

**ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

**Тема: «Повышение интереса изучения дисциплин  
профессионального цикла за счет активизации познавательной  
деятельности студентов»**

*Автор:* Гончаров Е.Н.

**преподаватель дисциплин  
профессионального цикла**

**г.Белгород, 2022 год**

## **Содержание**

1.	Раздел 1.Информация об опыте.....	3
2.	Раздел 2.Технология описания опыта.....	12
3.	Раздел 3. Результативность опыта.....	15
4.	Библиографический список.....	16
	Приложения .....	18

**Тема опыта: Повышение интереса изучения дисциплин профессионального цикла за счет активизации познавательной деятельности студентов.**

**Автор опыта: Гончаров Евгений Николаевич, преподаватель дисциплин профессионального цикла ОГАПОУ «Белгородский строительный колледж»**

## **Раздел I. Информация об опыте.**

### **1.1 Условия возникновения, становления**

Решили поделиться своим жизненным опытом, связанным с образовательным процессом не только в стенах образовательного учреждения, но и на производстве.

Окончив в 1996 году Технический лицей №17 по специальности техник-механик, после этого получил диплом высшего образования в 1999 по квалификации инженер-механик, окончил Белгородскую государственную технологическую академию строительных материалов.

По окончании сразу попал на производство, где занимал руководящие должности.

Базовая институтская подготовка и подготовка лицея очень помогла в работе. Иногда просто печально было видеть как выпускник ВУЗов, получивших высшее образования, не имел самых элементарных знаний о профессии, об устройстве, ремонте и техническом обслуживании автотранспорта.

Так как до получения высшего образования еще в Техническом лицее при прохождении практик на производстве мне приходилось работать не только головой но и руками, что дало очень большое преимущество после получения диплома о высшем образовании.

Работая на различных предприятиях, постоянно сталкиваемся со студентами, проходящими производственную практику, приходившими на

экскурсии, собирающим материалы для выполнения дипломного проекта или курсовой работы.

А после того как сам прошел все ступени от самого низа до руководством и управлением коллективом, тебе становится ясно, какие знания необходимо дать студенту, что бы он пришел на производство уже готовым специалистом, умеющим и понимающим свою будущую работу.

Поэтому, когда мне предложили работу преподавателем специальных дисциплин в Белгородском строительном колледже отделения ТО и РАТ, практически не колебался, имея представление из общественной жизни и работы, как и что мы хотим дать и рассказать студентам.

Зная устройство автомобиля, его работу, технологию ремонта, техническое обслуживание не только по книгам и нормативным документам, но и непосредственно осуществляя всё на производстве, мы с удовольствием делимся своим богатым опытом со студентами колледжа.

## **1.2 Актуальность педагогического опыта.**

Самый трудный, это был первый год работы в колледже. Рассказывая ту или иную тему или проводя практические занятия, часто сталкивался с тем, что меня просто не понимали. Хотя, с моей точки зрения казалось, что рассказываю студентам элементарный материал. Но со временем мы стали понимать, что то, что понятно и ясно для нас, для большинства студентов это нечто совершенно новое.

У многих в семье элементарно нет автомобиля, да и обслуживание транспорта ввиду его сложности шагнуло на новый уровень, мало сейчас кто проводит ТО своему автомобилю сам, ведь малейшая оплошность может вывести автомобиль из строя.

Поэтому, довольно часто, приходится рассказывать об устройстве автомобиля с азов, объясняя самые элементарные вещи.

Мы стали понимать, что при объяснении особенно нового материала, нужно стараться как можно больше приводить примеров о той или иной проблеме, из реальной жизни, случаев на производстве связанный с новой темой лекции.

### **1.3 Ведущая педагогическая идея.**

Существует мнение, что чем больше преподаватель расскажет на занятии, тем лучше будут знать устройство автомобиля учащийся. Но на самом деле важна не только величина объёма переданных знаний преподавателем на занятии, а как сделать так, чтобы студентам было интересно на занятии, чтобы все студенты были вовлечены в процесс познания нового материала, чтобы все слушали с интересом.

Мы считаем, что главная проблема обучения — научить обучающихся способности мыслить самостоятельно, развивать у них потребность учиться посредством установления обратной связи, основанной на интересе к предмету, на получении тех знаний, которые обязательно пригодятся в обозримом будущем.

Учёба для обучающегося является основной деятельностью. В учебной деятельности обучающегося возникают трудности и противоречия, но есть и свои преимущества, на которые может и должен опираться преподаватель.

Это избирательная возможность, повышенная восприимчивость к тем или иным формам обучения. Большим достоинством подростка является его готовность ко всем видам учебной деятельности, которые делают его взрослым в собственных глазах. Его привлекают самостоятельные формы организации занятий на уроке, сложный учебный материал, возможность самому строить свою познавательную деятельность за пределами колледжа и приятно слышать вопросы, заданные студентами, о том или ином процессе, проходящем в агрегате автомобиля, конструкции той или иной детали.

Недостаток обучающегося состоит в том, что эту готовность принятия новых знаний он не умеет реализовывать на практике. Обучить новым способам познания, не дать угаснуть интересу к ним – одна из важнейших задач преподавателя. Очень интересно наблюдать, когда приходят в аудиторию молодые учащиеся, с интересом смотрят на хорошо оформленный кабинет, с наглядными пособиями, макетами, начинают активно записывать в тетрадь тему занятий, конспектируют предложенный материал. На самом деле, иногда приходится наблюдать, как эмоционально студент реагирует на новый учебный предмет и как у некоторых эта реакция исчезает довольно быстро.

Поэтому необходимо поддерживать интерес студента к предмету, для этого мы стараемся применять два основных направления:

- рассказываю случаи из моей практики работы на производстве, связанные с темой занятия;
- предлагаю ситуацию, связанную с поломкой автомобиля, водитель которого является дилетантом в устройстве автомобиля и техническом обслуживании и буквально за несколько минут устранием неисправность вместе с группой в ходе обсуждения, используя новый, освоенный материал по теме урока.

#### **1.4. Длительность работы над опытом.**

Мы теперь начинаем понимать словосочетание: опытный педагог. Можно знать наизусть множество тем из учебников, рассказывать на память лекции, но объяснять учащимся и преподносить знания так, чтобы они буквально слушали с неугасающим интересом дано не каждому. С каждым новым учебным годом, с каждым новым занятием, с каждой новой прочитанной лекцией, выполненной самостоятельной работой, практической, лабораторной работой, выполненным курсовым проектом мы все больше набираемся педагогического опыта, который вместе с нашим жизненным опытом, опытом работы и знаниями, которые мы получали всю жизнь, позволяют нам сказать, что мы педагоги.

## **1.5 Диапазон педагогического опыта.**

Существует несколько уровней познавательной активности

Первый уровень – воспроизводящая активность.

Характеризуется стремлением учащегося понять, запомнить и воспроизвести знания, овладеть способом его применения по образцу. Этот уровень отличается неустойчивостью волевых усилий школьника, отсутствием у учащихся интереса к углублению знаний, отсутствие вопросов типа: «Почему?»

Второй уровень – интерпретирующая активность.

Характеризуется стремлением учащегося к выявлению смысла изучаемого содержания, стремлением познать связи между явлениями и процессами, овладеть способами применения знаний в измененных условиях.

Характерный показатель: большая устойчивость волевых усилий, которая проявляется в том, что учащийся стремится довести начатое дело до конца, при затруднении не отказывается от выполнения задания, а ищет пути решения.

Третий уровень – творческий.

Характеризуется интересом и стремлением не только проникнуть глубоко в сущность явлений и их взаимосвязей, но и найти для этой цели новый способ.

Характерная особенность – проявление высоких волевых качеств учащегося, упорство и настойчивость в достижении цели, широкие и стойкие познавательные интересы. Данный уровень активности обеспечивается возбуждением высокой степени рассогласования между тем, что учащийся знал, что уже встречалось в его опыте и новой информацией, новым явлением. Активность, как качество деятельности личности, является неотъемлемым условием и показателем реализации любого принципа обучения.

Формирование знаний можно проводить не только при помощи наглядных пособий, макетов, плакатов, но и видеоматериалами. Воспроизведение видеоизображений через компьютер, проектор на большой экран в аудитории позволяет, как бы внести какой-то игровой оттенок в подачу материала студентам.

Можно в любой момент остановить фильм, рассказать о том или ином моменте связанным с получаемой информацией, возвратиться к началу изучаемого материала.

Безусловно, подготовка таких блоков видеоматериалов предполагает значительные затраты времени со стороны преподавателя. Однако процесс работы с учащимися и её результат стоят затраченных усилий.

## **1.6 Теоретическая база опыта**

В наше время, как мы не пытаемся убедить себя, что наиболее востребованы на рынке труда рабочие профессии образование продолжает оставаться основой персонального и профессионального успеха любого человека.

Его влияние на возможности трудоустройства и жизненный уровень стало намного выше, чем раньше. Уже сегодня надо готовить и себя и нынешних учащихся к встрече с теми возможностями, которые предоставляют информационные технологии в ближайшем будущем.

Требования, предъявляемые к образованию, изменились: помимо базовых знаний и постоянного овладения новыми, современный работник должен уметь продуктивно использовать информационные ресурсы, грамотно вести поиск, обработку и использование необходимой информации средствами информационных технологий (информационная компетентность). Сегодня от него требуется умение творчески мыслить, принимать решения и учиться на протяжении всей жизни.

Без владения компьютерными технологиями, а именно интернет ресурсами, невозможно уследить за всеми веяниями в автомобилестроении.

Кажется, уже автомобиль настроен так, что сам заводится в зимний период, автоматически прогревает двигатель и создаёт комфортную температуру в салоне автомобиля, сам паркуется, освобождая водителя от выполнения рутинной и небезопасной работы, а уже проходит сообщение, что автомобиль проехал без

участия водителя по автомобильным дорогам более 100000км в автоматическом режиме.

Технологии, используемые для связи учащихся с сообществами и друг с другом, могут сделать процесс обучения более интересным, отвечающим реалиям сегодняшнего дня, предоставляя нужную информацию в нужное время. Этот процесс во многом определяется ранее полученными знаниями, ожиданиями и получаемыми результатами, которые формируют среду обучения.

Информационные технологии могут сыграть ключевую роль в этой реформе. Имеются многочисленные примеры, показывающие, как компьютерные и сетевые технологии используются для того, чтобы:

- лучше приспособить обучение к потребностям и способностям обучающегося;
- обеспечить доступ всем учащимся к информационным ресурсам за пределами колледжа, как обогащая их обучение, так и увеличивая время, посвященное самостоятельному обучению;

При этом следует помнить, что компьютерная поддержка должна являться одним из компонентов учебного процесса и применяться там, где это целесообразно определить:

- для каких тем стоит использовать задания, выполняемые на компьютере, и для каких дидактических задач;
- какие программные средства целесообразно использовать для создания заданий, выполняемых на компьютере;
- какие предварительные умения работы на компьютере должны быть сформированы у учащихся;
- как организовать занятия с использованием компьютера.

Использование компьютера определяет три типа уроков:

- 1) с использованием ПК в демонстрационном режиме (один компьютер на столе учителя и проекционное оборудование);

- 2) с использованием в индивидуальном режиме (компьютерный класс);
- 3) с использованием в индивидуальном дистанционном режиме (компьютерный класс с выходом в Интернет).

Проведение уроков второго и третьего типа ограничено в связи с сильной загруженностью кабинетов информатики, отсутствием необходимого количества ноутбуков – альтернативы стационарным компьютерам, отсутствием возможности выхода в Интернет вне кабинета информатики, поэтому на занятиях мы используем компьютер экран и проектор в демонстрационном режиме.

Компьютер может использоваться на всех этапах обучения: при объяснении нового материала, закреплении изученного материала, повторении и контроле знаний.

Используя интернет-ресурсы, учащиеся просматривают множество интересного материала с сайтов связанных с автотранспортом, задают вопросы, иногда опережая тематику проводимого занятия.

Конечно, нельзя сказать наверняка, что результаты учащихся повысятся благодаря работе с компьютером, но наблюдения показали, что учащиеся стали больше интересоваться тем, что происходит на уроке.

Таким образом, ИКТ помогает обеспечить устойчивую мотивацию у учащихся к получению знаний, повысить их познавательную активность.

## **1.7 Новизна опыта.**

Наибольший активизирующий эффект на занятиях дают ситуации, в которых обучающиеся сами должны:

- отстаивать свое мнение;
- принимать участие в дискуссиях и обсуждениях;
- ставить вопросы своим товарищам и преподавателям;
- рецензировать ответы товарищей;

- оценивать ответы и письменные работы товарищей;
- заниматься обучением отстающих;
- объяснять более слабым обучающимся непонятные места;
- самостоятельно выбирать посильное задание;
- находить несколько вариантов возможного решения познавательной задачи (проблемы);
- создавать ситуации самопроверки, анализа личных познавательных и практических действий;
- решать познавательные задачи путем комплексного применения известных им способов решения.

Можно утверждать, что новые технологии самостоятельного обучения имеют в виду, прежде всего повышение активности учащихся: истина, добытая путем собственного напряжения усилий, имеет огромную познавательную ценность.

Какой можно сделать вывод: преподавание специальных дисциплин (особенно технических) необходимо проводить по всем канонам педагогики и обязательно связывать преподавание с реалиями нашей жизни, приучая подрастающее поколение к непростой, но такой интересной самостоятельной жизни.

### **1.8 Характеристика условий, в которых возможно применение данного опыта**

Применение и распространение педагогического опыта возможно в любых СПО, НПО занимающихся подготовкой специалистов среднего звена изучающих технические и специальные дисциплины при условии оснащения кабинета.

## **Раздел 2. Технология описания опыта**

### **2.1. Цель опыта**

Развивающая: организовать деятельность студентов по восприятию, осмыслинию и первичному запоминанию новых знаний, сформировать систему применения ИКТ на занятиях для создания благоприятных условий повышения эффективности преподавания.

### **2.2. Задачи опыта**

Достижение цели опыта предполагает решение следующих задач:

- осуществление индивидуального подхода в обучении;
- расширение объема предъявляемой учебной информации;
- улучшение организации урока;
- обеспечение гибкости управления учебным процессом;
- повышение качества контроля знаний обучающихся и разнообразие его форм;
- повышение эффективности обучения (развитие навыков самостоятельной работы, разнообразие форм учебной деятельности на уроке, приобщение к исследовательской деятельности)

### **2.3. Технология опыта**

Целью описания опыта работы является создание на занятиях и во внеурочное время условий для развития познавательной деятельности обучающихся с помощью активных методов обучения.

Для активизации познавательной деятельности обучающихся преподавателю сегодня очень важно от репродуктивных методов обучения перейти к продуктивным. Когда обучающийся должен не только показывать понимание изучаемого явления, но и решать задачи, вскрывая причинно-следственные связи между ними, уметь связать изучаемый материал с практикой и с жизнью.

Как показывает практика, после прохождения курса с применением традиционных методов обучения у обучающихся не остается о нем целостного представления.

Не все из них могут ответить на вопрос, что им дало изучение той или иной спец. дисциплины, т. е. конечная цель обучения – обеспечения определенной системы научных знаний, которую обучающиеся могли бы успешно использовать как при изучении специальных предметов, так и в своей практической деятельности не достигается.

Даже отдельные темы воспринимаются обучающимися изолированно, хотя преподаватель в процессе изучения материала побуждает обучающихся использовать ранее усвоенный материал.

Но если причиной неточностей в ответах (например, забыл единицу измерения) может быть недостаток упражнений, то причина неумения объяснить принцип работы двигателя - неправильная организация изучения всего курса , когда изучение автотранспорта носит изолированный характер.

Неумение обучающихся выражать свои мысли технически грамотным языком проявляется в неправильной терминологии, а также в том, что они часто не знают, как построить ответ: с чего начать, чем закончить, что в нем главное. Преподавателю приходится задавать наводящие вопросы.

Таким образом, особенностью опыта является наличие сквозных понятий, которые можно положить в основу систематизации знаний обучающихся.

Наблюдения за обучающимися во время занятий показывают, что их активная познавательная деятельность во многом зависит от того, насколько преподавателю удается вызвать интерес к изучаемому учебному материалу.

Интерес к усвоению знаний определяется многими обстоятельствами, в том числе содержанием учебного материала, характером всей системы преподавания предмета в целом, познавательными возможностями обучающихся и т.д.

Однако опыт работы подсказывает, что для возбуждения интереса к каждому конкретному вопросу необходимо применение особых, специальных приёмов.

Известно, что физиологической основой интереса является исследовательский рефлекс. Интересно, как правило, все новое, неизвестное. Но возбудив интерес к какому-либо вопросу, необходимо организовать еще деятельность обучающихся по его изучению и поддерживать возникший интерес и внимание.

Интерес к изучению незнакомого материала возбуждается в тех случаях, когда предварительно разъясняется познавательная и практическая польза его изучения. Материал усваивается лучше, если подчеркивается практическая

направленность его изучения. В более широком плане элементы новизны вносятся не только содержанием учебного материала, но и используемыми средствами наглядности и техническими средствами обучения, содержанием упражнений и разнообразием применяемых методов и типов занятий.

Заинтересовав обучающихся изучаемым вопросом, преподаватель организует их познавательную деятельность. Информационное, бесконфликтное изложение материала, когда обучающиеся только слушают или слушают и записывают, не возбуждает у них интереса и не активизирует их познавательную деятельность, так как знания им преподносятся в готовом виде. Выход – проблемное обучение.

Проблемное обучение позволяет активизировать познавательную деятельность обучающихся, что повышает качество их знаний, развить у них мышление, облегчить механическую работу памяти по запоминанию информационного и справочного материала. Преподаватель так направляет работу обучающихся, чтобы они могли вывести то или иное правило или закономерность, решить какую-то проблему, прибегая к своему опыту и знаниям. Описанные приёмы применяются на лекциях и на внеурочных занятиях.

Также предлагаются для обсуждения учебные проблемы, решение которых в принципе уже известно науке, на практике, но неизвестно обучающимся.

При решении различных задач встречаются следующие факты. Некоторые обучающиеся хорошо знают теорию и имеют правильные понятия, но не могут оперировать этими знаниями, применять их на практике.

Решать поставленные задачи они не редко начинают не с осмысления их сущности.

Успех в выработке умений и навыков сознательного решения задач во многом зависит от наличия системы в их подборе и последовательности действия.

Таким образом, на занятиях постоянно применяется практико-ориентированная педагогическая технология, главная цель которой – формирование у будущего специалиста полной готовности к профессиональной деятельности, а также формирование практических умений для изучения

последующих учебных дисциплин, выполнения проектных расчётов, развитие логического и критического мышления.

Активизирующее, развивающее влияние на обучающихся оказывают лабораторные работы.(приложение1)

Обучающимся так же предлагается выполнить разнообразные практические работы. (приложение2)

Одним из достоинств тестового контроля является опрос максимального количества обучающихся за небольшой промежуток времени.

На занятиях часто используется такая форма контроля уровня знаний обучающихся. Тесты используются как на любом этапе занятия, так и при изучении нового материала, его закреплении и обобщении, а также при итоговом контроле.

### **Раздел3**

#### **3.1 Результативность опыта**

Целенаправленная работа по активизации познавательной деятельности позволяет не только облегчить усвоение нового материала, разнообразить познавательную деятельность, сформировать у обучающихся целостное представление о дисциплине, но и способствует повышению качества знаний и мотивации к изучению предметов специальных дисциплин, освоению общих и профессиональных компетенций, обязательных при освоении основной профессиональной образовательной программы СПО в соответствии с ФГОС.

Результаты мониторинга качества знаний за 5 лет показывают, что качество знаний, умений и навыков, полученных на занятиях по преподаваемым дисциплинам на примере «Устройство автомобилей», если сравнивать первое и второе учебные полугодия повышается и в среднем составляет 85,55%.

**Таблица №1 – Качество знаний обучающихся.**

<b>Учебный год</b>	<b>№ п/п</b>	<b>Группа</b>	<b>Дисциплина/МДК</b>	<b>Качество знаний, % 5 семестр</b>	<b>Качество знаний, % 6 семестр</b>	<b>Итого качество знаний, %</b>
2017-	1.	ТО-31	МДК01.01 Устройство	79	87	83

2018			автомобилей			
2018-2019	2.	ТО-31	МДК01.01 Устройство автомобилей	96	97	96,5
2019-2020	3.	ТО-31	МДК01.01 Устройство автомобилей	71	92	81,5
2020-2021	4.	ТД-31	МДК01.01 Устройство автомобилей	55	95	75
2021-2022	5.	ТД-31	МДК01.01 Устройство автомобилей	91,5	92	91,75
<b>Итого:</b>						<b>85,55</b>

Вся работа рассчитана на то, чтобы помочь не только узнать, но и сформировать высококультурную личность, т.к. только в самостоятельной интеллектуальной и духовной деятельности человек самореализуется.

Главным результатом деятельности считается формирование творчески активных, с широким кругозором обучающихся.

### **Библиографический список**

1. Башмаков А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков. - М.: изд. Филинъ, 2016. - 616 с.
2. Гершунский Б.С. Компьютеризация в сфере обучения: проблемы и перспективы. - М.:Педагогика, 2016. - 134 с.
3. Гузеев В.В. Образовательная технология XXI века: деятельность, ценности, успех. - М.: Центр «Педагогический поиск», 2015. - 230 с.
4. Захарова, И.Г. Информационные технологии в образовании: учеб. пособие для студ. высш. педаг-х учеб. заведений / И.Г. Захарова. - М.: Академия, 2018. - 192 с.
5. Ишмурзина Н.В. Интерактивно - это просто! // Журнал «ЛГО». - Вып. 6. - М., 2015. - с.25-28.
6. Полат Е.С. Новые педагогические технологии /Пособие для учителей - М., 2018. - 220 с.
7. Полат Е.С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Е.С. Полат М.Ю. Бухаркина. - М.: Академия, 2017. - 368 с.

8. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования. - М.: Школа - Пресс, 2017.
9. Селевко Г. К. Дидактические функции и возможности применения информационно-коммуникационных технологий в образовании [электронный ресурс] / Т. В. Руденко. - Томск, 2018. - Режим доступа: [http://ido.tsu.ru/other\\_res/ep/ikt\\_umk/](http://ido.tsu.ru/other_res/ep/ikt_umk/).
10. Трайнев В.А. Информационные коммуникационные педагогические технологии: учеб. пособие / В.А. Трайнев, И.В. Трайнев. - 3-е изд. - М.: изд.-торг. корпорация Дашков и К0, 2015. с. 9-110.
11. Матрос Д.Ш. Управление качеством образования на основе новых информационных технологий и образовательного мониторинга. - М.: Педагогическое Общество России, 2014 г. - с. 97-101.
12. Мартынова М.С. SMART - технологии в современном образовании//Современное образование: содержание, технологии, качество: Материалы международной конференции. - СПб., 2015.- с. 174-179.
13. Шахмаев Н.М, Информационная компетентность учителя. (Монография) – СПб, ИПО РАО, 2008 – 126 с.
14. Информационные и коммуникационные технологии в образовании [материал из IrkutskWiki]. - Режим доступа: <http://www.wiki.irkutsk.ru/index.php/>.
15. Электронный ресурс [festival.1september.ru/.../513744/].
16. Электронный ресурс [www.smartboard.ru].

