунки.
3. Отрегулировать форсунку.
4. Проверить качество распыливания топлива
5. Составить отчет, сделать выводы.

#### **Общие сведения**

Форсунки служат для распыливания топлива и распределения его частиц по объёму камеры сгорания. Совместно с топливным насосом форсунка должна обеспечивать необходимый закон подачи топлива. На автотракторных двигателях используются два типа форсунок: открытые и закрытые. В открытых форсунках между топливопроводом высокого давления и сопловыми отверстиями распылителя нет запорного устройства, и они постоянно соединены между собой, вследствие чего после окончания впрыска наблюдается подтекание топлива. Для устранения этого в конструкции современных форсунок введен



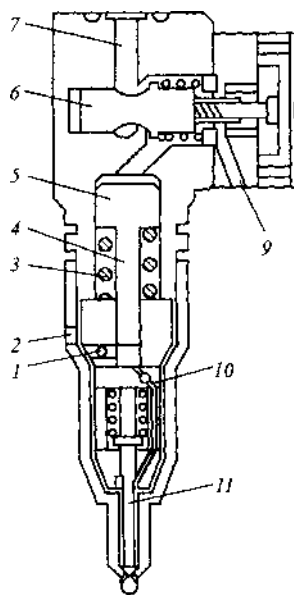
элемент, изолирующий топливопроводы высокого давления от камеры сгорания в период между впрысками, такие форсунки относятся к числу закрытых (клапанные; клапанны-сопловые; прецизионные; беспрецизионные), они могут быть с запорной иглой и штифтовые. Одним из важных элементов форсунки является ее распылитель. Количество и направление струй сопловых отверстий в распылителе выбираются в соответствии с формой камеры сгорания и принятым в двигателе способом смесеобразования. При непосредственном впрыске, когда качество смесеобразования обеспечивается в основном за счет тонкости распиливания и распределения топлива по объему камеры сгорания, используются распылители с большим количеством отверстий (четыре-семь и более диаметром 0,15...0,30 мм). При наличии в камере сгорания интенсивного вихревого движения воздушного заряда дизелей с разделенными камерами сгорания и при пленочном смесеобразовании количество отверстий составляет от одного до четырех с диаметром 0,25...0,45 мм.

Форсунки со штифтовыми распылителями используются в двигателях с разделенными камерами сгорания. Форма факела топлива в этом случае зависит от формы и размеров штифта. Наибольшее распространение получили штифты в виде двух сложенных малыми основаниями конусов, но могут использоваться также штифты цилиндрической, конической и другой форм. В закрытых штифтовых и сопловых форсунках игла (штифт) перемещается вверх за счет усилия, создаваемого давлением топлива, подаваемого насосом высокого давления. Ход иглы составляет 0,30...0,45 мм. Отношение длины соплового отверстия к его диаметру равно 3,0..6,0. Средняя скорость топлива в распыливающем канале составляет обычно 85... 100 м/с и выше. Зазор между корпусом распылителя и иглой составляет 0,0015...0,0020 мм.

От качества работы форсунок зависят мощностные и экономические показатели двигателя, его надежность и долговечность, уровень создаваемого шума, токсичность и дымность отработавших газов, что требует при эксплуатации поддерживать их в нормальном техническом состоянии.

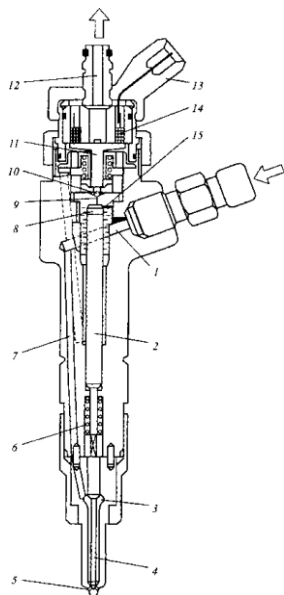
Широкое применение получили электроуправляемые форсунки типа Common Rail.

Эти форсунки имеют соленоид с быстродействующим электромагнитным клапаном, позволяющим впрыскивать топливо в соответствии с подаваемым на форсунку импульсом тока. Топливо подается в форсунку из аккумулятора и по магистрали 1 и каналу 7 поступает в полость 3. Одновременно топливо из магистрали 1 через канал 15 поступает в полость 8 и воздействует на поршень 2. В момент начала подачи топлива управляющий импульс от электронного блока через штепсельный разъем 13 подается на обмотку 14 электромагнита. При этом сердечник 11 поднимается вверх, открывается шариковый клапан 10 и топливо по каналу 9 и магистрали 12 подается на слив. Давление в полости 8 падает, шла 4 поднимается вверх и топливо через распыливающие отверстия 5 впрыскивается в КС. По окончании топливоподачи обмотка 14 обесточивается, сердечник 11 опускается (закрывая клапан 10) и под действием давления в полости 8 и усилия пружины 6 игла 4 также смещается вниз, прекращая подачу. Цикловая подача регулируется в процессе работы путем изменения времени питания обмотки 14 электромагнита. Угол опережения впрыскивания топлива зависит от момента подачи управляющего импульса на форсунке.



**Рис. 1.9.** Насос-форсунка системы топливоподачи NEUI

- шариковый обратный клапан; 2 - канал подвода топлива; 3 - пружина плунжера; 4 — плунжер; 5 - дифференциальный поршень; 6 - клапан; 7 - канал подвода масла; 8 – соленоид; 9 - сливной канал; 10 - канал; 11- игла форсунки



**Рис. 1.11.** Форсунка системы топливоподачи Common-Rail:

1,12- магистрали подвода и отвода топлива; 2 - поршень; 3 - надыгольная полость; игла; 5 - распыливающие отверстия; 6 - пружина; 7,9,15- каналы; 8 - полость; 10 - шариковый клапан; 11 - сердечник; 13 - штепсельный разъем; 14 - обмотка электромагнита

Насос-форсунка системы HEUI оснащён плунжером 4 дифференциальным поршнем 5, имеющим соотношение площадей рабочих поверхностей 7:1, что позволяет обеспечить повышенное давление впрыскивания. Топливо через канал подвода топлива 2 и шариковый обратный клапан 1 подается в полость под плунжером 4 и по каналу 10 – в полость над иглой 11 распылителя. Масло из аккумулятора через канал 7 поступает к клапану 6, управляемому соленоидом 8. При подаче управляющего сигнала от электронного блока к соленоиду последний перемещает клапан 6 вправо и открывает доступ масла под давлением из аккумулятора в полость над поршнем 5. Одновременно закрывается сливной канал 9 форсунки. Под действием давления масла поршень 5 с плунжером 4 перемещаются вниз и сжимают топливо в полости под плунжером 4. При этом поднимается игла 11 форсунки и происходит впрыскивание топлива. Оно продолжается до поступления от электронного блока сигнала об окончании впрыскивания, после чего клапан 6 смещается влево, закрывая канал 7 подвода масла и открывая проход масла из форсунки к сливному каналу 9. Плунжер 4 под действием пружины 3 перемещается вверх, вытесняя масло, которое через сливной канал 9 поступает в поддон двигателя. При движении плунжера вверх одновременно происходит заполнение топливом полости под плунжером 4. В рассматриваемой системе давление топлива достигает 190 МПа.

Таблица 1

### Параметры распылителей

| Давление начала впрыска, МПа | Изготовитель, маркировка | Диаметр распыливающих отверстий, $d_p$ , мм | Число распыливающих отверстий, $i_p$ | Максимальный ход иглы, $d_{и}$ , мм | Суммарная эффективная площадь распылителя в сборе, $\mu f_p, мм^2$ |
|------------------------------|--------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| 18                           | НЗТА, 145.1112110        | 0,32  | 5                                    | 0,26                                | 0,278  |
| 18                           | Моторпал, DOP 119S 534   | 0,34  | 5                                    | 0,30                                | 0,250  |
| 18                           | АЗПИ, 171.07.00          | 0,35  | 5                                    | 0,32                                | 0,270  |
| 17,0                         | Д-145Т                   | 0,30  | 4                                    | 0,28                                | 0,260  |

Таблица 2

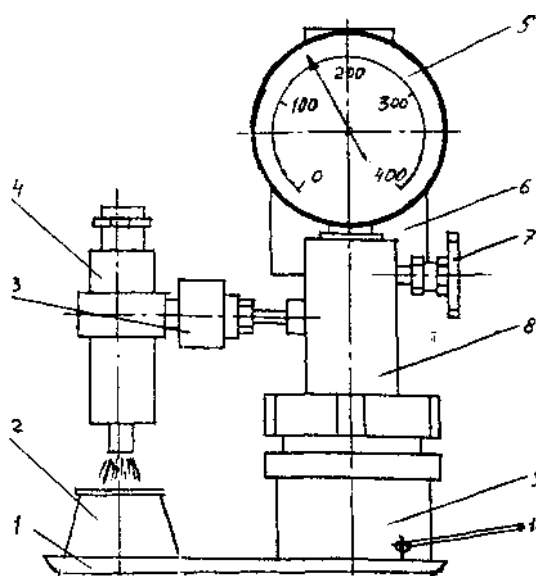
### Результаты регулировок

| Номер форсунки | Обозначение | Марка дизеля | Регулировочные параметры |  |  | Герметичность | Техническое состояние |
|----------------|-------------|--------------|--------------------------|--|--|---------------|-----------------------|
|                |             |              |                          |  |  |               |                       |

### Описание экспериментальной установки

Устройство прибора КИ562 показано на рисунке.

Испытываемую форсунку подсоединяют к прибору навертыванием маховика 3 на штуцер фор-



сунки 4. Одновременно маховичок навертывается на штуцер прибора, имеющего более мелкую резьбу, чем штуцер форсунки. За счёт разницы в шаге резьб форсунка подтягивается к штуцеру прибора, топливо из бачка 6 самотеком поступает к плунжерной паре, расположенной в стойке 9. Плунжер приводится в движение рычагом 10. Топливо, подаваемое плунжером, поступает через нагнетательный канал в корпус 8 распылителя, а оттуда по каналу в форсунку 4 и к манометру 5, показывающему величину создаваемого давления. Для отключения манометра служит вентиль с маховичком 7. Впрыскиваемое топливо собирается в глушитель 2. Подставка 1 служит для сбора топлива, не попавшего в глушитель.

### Порядок выполнения работы

1. Подготовить прибор КИ562 к работе. Залить в бачок профильтрованное дизельное топливо, удалить воздух из топливопроводов, проверить герметичность прибора. При перекрытом пробкой штуцере конусной выточкой продолжительность снижения давления с 30,0 до 0,5 МПа по шкале манометра должна быть не менее 3 минут.

2. Подготовить форсунки. Форсунки, бывшие в эксплуатации, очищают, разбирают и промывают. Проверить плавность перемещения иглы в распылителе. Игла, смоченная топливом и выдвинутая на 1/3 длины направляющей части распылителя при наклоне его на 45° к горизонтали, должна свободно опускаться в направляющую распылителя под действием собственной массы. Проверить состояние торцевой поверхности корпуса, сопрягающейся с торцом распылителя, и особенно той части поверхности, которая подвергается ударам заплечиков иглы. При наличии выработки и подъема иглы повышается пропускная способность форсунки, что приводит к увеличению неравномерности подачи и вызывает возрастание расхода топлива. Такой корпус подлежит замене. Прочистить сопловые отверстия распылителя стальной проволокой, зажатой в цангу. Диаметр проволоки должен соответствовать диаметру соплового отверстия. С помощью магнитной иглы удалить из внутренней полости распылителя металлические включения.

3. Собрать форсунку.

4. Проверить герметичность форсунки. В бачок прибора КИ562 заливается смесь дизельного топлива и веретенного масла с общей вязкостью 9,9... 10,9 мм<sup>2</sup>/с. Для штифтовых форсунок устанавливают давление начала впрыска топлива, равное 23 МПа. После этого нагнетание топлива прекращают и наблюдают за понижением давления по показаниям манометра. С помощью секундомера измеряют время снижения давления от 20 до 18 МПа. Для новых форсунок время снижения давления в этом интервале должно быть не менее 5 с, для бывших в эксплуатации - не менее 3 с. При проверке герметичности форсунок с многодырчатыми распылителями устанавливают давление начала впрыска топлива 38 МПа. Для новых форсунок это время должно быть не менее 15 с, а для бывших в эксплуатации - не менее 10 с. Герметичность сопряжения запирающих конусов иглы и корпуса распылителя проверяют при давлении в форсунке на

1,5...2,5 МПа меньше номинального начала давления впрыска топлива. Топливо в течение 20 с не должно просачиваться из сопла распылителя.

5. Отрегулировать форсунки на давление начала впрыска топлива в соответствии с данными, приведенными в табл. 1.

6. Проверить качество распыливания топлива. Для этого рычагом прибора сделать 10... 15 впрысков в минуту. Качество распыливания характеризуется показателями:

а) распыливаемое в виде факела топливо (туманообразное состояние) не должно содержать заметных на глаз отдельно вылетающих капель и струек нераспыленного топлива;

б) в момент начала и окончания впрыска подтекание топлива в виде капель на носке распылителя не допускается;

в) начало и конец впрыска должны быть четкими и сопровождаться резкими звуками;

г) у форсунок штифтового типа угол факела распыленного топлива должен находиться в пределах, установленных техническими условиями, а ось факела должна совпадать с осью распылителя форсунки;

д) у форсунок с многодырчатым распылителем топливо должно впрыскиваться равномерно из всех сопловых отверстий.

7. Данные измерений и проверок занести в табл.2.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие причины вызывают понижение давления впрыска топлива форсункой, подтекание топлива в торце распылителя и зависание иглы?

2. По каким показателям оценивается работа форсунки?

3. Как проверить герметичность форсунки?

4. Какие существуют способы регулировки давления впрыска топлива форсункой?

5. Какое различие между открытыми и закрытыми форсунками?

6. Чем определяется форма факела топлива?

7. Как работают штифтовая и электродинамическая форсунки?

8. Какова конструкция насос - форсунки и принцип его работы?

9. Устройство и работа форсунки типа Common Rail

10. Устройство и работа насос - форсунки системы HEUI.

### **Лабораторная работа № 4**

#### **Стенды для комплексной проверки топливной аппаратуры**

**Цель работы** - изучить устройство и работу стендов, освоить на них монтаж насосов.

**Задание** - установить на стенд насос типа УТН и подсоединить его с гидравлической системе.

#### **Общие сведения**

Универсальные испытательные стенды предприятий "Моторпал" и "Хартридж" предназначены для контрольно-регулирующих испытаний топливной аппаратуры, а также для проведения исследовательских работ.

Стенд предприятия "Моторпал" оборудован синхронным электродвигателем 4,5 кВт с гидравлическим приводом, имеет стендовую подкачивающую помпу и приспособление для проверки форсунок, диапазон изменения числа оборотов приводного вала 100..3200 мин<sup>-1</sup>. Кроме контрольно-регулирующих испытаний, на стенде можно испытывать пневматическими регуляторами с помощью устройства, создающего вакуум, визуально проверять качество работы форсунок, регулировать давление затяжки пружины форсунки, определять геометрическое начало подачи топлива насосом и давление открытия нагнетательных клапанов топливного насоса при неподвижном вале привода.

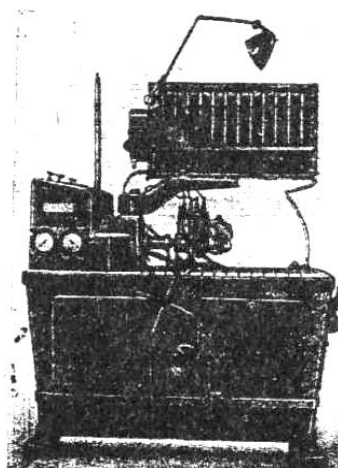


Рис.1. Стенд предприятия «Моторпал»

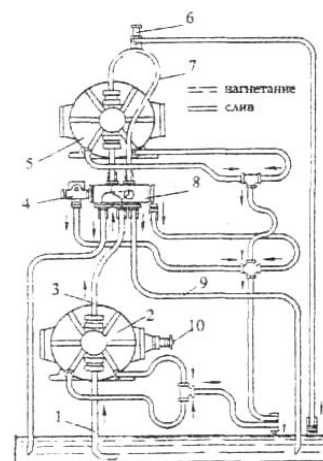


Рис.2. Гидравлическая схема привода

вать топливные насосы с вать топливные насосы с визуальную проверять качество работы форсунок, регулировать давление затяжки пружины форсунки, определять геометрическое начало подачи топлива насосом и давление открытия нагнетательных клапанов топливного насоса при неподвижном вале привода.

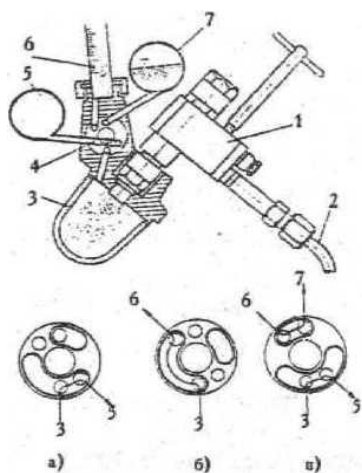
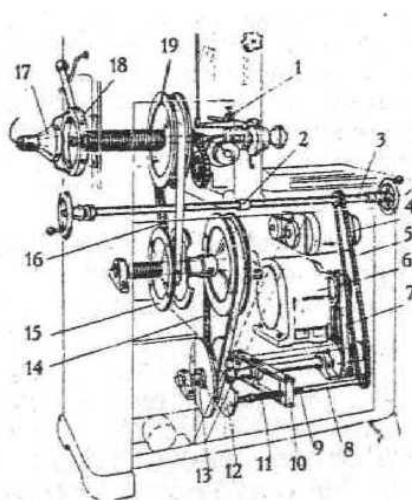


Рис.3. Схема подачи топлива в мензурку. Рис.4. Кинематическая схема стенда «Хартридж»: 1 — рычажный механизм; 2 — муфта; 4 — электродвигатель подкачивающего насоса; 12 — звездочка; 14, 16 — клиноремённые передачи; 17 — лампа неоновая; 18 — подшипник; 19 — шкив.



### Описание экспериментальных установок

На рис 1. показан стенд NC-101. На чугунном основании закреплена сварная рама, закрытая стенками. Сверху на раму уложена чугунная плита, на которую устанавливают испытываемые топливные насосы. Внутри рамы стенда расположены баки для топлива и масла, гидропривод с электродвигателем, топливные и масляные трубопроводы, фильтры. Топливный бак вместимостью 55 л снабжен терморегулятором для поддержания температуры в пределах 40...80°C. Топливо очищается двумя войлочными фильтрами тонкой очистки. Топливопроводы низкого давления выполнены из прозрачной пластмассы, что позволяет обнаруживать присутствие воздуха в системе. Приводом насоса служит гидравлическая бесступенчатая передача (гидропривод). Гидравлическая схема привода дана на рис.2. Гидропривод состоит из двух основных частей гидронасоса и гидродвигателя.

Вал гидронасоса приводится во вращение электродвигателем и имеет постоянную скорость. Вал гидродвигателя соединяется с валом топливного насоса, частотой вращения которого необходимо управлять. Работа привода основана на регулировании производительности насоса, следовательно, и скорости гидродвигателя с помощью золотника 10. Движение привода ревер-

сируется изменением направления подачи жидкости в гидравлический двигатель посредством золотника 4. Рабочая жидкость нагнетается насосом 2 через трубопроводы 1 и 3 в двигатель 5. После того как жидкость отдала свою потенциальную энергию гидродвигателю, она выталкивается из него на слив по шлангам 7 и 9 и затем поступает опять в насос 2. Кран 6 предназначен для выпуска воздуха из гидравлической системы, а клапан 8 - для выключения гидравлического двигателя. Нормальное рабочее давление масла в системе составляет 60-103 Па, максимальное давление 100-105 Па

при полной нагрузке. Максимальная мощность, передаваемая гидравлическим приводом, достигает 2,6 кВт. При испытании топливных насосов на стенде возникает необходимость измерения частоты вращения вала насоса, расхода топлива через форсунки, начала подачи топлива. Расход топлива через форсунки измеряется мензурками, смонтированными на вращающейся раме поворотной консоли, применяемой для испытания насосов правого и левого вращения с различной длиной трубопроводов высокого давления. Заслуживает внимания способ наполнения мензурок топливом снизу, позволяющий избежать вспенивания и испарения топлива при наполнении (рис.3).

Топливо из форсунки 1 поступает в стеклянную колбу 3, расположенную в передней части рамы, что дает возможность наблюдать за процессом впрыска. Из колбы 3 топливо поступает в мензурку б через трехходовой золотник 4, имеющий три рабочих положения. Мензурки стенда имеют разный диаметр по высоте. Это позволяет увеличить точность замера производительности насосов с большой и малой подачей на цикл. Продолжительность замера можно установить любую, кратную SO в диапазоне 50... 500, впрысков при помощи счётчика впрысков.

Частоту вращения вала насоса устанавливают с помощью гидропривода, а измеряют и контролируют гидравлическим тахометром, цена деления которого составляет 20 мин.

Начало впрыска определяют стробоскопическим устройством. При освещении колбы импульсной лампой настраивают стробоскоп на момент выхода струи топлива из распылителя. При освещении этой же лампой маховика с градуировкой определяют начало подачи топлива. Таким же образом определяют конец впрыска, а следовательно, и продолжительность подачи. На рис.4 представлена кинематическая схема стенда "Хартридж". Приводной электродвигатель б через клиноременную передачу 7 вращает вал 13 вариатора, от которого вращение передается на приводной вал испытываемого насоса. Частота вращения приводного вала изменяется с помощью механического вариатора скорости следующим образом, Вращая регулировочный валик 3 через цепную передачу 5, винтовой валик 8 и рамку 10, перемещаем нижний шкив, изменяя его рабочий диаметр и рабочие диаметры шкивов 15 на среднем валу, а также шкив 19. Левая половина большого шкива и правая половина малого шкива, насаженного на средний вал, жестко соединены между собой и перемещаются одновременно. Для ограничения движения шкивов на рамке 10 установлены стопорные гайки 9 и 11, что предотвращает их большое расхождение, вызывающее излом ремня при очень малом рабочем диаметре, и соприкосновение.

Стенд имеет топливную систему низкого до  $4 \cdot 10^5$  Па и среднего до  $40 \text{ кг/см}^2$  давления, которое регулируется специальными клапанами.

Топливо фильтруется фильтрами с сетчатыми, бумажными и магнитными фильтрующими элементами. Сетчатый фильтр установлен в верхней части топливного бака под его крышкой. Через него проходит топливо, сливаемое из мензурок, а также заливаемое в бак. Перед мензурками установлен магнитный фильтр, который очищает топливо от стальной стружки. В подводящих штуцерах стендовых форсунок установлены щелевые фильтры.

Расход топлива через форсунки определяют объёмным способом с помощью мензурок. Блок

мензурок с форсунками устанавливают на специальной регулируемой консоли, предназначенной для испытания топливных систем с короткими трубопроводами высокого давления. Мензурки смонтированы в два ряда по восемь в каждом ряду. Фирма изготавливает к стенду три взаимозаменяемых щитка с мензурками. Первый щиток комплектуют мензурками объемом 0 - 10 см<sup>3</sup> с одной стороны и 8 - 12 см<sup>3</sup> с другой; второй щиток - объемом 0 - 21 см<sup>3</sup> с одной стороны и 39 - 60 см<sup>3</sup> с другой; третий щиток - 0 - 50 см<sup>3</sup> с одной стороны и 0 - 150 см<sup>3</sup> с другой.

Частота вращения приводного вала, соединенного с насосом, контролируется тахометром, который связан с валом стенда цепной передачей. Цена деления тахометра - 50 мин-1.

Продолжительность замера устанавливают счётчиком числа (кратное 100 в диапазоне 100 - 1500) ходов. Начало подачи топлива определяют стробоскопом, датчик которого срабатывает под действием струи топлива, выходящего из форсунки. Полученный от датчика сигнал передается импульсной лампе, освещающей градуированный маховик, по шкале которого определяют действительный угол начала подачи. Стробоскопическое устройство позволяет одновременно наблюдать за действительным началом подачи всеми секциями насоса.

### Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен и как устроен стенд "Моторпал"?
2. Особенности конструкции и работы стенда "Хартридж"?
3. Какие параметры топливных насосов позволяют замерять стенды?

## Лабораторная работа №5

### Проверка и регулировка топливных насосов

**Цель работы** - ознакомление с методами проверки и регулировки топливных насосов на безмоторном стенде.

**Задание** - проверить и отрегулировать:

1. Заданный преподавателем скоростной режим насоса.
2. Количество и равномерность впрыскиваемого топлива
3. Угол начала подачи топлива
4. Угол опережения начала и продолжительности впрыска топлива форсунками.

### Общие сведения

Топливный насос высокого давления является основным агрегатом системы топливоподачи дизеля. От правильности его регулировки зависят экономические, экологические и мощностные показатели, а также надежность и долговечность работы цилиндропоршневой группы. В связи с этим топливный насос должен обеспечивать:

подачу за цикл в каждый цилиндр заданной массы топлива по заданному закону, идентичному во всех цилиндрах двигателя;

подачу топлива в строго определенный момент времени относительно ВМТ каждого цилиндра в соответствии с режимом работы ДВС;

необходимое увеличение цикловой подачи на пусковых режимах дизеля.

Цикловая подача топлива  $g'_{ц}$ , впрыскиваемого каждой форсункой в камеру сгорания дизеля на одном из выбранных режимах его работы, определяется, мг/ц:

$$g'_{ц} = \frac{g_e N_e \tau}{120 n_e i} \cdot 1000 \quad (1)$$

Принимая во внимание, что  $N_{ц} = \frac{N_e}{i}$ , мощность, развиваемая в одном цилиндре, кВт:

$$N_{ц} = \frac{120 \cdot n_e \cdot g'_{ц}}{g_e \cdot \tau \cdot 1000} \quad (2)$$

где  $g_e$  - эффективный удельный расход топлива двигателем, г/(кВт·ч);  $N_e$  - эффективная мощ-



ность двигателя, кВт;  $\tau$ ,  $i$  – число тактов и число цилиндров двигателя соответственно;  $n_e$  - частота вращения вала двигателя на номинальном режиме, мин<sup>-1</sup>.

Из выражения (2) видно, что мощность, развиваемая в одном цилиндре двигателя, зависит от количества топлива, подаваемого в цилиндр за цикл. Равномерность нагрузки цилиндров зависит от неравномерности подачи топлива  $\delta$ , значение которой на стенде можно определить по формуле, %:

$$\delta = \frac{2(V_{\max} - V_{\min})}{V_{\max} + V_{\min}} 100, \quad (3)$$

где  $V_{\max}$ ,  $V_{\min}$  - максимальный и минимальный объёмы топлива, подаваемого в мерные цилиндры стенда, см<sup>3</sup>.

В процессе регулировки насоса на стенде цикловая подача каждой секцией определяется, мг/ц:

$$g_{цн} = \frac{V_{ТМ} \cdot 60 \cdot \rho_T}{n \cdot \tau}$$

где  $V_{ТМ}$  – объём впрыскиваемого топлива в мерный цилиндр стенда, см<sup>3</sup>;  $n$  - частота вращения вала стенда, мин<sup>-1</sup>;  $\tau$  - время замера, с;  $\rho_T$  - плотность топлива, мг/мм<sup>3</sup>.