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

### **Приложение 1**

#### **Лабораторная работа № 1 Исследование аккумуляторной батареи Цель работы**

Изучение устройства основных типов аккумуляторных батарей. Получение навыков обслуживания, диагностирования и устранения простейших неисправностей обслуживаемых аккумуляторных батарей. Получение навыков работы с измерительными приборами, которые используются при диагностике аккумуляторных батарей.

#### **1 Общие положения**

На автомобилях применяют стартерные свинцовые аккумуляторные батареи. Аккумуляторная батарея обеспечивает питание электростартера при пуске двигателя и других потребителей электроэнергии при неработающем генераторе или его недостаточной мощности. Электростартер является основным потребителем энергии аккумуляторной батареи. Работа в стартерном режиме определяет тип и конструкцию батареи.

По конструктивно-функциональному признаку (ГОСТ 959-91) различают батареи:

- обычной конструкции - в моноблоке с ячеичными крышками и межэлементными перемычками над крышками;
- в моноблоке с общей крышкой и межэлементными перемычками под крышкой. Конструкция такой батареи показана на рисунке 1.1;
- необслуживаемые - с общей крышкой, не требующие ухода в эксплуатации (термин "батареи необслуживаемые" - условный, так как обслуживать их в эксплуатации все-таки требуется, хотя и в значительно меньшем объеме).

Элемент свинцово-кислотного аккумулятора состоит из положительных и отрицательных электродов, сепараторов (разделительных решеток) и электролита. Положительные электроды представляют собой свинцовую решётку, а активным веществом является перекись свинца ( $PbO_2$ ). Отрицательные электроды также представляют собой свинцовую решётку, а активным веществом является губчатый свинец ( $Pb$ ). Электроды погружены в электролит, состоящий из разбавленной серной кислоты ( $H_2SO_4$ ). Наибольшая проводимость этого раствора при комнатной температуре (что означает наименьшее внутреннее сопротивление и наименьшие внутренние потери) достигается при его плотности 1,26 г/см<sup>3</sup>. Однако в районах с холодным климатом применяются и более высокие концентрации серной кислоты, до 1,29 – 1,31 г/см<sup>3</sup>. Это делается потому, что при разряде свинцово-кислотного аккумулятора плотность электролита падает, и температура его замерзания становится выше, то есть разряженный аккумулятор может не выдержать холода, электролит кристаллизуется и расширяется в объёме, может треснуть ёмкость. Плотность электролита для эксплуатации в различных климатических районах показана в таблице 1.1.

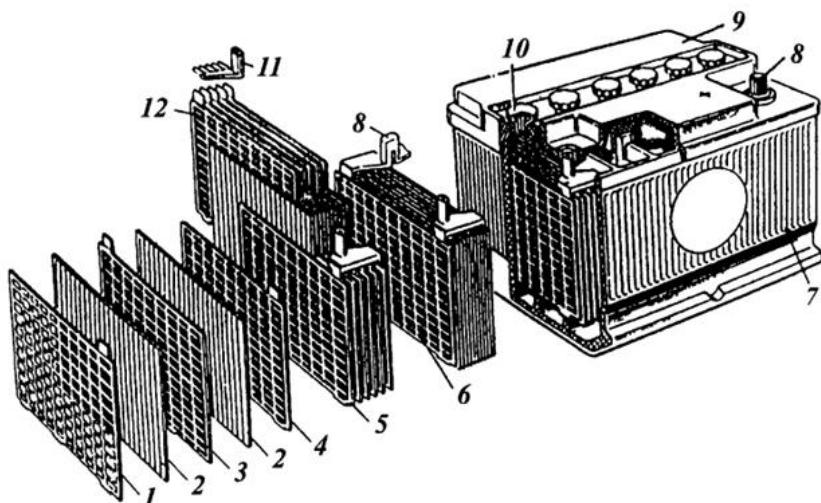


Рис. 1.1. Устройство аккумуляторной батареи. 1-решетка; 2-сепаратор; 3,4-положительный и отрицательный электроды; 5-полублок электродов; 6-блок электродов с сепараторами; 7-корпус моноблока; 8-полючной вывод; 9-общая крышка; 10-пробка; 11-мостик с борном; 12-полублок положительных электродов.

Таблица 1.1. Плотность электролита для эксплуатации в различных климатических районах.

Климатические районы по ГОСТ 16350-80	Время года	Плотность электролита, приведенная к 25°C, г/см³	
		Заливаемого	Заряженной батареи
Очень холодный (-50... -30°C)	Зима	1,28	1,30
	Лето	1,24	1,26
Холодный (-30...-15°C)	Круглый год	1,26	1,28
Умеренный (-15...-3°C)	То же	1,24	1,26
Жаркий сухой (-15...+4)	То же	1,21	1,23
Теплый влажный (0...+4)	То же	1,21	1,23

Зависимость температуры замерзания электролита от его плотности показана в таблице 1.2.

Таблица 1.2 Температура замерзания электролита

Плотность электролита, приведенная к	Температура замерзания, °C	Плотность электролита, приведенная к	Температура замерзания, °C

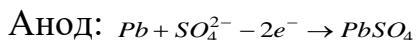
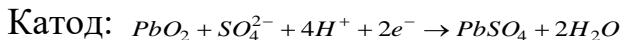
температура 25°C, г/см³		температура 25°C, г/см³	
1,09	-7	1,24	-50
1,12	-10	1,26	-58
1,14	-14	1,29	-66
1,16	-18	1,30	-68
1,18	-22	1,40	-36
1,20	-28	1,50	-29
1,22	-40	1,70	-14
1,23	-42	1,80	+6

Принцип работы свинцово-кислотных аккумуляторов основан на электрохимических реакциях свинца и диоксида свинца в сернокислотной среде.

Энергия возникает в результате окисления свинца серной кислотой до сульфата. Электрод из оксида свинца мог бы быть графитовым с выделением водорода. Оксид свинца нужен только, чтобы предотвратить выделение водорода на электроде. Водород реагирует с кислородом оксида и образует воду, восстанавливая оксид до металла.

Во время разряда происходит восстановление диоксида свинца на катоде и окисление свинца на аноде. При заряде протекают обратные реакции, к которым в конце заряда добавляется реакция электролиза воды, сопровождающаяся выделением кислорода на положительном электроде и водорода — на отрицательном.

Химическая реакция (слева-направо — разряд, справа-налево — заряд):



В итоге получается, что при разряде аккумулятора расходуется серная кислота с одновременным образованием воды (и плотность электролита падает), а при заряде, наоборот, вода «расходуется» на образование серной кислоты (плотность электролита растёт). В конце заряда, при некоторых критических значениях концентрации сульфата свинца у электродов, начинает преобладать процесс электролиза воды. При этом на катоде выделяется водород, на аноде — кислород.

Пригодность аккумуляторных батарей для питания электрооборудования автомобилей определяется качеством изготовления, ремонта и существенно зависит от соблюдения правил эксплуатации. Нарушения технологии изготовления аккумуляторов и отклонения от инструкций по эксплуатации аккумуляторов и электрооборудования автомобилей вызывают снижение емкости аккумуляторов и приводят к преждевременному выходу их из строя.

При этом наиболее часто наблюдаются следующие неисправности и дефекты:

1. Осыпание активной массы электродов.
2. Замыкание разнополюсных электродов.

3. Оплывание активных масс электродов.

4. Сульфатация пластины.

Критерием работоспособности аккумулятора для эксплуатации является способность заряженной батареи отдавать при разряде зимой более 50% своей номинальной емкости, а в летний период свыше 75%.

Существует несколько способов измерения емкости аккумуляторных батарей.

Разрядная емкость С вычисляется по уравнению

$$C_p = I_p \cdot t_p ,$$

где  $I_p$  — сила разрядного тока;

$t_p$  — продолжительность разряда.

В первом, более точном способе, оценка емкости аккумуляторов проводится в режиме разряда при силе тока 20 или 10-часового разряда. В первом случае разряд ведут до напряжения на аккумуляторе 1,75 В, а во втором — до 1,7 В, или 10,5 В и 10,2 В на клеммах соответственно. Этот способ, несмотря на хорошую точность, требует длительных измерений.

Более быстро емкость аккумуляторных батарей определяется измерением снижения плотности электролита в процессе разряда. В основе такого способа лежат реакции, протекающие при разряде на катоде и аноде.

По плотности электролита судят о степени разряженности свинцового аккумулятора:

$$\Delta C_p = \frac{100(p_3 - p_{25})}{p_3 - p_p} ,$$

где  $\Delta C_p$  — степень разряженности аккумулятора, %;

$p_3$  и  $p_p$  — плотность электролита полностью заряженного и полностью разряженного соответственно аккумулятора при температуре 25°C;

$p_{25}$  — измеренная плотность электролита, приведенная к температуре 25°C, г/см<sup>3</sup>.

Приближенно плотность электролита может быть вычислена по эмпирической формуле:

$$E = 0,84 + p_3 ,$$

где  $E$  — равновесная ЭДС свинцового аккумулятора, В;

$p_3$  — плотность электролита при 25°C, г/см<sup>3</sup>.

Для приведения к температуре измерения плотности электролита пользуются зависимостью:

$$p_3 = p_{изм} + 0,0007(t - 25^\circ\text{C}) ,$$

где  $t$  — температура электролита в момент измерения.

Обычно исходят из эмпирического правила, что уменьшение плотности электролита на 0,01 г/см<sup>3</sup> соответствует изменению степени разряженности на 6,25%. Такой способ оценки емкости аккумуляторов требует знания плотности электролита в заряженном и разряженном состояниях.

Достаточно просто и быстро можно определить емкость аккумуляторов по изменению напряжения на аккумуляторе с помощью пробников с нагрузочными сопротивлениями(нагрузочных вилок). Этими приборами осуществляется проверка способности аккумулятора поддерживать определенный разрядный ток.

## **2 Приборы и оборудование**

Для выполнения лабораторной работы необходимы мультиметр MASTECH MS8229, нагрузочная вилка Ливи - 101, ареометр для электролита, дистиллированная вода, ветошь, наждачная бумага, раствор соды.

Цифровой мультиметр MastechMS8229 обладает всеми необходимыми функциями, он позволяет с большой точностью измерять силу постоянного и переменного тока, величину постоянного и переменного напряжения, сопротивление. Прибор соответствует международному стандарту IEC1010-1 CATII 1000V / CATIII 600V. MastechMS8229 имеет возможность автоматического или ручного выбора пределов измерений. Прибор обладает большим ЖК дисплеем с подсветкой. Полученные результаты можно зафиксировать с помощью функции DATAHOLD. С помощью цифрового мультиметра MS8229 можно проверять полупроводниковые диоды и прозванивать электрические цепи.

Автомобильный тестер “Ливи-101” (нагрузочная вилка) – предназначен для контроля состояния работоспособности (тестирования) аккумуляторной батареи, стартера и генератора на 12 Вольт автомобилей всех марок. На корпусе тестера установлены: стрелочный контрольный прибор, кнопка включения “нагрузки”, гибкие провода с зажимами (красный – “плюс”, черный – “минус”) и ручка. Внутри корпуса размещены: нагрузочное сопротивление и коммутационные элементы. Автомобильный тестер “Ливи-101” позволяет измерить напряжение АКБ без нагрузки и под нагрузкой, протестировать пусковой ток стартера, провести тестирование генератора и цепи заряда аккумуляторной батареи.

## **3 Порядок выполнения работы**

Снятую с автомобиля или залитую электролитом новую аккумуляторную батарею протереть ветошью. Следы кислоты удалить ветошью, смоченной в 10% растворе соды. Наждачной бумагой или специальными щетками зачистить выводные полюса. Все полученные и расчетные данные заносить в таблицу 1.3

1. Ознакомиться с оборудованием для лабораторной работы.
2. Проверить состояние герметичности моноблока и мастики.
3. Измерить уровень электролита. При этом иметь в виду, что контроль и корректировка уровня электролита в настоящее время для различных типов аккумуляторных батарей имеют принципиальные различия. Батареи, в том числе необслуживаемые, собранные в прозрачных моноблоках, имеют на боковых поверхностях две отметки, соответствующие минимально и максимально допустимым уровням электролита. Нижнюю отметку считать за 0, верхнюю за 100%. Поскольку моноблоки прозрачны, то уровень

электролита виден через боковые стенки. Если уровень выше верхней черты, то количество электролита должно быть уменьшено. Если уровень электролита меньше или совпадает с нижней отметкой, то следует долить дистиллированной воды до уровня, соответствующего верхней отметке. Определения уровня электролита в батареях с непрозрачными моноблоками производятся следующим образом. Выворачиваются пробки из заливных отверстий. В отверстие по очереди вертикально погружается мерная трубка до упора в предохранительную сетку над блоком электродов. Далее верхнее отверстие уровнемерной трубы следует плотно закрыть пальцем, поднять мерную трубку и посмотреть, на какой отметке трубы верхний край электролита, находящегося в трубке. Он должен быть на высоте 12–15 мм. При уровне более 15 мм часть электролита следует отобрать, при уровне менее 10 мм следует долить дистиллированной воды.

4. Измерить температуру электролита с помощью термометра, соблюдая технику безопасности и следя за тем, чтобы электролит не попал на кожу и одежду. После измерения термометр промыть в воде или растворе соды.

5. Измерить плотность электролита. Измерение плотности электролита с помощью ареометра выполнить следующим образом: вывернуть пробки из заливной горловины, в отверстие каждой горловины поочередно опустить наконечник цилиндра ареометра, предварительно нажав на резиновую грушу. Набрать в стеклянный цилиндр этого прибора электролит в количестве, необходимом для того, чтобы в широкой верхней части стеклянного цилиндра свободно, не касаясь стенок и не упираясь вверху, плавал поплавок. На корпусе поплавка нанесены деления. Считать цифру на поплавке, совпадающую с уровнем электролита. Это и будет его плотность при данной температуре. После отсчета, осторожно сжимая грушу рукой, слить электролит в эту же горловину и завернуть пробку. Аналогично определяется плотность электролита денсиметром, у которого поплавки изготовлены из пластмассовых цилиндриков разного веса. В этом случае плотность электролита считывается по шкале на корпусе против последнего всплывшего поплавка.

6. Измерить равновесные ЭДС аккумуляторов и рассчитать плотность электролита по выражениям  $p=E-0,84$ , сравнивая с заранее измеренными в п. 5. Считая, что плотность электролита при 25°C в заряженном состоянии 1,27 г/см<sup>3</sup>, определяют уровень заряда аккумуляторов.

Таблица 1.3. Результаты испытания аккумуляторной батареи.

Показатели	Нормы по ТУ	Номера аккумуляторов				
Уровень электролита, %	100					
Температура электролита, °C	-					
Плотность электролита, г/см <sup>3</sup>	-					
Плотность электролита, приведенная к 25°C, г/см <sup>3</sup>	1,27					

Уровень заряда аккумулятора по расчету	Лето 50% Зима 75%					
Напряжение под нагрузкой, В	1,7-1,8					
Внутреннее сопротивление аккумулятора, Ом	-					
Внутреннее сопротивление батареи, Ом	0,01-0,015					

7. Оценить уровень заряда аккумуляторной батареи при помощи нагрузочной вилки. При подключении пробников к полюсным выводам аккумуляторной батареи необходимо, чтобы контактные ножки прокалывали свинцовую оксидную пленку на поверхности и обеспечивали надежный электрический контакт. Время выдержки нагрузки под напряжением не рекомендуется более 5 с, т.к. возможно перегревание нагрузочных резисторов.

8. Определить внутреннее сопротивление аккумуляторов, используя результаты измерения тока через заданное сопротивление  $R$  и выражение закона Ома для полной цепи:

$$R_B = \frac{E}{I_P} - R_H ,$$

где  $R_B$  – внутреннее сопротивление аккумулятора;

$I_P$  – ток разряда;

$R_H$  – сопротивление нагрузки.

9. Провести все расчеты, записи и сделать вывод о техническом состоянии и о возможных условиях эксплуатации батареи.

#### 4 Протокол отчета

Протокол отчета должен содержать следующие пункты:

1. Цель работы.

2. Краткое описание используемого в лабораторной работе оборудования.

3. Таблицу 1.3.

4. Выводы. В выводах дается вывод о техническом состоянии батареи и возможности ее дальнейшей эксплуатации.

#### 5 Контрольные вопросы

1. Основные типы конструкций аккумуляторных батарей.

2. Каков принцип работы аккумулятора?

3. Основные дефекты аккумуляторных батарей.

4. Влияние температуры на параметры аккумулятора.

5. Что такое емкость аккумулятора и как ее измерить?

## **Лабораторная работа № 2**

### **Конструкция, принцип действия, характеристики автомобильного генератора**

**Цель работы:** изучение конструкции, принципа действия, технологии разборки и сборки генератора.

#### **Ход работы:**

Для ознакомления с конструкцией и элементами генератора изучить демонстрационный стенд и плакаты, посвященные генератору.

Получить набор инструментов, необходимых для разборки и сборки генератора типа Г-221.

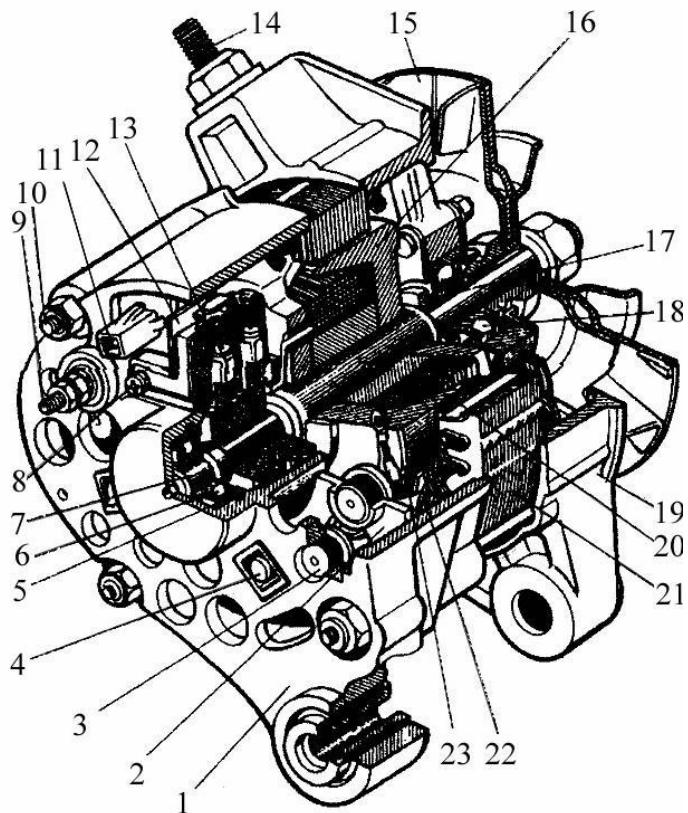
#### **Разобрать генератор в следующем порядке:**

С помощью ключа № 24 отвернуть гайку крепления шкива вентилятора, снять пружинную коническую шайбу и посредством широкой отвертки снять шкив.

Вынуть из паза на валу ротора сегментную шпонку.

Отвернуть отверткой винт 8 (рис.3.1) крепления щеткодержателя и снять щеткодержатель.

Рисунок 3.1 - Устройство генератора Г221:



1—крышка со стороны контактных колец; 2—выпрямительный блок; 3—вентиль (диод); 4—болт крепления выпрямительного блока; 5—контактное кольцо; 6—задний подшипник; 7—вал ротора; 8—винт крепления щеткодержателя; 9—вывод «30» генератора; 10—стяжной болт; 11—штекер «нулевого привода»; 12—щеткодержатель; 13—щетка; 14—шпилька крепления генератора к натяжной планке; 15—шкив с вентилятором; 16, 23—полюс ротора; 17—втулка; 18—передний подшипник; 19—крышка со стороны привода; 20—обмотка ротора ; 21—статор; 22—обмотка статора.

Ключом № 10 отвернуть гайки четырех стяжных болтов 10.

Снять крышку 19 со стороны привода, а затем ротор в сборе.

Ключом № 7 отвернуть гайки винтов, соединяющих наконечники вентиляй с выводами обмотки статора.

Вынуть из колодки штекерного разъема штекер 11 «нулевого» провода.

Извлечь статор 21 из крышки 1 генератора.

Ключом № 10 отвернуть гайку вывода 30 и снять выпрямительный блок 2 с вентилями положительной полярности.

## Сборка генератора

Поставить на место вертикальные блоки генератора. Поставить на место болт вывода «30» и завернуть с небольшим усилием гайку вывода.

Правильно вставить статор в заднюю крышку с вентильным блоком и закрепить наконечники выводов обмотки статора на выводы диодов. Неизолированные токопроводящие наконечники выводов обмотки статора и перемычки между диодами должны отстоять от радиаторов не менее чем на 3 мм.

Вставить ротор генератора в статор и заднюю крышку. Подшипник ротора должен плотно войти в гнездо задней крышки.

Поставить переднюю крышку генератора на место. Ось ротора должна войти в подшипник передней крышки. Поставить на место четыре стяжных болта. Надеть на болты шайбы и вручную завинтить гайки стяжных болтов.

Повернуть ось ротора на несколько оборотов. Ротор должен свободно вращаться в подшипниках и не задевать за статор. Затянуть гайки стяжных болтов и повторно провернуть ротор. Ротор должен вращаться свободно.

Установить на место шкив приводного ремня, шпонку, шайбу. Закрепить шкив генератора на его оси с помощью гайки ключом № 24.

Установить на заднюю крышку щеткодержатель со щетками и закрепить их винтом с помощью отвертки.

Привести в порядок инструменты и рабочее место. Сдать набор инструментов, измерительный прибор и генератор.

## **Методический материал к лабораторной работе**

### Автомобильные генераторные установки

В настоящее время коллекторные генераторы постоянного тока, работающие совместно с вибрационными реле-регуляторами практически полностью вытеснены вентильными генераторами–генераторами переменного тока со встроенными в них выпрямителями. Это обусловлено следующим: вентильные генераторы при той же мощности в 1,8...2,5 раза легче генераторов постоянного тока, имеют большую максимальную мощность, более надежны. Современные вентильные генераторы включают в свою конструкцию и выпрямитель и регулятор напряжения. В схемы генераторных установок стали добавляться элементы защиты от аварий.

Главным требованием, предъявляемым к генераторным установкам, является обеспечение электропитанием потребителей во всех режимах работы автомобиля при работающем двигателе. Номинальное напряжение

генератора равно 14 В или 28 В (для дизельных двигателей). Номинальная мощность генератора определяется произведением номинального напряжения на максимальную силу выходного тока. Максимальный ток, отдаваемый генератором, указывается обычно при частоте вращения 5000 мин<sup>-1</sup>, а для современных генераторов – при частоте 6000 мин<sup>-1</sup>.

Генераторные установки выполняются по однопроводной схеме, в которой с корпусом соединен отрицательный полюс системы.

#### Условное обозначение генераторных установок.

Обозначение элементов современной генераторной установки производится следующим образом:

xxxx.3701 – генератор;

xxxx.3702 – регулятор напряжения.