С изменением цикловой подачи в цилиндре меняется характер процесса сгорания вследствие изменения коэффициента избытка воздуха  $\alpha$ . Повышенная неравномерность подачи топлива по цилиндрам ухудшает общую экономичность двигателя вследствие того, что цилиндры работают с разными значениями  $\alpha$ . Величину цикловой подачи  $g'_{ц}$  контролируют на трех

Таблица 1

| № п/п | Регулировочные параметры  | Типы насосов       |                    |                  |                    |
|-------|---|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|
|       |   | СМД-14             | УТН-5              | НД-21            | ЯМЗ-238            |
| 1     | Угол начала подачи топлива насосом по мениск до ВМТ кулачкового валика, град.                               | 54 <sup>+1</sup>   | 57 <sup>+1</sup>   | 57 <sup>±1</sup> | 39 <sup>±1</sup>   |
| 2     | Номинальная частота вращения валика насоса, мин <sup>-1</sup>   | 850                | 900                | 1000             | 850                |
| 3     | Начало действия регулятора при частоте вращения, мин <sup>-1</sup>  | 860-870            | 910-915            | 1005-1015        | 870-880            |
| 4     | Неравномерность подачи топлива при работе на стенде, %  | 6                  | 6                  | 6                | 6                  |
| 5     | Полное автоматическое отключение подачи топлива,  | 950                | 1020               | ИЗО              | 930                |
| 6     | Давление начала впрыска топлива, МПа  | 12,5               | 17,5               | 17,5             | 15,0               |
| 7     | Частота вращения кулачкового валика насоса при максимальном крутящем моменте двигателя, мин <sup>-1</sup>   | 600 <sup>+50</sup> | 650 <sup>+50</sup> | 750              | 600 <sup>+50</sup> |
| 8     | Максимальная частота вращения холостого хода, мин <sup>-1</sup>   | 900-950            | 950-965            | 1055-1075        | 900-915            |
| 9     | Подача топлива по штуцерам при максимальной частоте вращения холостого хода, не более, см <sup>3</sup> /мин | 17                 | 19                 | 24               | 17                 |
| 10    | Средняя подача топлива по штуцерам при номинальной частоте вращения валика насоса, см <sup>3</sup> /мин     | 46-48              | 52-53              | 67-69            | 46-48              |
| 11    | Подача топлива при пусковой частоте вращения валика насоса, см <sup>3</sup> /мин                            | 16-18              | 16-19              | 16-19            | 16-18              |

режимах: номинальной мощности, максимального крутящего момента и на минимальных частотах холостого хода. Регулирующим режимом выбирается один, причем он должен обеспечить минимальный разброс величины цикловой подачи на всех трех режимах (обычно таким выбирается режим номинальной мощности).

Энергоэкономические показатели дизеля в значительной степени зависят от угла начала подачи и впрыска топлива. Угол начала подачи топлива (УНПТ) насосом является одним из основных параметров двигателя и указывается в его технической характеристике. При эксплуатации двигателя ранее установленный УНПТ через 500 - 700 часов работы может изменяться вследствие износа рабочих поверхностей кулачков, роликов, торцов регулировочных болтов толкателей, плунжеров, деталей форсунки. Поэтому его нужно периодически проверять и при необходимости устанавливать в пределах, соответствующих техническим условиям., Регулировочные параметры некоторых топливных насосов приведены в табл. I.

### **Регулировочные параметры насосов**

В большинстве случаев УНПТ насоса определяется прибором "моментоскоп" по моменту сдвига уровня топлива в стеклянной трубке диаметром 1 - 2 мм и длиной 50 - 60 мм, устанавливаемой на штуцере насоса. Трубка соединяется резиновым шлангом с коротким отрезком трубопровода высокого давления, который крепится гайкой к штуцеру насосного элемента. Однако этот прибор не определяет действительный угол начала впрыска топлива в цилиндры, так как сопротивление впускных отверстий втулки, клапанов и трассы высокого давления, удаленность распыливающих отверстий от плунжера, а также упругая деформация втулки насосов, трубопроводов высокого давления и утечки топлива через зазоры плунжерных пар изменяют начало впрыска топлива по отношению к моменту начала движения его по мениску. Таким образом, угол действительного начала впрыска топлива форсункой может отличаться от УНПТ насосом на несколько градусов. Топливные насосы проверяются и регулируются на безмоторном стенде *NC -104* фирмы "Моторпал".

### **Порядок выполнения работы**

#### **1. Проверка и регулировка скоростного режима насоса УТН-5.**

1.1. Получить у преподавателя необходимые значения параметров:

номинальную мощность  $N_e$ , частоту вращения коленчатого вала двигателя  $n_e$ , удельный расход топлива  $g_e$ .

1.2. Убедиться в исправности стенда.

1.3. Переместить рычаг управления 12 до упора в болт 13 (см. рисунок).

1.4. Включить стенд и, постепенно увеличивая частоту вращения вала, определить, при какой частоте основной рычаг 2 отрывается от головки болта номинала 4 (момент начала действия регулятора).

1.5. Снижая постепенно частоту вращения вала стенда, определить исходную номинальную частоту вращения, т.е. момент касания основного рычага 2 головки болта номинала 4.

1.6. При отличии скоростного режима от заданного преподавателем более чем на  $5 \text{ мин}^{-1}$  довести частоту вращения до заданной с помощью регулировочного болта 13, т.е. установить момент отрыва основного рычага от головки болта номинала при заданной частоте вращения. Болт 13 ограничивает перемещение рычага управления и тем самым определяет усилие натяже-

ния пружины регулятора. Результаты регулировки скоростного режима занести в табл.2. Для увеличения частоты вращения вала, при которой вступает в действие регулятор (повышается частота вращения), болт 13 необходимо вращать против часовой стрелки, для снижения - по часовой.

## 2.Проверка и регулировка количества и равномерности подачи топлива по секциям насоса.

Таблица 2

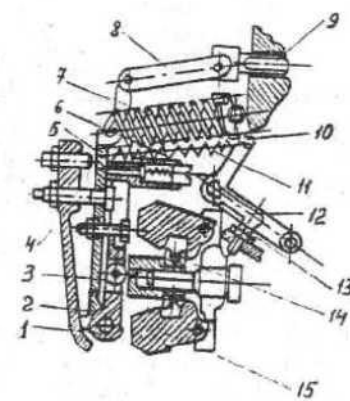
| Начало действия регулятора, $n_p$ мин <sup>-1</sup> |                   | Номинальная частота вращения, $n_e$ мин <sup>-1</sup> |                   |
|---|-------------------|---|-------------------|
| до регулировки                                      | после регулировки | до регулировки  | после регулировки |
|   |                   |   |                   |

2.1. Установить заданную номинальную частоту вращения вала насоса.

2.2. С помощью мерного устройства стенда замерить объём топлива, впрыскиваемого каждой форсункой за 15 с. Результаты замеров занести в табл.3. Используя формулу (3), подсчитать неравномерность подачи топлива. Согласно заданию определить по формуле (1) цикловую подачу  $g_{ц}$ , необходимую для обеспечения заданной мощности двигателя.

2.3. По формуле (4) определить цикловую подачу каждой секцией насоса на стенде.

2.4. При несоответствии расчетных  $g_{ц}$  и  $\delta$ , полученным на стенде, отрегулировать их поворотом гильз, следовательно, и плунжеров относительно зубчатого венца при ослабленных стяжных винтах. При повороте гильз влево подача топлива увеличивается, при повороте вправо - уменьшается. При регулировке  $g_{цн}$  и  $\delta$  стенд необходимо выключить. После разворота гильз в ту или иную сторону и их фиксации включить стенд, установить номинальную частоту вращения, замерить расход топлива через каждую форсунку и вновь определить по формулам (3) и (4)  $g_{цн}$  и  $\delta$ . Результаты замеров занести в табл. 3. Дополнительную регулировку часовой производительности насоса можно осуществлять с помощью болта номинала 4. При наворачивании болта часовая производительность увеличивается, при выворачивании - уменьшается. Регулировка подачи топлива болтом номинала может привести к изменению скоростного режима регулятора и величине обогащения подачи на пусковых частотах вращения. В этом случае после регулировки часовой подачи следует провести регулировку начала действия регулятора.



1-промежуточный рычаг,2-основной рычаг,3 – бочкообразный ролик; 4 – болт номинала;5- шток корректора, 6 - корпус корректора; 7 – пружина регулятора, 8 - тяга; 9 –рейка зубчатая,10 –рычаг пружины, 11 – пружина обогатителя,12 -рычаг управления; 13 - болт максимальных оборотов; 14 – муфта регулятора, 15 - грузы

Таблица 3.

## 3.Проверка и регулировка угла начала подачи топлива насосом.

| Параметры      | Номер форсунки | Объём впрыснутого топлива<br>$V$ -м, М/мин | Цикловая подача $g_{цн}$ мг/мин | Неравномерность подачи топлива 5, % |
|----------------|----------------|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| До регулировки | 1              |  |                                 |                                     |
|                | 2              |  |                                 |                                     |

|                   |   |  |  |  |
|-------------------|---|--|--|--|
|                   |   |  |  |  |
|                   | 3 |  |  |  |
|                   |   |  |  |  |
|                   | 4 |  |  |  |
| После регулировки | 1 |  |  |  |
|                   | 2 |  |  |  |
|                   | 3 |  |  |  |
|                   | 4 |  |  |  |

3.1. Установить моментоскоп на штуцер первого насосного элемента, поставить рейку в положение полной подачи топлива и прокачать систему топливоподкачивающим насосом.

3.2. Провернуть вал от руки до появления в стеклянной трубке топлива без пузырьков воздуха. После установления уровня топлива в моментоскопе медленно провернуть вал стенда до момента начала сдвига мениска. По делениям градуированной шкалы подвижного диска определить УНПТ относительно метки ВМТ плунжера, указанной на диске. В случае отличия замеренного угла от заданного в табл. 1 более чем на 0,5 градуса, отрегулировать его в следующей последовательности. Отвернуть контргайку и, вращая регулировочный болт толкателя, установить требуемый угол опережения начала подачи топлива. Для увеличения угла болт выворачивают, для уменьшения - вворачивают. Один полный оборот болта изменяет угол на 1,5 ... 5,0 градусов.

3.3. По окончании регулировки необходимо проверить угол по моментоскопу. Результаты замеров занести в табл. 4. Угол начала подачи топлива остальных насосных элементов проверяют и регулируют в соответствии с порядком работы секций насоса: 1-3-4-2.

Таблица 4

| № п/п | Угол начала подачи топлива до регулировки по секциям, град. |   |   |   | Угол начала подачи топлива после регулировки, град. |  |   |   |
|-------|---|---|---|---|---|--|---|---|
|       | 1   | 3 | 4 | 2 | 1   |  | 4 | 2 |
|       |   |   |   |   |   |  |   |   |

#### 4. Проверка угла начала и продолжительность впрыска топлива форсунками.

4.1. Поставить рейку в положение полной подачи топлива и установить номинальную частоту вращения вала насоса.

4.2. С помощью стробоскопического устройства стенда определить на градуированной шкале вала момент начала впрыска топлива каждой форсункой. Для этого, изменяя частоту вспышек стробоскопа с помощью рукоятки, установленной на валу стенда, определить момент выхода струи топлива из соплового отверстия первой форсунки. Не меняя частоту вспышек, зафиксировать угол на шкале стенда. Изменяя частоту вспышек рукояткой, определить момент окончания выхода струи топлива из соплового отверстия и зафиксировать угол на шкале стенда. По разнице величин углов начала и конца впрыска топлива определить продолжительность впрыска. Аналогично проверяются углы для остальных форсунок.

4.3. По разнице углов начала подачи и впрыска топлива определить углы задержки впрыска топлива. Результаты занести в табл. 5.

Таблица 5

| Параметры    | Угол начала впрыска топлива, град. |   |   |   | Угол конца впрыска топлива, град. |   |   |   | Продолжительность впрыска, град. |   |   |   | Угол задержки впрыска, град. |   |   |   |
|--------------|------------------------------------|---|---|---|-----------------------------------|---|---|---|----------------------------------|---|---|---|------------------------------|---|---|---|
|              | 1                                  | 2 | 3 | 4 | 1                                 | 2 | 3 | 4 | 1                                | 2 | 3 | 4 | 1                            | 2 | 3 | 4 |
| Номер секции |                                    |   |   |   |                                   |   |   |   |                                  |   |   |   |                              |   |   |   |

### Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к топливному насосу?
2. Что такое неравномерность подачи топлива и ей влияние на работу ДВС?
3. Какова методика регулировки скоростного режима насоса высокого давления и его регулировки на равномерность и количество впрыскиваемого топлива?
4. Какова методика определения угла начала подачи и впрыска топлива?
5. Как определяется продолжительность впрыска топлива?

### Лабораторная работа № 6

#### Характеристики топливного насоса высокого давления

**Цель работы** - ознакомление с методом получения, обработки и анализа характеристик топливного насоса высокого давления.

**Задание.** 1. На безмоторном стенде снять нагрузочную, скоростную и регуляторную характеристики.

2. Обработать результаты экспериментов, построить графики зависимостей  $g_{цн} = f h_p$ ,  $g_{ц} = f n$ ,  $\delta = f n$ .

3. Составить отчет.

### Общие сведения

При оценке работ топливных систем, а также их выборе для конкретного дизеля, работающего в различных режимах, пользуются характеристиками систем впрыска. Они определяют изменение основных параметров топливной системы в зависимости от одной из величин, характеризующих работу дизеля. Основными характеристиками топливных систем дизеля являются: нагрузочная (характеристика по подаче), скоростная и регуляторная. Вид характеристик определяется конструкцией топливной системы, целым рядом регулировочных параметров, физическими свойствами топлива, величиной давления в подводящей системе и отсечной полости, дросселированием топлива во впускных каналах и при отсечке, цикловой подачей и многими другими факторами, что не позволяет строить их расчетным путем при помощи сравнительно простых аналитических зависимостей. Поэтому их получают на специальных безмоторных стендах. Анализ полученных опытным путем характеристик позволяет сделать некоторые выводы о влиянии многочисленных факторов на изменение параметров рабочего процесса топливных систем. Нагрузочная характеристика показывает изменение цикловой подачи  $g_{цн}$  в зависимости от положения регулирующего органа  $h$  (рейка или дозатор) при постоянной частоте

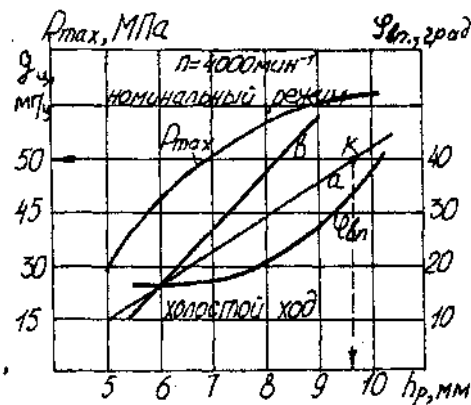


Рис. 1. Зависимость  $g_{цн}$ ,  $\varphi_{вп}$ ,  $P_{max} = f(h_p)$

вращения  $n$  валика насоса. Характеристика снимается при  $n = const$  и переменном положении рейки или дозатора, положение которых изменяется от  $g_{ц} = min$  до  $g_{ц} = max$ . Желательно,

чтобы изменение  $g_{ц}$  от режима холостого хода до номинального выразалось прямолинейной зависимостью от положения регулирующего органа (рис.1).

В насосе золотникового типа распределительные кромки представляют собой правильные винтовые линии. Поэтому нагрузочная характеристика неизношенной плунжерной пары при различных положениях рейки имеет вид прямой линии. По мере износа распределительных кромок линейность характеристики может нарушаться. Угол наклона графика изменения  $g_{ц}$  к оси ординат обуславливается многочисленными факторами, основными из которых являются: конструкция регулирующего органа (наклон винтовой кромки плунжера, изменение проходного сечения впускного отверстия при регулировании дросселированием на впуске и др.), объём системы высокого давления, скоростной режим работы и др. На рис.1 зависимость "а"- $g_{цн} = f(h_p)$  получена при  $n = 1000 \text{ min}^{-1}$ , а зависимость "в" - при  $n = 400 \text{ min}^{-1}$ . Видно, что по мере перемещения рейки производительность каждой секции, а следовательно, и насоса увеличивается. Кроме того, такие параметры рабочего процесса топливной системы, как максимальное давление  $p_{max}$  и продолжительность впрыска  $\varphi_{вп}$  в большинстве случаев увеличиваются при росте нагрузки, характеризующейся величиной цикловой подачи. Используя графики на рис.1, можно определить положение рейки, при котором обеспечивается заданная  $g_{цн}$  дизеля (например, на номинальном режиме), мг/цикл:

$$g_{цн} = \frac{G_T \cdot 1,07 \cdot 10^6}{60 \cdot n_e \cdot i},$$

где  $G_T$  — часовой расход топлива на номинальном режиме, кг/ч;  $n_e$  - номинальная частота вращения валика насоса,  $\text{min}^{-1}$ ;  $i$  - число цилиндров; 1,07 - коэффициент, учитывающий условия впрыска топлива. Скоростная характеристика показывает изменение  $g_{ц}$  топливной системы в зависимости от частоты вращения  $n$  валика насоса или числа подач в минуту при постоянном заданном положении регулирующего органа (в мм), соответствующего заданной  $g_{ц}$  при часовом расходе дизеля на номинальном режиме. По этим характеристикам работают транспортные, а также многие судовые дизели. Они являются основными, так как позволяют в наиболь-

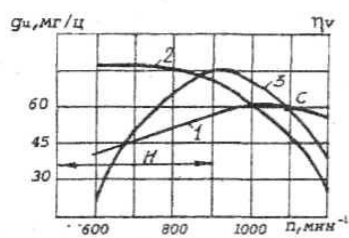


Рис.2.Изменение скорректированной (2) и нескорректированной (1) скоростных характеристик насоса и  $\eta_v$  дизеля.

шей мере судить о применимости конкретной топливной системы для проектируемого дизеля. Например,  $g_{ц}$  по скоростной характеристике оказывает большое влияние на характер протекания кривой крутящего момента и имеет важное значение для оценки динамических показателей дизеля.

При увеличении частоты вращения, начиная с минимально устойчивых значений при постоянном положении регулируемого органа, величина постепенно возрастает (рис.2, кривая 1), достигает максимума (точка  $c$  при определенной  $n$  для каждой конкретной топливной системы), а затем падает. Такое протекание зависимости  $g_{цн} = f(n)$  объясняется следующими причинами:

1. При увеличении  $n$  уменьшается время цикла, снижаются относительные потери топлива на утечки через зазор в прецизионной паре втулка- плунжер.

Рост  $n$  приводит к возрастанию инерционных явлений в наполнительной полости насоса при всасывающем ходе плунжера, улучшающих наполнение надплунжерного пространства топливом и уменьшающих перетекание его в наполнительные окна втулки при нагнетательном ходе.

Положение точки  $c$ , а, следовательно и рост  $g_{ц}$  зависит от частоты вращения, количества подаваемого топлива, размеров и форм дополнительных окон, давления топлива на входе в насос высокого давления.

Приращение  $g_{ц}$  обеспечивается, кроме того, за счёт опережения подачи, вызванного дросселированием топлива в дополнительных окнах.

При дальнейшем росте  $n$  цикловая подача падает, так как во всасывающей полости насоса усиливаются колебательные процессы за счёт увеличения скорости плунжера и кавитации, в результате чего выделяется газовая фаза из топлива, ухудшается наполнение надплунжерного пространства.

Из курса "Рабочие процессы ДВС" известно, что цикловую подачу топлива можно определить из соотношения:

$$g_{ц} = \eta_v \frac{V_h \rho_b g}{\alpha_b l_0},$$

где  $V_h$  - рабочий объём цилиндра двигателя;  $\rho_b$  - плотность воздуха, поступившего в двигатель;  $g$  - ускорение силы тяжести;  $\alpha_b$ ,  $\eta_v$  - коэффициенты избытка воздуха и наполнения соответственно;  $l_0$  - теоретически необходимое количество воздуха для сжигания единицы массы топлива.

С целью сохранения постоянства  $\alpha_b$ , при прочих равных условиях в дизеле, работающем по скоростной характеристике, необходимо обеспечить изменение  $g_{ц}$  аналогично изменению  $\eta_v$ . Известно, что  $\eta_v$  дизеля при увеличении  $n$  сначала растёт за счёт положительного влияния инерционных явлений во всасывающей воздушной системе, достигает максимальной величины для каждого конкретного дизеля, а затем уменьшается (см. рис.2, кривая 3), так как увеличивающееся гидравлическое сопротивление всасывающей системы, значительно больше положительного влияния инерционных явлений.

В соответствии с этим при увеличении  $n$  дизеля, начиная с максимального значения  $\eta_v$ , необходимо снижать величину  $g_{ц}$ . В зоне Н, соответствующей малым нагрузкам и холостому ходу, необходимо увеличивать величину  $g_{ц}$  (2), так как в этом случае растут утечки топлива через зазоры прецизионных пар вследствие уменьшения гидравлической плотности и увеличения продолжительности подачи, приводящей к большой неравномерности подачи топлива  $\delta$  и снижению максимально устойчивой  $n$  дизеля.

На рис. 2 зависимость 2 изображает скорректированную скоростную характеристику топливной системы дизеля. Она позволяет обеспечить увеличение  $M_{кр}$  дизеля при перегрузке, улучшить его приспособляемость, повысить стабильность работы при малых скоростных и нагрузочных режимах, уменьшить минимально устойчивую  $n$ .

Исправление скоростной характеристики (корректирование), т.е. приближение её к зависимости 2 (см. рис.2), достигается с помощью корректоров - специальных пружин и жестко профилированный упоров, устанавливаемых у рейки насоса высокого давления или на силовых рычагах регулятора, нагнетательных клапанов с отсасывающими поясками и многими другими устройствами.

Зависимость  $g_{цн} = f(n)$  используют для расчёта корректоров, степени устойчивости работы дизеля на режиме холостого хода, а также для оценки динамических свойств на переходных режимах.

Регуляторная характеристика топливного насоса показывает изменение  $g_{ц}$  в зависимости от  $n$  валика насоса. При этом орган, регулирующий  $g_{ц}$  топлива, соединен с регулятором. Данная характеристика позволяет определить частоту вращения валика насоса при которой вступа-

ет в действие регулятор, минимальную частоту вращения холостого хода, степень неравномерности регулятора на различных скоростных режимах, зону действия корректора, соответствие  $g_{ц}$  в зоне действия регулятора техническим условиям.

Частота вращения, при которой регулятор вступает в действие, оказывает значительное влияние на работу дизеля. При раннем начале действия регулятора дизель развивает меньшую мощность, при позднем - возрастает расход топлива.

С целью выявления влияния всережимного регулятора на работу топливного насоса регуляторные характеристики снимают при положениях рычага регулятора, соответствующих максимальному и минимальному скоростным режимам, а также двум-трьём промежуточным (частичные регуляторные характеристики). Полученные характеристики позволяют оценить степень неравномерности  $\delta_p$  регулятора на каждом скоростном режиме. %.

$$\delta_p = \frac{2(n_{max} - n_{min})}{n_{max} + n_{min}} \cdot 100,$$

где  $n_{max}, n_{min}$  - частоты вращения кулачкового валика насоса, определяющие начало действия регулятора и прекращение подачи топлива соответственно.

С понижением скоростного режима задаваемого изменением положения рычага регулятора, величина  $\delta_p$  возрастает. Регуляторную и скоростную характеристики обычно строят на одном графике так, чтобы точка, соответствующая  $g_{ц}$  на номинальном режиме (например при  $n = 1000$  мин), совместились (рис.3, точка  $d$ ).

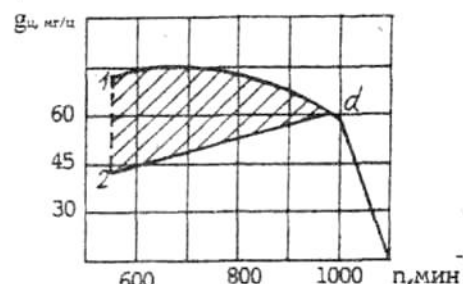


Рис.3. Совмещенные регуляторная (1) и скоростная (2) характеристики

Эта точка должна соответствовать установившемуся положению рейки по нагрузочной характеристике насоса (см. рис. 1, точка  $k$ ).

Из рис. 3 видно, что точка  $d$  соответствует  $g_{ц} = 60$  мг/цикл. Для получения такой цикловой подачи необходимо обеспечить перемещение рейки на величину  $h_p = 9,5$  мм (см. рис. 1, точка  $k$ ).

### Порядок выполнения работы и необходимые расчёты

#### Нагрузочная характеристика

1. Отсоединить рейку от регулятора насоса, включить стенд, установить  $n$ , заданную преподавателем, и дать поработать стенду 3 мин.
2. Установить рейку насоса в положение минимальной цикловой подачи (нулевое положение по шкале) и зафиксировать её.
3. Провести замер объёма топлива  $V_{TM}$  (в  $см^3$ ), впрыскиваемого в мерные цилиндры за 1 мин. Результаты замера занести в табл. 1.

Таблица 1.

| Ход рейки $h_p$ , мм | Объём впрыскиваемого топлива в мерных цилиндрах, $V_{TM}$ , $см^3/мин$ |   |   |   | Цикловая подача топлива форсунками $g_{ц}$ , мг/цикл |   |   |   | Неравномерность подачи топлива $\delta$ , % |
|----------------------|--|---|---|---|--|---|---|---|---|
|                      | 1  | 2 | 3 | 4 | 1  | 2 | 3 | 4 |   |
|                      |  |   |   |   |  |   |   |   |   |

4. Перемещая рейку насоса, на 2 мм после каждого замера, выполнить действие по п.3. Послед-



ний замер, выполнить в положении рейки, обеспечивающей  $g_{ц max}$ , и выключить стенд.

5. При заданных преподавателем  $G_T$  и  $n$  по формуле (1) вычислить необходимое значение  $g_{ц}$  для дизеля.

6. По формулам (3) и (4) (см. лаб. работу № 5) подсчитать значения  $\delta$  и  $g_{цн}$  насоса для каждого положения рейки и построить графики зависимостей  $\delta = f n$  и  $g_{цн} = f h_p$ ,

7. Используя график  $g_{цн} = f h_p$ , определить положение рейки насоса (см. рис.1), обеспечивающее значение  $g_{ц}$  дизеля, вычисленное по формуле (1).

### Скоростная характеристика

1. Установить рейку в положение, определенное в п. 7 нагрузочной характеристики.

2. Включить стенд и установить  $n = 100 \text{ мин}^{-1}$

3. Замерить объём топлива ( $\text{см}^3$ ), впрыскиваемого в мерные цилиндры стенда за 30 с.

4. Увеличивая  $n$  насоса на  $100 \text{ мин}^{-1}$ , после каждого замера (до  $n = 1200 \text{ мин}^{-1}$ ) выполнить действия по п.3. По окончании замеров стенд выключить.

5. Результаты внести в табл. 2.

6. По формуле (4) (см. лаб. работу № 5) рассчитать  $g_{цн} =$  и построить график зависимости  $g_{ц} = f n$ .

Таблица 2

| Частота вращения $n$ , $\text{мин}^{-1}$ | Объём впрыскиваемого топлива в мерных цилиндрах, $V_{ТМ}$ , $\text{см}^3/\text{мин}$ |   |   |   | Цикловая подача форсунками $g_{цн}$ , мг/цикл |   |   |   |
|--|--|---|---|---|---|---|---|---|
|  | 1  | 2 | 3 | 4 | 1   | 2 | 3 | 4 |
|  |  |   |   |   |   |   |   |   |

### Регуляторная характеристика

1. Соединить рейку топливного насоса с пружиной регулятора, установив рычаг управления пружиной в положение "до упора".

2. Включить стенд, установить номинальную  $n$ , заданную преподавателем, и  $g_{ц}$ , в соответствии с п.2.4 (см. лаб. работу № 5). Значение  $h_p$  должно соответствовать полученной в п. 7 нагрузочной характеристике.

3. Установить  $n = 100 \text{ мин}^{-1}$  и замерить объём топлива (в  $\text{см}^3$ ), впрыскиваемого в мерные цилиндры стенда за 1 минуту.

4. Устанавливая значения  $n$  (табл.3), сделать замеры, предусмотренные в п.3. По окончании замеров выключить стенд.