Перед точкой в обозначении ставятся соответствующие цифры. Первые две цифры обозначают порядковый номер модели, третья – модификацию изделия, четвертая – исполнение (1–для холодного климата, 2–общеклиматическое исполнение, 3–для умеренного и тропического климата, 6– экспортное исполнение, 7–тропическое исполнение, 8–экспортное исполнение для стран с холодным климатом, 9–экспортное общеклиматическое исполнение).

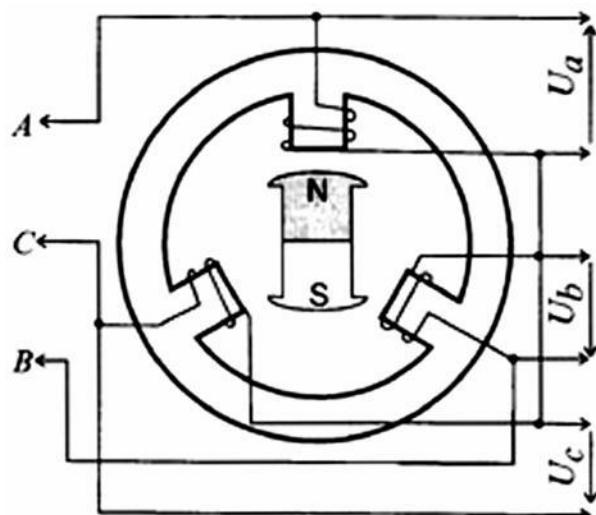
Цифры до точки кроме первых двух могут опускаться. Иногда модификация указывается цифрами через дефис в конце обозначения(например: 121.3702–01).

До введения этой системы обозначение генератора содержало букву Г (Г250 и т.п.), а регулятора напряжения–буквы РР (РР24 и т.п.). Следующими за буквами цифры обозначали номер модели и модификацию. Некоторые изготовители давали свое обозначение изделий (например: Я112).

#### Принцип действия вентильного генератора

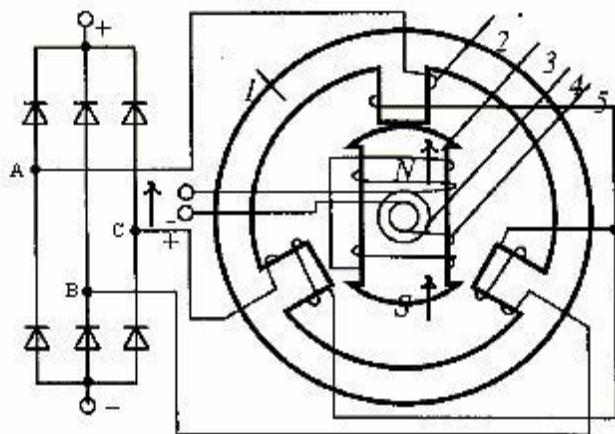
Преобразование механической энергии, которую автомобильный генератор получает от двигателя внутреннего сгорания через ременную передачу в электрическую происходит, в соответствии с явлением электромагнитной индукции. Суть явления состоит в том, что, если изменять магнитный поток, пронизывающий катушку, витки которой выполнены из проводящего материала, например, медного провода, то на выводах катушки появляется

электрическое напряжение, равное произведению числа ее витков на скорость изменения магнитного потока. Совокупность таких катушек образует в генераторе обмотку статора. Возможны два варианта изменения магнитного потока: по значению и направлению, что обеспечивается в щеточной конструкции вентильного генератора или только по значению, что характерно для индукторного бесщеточного генератора. Для образования магнитного потока достаточно пропустить через катушку электрический ток. Эта катушка образует обмотку возбуждения. Сталь, в отличие от воздуха, хорошо проводит магнитный поток. Поэтому основные узлы генератора, в которых происходит преобразование механической энергии в электрическую, состоят из стальных участков и обмоток, в которых создается магнитный поток при протекании в ней электрического тока (обмотка возбуждения), и возникает электрический ток при изменении этого потока (обмотка статора).



*Рисунок 3.2 - Генератор переменного тока с ротором, представляющим собой постоянный магнит.*

Обмотка статора с его магнитопроводом образует собственно статор, главную неподвижную часть, а обмотка возбуждения с полюсной системой и некоторыми другими деталями (валом, контактными кольцами) - ротор, главную врачающуюся часть.



*Рисунок 3.3 - Вентильный щеточный генератор (упрощенная конструкция): 1—статор; 2—обмотка статора; 3—полюс ротора; 4—контактные кольца; 5—обмотка возбуждения.*

Питание обмотки возбуждения осуществляется от источника постоянного тока, например, от аккумуляторной батареи или от самого генератора. В последнем случае генератор работает на самовозбуждении, его первоначальное напряжение образуется за счет остаточного магнитного потока, который создается стальными частями ротора даже при отсутствии тока в обмотке возбуждения. Это напряжение вызывает появление электрического тока в обмотке возбуждения, в результате чего магнитный поток усиливается и вызывает лавинный процесс возбуждения генератора. Однако самовозбуждение генератора происходит на слишком высоких частотах вращения ротора. Поэтому в схему генераторной установки, если обмотка возбуждения не соединена с аккумуляторной батареей, вводят такое соединение через контрольную лампу мощностью 2 -3 Вт. Небольшой ток, поступающий через эту лампу в обмотку возбуждения, обеспечивает возбуждение генератора при низких частотах вращения ротора. При работе генератора напротив катушек обмотки статора устанавливается то южный, то северный полюс ротора, при этом направление магнитного потока, пронизывающего катушку, изменяется, что и вызывает появление в ней переменного напряжения.

У всех автомобильных генераторов отечественного производства и, за редким исключением, генераторов зарубежных фирм шесть пар полюсов, при этом частота переменного тока в обмотке статора, выраженная в Гц, меньше частоты вращения ротора генератора, измеряемой в мин<sup>-1</sup>, в 10 раз.

Обмотка статора как отечественных, так и зарубежных генераторов – трехфазная. Она состоит из трех обмоток фаз, которые иногда называют просто фазами, токи и напряжения в которых смешены на 120 электрических градусов, как показано на рисунках 3.2 и 3.3.

Фазы могут соединяться в «звезду» или «треугольник». При этом различают фазные и линейные напряжения и токи. Фазные напряжения действуют между выводами обмоток фаз, а токи протекают в этих обмотках, линейные напряжения действуют между проводами, соединяющими обмотку статора с выпрямителем.

В этих проводах протекают линейные токи. Естественно, выпрямитель выпрямляет те величины, которые к нему подводятся, т.е. линейные. При соединении в «треугольник» фазные токи в 3 раза меньше линейных, в то время как у «звезды» линейные и фазные токи равны. Это значит, что при том же отдаваемом генератором токе, ток в обмотках фаз при соединении в «треугольник» значительно меньше, чем у «звезды».

Поэтому в генераторах большой мощности довольно часто применяют соединение в «треугольник», т.к. при меньших токах обмотки можно наматывать более тонким проводом, что технологичнее. Однако линейное напряжение у «звезды» в 3 раз больше фазного, в то время как у «треугольника» они равны, и для получения такого же выходного напряжения при тех же частотах

вращения ротора «треугольник» требует соответствующего увеличения числа витков фаз по сравнению со «звездой».

Более тонкий провод можно применять и при соединении «звезда». В этом случае обмотку выполняют из двух параллельно соединенных обмоток, каждая из которых соединена в «звезду», т.е. соединением «двойная звезда».

Такая схема выпрямителя может иметь место только при соединении обмоток статора в «звезду», так как дополнительное плечо запитывается от «нулевой» точки «звезды».

Аккумуляторная батарея для своей надежной работы требует, чтобы с понижением температуры электролита напряжение, подводимое к батарее от генераторной установки, несколько повышалось, а с повышением температуры - понижалось.

Для автоматизации процессов изменения уровня поддерживаемого напряжения в отдельных системах электроснабжения применяется датчик, помещенный в электролит аккумуляторной батареи и включаемый в схему регулятора напряжения. В простейшем случае термокомпенсация в

регуляторе подобрана таким образом, что в зависимости от температуры поступающего в генератор охлаждающего воздуха напряжение генераторной установки изменяется заданных пределах.

В настоящее время все больше зарубежных фирм переходит на выпуск генераторных установок без дополнительного выпрямителя. Для автоматического предотвращения разряда аккумуляторной батареи при неработающем двигателе автомобиля в регулятор такого типа заводится фаза генератора. Регуляторы, как правило, оборудованы широтно-импульсным модулятором (ШИМ), который, например, при неработающем двигателе переводит выходной транзистор в колебательный режим, при котором ток в обмотке возбуждения невелик.

После запуска двигателя сигнал с вывода фазы генератора переводит схему регулятора в нормальный режим работы. Схема регулятора осуществляется в этом случае и управление лампой контроля работоспособного состояния генераторной установки.

### Конструкция генераторов

Отечественные и зарубежные генераторы в принципе имеют идентичную конструкцию, в основу которой положена клювообразная полюсная система ротора (рисунок 3.7). Такая система позволяет создать многополюсную систему с помощью одной катушки возбуждения.

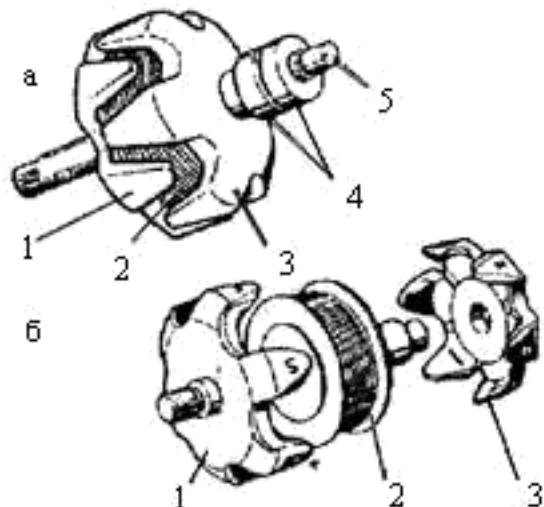


Рисунок 3.7 - Ротор автомобильного генератора; а - ротор в сборе; б – полюсная система в разобранном виде; 1 и 3 - полюсные половины; 2 - обмотка возбуждения; 4- контактные кольца; 5 – вал.

По организации системы охлаждения генераторы можно разделить на два типа - традиционной конструкции, с вентилятором на приводном шкиве (рисунок 3.8 а) и компактной конструкции, с двумя вентиляторами у торцевых поверхностей полюсных половин ротора (рисунок 3.8 б.). В первом случае охлаждающий воздух засасывается вентилятором через вентиляционные окна в крышке со стороны контактных колец, во втором - через вентиляционные окна обеих крышек. Компактную конструкцию отличают наличие вентиляционных отверстий на цилиндрических частях крышек и усиленное оребрение. Малый диаметр внутренних вентиляторов позволяет увеличить частоту вращения ротора генераторов компактной конструкции, поэтому ряд фирм рекламирует их как высокоскоростные. Последние годы, как в России, так и за рубежом новые разработки генераторов обычно имеют компактную конструкцию. Для автомобилей с высокой температурой воздуха в моторном отсеке или работающих в условиях повышенной запыленности применяют конструкцию с поступлением забортного воздуха через кожух с патрубком и воздуховод (рисунок 3.8 в).

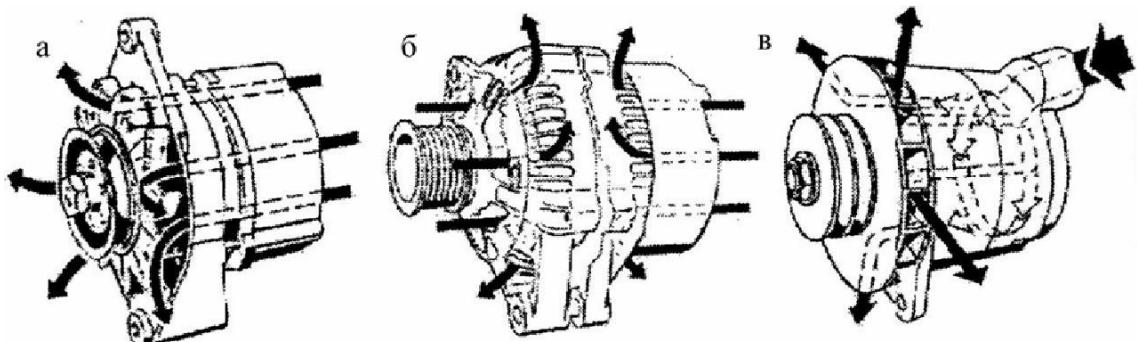


Рисунок 3.8 Системы охлаждения генераторов:

а - генераторы традиционной конструкции; б - генераторы компактной конструкции; в – для повышенной температуры подкапотного пространства.  
Стрелками указано направление движения охлаждающего воздуха.

По общей компоновке генераторы разделяются на конструкции, у которых щеточный узел размещен во внутренней полости генератора и конструкции с размещением его снаружи под специальным пластмассовым кожухом. В последнем случае контактные кольца ротора имеют малый диаметр, т.к. при сборке генератора они должны пройти через внутренний диаметр подшипника задней крышки. Уменьшение диаметра колец способствует повышению ресурса работы щеток.

На рисунке 3.9 представлен генератор традиционной конструкции 581.3701, установленный на автомобиле «Москвич». Генератор имеет расположение щеточных и выпрямительных узлов во внутренней полости. Регулятор встроен в щеточный узел.

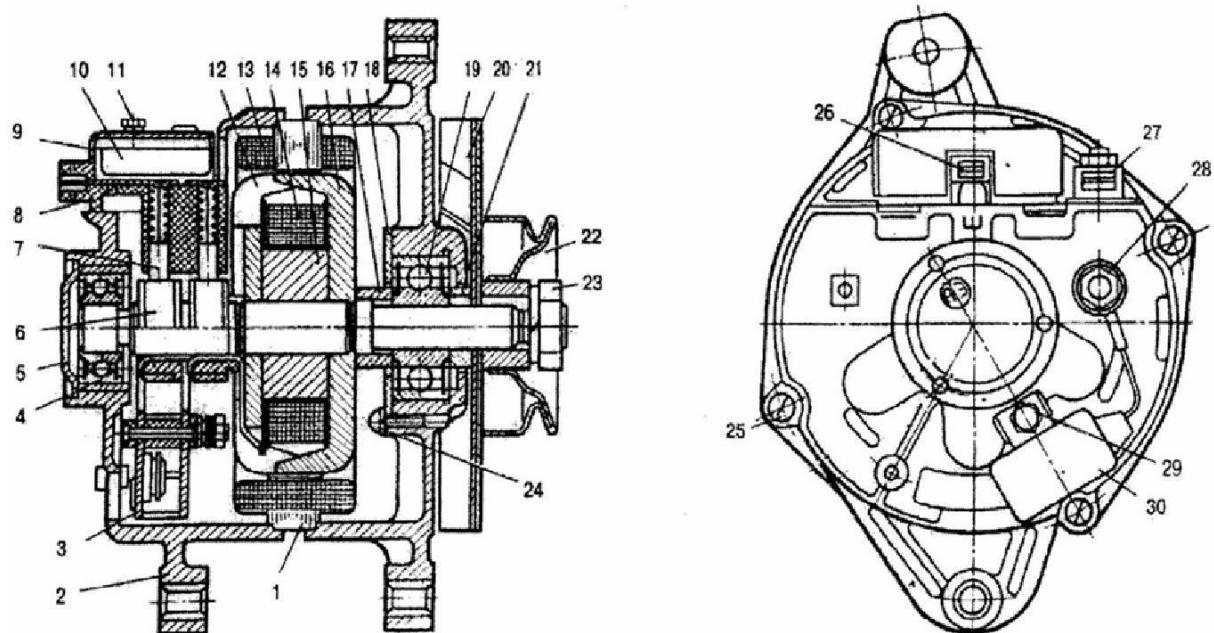


Рисунок 3.9 - Генератор 581.3701, где:

1-сердечник статора; 2-задняя крышка; 3-выпрямитель; 4, 19—подшипники;  
5—крышка подшипника; 6—кольца; 7—щетки; 8—щеткодержатель; 9—  
корпус; 10—регулятор; 11—винт крепления узла регулятора; 12, 16—полюсные  
половины; 13—обмотка статора; 14—обмотка возбуждения; 15—втулка ротора;  
17—стопорная втулка; 18—фланец; 20—вентилятор; 21—упорная втулка; 22—  
шків; 23—гайка шкива; 24—винт крепления фланца подшипника; 25—стыжные  
винты; 26—штекерный вывод «Ш», 27—штекерный вывод фазы обмотки  
статора; 28—вывод «+»; 29—винт крепления конденсатора; 30—конденсатор.

На рисунке 3.10 представлен генератор компактной конструкции фирмы Bosch. Аналогичную конструкцию имеет генератор 9422.3701 автомобиля ВАЗ-2110, генератор 26.3771 автомобилей ВАЗ и АЗЛК. В этих генераторах щеточный, выпрямительный узлы и регуляторы напряжения закреплены на задней крышке под пластмассовым колпаком.

Рисунок 3.10. Генератор компактной конструкции фирмы Bosch:

1,8 - крышки; 2 - статор; 3 - ротор; 4 - регулятор напряжения; 5 - контактные кольца; 6 - выпрямитель; 7,9- вентиляторы.

Статор генератора устанавливается между крышками, причем их посадочные места контактируют с наружной поверхностью пакета статора. Чем глубже статор утоплен в крышке, тем меньше вероятность появления перекоса подшипников, установленных в крышках. Некоторые зарубежные фирмы выпускают генераторы, у которых статор полностью утоплен в переднюю крышку, существуют конструкции, у которых средние листы пакета выступают над остальными и они являются посадочным местом для крышки.

Крепежные лапы и натяжное ухо отливаются заодно с крышками. Отличием генераторов ВАЗ является наличие шпильки вместо натяжного уха. Отечественные генераторы традиционной конструкции имеют двухлапное крепление, крепежные лапы выполнены заодно с крышками. Зарубежные генераторы легковых автомобилей крепятся на двигателе обычно за одну лапу, которую имеет передняя крышка. Впрочем, однолапное крепление может осуществляться стыковкой приливов обеих крышек. На отечественных генераторах компактной конструкции расширяется применение однолапного крепления.

Пакет статора отечественных генераторов набирается из стальных листов толщиной 0,5 - 1 мм. Однако более прогрессивной технологией является навивка пакета из ленты или набор его из стальных подковообразных сегментов, т.к. при этом снижается расход стали. Листы скреплены между собой сваркой.

Генераторы устаревших конструкций имели 18 пазов на статоре под размещение обмотки, в настоящее время практически все генераторы массовых выпусков имеют 36 пазов.

Пазы изолированы пленкоэлектрокартоном, полиэтилентерефталатной пленкой или напылением изоляции, обмотки выполняются проводами ПЭТ-200, ПЭТД-180, ПЭТВМ, ПЭСВ-3 и др. Схемы обмотки статора представлены на рисунке 3.11. У распределенной обмотки секция разбивается на две полусекции, исходящие из одного паза, причем одна полусекция отходит влево, другая вправо. Петлевая обмотка имеет секции или полусекции в виде катушек с лобовыми соединениями по обе стороны пакета статора, волновая же действительно напоминает волну, т.к. ее лобовые соединения расположены поочередно то с одной, то с другой стороны статора.

Соединение фаз производится, как правило, в «звезду», однако автоматическая намотка провода большого сечения затруднена, поэтому в генераторах повышенной мощности применяют соединение в «треугольник» или две «звезды» параллельно («двойная звезда»). В таблице 3.1 приведены обмоточные данные некоторых типов отечественных генераторов. После намотки обмотки пропитываются специальным материалом, повышает их механическую и электрическую прочность, а также снижает нагрев.

Катушечная обмотка возбуждения имеет сопротивление, которое определяется максимально допустимой величиной тока регулятора напряжения, наматывается на каркас или непосредственно на втулку ротора. Полюсные половины при сборке напрессовываются на вал ротора под давлением, чтобы уменьшить паразитные воздушные зазоры по торцам втулки, ухудшающие характеристики генератора. При запрессовке материал полюсных половин затекает в проточки вала, делая полюсную систему ротора трудноразборной. В конструкции, где втулка разделена на две части, выполненные заодно с полюсными половинами, паразитный зазор всего один. Такое исполнение характерно для генераторов Г222; 37.3701.

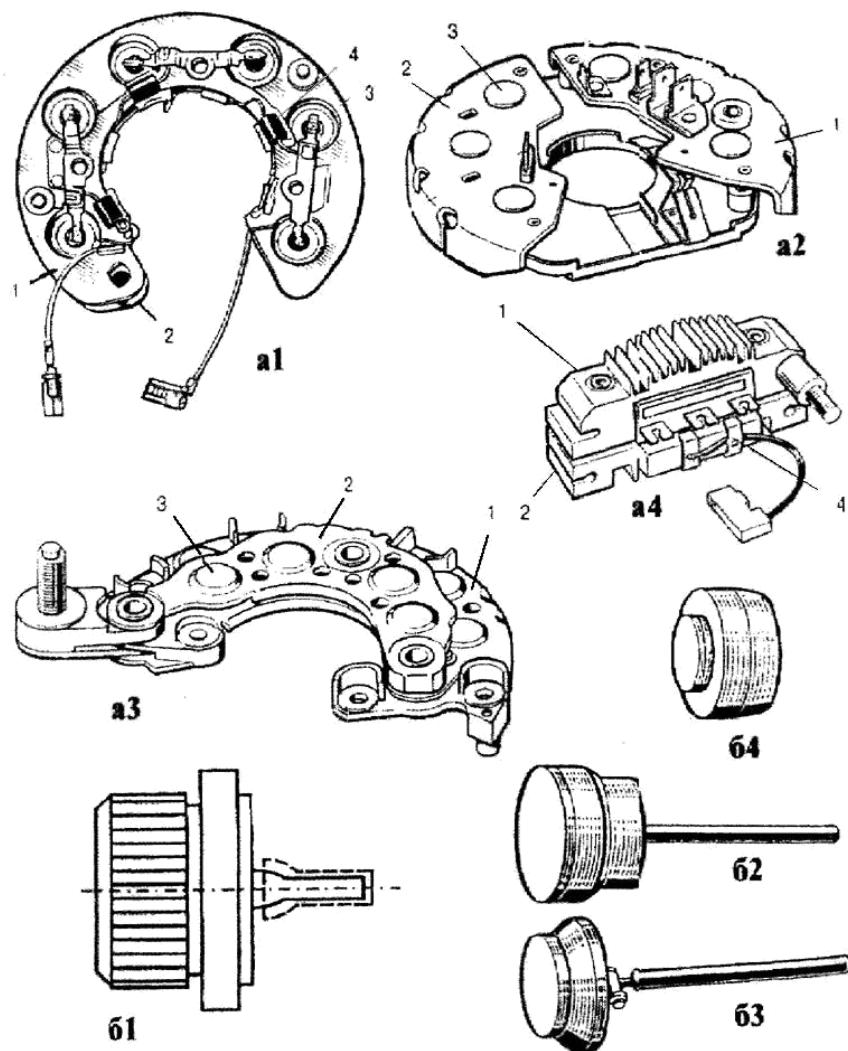
У генераторов легковых автомобилей значительную проблему составляет магнитный шум генератора. Для уменьшения этого шума клювы полюсной системы имеют небольшие скосы по краям. Некоторые фирмы применяют специальное немагнитное противошумовое кольцо, расположенное под острыми краями клювов и приваренное к ним. Кольцо не дает клювам приходить в колебание и излучать звук.

Отечественные генераторы оборудованы цилиндрическими медными кольцами, к которым припаяны или приварены концы обмотки возбуждения. В мировой практике встречаются кольца из латуни или нержавеющей стали, что снижает их износ и окисление, особенно во влажной среде. Встречаются также кольца, расположенные по торцу вала.

Щеточные узлы - это пластмассовая конструкция, в которой установлены щетки двух типов - меднографитные и электрографитные. В отечественных генераторах применяются электрографитные щетки ЭГ51 А размером 5x8x18мм (генераторы Г222, 37.3701 и др) и меднографитные М1 размером 6x 6,5x13 мм (генераторы 16.3701, 58.3701 и др). Электрографитные щетки имеют повышенное падение напряжения в контакте с кольцами, что неблагоприятно сказывается на выходных характеристиках генератора, но они обеспечивают меньший износ колец.

Выпрямительные узлы, применяющиеся на автомобильных генераторах, разделяются на два типа: либо это пластины - теплоотводы, в которые запрессовываются или к которым припаиваются диоды, а как вариант - в которых герметизированы кремневые переходы, либо это сильно оребренные конструкции, к которым припаиваются диоды таблеточного типа.

Типичный отечественный выпрямительный блок БПВ11-60 генератора 37.3701, блоки генераторов фирм Bosch (Германия), NipponDenso (Япония), относящиеся к первому типу, а также блок генераторов фирмы MagnetiMarelli (Италия) второго типа вместе с применявшимися на них диодами изображены на рисунке 3.12.



*Рисунок 3.12 - Выпрямительные блоки генераторов:*

*a1, a2, a3, a4 – выпрямительные блоки, соответственно, БПВ 11–60 генератора 37.3701; генератора BOSCH; генераторов NipponDenso; генераторов MagnetiMarelli; 61, 62, 63, 64 – соответственно диоды этих блоков; 1 – положительный теплоотвод; 2 –*

*отрицательный тепло-отвод; 3 – диоды основного выпрямителя; 4 – диоды дополнительного выпрямителя.*

Выпрямительные блоки отечественных генераторов используют диоды Д104-20, Д104-25 и Д104 -35, рассчитанные, соответственно, на максимально допустимые токи 20, 25 и 35 А, или их аналоги, имеющие такие же размеры и характеристики, а также, в последних конструкциях , силовые стабилитроны. Стабилитроны применяются в основном там, где на генераторы установлены регуляторы с микросхемой на монокристалле кремния или с использованием полевых транзисторов.

Диоды и стабилитроны выполняются в корпусе диаметром 12,77 мм, в модификациях с анодом или катодом на корпусе, для запрессовки соответственно в отрицательный или положительный теплоотводы. В трехфазных генераторах максимальный ток генератора не должен превышать уточненное значение максимально допустимого тока через диод, установленный в выпрямителе. Если это происходит, применяют параллельное включение диодов или выпрямителей. В дополнительном выпрямителе устанавливаются диоды на ток 2 А.

Блок БПВ 76-80-02 выполнен для работы в схеме по рисунку 3.6 ж, на силовых стабилитронах и имеет 4 плеча и дополнительный выпрямитель на ток 6 А.

Аналогичный блок БПВ 26-80 имеет 3 плеча на силовых стабилитронах. В генераторе 25.3771 установлен один защитный стабилитрон.

Подшипниковые узлы генераторов - это, как правило, радиальные шариковые подшипники со встроенными в подшипник уплотнениями и одноразовой закладкой смазки.

Посадка шариковых подшипников со стороны контактных колец на вал плотная в крышку - скользящая, со стороны привода, наоборот, плотная посадка в крышку и скользящая на вал. Такая посадка оставляет возможность проворота наружной обоймы подшипника со стороны контактных колец в гнезде с последующим выходом его из строя.

Привод генератора осуществляется клиновым ремнем через шкив, установленный на валу ротора. Качество обеспечения питанием потребителей, в том числе зарядка аккумуляторной батареи, зависит от передаточного числа ременной передачи, равном отношению диаметров ручьев шкивов коленчатого вала двигателя и генератора. Чем больше это

число, тем больший ток может отдать потребителям генератор. Однако при больших передаточных числах происходит ускоренный износ ремня. Поэтому для клиновидных ремней это число не превышает 2,5 (у автомобилей ВАЗ - 2,04; «Волга» ГАЗ-24 - 2,4; «Москвич» - 1,7; ЗИЛ - 431410 - 1,82).

# Лабораторная работа № 3

## Исследование регулятора напряжения генератора

### Цель работы

Изучение устройства и принципов работы регулятора напряжения автомобильной генераторной установки.

#### 1 Общие положения

Регулятор напряжения поддерживает напряжение бортовой сети в заданных пределах во всех режимах работы при изменении частоты вращения ротора генератора, электрической нагрузки, температуры окружающей среды.

Кроме того, он может выполнять дополнительные функции: защищать элементы генераторной установки от аварийных режимов и перегрузки, автоматически включать в бортовую сеть цепь обмотки возбуждения или систему сигнализации аварийной работы генераторной установки.

Все регуляторы напряжения работают по единому принципу. Напряжение генератора определяется тремя факторами – частотой вращения ротора, силой тока, отдаваемой генератором в нагрузку, и величиной магнитного потока, создаваемой током обмотки возбуждения. Чем выше частота вращения ротора и меньше нагрузка на генератор, тем выше напряжение генератора. Увеличение силы тока в обмотке возбуждения увеличивает магнитный поток и с ним напряжение генератора, снижение тока возбуждения уменьшает напряжение. Все регуляторы напряжения, отечественные и зарубежные, стабилизируют напряжение изменением тока возбуждения. Если напряжение возрастает или уменьшается, регулятор соответственно уменьшает или увеличивает ток возбуждения и вводит напряжение в нужные пределы. Блок-схема регулятора напряжения представлена на рис. 4.1. Регулятор 1 содержит измерительный элемент 5, элемент сравнения 3 и регулирующий элемент 4. Измерительный элемент воспринимает напряжение генератора 2  $U_d$  и преобразует его в сигнал  $U_{изм}$ , который в элементе сравнения сравнивается с эталонным значением  $U_{эт}$ .

Если величина  $U_{изм}$  отличается от эталонной величины  $U_{эт}$ , на выходе измерительного элемента появляется сигнал  $U_0$ , который активирует регулирующий элемент, изменяющий ток в обмотке возбуждения так, чтобы напряжение генератора вернулось в заданные пределы.

Таким образом, к регулятору напряжения обязательно должно быть подведено напряжение генератора или напряжение из другого места бортовой сети, где необходима его стабилизация, например, от аккумуляторной батареи, а также подсоединенна обмотка возбуждения генератора.

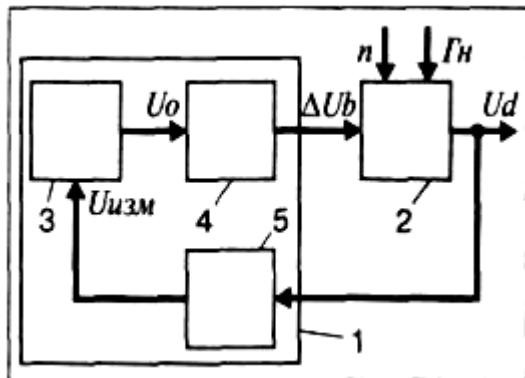


Рис. 4.1. Блок-схема регулятора напряжения.

Если функции регулятора расширены, то и число подсоединений его в схему растет.

Чувствительным элементом электронных регуляторов напряжения является входной делитель напряжения. С входного делителя напряжение поступает на элемент сравнения, где роль эталонной величины играет обычно напряжение стабилизации стабилитрона. Стабилитрон не пропускает через себя ток при напряжении ниже напряжения стабилизации и «пробивается», т.е. начинает пропускать через себя ток, если напряжение на нем превысит напряжение стабилизации. Напряжение же на стабилитроне остается при этом практически неизменным. Ток через стабилитрон включает электронное реле, которое коммутирует цепь возбуждения таким образом, что ток в обмотке возбуждения изменяется в нужную сторону. В вибрационных и контактно-транзисторных регуляторах чувствительный элемент представлен в виде обмотки электромагнитного реле, напряжение к которой, впрочем, тоже может подводиться через входной делитель, а эталонная величина – это сила натяжения пружины, противодействующая силе притяжения электромагнита. Коммутацию в цепи обмотки возбуждения осуществляют контакты реле или, в контактно-транзисторном регуляторе, полупроводниковая схема, управляемая этими контактами. Особенностью автомобильных регуляторов напряжения является то, что они осуществляют дискретное регулирование напряжения путем включения и выключения в цепь питания обмотки возбуждения (в транзисторных регуляторах) или последовательно с обмоткой дополнительного резистора (в вибрационных и контактно-транзисторных регуляторах), при этом меняется относительная продолжительность включения обмотки или дополнительного резистора.

Поскольку вибрационные и контактно-транзисторные регуляторы представляют лишь исторический интерес, а в отечественных и зарубежных генераторных установках в настоящее время применяются электронные транзисторные регуляторы, удобно рассмотреть принцип работы регулятора напряжения на примере простейшей схемы, близкой к отечественному регулятору напряжения Я112А1 и регулятору ЕЕ14V3 фирмы BOSCH (рис. 4.2).

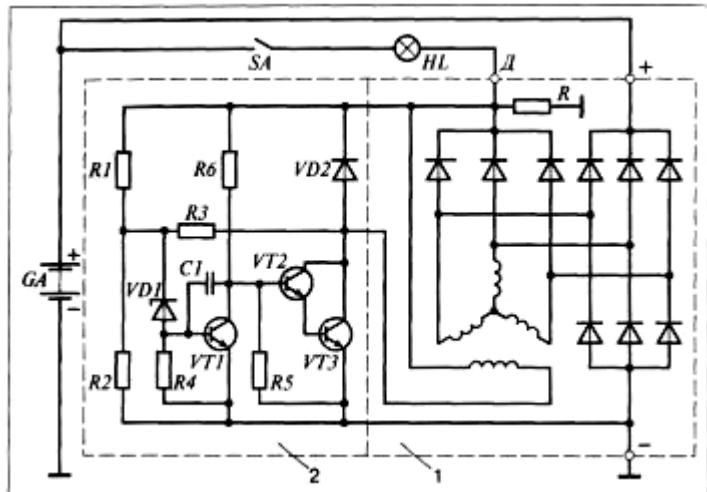


Рис. 4.2. Схема электронного транзисторного регулятора напряжения:  
1 – генератор; 2 – регулятор

Регулятор 2 на схеме работает в комплексе с генератором 1, имеющим дополнительный выпрямитель обмотки возбуждения. Чтобы понять работу схемы, следует вспомнить, что, как было показано выше, стабилитрон не пропускает через себя ток при напряжениях ниже величины напряжения стабилизации. При достижении напряжением этой величины стабилитрон пробивается и по нему начинает протекать ток.

Транзисторы же пропускают ток между коллектором и эмиттером, т.е. открыты, если в цепи база-эмиттер ток протекает, и не пропускают этого тока, т.е. закрыты, если базовый ток прерывается.

Напряжение к стабилитрону VD1 подводится от выхода генератора Д через делитель напряжения на резисторах R1, R2. Пока напряжение генератора невелико и на стабилитроне оно ниже напряжения стабилизации, стабилитрон закрыт, ток через него, а, следовательно, и в базовой цепи транзистора VT1 не протекает, транзистор VT1 закрыт. В этом случае ток через резистор R6 от вывода Д поступает в базовую цепь транзистора VT2, он открывается, через его переход эмиттер-коллектор начинает протекать ток в базе транзистора VT3, который открывается тоже. При этом обмотка возбуждения генератора оказывается через переход эмиттер-коллектор VT3 подключена к цепи питания. Соединение транзисторов VT2, VT3, при котором их коллекторные выводы объединены, а питание базовой цепи одного транзистора производится от эмиттера другого, называется схемой Дарлингтона. При таком соединении оба транзистора могут рассматриваться как один составной транзистор с большим коэффициентом усиления. Обычно такой транзистор и выполняется на одном кристалле кремния. Если напряжение генератора возросло, например из-за увеличения частоты вращения его ротора, то возрастает и напряжение на стабилитроне VD1.

При достижении этим напряжением величины напряжения стабилизации стабилитрон VD1 пробивается, ток через него начинает поступать в базовую цепь транзистора VT1, который открывается и своим переходом эмиттер-коллектор закорачивает вывод базы составного транзистора VT2, VT3 на «массу». Составной транзистор закрывается, разрывая цепь питания обмотки

возбуждения. Ток возбуждения спадает, уменьшается напряжение генератора, закрываются стабилитрон VD2, транзистор VT1, открывается составной транзистор VT2, VT3, обмотка возбуждения вновь включается в цепь питания, напряжение генератора возрастает и т.д., процесс повторяется.

Таким образом, регулировка напряжения генератора регулятором осуществляется дискретно через изменение относительного времени включения обмотки возбуждения цепи питания. При этом ток в обмотке возбуждения изменяется так, как показано на рис. 4.3. Если частота вращения генератора возросла или нагрузка его уменьшилась, время включения обмотки уменьшается, если частота вращения уменьшилась или нагрузка возросла – увеличивается.

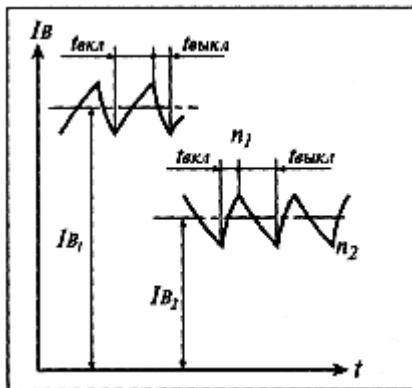


Рис. 4.3. Изменение силы тока в обмотке возбуждения  $I_B$  по времени  $t$ ,  $t_{вкл}$  и  $t_{выкл}$  – соответственно время включения и выключения обмотки возбуждения генератора;  $n_1$  и  $n_2$  – частоты вращения ротора генератора, причем  $n_2$  больше  $n_1$ ;  $I_{B1}$  и  $I_{B2}$  – среднее значение тока в обмотке возбуждения.

В схеме регулятора (рис. 4.2) имеются элементы, характерные для схем всех применяющихся на автомобилях регуляторов напряжения. Диод VD2 при закрытии составного транзистора VT2, VT3 предотвращает опасные всплески напряжения, возникающие из-за обрыва цепи обмотки возбуждения со значительной индуктивностью.

В этом случае ток обмотки возбуждения может замыкаться через этот диод, и опасных всплесков напряжения не происходит.

Поэтому диод VD2 носит название гасящего. Сопротивление R3 является сопротивлением жесткой обратной связи. При открытии составного транзистора VT2, VT3 оно оказывается подключенным параллельно сопротивлению R2 делителя напряжения. При этом напряжение на стабилитроне VD2 резко уменьшается, что ускоряет переключение схемы регулятора и повышает частоту этого переключения. Это благотворно сказывается на качестве напряжения генераторной установки. Конденсатор C1 является своеобразным фильтром, защищающим регулятор от влияния импульсов напряжения на его входе.

Вообще конденсаторы в схеме регулятора либо предотвращают переход этой схемы в колебательный режим и возможность влияния посторонних

высокочастотных помех на работу регулятора, либо ускоряют переключения транзисторов.

В последнем случае конденсатор, заряжаясь в один момент времени, разряжается на базовую цепь транзистора в другой момент, ускоряя броском разрядного тока переключение транзистора и, следовательно, снижая потери мощности в нем и его нагрев.

Из рис. 4.2 хорошо видна роль лампы контроля работоспособного состояния генераторной установки HL.

При неработающем двигателе внутреннего сгорания замыкание контактов выключателя зажигания SA позволяет току от аккумуляторной батареи GA через эту лампу поступать в обмотку возбуждения генератора. Этим обеспечивается первоначальное возбуждение генератора. Лампа при этом горит, сигнализируя, что в цепи обмотки возбуждения нет обрыва.

После запуска двигателя, на выводах генератора D и «+» появляется практически одинаковое напряжение и лампа погасает. Если генераторная установка при работающем двигателе автомобиля не развивает напряжения, то лампа HL продолжает гореть и в этом режиме, что является сигналом об отказе генераторной установки или обрыве приводного ремня.

Введение резистора R в генераторную установку способствует расширению диагностических способностей лампы HL. Наличие этого резистора при работающем двигателе автомобиля дает возможность определить обрыв цепи обмотки возбуждения, то лампа HL загорится.

Аккумуляторная батарея для своей надежной работы требует, чтобы с понижением температуры электролита напряжение, подводимое к батарее от генераторной установки, несколько повышалось, а с повышением температуры – понижалось.

Для автоматизации процессов изменения уровня поддерживаемого напряжения применяется датчик, помещенный в электролит аккумуляторной батареи и включаемый в схему регулятора напряжения. В простейшем случае термокомпенсация в регуляторе подобрана таким образом, что в зависимости от температуры поступающего в генератор охлаждающего воздуха напряжение генераторной установки изменяется в заданных пределах.

В рассмотренной схеме регулятора напряжения, как и во всех регуляторах аналогичного типа, частота переключений в цепи обмотки возбуждения изменяется по мере изменения режима работы генератора. Нижний предел этой частоты составляет 25-50 Гц.

Однако имеется и другая разновидность схем электронных регуляторов, в которых частота переключения строго задана. Регуляторы такого типа оборудованы широтно-импульсным модулятором (ШИМ), который и обеспечивает заданную частоту переключения. Применение ШИМ снижает влияние на работу регулятора внешних воздействий, например, уровня пульсаций выпрямленного напряжения и т.п.

В настоящее время все больше зарубежных фирм переходит на выпуск генераторных установок без дополнительного выпрямителя. Для

автоматического предотвращения разряда аккумуляторной батареи при неработающем двигателе автомобиля в регулятор такого типа заводится фаза генератора. Регуляторы, как правило, оборудованы ШИМ, который, например, при неработающем двигателе переводит выходной транзистор в колебательный режим, при этом ток в обмотке возбуждения невелик и составляет доли ампера.

После запуска двигателя сигнал с вывода фазы генератора переводит схему регулятора в нормальный режим работы.

Схема регулятора осуществляет в этом случае и управление лампой контроля работоспособного состояния генераторной установки.

## 2 Приборы и оборудование

Для выполнения работы необходимы вольтметр, амперметр, регулируемый источник питания, соединительные провода, аккумулятор, генератор, осциллограф.

## 3 Порядок выполнения работы

### Часть 1. Исследование работы регулятора напряжения Я112 В

1. Собрать схему на рис. 4.4.

2. Плавно изменяя напряжение источника питания измерить напряжение включения – выключения регулятора напряжения и частоту переключения регулятора.

3. Измерить ток потребления.

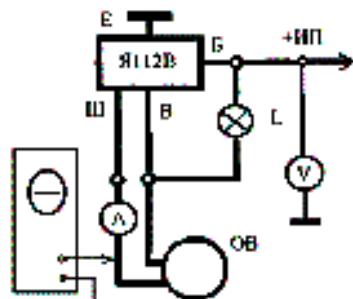


Рис. 4.4 Схема включения регулятора напряжения Я112В для измерений параметров

### Часть 2. Исследование работы регулятора напряжения Я112 В

1. Собрать схему на рис. 4.5.

2. Плавно изменяя напряжение источника питания измерить напряжение включения – выключения регулятора напряжения и частоту переключения регулятора. Измерить время включенного и выключенного состояния регулятора в зависимости от изменяемого напряжения питания.

3. Измерить ток потребления при включенном и выключенном питании на выводе Р регулятора.

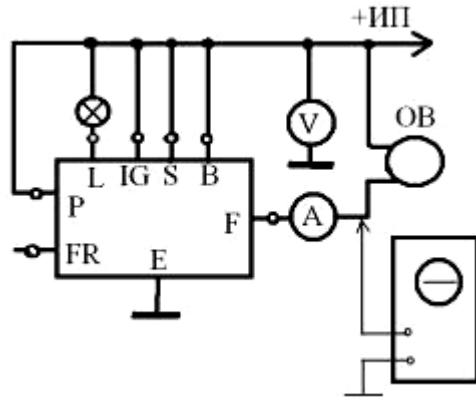


Рис. 4.5. Схема включения регулятора напряжения с ШИМ для измерений параметров

#### 4 Оформление отчета

В отчете обязательно должны быть указаны:

- 4.1. Цель работы.
- 4.2. Ход работы.
- 4.3. Данные, полученные при выполнении частей 1 и 2 лабораторной работы.
- 4.4 Выводы.

#### 5 Контрольные вопросы

1. В каких пределах выбирается регулируемое напряжение и чем оно определяется?
2. Что такое зарядный баланс?
3. Какие типы регуляторов напряжения существуют?
4. Каким образом на автомобиле осуществляется контроль работоспособности генераторной установки?

## Лабораторная работа № 4

### Конструкция, принцип действия, характеристики катушки зажигания

Цель работы: изучить устройство и принцип работы исследуемых катушек зажигания.

#### Ход работы

Катушка зажигания предназначена для формирования тока высокого напряжения (порядка 20...35 кВ) с целью образования искры между электродами свечи зажигания и воспламенения рабочей смеси в двигателе внутреннего сгорания.

#### Устройство катушки зажигания

Катушка зажигания представляет собой повышающий трансформатор, который имеет магнитопровод (сердечник) и две обмотки. По конструкции магнитной цепи катушки зажигания разделяются на два типа: с разомкнутым и замкнутым магнитопроводом. В катушках с разомкнутой магнитной цепью магнитный поток большую часть пути проходит по воздуху, а в катушках с замкнутой магнитной цепью основную часть пути магнитный поток проходит по стальному сердечнику и только несколько десятых долей миллиметра – по воздуху. Конструкции катушек с разомкнутым и замкнутым магнитопроводами существенно отличаются.

Обмотки катушки зажигания могут иметь как автотрансформаторную (с общей точкой), так и трансформаторную связь. Примеры схем соединений первичной I и вторичной II обмоток приведены на рисунке 5.1, а-в.

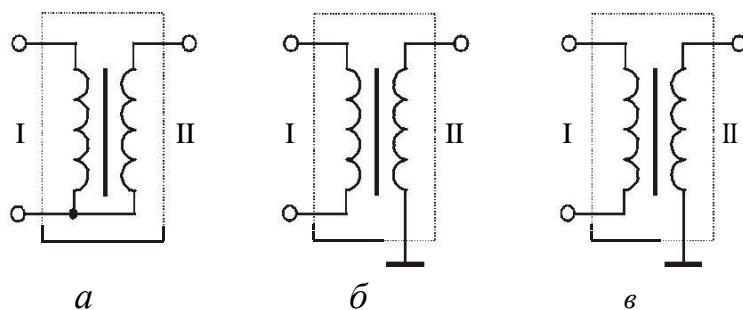


Рисунок 5.1 - Электрические схемы катушек зажигания.

Автотрансформаторная связь упрощает конструкцию и технологию изготовления катушки, а также незначительно увеличивает вторичное напряжение. Трансформаторная связь обычно применяется в катушках электронных систем зажигания во избежание опасных воздействий всплесков напряжения на электронные элементы.