Таблица 3

| Частота вращения $n$ ,<br>мин <sup>-1</sup> | Объём впрыскиваемого топлива в мерных<br>цилиндрах $V_{TM}$ , см <sup>3</sup> /мин |   |   |   | Цикловая подача форсунками<br>$g_{цн}$ , мг/цикл |   |   |   | Неравномерность<br>подачи топлива $\delta$ , % |
|---|--|---|---|---|--|---|---|---|--|
|   | 1  | 2 | 3 | 4 | 1  | 2 | 3 | 4 |  |
|   | 100  |   |   |   |  |   |   |   |  |
| 200   |  |   |   |   |  |   |   |   |  |
| 300   |  |   |   |   |  |   |   |   |  |
| 500   |  |   |   |   |  |   |   |   |  |
| 800   |  |   |   |   |  |   |   |   |  |
| 1000  |  |   |   |   |  |   |   |   |  |
| 1010  |  |   |   |   |  |   |   |   |  |
| 1015  |  |   |   |   |  |   |   |   |  |
| 1030  |  |   |   |   |  |   |   |   |  |
| Полное выключение<br>подачи топлива         |  |   |   |   |  |   |   |   |  |

5. Результаты внести в табл.3, рассчитать значения  $\delta$  и  $g_{цн}$  по формулам (3) и (4) (см. лаб. работу № 5) и построить графики зависимостей  $g_{цн} = f n$ ,  $\delta = f n$ .

#### Контрольные вопросы

1. Методики снятия характеристик с топливного насоса и в чем их отличие?
2. Каковы причины понижения цикловой подачи топлива при снижении  $n$  и чрезмерном его повышении в насосе золотникового типа (по скоростной характеристике)?
3. Чем объясняется наклон графика нагрузочной характеристики и как изменяются параметры рабочего процесса топливного насоса при росте нагрузки?
4. Почему необходимо корректировать скоростную характеристику и как это осуществляется?
5. Как определить степень неравномерности регулятора, неравномерность подачи топлива, степень коррекции и их влияние на параметры насоса?

#### Лабораторная работа № 7

##### Определение аэродинамического сопротивления системы выпуска дизеля

**Цель работы:** 1. Выполнить исследование влияния аэродинамического сопротивления системы выпуска тракторного двигателя на эффективные показатели.

2. Определить предельно допустимую величину аэродинамического сопротивления глушителя шума выпуска.

##### Задание:

1. На номинальном режиме работы дизеля снять регулировочную характеристику по величине аэродинамического сопротивления выпускной системы.
2. На основании полученных результатов оценить влияние аэродинамического сопротивления выпускной системы на эффективные показатели дизеля и дать заключение о предельно допустимой величине аэродинамического сопротивления.

##### Общие сведения

Шум, возникающий при работе двигателя, делят на две группы: аэродинамический и механический. Аэродинамический шум передается газовой средой на входе и выходе впускной и выпускной систем. Источниками механического шума являются наружные поверхности двигателя. Уровень аэродинамического шума выше уровня механического. Основным способом снижения уровня шума при всасывании и выпуске газов является применение глушителей. Глушители должны обеспечивать снижение аэродинамического шума до величин, предусмотренных нормами.

ренных ГОСТ 12647-67.

В настоящее время разработан целый ряд глушителей, отличающихся как типом, так и конструкцией. Для автотракторных двигателей наибольшее распространение получили одно- и многокамерные резонансные глушители. Для повышения эффективности объёма камер их заполняют звукопоглощающим материалом.

Однако в процессе работы таких глушителей происходит засмоление материала, вследствие чего падает их эффективность и возрастает гидравлическое сопротивление до уровня, ухудшающего эффективные показатели двигателя. Таким образом, *аэродинамического* сопротивление является одним из основных параметров глушителей. При расчете глушителей и их доводке необходимо знать допустимую величину гидравлического сопротивления. Эта величина определяется, как правило, экспериментально и имеет для каждого двигателя свое значение. От нее зависит конструкция глушителя, его весогабаритные показатели и в конечном счёте компоновка двигателя.

### Порядок выполнения работы

Для определения допустимой величины аэродинамического сопротивления глушителя шума выпуска необходимо снять регулировочную характеристику по величине сопротивления на номинальном режиме работы двигателя. При этом измеряются частота вращения  $n$ , мин<sup>-1</sup>; показания тормоза  $P_T$ , Н·м; расход топлива  $G_T$ , кг/ч; аэродинамического сопротивления на выпуске  $\Delta P$ , мм вод. ст.(кПа).

Замеры, расчёты и построение графиков выполняются в соответствии с требованиями на испытания дизелей по ГОСТ 18509-88. На основании полученных результатов определяют предельно допустимую величину аэродинамического сопротивления глушителя шума выпуска из условия снижения мощности и увеличения удельного расхода топлива.

### Контрольные вопросы

- 1.Какое допустимое значение величины сопротивления на впуске для дизелей без наддува? От чего оно зависит?
- 2.Какова динамика увеличения  $g_e$  и снижения  $N_e$  в зависимости от роста сопротивления на впуске?
- 3.Какие типы и конструкции глушителей шума используются в современных двигателях?

### Лабораторная работа № 8

#### Определение аэродинамического сопротивление системы впуска дизеля

**Цель работы:** 1. Определить влияние аэродинамического сопротивления впускной системы на показатели дизеля.

2.Определить предельно допустимую величину аэродинамического сопротивления впускного тракта.

#### Задание:

- 1.На номинальном режиме снять регулировочную характеристику дизеля по влиянию аэродинамического сопротивления на эффективные показатели.
- 2.Построить нагрузочную характеристику дизеля и дать заключение о величине предельно допустимого сопротивления впускного тракта.

### Общие сведения

Аэродинамического сопротивления системы очистки воздуха оказывает влияние на параметры рабочего процесса двигателя. Известно, что при повышении сопротивления воздухоочи-

стителя  $\Delta h$  снижается коэффициент наполнения цилиндра  $\eta_V$ , а, следовательно, ухудшаются эффективные экономические показатели работы двигателя. Влияние сопротивления зависит от типа двигателя (бензиновый двигатель или дизель), от параметров его рабочего процесса и пр.

Для бензиновых двигателей была установлена зависимость, по которой можно рассчитать потери мощности  $\Delta N_e$  двигателя в зависимости от сопротивления воздухоочистителя:

$$\Delta N_e = N_{e0} - N_{e1} = \frac{\Delta h}{P_0} (N_{e0} + kV_h),$$

где  $N_{e0}$  и  $N_{e1}$  - соответственно мощность двигателя без воздухоочистителя и с воздухоочистителем;  $P_0$  - давление воздуха перед воздухоочистителем, Па;  $k$  - коэффициент, зависящий, от хода поршня и частоты вращения;  $V_h$  - рабочий объём двигателя, л.

Относительные потери мощности (в процентах от первоначального её значения), подсчитанные по формуле, показывают, что они прямо пропорциональны сопротивлению на впуске и для различных бензиновых двигателей практически одинаковы: увеличение сопротивления на 100 мм вод. ст. вызывает уменьшение мощности примерно на 1,3%. Расчётные данные совпадают с экспериментальными примерно до 1000 ...1200 мм вод. ст.

В литературе нет достаточного анализа данных по влиянию сопротивления воздухоочистителя на мощность  $N_e$  и удельный расход топлива  $g_e$  дизелей. Однако полученные данные указывают на то, что дизели с большим значением коэффициента избытка воздуха  $\alpha$  могут работать с более высокими величинами сопротивления воздухоочистителей.

Специальные опыты, проведенные на тракторных двигателях разных моделей с различным смесеобразованием, позволили экспериментально определить зависимость значений  $N_e$  и  $g_e$  от сопротивления на впуске  $\Delta h$ . Исследовались следующие модели тракторных двигателей СМД-14, Д-50, Д-37Е, А-01М и ЯМЗ-238НБ (с турбонаддувом). Потери мощности  $\Delta N_e$  и увеличение удельного расхода топлива  $\Delta g_e$ , отнесенные соответственно к мощности  $N_e$  и удельному расходу топлива  $g_e$ , при работе двигателя с воздухоочистителем на номинальной частоте с полной отдачей топлива представлены на рис. 1 и 2. С повышением сопротивления до 700 мм вод. ст. кривые потерь мощности и увеличения удельного расхода топлива для всех двигателей приближаются к прямым. При сопротивлении выше 700 мм вод. ст. эти величины изменяются более интенсивно. У двигателя ЯМЗ-238НБ, работающего с турбонаддувом, изменение этих величин во всем диапазоне  $\Delta h$

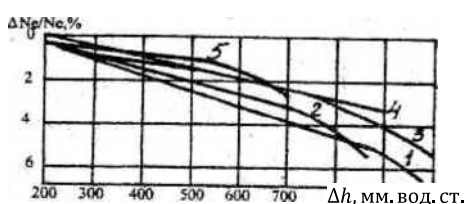


Рис.1. Влияние сопротивления воздухоочистителя на отношение  $\Delta N_e/N_e$  тракторных дизелей. 1-А01М 2-СМД-14; 3 — Д-50; 4-ЯМЗ-238НБ; 5-Д-

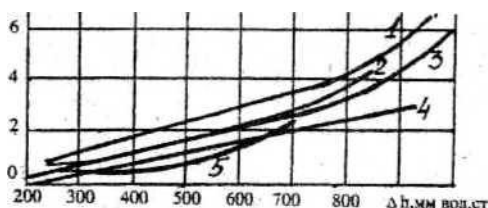


Рис.2. Влияние сопротивления воздухоочистителя на отношение  $\frac{\Delta g_e}{g_e}$ . Позиции 1-5 те же, что и на рис. 1

практически близко к линейному. В среднем, повышение сопротивления у тракторных дизелей на каждые 100 мм вод. ст. вызывает увеличение расхода топлива и уменьшение мощности при-

мерно на 0,3... 0,5%.

Учитывая характер кривых (рис. 1 и 2), можно принять для тракторных дизелей, работающих без турбонаддува, допустимую величину сопротивления на впуске, равной 700 мм вод. ст. Зависимость потерь мощности от сопротивления на впуске для двухтактных дизелей ЯМЗ-204 во время работы с полной подачей топлива при  $n = 1200 - 2000 \text{ мин}^{-1}$  близка к линейной, причем потери составляют 0,55%  $N_{e \max}$ . В Британском стандарте B.S. - 1701-1950 максимальное допустимое сопротивление воздухоочистителя принято равным 305 мм вод. ст. (при максимальном расходе воздуха), а его увеличение за время испытаний не должно превышать 150 мм вод. ст. В Германии допустимое сопротивление воздухоочистителя устанавливается в зависимости от начальном сопротивлении чистого воздухоочистителя, равном 250 мм.вод.ст. или выше, дальнейшее возрастание его не должно превышать начального значения.

На некоторых двигателях применяются воздухоочистители с эжекционным удалением пыли, которые устанавливаются в выпускной системе двигателя. Применение вихревого эжектора на двигателе СМД-14 вызывает повышение противодавления на впуске при работе двигателя на номинальном режиме в среднем на 350 - 400 мм вод. ст., что приводит к потерям мощности до 1,5%.

Эжектор, установленный на двигателе ЯМЗ-236НБ, повышает противодавление выпуска на режиме максимальной мощности на 150 мм вод. ст. (рис.3). Повышение противодавления на выпуске у этого двигателя на 100 мм вод. ст. вызывает потери мощности примерно 0,5% и такое же увеличение удельного эффективного расхода топлива.

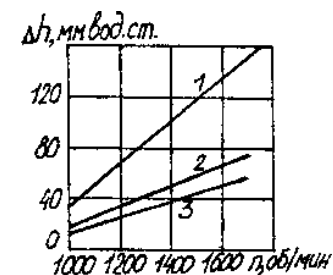


Рис. 3. Гидравлическое сопротивление элементов выпускного тракта дизеля ЯМЗ-236НБ:  
1 – эжектора, 2 – выпускного тракта, 3 – искрогасителя

Установлено, что повышение расхода воздуха в эжекционной системе на 1% вследствие установки соответствующего эжектора приводит к падению мощности дизеля ЯМЗ-204 на 0,9%, увеличению противодавления на выпуске до 900 мм вод. ст. Следует отметить, что для двигателей с наддувом увеличение сопротивления впускного и выпускного трактов приводит к ухудшению эффективности работы турбокомпрессора, в связи с чем на таких двигателях предпочтительней устанавливать воздухоочистители,

работающие без эжекционных устройств.

### Порядок выполнения работы

Регулировочная характеристика снимается на номинальном режиме дизеля. При этом измеряются:

- частота вращения  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$ ;
- показания тормоза  $P_T$ , Н·м;
- расход топлива  $G_T$ , кг/ч;
- гидравлическое сопротивление на впуске  $\Delta P$ , мм вод. ст.;
- температура воздуха на входе в двигатель  $t$ , °С;
- давление атмосферное  $P_0$ , мм. рт. ст.

Расчёты и построение графика осуществляются в соответствии с методикой испытания двигателей.

### Контрольные вопросы

1. Какое допустимое значение величины сопротивления на впуске для дизеля?
2. Какова динамика роста  $g_e$  и уменьшения  $N_e$ ?

3. Какие конструкции и типы воздухоочистителей применяются в современном двигателестроении?

### Лабораторная работа № 9

#### Определение гидравлической плотности нагнетательных клапанов топливного насоса

**Цель работы** - изучение методики испытаний основных параметров нагнетательного клапана: суммарной гидравлической плотности и гидравлической плотности по разгрузочному пояску.

#### Задание:

1. Определить гидравлическую плотность партии нагнетательных клапанов.
2. Построить гидравлические характеристики клапанов  $P = f t$  суммарной гидроплотности и по разгрузочному пояску.

Сделать заключение о пригодности каждого клапана.

#### Общие сведения

Для улучшения параметров подачи топлива в выходном штуцере топливного насоса устанавливается нагнетательный клапан, выполняющий следующие функции.

В системах с открытыми форсунками:

препятствует проникновению газов из камеры сгорания в полости ТНВД;  
разъединяет трубопровод высокого давления от полости насоса в процессе всасывающего хода плунжера, обеспечивая тем самым улучшение наполнения;  
способствует получению резкого окончания впрыска и уменьшению таким образом подтекания форсунок.

В системах с закрытыми форсунками:

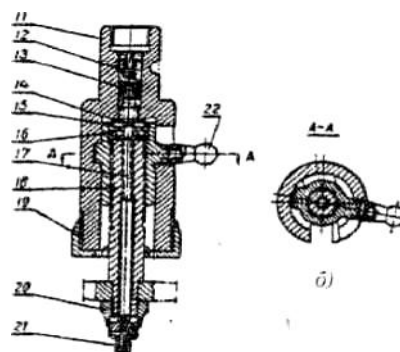
обеспечивает получение остаточного давления в трубопроводах, что позволяет в некоторых случаях управлять процессом впрыска и более строго выдерживать фазы впрыска;  
клапан с разгрузочным пояском осуществляет разгрузку трубопровода, снижая тем самым колебания прямых и обратных волн после окончания впрыска;  
в отдельных случаях позволяет корректировать характеристику подачи, приближая ее к желаемой.

При нагнетательном ходе плунжера клапан поднимается и пропускает топливо в полость штуцера по каналам крестообразного сечения или по кольцевому зазору суженой части. При возвратном ходе плунжера клапан под действием пружины опускается на седло и, изолируя рабочую полость, препятствует перетеканию в нее топлива из трубопровода высокого давления. С момента входа разгрузочного пояска в направляющее отверстие клапан, совершая насосное действие, разгружает трубопровод от чрезмерного давления. Это обеспечивает резкое окончание впрыска топлива и препятствует появлению повторных впрысков (подвпрысков)

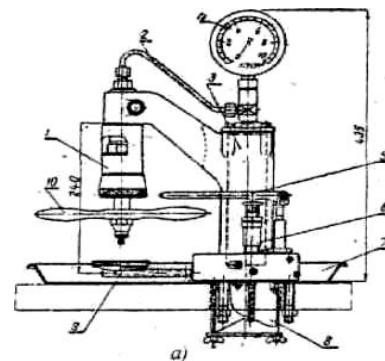
#### Описание установки

Нагнетательные клапаны проверяют на приборе ПНК, схема которого представлена на рисунке.

Прибор состоит из корпуса 11, который вместе с поддоном 7 установлен на столе и прикреплен шпильками. В центральной части корпуса имеется аккумулятор давления 3, в верхней части корпуса установлена головка, в которой установлены



выходной штуцер трубопровода 2 и манометр 4. В основании корпуса имеется подкачивающий насос 6, приводимый в действие рукояткой 5. Испытываемый нагнетательный клапан крепится в специальном устройстве, состоящем из корпуса 11, в котором имеется подвижная втулка 15, внутри её крепятся винт 18 с гайкой 20 и внутренний винт 17 с головкой 21, в которой установлено устройство (трещотка), предотвращающее превышение необходимой затяжки клапана. Втулка 15 может опускаться внутри корпуса рукояткой 10. Топливо, просачивающееся при испытании клапана, улавливается воронкой 9 и затем сливается в бак 8.



Прибор ПНК для испытания нагнетательных клапанов топливных насосов: 1 - устройство для крепления нагнетательного клапана; 12 - пружина; 13 - поршень; 14 - испытываемый клапан с прокладкой; 19 - гайка; 22-рукоятка

### Порядок выполнения работы

Подготовить прибор к испытаниям.

Убедиться в наличии топлива в аккумуляторе и, если необходимо, заполнить систему и удалить воздух.

Подготовить нагнетательные клапаны к испытаниям. Промыть их дизельным топливом и убедиться в свободном перемещении клапана во втулке.

Установить клапаны в устройство и вращением головки 21 по часовой стрелке зажать клапан (до начала действия трещотки).

Проверить суммарную гидравлическую плотность нагнетательного клапана, для чего рукояткой 5 создать давление топлива, равное 0,55 МПа по показанию манометра. Как только давление в манометре снизится до 0,5 МПа, включить секундомер и определить время, за которое давление в системе снизится до 0,4 МПа. Нагнетательный клапан считается годным, если это время будет не менее 30 с.

Определить гидравлическую плотность нагнетательного клапана по разгрузочному пояску. Для этого винтом 17 с поворотом головки 21 на два деления поднять клапан над седлом на 0,2 мм. Рукояткой 5 увеличить давление до 0,25 МПа. Как только давление в манометре снизится до 0,2 МПа, включить секундомер и замерить время, за которое давление в системе снизится до 0,1 МПа. Нагнетательный клапан считается годным, если время снижения давления будет более 2 с.

Рукояткой 10 отвернуть винт 18 на один оборот, опустить втулку 15 и вынуть клапан

Выполнить указанные замеры для 5 - 6 нагнетательных клапанов. Данные испытаний занести в таблицу.

|        | Суммарная гидроплотность |  |  |  | По разгрузочному пояску |  |  |  |
|--------|--------------------------|--|--|--|-------------------------|--|--|--|
| Р, МПа |                          |  |  |  |                         |  |  |  |
| τ, с   |                          |  |  |  |                         |  |  |  |

Нагнетательные клапаны при работе воспринимают достаточно большие усилия от давления топлива, а направляющие поверхности, фаски клапана и его гнездо подвергаются усиленному износу. В процессе эксплуатации на конусной поверхности клапана в результате ее износа образуется кольцевая канавка с продольными рисками. Это приводит к неплотному прилеганию клапана и как следствие к преждевременному перетеканию топлива из нагнетательной полости ТНВД в полость штуцера при нагнетательном ходе плунжера нарушению закона подачи топлива и угла опережения впрыска. Износ отсасывающего пояска и направляющей клапана

изменяет степень разгрузки системы, что также нарушает закон подачи топлива

### Контрольные вопросы

1. Какие типы нагнетательных клапанов применяются в ТНВД и в чем различие их гидравлических характеристик?
2. В чем различие гидравлических характеристик клапанов?
3. В чем состоит методика определения гидроплотности нагнетательных клапанов?

### Лабораторная работа № 10

#### Насос масляный с внецентроидным эпициклоидальным зацеплением.

**Цель работы** — изучение работы и конструкции насоса.

**Задание:** изучить работу, конструкцию и расчет насоса с внутренним эпициклоидальным зацеплением.

#### Общие сведения

Отличительной особенностью шестеренчатого насоса с внутренним зацеплением (рис. 1) является отсутствие разделительного элемента между сцепляющимися шестернями (роторами), чем достигается его компактность и малый вес.

Внешний ротор помещен в расточке корпуса насоса, а ось вращения его смещена по отношению к оси вращения внутреннего ротора на величину эксцентриситета  $e$ . Зубья внешнего ротора имеют профиль, составленный из дуг окружностей, профиль зубьев внутреннего ротора является эквидистантой эпициклоиды, т.е. в насосе используется внецентроидное эпициклоидальное зацепление, позволяющее обеспечить его нормальную работу при разности внешнего и внутреннего роторов в один зуб.

Вращающийся вместе с валом насоса внутренний ротор приводит во вращение внешний ротор. При этом по одну сторону плоскости, проведенной через оси вращения обоих роторов, происходит увеличение объемов, заключенных между их зубьями, сопровождающееся всасыванием рабочей жидкости, а по другую - уменьшение объемов, обеспечивающее нагнетание рабочей жидкости. Насосы с внутренним зацеплением обладают большей всасывающей способностью, чем насосы с внешним зацеплением, и могут эксплуатироваться на высоких (5000 и выше) оборотах, что позволяет обеспечивать при заданных расходах большую компактность конструкций. Свойства таких насосов иллюстрируются графиками, приведенными на рис. 2.

В связи с этим представляет интерес расчет насосов подобного типа. Зуб внутреннего ротора насоса представляет собой эквидистанту укороченной

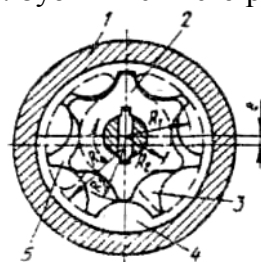


Рис.1.Схема насоса с внецентроидным эпициклоидальным зацеплением:  
1- корпус; 2- внутренний ротор; 3- всасывающее окно; 4- внешний ротор; 5- нагнетательное окно.



эпициклоиды, образованную инструментом заданного размера, ось вращения которого перемещается по укороченной эпициклоиде. На рис.3 показано построение профиля зуба (одной половины, поскольку он симметричен относительно вершины). Используя обозначения, приведенные на рис.3, запишем уравнение укороченной эпициклоиды в виде:

$$x = (R_0 + R) \sin\psi + e \cdot \sin(\varphi + \psi)$$

$$y = (R_0 + R) \cos\varphi + e \cdot \cos(\varphi + \psi),$$

где  $R_0$  - радиус основной окружности, по которой перекачивается без скольжения окружность радиусом  $R$ .

Параметры укороченной эпициклоиды определяются величиной эксцентриситета  $e < R$ ; при  $e = R$  получим уравнение нормальной эпициклоиды. Поскольку перекачивание окружности радиусом  $R$  по основной окружности происходит без скольжения, то  $\varphi = \frac{R_0}{R} \psi$ .

Так как внутренний ротор должен иметь целое число зубьев  $Z_2$ , соотношение между углами  $\varphi$  и  $\psi$  должно обеспечивать возврат точки, образующей эпициклоиду, в исходное положение, т.е.  $R_0/R = Z_2$ ; тогда  $\varphi = Z_2 \psi$ .

Из построения на рис.3 следует

$$R_1 + R_2 = 2e$$

$$R_1 + R_2 = 2 R Z_2 + 1 - R_u \quad (1)$$

где  $R_u$  - радиус инструмента.

Разделение полостей всасывания и нагнетания в корпусе насоса осуществляется при контакте зуба внутреннего ротора с вершиной зуба внешнего ротора (см. рис. 1), поэтому

$$R_4 - R_1 = e$$

$$R_3 - R_2 = e$$

$$R_4 - R_3 = 2e$$

Изменяя радиус  $R_u$ , можно получить профиль зуба различной степени заострения. Предельно заостренный профиль зуба получается при значении

$$R_{u,max} = [R(Z_2 + 1) - e] \sin \frac{\pi}{Z_2}$$

Принимая  $R_{u,max} = e + R$ , получим плавный профиль зуба. Большая толщина зуба и малая глу-

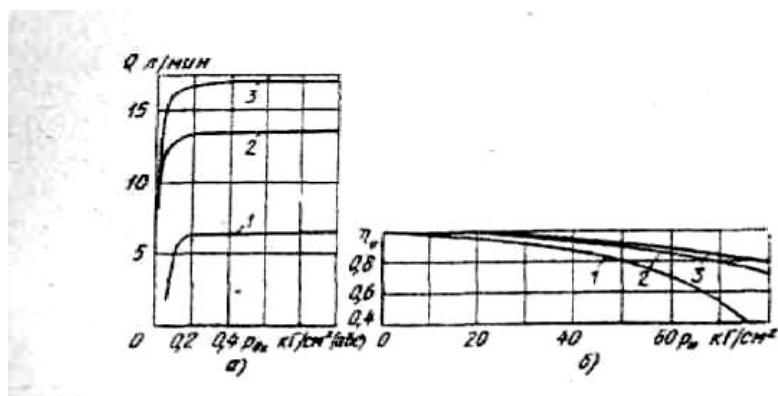


Рис. 2. Характеристики насоса с внецентроидным эпициклоидальным зацеплением при работе на масле АМГ-10: а - зависимость расхода  $Q$  от давления на входе  $P_{вх}$  (при температуре масла  $20 \pm 5^\circ \text{C}$ ); б - зависимость объемного КПД  $\eta_v$  от давления нагнетания  $P_n$  (при температуре масла  $25 \pm 5^\circ \text{C}$ ); 1- при  $n = 2000$  об/мин; 2- при  $n = 4000$  об/мин; 3- при  $n = 5000$  об/мин

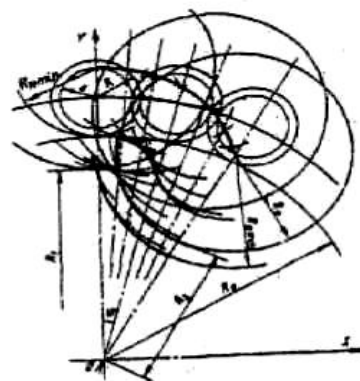


Рис.3. Построение профиля зуба внутреннего ротора

бина впадины приемлемы для редукторных колес, но нецелесообразны для насоса, так как увеличат его размеры для заданного расхода. Поэтому следует принимать  $R_{u,mix} < R_u < R_{u,max}$ . Анализ конструкций выполненных насосов показывает, что можно принимать  $R =$

$=1,2e$ , а  $R_u = R_{u,max} - 0,5e$ . В этом случае можно записать

$$R_u = e \left( 1,2 \cdot Z_2 + 0,2 \right) \sin \frac{\pi}{Z_2} - 0,5$$

Принимая объемы зуба и впадины между зубьями равными друг другу, можно определить производительность насоса за один оборот вала по выражению, мм<sup>3</sup>/об,

$$q = 4\pi b e^2 \left[ 1,2(Z_2 + 1) \left( 1 - \sin \frac{\pi}{Z_2} \right) + \sin \frac{\pi}{Z_2} + 0,5 \right], \quad (2)$$

где  $b$  - ширина ротора, мм.

$$\text{Отсюда: } e = \frac{1}{2} \frac{q}{\pi b \left( 1,2 Z_2 + 1 \right) \left( 1 - \sin \frac{\pi}{Z_2} \right) + \sin \frac{\pi}{Z_2} + 0,5} \quad (3)$$

Таким образом, по заданной производительности  $q$  можно, выбрав число зубьев  $Z_2$  и по формуле (3), вычислив значение  $e$ , найти  $R_u$ ,  $R_o$ ,  $R_1$  и  $R_2$ , по которым построить профиль зуба.

Часто рекомендуется  $Z_2 = 6$ . В этом случае, мм,

$$e \approx 1,24 \frac{q}{b}, \quad (4)$$

а величина  $R_u = 3,2 \cdot e$ .

$$\text{Тогда } R_1 = 6,2e; R_2 = 4,2e; R_3 = 5,2e; R_4 = 7,2e. \quad (5)$$

Профиль зуба внешнего ротора берется цилиндрическим с радиусом, равным  $R_u$ . Впадины между зубьями в зоне внешнего радиуса  $R_4$  делают с целью снижения защемления в них рабочей жидкости несколько шире, чем головка зуба внутреннего ротора, а действительные значения  $R_4$  принимают примерно на 0,5 мм больше расчетного.