Устройство типовой катушки зажигания с разомкнутым магнитопроводом приведено на рисунке 5.2, где 1 – керамический изолятор; 2 – корпус; 3 – изоляционная конденсаторная бумага обмоток; 4 – первичная

обмотка; 5 – вторичная обмотка; 6 – изоляция между обмотками; 7 – клеммавывода первичной обмотки; 8 – контактный винт ; 9 – центральная клемма для провода высокого напряжения; 10 – крышка; 11 – клемма подвода питания; 12 – контактная пружина; 13 – каркас вторичной обмотки ; 14 – наружная изоляция первичной обмотки; 15 – скоба крепления; 16 – наружный магнитопровод; 17 – сердечник. Такую или аналогичную конструкцию имеют катушки Б114, Б115, Б117, 27.3705.

Сердечник катушки зажигания состоит из пакета пластин электротехнической стали. На нем расположены две обмотки: низковольтная первичная I и высоковольтная вторичная II (рисунок 5.3). Вторичная обмотка намотана на изоляционную втулку проводом 0,06...0,09 мм. Число ее витков лежит в пределах 14 - 40 тысяч. Поверх вторичной через изоляционную прокладку намотана первичная обмотка . Обмотка имеет несколько сотен витков провода диаметром 0,5...0,9 мм. Отношение числа витков вторичной обмотки  $W_2$  к числу витков первичной обмотки  $W_1$  называется коэффициентом трансформации  $k_{tp}$  катушки зажигания. Его значение лежит обычно в пределах от 70 до 230.

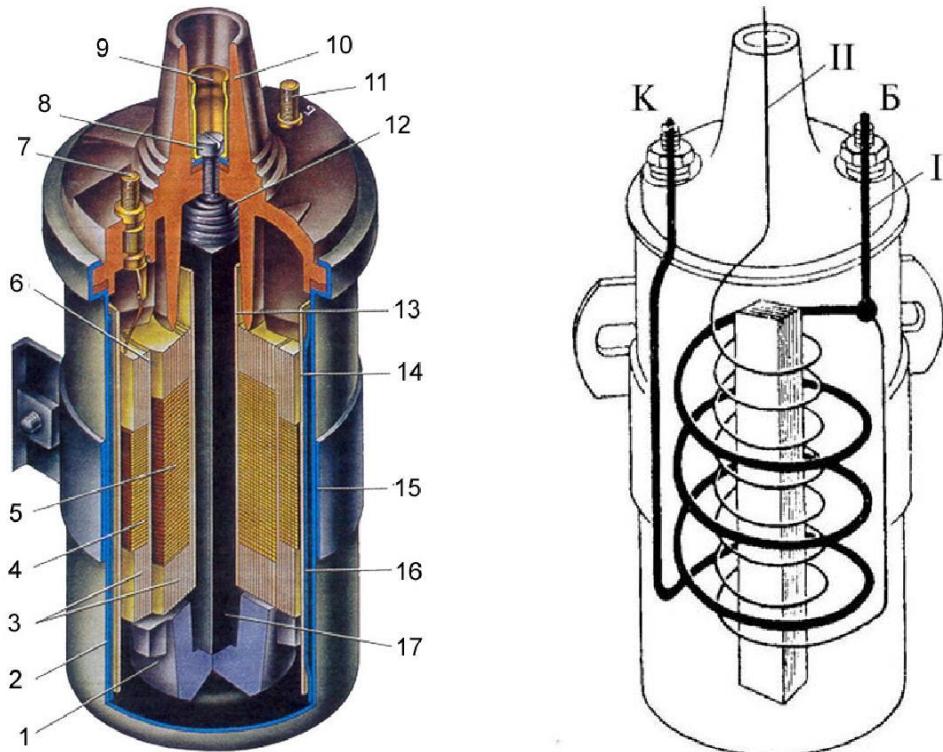


Рисунок 5.2-Конструкция катушки зажигания с разомкнутым магнитопроводом      Рисунок 5.3 - Электромагнитная система катушки зажигания

Обмотки с сердечником помещены в кожух (корпус), от которого сердечник изолирован керамическим изолятором. Рядом с кожухом располагается витой наружный магнитопровод, увеличивающий индуктивность катушки. Крышка катушки зажигания имеет две низковольтные клеммы и вывод для подключения высоковольтного провода (в виде латунной вставки). На

низковольтные клеммы выведены концы первичной обмотки. Они могут обозначаться следующим образом: первый (совместный) вывод: "Б", "+" или "15", а второй: "К", "−" или "1". К высоковольтной клемме через пружину подключен один из выводов вторичной обмотки.

В ряде конструкций катушек зажигания вывод вторичной обмотки соединен с центральной для провода высокого напряжения через центральный стержень магнитопровода. Чтобы данный сердечник не имел электрического контакта с корпусом и был жестко зафиксирован в корпусе, снизу установлен изолятор (керамическая опора).

Соединение крышки с корпусом выполнено завальцовкой, что делает конструкцию герметичной и неразборной, причем внутренняя полость катушки для улучшения охлаждения заполнена трансформаторным маслом. В связи с этим катушки такого типа называются маслонаполненными.

В некоторых системах зажигания с катушкой зажигания используется добавочный резистор. В этом случае катушки рассчитаны на рабочее напряжение 6...8 В. При пуске двигателя, когда напряжение аккумуляторов батареи подсаживается нагрузкой, резистор закорачивается вспомогательными контактами тягового реле стартера или контактами дополнительного реле включения стартера. Во время работы двигателя он включен последовательно с первичной обмоткой и гасит избыточное напряжение. Добавочный резистор может крепиться как на самой катушке, так и отдельно от нее.

На рисунке 5.4 показана конструкция сухой катушки зажигания 29.3705, где 1 – изоляционная пластмасса; 2 – вторичная обмотка; 3 – первичная обмотка; 4 – выводы первичной обмотки; 5 – сердечник; 6 – выводы вторичной обмотки. В данной катушке обмотки пропитаны эпоксидным компаундом и вместе с сердечником опрессованы морозостойким полипропиленом, который собственно и образует корпус. Катушка 29.3705 является двухвыводной (схема соединений ее обмоток показана на рисунке 5.1, в) и предназначена для бесконтактного распределения высокого напряжения.

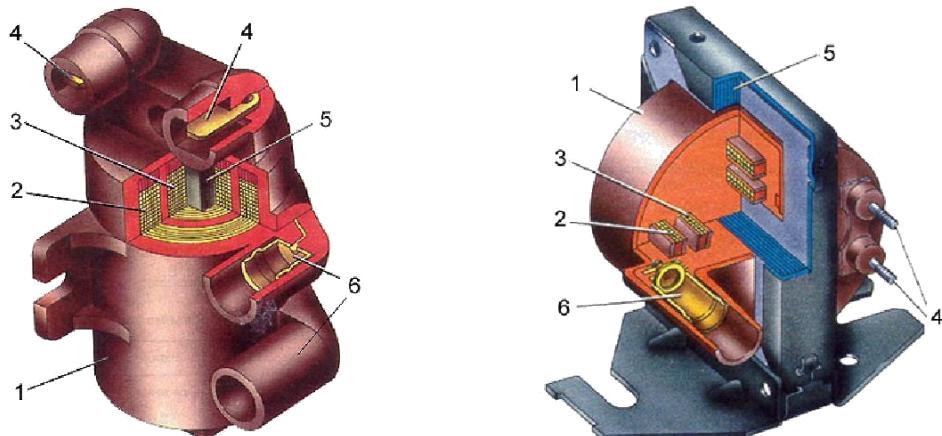


Рисунок 5.4 - Конструкция катушки  
зажигания 29.3705

Катушки с замкнутым магнитопроводом получают в последнее время все большее распространение. Наличие замкнутого магнитопровода позволяет накопить необходимую для воспламенения рабочей смеси энергию в значительно меньшем объеме катушки, снизить расход обмоточной меди и трудоемкость изготовления. Кроме этого магнитные силовые линии замыкаются практически только по сердечнику и не излучаются в пространство, благодаря этому уменьшаются радиопомехи. Но данный магнитопровод только условно можно назвать замкнутым, так как в нем имеется воздушный зазор 0,3...0,5 мм. Он препятствует насыщению сердечника, сдерживающего изменение магнитного потока.

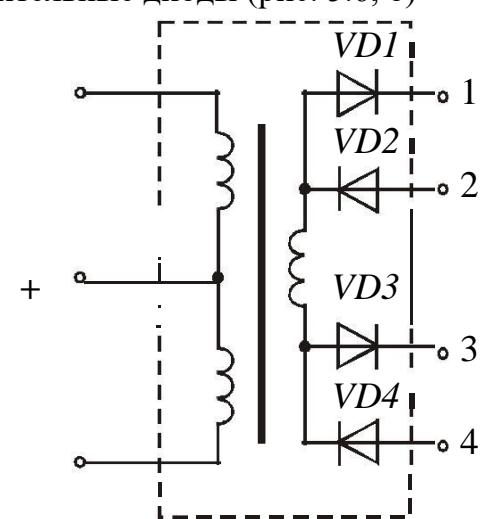
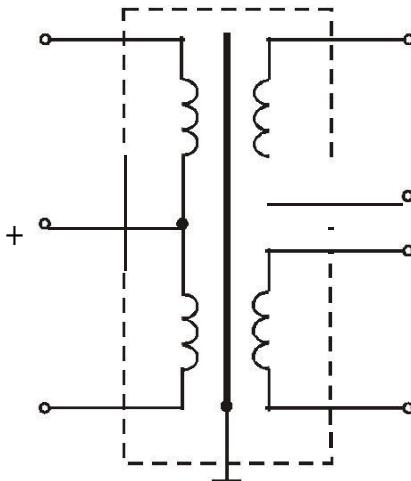
На рисунке 5.5 приведена конструкция одновыводной катушки зажигания 3112.3705. Ее сердечник образован Ш-образными пластинами электротехнической стали. На среднем стержне расположен пластмассовый корпус с обмотками. При этом вторичная обмотка намотана на многосекционный каркас (что уменьшает ее емкость и снижает вероятность межвиткового пробоя), а первичная размещена внутри каркаса. Обе обмотки залиты эпоксидным компаундом.

Катушка в сборе с обмотками и выводами представляет собой магнитную конструкцию с высокой стойкостью к механическим, электрическим и климатическим воздействиям.

Аналогичную, но двухвыводную конструкцию имеет катушка зажигания 3009.3705.

В микропроцессорных системах зажигания применяются четырех-выводные катушки зажигания. Конструкция катушки зажигания, электрическая схема которой приведена на рисунке 5.6,а, состоит из двухвыводных катушек, собранных на общем Ш-образном магнитопроводе (на крайних стержнях). В ней общим элементом является средний стержень магнитопровода, а взаимное влияние двух катушек друг на друга исключается с помощью воздушных зазоров (1...2 мм) на крайних стержнях, чем увеличивается магнитное сопротивление в магнитопроводе и достигается развязка каналов. В четырехвыводных катушках, имеющих первичную обмотку, разделенную на две части, работающие попеременно, в катушку встыковляются высоковольтные разделительные диоды (рис. 5.6, б)

Рисунок 5.5 - Конструкция катушки  
зажигания 3112.3705



*a)*

*б)*

Рисунок 5.6 - Схема четырехвыводных катушек зажигания

### Принцип работы катушки зажигания

Для принудительного воспламенения рабочей смеси в камере сгорания бензинового двигателя требуется электрическая искра между электродами свечи зажигания. Искра образуется в результате подачи импульса тока высокого напряжения на электроды свечи от катушки зажигания.

Пример подключения катушки зажигания в классической системе зажигания показан на рисунке 5.7, где 1 – выключатель зажигания, 2 – катушка зажигания, 3 – распределитель напряжения, 4 – высоковольтные провода, 5 – свечи зажигания, 6 – конденсатор, 7 – аккумуляторная батарея, 8 – генераторная установка.

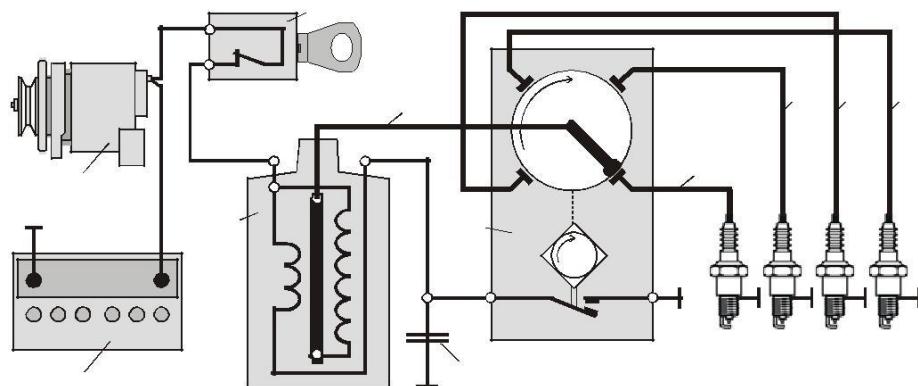


Рисунок 5.7 - Схема контактной системы зажигания

Первичная обмотка катушки зажигания через контакты прерывателя (или силовой транзистор коммутатора в электронной системе зажигания) соединена с аккумуляторной батареей. Для уменьшения обгорания контактов прерывателя из-за возможного искрообразования, а также для повышения скорости нарастания вторичного напряжения параллельно контактам прерывателя включается конденсатор  $C_1$ . Емкость данного конденсатора лежит в пределах 0,17...0,35 мкФ (для автомобилей ВАЗ – 0,20...0,25 мкФ). В ряде систем зажигания в этой цепи еще присутствует добавочный резистор, предназначенный для ограничения тока в первичной обмотке катушки зажигания после пуска двигателя. Вторичная обмотка через ротор распределителя и высоковольтные провода соединена со свечами зажигания.

Рабочий процесс, протекающий в классической системе зажигания, можно разбить на три этапа: замыкание контактов прерывателя, размыкание контактов прерывателя и искровой разряд между электродами свечи.

### Обозначение катушек зажигания

Ранее катушки зажигания обозначались буквой «Б», номером модели и ее модификацией. Например, Б117-А. Теперь используется цифровое обозначение вида XXXX.3705, где первые две цифры соответствуют номеру модели, третья цифра – модификации, а четвертая – исполнению (в ряде

случаев третья и четвертая цифры могут отсутствовать). Так 3112.3705 – это катушка зажигания 31 модели, первой модификации и общеклиматического исполнения.

Технические конструкторские данные катушек зажигания К основным техническим параметрам катушек зажигания относятся:

- сопротивление первичной обмотки  $R_1$  (вместе с добавочным сопротивлением определяет значение установившегося тока  $i_1$ );
- индуктивность первичной обмотки  $L_1$  (определяет значения накапливаемой энергии  $W_m$  и вторичного напряжения  $U_{2max}$ );
- сопротивление  $R_2$  и индуктивность  $L_2$  вторичной обмотки (определяют длительность искрового разряда);
- сопротивление потерь  $R_n$ , учитывающее магнитные потери и утечки тока через изоляцию (определяет значение коэффициента  $\eta$ ). Обычно для катушек классических систем зажигания  $R_n \approx 3\dots6$  МОм, а электронных –  $6\dots12$  МОм;
- емкость вторичной обмотки  $C_2$  (определяет значение  $U_{2max}$ );
- коэффициент трансформации  $k_{tp}$  (определяет значение  $U_{2max}$ ).

#### Особенности работы катушек зажигания

Параметры и характеристики катушек зажигания, предназначенных для работы в классической (КСЗ) и электронной (ЭСЗ) системах зажигания различаются. Это накладывает определенные ограничения по их замене. Так, например, сравнив значения сопротивлений первичных обмоток катушек зажигания 27.3705, 29.3705 (ЭСЗ) и Б117-А (КСЗ), можно отметить, что у последней сопротивление в несколько раз больше. Следовательно, при использовании в классической системе зажигания, где ток 3…5 А, катушки от ЭСЗ получится, что ток в первичной обмотке будет около 25…30 А. А так как катушка зажигания для систем высокой энергии рассчитана обычно на работу до 10 А, то она через некоторое время выйдет из строя. В электронных системах зажигания возможно применение катушки от КСЗ, но высокого напряжения энергии зажигания получить не удастся. Замена одной катушки на другую при существенном различии их параметров (более 10…15%) недопустима.

Ряд катушек зажигания (например, Б114, Б115 и Б116) из-за невысоких характеристик электростартерной системы используют добавочный резистор никелевой или константановой проволоки. Их первичная обмотка подключается (клемма "ВК") к аккумуляторной батарее через выключатель стартера. При пуске двигателя (из-за значительного потребления стартером тока АКБ) напряжение питания понижено, но меньшее сопротивление первичной обмотки катушки обеспечивает требуемый ток в первичной обмотке и напряжение на вторичной. После запуска питание к катушке поступает от выключателя зажигания через дополнительный резистор (клемма "ВКБ"). Дополнительный резистор из никелевой проволоки не

только ограничивает ток в первичной обмотке, но также является вариатором (т.е. в зависимости от нагрева изменяет свое сопротивление). При малых оборотах двигателя ток успевает достичь большой величины, что нежелательно, так как начинают усиленно обгорать контакты прерывателя и чрезмерно возрастает вторичное напряжение. С нагревом же вариатор увеличивает сопротивление и уменьшает ток. Например, добавочный резистор для катушки Б115-В изменяет свое сопротивление от 1,7 до 4,5 Ом, что ограничивает ток в обмотке около 3 А.

Катушки зажигания при работе нагреваются и при неправильной эксплуатации (например, при длительной работе катушки с закороченным дополнительным резистором, несоответствии типа катушки типу системы зажигания, неполном вводе наконечников высоковольтных проводов в отверстия выводов крышки распределителя и др.) возможен ее перегрев. При перегреве катушки возможен пробой изоляции вторичной обмотки. В этом случае при каждом размыкании контактов прерывателя внутри катушки будет происходить искровой разряд, вызывающий перебои в работе свечей. Термическое разрушение изоляции витков первичной обмотки часто может привести к межвитковому замыканию проводов. Это уменьшит сопротивление цепи и приведет к увеличению силы тока первичной обмотки и еще большему перегреву катушки.

На работоспособность катушки в системе зажигания влияют, не только ее параметры, но и внешнее состояние. Почекневшая латунная клемма в отверстии катушки зажигания приведет к увеличению проходного сопротивления, а значит – к понижению вторичного напряжения. Кроме этого из-за плохого контакта центральной клеммы и наконечника провода высокого напряжения может начаться стекание тока (по пути: латунная часть вывода – пластмассовая стенка отверстия – наружная часть крышки- клемма “К” – провод низкого напряжения – подвижный контакт прерывателя). В этом случае край отверстия в пластмассовой крышке катушки зажигания постепенно будет "обугливаться", сопротивление пластмассы понижаться, а путь для стекания тока становиться короче. В итоге в крышке катушки от края отверстия к клемме “К” может образоваться прожог или поверхностная трещина, что приведет к снижению надежности всей системы зажигания (при повышенной влажности двигатель может не только не запускаться, но и заглохнуть на ходу).

## **Лабораторная работа № 5**

### **Изучение устройства, маркировки и условий работы свечей зажигания**

Свеча зажигания предназначена для воспламенения рабочей смеси в

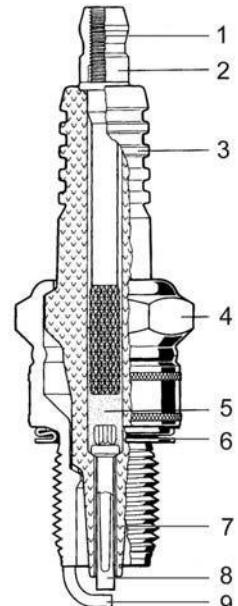
цилиндре двигателя. При подаче высокого напряжения на электроды свечи возникает искровой разряд, воспламеняющий рабочую смесь. Свеча является важнейшим элементом системы зажигания двигателей внутреннего сгорания с принудительным воспламенением рабочей смеси. От качества конструкции свечи и правильного выбора ее параметров во многом зависит надежность работы двигателя.

По исполнению свечи бывают экранированные и неэкранированные (открытого исполнения), по принципу работы: с воздушным искровым промежутком; со скользящей искрой; полупроводниковые; эрозийные; многоискровые (конденсаторные); комбинированные. Наибольшее распространение на автомобилях получили свечи с воздушным искровым промежутком. Это объясняется тем, что они удовлетворительно работают на современных двигателях, наиболее просты по конструкции и технологичны в изготовлении и обслуживании.

### Устройство неэкранированных свечей зажигания

Современные искровые свечи зажигания имеют неразборную конструкцию. Пример типичной неэкранированной свечи приведен на рисунке 6.2, где

- 1 – выводной стержень,
- 2 – контактная головка,
- 3 – керамический изолятор,
- 4 – корпус,
- 5 – токопроводящий герметик,
- 6 – уплотнительная прокладка,
- 7 – тепловой конус,
- 8 – центральный электрод,
- 9 – боковой электрод.



Корпус свечи представляет собой полую резьбовую конструкцию с головкой под шестигранный ключ. Корпус свечи и контактную головку обычно изготавливают из конструкционных сталей. Внутри корпуса располагается керамический изолятор, выполненный из уралита, боркорунда, синоксала, хелумина или других материалов, обладающих высокой температурной, электрической и механической стойкостью. Изолятор должен выдерживать напряжение не менее 30 кВ при его максимальной температуре. Кроме того, изолятор свечи должен иметь фактически нулевое влагопоглощение, а ее поверхность должна быть стойкой к смачиванию.

Внутри изолятора закреплен центральный электрод и выводной стержень. Материал центрального электрода должен обладать высокой

коррозионной и эрозионной стойкостью, жаростойкостью и хорошей теплопроводностью. Поэтому, центральный электрод изготавливается из хромотитановой стали 13Х25Т или хромоникелевого сплава Х20Н80. В свечах с расширенным температурным диапазоном («термоэластик») центральный электрод выполняется из меди, серебра или платины с термостойким покрытием рабочей части. Соединение центрального электрода и выводного стержня (болта) производится специальной токопроводящей стекломассой.

К корпусу свечи приварен боковой электрод из никель-марганцевого или хромоникелевого сплава. Некоторые фирмы, например, Bosch, применяют до четырех боковых электродов в свече. Увеличение числа боковых электродов способствует снижению значения устойчивой частоты вращения коленчатого вала двигателя. Между центральным и боковым электродами устанавливается зазор 0,5...1,2 мм . Чем больше зазор, тем больше воспламеняющая способность искры, но при этом от системы зажигания требуется более высокое напряжение. Для контактной системы зажигания автомобилей ВАЗ обычно рекомендуется зазор 0,5...0,6 мм, АЗЛК - 0,8...0,9 мм, для бесконтактных систем - 0,7...0,8 мм, для микропроцессорных систем с впрыском топлива – 1,0...1,15 мм. Зимой рекомендуется использовать минимальные зазоры или даже уменьшать их на 0,1...0,2 мм. Нарушение зазора между электродами свечи приведет к изменению напряжения и энергии искрового разряда, в результате чего рабочая смесь в цилиндре может не воспламениться, и цилиндр двигателя будет работать с перебоями.

Герметичность резьбового соединения при ввертывании свечи в отверстие головки двигателя обеспечивается уплотнительной прокладкой, а длина резьбовой части корпуса свечи должна быть такой, чтобы конец корпуса не заглублялся и не выступал в камеру сгорания. Материал уплотнительных колец – сталь, алюминий или медь. Естественно, лучшую теплопередачу обеспечивают медные кольца.

Однако герметичность свечи по резьбе зависит не только от состояния самой резьбы (в головке, на свече) и уплотнительного кольца, но и от момента затяжки. Для затяжки свечей используется только специальный "свечной" ключ. Его размер 20,6 мм (13/16 дюйма). Затягивать свечи с использованием воротка большей длины, чем штатный, не рекомендуется. При отворачивании чрезмерно затянутой свечи ее можно просто сломать. Момент затяжки резьбы свечи, для автомобилей ВАЗ составляет 3,2...4,0 кгс· м. У автомобилей зарубежного производства момент затяжки обычно меньше и находится в пределах 1,5...3,0 кгсм.

## Условия работы свечи на двигателе

Свечи в двигателях внутреннего сгорания используются для воспламенения топливовоздушной смеси. Это происходит следующим образом. Высокое напряжение на электродах ионизирует пространство между ними и вызывает проскаивание искры. Искра нагревает некоторое небольшое по объему количество смеси до температуры воспламенения. Далее пламя распространяется по всему объему камеры сгорания. При нормальных условиях (состав смеси, давление, влажность, температура) для воспламенения смеси требуется пробивное напряжение не более 10...14 кВ. В целях получения более надежного зажигания смеси при любых условиях применяют системы зажигания с напряжением 20...35 кВ.

Условия работы свечи очень напряженные. Температура газовой среды в камере сгорания двигателя колеблется от 70°C (температура свежего заряда смеси, поступающей в цилиндр) до 2000 ... 2700°C (максимальная температура цикла), а наружная часть свечи, находящаяся в под-капотном пространстве, обдувается встречным потоком воздуха. Окружающий изолятор воздух подкапотного пространства может иметь температуру от -60 до +80°C. При всем этом температура нижней части изолятора у современных свечей должна быть в тепловых пределах работоспособности от 400 до 900°C (ранее 500...600°C).

При температуре ниже 400°C даже при нормальных составах рабочей смеси, на маслоотражательных колпачках и кольцах на тепловом конусе возможно отложение нагара. Искры между электродами свечи временами вообще не будет, и в работе двигателя появятся перебои.

При температуре 400...500°C с теплового конуса свечи исчезает нагар. Эта температура называется температурой самоочищения свечи.

При температуре теплового конуса более 900°C происходит воспламенение рабочей смеси уже не искрой, а от соприкосновения с раскаленным изолятором, электродами, с частицами сгоревшего нагара. В этом случае наступает калильное зажигание, и двигатель продолжает работать даже при выключенном зажигании. Из-за перегрева начинают выгорать (оплавляться) электроды, изолятор, появляется эрозия торца корпуса.

Так как предельные значения температуры для всех свечей практически одинаковы, а тепловые условия ее работы на различных двигателях существенно отличаются, свечи изготавливаются с различной теплоотдачей. Теплоотдача свечи определяется целым рядом параметров: длиной резьбы и теплового конуса, зазором между тепловым конусом и корпусом, длиной верхней части изолятора и ребра (канавки) на нем,

теплопроводностью материалов (изолятора, электродов, корпуса и т.д.). Свечи с малой теплоотдачей называют «горячими». Они предназначаются для тихоходных двигателей с небольшой степенью сжатия. Свечи с большой теплоотдачей называют «холодными». Они устанавливаются на быстроходные (форсированные) двигатели с высокой степенью сжатия. Если свечи сделаны из одинаковых материалов, то различия только конструктивные. У «горячей» – более длинный тепловой конус, с большей поверхностью. У «холодной» – очень короткий. Поэтому первая примет больше теплоты отсгорающего топлива, а вторая – меньше. На рисунке 3 приведены свечи с различными тепловыми характеристиками: а – «горячая», б – «нормальная», в – «холодная». Прерывистая линия показывает путь отвода тепла от изолятора к корпусу.

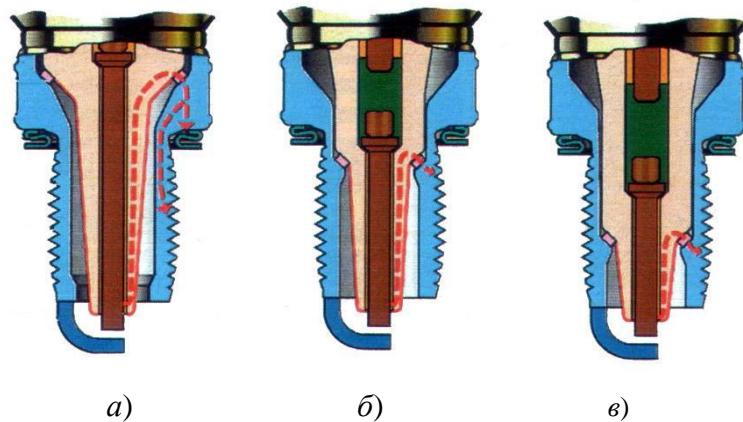


Рисунок 6.3 - Конструкция свечей зажигания с различными тепловыми характеристиками.

Тепловые качества свечей характеризуются *калильным числом*. Калильное число определяется на специальном одноцилиндровом эталонном двигателе, степень сжатия которого изменяют до возникновения калильного зажигания. Среднее индикаторное давление, соответствующее возникновению калильного зажигания, и выражает собой калильное число, которое должно соответствовать ряду: 8; 11; 14; 17; 20; 23; 26. Чем больше калильное число, тем больше теплоотдача свечи и меньше длина теплового конуса изолятора. В некоторых странах под калильным числом понимают время работы эталонного двигателя до начала калильного зажигания. Так обозначает калильное число, например, фирма Bosch. В таблице 6.1 приведены ряды калильных чисел, используемые различными изготовителями.

Таблица 6.1

Фирма, страна	Калильное число
---------------	-----------------

	«горячая»				«холодная»		
Россия	8	11	14	17	20	23	26
Bosch, Германия	13	12	11	10...3	2	1	09 08 07 06
Champion, Англия	25	24	23	.....	3	2	1
Al Deco, США	9	8	7	6	5	4	3
Eyquem, Франция	30	32	42	52	58	62	72
NGK, Япония	2	4	5	6	8	10	11
					12	13	14

Выбор свечи для двигателя по калильному числу зависит от многих факторов: организации рабочего процесса сгорания, мощности двигателя, степени сжатия, частоты вращения, охлаждения и т. д. Например, на автомобиле ГАЗ-21 "Волга" применялись свечи А8НГ с калильным числом 8. На автомобилях ВАЗ используются свечи А17Д. Наиболее "холодные" свечи типа А23 и А26ДВ были необходимы для двигателей ММЗ-968 и опытных роторных моторов ВАЗ-311.

Нет свечей, пригодных для любого двигателя. Для примера на рисунке 4 приведены характеристики «горячей» (а), «нормальной» (б) и «холодной» (в) свечей зажигания, установленных на одном и том же двигателе.

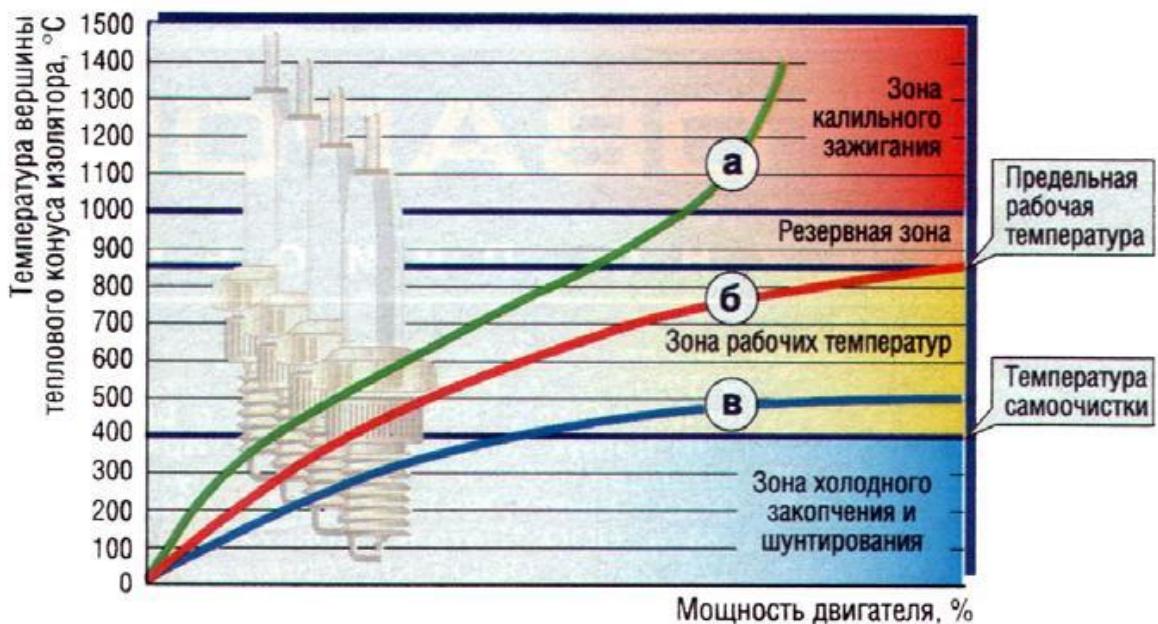


Рисунок 6.4 - Зависимость температурной характеристики свечи зажигания от мощности двигателя.

Видно, что у «горячей» уже при половинной мощности двигателя температура теплового конуса будет выше 850°C, и с повышением нагрузки она сразу же вызовет калильное зажигание. «Холодная» лишь при мощности более 50% начинает самоочищаться, а при меньших нагрузках тепловой конус будет покрываться токопроводящим шунтом. Поэтому, в данном случае подходит лишь «нормальная» свеча.

Кроме тепловых нагрузок свечи подвержены также воздействию механических, электрических и химических нагрузок. Так давление в цилиндре двигателя достигает 5...6 МПа (максимальное давление в цикле), поэтому на поверхность свечи, находящейся в камере сгорания, действует усилие, составляющее около 0,5...1,2 КН. При нарушении герметичности свечей в соединении изолятора центрального электрода с корпусом происходит пропуск отработавших газов наружу. Это вызывает перегрев нижней части изолятора, в результате чего происходит преждевременное воспламенение рабочей смеси раскаленными изоляторами свечей, и возникают перебои в работе цилиндров двигателя.

В процессе работы свеча находится под электрическим напряжением, приложенным к ее электродам, равным пробивному напряжению искрового промежутка. Это напряжение может превышать 20 кВ. Рабочая часть электродов подвергается воздействию электрической энергии в процессе искрообразования. Износ электродов дополнительно увеличивается из-за того, что в продуктах сгорания находятся вещества, которые вызывают их химическую коррозию. Опыт показывает, что в процессе работы зазор в свече увеличивается в среднем на 0,015 мм на 1000 км пробега автомобиля.

Неполное сгорание топливной смеси ведет к отложению токопроводящего нагара на поверхности теплового конуса, электродах и стенках камеры свечи. Нагар образуется также из-за попадания смазочного масла на тепловой корпус изолятора. Смазочное масло является изолятором для электрического тока, но когда оно смачивает слой ранее отложившегося нагара, то вся образовавшаяся масса превращается в токопроводное вещество. Это отложение постепенно обугливается под действием температуры и становится более токопроводным. При этом напряжение, развиваемое во вторичной цепи системы зажигания, уменьшается и может оказаться равным или даже меньшим пробивного напряжения искрового промежутка свечи, что приводит к нарушению в бесперебойности искрообразования и даже к полному его прекращению. К аналогичному результату может привести попадание влаги и загрязнение открытой части изолятора свечи, находящейся в подкапотном пространстве автомобиля.

При нормальных условиях эксплуатации свечи зажигания рекомендуется заменять через 15...30 тыс. км пробега автомобиля.

#### Маркировка отечественных свечей

Маркировка свечей содержит расширенную информацию об их конструкции и свойствах. В маркировке отечественных свечей используется:

- обозначение резьбы на корпусе (A – резьба M14x1,25; M – резьба M18x1,5);
- обозначение вида опорной поверхности корпуса (плоская не

обозначается, К – конусная);

- калильное число (от 8 до 26);
- обозначение длины резьбовой части корпуса (Н – 11 мм; С – 12,7 мм; Д – 19 мм; длина 12 мм не обозначается);
- обозначение выступания теплового конуса изолятора за торец корпуса (отсутствие выступания не обозначают, при выступании – В);
- обозначение герметизации соединения изолятор - центральный электрод (Т – термоцементом, герметизация иным герметиком не обозначается);
- специальные обозначения (Р – встроенный помехоподавительный резистор);
- материал центрального электрода (никром не обозначается, М – медь с никромом, П – платина, С – серебро);
- порядковый номер конструкторской разработки (через дефис).

Пример: А17ДВ-10 – свеча зажигания с резьбой на корпусе M14x1,25, калильным числом 17, длиной резьбовой части корпуса 19 мм, имеющей выступание теплового конуса изолятора за торец корпуса.

#### Взаимозаменяемость свечей зажигания

Замена свечи одного изготовителя на свечи другого возможна, если они соответствуют по тепловой характеристике, а также по размеру, шагу и длине резьбы на корпусе. В таблице 6.2 приведены некоторые типы взаимозаменяемых отечественных и зарубежных свечей зажигания.

Таблица 6.2

Россия	Bosch, Герма- ния	Cham- pion, Англия	Motor kraft, США	Ma- relli, Италия	NGK, Япо- ния	Применение
A11	W8A, W9A	L88	AE52	CW3N	V5HS	ГАЗ-53А, ЗиЛ-431410, УАЗ-469
A14Д	W8CC	N5	AG3, AG31	CW5L	–	ГАЗ-3102 "Волга", с двигателем ЗМЗ-4022.10
A17Д	W7CC	N4	AG2, AG21	CW6L	B6ES	Дефорсированный двигатель УЗАМ-412ДЭ
A17ДВ	W7DC, W7DP				BP6E	ВАЗ 2101-2107, АЗЛК-2141 с двигателем ВАЗ-2106-70
A17ДВ-10	W7DC, W7DP	N10Y	AG252	CW7LP	BP6E S	ВАЗ 2108, -2109, ЗАЗ-1102
A20Д-1	W6CC	N3	AG4	CW7L	B7ES	"Москвич"-412,

A20Д-2						2140, 21412, ИЖ- 2125
A23	W5A	LW81, LW82	AE2, AE3	CW7N	B7HS	МeM3-968, -969

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

Тема: Проверка и регулировка форсунок дизельного двигателя ЯМЗ и КамАЗ. Регулировка ТНВД

**Цели работы:**

1. изучить методику проверки и регулировки форсунок дизельного двигателя;
2. ознакомиться с оборудованием, применяемым при проверке и регулировке форсунок;
3. получить практические навыки проверки и регулировки форсунок.
4. изучить методику проверки и регулировки ТНВД;
5. ознакомиться с видами ТНВД, применяемыми на современных автомобилях;
6. получить практические навыки проверки и регулировки ТНВД.

**Содержание работы:**

1. ознакомиться с оборудованием для проверки и регулировки форсунок дизельного двигателя;
2. изучить порядок проведения проверки и регулировки форсунок.

**Оборудование для проверки**

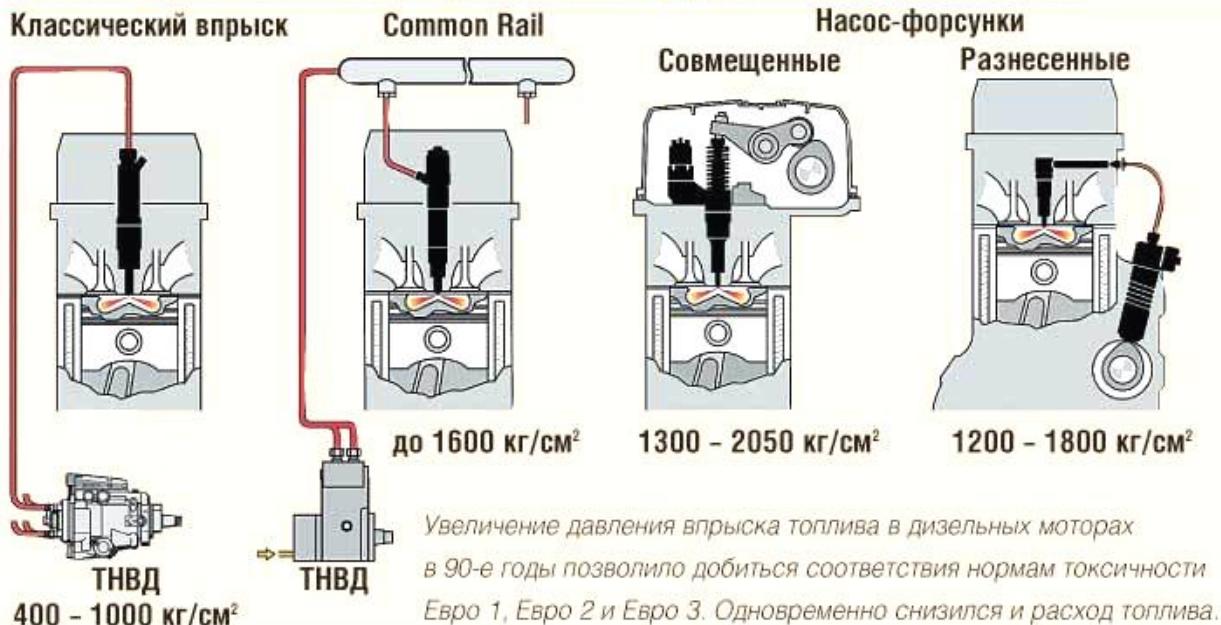
1. Прибор для проверки форсунок КП1609А.
2. Проверяемая форсунка
3. Регулируемый ТНВД;
4. Набор ручного инструмента.

**Ход работы:**

Составить конспект теоретической поддержки:

В зависимости от типа форсунок для их проверки и обслуживания применяется разное оборудование.

## Разновидности систем питания дизелей с непосредственным впрыском топлива



**Рис. 1. Разновидности форсунок**

Условно форсунки можно разделить на два типа:

1. электронные, открытие в которых осуществляется под действием электрического тока;
2. механические, в которых открытие происходит под действием давления.

В механических форсунках важными диагностическими показателями являются герметичность форсунки и давление впрыска (начало подъема иглы). Для их определения используют прибор для проверки форсунок, который представляет собой плунжерный насос с ручным приводом, который подает под большим давлением топливо к форсунке. Прибор снабжен манометром, регистрирующим давление топлива, подводимого к форсунке. При испытании форсунки на герметичность, а также при определении давления начала впрыска манометр позволяет фиксировать момент и величину падения давления.



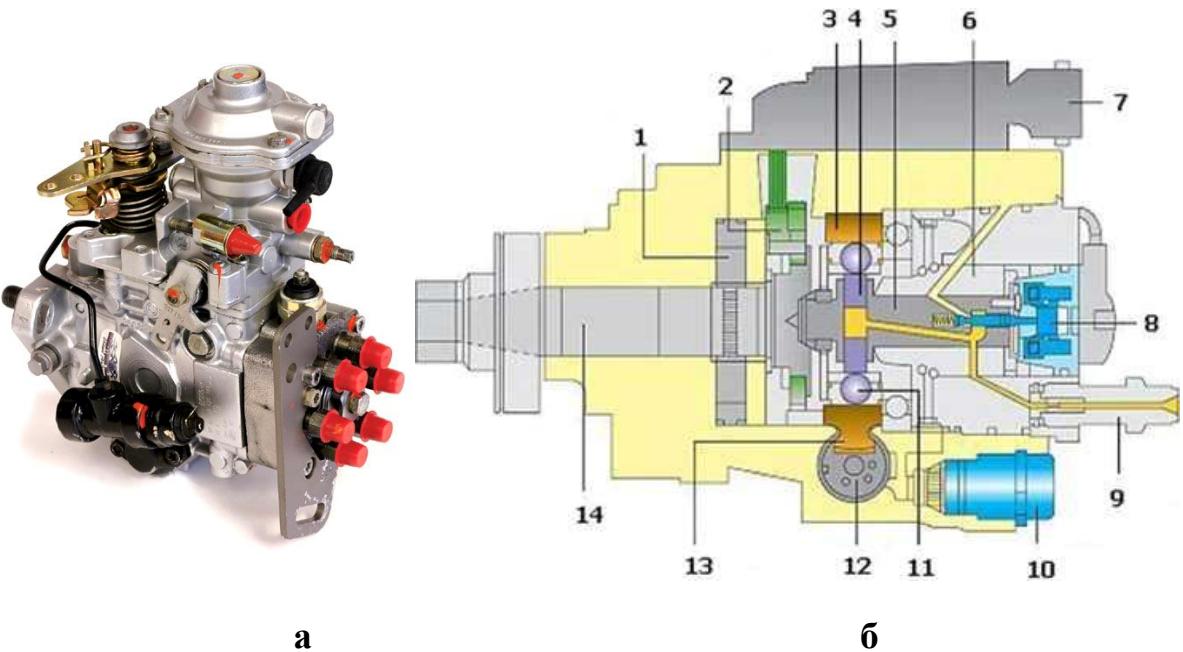
**Рис. 2. Прибор для проверки форсунок**

### **Виды ТНВД**

Выделяют следующие виды ТНВД:

- Распределительные
- Рядные
- Магистральные

### **Распределительные ТНВД**



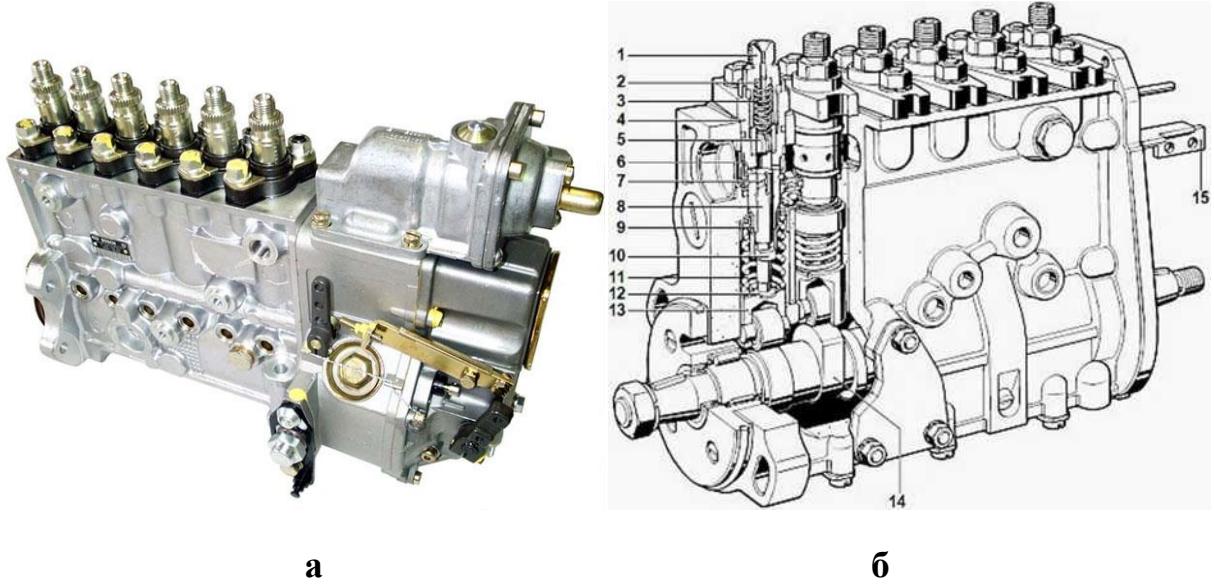
**Рис. 3. Общий вид (а) и устройство (б) распределительного ТНВД**

**1 - лопастной подкачивающий насос; 2- датчик угла поворота; 3 - кулачковая обойма; 4 – плунжер;5 - вал распределителя; 6 - распределительная головка;7 - блок управления;8 - электромагнитный клапан дозирования топлива; 9 - дроссель нагнетательного клапана 10 - клапан управления опережением впрыска; 11 – ролик; 12 - муфта опережения впрыска; 13 - шток привода кулачковой обоймы; 14 - приводной вал.**

Распределительный вал оснащается двумя противоположно-расположенными плунжерами, которые обеспечивают процесс нагнетания топлива, чем меньше расстояние между ними, тем выше давление топлива. После нагнетания давления топливо устремляется к форсункам по каналам распределительной головки через нагнетательные клапана.