Профили зубьев внутреннего ротора получают шлифованием, а внешнего ротора - протягиванием в условиях единичного производства. Для проверки предложенных формул был испытан насос описываемого типа, имеющий следующие размеры:  $R_1 = 16,5$  мм;  $R_2 = 12$  мм;  $R_3 = 14,25$  мм;  $R_4 = 19,2$  мм;  $b = 8,74$  мм; число зубьев внутреннего ротора  $Z_2 = 6$ . Согласно (1)  $R_1 - R_2 = 2e = 4,5$  мм, а по уравнению (2) теоретическая подача  $q = 3,5$  см<sup>3</sup>/об.

При снятии характеристик на холостом ходу ( $n = 1000$  мин<sup>-1</sup>) был получен расход  $Q = 3,43$  л/мин, что соответствует  $q = 3,43$  см<sup>3</sup>/об. Для такого расхода по формуле (4)  $e = 2,48$  мм. В соответствии с рекомендованными для такого насоса зависимостями (5) получаем  $R_1 = 15,4$  мм;  $R_2 = 10,4$  мм;  $R_3 = 12,90$  мм;  $R_4 = 17,85$  мм, а  $R_u = 3,2 \cdot 2,48 = 7,9$  мм.

Как видно, предлагаемые для расчета 2,48 = формулы дают результаты, весьма близкие к измеренным на реальном насосе. По изложенной методике спроектирован насос на параметры  $Q = 30$  л/мин ( $q = 5,78$  см<sup>3</sup>/об) при  $n = 5200$  мин<sup>-1</sup>:  $P_n = 30$  кг/см<sup>2</sup>. Масса насоса составила всего 0,6 кг, тогда как типовой насос с шестернями внешнего зацепления с аналогичными параметрами весит около 4 кг.

Наибольшее распространение получили насосы с числом зубьев  $Z_2 = 6$ , однако применяются насосы и с другим числом зубьев. На рис. 4 показан качающий узел насоса при  $Z_2 = 4$  и при  $Z_2 = 8$ .

Как видно из рис.4, насос с числом зубьев  $Z_2 = 4$  при одинаковых габаритных размерах с насосом, имеющим  $Z_2 = 8$ , будет обладать по сравнению с ним большей производительностью, однако вследствие меньшей длины пути утечек будет иметь несколько меньший объемный КПД  $\eta_0$ , а значит, его целесообразно использовать только при низких давлениях (до  $\leq 30$  кг/см<sup>2</sup>).

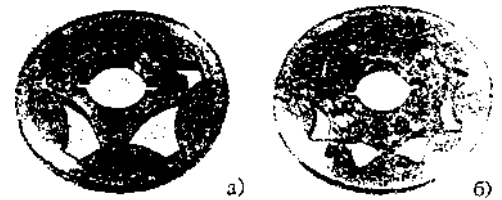


Рис.4. Качающий узел насоса с числом зубьев: а -  $Z_2 = 4$ ; б -  $Z_2 = 8$

## Контрольные вопросы

1. Что является отличительной особенностью насоса?
2. Как осуществляется построение профиля зуба внутреннего ротора?
3. Как рассчитать эксцентриситет?
4. Чему равны радиусы  $R_1 \dots R_4$  при использовании ротора с числом зубьев  $Z_2 = 6$ ?



## Лабораторная работа №11

### Устройство и работа смазочных систем

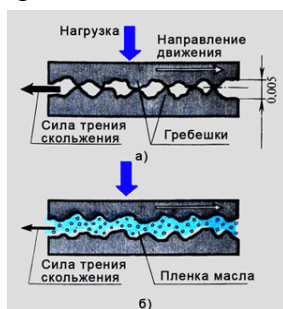
**Цель работы:** изучение конструкции и работы смазочных систем

**Задание:** изучить конструкцию и работу смазочной системы, а так же отдельные её агрегаты и узлы.

### Общее устройство и принцип действия

#### Шероховатость деталей.

Во время работы двигателя его подвижные детали скользят по неподвижным. Трущиеся поверхности деталей двигателя, несмотря на хорошую обработку, имеют шероховатости. В процессе работы неровности на соприкасающихся поверхностях способствуют увеличению силы трения, препятствующей движению, тем самым снижают мощность двигателя. Сухое трение вызывает повышенный нагрев деталей и ускоряет их износ. Чтобы уменьшить силу трения и одновременно охладить детали, между их трущимися поверхностями вводят слой масла. Жидкостное трение в десятки раз меньше, чем сухое. При жидкостном трении износ деталей во много раз меньше.



Смазочная система двигателя необходима для непрерывной подачи

масла к трущимся поверхностям деталей и отвода от них тепла.

#### Моторные масла.

Для смазывания деталей автомобильных двигателей используют высококачественные моторные масла. Масла, используемые для двигателей внутреннего сгорания, должны обладать оптимальной вязкостью, хорошей смазывающей способностью, высокими антикоррозийными свойствами, стабильностью. Для улучшения эксплуатационных свойств масел к ним добавляют специальные присадки. В последнее время моторные масла наряду с ранее принятыми наименованиями сортов маркируются по новой классификации.

Масло должно строго соответствовать марке двигателя и сезону. Слишком вязкое масло плохо проходит в зазоры между трущимися деталями, а недостаточно вязкое не держится в зазоре. В обоих случаях увеличивается износ трущихся поверхностей деталей и мощность двигателя снижается.

Надежность работы двигателей во многом зависит от чистоты моторных масел. Масла не должны содержать механических примесей и воды. Механические примеси и вода попадают в масла главным образом при транспортировке, приеме, выдаче и хранении, а механические примеси особенно при работе двигателей в условиях большой запыленности воздуха. Поэтому при выполнении всех операций необходимо предупреждать попадание в масла механических примесей и воды.

#### Схема смазочной системы двигателя.

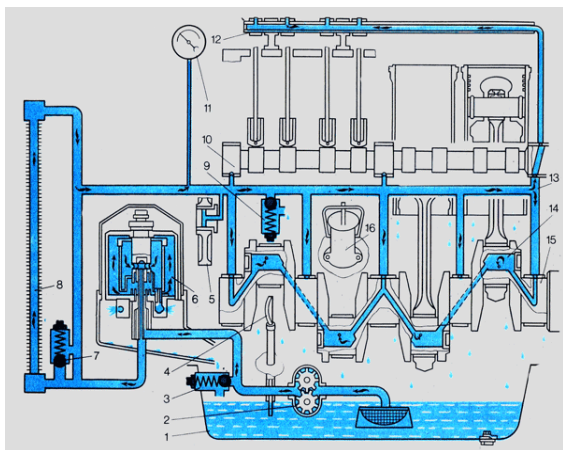
В изучаемых двигателях применяется комбинированная смазочная система. К наиболее нагруженным деталям масло подается под давлением, а к остальным - разбрызгиванием и само-

теком.

Под давлением смазываются коренные и шатунные подшипники коленчатого вала, клапанный механизм, втулки распределительного вала и распределительных шестерен.

В смазочную систему двигателя входят поддон 1 картера, масляный насос 2, масляный фильтр 6, масляный радиатор 8, масляные каналы и трубопроводы, манометр 11, маслозаливная горловина 16. Уровень масла контролируется масломерным стержнем 4 при неработающем двигателе.

Путь циркуляции масла под давлением в смазочной системе у большинства автотракторных двигателей одинаков. На рисунке приведена принципиальная схема работы смазочной системы двигателя. При работе двигателя масло из поддона картера засасывается шестеренчатым насосом и подается под давлением к фильтру. Очищенное масло охлаждается в масляном радиаторе и поступает в главный масляный канал - магистраль 13. Из этого канала масло проходит по каналам в блоке к коренным подшипникам коленчатого вала и к шейкам распределительного вала.



Принципиальная схема смазочной системы:

1 - масляный поддон, 2 - масляный насос, 3 - редукционный клапан масляного насоса, 4 - масломерный щуп, 5 - промежуточная шестерня, 6 - масляный фильтр, 7 - редукционный (температурный) клапан, 8 - масляный радиатор, 9 - сливной клапан, 10 - распределительный вал, 11 - манометр, 12 - ось коромысел, 13 - главный масляный канал, 14 - полость шатунной шейки, 15 - коленчатый вал, 16 - маслозаливная горловина

По наклонным каналам коленчатого вала масло попадает в полость 14 шатунных шеек, где дополнительно очищается и, выходя на поверхность шеек, смазывает шатунные подшипники. От первого коренного подшипника масло поступает к пальцу промежуточной

шестерни 5 и втулке шестерни топливного насоса.

По каналу в одной из шеек распределительного вала масло пульсирующим потоком подается в вертикальный канал блока и по каналам в головке и наружной трубке - в пустотелую ось 12 коромысел. Через отверстия в валике коромысел масло поступает к втулкам коромысел и, стекая по штангам, смазывает толкатели и кулачки распределительного вала.

Стенки цилиндров и поршней, поршневые пальцы, распределительные шестерни смазываются разбрызгиванием. Масло, вытекающее из подшипников коленчатого вала и стекающее с клапанного механизма, разбрызгивается быстровращающимся коленчатым валом на мелкие капли, образуя масляный туман. Капельки масла, оседая на поверхности цилиндров, поршней, кулачков распределительного вала, смазывают их и стекают в поддон картера, откуда масло вновь начинает свой путь. Поршневой палец смазывается капельками масла, которые забрызгиваются в отверстие верхней головки шатуна. В двигателях, имеющих канал в стержне шатуна, поршневой палец смазывается под давлением.

Работу смазочной системы контролируют по манометру 11, показывающему давление в главной магистрали. На некоторых двигателях, кроме того, устанавливают термометр, измеряющий температуру масла в смазочной системе и датчики аварийного падения давления масла.

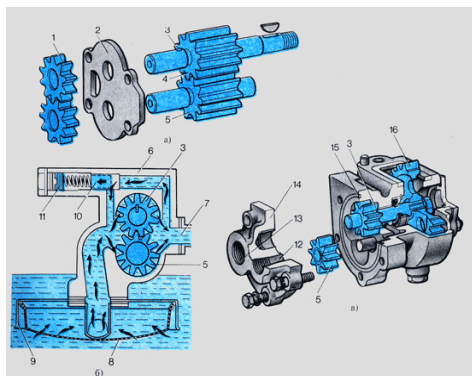
### Устройство составных частей смазочной системы

#### Масляный насос.

Шестеренный насос создает циркуляцию масла в смазочной системе двигателя. Он установ-

лен обычно на блок картере или на крышке коренного подшипника коленчатого вала.

Насосы смазочной системы выполняют двухсекционными (рис. а) и односекционными (рис. б). Двухсекционный насос имеет две секции: основную и радиаторную. Секции разделены между собой проставкой 2. Каждая секция работает независимо от другой как односекционный насос.



насоса.

Принципиальная схема работы смазочных насосов:

а - двухсекционный, б - односекционный, в - предпусковой,

1 - ведущая шестерня радиаторной секции, 2 - проставка, 3 - ведущий вал, 4 - ведущая шестерня основной секции, 5 - ведомая шестерня основной секции, 6 - корпус, 7 - нагнетательный канал, 8 - сетка маслоприемника, 9 - маслоприемник, 10 -редукционный клапан, 11 - регулировочный винт, 12 - выходное отверстие, 13 - впускное отверстие, 14 - крышка, 15 - корпус, 16 - шестерня привода

Односекционный насос состоит из маслоприемника 9, корпуса 6, крышки и двух шестерен. В корпусе насоса выполнены два цилиндрических колодца для установки шестерен. Ведущая шестерня 4 насоса крепится шпонкой на валу, который опирается на втулки,

запрессованные в корпусе и крышке насоса. Ведомая шестерня 5, находясь в зацеплении с ведущей, свободно вращается на пальце, запрессованном в корпусе. Вращаясь в разные стороны, шестерни зубьями перегоняют масло от входного канала корпуса к нагнетательному 7.

В корпусе насоса есть прилив, в расточке которого смонтирован редукционный клапан 10. Он предотвращает чрезмерное повышение давления, которое создается масляным насосом при пуске холодного двигателя, т. е. когда масло имеет большую вязкость. С помощью регулировочного винта 11 можно изменить силу давления пружины клапана.

Привод масляного насоса осуществляется у тракторных двигателей от коленчатого вала через приводную шестерню, а у автомобильных - от шестерни, выполненной заодно с распределительным валом.

Для подачи масла в смазочную систему во время запуска пускового двигателя некоторые тракторные двигатели имеют предпусковой насос (рис. в). Шестерня 16 привода предпускового насоса находится в постоянном зацеплении с шестерней пускового двигателя. Поэтому после его запуска шестерни предпускового насоса забирают масло через заборную трубку из поддона картера и подают через обратный клапан в масляную магистраль. После запуска основного двигателя давление в масляной магистрали повышается и срабатывает обратный клапан, перекрывая поступление масла из блок картера в предпусковой насос.

### Масляный радиатор.

Масляный радиатор охлаждает масло в летнее время. Он представляет собой неразборный узел, состоящий из ряда стальных трубок овального сечения и двух бачков: нижнего и верхнего. Для увеличения поверхности охлаждения на каждой трубке навита спираль из тонкой стальной ленты. У масляных радиаторов некоторых двигателей трубки радиатора проходят через охлаждающие пластины, бачки разделены перегородками. К бачкам приварены штуцера, к которым монтируют маслоподводящую и маслотводящую трубки и ушки для крепления радиатора. Масляный радиатор установлен впереди водяного радиатора. У двигателей с воздушным охлаждением масляный радиатор выполнен из единой многократно изогнутой трубки с навитой на нее ленточной спиралью. Масло, двигаясь по трубкам радиатора, обдуваемого снаружи воздухом, охлаждается при полностью открытых жалюзи или шторки на 10-12°C.