Оснащаются одним или двумя плунжерами. По сравнению с рядными ТНВД обеспечивает более равномерную подачу топлива, занимает меньше места, но менее долговечен.

### Рядные ТНВД



**Рис. 4. Общий вид (а) и устройство (б) рядного ТНВД:**

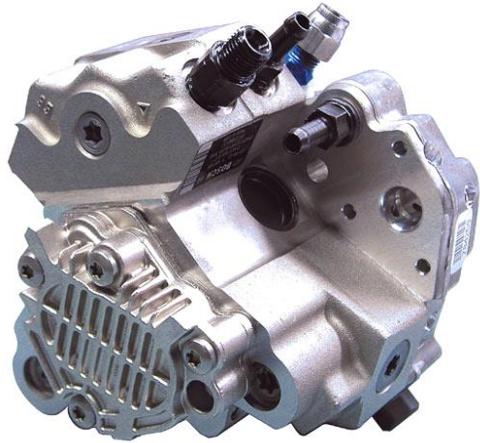
1. штуцер напорной магистрали;
2. седло клапана;
3. пружина клапана;
4. корпус насосной секции;
5. нагнетательный клапан;
6. впускное и выпускное отверстия;
7. наклонная поверхность плунжера;
8. Плунжер;
9. Втулка;
10. рычаг управления плунжером;
11. возвратная плунжерная пружина;
12. пружина толкателя;
13. роликовый толкатель;
14. Кулачок;
15. зубчатая рейка.

Этот тип ТНВД оснащается плунжерными парами, расположенными рядом друг с другом. Их количество строго соответствует количеству рабочих цилиндров двигателя. Таким образом, одна плунжерная пара обеспечивает подачу топлива в один цилиндр. Момент подачи топлива и регулировка его количества, необходимого в конкретный момент времени может осуществляться либо с помощью механического устройства, либо с помощью электроники. Такая регулировка нужна для корректировки подачи топлива в цилиндры двигателя в зависимости от частоты вращения коленчатого вала (оборотов двигателя).

### **Магистральный ТНВД**

Такой вид топливного насоса применяется системе подачи топлива CommonRail, в которой топливо перед тем, как поступить к форсункам сначала накапливается в топливной рампе. Магистральный насос способен обеспечить высокую подачу топлива - свыше 180 МПа.

В магистральном насосе управление процессом подачи топлива реализуется дозирующим топливным клапаном (который приоткрывается или закрывается на необходимую величину) при помощи электроники.



**Рис. 5. Общий вид магистрального насоса**

При обслуживании ТНВД проводятся регулировки:

- момента начала впрыска топлива (опережение впрыска по углу поворота коленчатого вала двигателя относительно положения поршня в ВМТ);
- частоты вращения коленчатого вала двигателя в режиме холостого хода и максимальной частоты вращения коленчатого вала.

#### Проверить и отрегулировать механические форсунки

На герметичность форсунка испытывается под давлением 30 МПа ( $300 \text{ кгс}/\text{см}^2$ ). Проверка осуществляется подключением к прибору для проверки форсунок (аналогичный прибору КП1609А).

Перед испытанием форсунок прибор проверяют на герметичность. Для этого вместо форсунки в устройство для ее крепления завертывают заглушку, открывают запорный кран и создают насосом давление около 30 МПа. Затем, включив секундомер, наблюдают за падением давления, которое не должно превышать 0,5 МПа в минуту.

Герметичность форсунки проверяют на приборе, медленно завертывая регулировочный винт и поднимая давление рычагом привода насоса до 30 МПа. После того как достигнуто указанное давление, проверяют герметичность по запорному конусу и направляющей игле в распылителе, подтекание топлива из сопловых отверстий, а также в сопряжении распылителя с корпусом форсунки.

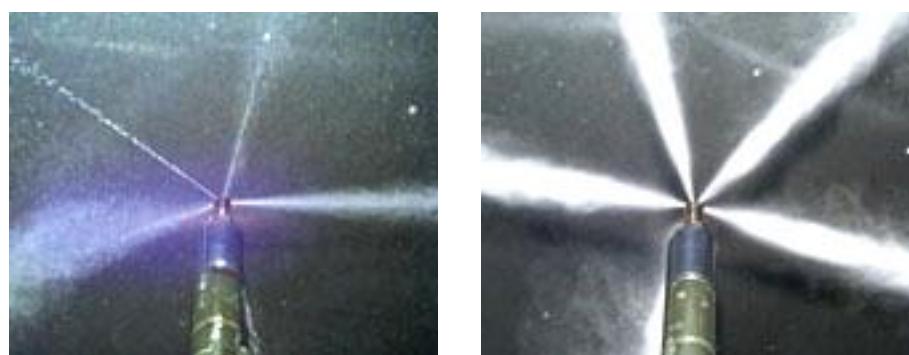
Быстрое падение давления до 25—23 МПа укажет на нарушение герметичности форсунки. Допустимое время падения давления до 23 МПа должно быть 17—45 с при кинематической вязкости дизельного топлива 3,5—6 мм<sup>2</sup>/с и температуре 20 °С.

Давление начала подъема иглы распылителя определяют при повышении давления топлива в приборе до 12,5 МПа с большой скоростью и далее со скоростью до 0,5 МПа в секунду. Величина давления фиксируется в момент начала впрыска топлива. В случае несоответствия давления начала впрыска техническим условиям регулируют степень затяжки пружины форсунки. При этом регулировочный винт завертывают, если давление меньше нормы, и отвертывают при большем значении.

Качество распыливания топлива проверяют на отрегулированной форсунке. Для этого закрывают кран прибора и рычагом несколько раз подкачивают топливо. Когда оно поступит в форсунку, нажимают на рычаг с интенсивностью 50—60 ходов в минуту и наблюдают за характером впрысков.

Качество распыливания топлива при впрысках будет удовлетворительным, если при этом образуются из каждого отверстия распылителя факелы туманообразного топлива и оно равномерно распределяется по поперечному сечению конуса распылителя. Начало и конец впрыска должны быть четкими с характерным звуком отсечки. Не допускается также подтеканий топлива из распылителя после окончания впрыска.

Угол конуса струи распыляемого топлива определяют по диаметру отпечатка струи на фильтровальной бумаге и расстоянию от нее до сопл форсунки.



**Рис.6. Пример плохого (а) и хорошего (б) распыла топлива**

Если в результате проверки и регулировки форсунки с помощью прибора КП-1609А не удается получить требуемые показатели по герметичности, давлению начала подачи или качеству распыляемого топлива, то форсунку ремонтируют.

Регулировка механических форсунок осуществляется либо регулировочным винтом, поджимающим прижимную пружину иглы (ЯМЗ-236), либо подкладыванием регулировочных шайб (ЯМЗ-740). 0,05мм шайбы увеличивает давление впрыска на 0,3-0,35 МПа.

#### Произвести регулировку распределительного ТНВД

Для регулировки момента начала впрыска топлива поршень первого цилиндра устанавливается в положение ВМТ в такте сжатия, на место центральной пробки на распределительной головке ТНВД устанавливается индикатор. Для установки плунжера ТНВД в крайнее положение коленчатый вал двигателя проворачивается против часовой стрелки на 25-30 градусов, ориентируясь по установочным меткам на шкиве коленчатого вала. Показания индикатора устанавливаются на нуль. При повороте коленчатого вала в ту и другую сторону на небольшие углы стрелка индикатора не должна отклоняться. Это говорит о правильной установке плунжера насоса (в крайнем положении). Разные фирмы рекомендуют устанавливать коленчатый вал против часовой стрелки на разные углы, но приведенная методика проверки позволяет определить, правильно ли выбран угол поворота вала для установки плунжера в крайнее положение.

Далее первый цилиндр выставляется в ВМТ на такте сжатия. Величина хода плунжера после впрыска должна составить 0,75-0,80 мм. При необходимости ход регулируется поворотом топливного насоса в ту или другую сторону вокруг его оси.

Для проверки и регулировки максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя и частоты вращения в режиме холостого хода прогрейте двигатель до нормальной рабочей температуры, отсоедините трос управления подачей топлива от рычага управления насосом, подсоедините тахометр. Переместив рычаг в крайнее положение, уперев его сначала в регулировочный винт холостого хода, а затем в винт регулировки максимальной частоты вращения проверить по тахометру частоту вращения и сверить с нормативными значениями. При необходимости отрегулировать вращением соответствующего винта.

После регулировки максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя и частоты вращения в режиме холостого хода проведите регулировку троса управления подачей топлива. Длина его должна обеспечивать легкое касание рычага управления и регулировочного винта максимальных оборотов при полностью нажатой педали управления подачей топлива, а при опущенной педали - легкое касание рычага и винта регулировки частоты вращения в режиме холостого хода. По окончании регулировки проверьте ее правильность по работе двигателя.

Сделать вывод по проделанной работе:

В выводе описать полученные в ходе работы результаты и проанализировать их.

## Практическая работа №2

### «Оборудование для очистки форсунок. Очистка форсунок с помощью прибора»

Цели работы:

- 1) изучить принцип проверки электронных форсунок системы питания;
- 2) ознакомиться с оборудованием для проверки и обслуживания форсунок;
- 3) приобрести практические навыки проверки и обслуживания форсунок.

Оборудование места

- 1) Стенд для проверки и ультразвуковой очистки электронных форсунок;
- 2) Комплект форсунок для проверки.

Ход работы:

Составить конспект теоретической поддержки:

Проверка и обслуживание форсунок системы питания бензинового двигателя с впрыском топлива заключается в определении их работоспособности и производительности, контроле формы факела распыления топлива и герметичности, а также в проведении чистки. Для выполнения этих операций применяется стенд для проверки и ультразвуковой очистки форсунок.



## **Рис. 1. Стенд для проверки и ультразвуковой очистки электронных форсунок**

С помощью электронного микропроцессора данный стенд моделирует работу форсунок на разных режимах работы двигателя. Вместо топлива используется чистящая жидкость, применение которой совместно с воздействием высоких частот позволяет эффективно удалять отложения с форсунок. Под действием ультразвуковых волн в жидкости образуются микропузырьки - происходит процесс кавитации, благодаря чему и удаляются загрязнения.

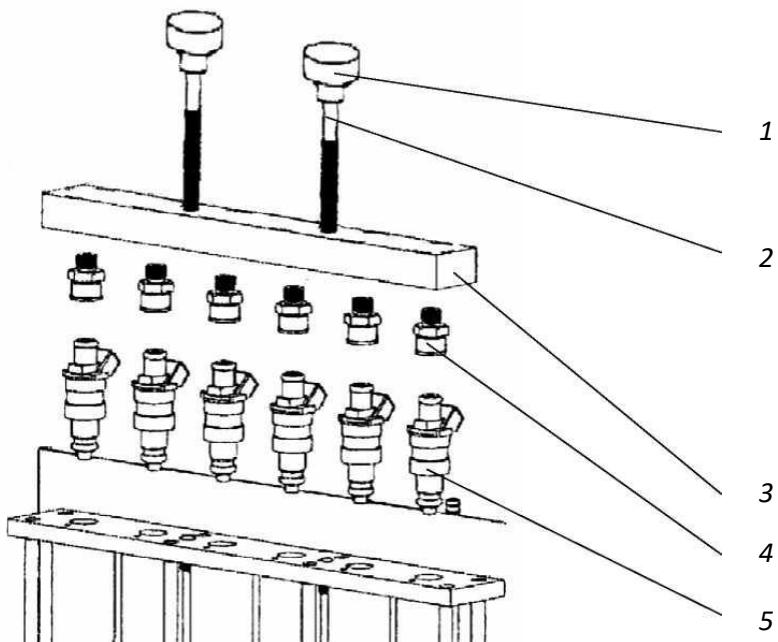
### **Произвести проверку и обслуживание форсунок**

Для проверки и обслуживания форсунок с применением стенда необходимо выполнить следующие операции:

- 1) Демонтировать форсунки. Для этого необходимо отсоединить соединительную колодку жгута проводов форсунок, отключить прямую и обратную подачу топлива от топливной рампы и, выкрутив несколько болтов крепления демонтировать топливную рампу. Затем сдвинув в сторону фиксационные скобы, отсоединить форсунки от рампы.
- 2) Проверить состояние уплотнительных элементов форсунки. Если они потеряли упругость или имеют механические повреждения заменить их.
- 3) Установить форсунки на стенд как показано на рисунке 22. Перед установкой форсунки необходимо промыть от грязи, используя специальное приспособление извлечь фильтр из входного отверстия форсунки, проверить целостность форсунки.



Рис.2. Снятие фильтра форсунки.



**Рис.3. Подключение форсунок к стенду:** 1 - гайка крепления рампы; 2 - шпилька; 3 - рампа; 4 - переходник; 5 - форсунка.

- 4) Проверка герметичности форсунок. Выбрав режим «Тест герметичности», при котором в форсунки подается давление жидкости на 10% превышающее норму для тестирования, наблюдаем за форсунками: допускается появление не более одной капли в минуту. Проверка проводится в течение двух минут.
- 5) Провести проверку равномерности подачи. Для этого необходимо заполнить систему стенда тестирующей жидкостью включив режим «Промывка» не более чем на 30 секунд. После слива жидкости из колб включается ручной или автоматический режим «Тест», позволяющий

проверить производительность на разных режимах работы. Для получения достаточной точности измерения относительной производительности необходимо заполнить не менее половины мерной емкости. Форсунки, установленные на одном двигателе, должны отличаться по производительности не более чем на 5 %

- 6) Провести проверку формы факела распыления. Качество факела определяется визуально с включением подсветки мерных стаканов.
- 7) При необходимости проводится ультразвуковая очистка. УЗ очистка проводится в специальной ванне, в отверстия которой устанавливаются форсунки. Устанавливать форсунки нужно так, чтобы уровень очищающей жидкости был как минимум на 20мм выше игольчатого клапана форсунки. Далее к форсункам подключаются разъемы стенда. УЗ чистку проводить не менее чем в два цикла по 10 мин.

Сделать вывод по проделанной работе:

В выводе указать полученные в ходе работы навыки и описать результаты выполненных операций.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

### «Изучение диагностического прибора ST-6000»

#### Цели работы:

1. ознакомиться с оборудованием, применяемым для диагностирования систем питания;
2. получить практические навыки работы с диагностическим прибором ST-6000.
3. изучить методику диагностирования систем питания с помощью прибора.

#### Содержание работы:

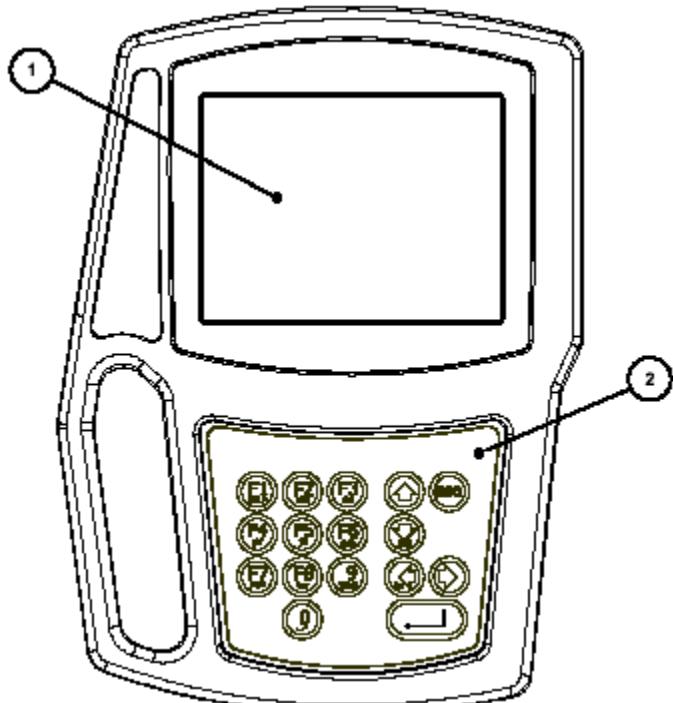
1. ознакомиться с оборудованием для диагностирования систем питания;
2. изучить порядок диагностирования систем питания с помощью прибора ST-6000.

#### Оборудование для проверки

1. Диагностический прибор ST-6000.

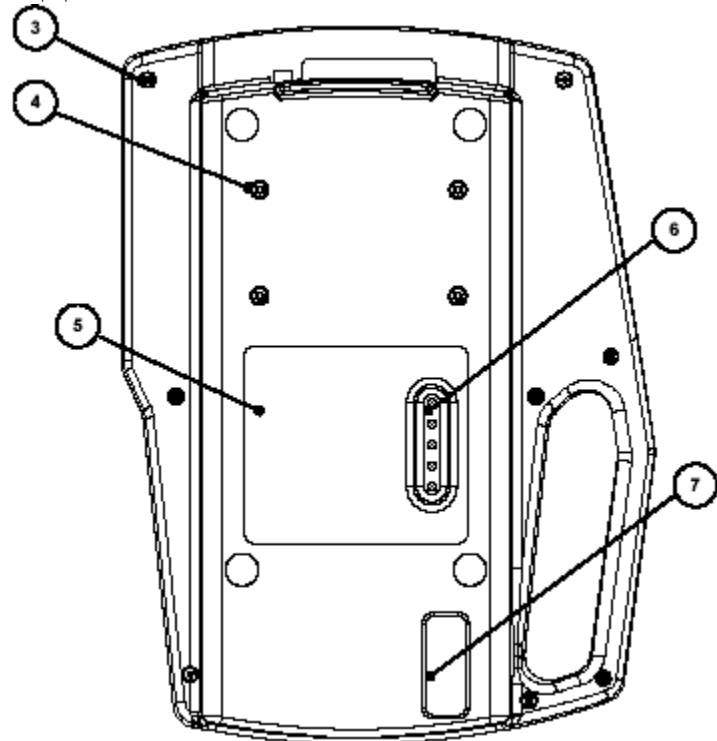
#### Ход работы:

#### ОБЩИЙ ВИД ПРИБОРА ВИД СПЕРЕДИ



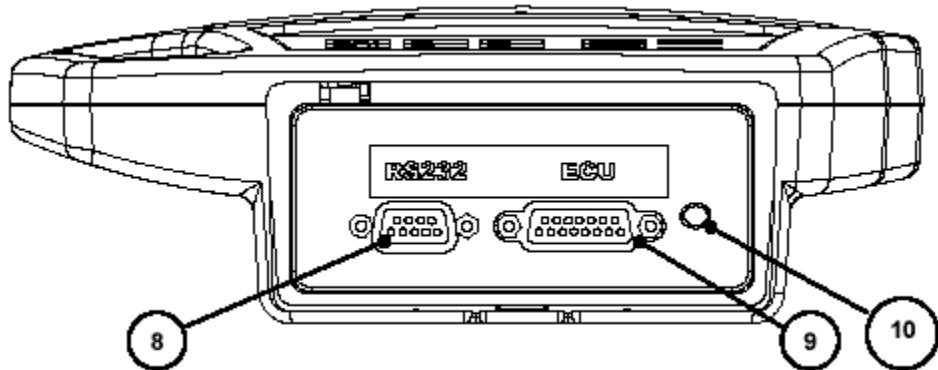
1) Графический жидкокристаллический дисплей

2) Клавиатура  
ЗАДНЯЯ ПАНЕЛЬ



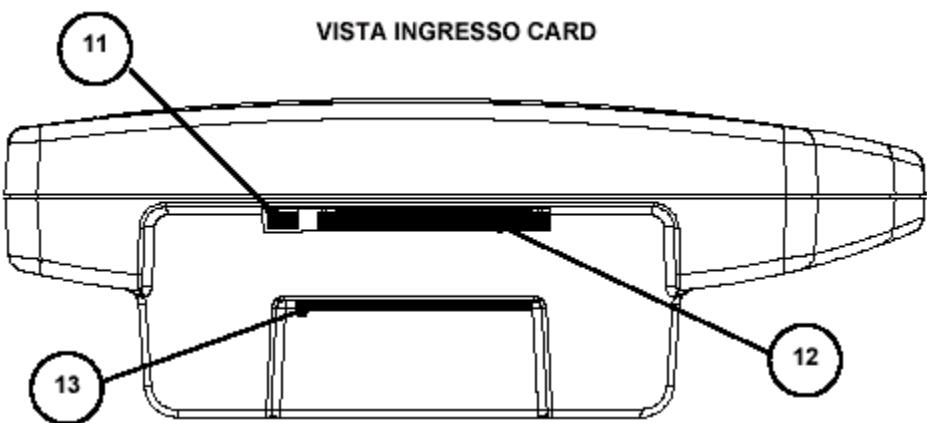
- 3) Пластиковые крепёжные винты
- 4) Крепёжные винты внутренних плат
- 5) Наклейка с характеристиками
- 6) Светодиоды сигнализации диагностики
- 7) Отверстие для контроля светодиодов принадлежностей

ВИД СО СТОРОНЫ КАБЕЛЬНЫХ РАЗЪЁМОВ



- 8) Соединитель DB9 RS232
- 9) Соединитель DB15 диагностики и питания
- 10) Инфракрасный приёмник пульта дистанционного управления

ВИД СО СТОРОНЫ ГНЕЗДА ДЛЯ КАРТЫ20



- 11) Кнопка для извлечения карты памяти
- 12) Вход карты памяти
- 13) Вход карты Smart

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Напряжение питания: 8 – 30 В пост. Тока

Мощность: макс. 7 Вт

Плавкий предохранитель: 1 А с автоматическим приведением в исходное состояние

Рабочая температура: 5 - 40°C

Соединения: Разъём D SUB 15 полюсов, разъём D SUB 9 полюсов

Интерфейс: RS232

Размеры: 214x292x63 мм (L x H x P)

Вес: 1100 г

## ПРИНАДЛЕЖНОСТИ: СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ КАБЕЛИ



1) БАЗОВЫЙ КАБЕЛЬ: для соединения с специальными кабелями интерфейса различных моделей автомобилей и со стандартным кабелем