## Масляный фильтр.

Для очистки от механических примесей масла, циркулирующего в системе двигателя, служит масляный фильтр. У большинства современных автотракторных двигателей в качестве фильтра применяют центробежный очиститель (реактивную центрифугу).

В центрифугах (рис. а) масло очищается под действием центробежных сил, возникающих при вращении ротора.

Основные части центрифуги - ротор 1 и ось 3, которая нижней частью ввернута в корпус

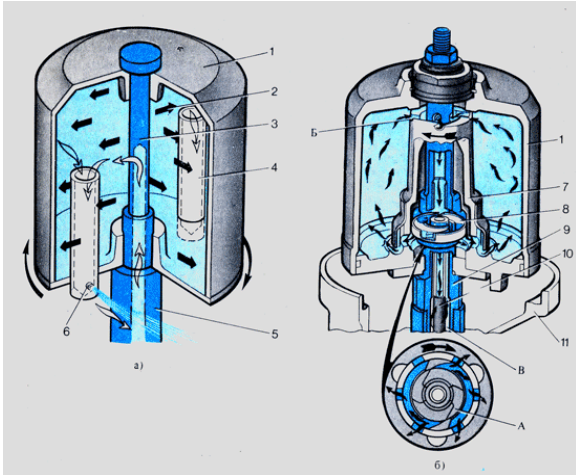


Схема работы центрифуги:  
а - реактивной, б - полнопоточной активнореактивной,  
1 - ротор, 2 - механические примеси, 3 - ось, 4 - маслозаборная трубка, 5 - маслоподводящий канал, 6 - жиклер (форсунка), 7 - корпус ротора, 8 - насадка, 9 - пустотелая ось, 10 - маслоотводящая трубка, 11 - корпус фильтра, А, Б - каналы, В - кольцевая полость.

фильтра. Масло в центрифуге очищается следующим образом. Из масляного насоса оно под давлением поступает через продольное и радиальное отверстия оси и центрирующей колонки внутрь ротора 1. Из ротора масло подходит через трубки к калиброванным отверстиям - жиклерам (форсункам) 6 и вытекает из них с большой скоростью. Отталкивающее действие

(реакция) вытекающих струй масла вызывает вращение ротора в обратную сторону. Масло, вытекающее из ротора в корпус фильтра, сливается в картер двигателя.

При нормальном давлении масла ротор вращается с частотой вращения около 630 рад/с (6300 об/мин). При быстром вращении ротора тяжелые примеси, содержащиеся в масле, под действием центробежной силы отбрасываются к стенкам ротора и оседают на них в виде плотного смолистого слоя.

На двигателях последних выпусков применяется полнопоточная масляная центрифуга. Особенность ее состоит в том, что все масло очищается в роторе реактивной центрифуги. В отличие от рассмотренной центрифуги в пустотелую ось 9 ротора вставлена маслоотводящая трубка 10, имеющая выход к масляной магистрали.

Во время работы двигателя масло от насоса поступает через каналы корпуса фильтра в кольцевой зазор между осью и трубкой, попадая затем через радиальные отверстия оси и корпуса внутрь ротора. В нём поток очищенного масла разделяется. Часть масла (около 20%) идет на привод ротора во вращение и стекает через жиклеры 6 в картер. Основная же часть масла по верхнему ряду радиальных отверстий в корпусе ротора и его оси поступает в маслоотводящую трубку 10 и далее в масляную магистраль. В роторе полнопоточной центрифуги маслозаборные трубки отсутствуют.

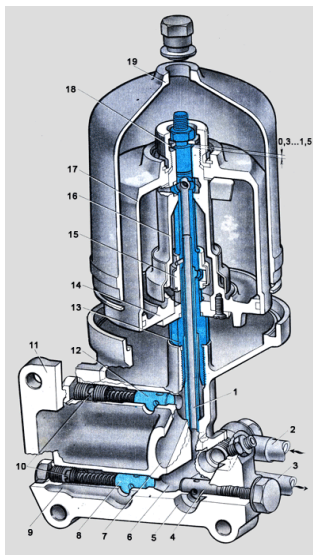
В некоторых двигателях применена новая активно-реактивная центрифуга. В отличие от реактивной активно-реактивная центрифуга не имеет жиклеров (форсунок). Струи масла, под действием которых вращается ротор, не сливаются в поддон, а поступают для смазывания трущихся деталей двигателя. К оси 9 неподвижно прикреплен насадок 8, имеющий каналы А, касательные к его окружности. В верхней части корпуса 7 ротора выполнены касательно расположенные каналы Б.

Неочищенное масло под давлением 0,6-0,7 МПа от масляного насоса поступает через кольцевую полость В (между осью и трубкой) в каналы А. Вытекая из этих каналов под давлением,

струи масла, направленные касательно к стенкам колонки ротора, образуют активный момент, который заставляет ротор вращаться в направлении движения струи, как показано на рисунке стрелкой. Механические примеси, содержащиеся в масле, под действием центробежных сил отлагаются на внутренних стенках вращающегося ротора в виде смолистого слоя.

Очищенное масло с большой скоростью выбрасывается через тангенциально расположенные каналы Б в верхней части ротора и через радиальные отверстия поступает в канал неподвижной оси и далее в масляную магистраль. При этом возникает реактивная сила, которая тоже вращает ротор. Таким образом, вращение ротора центрифуги происходит за счет суммарной энергии двух потоков масла: активного действия струй при поступлении в ротор по каналам А и реактивного действия - при выходе из ротора по каналам Б.

В центробежных масляных фильтрах ротор состоит из корпуса 16 и стакана 17. Площадь верхнего днища ротора больше площади нижнего, поскольку диаметр верхней шейки оси меньше диаметра нижней. Общая сила давления масла, направленная вверх, больше силы, действующей на нижнее днище ротора. Вследствие этого при работе двигателя ротор всплывает и разгружает опорный торец. При увеличении давления в роторе больше нормального он перемещается еще выше. От перемещения вверх ротор удерживается упорной шайбой 18, а от перемещения вниз - буртом оси 13. Осевой зазор 0,3-1,5 мм.



#### Полнопоточный масляный фильтр:

- 1 - маслоотводящая трубка, 2 - трубка охлажденного в радиаторе масла, 3 - трубка отвода горячего масла в радиатор, 4 - радиаторный клапан, 5, 6 - каналы отвода очищенного неохлажденного и охлажденного масла в магистраль,
- 7 - канал подвода неочищенного масла в фильтр, 8 - сливной клапан, 9- полость слива масла в картер двигателя, 10 - регулировочные винты клапанов, 11- корпус фильтра, 12- перепускной клапан, 13 - пустотелая ось, 14 - крышка,
- 15 - насадок (завихритель масла),
- 16 - корпус ротора, 17- стакан, 18- упорная шайба, 19 - колпак.

В корпусе фильтра установлены три клапана: перепускной 12, сливной 8 и радиаторный 4.

Перепускной клапан поддерживает давление масла в роторе. Если давление масла при входе в ротор повышается до 0,65 МПа (при густом масле или загрязненном роторе), клапан открывается, и неочищенное масло стекает в картер двигателя. У некоторых двигателей перепускной клапан при открытии пропускает масло в масляную магистраль, минуя центрифугу. Перепускной клапан регулируют на давление 0,65-0,70 МПа регулировочным винтом 10.

Радиаторный клапан служит для перепуска холодного масла, которое, минуя масляный радиатор, поступает в масляные каналы двигателя. Открытие клапана должно происходить при разности давлений 0,06-0,07 МПа. Радиаторный клапан не регулируют.

Сливной клапан 8 предназначен для слива излишков очищенного масла в картер при повышении давления в масляных каналах двигателя. Клапан регулируют регулировочным винтом 10 до нормального давления масла в смазочной системе.

Масляные фильтры некоторых двигателей снабжены вместо радиаторного клапана краном-переключателем, с помощью которого масляный радиатор в зимнее время отключают.

#### Техническое обслуживание неисправности смазочной системы

Долговечность работы двигателя зависит от чистоты масла. Загрязненное масло способствует быстрому износу трущихся поверхностей деталей. Простейший способ определения качества (чистоты) масла — проверить его на ощупь. Одну или несколько капель масла нанести на белую (лучше фильтровальную) бумагу, то, растекаясь, загрязненное масло оставит в середине

бумаги темное пятно. Это свидетельствует о том, что активная присадка масла выпадает в осадок. У чистого масла она находится во взвешенном состоянии и на фильтровальной бумаге будет иметь форму кольца.

Техническое обслуживание смазочной системы заключается в проведении следующих операций: проверка содержания масла в картере двигателя и плотности всех соединений в системе; наблюдение за температурой и давлением масла в системе при прогреве двигателя и работе его под нагрузкой; промывка смазочной системы и смена масла.

При техническом обслуживании смазочной системы двигателя водитель обязан ежемесячно не раньше, чем через 10 мин после остановки двигателя проверить уровень масла в картере и установить его до верхней риски масломерного стержня; устранить подтекание масла в соединениях деталей и трубок; во время работы следить за показаниями масляного манометра.

Основные неисправности смазочной системы - отсутствие давления масла, пониженное или повышенное давление, попадание охлаждающей жидкости в смазочную систему и течь масла.

Давление в смазочной системе может отсутствовать по следующим причинам: низкий уровень масла в поддоне картера, заедание редукционного клапана или неисправность привода масляного насоса. Устранить эти неисправности можно соответственно долив масла в поддон картера, промыв редукционный клапан или исправив привод масляного насоса.

**Пониженное давление масла** в магистрали может быть вызвано следующими причинами: мало масла в поддоне, в результате чего в насос попадает воздух, жидкое масло вследствие его повышенной температуры, разжижения топливом или несоответствия марки масла, засорена сетка маслоприемника, ослабла пружина редукционного клапана насоса, поломана или ослабла пружина сливного клапана фильтра, изношены детали масляного насоса, большой зазор между шейками и подшипниками коленчатого вала.

Для устранения неисправности необходимо последовательно устранить причины, ее вызывающие: долить масло, устранить перегрев масла или заменить масло в картере в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя, снять поддон и промыть маслоприемник, промыть и отрегулировать редукционный и сливной клапаны, в случае необходимости заменить вкладыши коленчатого вала.

**Повышенное давление** масла может быть вызвано следующими причинами: густое масло или заедание сливного клапана фильтра. Чтобы давление масла было нормальным, следует включить масляный радиатор, проверить вязкость масла и, если необходимо, заменить его, проверить сливной клапан и устранить заедание.

Если охлаждающая жидкость попадает в картер, то следует, во-первых, подтянуть гайки крепления головки блока и, если необходимо, заменить уплотнительные кольца между гильзой цилиндра и блоком. Течь масла устраняют затяжкой креплений в месте обнаружения течи и в случае необходимости заменой прокладки или неисправной детали.

### **Контрольные вопросы**

1. К каким последствиям приводит сухое трение?
2. Какие смазочные масла необходимо использовать для двигателя?
3. Общая схема смазочной системы, назначение её отдельных агрегатов.
4. Особенности работы центрифуги
5. Работа шестеренного масляного насоса и основные неисправности системы смазки.



## Заключение

В настоящем практикуме, рассчитанном на студентов высших учебных заведений, изучающих двигатели внутреннего сгорания, рассмотрены конструкции и методы испытаний основных систем. Приведены описания лабораторных работ, выполняемых на безмоторных и моторных стендах. В каждой работе даны элементы теории, методика проведения эксперимента, обработки и анализа полученных данных.

В практикуме охвачены не все системы двигателей внутреннего сгорания, например, такие, как система пуска, система зажигания. Несмотря на вышеуказанное, материал настоящего практикума служит дополнением к углубленному изучению теории рабочих процессов поршневых двигателей, систем ДВС, а также вопросов методики и техники экспериментальных исследований.

## Рекомендательный библиографический список

1. Марков В.А., Девянин С.Н., Мальчук В.И. Впрыскивание и распыливание топлива в дизелях. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2007. – 360 с., ил.
2. Системы управления бензиновыми двигателями. Bosch. Перевод с немец. 2005 г., 432 с.
3. Системы управления дизельными двигателями. Bosch. Перевод с немец. 2004 г., 480 с.
4. Трубников Г.И. Практикум по автотракторным двигателям. – М.: Колос, 1975. – 192 с.
5. Лышевский А.С. Питание дизелей: Учеб. пособие. – Новочеркасск, 1974. – 66 с.
6. Астахов И.В. Топливные системы и экономичность дизелей. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
7. Грибанов В.И. Карбюраторы двигателей внутреннего сгорания. – Л.: Машиностроение, 1967. – 283 с.
8. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 70 с.
9. Ерохов В.И. Карбюраторы «Солекс». Устройство, эксплуатация, ремонт/ под научной редакцией С.Н. Погребного. – М.: «Издательский Дом Третий Рим», 2004. – 88 с., табл., ил.

## Оглавление

|   |       |
|---|-------|
| Требования к выполнению и оформлению лабораторных работ.....                                    | 4     |
| Лабораторная работа №1. Принципиальные и конструктивные схемы карбюратора.....                  | 5-31  |
| Лабораторная работа №2. Система охлаждения двигателя.....                                       | 31-40 |
| Лабораторная работа №3. Проверка технического состояния и регулировка форсунок.....             | 40-45 |
| Лабораторная работа №4. Стенды для комплексной проверки топливной аппаратуры.....               | 45-48 |
| Лабораторная работа №5. Проверка и регулировка топливных насосов.....                           | 48-53 |
| Лабораторная работа №6. Характеристики топливного насоса высокого давления...                   | 53-58 |
| Лабораторная работа №7. Определение аэродинамического сопротивления системы выпуска дизеля..... | 58-59 |
| Лабораторная работа №8. Определение аэродинамического сопротивления системы выпуска дизеля..... | 60-62 |
| Лабораторная работа №9. Определение гидравлической плотности нагнетательных                     |       |

|   |       |
|---|-------|
| клапанов топливного насоса.....   | 62-65 |
| Лабораторная работа № 10 . Насос масляный с внецентроидным эпициклоидальным<br>зацеплением..... | 65-68 |
| Лабораторная работа №11. Устройство и работа смазочных систем.....                              | 68-73 |

Учебное издание  
Басуров Виктор Михайлович  
СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ  
Практикум