2) СТАНДАРТНЫЙ КАБЕЛЬ: универсальный кабель, позволяющий производить прямое соединение с линией диагностики

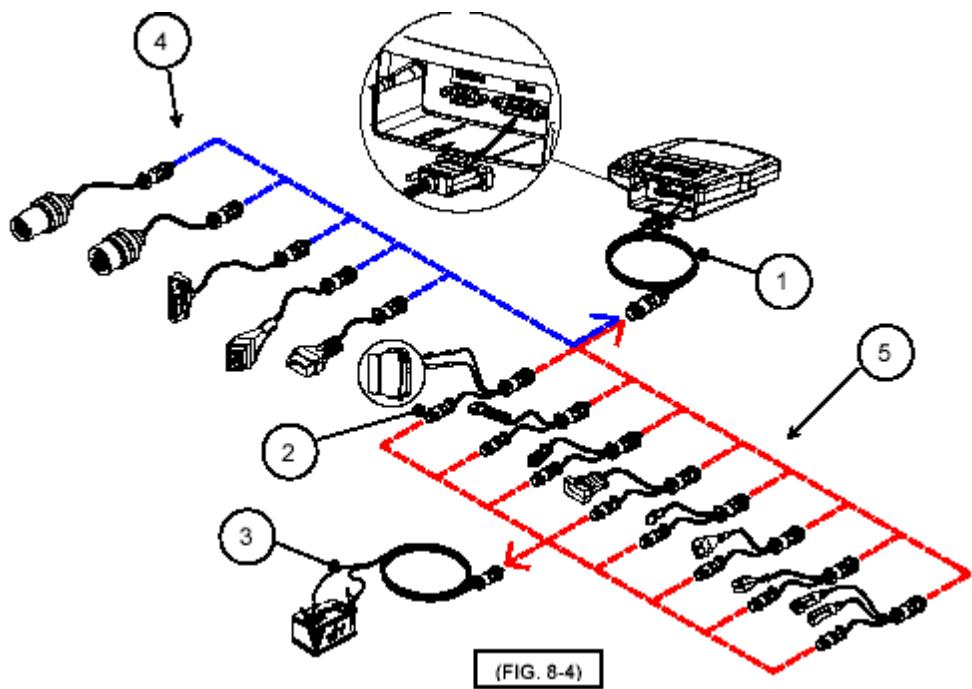


3) КАБЕЛЬ ПИТАНИЯ ОТ БАТАРЕИ:  
позволяет подавать питание на прибор,  
если питание не поступает  
непосредственно из розетки  
оборудования диагностики автомобиля  
(используется со всеми  
интерфейсными кабелями, в которых  
имеется круглый соединитель с  
красной оболочкой)



4) КАБЕЛЬ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО  
СОЕДИНЕНИЯ: для соединения с  
персональным компьютером

## **СОЕДИНЕНИЕ С АВТОМОБИЛЕМ**



Как показано на рис. 8-4, соединить базовый кабель (1) с разъёмом ECU (DB 15 полюсов) прибора. После этого присоединить кабель интерфейса соответствующей модели автомобиля. В случае использования интерфейсных кабелей (4) EOBD, CITROEN-PEUGEOT 30 полюсов, RENAULT, MERCEDES, BMW или OPEL питание на прибор будет подаваться непосредственно из системы. В случае использования стандартного кабеля (2) или интерфейсных кабелей (5), имеющих круглый соединитель для зажимов аккумулятора, как, например, кабели ALFA, FIAT, LANCIA, CITROEN-PEUGEOT 2 полюса, FORD, FOLKSVAGEN, SEAT, SKODA, питание на прибор будет подаваться с помощью кабеля аккумуляторной батареи (3).

#### Ход работы:

ознакомиться с устройством диагностического прибора, подготовить прибор к работе в соответствии с инструкцией приведенной в теоретической поддержке.

Вывод: отразить полученные в ходе работы навыки.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4**

### **«Диагностирование системы питания прибором ST-6000»**

#### **Цели работы:**

4. ознакомиться с оборудованием, применяемым для диагностирования систем питания;
5. получить практические навыки работы с диагностическим прибором ST-6000.
6. изучить методику диагностирования систем питания с помощью прибора.

#### **Содержание работы:**

3. ознакомиться с оборудованием для диагностирования систем питания;
4. изучить порядок диагностирования систем питания с помощью прибора ST-6000.

#### **Оборудование для проверки**

2. Диагностический прибор ST-6000;
3. Диагностируемый автомобиль.

#### **Ход работы:**

##### **Составить конспект теоретической поддержки:**

##### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИБОРА**

##### **ВЫБОР АВТОМОБИЛЯ И СИСТЕМЫ**

В главном меню нажать “F1 ДИАГНОСТИКА”: появится меню выбора типа автомобиля.

Клавишами “↑” и “↓” выбрать ПРОИЗВОДИТЕЛЯ, МОДЕЛЬ, ВЕРСИЮ автомобиля, тип системы (инжекция, ABS и т.д.), а также СИСТЕМУ (код системы). Каждый выбор подтверждать нажатием клавиши «↵».

В случае отсутствия точного код системы можно набрать похожий код. В этом случае можно всё равно продолжать работу, хотя какие-либо из функций системы могут не работать.

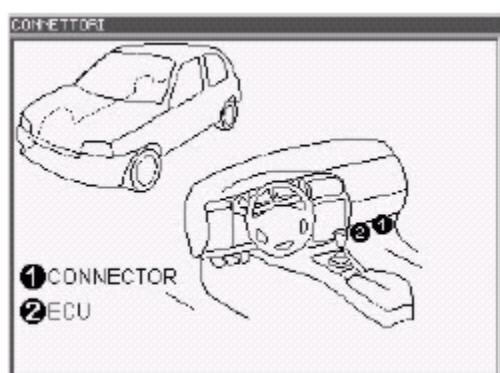
##### **ИМЕЮЩИЕСЯ ФУНКЦИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ**



После выбора типа автомобиля и системы активируется меню функций, таких как визуализация положения разъёма оборудования диагностики в автомобиле, типа используемого кабеля ECU, схемы соединения коннектора с линиями диагностики, если в распоряжении имеется только СТАНДАРТНЫЙ кабель. В случае необходимости использования комплекта Asia Bag для диагностики автомобилей азиатского производства дисплей покажет сообщение «ПРИСОЕДИНИТЬ MUXBOX»

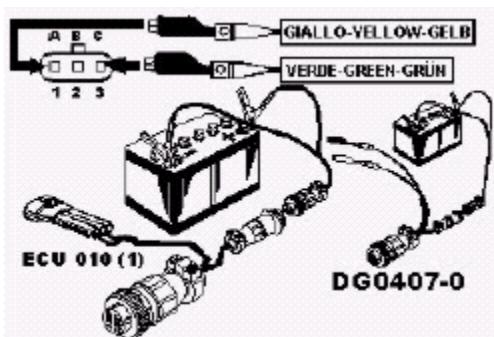
## **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ РАЗЪЁМА ДИАГНОСТИКИ**

При нажатии клавиши «F6 СОЕДИНТЕЛИ» визуализируется положение соединителя или соединителей и системы в автомобиле.



## **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНОГО КАБЕЛЯ**

При нажатии клавиш F4 «КАБЕЛЬ 1» или F5 «КАБЕЛЬ 2» визуализируется тип кабеля системы, который будет использован для соединения, а также схема прямого соединения с линиями диагностики при использовании имеющегося в комплекте поставки стандартного кабеля (если нет кабеля системы, который является опционом).



## **АВТОДИАГНОСТИКА**

При нажатии клавиши F7 будет загружена программа автодиагностики, и будет визуализировано требование соединения прибора с разъёмом диагностики: выполнить соединение прибора, включить приборный щиток автомобиля и нажать ↲.



Если диалог будет произведён правильно, и система будет опознана, дисплей визуализирует изображение с характеристиками системы, такими как код ISO, код запасной части и версия программы. Если же произойдёт ошибка соединения, будет визуализировано сообщение об ошибке. Нажать любую клавишу для продолжения.

## СТРОКА МЕНЮ

В строке меню в правой стороне дисплея имеются следующие функции:

**ESC.** Выход из программы диагностики.

**F1 Техническая помощь.** Информация по выбранным компонентам. Кнопка активна только после выбора компонента.

**F2 Информация.** Информация о присоединённой системе.

**F3 Ошибки.** Активирует страницу с кодами ошибок.

**F4 Инженерные параметры.** Активирует страницу с инженерными параметрами.

**F5 Активация.** Открывает страницу активации компонентов оборудования.

**F6 Регулировки.** Активирует страницу, позволяющую выполнять регулировки системы.

**F7 Состояние.** Открывает страницу, изображающую состояние системы.

**F8 Испытания компонентов.** Позволяет выполнять специальные испытания компонентов электрооборудования автомобиля (при использовании см. электрическую схему автомобиля).

## ОШИБКИ

При нажатии клавиши «F3 ОШИБКИ» производится вход в функцию «ОШИБКИ», позволяющую визуализацию всех ошибок, сохранённых в памяти системы. Существует 2 различных типа ошибок:

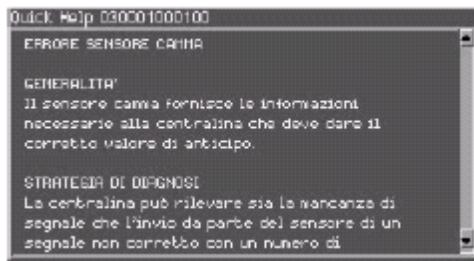
- постоянные ошибки (ошибка появляется и больше не пропадает)

- и временные ошибки (ошибка появляется на короткое время).



Для визуализации ошибок, сохранённых в памяти системы кнопками «←» и «→» выбрать кнопку “Richiesta errori” (Вызов ошибок) и нажать ↲.

Ошибки выбираются клавишами «↑» и «↓». При нажатии на клавишу «F1 ИНФО» визуализируется информация об ошибках и по методам диагностики.



После чтения информации нажать “ESC” для возвращения в меню «ОШИБКИ». Для удаления списка ошибок клавишами «←» и «→» выбрать кнопку “Cancella lista” (Удалить список) и нажать ↲. Данная команда удалит список ошибок, визуализированный в меню, но не удалит ошибки, содержащиеся в памяти системы. Для удаления ошибок из памяти системы клавишами «←» и «→» выбрать кнопку “Cancella errori” (Удалить ошибки) и нажать ↲.

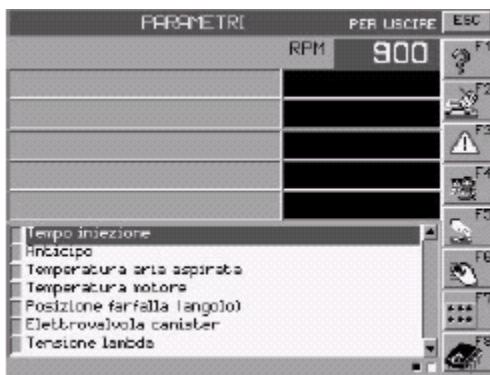
Для визуализации сохраняемых в памяти системы ошибок клавишами «←» и «→» выбрать кнопку “Errori disponib.” (Имеющиеся ошибки) и нажать ↲. Таким образом можно узнать, поддерживает ли система сохранение конкретных ошибок.



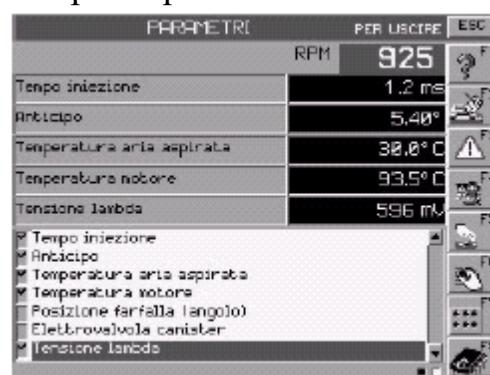
Ошибки выбираются клавишами «↑» и «↓». При нажатии на клавишу «F1 ИНФО» визуализируется информация об ошибках и по методам диагностики. После чтения информации нажать “ESC” для возвращения в меню «ОШИБКИ».

## ИНЖЕНЕРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

При нажатии клавиши F4 ПАРАМЕТРЫ в строке меню производится вход в функцию «ИНЖЕНЕРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ», позволяющую оператору вывести на дисплей все параметры двигателя, которые система в состоянии показать. На дисплее появится страница со списком параметров, но без конкретных значений.



Для визуализации значений клавишами «↑» и «↓» установить курсор на нужный параметр и нажать «»: в соответствующем поле появится «галочка», и будет показано соответствующее значение. Для отмены повторить те же операции. Данная функция служит для ускорения выполнения операции обновления параметра. Скорость обновления параметров зависит от системы и от количества выбранных параметров.



После чтения информации нажать “ESC” для возвращения в меню «ПАРАМЕТРЫ».

## АКТИВИРОВАНИЕ

Данная функция позволяет оператору включать на несколько секунд выбранный исполнительный механизм для проверки на слух его работы или измерения электрических параметров для определения неисправности. Под

исполнительными механизмами понимаются все компоненты, управляемые системой (инжекторы, реле, электроклапаны, катушки и т.д.).

При нажатии клавиши «F5 АКТИВАЦИЯ» в строке меню производится вход в функцию АКТИВАЦИЯ, позволяющую оператору на несколько секунд активировать с помощью органов управления системы выбранные исполнительные механизмы. Длительность активации и последовательность зависят от типа системы.

Для активации функции необходимо с помощью клавиш «↑» и «↓» установить курсор на компонент и нажать ««: через несколько секунд компонент начнёт работать. В некоторых установках начинают последовательно работать все компоненты, даже если выбран только один. При установке курсора на исполнительный механизм и нажатии клавиши «F1 ИНФО» визуализируется информация по выбранному компоненту.

После чтения информации нажать “ESC” для возвращения в меню «АКТИВАЦИЯ».

## РЕГУЛИРОВКИ

В некоторых установках можно выполнять регулировки (например, значения СО, значения опережения, кодирования ключей и т.д.). Эти операции зависят от типа оборудования и системы и делятся на три фазы:

- Вход в функцию регулировки
- Изменение параметров
- Сохранение в памяти новых параметров.

При нажатии клавиши «F6 РЕГУЛИРОВКИ» производится вход в функцию РЕГУЛИРОВКИ.

При установке курсора на параметр и нажатии клавиши «F1 ИНФО» визуализируется информация по выбранному параметру.

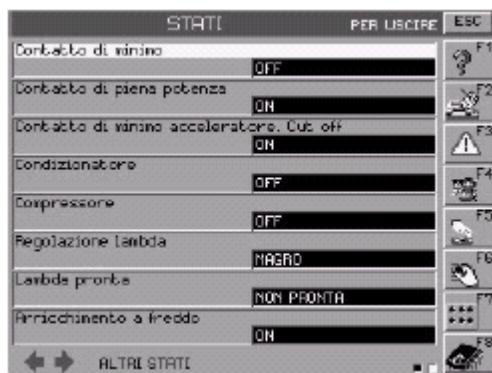
После чтения информации нажать “ESC” для возвращения в меню «РЕГУЛИРОВКИ».

## СОСТОЯНИЕ

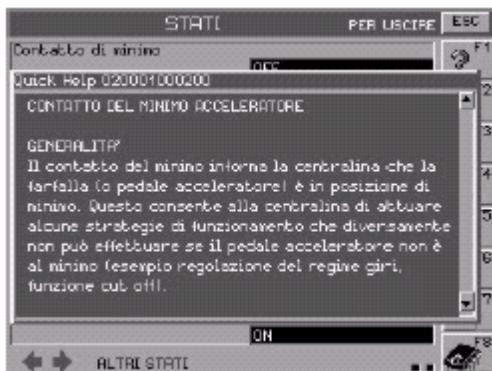
Данная функция позволяет оператору проверять состояние некоторых входов системы, то есть информацию, которую система получает от элементов оборудования (например, двигатель запущен, кондиционер включен, автоматическое переключение передач и т.д.). Визуализация производится индикацией ВКЛ./ВЫКЛ., показывающей, активирован ли параметр или нет. Например, на входе “Двигатель запущен” индикация ВКЛ. обозначает, что двигатель запущен, а ВЫКЛ. – что двигатель не запущен.

**ВАЖНО!!!** Все операции или параметры, которые позволяет выполнять или контролировать система, визуализируются в соответствующих окнах дисплея. Неприведённые параметры или ошибки могут не визуализироваться

не из-за ограничений прибора, а потому что система этого не позволяет. Важно понять, что некоторые функции невозможны не из-за неисправности прибора, а из-за невозможности системой выполнять эти функции. При нажатии клавиши «F7 СОСТОЯНИЕ» строки меню визуализируется состояние входов системы.



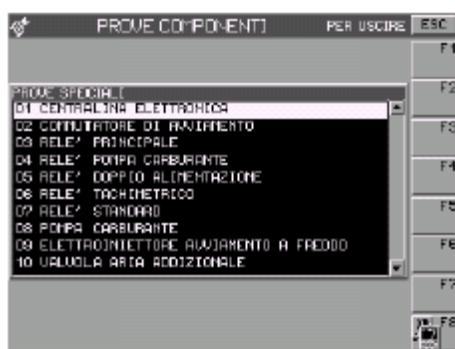
При установке курсора на параметр и нажатии клавиши «F1 ИНФО» визуализируется информация по выбранному параметру.



После чтения информации нажать “ESC” для возвращения в меню «СОСТОЯНИЕ».

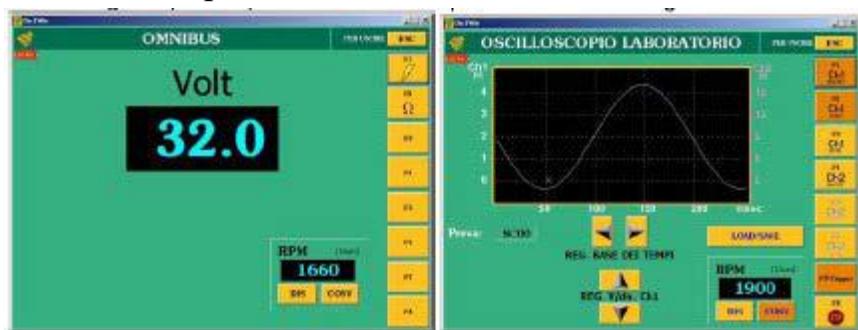
## ПРОВЕРКА КОМПОНЕНТОВ

В этой функции можно выполнять специальные испытания компонентов электрического оборудования. Для этого необходимо иметь электрическую схему автомобиля. Её можно распечатать с помощью программы FAST на персональном компьютере.



При нажатии клавиши «F8 ИСПЫТАНИЯ КОМПОНЕНТОВ» визуализируется соответствующее меню. С помощью клавиш «↑» и «↓»

выбрать компонент. При нажатии клавиши  $\leftarrow$  на дисплее будет показана информация, необходимая для определения неисправности. При нажатии, затем, клавиши F1 визуализируется схема выбранного компонента. При наличии прибора DMO-810 (осциллограф и мультиметр), соединённого с прибором кабелем ST-810, можно, нажав «F7 ОСЦИЛЛОСКОП» или «F8 МУЛЬТИМЕТР», визуализировать функцию осциллографа или мультиметра, установленные для измерения значений выполняемых испытаний.



### Выполнение работы

В соответствии с методикой рассмотренной в теоретической поддержке выполнить проверку системы питания диагностируемого автомобиля.

### Вывод:

Отразить полученные в ходе работы результаты.

## Практическая работа №5

### «Монтаж и демонтаж шин. Балансировка колес»

Цели работы:

- 1) Изучить методику проведения демонтажа и монтажа шин;
- 2) Научиться балансировать колеса;
- 3) Изучить оборудование для балансировки и монтажа/демонтажа шин колес.

Оборудование рабочего места:

- 1) Колесо в сборе;
- 2) Стенд для разборки/сборки колеса;
- 3) Стенд для динамической балансировки колеса.

Ход работы

Составить конспект теоретической поддержки

На территории России действует **межгосударственный ГОСТ 4754-97** («Шины пневматические для легковых автомобилей, прицепов к ним, легких грузовых автомобилей и автобусов особо малой вместимости. Технические условия», введен в 1999 году). В частности, этот ГОСТ описывает предельно допустимые значения статического дисбаланса, массы корректирующих грузов, необходимых для компенсации динамического дисбаланса, а также предельно допустимые величины биения колес.

Таблица 23.1 – Допустимые биение и масса грузов по ГОСТ 4754-97

Тип/обозначение шины	Посадочный диаметр шины, дюймы	Предельно допустимая масса корректирующих грузиков при балансировке (всего на колесо), граммы	Предельно допустимое биение шины, мм	
			радиальное	боковое
Радиальные (все	12"	50	1,0	1,5
	13"	60	1,0	1,5

размеры)	<b>14"</b>	<b>70</b>	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>
	<b>15"</b>	<b>70</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>
	<b>16"</b>	<b>70</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>
<b>215/80 R16 С</b>	<b>16"</b>	<b>140</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>
<b>225/75 R16 С</b>	<b>16"</b>	<b>160</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>
<b>Диагонал ьные (все размеры)</b>	<b>13"</b>	<b>80</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>
	<b>14"</b>	<b>100</b>		
	<b>15"</b>	<b>140</b>		
<b>175/80-16</b>	<b>16"</b>	<b>120</b>		

Произвести замену шины

Для замены шины необходимо выполнить следующий перечень операций:

1. Вывернуть ниппель шины и выпустить воздух из шин (камеры);
2. Пневматической лопаткой вывести борта шины из зацепления с диском колеса;
3. Установить диск с шиной на стенд для разборки/сборки колес и зафиксировать диск;
4. Выставить консольный захват и поддеть борт шины монтажной лопаткой;
5. Провернуть диск на стенде;
6. Повторить операции 4-5 для внутреннего борта шины;
7. Отведя консольный захват убрать снятую шину;
8. Смазав борта устанавливаемой шины силиконовой смазкой, соблюдая направленность шины и назначение сторон (если имеется), установить шину на диск;
9. Подведя консольный захват надеть сначала внутренний, а затем и внешний борт шины на диск;

10. Вкрутив ниппель накачать колесо проследив, чтобы борта под давлением воздуха установились в посадочные места на диске. Довести давление воздуха в шине до необходимого значения.

#### Произвести динамическую балансировку колеса

Балансировка колеса производится в следующей последовательности:

1. Установить балансируемое колесо на стенд предварительно подобрав необходимый центрирующий конус в зависимости от центрального отверстия диска;
2. Произвести замеры диска, либо найти маркировку на диске с указанием размеров (диаметр и ширина диска). Также измерить расстояние до диска специальной выдвижной линейкой;
3. Внести данные в электронный стенд, выбрав также тип диска;
4. Опустить защитный кожух и нажать кнопку «Старт»;
5. После остановки диска провернуть диск до момента, когда стенд укажет на необходимое место крепления груза и закрепить в этом месте груз необходимого веса. Провести эту операцию для обоих сторон;
6. Опять опустить защитный кожух и произвести контрольное измерение дисбаланса. При обнаружении дисбаланса снять грузы и повторить операции 4-5;
7. Демонтировать колесо со стендса.

Сделать вывод по проделанной работе

В выводе описать полученные результаты измерений, описать состояние диска и колеса, отразить полученные навыки.